



# INFORMATOR

# o egzaminie maturalnym

# z biologii

od roku szkolnego 2022/2023



Centralna Komisja Egzaminacyjna  
Warszawa 2021

**Zespół redakcyjny:**

Jadwiga Filipiska (CKE)  
prof. dr hab. Krzysztof Spalik (UW)  
dr Łukasz Banasiak (CKE)  
dr Takao Ishikawa (CKE)  
dr hab. Piotr Zieliński (Uniwersytet w Białymstoku)  
Dorota Mościcka (OKE Łomża)  
Anna Przybył-Prange  
Jacek Pachelski  
Beata Chumińska  
dr Marcin Smolik (CKE)  
dr Wioletta Kozak (CKE)

**Recenzenci:**

prof. dr hab. Paweł Golik (UW)  
dr hab. Piotr Bębas (UW)  
dr hab. Robert Kuba Filipkowski (PAN)  
dr Tomasz Karpowicz (recenzja językowa)

Informator został opracowany przez Centralną Komisję Egzaminacyjną we współpracy z okręgowymi komisjami egzaminacyjnymi.

Centralna Komisja Egzaminacyjna  
ul. Józefa Lewartowskiego 6, 00-190 Warszawa  
tel. 22 536 65 00  
sekretariat@cke.gov.pl

Okręgowa Komisja Egzaminacyjna w Gdańsku  
ul. Na Stoku 49, 80-874 Gdańsk  
tel. 58 320 55 90  
komisja@oke.gda.pl

Okręgowa Komisja Egzaminacyjna w Jaworznie  
ul. Adama Mickiewicza 4, 43-600 Jaworzno  
tel. 32 616 33 99  
oke@oke.jaworzno.pl

Okręgowa Komisja Egzaminacyjna w Krakowie  
os. Szkolne 37, 31-978 Kraków  
tel. 12 683 21 99  
oke@oke.krakow.pl

Okręgowa Komisja Egzaminacyjna w Łomży  
al. Legionów 9, 18-400 Łomża  
tel. 86 473 71 20  
sekretariat@oke.lomza.pl

Okręgowa Komisja Egzaminacyjna w Łodzi  
ul. Ksawerego Praussa 4, 94-203 Łódź  
tel. 42 634 91 33  
sekretariat@lodz.oke.gov.pl

Okręgowa Komisja Egzaminacyjna w Poznaniu  
ul. Gronowa 22, 61-655 Poznań  
tel. 61 854 01 60  
sekretariat@oke.poznan.pl

Okręgowa Komisja Egzaminacyjna w Warszawie  
pl. Europejski 3, 00-844 Warszawa  
tel. 22 457 03 35  
info@oke.waw.pl

Okręgowa Komisja Egzaminacyjna we Wrocławiu  
ul. Tadeusza Zielińskiego 57, 53-533 Wrocław  
tel. 71 785 18 94  
sekretariat@oke.wroc.pl

## Spis treści

1.	Opis egzaminu maturalnego z biologii .....	5
	Wstęp .....	5
	Zadania na egzaminie .....	6
	Opis arkusza egzaminacyjnego .....	7
	Zasady oceniania .....	9
	Materiały i przybory pomocnicze na egzaminie z biologii .....	10
2.	Przykładowe zadania z rozwiązaniami .....	11
	Biologia komórki .....	11
	Różnorodność i funkcjonowanie organizmów .....	23
	Genetyka i ewolucja .....	48
	Biologia środowiska .....	68
3.	Informacja o egzaminie maturalnym z biologii dla absolwentów niesłyszących .....	77
<b>Uchwała Rady Głównej Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz Konferencji Rektorów Akademickich Szkół Polskich o informatorach maturalnych od 2023 roku .....</b>		<b>105</b>



# 1. Opis egzaminu maturalnego z biologii

## WSTĘP

Biologia jest jednym z przedmiotów do wyboru na egzaminie maturalnym. Każdy maturzysta może przystąpić do egzaminu maturalnego z biologii na poziomie rozszerzonym jako przedmiotu dodatkowego.

Egzamin maturalny z biologii sprawdza, w jakim stopniu zdający spełnia wymagania określone w [podstawie programowej kształcenia ogólnego dla szkoły ponadpodstawowej](#).<sup>1</sup>

*Informator o egzaminie maturalnym z biologii od roku szkolnego 2022/2023* składa się z 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 zadań, 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 – zostały załączone komentarze.

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.

Przed przystąpieniem do dalszej lektury *Informatora* warto zapoznać się z ogólnymi zasadami obowiązującymi na egzaminie maturalnym od roku szkolnego 2022/2023. Są one określone w rozporządzeniu Ministra Edukacji i Nauki z dnia 26 lutego 2021 r. w sprawie egzaminu maturalnego (Dz.U. poz. 482) oraz – w skróconej formie – w części ogólnej *Informatora o egzaminie maturalnym od roku szkolnego 2022/2023*, dostępnej na stronie internetowej Centralnej Komisji Egzaminacyjnej (<https://cke.gov.pl/>) i na stronach internetowych okręgowych komisji egzaminacyjnych.

<sup>1</sup> 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 NA EGZAMINIE

W arkuszu egzaminacyjnym znajdują się zarówno zadania zamknięte, jak i otwarte.

Zadania zamknięte to takie, w których zdający wybiera odpowiedź spośród podanych. Wśród zadań zamkniętych znajdują się m.in.:

- zadania wyboru wielokrotnego
- zadania typu prawda-falsz
- zadania na dobieranie.

Zadania otwarte to takie, w których zdający samodzielnie formułuje odpowiedź. Wśród zadań otwartych znajdują się m.in.:

- zadania z luką, wymagające uzupełnienia zdania albo zapisania odpowiedzi jednym lub kilkoma wyrazami
- zadania krótkiej odpowiedzi, wymagające napisania krótkiego tekstu.

Wszystkie zadania egzaminacyjne będą sprawdzały poziom opanowania umiejętności określonych w następujących wymaganiach ogólnych w podstawie programowej kształcenia ogólnego dla szkoły ponadpodstawowej:

- 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 wyników badań
- umiejętność stosowania prostej analizy statystycznej (średnia arytmetyczna i ważona, dominanta, mediana, odchylenie standardowe) do opisu i interpretacji wyników badań
- umiejętność wykorzystania i przetwarzania informacji pochodzących z różnych źródeł, ich krytycznej analizy oraz formułowania opinii.

## OPIS ARKUSZA EGZAMINACYJNEGO

Egzamin maturalny z biologii trwa 180 minut. W arkuszu egzaminacyjnym znajdzie się od 20 do 25 zadań. Łączna liczba punktów, jakie można uzyskać za prawidłowe rozwiązanie wszystkich zadań, jest równa 60.

Liczbę zadań oraz liczbę punktów możliwych do uzyskania za poszczególne rodzaje zadań w całym arkuszu przedstawiono w poniższej tabeli.

Rodzaj zadań	Liczba zadań	Łączna liczba punktów	Udział w wyniku sumarycznym
zamknięte	6–8	10–15	ok. 30%
otwarte	14–17	45–50	ok. 70%
<b>RAZEM</b>	<b>20–25</b>	<b>60</b>	<b>100%</b>

W arkuszu egzaminacyjnym będą występowały wiązki zadań lub pojedyncze zadania. Wiązka zadań to zestaw od dwóch do sześciu zadań występujących we wspólnym kontekście tematycznym, którym jest opisane zjawisko biologiczne, doświadczenie, obserwacja, materiał źródłowy itp. W arkuszu egzaminacyjnym będą występowały różnorodne materiały źródłowe, np.: fragmenty tekstów popularnonaukowych, zdjęcia, rysunki, wykresy, zbiory danych (ujęte w tabeli lub podane w inny sposób). Część materiałów źródłowych będzie miała postać kolorowych ilustracji.

Każde z zadań wiązki będzie można rozwiązać niezależnie od rozwiązania innych zadań w danej wiązce. Wiązka zadań może się składać zarówno z zadań zamkniętych, jak i z zadań otwartych.

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: *podkreśl, zaznacz, 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.

Czasownik operacyjny	Czynność
<b>Podaj, wymień</b>	Zdający zapisuje w odpowiedzi nazwę lub nazwy (np. narządów, procesów, elementów budowy, gatunków) <u>bez</u> opisu, uzasadnienia, ani wyjaśnienia.
<b>Określ, przedstaw</b>	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, <u>bez</u> wnikania w szczegóły.
<b>Rozstrzygnij i uzasadnij</b>	Zdający dokonuje wyboru jednej spośród co najmniej dwóch odpowiedzi i podaje uzasadnienie wyboru.
<b>Opisz</b>	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), <u>bez</u> wyjaśniania przyczyn.
<b>Wykaż, udowodnij</b>	W bardzo krótkiej odpowiedzi zdający udowadnia, <u>że istnieje</u> zależność, związek (np. czasowy, przestrzenny, przyczynowo-skutkowy) między faktami biologicznymi (przyczyna – skutek, budowa – funkcja, budowa – tryb życia, budowa – środowisko itp.), <u>bez</u> wnikania w przyczyny tej zależności.
<b>Uzasadnij</b>	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.
<b>Wyjaśnij</b>	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.
<b>Narysuj, skonstruuj</b>	Zdający wykonuje schemat, rysunek, wykres, tabelę na podstawie informacji przedstawionych w materiale źródłowym. Każda z tych form powinna spełniać kryterium samoobjaśnialności, czyli dane w niej zawarte powinny być czytelne bez użycia informacji z materiału źródłowego.
<b>Zaprojektuj</b>	Zdający zgodnie z zasadami metodologii badań biologicznych przedstawia plan doświadczenia lub obserwacji, umożliwiającą weryfikację hipotezy badawczej i sformułowanie wniosków w kontekście postawionego problemu badawczego.
<b>Sformułuj hipotezę, problem badawczy, wniosek</b>	Na podstawie przedstawionych informacji dotyczących określonego doświadczenia zdający formułuje hipotezę, problem badawczy lub wniosek odnoszący się do obiektu lub procesu badanego w doświadczeniu.
<b>Oblicz</b>	Zdający wykonuje obliczenia i je zapisuje, stosując właściwe reguły, oraz podaje wynik z odpowiednią dokładnością i jednostką.



## ZASADY OCENIANIA

### Zadania zamknięte

Zadania zamknięte są oceniane – w zależności od maksymalnej liczby punktów, jaką można uzyskać za rozwiązanie danego zadania – zgodnie z poniższymi zasadami:

1 pkt – odpowiedź poprawna.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

*ALBO*

2 pkt – odpowiedź całkowicie poprawna.

1 pkt – odpowiedź częściowo poprawna lub odpowiedź niepełna.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

### Zadania otwarte

Za poprawne rozwiązanie zadania otwartego będzie można otrzymać maksymalnie 1, 2 lub 3 punkty. Za każde poprawne rozwiązanie, inne niż opisane w zasadach oceniania, można przyznać maksymalną liczbę punktów, o ile rozwiązanie jest merytorycznie poprawne, zgodne z poleceniem i warunkami zadania.

Zadania otwarte są oceniane – w zależności od maksymalnej liczby punktów, jaką można uzyskać za rozwiązanie danego zadania – zgodnie z poniższymi zasadami.

Za rozwiązanie zadania otwartego zdający może otrzymać 1, 2 lub 3 punkty. Za poprawne rozwiązania zadań będą przyznawane jedynie pełne punkty.

- w przypadku zadania, za którego rozwiązanie można otrzymać maksymalnie 1 pkt:
  - 1 pkt – odpowiedź poprawna.
  - 0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.
- w przypadku zadania, za którego rozwiązanie można otrzymać maksymalnie 2 pkt:
  - 2 pkt – odpowiedź całkowicie poprawna.
  - 1 pkt – odpowiedź częściowo poprawna lub odpowiedź niepełna, ale w której została pokonana zasadnicza trudność zadania.
  - 0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.
- w przypadku zadania, za którego rozwiązanie można otrzymać maksymalnie 3 pkt:
  - 3 pkt – odpowiedź całkowicie poprawna.
  - 2 pkt – odpowiedź, w której została pokonana zasadnicza trudność zadania, ale nie została doprowadzona poprawnie do końcowej postaci.
  - 1 pkt – odpowiedź, w której dokonany został istotny postęp, ale nie została pokonana zasadnicza trudność zadania.
  - 0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

- W zadaniach, 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. Akceptowane są wszystkie odpowiedzi merytorycznie poprawne i spełniające warunki zadania.

## **MATERIAŁY I PRZYBORY POMOCNICZE NA EGZAMINIE Z BIOLOGII**

Przybory pomocnicze, z których mogą korzystać zdający na egzaminie maturalnym z biologii, to:

- linijka
- kalkulator prosty
- wybrane wzory i stałe fizykochemiczne na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki.

Szczegółowe informacje dotyczące materiałów i przyborów pomocniczych, z których mogą korzystać zdający na egzaminie maturalnym (w tym osoby, którym dostosowano warunki przeprowadzenia egzaminu), będą ogłaszane w komunikacie dyrektora Centralnej Komisji Egzaminacyjnej.

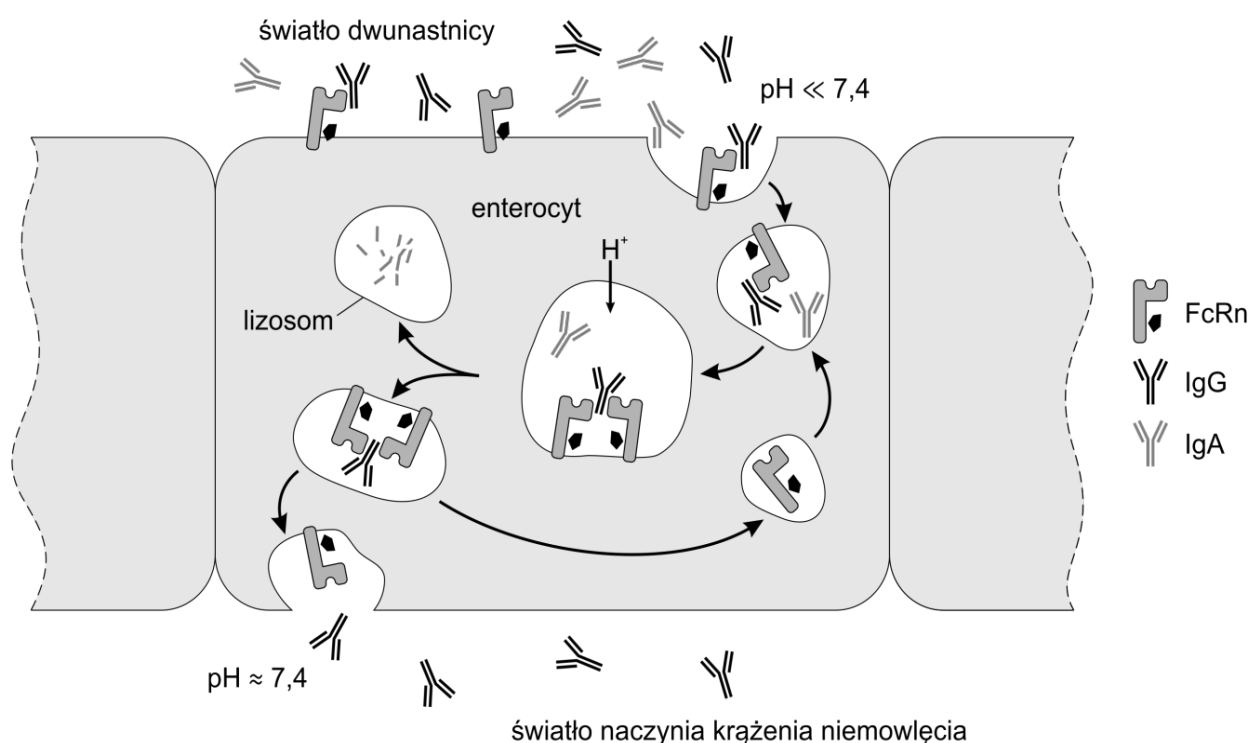
## 2. Przykładowe zadania z rozwiązaniami

### 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. Transport przeciwciał zilustrowano na poniższym schemacie.



Na podstawie: M. Pyzik i inni, *The Architect Behind the Immune and Nonimmune Functions of IgG and Albumin*, „Journal of Immunology” 194, 2015, s. 4595–4603.

#### Zadanie 1.1. (0–1)

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

- A. węgiel      B. wodór      C. azot      D. tlen      E. fosfor      F. siarka

### Wymaganie ogólne

- I. Pogłębianie wiedzy z zakresu różnorodności biologicznej oraz zjawisk i procesów biologicznych zachodzących na różnych poziomach organizacji życia. Zdający:
  - 3) wykazuje związki pomiędzy strukturą i funkcją na różnych poziomach organizacji życia.

### Wymagania szczegółowe

- I. Chemizm życia.
  1. Składniki nieorganiczne. Zdający:
    - 1) przedstawia znaczenie biologiczne makroelementów, w tym pierwiastków biogennych.
  2. Składniki organiczne. Zdający:
    - 2) przedstawia budowę białek [...].

### Zasady oceniania

- 1 pkt – za zaznaczenie właściwego makroelementu.  
0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

### Rozwiązanie

E

### Zadanie 1.2. (0–1)

Na podstawie przedstawionych we wstępie do zadania informacji określ najwyższą rzędowość struktury białka FcRn. Odpowiedź uzasadnij, odwołując się do cechy budowy tego białka.

.....  
.....  
.....

### Wymagania ogólne

- I. Pogłębianie wiedzy z zakresu różnorodności biologicznej oraz zjawisk i procesów biologicznych zachodzących na różnych poziomach organizacji życia. Zdający:
  - 3) wykazuje związki pomiędzy strukturą i funkcją na różnych poziomach organizacji życia.
- III. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych. Zdający:
  - 2) odczytuje, analizuje, interpretuje i przetwarza informacje tekstowe, graficzne, liczbowe.

### Wymaganie szczegółowe

- I. Chemizm życia.
  2. Składniki organiczne. Zdający:
    - 2) [...] opisuje strukturę I-, II-, III- i IV-rzędową białek [...].

### 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 wymagań za 1 pkt 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 przez komórkę nabłonka jelita z mleka matki do krwiobiegu niemowlęcia. W każdym nawiasie podkreśl właściwe określenie.**

Przeciwciała dostają się z treści jelita niemowlęcia do wnętrza enterocyty na zasadzie (*dyfuzji wspomaganiej / endocytozy*), a następnie wydostają się z niego do jego krwiobiegu w procesie (*dyfuzji prostej / egzocytozy*).

**Wymagania ogólne**

- I. Pogłębianie wiedzy z zakresu różnorodności biologicznej oraz zjawisk i procesów biologicznych zachodzących na różnych poziomach organizacji życia. Zdający:
  - 2) wyjaśnia zjawiska i procesy biologiczne zachodzące w wybranych organizmach i w środowisku.
- III. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych. Zdający:
  - 2) odczytuje, analizuje, interpretuje i przetwarza informacje tekstowe, graficzne [...].

**Wymaganie szczegółowe**

- II. Komórka. Zdający:
  - 3) rozróżnia rodzaje transportu do i z komórki (dyfuzja prosta i wspomaganą, transport aktywny, endocytoza i egzocytoza).

**Zasady oceniania**

1 pkt – za podkreślenie właściwych określeń w obu nawiasach.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

Przeciwciała dostają się z treści jelita niemowlęcia do wnętrza enterocyty na zasadzie (*dyfuzji wspomaganiej / endocytozy*), a następnie wydostają się z niego do jego krwiobiegu w procesie (*dyfuzji prostej / egzocytozy*).

### 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.**

.....

.....

.....

.....

#### Wymagania ogólne

- I. Pogłębianie wiedzy z zakresu różnorodności biologicznej oraz zjawisk i procesów biologicznych zachodzących na różnych poziomach organizacji życia. Zdający:
  - 2) wyjaśnia zjawiska i procesy biologiczne zachodzące w wybranych organizmach i w środowisku.
- III. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych. Zdający:
  - 2) odczytuje, analizuje, interpretuje [...] informacje tekstowe, graficzne [...].

#### Wymagania szczegółowe

- II. Komórka. Zdający:
  - 3) rozróżnia rodzaje transportu do i z komórki (dyfuzja prosta i wspomaganą, transport aktywny, endocytoza i egzocytoza);
  - 7) przedstawia błony wewnątrzkomórkowe jako zintegrowany system strukturalno-funkcjonalny oraz określa jego rolę w kompartmentacji komórki.

#### 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 wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

#### Przykładowe rozwiązania

- Do krwiobiegu dostają się wyłącznie przeciwciała klasy IgG, ponieważ białko FcRn w warunkach obniżonego pH w endosomach wiąże się tylko 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.

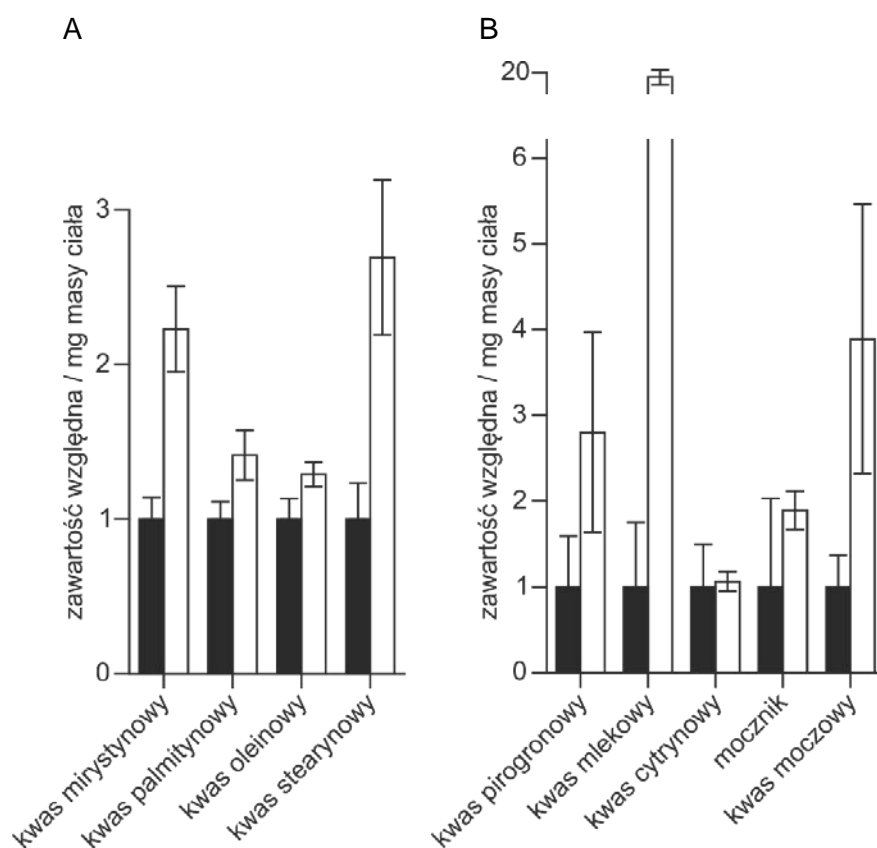
W celu określenia, czy dieta wysokotłuszczowa wpływa na metabolizm węglowodanów, lipidów i białek, przeprowadzono badania z wykorzystaniem identycznych genetycznie samic szczepu *w<sup>1118</sup>* wywilżny karłowatej (*Drosophila melanogaster*) podzielonych na dwie grupy:

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

grupa II – osobniki hodowane na pożywkę standardową, do której dodano oleju kokosowego (pożywka o dużej zawartości tłuszczów nasyconych).

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

Na 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.

**Informacja do wykresu**

■ pożywka standardowa      □ pożywka o wysokiej zawartości tłuszczów nasyconych

Słupki błędów oznaczają odchylenie standardowe obliczone na podstawie 15 pomiarów.

Na podstawie: E.T. Heinrichsen i inni, *Metabolic and transcriptional response to a high-fat diet in Drosophila melanogaster*, „Molecular Metabolism” 3, 2014, s. 42–54.

**Zadanie 2.1. (0–1)**

Oceń, czy poniższe interpretacje przedstawionych wyników badań są prawidłowe. Zaznacz T (tak), jeśli interpretacja wyników jest prawidłowa, albo N (nie) – jeśli jest nieprawidłowa.

1.	W przypadku diety bogatej w tłuszcze nasycone pomiary zawartości kwasu mlekowego miały większą zmienność niż pomiary zawartości kwasu moczowego.	T	N
2.	Wszystkie wyniki pomiarów względnej zawartości kwasu pirogronowego były mniejsze od czterech.	T	N
3.	Najwyższy wynik pomiaru zawartości kwasu pirogronowego w próbie z pożywką standardową był mniejszy od najwyższego wyniku w próbie z pożywką o wysokiej zawartości tłuszczów nasyconych.	T	N

**Wymagania ogólne**

II. Rozwijanie myślenia naukowego; doskonalenie umiejętności planowania i przeprowadzania [...] doświadczeń oraz wnioskowania w oparciu o wyniki badań.  
Zdający:

- 3) [...] analizuje i interpretuje wyniki badań w oparciu o proste analizy statystyczne;
- 4) odnosi się do wyników uzyskanych przez innych badaczy;
- 5) [...] formułuje wnioski.

**Wymaganie szczegółowe**

III. Energia i metabolizm.

5. Pozyskiwanie energii użytecznej biologicznie. Zdający:
  - 2) analizuje [...] przebieg glikolizy, reakcji pomostowej i cyklu Krebsa, wyróżnia substraty i produkty tych procesów.

**Zasady oceniania**

1 pkt – za trzy poprawne odpowiedzi.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

NNN

**Komentarz**

Rozwiązanie zadania 2.1. wymaga umiejętności odczytywania wyników prostych analiz statystycznych. Wszystkie niezbędne informacje można odczytać z wykresów 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. Zmienność wyników w każdej z grup liczących 15 osobników przedstawiono w postaci słupków błędów – w tym przypadku wyrażają one odchylenie standardowe. Im większe odchylenie standardowe, tym większe zróżnicowanie wyników. Odchylenie standardowe dla pomiarów zawartości kwasu mlekowego jest mniejsze niż dla pomiarów zawartości kwasu moczowego, a więc pierwsza interpretacja wyników jest nieprawidłowa. Słupki błędów w postaci odchylenia standardowego określają przedział, w którym znajdują się typowe wyniki pomiarów, ale część wyników badań zawsze leży dalej



od średniej niż jedno odchylenie standardowe. Zatem drugie i trzecie zdanie także stanowią nieprawidłową interpretację przedstawionych wyników badań. Na podstawie słupków błędów można jedynie powiedzieć, że typowe wyniki względnej zawartości kwasu pirogronowego w próbie badawczej mieszczą się w przedziale od 1,5 do 4, ale są też wyniki, które znajdują się poza tym przedziałem.

### Zadanie 2.2. (0–1)

Wyjaśnij, dlaczego doświadczenie przeprowadzono na genetycznie identycznych osobnikach tej samej płci *Drosophila melanogaster* – należących do jednego szczepu w<sup>118</sup>.

.....

.....

.....

.....

### Wymagania ogólne

- II. Rozwijanie myślenia naukowego; doskonalenie umiejętności planowania i przeprowadzania [...] doświadczeń oraz wnioskowania w oparciu o wyniki badań.  
Zdający:
- 2) określa warunki doświadczenia, rozróżnia próbę kontrolną i badawczą;
  - 5) ocenia poprawność zastosowanych procedur badawczych [...].

### Wymagania szczegółowe

- III. Energia i metabolizm.
3. Enzymy. Zdający:
    - 5) wyjaśnia wpływ czynników fizyko-chemicznych [...] na przebieg katalizy enzymatycznej [...].
- XIV. Genetyka klasyczna.
2. Zmienność organizmów. Zdający:
    - 2) przedstawia typy zmienności: środowiskowa i genetyczna (rekombinacyjna i mutacyjna).

### 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 wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

### Przykładowe rozwiązania

- Dzięki temu, że muchy były identyczne genetycznie, wyeliminowano wpływ różnych genotypów na metabolizm osobników. Jediną 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 miałyby 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.

.....

.....

.....

.....

### Wymaganie ogólne

II. Rozwijanie myślenia naukowego; doskonalenie umiejętności planowania i przeprowadzania [...] doświadczeń oraz wnioskowania w oparciu o wyniki badań.

Zdający:

2) określa warunki doświadczenia, rozróżnia próbę kontrolną i badawczą.

### Wymaganie szczegółowe

III. Energia i metabolizm.

3. Enzymy. Zdający:

5) wyjaśnia wpływ czynników fizyko-chemicznych [...] na przebieg katalizy enzymatycznej [...].

**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 wymagań za 1 pkt albo 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. W każdym nawiasie podkreśl właściwe określenie.**

Zaobserwowany u osobników wywilżny karłowatej odżywiających się pokarmem bogatotłuszczowym (*spadek / wzrost*) poziomu kwasu mlekowego świadczy o (*zmniejszeniu / zwiększeniu*) intensywności przemian kwasu pirogronowego w cytozolu ich komórek. Zaobserwowane zaburzenia w metabolizmie kwasu pirogronowego mogą być efektem zwiększonej intensywności (*redukcji / utleniania*) kwasów tłuszczowych, jako że w wyniku tego procesu powstaje acetylokoenzym A, dostarczający grupy acetylowe do cyklu Krebsa.

**Wymagania ogólne**

- IV. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów biologicznych.
- Zdający:
- 1) interpretuje informacje i wyjaśnia związki przyczynowo-skutkowe między procesami i zjawiskami;
  - 2) przedstawia opinie i argumenty związane z omawianymi zagadnieniami biologicznymi.

## Wymagania szczegółowe

### III. Energia i metabolizm.

5. Pozyskiwanie energii użytecznej biologicznie. Zdający:
  - 2) analizuje [...] przebieg glikolizy, reakcji pomostowej i cyklu Krebsa, wyróżnia substraty i produkty tych procesów;
  - 5) porównuje drogi przemiany pirogronianu w fermentacji alkoholowej, mleczanowej i w oddychaniu tlenowym.

### Zasady oceniania

- 1 pkt – za podkreślenie właściwych określeń we wszystkich nawiasach.  
 0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

### Rozwiązanie

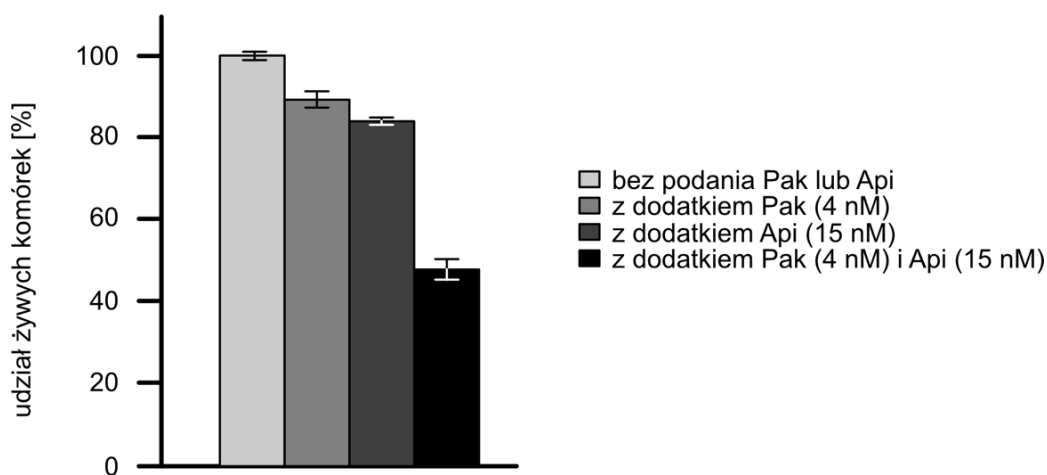
Zaobserwowany u osobników wywilżny karłowatej odżywiających się pokarmem bogatotłuszczowym (*spadek / wzrost*) poziomu kwasu mlekowego świadczy o (*zmniejszeniu / zwiększeniu*) intensywności przemian kwasu pirogronowego w cytozolu ich komórek. Zaobserwowane zaburzenia w metabolizmie kwasu pirogronowego mogą być efektem zwiększonej intensywności (*redukcji / utleniania*) kwasów tłuszczowych, jako że w wyniku tego procesu powstaje acetylokoenzym A, przenoszący grupy acetylowe do cyklu Krebsa.

### Zadanie 3. (0–2)

Paklitaxel to związek chemiczny wyizolowany z kory cisa krótkolistnego (*Taxus brevifolia*). Stosuje się go w leczeniu m.in. raka sutka, jajnika i płuc. Działanie paklitaxelu 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 wykres ilustrujący odsetek komórek nowotworowych, które pozostały żywe po 24 godzinach od podania paklitaxelu (Pak), apigeniny (Api) lub obu związków razem (Pak i Api).

Słupki błędów wskazują odchylenie standardowe.



Na podstawie: Y. Xu i inni, *Synergistic Effects of Apigenin and Paclitaxel on Apoptosis of Cancer Cells*, „PLoS ONE” 6(12), 2011, s. 1–12.

**Zadanie 3.1. (0–1)**

**Dokończ zdanie. Zaznacz odpowiedź A, B albo C oraz jej uzasadnienie 1., 2. albo 3.**

Paklitaxel jest przyczyną zatrzymania cyklu komórkowego w fazie

<b>A.</b>	S,	ponieważ	<b>1.</b>	chromatydy siostrzane nie mogą być rozdzielone.
<b>B.</b>	G2,		<b>2.</b>	hamuje on syntezę DNA.
<b>C.</b>	M,		<b>3.</b>	powoduje on wydłużanie mikrotubul.

**Wymaganie ogólne**

II. Rozwijanie myślenia naukowego; doskonalenie umiejętności planowania i przeprowadzania [...] doświadczeń oraz wnioskowania w oparciu o wyniki badań.

Zdający:

4) odnosi się do wyników uzyskanych przez innych badaczy.

**Wymagania szczegółowe**

IV. Podziały komórkowe. Zdający:

3) opisuje cykl komórkowy, z uwzględnieniem zmian ilości DNA w poszczególnych jego etapach; uzasadnia konieczność replikacji DNA przed podziałem komórki;

4) opisuje przebieg kariokinezy podczas mitozy [...].

**Zasady oceniania**

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

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

C1

**Zadanie 3.2. (0–1)**

**Uzupełnij poniższe zdania tak, aby powstał poprawny opis interpretacji przedstawionego wykresu. W każdym nawiasie podkreśl właściwe określenie.**

Paklitaxel i apigenina podane razem powodują, że po 24 godzinach przeżywa średnio około (50% / 80%) komórek. Na podstawie wykresu zamieszczonego we wprowadzeniu do zadania można stwierdzić, że podanie paklitakselu i apigeniny (*razem / oddzielnie*) będzie – średnio rzecz biorąc – skuteczniejsze w terapii raka niż podawanie ich (*razem / oddzielnie*).

### **Wymagania ogólne**

II. Rozwijanie myślenia naukowego; doskonalenie umiejętności planowania i przeprowadzania [...] doświadczeń oraz wnioskowania w oparciu o wyniki badań.

Zdający:

- 2) [...] rozróżnia próbę kontrolną i badawczą;
- 3) opracowuje, analizuje i interpretuje wyniki badań w oparciu o proste analizy statystyczne.

### **Wymagania szczegółowe**

IV. Podziały komórkowe. Zdający:

- 3) opisuje cykl komórkowy, z uwzględnieniem zmian ilości DNA w poszczególnych jego etapach; uzasadnia konieczność replikacji DNA przed podziałem komórki;
- 4) opisuje przebieg kariokinezy podczas mitozy [...].

### **Zasady oceniania**

1 pkt – za podkreślenie właściwych określeń we wszystkich nawiasach.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

### **Rozwiązanie**

Paklitaksel i apigenina podane razem powodują, że po 24 godzinach przeżywa średnio około (50% / 80%) komórek. Na podstawie wykresu zamieszczonego we wprowadzeniu do zadania można stwierdzić, że podanie paklitakselu i apigeniny (razem / oddzielnie) będzie – średnio rzecz biorąc – skuteczniejsze w terapii raka niż podawanie ich (razem / oddzielnie).

## 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 bydłęce (*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.

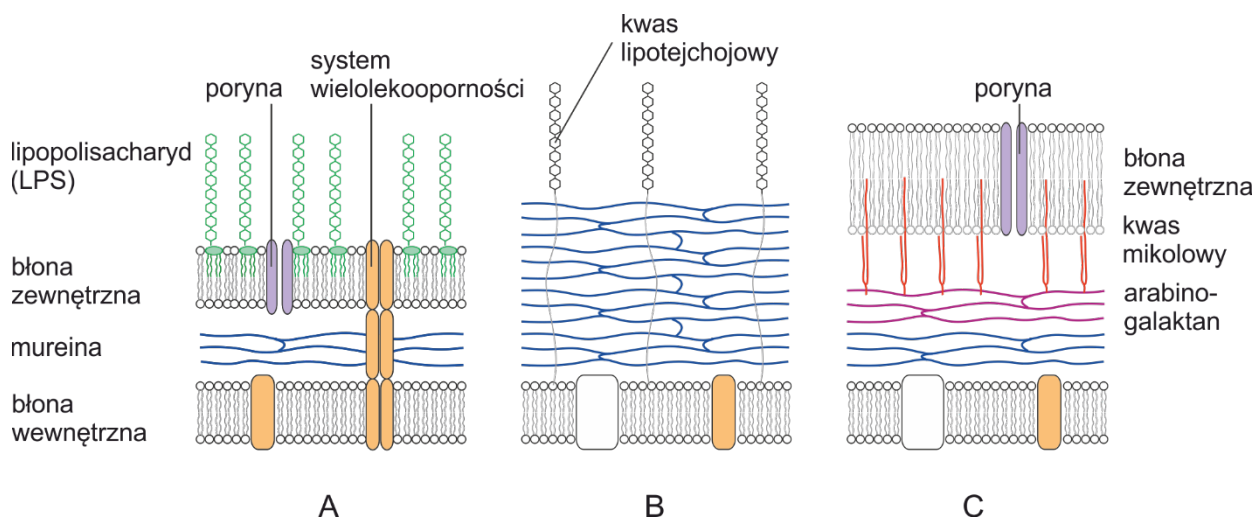
Prątki mają nietypową budowę ściany komórkowej – odmienną zarówno od bakterii Gram-ujemnych, jak i Gram-dodatnich. Zewnętrzna błona jest stosunkowo gruba i leży na warstwie lipidów złożonych głównie z kwasu mikołowego. Te dwie zewnętrzne warstwy tworzą barierę nieprzepuszczalną dla wielu leków przeciwbakteryjnych,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

Na podstawie: [szczepienia.pzh.gov.pl](http://szczepienia.pzh.gov.pl);

M. Palmer i inni, *Biochemical Pharmacology*, University of Waterloo 2012.

## Zadanie 4.1. (0–1)

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



1. prątki
2. bakterie Gram-ujemne
3. bakterie Gram-dodatnie
4. bakterie pozbawione ściany komórkowej

A. ....

B. ....

C. ....

**Wymagania ogólne**

- I. Pogłębianie wiedzy z zakresu różnorodności biologicznej oraz zjawisk i procesów biologicznych zachodzących na różnych poziomach organizacji życia. Zdający:
- 3) wykazuje związki pomiędzy strukturą i funkcją na różnych poziomach organizacji życia.
- III. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych. Zdający:
- 2) odczytuje, analizuje, interpretuje [...] informacje tekstowe, graficzne [...].

**Wymaganie szczegółowe**

VI. Bakterie i archeowce. Zdający:

- 1) przedstawia budowę komórki prokariotycznej, z uwzględnieniem różnic w budowie ściany komórkowej bakterii Gram-dodatnich i Gram-ujemnych.

**Zasady oceniania**

- 1 pkt – za prawidłowe przyporządkowanie odpowiednich grup bakterii do wszystkich schematów budowy ściany komórkowej.
- 0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt 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. Zaznacz P, jeśli informacja jest prawdziwa, albo F – jeśli jest fałszywa.**

1.	Zakażenie prątkiem gruźlicy najczęściej przebiega bezobjawowo.	P	F
2.	Szczepionka BCG może być niebezpieczna dla osób z obniżoną odpornością.	P	F
3.	Podstawowym celem podawania szczepionki BCG jest zapobieganie gruźlicy płuc.	P	F

**Wymaganie ogólne**

- V. Pogłębianie znajomości uwarunkowań zdrowia człowieka. Zdający:
- 5) dostrzega znaczenie osiągnięć współczesnej nauki w profilaktyce chorób.

**Wymaganie szczegółowe**

VI. Bakterie i archeowce. Zdający:

- 5) przedstawia znaczenie bakterii w przyrodzie i dla człowieka, w tym wywołujących choroby człowieka (gruźlica [...]).

**Zasady oceniania**

- 1 pkt – za trzy poprawne odpowiedzi.
- 0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

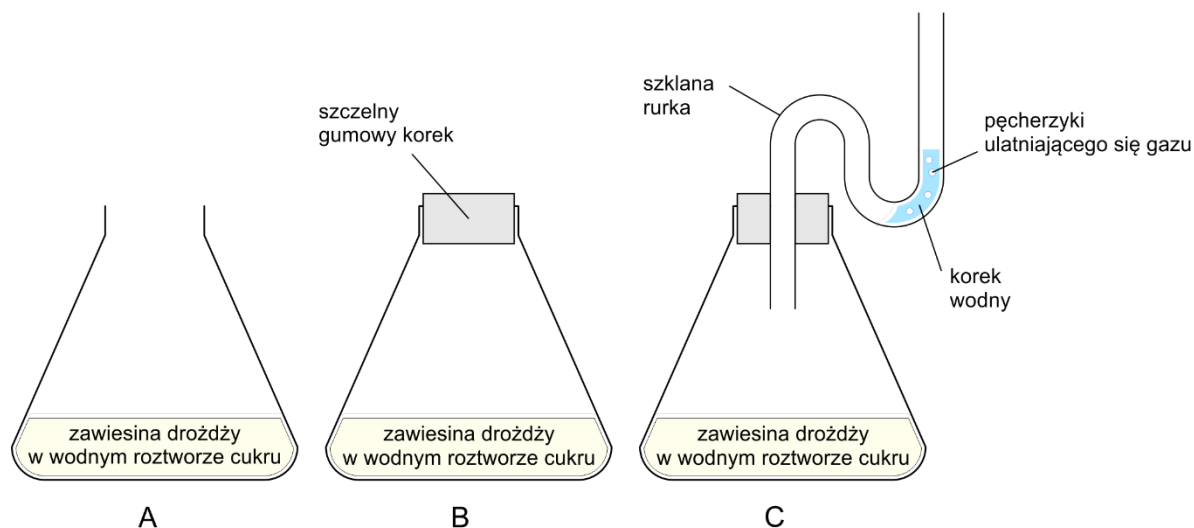
**Rozwiązanie**

PPF



**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), przedstawione na rysunku 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. 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 .....

.....

**Wymaganie ogólne**

IV. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów biologicznych.

Zdający:

- 1) interpretuje informacje i wyjaśnia związki przyczynowo-skutkowe między procesami i zjawiskami [...].

### **Wymaganie szczegółowe**

#### III. Energia i metabolizm.

5. Pozyskiwanie energii użytecznej biologicznie. Zdający:

5) porównuje drogi przemiany pirogronianu w fermentacji alkoholowej, mleczanowej i w oddychaniu tlenowym.

#### VII. Grzyby. Zdający:

2) przedstawia czynności życiowe grzybów: [...] oddychanie [...]; planuje [...] doświadczenie wykazujące, że drożdże przeprowadzają fermentację alkoholową.

### **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 wymagań za 1 pkt 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.

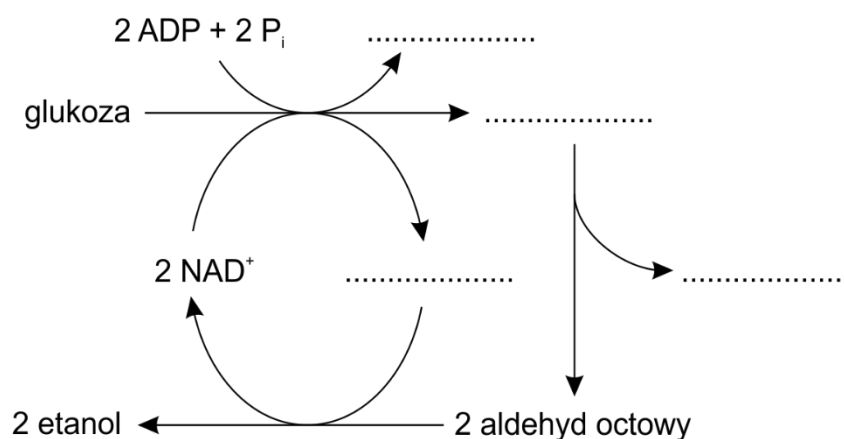
2. Fermentacja zachodziła z największą intensywnością w zestawie **C**, ponieważ:

- 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 poniższy schemat reakcji fermentacji alkoholowej – wybierz właściwe związki chemiczne spośród wymienionych poniżej i wpisz je w odpowiednie miejsca.

2 pirogronian      2 dwutlenek węgla      2 NADH + 2H<sup>+</sup>      2 ATP

**Wymaganie ogólne**

- I. Pogłębianie wiedzy z zakresu różnorodności biologicznej oraz zjawisk i procesów biologicznych zachodzących na różnych poziomach organizacji życia. Zdający:
  - 2) wyjaśnia zjawiska i procesy biologiczne zachodzące w wybranych organizmach i w środowisku.

**Wymaganie szczegółowe**

## III. Energia i metabolizm.

5. Pozyskiwanie energii użytecznej biologicznie. Zdający:

- 2) porównuje drogi przemiany pirogronianu w fermentacji alkoholowej, mleczanowej i w oddychaniu tlenowym.

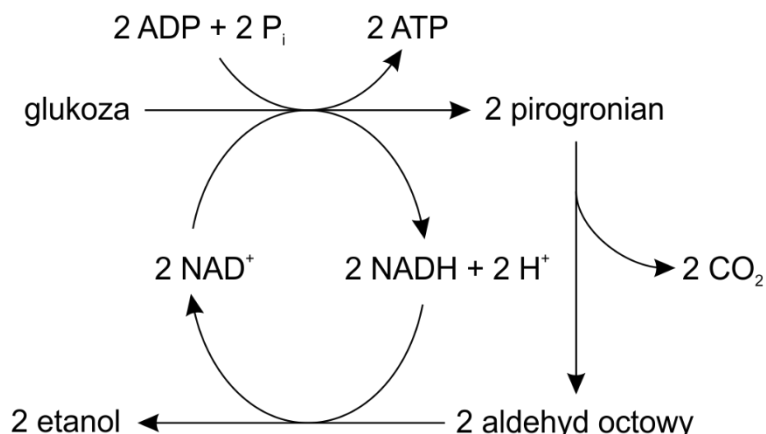
## VII. Grzyby. Zdający:

- 3) przedstawia czynności życiowe grzybów: [...] oddychanie [...]; planuje [...] doświadczenie wykazujące, że drożdże przeprowadzają fermentację alkoholową.

**Zasady oceniania**

1 pkt – za prawidłowe uzupełnienie wszystkich luk na schemacie.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie****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 umożliwiła 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.

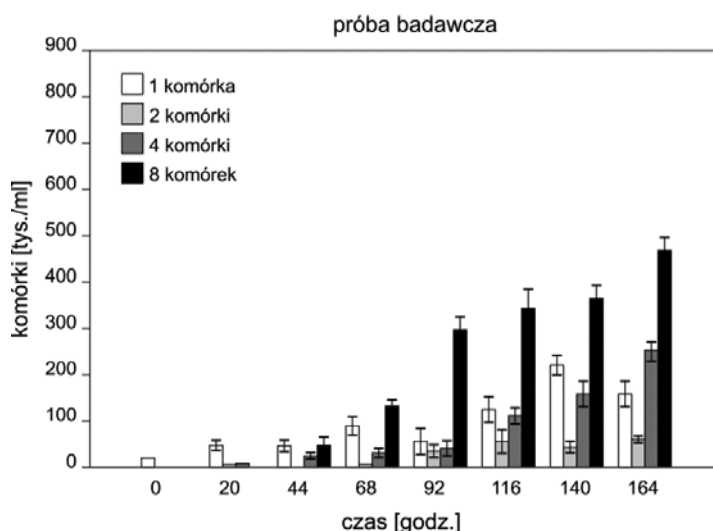
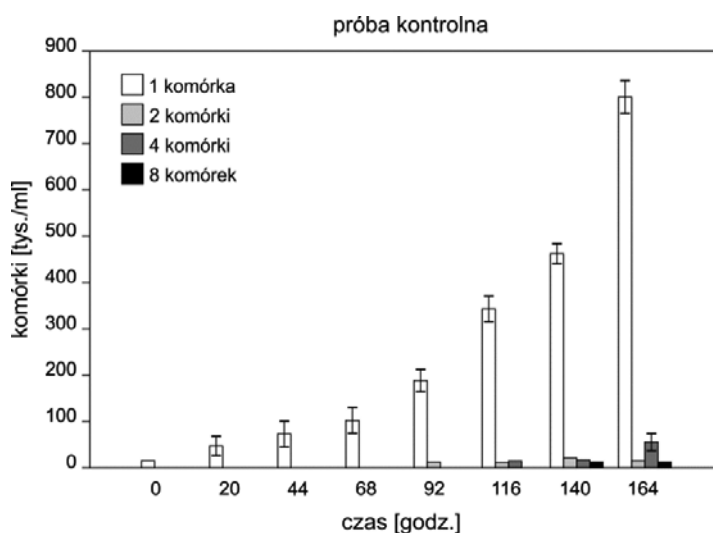
W zestawie C będzie najintensywniejsza fermentacja alkoholowa, ponieważ tlen z atmosfery nie będzie swobodnie przedostawać się do zawiesiny drożdży, ale za to dwutlenek węgla będzie miał ujście z kolby i nie będzie powodował zakwaszenia pożywki. Komórki drożdży będą miały więc względnie stałe warunki i będą prowadzić intensywną fermentację alkoholową w warunkach beztlenowych.

**Zadanie 6. (0–4)**

Zielonica *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 na poniższych wykresach w postaci średnich oraz zakresu zmienności w dwóch powtórzeniach.



Na podstawie: D.O. Hessen, E. van Donk, *Morphological changes in Scenedesmus induced by substances released from Daphnia*, „Archiv für Hydrobiologie” 127, 1993, s. 129–129.

### Zadanie 6.1. (0–1)

**Sformułuj wniosek na podstawie przedstawionych wyników doświadczenia.**

.....  
.....

#### Wymaganie ogólne

II. Rozwijanie myślenia naukowego; doskonalenie umiejętności planowania i przeprowadzania [...] doświadczeń oraz wnioskowania w oparciu o wyniki badań.

Zdający:

- 5) ocenia poprawność zastosowanych procedur badawczych oraz formułuje wnioski.

#### Wymaganie szczegółowe

VIII. Protisty. Zdający:

- 1) przedstawia formy morfologiczne protistów.

#### 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 wymagań za 1 pkt 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.**

.....  
.....  
.....  
.....

#### Wymaganie ogólne

II. Rozwijanie myślenia naukowego; doskonalenie umiejętności planowania i przeprowadzania obserwacji i doświadczeń oraz wnioskowania w oparciu o wyniki badań.

Zdający:

- 1) określa warunki doświadczenia, rozróżnia próbę kontrolną i badawczą.

**Wymaganie szczegółowe**

VIII. Protisty. Zdający:

- 2) przedstawia czynności życiowe protistów: odżywianie, poruszanie się, rozmnażanie [...].

**Zasady oceniania**

1 pkt – za poprawne wyjaśnienie, odwołujące się do konieczności porównania wyników z próby badawczej z próbą kontrolną.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

**Przykładowe rozwiązania**

- Porównanie wyników z próby badawczej z próbą bez roślinożericy 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.**

.....

.....

**Wymaganie ogólne**

I. Pogłębianie wiedzy z zakresu różnorodności biologicznej oraz zjawisk i procesów biologicznych zachodzących na różnych poziomach organizacji życia. Zdający:

- 3) wykazuje związki pomiędzy strukturą i funkcją na różnych poziomach organizacji życia.

II. Rozwijanie myślenia naukowego; doskonalenie umiejętności planowania i przeprowadzenia obserwacji i doświadczeń oraz wnioskowania w oparciu o wyniki badań.

- 2) Określa warunki doświadczenia [...].

**Wymaganie szczegółowe**

VIII. Protisty. Zdający:

- 2) przedstawia czynności życiowe protistów: odżywianie, poruszanie się, rozmnażanie [...].

### 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 wymagań za 1 pkt 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 CO<sub>2</sub> 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

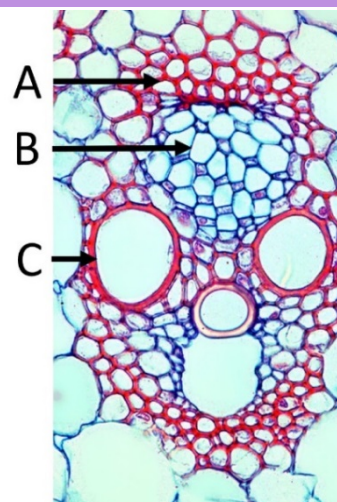
*Słupki błędów na wykresach zazwyczaj oznaczają błąd standardowy średniej lub odchylenie standardowe. W tym przypadku jest inaczej – jest to „zakres zmienności w dwóch powtórzeniach”, a więc wartość minimalna i wartość maksymalna. Pośrodku takiego przedziału znajduje się wartość średnia z dwóch powtórzeń 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.

Na zdjęciu 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.

Na podstawie: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f6/Zea1\\_Dutch\\_txt.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f6/Zea1_Dutch_txt.jpg)





**Zadanie 7.1. (0–2)**

Oznaczeniom literowym A–C na zdjęciu przyporządkuj spośród 1.–4. odpowiednie nazwy elementów tkanek budujących tę wiązkę.

1. człon naczynia
2. człon rurki sitowej
3. komórka miękiszowa
4. włókno sklerenchymatyczne

A. ....

B. ....

C. ....

**Wymagania ogólne**

- I. Pogłębianie wiedzy z zakresu różnorodności biologicznej oraz zjawisk i procesów biologicznych zachodzących na różnych poziomach organizacji życia. Zdający:
  - 1) opisuje [...] organizmy.
- II. Rozwijanie myślenia naukowego; doskonalenie umiejętności planowania i przeprowadzania obserwacji [...] oraz wnioskowania w oparciu o wyniki badań. Zdający:
  - 6) [...] przeprowadza celowe obserwacje mikroskopowe [...].

**Wymaganie szczegółowe**

- IX. Różnorodność roślin.
  2. Rośliny łądowe i wtórnie wodne. Zdający:
    - 3) rozpoznaje tkanki roślinne na preparacie mikroskopowym [...], mikrofotografii, na podstawie opisu i wykazuje związek ich budowy z pełnioną funkcją.

**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 wymagań za 1 pkt 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. W każdym nawiasie podkreśl właściwe określenie.

Członny rurek sitowych można zidentyfikować po tym, że ich ściany komórkowe są znacznie (cieńsze / grubsze) od ścian członów naczyń oraz od komórek (sklerenchymy / miękiszu), a ponadto (towarzyszą / nie towarzyszą) im komórki przyrurkowe.

**Wymagania ogólne**

III. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych.

Zdający:

2) odczytuje, analizuje, interpretuje i przetwarza informacje tekstowe, graficzne [...].

IV. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów biologicznych.

Zdający:

1) interpretuje informacje i wyjaśnia związki przyczynowo-skutkowe między procesami i zjawiskami, formułuje wnioski.

**Wymaganie szczegółowe**

IX. Różnorodność roślin.

2. Rośliny lądowe i wtórnie wodne. Zdający:

3) rozpoznaje tkanki roślinne na preparacie mikroskopowym [...], mikrofotografii, na podstawie opisu i wykazuje związek ich budowy z pełnioną funkcją.

**Zasady oceniania**

1 pkt – za podkreślenie właściwych określeń we wszystkich nawiasach.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

Członny rurek sitowych można zidentyfikować po tym, że ich ściany komórkowe są znacznie (cieńsze / grubsze) od ścian naczyń oraz od komórek (sklerenchymy / miękiszu), a ponadto (towarzyszą / nie towarzyszą) im komórki przyrurkowe.

**Zadanie 7.3. (0–1)**

**Dokończ zdanie. Zaznacz odpowiedź A albo B oraz jej uzasadnienie 1., 2. albo 3.**

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

<b>A.</b>	czerwony,	ponieważ ligniną są wysycone ściany komórek	<b>1.</b>	członów naczyń i sklerenchymy.
			<b>2.</b>	rurek sitowych i miękiszu.
<b>B.</b>	niebieskozielony,		<b>3.</b>	członów naczyń i rurek sitowych.

**Wymagania ogólne**

I. Pogłębianie wiedzy z zakresu różnorodności biologicznej oraz zjawisk i procesów biologicznych zachodzących na różnych poziomach organizacji życia. Zdający:

1) opisuje [...] organizmy.

II. Rozwijanie myślenia naukowego; doskonalenie umiejętności planowania i przeprowadzania obserwacji i doświadczeń oraz wnioskowania w oparciu o wyniki badań. Zdający:

6) [...] przeprowadza celowe obserwacje mikroskopowe [...].

**Wymaganie szczegółowe**

IX. Różnorodność roślin.

2. Rośliny lądowe i wtórnie wodne. Zdający:

- 3) rozpoznaje tkanki roślinne na [...] mikrofotografii [...] i wykazuje związek ich budowy z pełnioną funkcją.

**Zasady oceniania**

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

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

A1

**Komentarz**

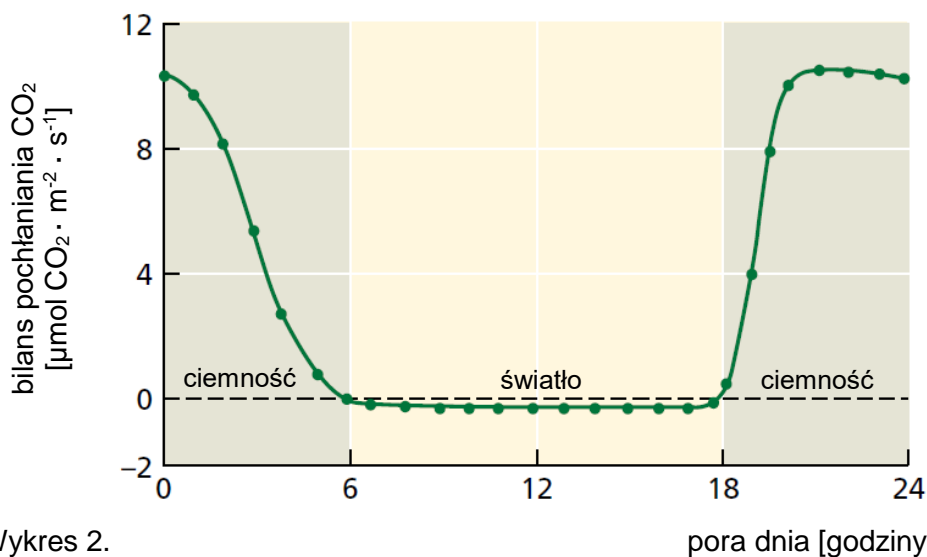
*W wiązce zadań wykorzystano kolor jako informację o składzie ściany komórkowej. Wykonując zadanie 7.1., zdający jedynie rozpoznaje przedstawione na zdjęciu tkanki roślinne. Co ważne, dokonuje tego na podstawie fotografii rzeczywistego preparatu, a nie – uproszczonego schematu. Aby rozwiązać zadanie 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)**

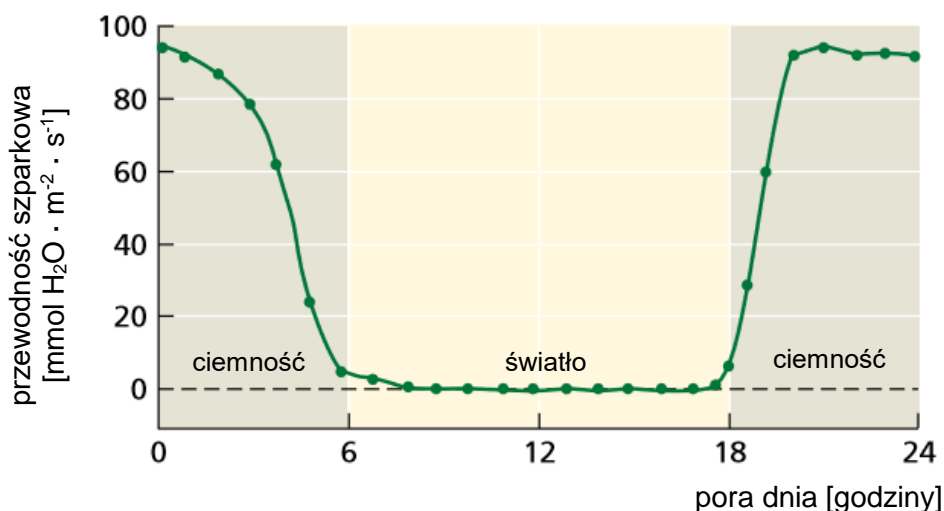
Pobrano przez opuncję figową (*Opuntia ficus-indica*) dwutlenek węgla jest wstępnie wiązany do kwasu fosfoenolopirogronowego (PEP) i magazynowany w postaci czterowęglowego jabłczanu w wakuolach komórek miększu asymilacyjnego. Gdy w tych komórkach możliwe jest wytworzenie siły asymilacyjnej, jabłczan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

Na poniższych wykresach przedstawiono bilans pochłaniania  $\text{CO}_2$ , będący różnicą między pochłanianiem  $\text{CO}_2$  z atmosfery a jego wydzielaniem (wykres 1.), oraz przewodność szparkową, która wyraża natężenie transpiracji poprzez aparaty szparkowe (wykres 2.) u opuncji figowej (*Opuntia ficus-indica*). Obserwację prowadzono przez 24 godziny, w czasie której roślina była zarówno wystawiona na działanie światła, jak i przetrzymywana w ciemności.

Wykres 1.



Wykres 2.



Na podstawie: L. Taiz, E. Zeiger, *Plant Physiology*, Sunderland 2006, s. 187.

**Zadanie 8.1. (0–1)**

**Dokończ zdanie. Zaznacz odpowiedź A albo B oraz jej uzasadnienie 1., 2. albo 3.**

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

A.	C <sub>4</sub> ,	ponieważ	1.	wtórny produkt wiązania CO <sub>2</sub> w chloroplastach jest związek czterowęglowy.
			2.	u tej rośliny wstępne wiązanie CO <sub>2</sub> zachodzi w nocy, a wiązanie CO <sub>2</sub> w cyklu Calvina-Bensona – w dzień.
B.	CAM,		3.	u tej rośliny pierwotne i wtórne wiązanie CO <sub>2</sub> jest rozdzielone przestrzennie – zachodzi w różnych typach komórek.

**Wymaganie ogólne**

IV. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów biologicznych.

Zdający:

- 1) interpretuje informacje i wyjaśnia związki przyczynowo-skutkowe między procesami i zjawiskami [...].

**Wymaganie szczegółowe**

IX. Różnorodność roślin.

4. Odżywianie się roślin. Zdający:

- 4) przedstawia adaptacje [...] fizjologiczne roślin typu C<sub>4</sub> i CAM do przeprowadzania fotosyntezy w określonych warunkach środowiska.

**Zasady oceniania**

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

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

B2

**Zadanie 8.2. (0–1)**

**Oceń, czy poniższe informacje dotyczące opuncji figowej są prawdziwe. Zaznacz P, jeśli informacja jest prawdziwa, albo F – jeśli jest fałszywa.**

1.	W nocy, gdy aparaty szparkowe pozostają otwarte, utrata CO <sub>2</sub> pochodzącego z mitochondrialnych procesów oddychania przewyższa ilość pochłanianego CO <sub>2</sub> .	P	F
2.	Zamknięte w ciągu dnia aparaty szparkowe ograniczają utratę wody na drodze transpiracji, dzięki czemu możliwe staje się prowadzenie oszczędnej gospodarki wodnej.	P	F
3.	Zamknięcie aparatów szparkowych w ciągu dnia w dużym stopniu ogranicza utratę odłączonego od kwasu jabłkowego CO <sub>2</sub> do atmosfery.	P	F

### Wymaganie ogólne

IV. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów biologicznych.

Zdający:

- 1) [...] wyjaśnia związki przyczynowo-skutkowe między procesami i zjawiskami [...].

### Wymagania szczegółowe

IX. Różnorodność roślin.

4. Odżywianie się roślin. Zdający:

- 1) określa drogi, jakimi do liści docierają substraty fotosyntezy;
- 3) przedstawia adaptacje w budowie anatomicznej roślin do wymiany gazowej.

### Zasady oceniania

1 pkt – za trzy poprawne odpowiedzi.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

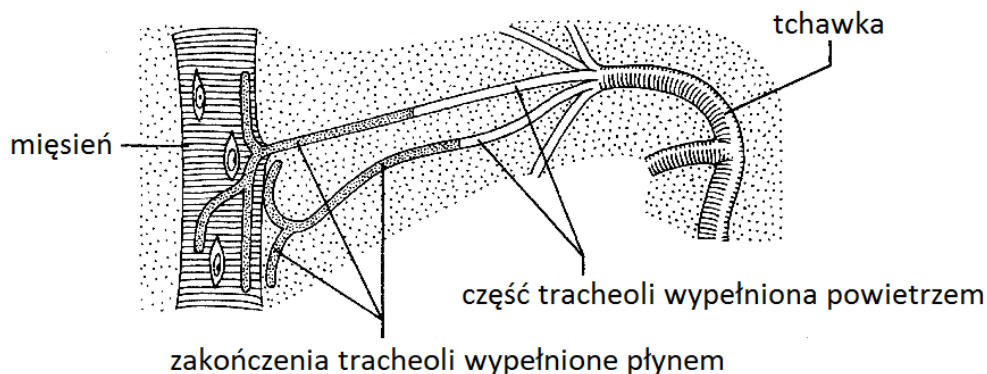
### Rozwiązanie

FPP

#### 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.

Na rysunku przedstawiono fragment układu tchawkowego owada.



Na podstawie: A. Czubaj i inni, *Biologia*, Warszawa 1994, s. 273.

#### Zadanie 9.1. (0–1)

Z wykorzystaniem informacji na rysunku przedstaw, w jaki sposób tracheole usprawniają wymianę gazową między tchawkami a komórkami ciała.

.....

.....

.....

.....

**Wymagania ogólne**

- I. Pogłębianie wiedzy z zakresu różnorodności biologicznej oraz zjawisk i procesów biologicznych zachodzących na różnych poziomach organizacji życia. Zdający:
  - 2) wyjaśnia zjawiska i procesy biologiczne zachodzące w wybranych organizmach i w środowisku;
  - 3) wykazuje związki pomiędzy strukturą i funkcją na różnych poziomach organizacji życia.
- III. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych. Zdający:
  - 2) odczytuje, analizuje, interpretuje i przetwarza informacje tekstowe, graficzne [...];
  - 5) objaśnia i komentuje informacje, posługując się terminologią biologiczną.

**Wymagania szczegółowe**

## XI. Funkcjonowanie zwierząt.

1. Podstawowe zasady budowy i funkcjonowania organizmu zwierzęcego. Zdający:
  - 3) wykazuje związek budowy narządów z pełnioną przez nie funkcją.
2. Porównanie poszczególnych czynności życiowych zwierząt, z uwzględnieniem struktur odpowiedzialnych za ich przeprowadzanie.
  - 3) Wymiana gazowa i krążenie. Zdający:
    - a) przedstawia warunki umożliwiające i ułatwiające dyfuzję gazów przez powierzchnie wymiany gazowej,
    - c) podaje przykłady narządów wymiany gazowej, wskazując grupy zwierząt, u których występują.

**Zasady oceniania**

1 pkt – za poprawne przedstawienie roli tracheoli w wymianie gazowej, uwzględniając 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 wymagań za 1 pkt 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. Zaznacz P, jeśli informacja jest prawdziwa, albo F – jeśli jest fałszywa.**

1.	Owady, podobnie jak wiję, wykazują metamerię heteronomiczną.	P	F
2.	Zarówno owady, jak i wiję mają jedną parę czułków.	P	F
3.	Owady przechodzą rozwój prosty lub złożony, a wiję – tylko prosty.	P	F

**Wymagania ogólne**

I. Pogłębianie wiedzy z zakresu różnorodności biologicznej oraz zjawisk i procesów biologicznych zachodzących na różnych poziomach organizacji życia. Zdający:

- 1) opisuje [...] i rozpoznaje organizmy;
- 6) wykazuje, że różnorodność organizmów jest wynikiem procesów ewolucyjnych.

**Wymaganie szczegółowe**

X. Różnorodność zwierząt. Zdający:

- 3) wymienia cechy pozwalające na rozróżnienie [...] stawonogów ([...] wijów i owadów) [...].

**Zasady oceniania**

1 pkt – za trzy poprawne odpowiedzi.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

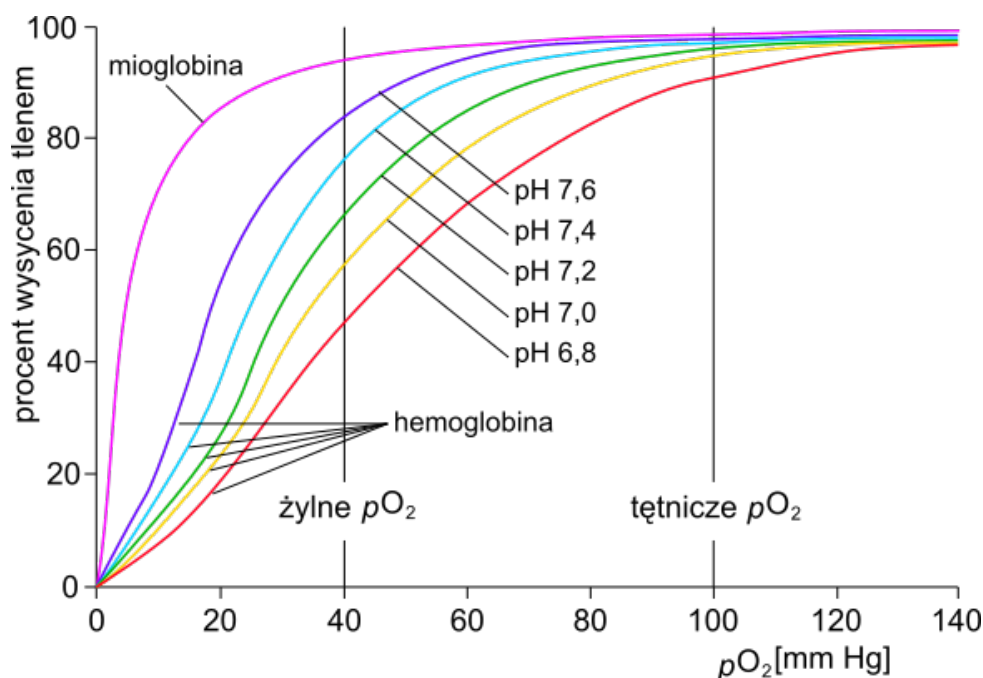
**Rozwiązanie**

PPF

**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. Natomiast obecność mioglobiny w mięśniach pozostałych ssaków przede wszystkim wpływa na efektywność dyfuzji tlenu z krwi do mięśni.

Na poniższym wykresie przedstawiono powinowactwo mioglobiny do tlenu oraz powinowactwo hemoglobiny do tlenu w pięciu różnych pH.



Na podstawie: R.G. Garrett, C.M. Grisham, *Biochemistry*, University of Virginia 2010, s. 474; J.M. Berg, J.L. Tymoczko, L. Stryer, *Biochemia*, Warszawa 2009, s. 183–193.



**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 danych przedstawionych na wykresie.

.....

.....

.....

**Wymagania ogólne**

III. Posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych. Zdający:

2) odczytuje, analizuje, interpretuje [...] informacje tekstowe, graficzne, liczbowe.

IV. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów biologicznych.

Zdający:

1) [...] wyjaśnia związki przyczynowo-skutkowe między procesami i zjawiskami [...].

**Wymagania szczegółowe**

XI. Funkcjonowanie zwierząt.

1. Podstawowe zasady budowy i funkcjonowania organizmu zwierzęcego. Zdający:

3) wykazuje związek budowy narządów z pełnioną przez nie funkcją;

5) przedstawia powiązania funkcjonalne pomiędzy układami narządów w obrębie organizmu.

**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 hemoglobina.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt 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  $pO_2$  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. W każdym nawiasie podkreśl właściwe określenie.

Podczas wymiany gazowej w płucach człowieka dyfuzja CO<sub>2</sub> z krwi do pęcherzyków płucnych jest przyczyną (*wzrostu / spadku*) pH krwi, a dzięki temu następuje (*wzrost / spadek*) powinowactwa hemoglobiny do tlenu.

**Wymagania ogólne**

- I. Pogłębianie wiedzy z zakresu różnorodności biologicznej oraz zjawisk i procesów biologicznych zachodzących na różnych poziomach organizacji życia. Zdający:
  - 2) wyjaśnia zjawiska i procesy biologiczne zachodzące w wybranych organizmach [...];
  - 4) objaśnia funkcjonowanie organizmu człowieka na różnych poziomach złożoności [...].

**Wymagania szczegółowe**

XI. Funkcjonowanie zwierząt.

2. Porównanie poszczególnych czynności życiowych zwierząt z uwzględnieniem struktur odpowiedzialnych za ich przeprowadzanie.
- 3) Wymiana gazowa i krążenie. Zdający:
  - a) przedstawia warunki umożliwiające i ułatwiające dyfuzję gazów przez powierzchnie wymiany gazowej,
  - h) opisuje wymianę gazową w tkankach i płucach, uwzględniając powinowactwo hemoglobiny do tlenu w różnych warunkach pH [...].

**Zasady oceniania**

1 pkt – za podkreślenie właściwych określeń w obu nawiasach.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

Podczas wymiany gazowej w płucach człowieka dyfuzja CO<sub>2</sub> z krwi do pęcherzyków płucnych jest przyczyną (wzrostu / *spadku*) pH krwi, a dzięki temu następuje (wzrost / *spadek*) powinowactwa hemoglobiny do tlenu.

**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. Wpisz we właściwe miejsca wymienione poniżej nazwy.

oksymioglobina      oksyhemoglobina      mitochondrium

tlon cząsteczkowy → ..... → ..... → .....

**Wymagania ogólne**

- I. Pogłębianie wiedzy z zakresu różnorodności biologicznej oraz zjawisk i procesów biologicznych zachodzących na różnych poziomach organizacji życia. Zdający:
  - 2) wyjaśnia zjawiska i procesy biologiczne zachodzące w wybranych organizmach i w środowisku;
  - 4) objaśnia funkcjonowanie organizmu człowieka na różnych poziomach złożoności [...].

**Wymagania szczegółowe**

XI. Funkcjonowanie zwierząt.

1. Podstawowe zasady budowy i funkcjonowania organizmu zwierzęcego. Zdający:
  - 3) wykazuje związek budowy narządów z pełnioną przez nie funkcją;
  - 5) przedstawia powiązania funkcjonalne pomiędzy układami narządów w obrębie organizmu.

**Zasady oceniania**

1 pkt – za poprawne uporządkowanie wszystkich nazw.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

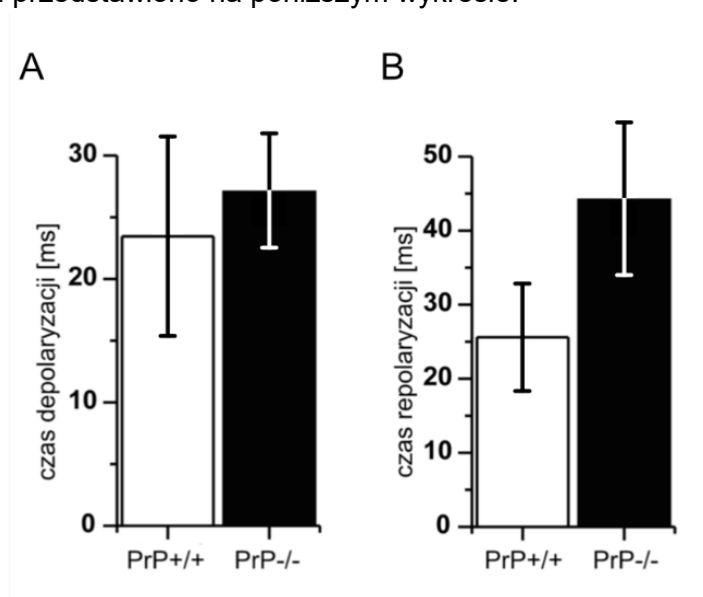
**Rozwiązanie**

tlen cząsteczkowy → **oksyhemoglobina** → **oksymioglobina** → **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 (A) i repolaryzacji (B). Wyniki eksperymentu przedstawiono na poniższym wykresie.

**Informacja do wykresu**

Średni czas depolaryzacji i repolaryzacji wraz z odchyleniem standardowym.

W plemieniu Fore z Papui-Nowej Gwinei dawniej występowała choroba *kuru*, będąca odmianą choroby Creutzfeldta-Jakoba. Choroba rozprzestrzeniła 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.

Na podstawie: H. Khosravani i inni, *Prion protein attenuates excitotoxicity by inhibiting NMDA receptors*, „Journal of Cell Biology” 181, 2008, s. 551–565;  
E.A. Asante i inni, *A naturally occurring variant of the human prion protein completely prevents prion disease*, „Nature” 522, 2015, s. 478–481.

**Zadanie 11.1. (0–2)**

**Uzupełnij poniższe zdania tak, aby powstał poprawny wniosek dotyczący wpływu białka PrP na czas depolaryzacji i repolaryzacji neuronu. W każdym nawiasie podkreśl właściwe określenie.**

Białko PrP (*skraca / wydłuża*) czas (*depolaryzacji / repolaryzacji*) błony neuronu, ponieważ typowe wyniki pomiarów w próbie badawczej były (*krótsze / dłuższe*) od typowych wyników w próbie kontrolnej. Natomiast ustalenie, czy białko PrP skraca, czy – wydłuża czas (*depolaryzacji / repolaryzacji*), nie jest możliwe, ponieważ wyniki pomiarów w próbach badawczej i kontrolnej w znacznym stopniu się pokrywały.

**Wymagania ogólne**

- II. Rozwijanie myślenia naukowego; doskonalenie umiejętności planowania i przeprowadzania [...] doświadczeń oraz wnioskowania w oparciu o wyniki badań. Zdający:
- 3) [...], analizuje i interpretuje wyniki badań w oparciu o proste analizy statystyczne.
- III. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych. Zdający:
- 2) odczytuje, analizuje, interpretuje i przetwarza informacje tekstowe, graficzne, liczbowe.

**Wymaganie szczegółowe**

XII. Wirusy, wiroidy, priony.

2. Wiroidy i priony – swoiste czynniki infekcyjne. Zdający:
- 2) opisuje priony jako białkowe czynniki infekcyjne będące przyczyną niektórych chorób degeneracyjnych OUN (choroba Creutzfeldta-Jacoba [...]).

**Zasady oceniania**

2 pkt – za podkreślenie właściwych określeń w czterech nawiasach.

1 pkt – za podkreślenie właściwych określeń w trzech nawiasach.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

Białko PrP (skraca / wydłuża) czas (*depolaryzacji / repolaryzacji*) błony neuronu, ponieważ typowe wyniki pomiarów w próbie badawczej były (*krótsze / dłuższe*) od typowych wyników w próbie kontrolnej. Natomiast ustalenie, czy białko PrP skraca, czy – wydłuża czas (depolaryzacji / repolaryzacji), nie jest możliwe, ponieważ wyniki pomiarów w próbach badawczej i kontrolnej w znacznym stopniu się pokrywały.

**Zadanie 11.2. (0–1)**

Oceń, czy poniższe informacje dotyczące choroby *kuru* są prawdziwe. Zaznacz P, jeśli informacja jest prawdziwa, albo F – jeśli jest fałszywa.

1.	Korzystne mutacje chroniące przed <i>kuru</i> powstały w DNA w wyniku rytualnego kanibalizmu osób zmarłych na tę chorobę.	P	F
2.	Allel chroniący przed zachorowaniem na <i>kuru</i> prawdopodobnie zwiększył swoją częstość wśród ludu Fore dzięki doborowi naturalnemu.	P	F
3.	Wskutek zaprzestania kanibalizmu wśród Fore allel chroniący przed <i>kuru</i> stracił znaczenie adaptacyjne, ale może się utrzymać dzięki dryfowi genetycznemu.	P	F

**Wymagania ogólne**

- I. Pogłębianie wiedzy z zakresu różnorodności biologicznej oraz zjawisk i procesów biologicznych zachodzących na różnych poziomach organizacji życia. Zdający:
- 2) wyjaśnia zjawiska i procesy biologiczne zachodzące w wybranych organizmach i w środowisku.
- IV. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów biologicznych. Zdający:
- 1) interpretuje informacje i wyjaśnia związki przyczynowo-skutkowe między procesami i zjawiskami, formułuje wnioski.

**Wymagania szczegółowe**

XII. Wirusy, wiroidy, priony.

2. Wiroidy i priony – swoiste czynniki infekcyjne. Zdający:
  - 2) opisuje priony jako białkowe czynniki infekcyjne będące przyczyną niektórych chorób degeneracyjnych OUN (choroba Creutzfeldta-Jakoba [...]).

XVI. Ewolucja. Zdający:

- 6) wykazuje, że dzięki doborowi naturalnemu organizmy zyskują nowe cechy adaptacyjne.

**Zasady oceniania**

1 pkt – za trzy poprawne odpowiedzi.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

FPP

**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 typowe wyniki pomiarów w próbie badawczej i kontrolnej są wyraźnie rozgraniczone. Z kolei w drugim eksperymencie, mimo tego że średnia wartość czasu depolaryzacji była mniejsza u typu dzikiego, to jednak wiele pomiarów w próbie kontrolnej było wyższych niż w próbie badawczej. Z tego powodu wyniki tego eksperymentu nie pozwalają*

na wyciągnięcie tak mocnych wniosków. 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. W każdym nawiasie podkreśl właściwe określenie.**

W wyniku alternatywnego składania eksonów może powstać (*tylko jeden rodzaj / wiele rodzajów*) mRNA. Dzięki temu w organizmach eukariotycznych obserwuje się znacznie (*mniej / więcej*) różnych białek w porównaniu z liczbą genów w genomie. Ze względu na to, że ten proces nie zachodzi w organizmach prokariotycznych, gdy planuje się otrzymanie eukariotycznego białka w komórkach bakterii, należy przeprowadzić odwrotną (*transkrypcję / translację*) mRNA, która pozwala uzyskać gen pozbawiony (*eksonów / intronów*).

### Wymaganie ogólne

IV. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów biologicznych.

Zdający:

- 1) interpretuje informacje i wyjaśnia związki przyczynowo-skutkowe między procesami i zjawiskami [...].

### Wymagania szczegółowe

XIII. Ekspresja informacji genetycznej. Zdający:

- 2) porównuje strukturę genu organizmu prokariotycznego i eukariotycznego;
- 4) opisuje proces obróbki potranskrypcyjnej u organizmów eukariotycznych;
- 7) porównuje przebieg ekspresji informacji genetycznej w komórce prokariotycznej i eukariotycznej.

### Zasady oceniania

2 pkt – za podkreślenie właściwych określeń w czterech nawiasach.

1 pkt – za podkreślenie właściwych określeń w trzech nawiasach.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

### Rozwiązanie

W wyniku alternatywnego składania eksonów może powstać (*tylko jeden rodzaj / wiele rodzajów*) mRNA. Dzięki temu w organizmach eukariotycznych obserwuje się znacznie (*mniej / więcej*) różnych białek w porównaniu z liczbą genów w genomie. Ze względu na to, że ten proces nie zachodzi w organizmach prokariotycznych, gdy planuje się otrzymanie eukariotycznego białka w komórkach bakterii, należy przeprowadzić odwrotną (*transkrypcję / translację*) mRNA, która pozwala uzyskać gen pozbawiony (*eksonów / intronów*).



**Zadanie 13. (0–4)**

Umaszczenie świń rasy *duroc* jest warunkowane przez dwie pary alleli genów autosomalnych (**B** i **b** oraz **D** 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.

Na podstawie: B. Kosowska, *Genetyka ogólna i weterynaryjna*, Wrocław 2010, s. 25.

**Zadanie 13.1. (0–1)**

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

Genotyp samicy: ..... Genotyp samca: .....

**Wymagania ogólne**

IV. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów biologicznych.

Zdający:

- 1) interpretuje informacje i wyjaśnia związki przyczynowo-skutkowe między procesami i zjawiskami, formułuje wnioski;
- 2) przedstawia [...] argumenty związane z omawianymi zagadnieniami biologicznymi.

**Wymagania szczegółowe**

XIV. Genetyka klasyczna.

1. Dziedziczenie cech. Zdający:

- 3) zapisuje i analizuje krzyżówki genetyczne [...];
- 4) przedstawia dziedziczenie [...] dwugenowe i wielogenowe ([...] współdziałanie dwóch lub większej liczby genów).

**Zasady oceniania**

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

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

**Rozwiązanie**

Genotyp samicy: **BBdd / ddBB** Genotyp samca: **bbDD / DDbb**

lub

Genotyp samicy: **bbDD / DDbb** 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.**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

#### Wymaganie ogólne

IV. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów biologicznych.

Zdający:

- 1) interpretuje informacje i wyjaśnia związki przyczynowo-skutkowe między procesami i zjawiskami, formułuje wnioski.

#### Wymagania szczegółowe

XIV. Genetyka klasyczna.

1. Dziedziczenie cech. Zdający:

- 3) zapisuje i analizuje krzyżówki (w tym krzyżówki testowe) oraz określa prawdopodobieństwo wystąpienia określonych genotypów i fenotypów oraz stosunek fenotypowy w pokoleniach potomnych, w tym cech warunkowanych przez allele wielokrotne;
- 4) przedstawia dziedziczenie [...] dwugenowe i wielogenowe ([...] współdziałanie dwóch lub większej liczby genów).

#### 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 lub jego brak.

1 pkt – za poprawne zapisanie jedynie genotypów rodziców.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt 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  $\frac{1}{4}$ , więc prawdopodobieństwo, że powstanie jeden lub drugi genotyp, wynosi  $\frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{1}{2}$ .

*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**

♀	BD	Bd	bD	bd	
♂	bd	<b>BbDd</b>	<b><u>Bbdd</u></b>	<b><u>bbDd</u></b>	<b>bbdd</b>

Prawdopodobieństwo wynosi: 50% /  $\frac{1}{2}$  / 0,5.

**Zadanie 14. (0–6)**

Współcześnie stosuje się dwie podstawowe metody wykrywania zakażeń HIV. Rutynowe badanie polega na wykrywaniu przeciwciał anti-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 anti-HIV. Z tego powodu lekarz zlecił dodatkowe badanie z wykorzystaniem metody PCR, którego wyniki podsumowano w poniższej tabeli.

	Próba		
	badawcza	kontrolna pozytywna	kontrolna negatywna
<b>Pacjent 1.</b>	–	+	–
<b>Pacjent 2.</b>	+	+	+
<b>Pacjent 3.</b>	+	+	–

Na podstawie: GenBank sekwencja nr KR861191.1;  
 M. Fearon, *The Laboratory Diagnosis of HIV Infections*, „Can J Dis Med Microbiol” 16, 2005, s. 26–30;  
 D.S. Boyle i inni, *Rapid Detection of HIV-1 Proviral DNA for Early Infant Diagnosis Using Recombinase Polymerase Amplification*, „mBio” 4, 2013, e00135–13;  
 S. Koblavi-Dème i inni, *Sensitivity and Specificity of Human Immunodeficiency Virus Rapid Serologic Assays and Testing Algorithms in an Antenatal Clinic in Abidjan, Ivory Coast*, „J Clin Microbiol” 39, 2001, s. 1808–1812.

**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 wszystkie właściwe składniki mieszaniny reakcyjnej. Wpisz w tabelę znak „+”, jeśli składnik należy dodać do próby, albo znak „–”, jeśli ten składnik należy pominąć.**

	Próba		
	badawcza	kontrolna pozytywna	kontrolna negatywna
DNA genomowy wyizolowany od pacjenta			
DNA genomowy wyizolowany z linii komórkowej zakażonej HIV			
para specyficznych starterów			
bufor zapewniający optymalne pH i stężenie jonów Mg <sup>2+</sup>			
termostabilna polimeraza DNA			
mieszanina deoksyrybonukleotydów			

**Wymagania ogólne**

II. Rozwijanie myślenia naukowego; doskonalenie umiejętności planowania i przeprowadzania obserwacji i doświadczeń oraz wnioskowania w oparciu o wyniki badań.

Zdający:

- 1) [...] planuje i przeprowadza oraz dokumentuje obserwacje i proste doświadczenia biologiczne;
- 2) określa warunki doświadczenia, rozróżnia próbę kontrolną i badawczą.

**Wymaganie szczegółowe**

XV. Biotechnologia. Podstawy inżynierii genetycznej. Zdający:

- 4) przedstawia istotę technik stosowanych w inżynierii genetycznej ([...] metoda PCR [...]).

**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 wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

	Próba		
	badawcza	kontrolna pozytywna	kontrolna negatywna
DNA genomowy wyizolowany od pacjenta	+	–	–
DNA genomowy wyizolowany z linii komórkowej zakażonej HIV	–	+	–
para specyficznych starterów	+	+	+
bufor zapewniający optymalne pH i stężenie jonów Mg <sup>2+</sup>	+	+	+
termostabilna polimeraza DNA	+	+	+
mieszanina deoksyrybonukleotydów	+	+	+

**Zadanie 14.2. (0–1)**

Wybierz spośród A–D i zaznacz prawidłowe sekwencje starterów *po/F1* i *po/R1*, wykorzystywanych w teście diagnostycznym HIV, przyłączających się do zaznaczonych fragmentów poniższej sekwencji genu odwrotnej transkryptazy wirusa HIV, wbudowanej w genom gospodarza.

*po/F1*

5' TTGGGATT **CCCTACAATCCCCAAAGTCAAGGAGTAGTAGAA** TCCATGAATAAAGAATT 3'  
 3' AACCTAAG **GGGATGTTAGGGGTTTCAGTTCCTCATCATCTT** TAGGTACTTATTTCTTAA 5'

[ . . . ] (pominięty fragment sekwencji)

5' AAAGGACCAGCCAAACTG **CTCTGGAAAGGTGAAGGGGCAGTAGTAATACA** AGATAACA 3'  
 3' TTTCTGGTTCGGTTTGAC **GAGACCTTCCACTTCCCCGTCATCATTATGT** TCTATTGT 5'

*po/R1*

- A. *po/F1* 5' CCCTACAATCCCCAAAGTCAAGGAGTAGTAGAA 3'  
*po/R1* 5' CTCTGGAAAGGTGAAGGGGCAGTAGTAATACA 3'
- B. *po/F1* 5' TTCTACTACTCCTTGACTTTGGGGATTGTAGGG 3'  
*po/R1* 5' TGTATTACTACTGCCCTTCACCTTCCAGAG 3'
- C. *po/F1* 5' CCCTACAATCCCCAAAGTCAAGGAGTAGTAGAA 3'  
*po/R1* 5' TGTATTACTACTGCCCTTCACCTTCCAGAG 3'
- D. *po/F1* 5' TTCTACTACTCCTTGACTTTGGGGATTGTAGGG 3'  
*po/R1* 5' CTCTGGAAAGGTGAAGGGGCAGTAGTAATACA 3'

**Wymagania ogólne**

II. Rozwijanie myślenia naukowego; doskonalenie umiejętności planowania i przeprowadzania obserwacji i doświadczeń oraz wnioskowania w oparciu o wyniki badań.

Zdający:

2) określa warunki doświadczenia, rozróżnia próbę kontrolną i badawczą.

III. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych. Zdający:

2) odczytuje, analizuje, interpretuje [...] informacje tekstowe, graficzne [...].

**Wymagania szczegółowe**

XIII. Ekspresja informacji genetycznej. Zdający:

3) opisuje proces transkrypcji z uwzględnieniem roli polimerazy RNA.

XV. Biotechnologia. Podstawy inżynierii genetycznej. Zdający:

4) przedstawia istotę technik stosowanych w inżynierii genetycznej ([...] metoda PCR [...]).

**Zasady oceniania**

1 pkt – za zaznaczenie właściwej pary sekwencji.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

C

**Zadanie 14.3. (0–1)**

Oceń, czy poniższe interpretacje przedstawionych wyników badań trojga pacjentów są prawidłowe. Zaznacz 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.	T	N
2.	Wyniki testu PCR dla pacjenta 2. są niewiarygodne ze względu na dodatni wynik w próbie kontrolnej negatywnej – należy powtórzyć badanie.	T	N
3.	Dodatkowe badanie techniką PCR potwierdziło podejrzenie, że pacjent 3. jest zakażony HIV.	T	N

**Wymaganie ogólne**

II. Rozwijanie myślenia naukowego; doskonalenie umiejętności planowania i przeprowadzania [...] doświadczeń oraz wnioskowania w oparciu o wyniki badań.

Zdający:

5) ocenia poprawność zastosowanych procedur badawczych oraz formułuje wnioski.

**Wymaganie szczegółowe**

XV. Biotechnologia. Podstawy inżynierii genetycznej. Zdający:

4) przedstawia istotę technik stosowanych w inżynierii genetycznej ([...] metoda PCR [...]).

**Zasady oceniania**

1 pkt – za trzy poprawne odpowiedzi.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

TTT

**Zadanie 14.4. (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.

.....

.....

.....

.....

**Wymagania ogólne**

IV. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów biologicznych.

Zdający:

1) interpretuje informacje i wyjaśnia związki przyczynowo-skutkowe między procesami i zjawiskami, formułuje wnioski.

V. Pogłębianie znajomości uwarunkowań zdrowia człowieka. Zdający:

2) rozumie znaczenie badań profilaktycznych i rozpoznaje sytuacje wymagające konsultacji lekarskiej.

**Wymaganie szczegółowe**

XI. Funkcjonowanie zwierząt.

2. Porównanie poszczególnych czynności życiowych zwierząt, z uwzględnieniem struktur odpowiedzialnych za ich przeprowadzanie.

2) Odporność. Zdający:

b) opisuje sposoby nabywania odporności swoistej (czynny i bierny).

**Zasady oceniania**

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

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

**Przykładowe rozwiązania**

- Zakażona matka wytwarza przeciwciała anti-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 anti-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 14.5. (0–1)**

**Oceń, czy poniższe osoby znajdują się w grupie zwiększonego ryzyka zakażenia HIV. Zaznacz 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.	T	N
2.	Osoby narażone na częste ukąszenia komarów i innych owadów odżywiających się krwią.	T	N
3.	Sąsiedzi osób zakażonych HIV, mieszkający w tym samym domu wielorodzinnym.	T	N



**Wymaganie ogólne**

- V. Pogłębianie znajomości uwarunkowań zdrowia człowieka. Zdający:  
1) planuje działania prozdrowotne.

**Wymaganie szczegółowe**

XII. Wirusy, wiroidy, priony.

1. Wirusy – pasożyty molekularne. Zdający:  
6) przedstawia drogi rozprzestrzeniania się i zasady profilaktyki chorób człowieka wywoływanych przez wirusy ([...] AIDS ).

**Zasady oceniania**

1 pkt – za trzy poprawne odpowiedzi.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

NNN

**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.

Na podstawie: [https://www.riken.jp/pr/news/2014/20140918\\_1/](https://www.riken.jp/pr/news/2014/20140918_1/)

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

.....

.....

.....

.....

**Wymagania ogólne**

- V. Pogłębianie znajomości uwarunkowań zdrowia człowieka. Zdający:  
4) rozumie znaczenie poradnictwa genetycznego i transplantologii;  
5) dostrzega znaczenie osiągnięć współczesnej nauki w profilaktyce chorób.

**Wymaganie szczegółowe**

XV. Biotechnologia. Podstawy inżynierii genetycznej. Zdający:

- 10) przedstawia sposoby otrzymywania i pozyskiwania komórek macierzystych oraz ich zastosowania w medycynie.

### 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 wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

### Przykładowe rozwiązania

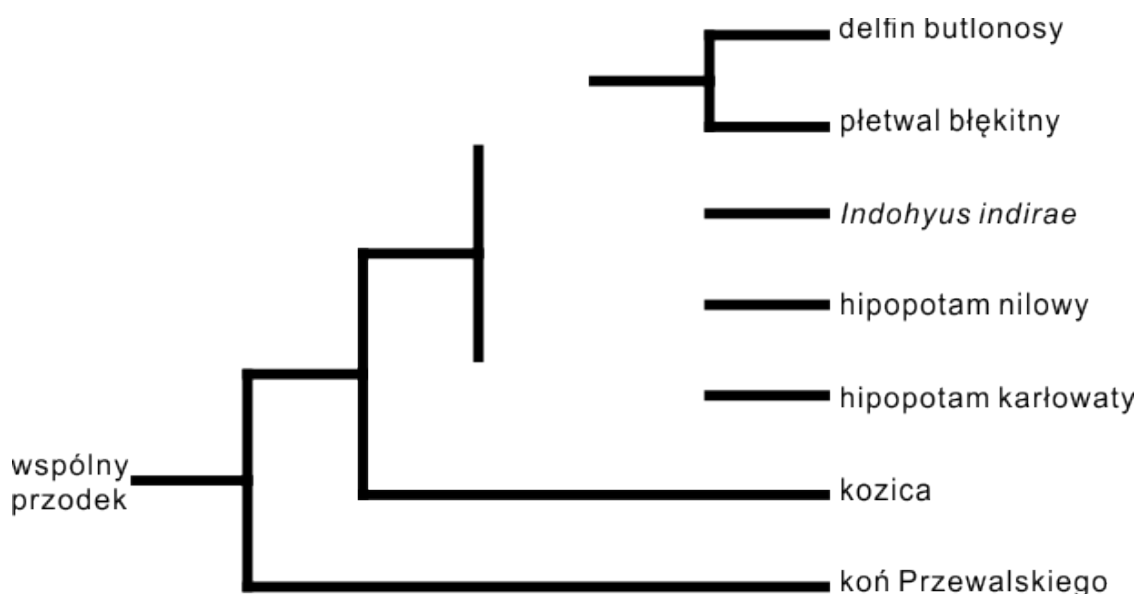
- Ze względu na to, że komórki iPS są tworzone z komórek pacjenta, nie dojdzie do odrzucenia wszczepionej warstwy barwnikowej siatkówki.
- Pobranie wszczepianej tkanki od dawcy może nieść ryzyko przeniesienia choroby zakaźnej. Wykorzystanie komórek iPS i utworzenie z nich wszczepianej tkanki oznacza 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 określ pokrewieństwo ewolucyjne między wymienionymi zwierzętami – narysuj brakujące gałęzie drzewa filogenetycznego tak, aby drzewo odzwierciedlało w poprawny sposób to pokrewieństwo.



**Wymaganie ogólne**

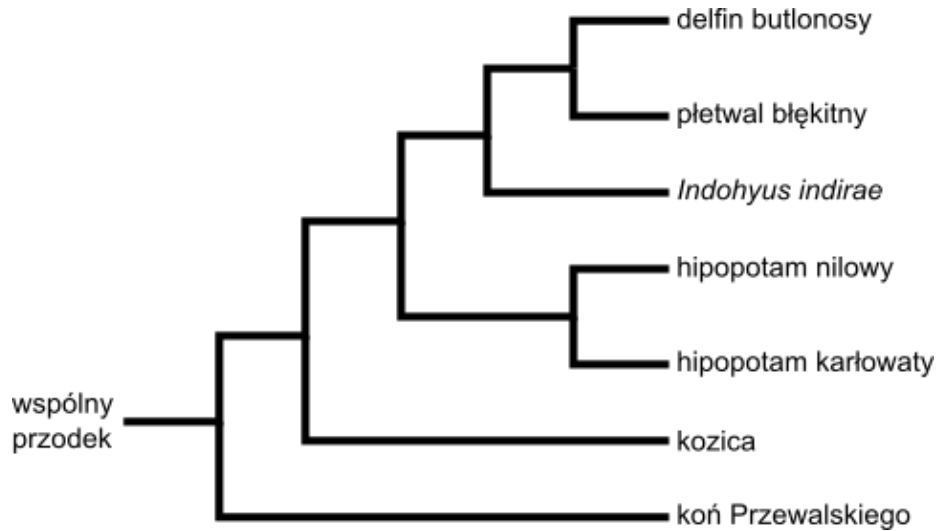
- III. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych. Zdający:  
 2) odczytuje, analizuje, interpretuje i przetwarza informacje tekstowe, graficzne [...].

**Wymaganie szczegółowe**

- V. Zasady klasyfikacji i sposoby identyfikacji organizmów. Zdający:  
 1) wnioskuje na podstawie analizy kladogramów o pokrewieństwie ewolucyjnym organizmów.

**Zasady oceniania**

- 1 pkt – za poprawne narysowanie drzewa filogenetycznego.  
 0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

### Zadanie 16.2. (0–1)

**Spośród A–D wybierz i zaznacz cechę, 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.

#### Wymaganie ogólne

- I. Pogłębianie wiedzy z zakresu różnorodności biologicznej oraz zjawisk i procesów biologicznych zachodzących na różnych poziomach organizacji życia. Zdający:
- 1) opisuje, porządkuje i rozpoznaje organizmy.

#### Wymaganie szczegółowe

- X. Różnorodność zwierząt. Zdający:
- 4) wymienia cechy pozwalające na rozróżnienie [...] ssaków [...]; na podstawie tych cech identyfikuje organizm jako przedstawiciela jednej z tych grup.

#### Zasady oceniania

- 1 pkt – za wybór prawidłowej cechy.  
0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt 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 – należy zatem połączyć obie gałęzie prowadzące do hipopotamów. 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. (0–3)**

Badania genomów współczesnego człowieka rozumnego oraz kopalnego neandertalczyka wykazały, 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 kobiety neandertalki oraz mężczyzny człowieka rozumnego. Badania wykazały, 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.

Na podstawie: L.A. Frantz, *Neandertal admixture in Eurasia confirmed by maximum-likelihood analysis of three genomes*, „Genetics” 196, 2014, s. 1241–1251;  
R.L. Rogers, *Chromosomal rearrangements as barriers to genetic homogenization between archaic and modern humans*, „Molecular Biology and Evolution” 32, 2015, s. 3064–3078.

**Zadanie 17.1. (0–2)**

**Na podstawie tekstu podaj po jednym argumentem za tym, że człowieka rozumnego i neandertalczyka należy uznać:**

1. za dwa osobne gatunki biologiczne. ....  
.....
2. za dwa podgatunki jednego gatunku. ....  
.....

**Wymagania ogólne**

- I. Pogłębianie wiedzy z zakresu różnorodności biologicznej oraz zjawisk i procesów biologicznych zachodzących na różnych poziomach organizacji życia. Zdający:
  - 1) opisuje, porządkuje i rozpoznaje organizmy.
- IV. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów biologicznych. Zdający:
  - 2) przedstawia opinie i argumenty związane z omawianymi zagadnieniami biologicznymi.

**Wymaganie szczegółowe**

- XVI. Ewolucja. Zdający:
- 12) przedstawia gatunek jako izolowaną pulę genową.

**Zasady oceniania**

- 2 pkt – za podanie jednego argumentu za zaliczeniem do jednego gatunku, odwołującego się do zaistniałego przepływu genów oraz za podanie jednego argumentu za zaliczeniem do dwóch gatunków, odwołującego się do stwierdzonej (częściowej) bariery reprodukcyjnej.
- 1 pkt – za podanie tylko jednego prawidłowego argumentu za zaliczeniem do jednego gatunku albo za zaliczeniem do dwóch gatunków.
- 0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

**Przykładowe rozwiązanie**

1. Są to dwa gatunki, ponieważ z uwagi na rearanżacje chromosomowe ich mieszańce miały obniżoną płodność (a zatem istniała bariera reprodukcyjna).
2. To były podgatunki jednego gatunku, ponieważ nastąpił przepływ genów od neandertalczyka do człowieka rozumnego.

*Uwaga:*

*Nie uznaje się odpowiedzi nieuwzględniającej stwierdzonych zmian genomowych, a jedynie odwołującej się do samej definicji gatunku, np. „To dwa gatunki, ponieważ mają rozdzielone pule genowe”, albo do podanej w tekście klasyfikacji, np. „To dwa gatunki, o czym świadczą ich nazwy – człowiek rozumny i neandertalczyk”.*

**Zadanie 17.2. (0–1)**

**Na podstawie tekstu i własnej wiedzy oceń, czy poniższe informacje są prawdziwe. Zaznacz P, jeśli informacja jest prawdziwa, albo F – jeśli jest fałszywa.**

1.	W populacjach współczesnego człowieka poza Afryką stwierdzono występowanie mitochondriów pochodzenia neandertalskiego.	P	F
2.	Kobieta neandertalka nie mogła mieć dzieci z mężczyzną <i>Homo sapiens</i> z uwagi na zaburzenie formowania się gamet.	P	F
3.	Do rodzaju <i>Homo</i> zaliczamy tylko jeden współcześnie żyjący gatunek ( <i>Homo sapiens</i> ) oraz kilka gatunków wymarłych.	P	F

**Wymaganie ogólne**

- III. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych. Zdający:  
2) odczytuje, analizuje, interpretuje [...] informacje tekstowe [...].

**Wymaganie szczegółowe**

XVI. Ewolucja. Zdający:

- 18) porządkuje chronologicznie formy kopalne człowiekowatych, wskazując na ich cechy charakterystyczne.

**Zasady oceniania**

1 pkt – za trzy poprawne odpowiedzi.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

FFP

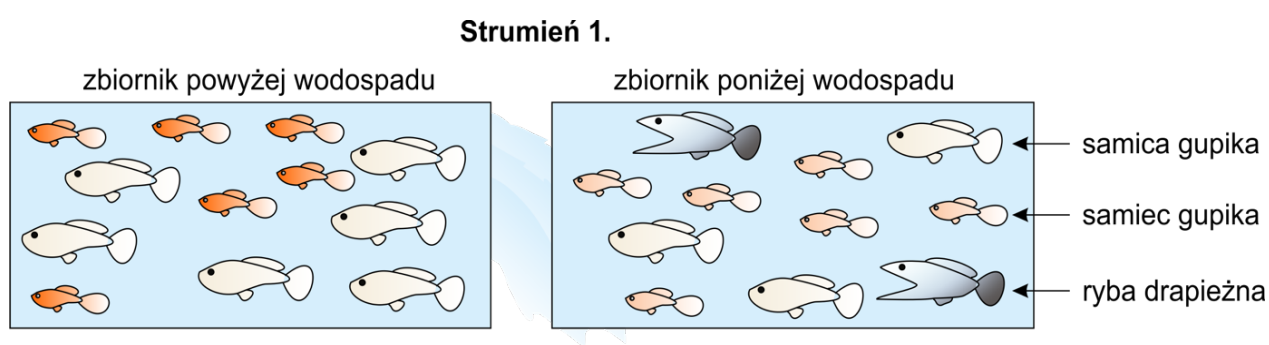
**Komentarz**

*Wiązka dotyczy ewolucji człowieka, ale sprawdza przede wszystkim umiejętności analizy materiałów źródłowych oraz argumentowania. W zadaniu 17.1. zdający ma za zadanie rozważyć, czy człowieka rozumnego i neandertalczyka należy uznać za jeden gatunek, czy – za dwa gatunki. Zdający powinien odwołać się do definicji gatunku biologicznego, dobierając argumenty z tekstu. Zadanie 17.2. sprawdza rozumienie tekstu – do jego rozwiązania nie jest wymagana dodatkowa wiedza.*

**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 przedstawia rysunek poniżej.



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. Potwierdzili obie hipotezy: wykazali, że w naturze intensywność ubarwienia samców jest ewolucyjnym kompromisem między przeciwstawnymi kierunkami doboru.

Na podstawie: <http://www.guppyevolution.org/science/>

**Zadanie 18.1. (0–3)**

1. Przedstaw plan opisanego eksperymentu – wpisz w tabelę znak „+” oznaczający przeniesienie ryb ze zbiorników strumienia 1. do zbiorników strumienia 2.

Docelowy zbiornik w bezrybnym strumieniu 2.	Przenoszone ryby ze strumienia 1.		
	gupiki z górnego zbiornika (bez drapieżnych ryb)	gupiki z dolnego zbiornika (z drapieżnymi rybami)	drapieżne ryby z dolnego zbiornika
górnny			
dolny			

2. Podaj populacje gupików (numer strumienia i położenie zbiornika), które porównywano w celu zweryfikowania obu hipotez. Określ spodziewane wyniki, odnosząc się do zmiany fenotypów samców.

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

Wynik potwierdzający hipotezę I: .....

.....

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

Wynik potwierdzający hipotezę II: .....

.....

**Wymaganie ogólne**

II. Rozwijanie myślenia naukowego; doskonalenie umiejętności planowania i przeprowadzania obserwacji i doświadczeń oraz wnioskowania w oparciu o wyniki badań. Zdający:

2) określa warunki doświadczenia, rozróżnia próbę kontrolną i badawczą.

**Wymaganie szczegółowe**

XVI. Ewolucja. Zdający:

5) wyjaśnia mechanizm działania doboru naturalnego i przedstawia jego rodzaje (stabilizujący, kierunkowy i różnicujący).

**Zasady oceniania**

3 pkt – za poprawne uzupełnienie tabeli oraz poprawne wskazanie porównywanych populacji i określenie spodziewanych wyników dla obu hipotez.

2 pkt – za poprawne uzupełnienie tabeli oraz poprawne wskazanie porównywanych populacji i określenie spodziewanego wyniku dla jednej hipotezy.

1 pkt – za poprawne uzupełnienie jedynie tabeli.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.



**Rozwiązanie****1. Plan eksperymentu**

Zbiornik w bezrybnym strumieniu 2.	Przenoszone ryby ze strumienia 1.		
	gupiki z górnego zbiornika (bez drapieżników)	gupiki z dolnego zbiornika (z drapieżnikami)	drapieżniki z dolnego zbiornika
górnym		+	
dolny	+		+

**2. Populacje gupików i spodziewane wyniki**

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.

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.**

.....

.....

.....

**Wymaganie ogólne**

- I. Pogłębianie wiedzy z zakresu różnorodności biologicznej oraz zjawisk i procesów biologicznych zachodzących na różnych poziomach organizacji życia. Zdający:
- 1) opisuje, porządkuje i rozpoznaje organizmy;
  - 2) wyjaśnia zjawiska i procesy zachodzące w [...] środowisku.

**Wymaganie szczegółowe**

XVI. Ewolucja. Zdający:

- 5) wyjaśnia mechanizm działania doboru naturalnego.

**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 wymagań za 1 pkt 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. W każdym nawiasie podkreśl właściwe określenie.**

W celu poprawnego przeprowadzenia opisanego eksperymentu należy przenieść z jednego zbiornika do drugiego (*liczną grupę gupików / jedną ich parę*). To przy zbyt (*niskiej / wysokiej*) liczebności grupy założycielskiej nowej populacji nasila się (*dryf genetyczny / dobór naturalny*), który mógłby zniekształcić wynik doświadczenia.

**Wymaganie ogólne**

- II. Rozwijanie myślenia naukowego; doskonalenie umiejętności planowania i przeprowadzania obserwacji i doświadczeń oraz wnioskowania w oparciu o wyniki badań.
- Zdający:
- 5) ocenia poprawność zastosowanych procedur badawczych oraz formułuje wnioski.

**Wymagania szczegółowe**

XVI. Ewolucja. Zdający:

- 6) wykazuje, że dzięki doborowi naturalnemu organizmy zyskują nowe cechy adaptacyjne;
- 7) określa warunki, w jakich zachodzi dryf genetyczny;
- 8) przedstawia przyczyny zmian częstości alleli w populacji.

**Zasady oceniania**

- 1 pkt – za podkreślenie właściwych określeń we wszystkich nawiasach.
- 0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

W celu poprawnego przeprowadzenia opisanego eksperymentu należy przenieść z jednego zbiornika do drugiego (liczną grupę gupików / jedną ich parę). To przy zbyt (niskiej / wysokiej) liczebności grupy założycielskiej nowej populacji nasila się (dryf genetyczny / dobór naturalny), który mógłby zniekształcić wynik doświadczenia.

**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. (0–1)**

Przykładem rośliny wysokogórskiej jest goryczka krótkołodygowa (*Gentiana clusii*), przedstawiona na zdjęciu. Ma ona zimozielone, skórzaste, lancetowate i zaostrome liście, zebrane w rozetę przy samej ziemi. Jej kwiaty wyrastają pojedynczo na szczycie krótkiej łodygi, są intensywnie niebieskie, dzwonekowane 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.



Na podstawie: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gentiana\\_clusii\\_\(1\).JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gentiana_clusii_(1).JPG)

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

.....

.....

.....

.....

**Wymagania ogólne**

- I. Pogłębianie wiedzy z zakresu różnorodności biologicznej oraz zjawisk i procesów biologicznych zachodzących na różnych poziomach organizacji życia. Zdający:
  - 5) przedstawia i wyjaśnia zależności między organizmami oraz między organizmem a środowiskiem.
- III. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych. Zdający:
  - 2) odczytuje, analizuje, interpretuje i przetwarza informacje tekstowe, graficzne [...].

**Wymagania szczegółowe**

IX. Różnorodność roślin.

2. Rośliny lądowe i wtórnie wodne. Zdający:

7) uzasadnia, że modyfikacje organów wegetatywnych roślin są adaptacją do różnych warunków środowiska i pełnionych funkcji;

5. Rozmnażanie i rozprzestrzenianie się roślin. Zdający:

4) wykazuje związek budowy kwiatu roślin okrytonasiennych ze sposobem ich zapylania.

XVII. Ekologia.

1. Ekologia organizmów. Zdający:

1) rozróżnia czynniki biotyczne i abiotyczne oddziałujące na organizmy;

6) przedstawia adaptacje roślin różnych form ekologicznych do siedlisk życia.

**Zasady oceniania**

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

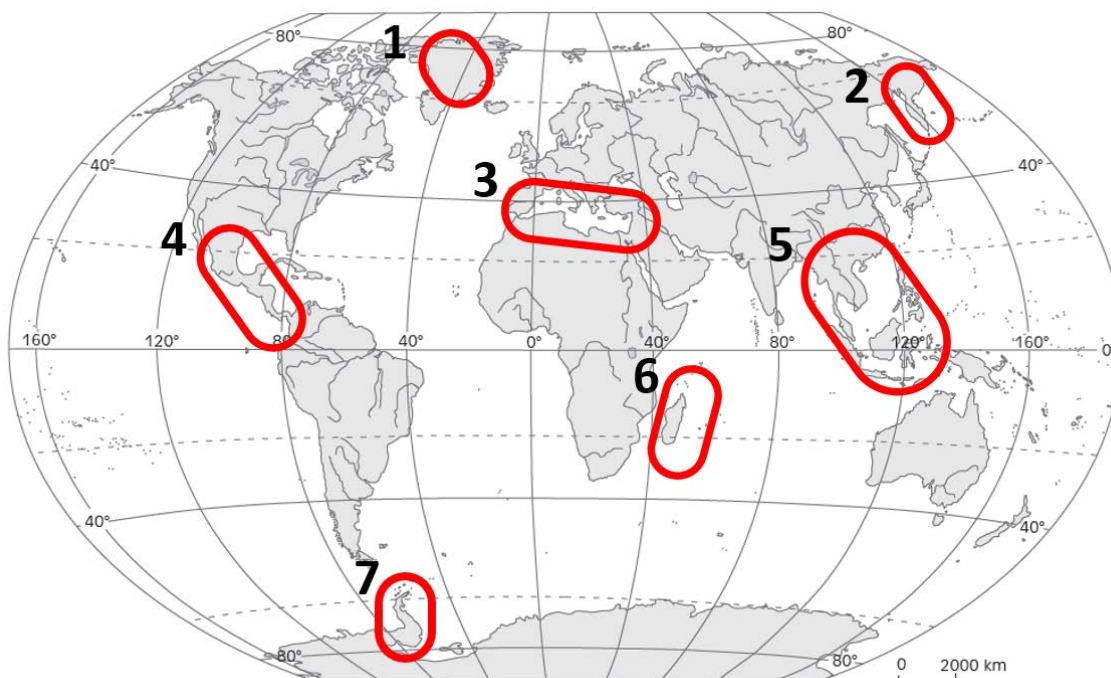
0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

**Przykładowe rozwiązania**

- Ta goryczka ma niewielką wysokość, ponieważ ułatwia to jej przetrwanie pod warstwami śniegu i chroni ją przed przemarzaniem.
- Goryczkę krótkołądową 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*). Na poniższej mapie świata zaznaczono siedem ponumerowanych obszarów.



Na podstawie: <http://naszregion-nysa.blogspot.com/2013/09/obiekty-geograficzne-na-mapie-swiatek-cz1.html>

**Spośród obszarów oznaczonych na mapie 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: .....

.....  
 .....

**Wymaganie ogólne**

III. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych. Zdający:

- 2) odczytuje, analizuje, interpretuje i przetwarza informacje tekstowe, graficzne [...].

**Wymaganie szczegółowe**

XVIII. Różnorodność biologiczna, jej zagrożenia i ochrona. Zdający:

- 2) wymienia główne czynniki geograficzne kształtujące różnorodność gatunkową i ekosystemową Ziemi (klimat, ukształtowanie powierzchni); [...], wykazuje związek pomiędzy rozmieszczeniem biomów a warunkami klimatycznymi na kuli ziemskiej.

**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 wymagań za 1 pkt 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. (0–5)**

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 km<sup>2</sup>, 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. Zagrożają 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 dziczające drzewa mangowe i oliwki.

Na podstawie: <http://brahmsonline.kew.org/Helena>; Autor: Phil Lambdon

**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.**

.....

.....

.....

.....

**Wymaganie ogólne**

VI. Rozwijanie postawy szacunku wobec przyrody i środowiska. Zdający:

- 1) rozumie zasadność ochrony przyrody;
- 3) odpowiedzialnie i świadomie korzysta z dóbr przyrody.

**Wymaganie szczegółowe**

XVIII. Różnorodność biologiczna, jej zagrożenia i ochrona. Zdający:

- 5) wyjaśnia znaczenie restytucji i reintrodukcji gatunków dla zachowania różnorodności biologicznej; podaje przykłady restytuowanych gatunków;
- 7) uzasadnia konieczność stosowania różnych form ochrony przyrody, w tym Natura 2000.



**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 oraz (3) reintrodukcję.

1 pkt – za odpowiedź niepełną, uwzględniającą (1) tylko samopłonność, (2) tylko eliminację konkurentów i roślinożerców albo (3) tylko reintrodukcję.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

**Przykładowe rozwiązania pełne (2 pkt)**

- Aby ochronić *Commidendrum rotundifolium*, należy rozmnażać go zarówno wegetatywnie z uwagi na samopłonność, jak i generatywnie, a następnie sadzić je 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 rozwiązania niepełne (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.

**Uwagi:**

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. Zaznacz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.**

1.	Dużym zagrożeniem dla endemitów Wyspy Świętej Heleny są konkurujące z nimi rośliny obcego pochodzenia.	P	F
2.	Populacje <i>Commidendrum rotundifolium</i> , <i>C. robustum</i> i <i>Trochetiopsis ebenus</i> charakteryzują się bardzo niską różnorodnością genetyczną.	P	F
3.	Endemity Wyspy Świętej Heleny powstały drogą ewolucji dzięki izolacji geograficznej tej wyspy od kontynentu afrykańskiego.	P	F

### Wymaganie ogólne

IV. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów biologicznych.

Zdający:

- 1) interpretuje informacje i wyjaśnia związki przyczynowo-skutkowe między procesami i zjawiskami, formułuje wnioski.

### Wymagania szczegółowe

XVI. Ewolucja. Zdający:

- 4) przedstawia rodzaje zmienności i wykazuje znaczenie zmienności genetycznej w procesie ewolucji.

XVIII. Różnorodność biologiczna, jej zagrożenia i ochrona. Zdający:

- 1) przedstawia typy różnorodności biologicznej: genetyczną, gatunkową i ekosystemową;
- 2) [...] podaje przykłady endemitów jako gatunków unikatowych dla danego miejsca regionu;
- 5) wyjaśnia znaczenie restytucji i reintrodukcji gatunków dla zachowania różnorodności biologicznej; podaje przykłady restytuowanych gatunków.

### Zasady oceniania

1 pkt – za trzy poprawne odpowiedzi.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

### Rozwiązanie

PPP

### Zadanie 21.3. (0–2)

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.

**Czy warto ponosić koszty ochrony gatunków, których naturalne środowisko zostało już zniszczone nieodwracalnie? Podaj po jednym argumentie:**

1. za ponoszeniem tych kosztów. ....

.....

2. przeciwko ponoszeniu tych kosztów. ....

.....

### Wymaganie ogólne

IV. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów biologicznych.

Zdający:

- 2) przedstawia opinie i argumenty związane z omawianymi zagadnieniami biologicznymi.

**Wymaganie szczegółowe**

XVIII. Różnorodność biologiczna, jej zagrożenia i ochrona. Zdający:

- 5) wyjaśnia znaczenie restytucji i reintrodukcji gatunków dla zachowania różnorodności biologicznej [...].

**Zasady oceniania**

2 pkt – za podanie prawidłowego argumentu za ponoszeniem kosztów oraz prawidłowego argumentu przeciw ponoszeniu kosztów ochrony gatunków.

1 pkt – za podanie prawidłowego argumentu za ponoszeniem kosztów albo prawidłowego argumentu przeciw ponoszeniu kosztów ochrony gatunków.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

**Przykładowe rozwiązanie**

1. Każdy gatunek żyjący na Ziemi jest wartością i powinniśmy go chronić, a poza tym może on okazać się cennym źródłem surowców, np. substancji czynnych do produkcji leków.

2. 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.

**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 obcocyfności, 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.: zdający powinien potrafić uzasadnić zarówno ponoszenie kosztów ochrony gatunków, jak i zaniechanie ochrony gatunków, których naturalne środowisko zostało zniszczone nieodwracalnie. 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.*



### 3.

## Informacja o egzaminie maturalnym z biologii dla absolwentów niesłyszących

Informacje o egzaminie maturalnym z biologii przedstawione w rozdziale 1. *Opis egzaminu maturalnego z biologii* dotyczą również egzaminu dla absolwentów niesłyszących. Ponadto, zdający niesłyszący przystępują do egzaminu maturalnego w warunkach i formie dostosowanych do potrzeb wynikających z ich niepełnosprawności.

Dostosowanie warunków przeprowadzenia egzaminu maturalnego dla absolwentów niesłyszących obejmuje m.in. czas trwania egzaminu. Dostosowanie formy egzaminu maturalnego z biologii dla absolwentów niesłyszących polega na przygotowaniu odpowiednich arkuszy, w których uwzględnia się zmianę sposobu formułowania treści niektórych zadań i poleceń. Zmiany te dotyczą zamiany pojedynczych słów, zwrotów lub całych zdań – jeśli mogłyby one być niezrozumiałe lub błędnie zrozumiane przez osoby niesłyszące. Jednak takie zmiany nie mogą wpływać na merytoryczną treść zadania oraz nie mogą dotyczyć terminów typowych dla danej dziedziny wiedzy.

Szczegółowe informacje z tym związane określone są w *Komunikacie dyrektora Centralnej Komisji Egzaminacyjnej w sprawie szczegółowych sposobów dostosowania warunków i form przeprowadzania egzaminu maturalnego w danym roku szkolnym*.

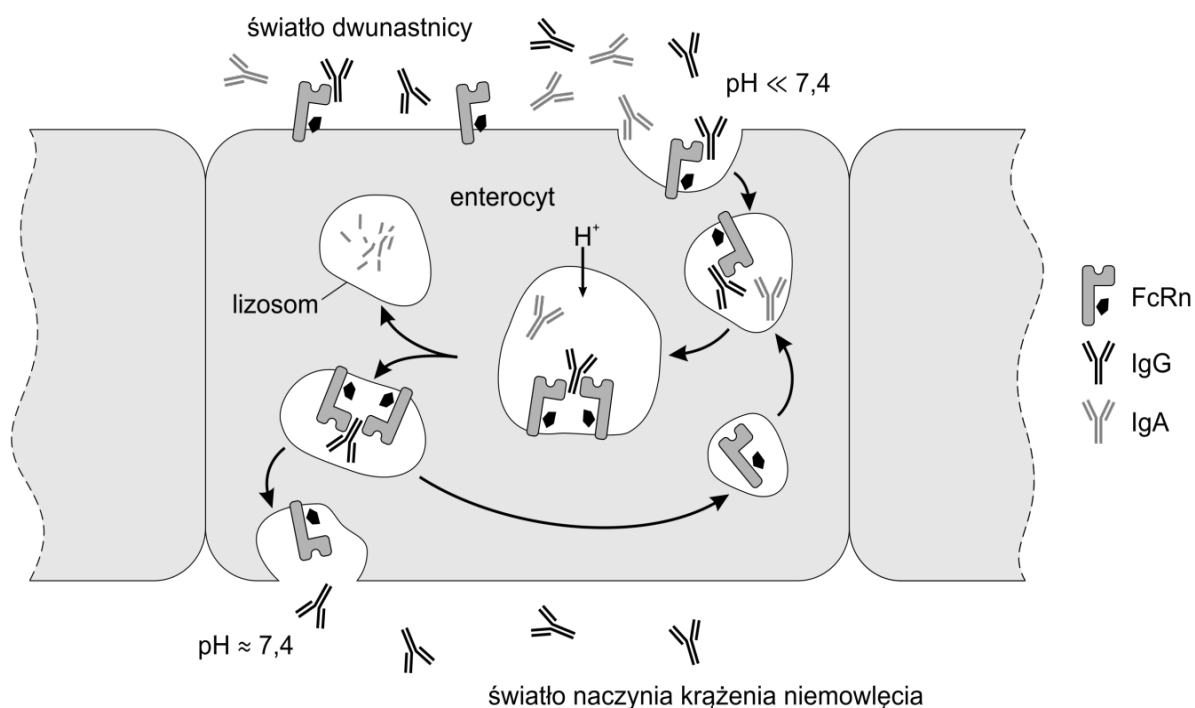
W dalszej części tego rozdziału zostały przedstawione przykładowe zadania, które ilustrują sposób dostosowania niektórych zadań wybranych z rozdziału 2. *Przykładowe zadania z rozwiązaniami*. Zachowano tę samą numerację zadań. Komentarze do zadań pozostawiono w wersji standardowej.

## 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. Przeciwciała klasy IgA też zawarte w mleku matki są wchłaniane w komórkach jelita (enterocytach) 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 enterocyty. Powinowactwo tego białka do przeciwciał jest zależne od pH środowiska. U młodych ssaków treść dwunastnicy i jelita czczego ma kwaśny odczyn. Odczyn ten jest niższy niż fizjologiczne pH krwi. Transport przeciwciał pokazano na schemacie.



Na podstawie: M. Pyzik i inni, *The Architect Behind the Immune and Nonimmune Functions of IgG and Albumin*, „Journal of Immunology” 194, 2015, s. 4595–4603.

## Zadanie 1.1. (0–1)

Wybierz i zaznacz makroelement, który może wejść w skład białka tylko w wyniku modyfikacji potranslacyjnej.

- A. węgiel      B. wodór      C. azot      D. tlen      E. fosfor      F. siarka

**Zasady oceniania**

1 pkt – za zaznaczenie właściwego makroelementu.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

E

**Zadanie 1.2. (0–1)**

Na podstawie przedstawionych we wstępie do zadania 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 wymagań za 1 pkt 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)**

Na podstawie schematu uzupełnij poniższe zdanie tak, aby powstał poprawny opis transportu przeciwciał przez komórkę nabłonka jelita z mleka matki do krwiobiegu niemowlęcia. W każdym nawiasie podkreśl właściwe określenie.

Przeciwciała dostają się z treści jelita niemowlęcia do wnętrza enterocyty na zasadzie (*dyfuzji wspomaganiej / endocytozy*), a następnie wydostają się z enterocyty do krwiobiegu niemowlęcia w procesie (*dyfuzji prostej / egzocytozy*).

**Zasady oceniania**

1 pkt – za podkreślenie właściwych określeń w obu nawiasach.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

### Rozwiązanie

Przeciwciała dostają się z treści jelita niemowlęcia do wnętrza enterocytu na zasadzie (dyfuzji wspomaganej / endocytozy), a następnie wydostają się z enterocytu do krwiobiegu niemowlęcia w procesie (dyfuzji prostej / egzocytozy).

#### Zadanie 1.4. (0–1)

**Wyjaśnij, dlaczego przez barierę jelitową do krwiobiegu niemowlęcia przedostają się tylko 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 wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

#### Przykładowe rozwiązania

- Do krwiobiegu dostają się wyłącznie przeciwciała klasy IgG, ponieważ białko FcRn w warunkach obniżonego pH w endosomach wiąże się tylko 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, która uruchamiana jest przez insulinę.

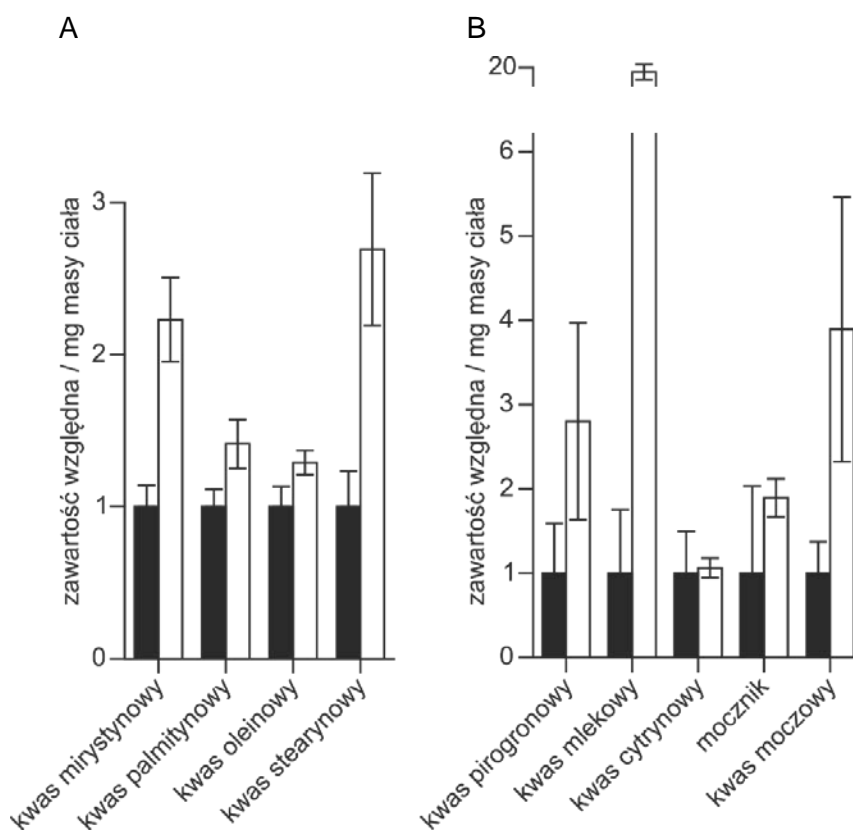
W celu określenia, czy dieta wysokotłuszczowa wpływa na metabolizm węglowodanów, lipidów i białek, przeprowadzono badania na dwóch grupach identycznych genetycznie samic szczepu  $w^{1118}$  wywilżny karłowatej (*Drosophila melanogaster*):

grupa I – osobniki hodowane na pożywkę standardową, wykorzystywanej w laboratoriach do hodowli wywilżny, która zawiera wszystkie niezbędne do normalnego rozwoju składniki odżywcze;

grupa II – osobniki hodowane na pożywkę standardową, do której dodano oleju kokosowego (pożywka o dużej zawartości tłuszczów nasyconych).

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

Na wykresach pokazano 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.

**Informacja do wykresu**

■ pożywka standardowa    □ pożywka o wysokiej zawartości tłuszczów nasyconych

Słupki błędów oznaczają odchylenie standardowe obliczone na podstawie 15 pomiarów.

Na podstawie: E.T. Heinrichsen i inni, *Metabolic and transcriptional response to a high-fat diet in Drosophila melanogaster*, „Molecular Metabolism” 3, 2014, s. 42–54.

**Zadanie 2.1. (0–1)**

Oceń, czy poniższe interpretacje przedstawionych wyników badań są prawidłowe. Zaznacz T (tak), jeśli interpretacja wyników jest prawidłowa, albo N (nie) – jeśli jest nieprawidłowa.

1.	W przypadku diety bogatej w tłuszcze nasycone pomiary zawartości kwasu mlekowego miały większą zmienność niż pomiary zawartości kwasu moczowego.	T	N
2.	Wszystkie wyniki pomiarów względnej zawartości kwasu pirogronowego były mniejsze od czterech.	T	N
3.	Najwyższy wynik pomiaru zawartości kwasu pirogronowego w próbie z pożywką standardową był mniejszy od najwyższego wyniku w próbie z pożywką o wysokiej zawartości tłuszczów nasyconych.	T	N

**Zasady oceniania**

1 pkt – za trzy poprawne odpowiedzi.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

NNN

**Komentarz**

*Rozwiązanie zadania 2.1. wymaga umiejętności odczytywania wyników prostych analiz statystycznych. Wszystkie niezbędne informacje można odczytać z wykresów 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. Zmienność wyników w każdej z grup liczących 15 osobników przedstawiono w postaci słupków błędów – w tym przypadku wyrażają one odchylenie standardowe. Im większe odchylenie standardowe, tym większe zróżnicowanie wyników. Odchylenie standardowe dla pomiarów zawartości kwasu mlekowego jest mniejsze niż dla pomiarów zawartości kwasu moczowego, a więc pierwsza interpretacja wyników jest nieprawidłowa. Słupki błędów w postaci odchylenia standardowego określają przedział, w którym znajdują się typowe wyniki pomiarów, ale część wyników badań zawsze leży dalej od średniej niż jedno odchylenie standardowe. Zatem drugie i trzecie zdanie także stanowią nieprawidłową interpretację przedstawionych wyników badań. Na podstawie słupków błędów można jedynie powiedzieć, że typowe wyniki względnej zawartości kwasu pirogronowego w próbie badawczej mieszczą się w przedziale od 1,5 do 4, ale są też wyniki, które znajdują się poza tym przedziałem.*

**Zadanie 2.2. (0–1)**

Wyjaśnij, dlaczego doświadczenie przeprowadzono na genetycznie identycznych osobnikach tej samej płci *Drosophila melanogaster* – należących do jednego szczepu w<sup>118</sup>.

.....

.....

.....

.....

**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 wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

**Przykładowe rozwiązania**

- Dzięki temu, że muchy były identyczne genetycznie, wyeliminowano wpływ różnych genotypów na metabolizm osobników. Jediną 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 – jest w opisanym doświadczeniu próbą 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 wymagań za 1 pkt albo 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 zdania tak, aby stanowiły poprawną interpretację uzyskanych wyników opisanego doświadczenia. W każdym nawiasie podkreśl właściwe określenie.**

Zaobserwowany u osobników wywilżny karłowatej odżywiających się pokarmem bogatotłuszczowym (*spadek / wzrost*) poziomu kwasu mlekowego świadczy o (*zmniejszeniu / zwiększeniu*) intensywności przemian kwasu pirogronowego w cytozolu ich komórek. Zaobserwowane zaburzenia w metabolizmie kwasu pirogronowego mogą być efektem zwiększonej intensywności (*redukcji / utleniania*) kwasów tłuszczowych, jako że w wyniku tego procesu powstaje acetylokoenzym A, dostarczający grupy acetylowe do cyklu Krebsa.

**Zasady oceniania**

1 pkt – za podkreślenie właściwych określeń we wszystkich nawiasach.  
 0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

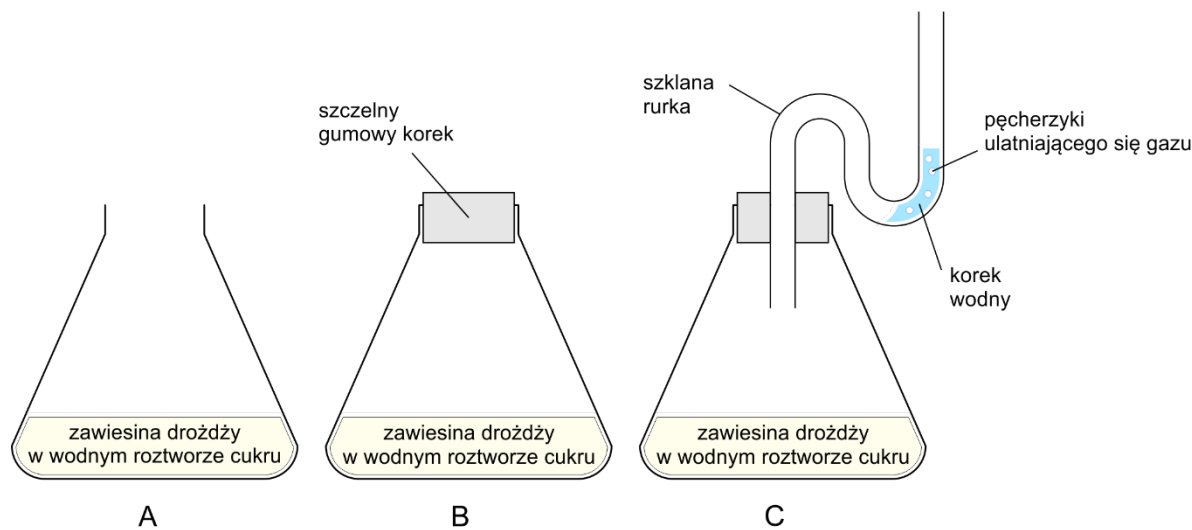
**Rozwiązanie**

Zaobserwowany u osobników wywilżny karłowatej odżywiających się pokarmem bogatotłuszczowym (*spadek / wzrost*) poziomu kwasu mlekowego świadczy o (*zmniejszeniu / zwiększeniu*) intensywności przemian kwasu pirogronowego w cytozolu ich komórek. Zaobserwowane zaburzenia w metabolizmie kwasu pirogronowego mogą być efektem zwiększonej intensywności (*redukcji / utleniania*) kwasów tłuszczowych, jako że w wyniku tego procesu powstaje acetylokoenzym A, przenoszący grupy acetylowe do cyklu Krebsa.

**RÓŻNORODNOŚĆ I FUNKCJONOWANIE ORGANIZMÓW**

**Zadanie 5. (0–3)**

W celu wykazania, czy intensywność fermentacji alkoholowej przeprowadzanej przez drożdże piekarnicze zależy od warunków środowiskowych, uczniowie przygotowali trzy różne zestawy doświadczalne (A–C). Zestawy te pokazano na rysunku. W skład każdego z nich wchodziła kolba wypełniona zawiesiną drożdży w wodnym roztworze cukru (glukozy). Inny był sposób zamknięcia naczynia lub kolba pozostała otwarta. 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 zestawie – z największą. Odpowiedź uzasadnij, odwołując się do warunków, które były 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 wymagań za 1 pkt 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.

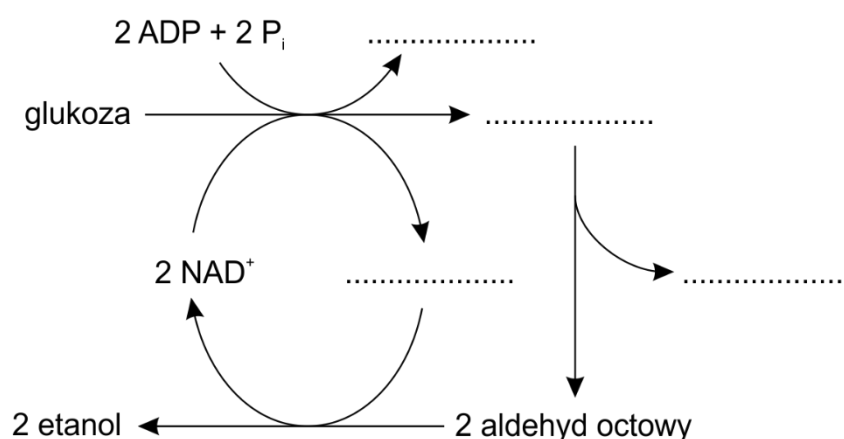
2. Fermentacja zachodziła z największą intensywnością w zestawie **C**, ponieważ:

- 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 schemat reakcji fermentacji alkoholowej – wybierz właściwe związki chemiczne z wymienionych poniżej i wpisz je w odpowiednie miejsca.

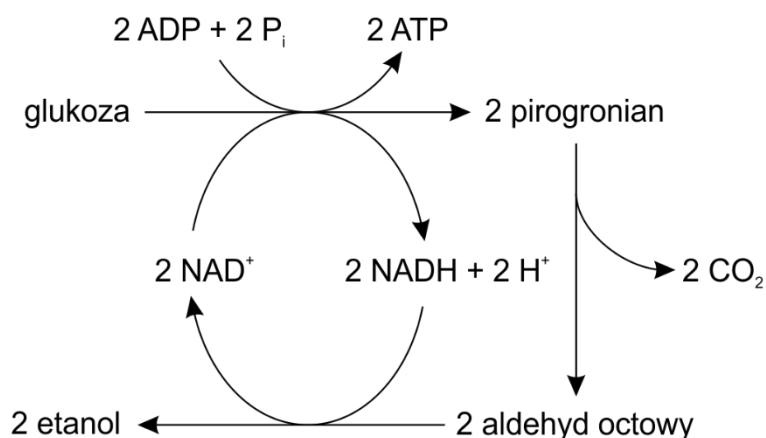
2 pirogronian      2 dwutlenek węgla      2 NADH + 2H<sup>+</sup>      2 ATP

**Zasady oceniania**

1 pkt – za prawidłowe uzupełnienie wszystkich luk na schemacie.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

## Rozwiązanie



### Komentarz

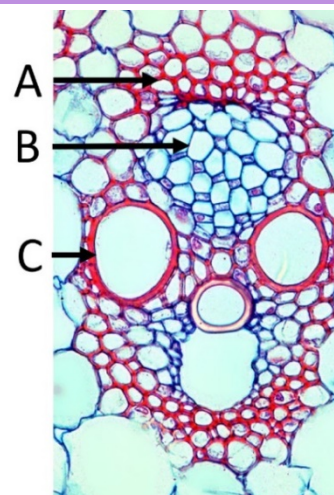
W warunkach tlenowych komórki eukariotyczne przeprowadzają syntezę ATP głównie w procesie fosforylacji oksydacyjnej, zachodzącej w mitochondriach. Drożdże z rodzaju *Saccharomyces* w warunkach tlenowych przeprowadzają także fermentację alkoholową. Uważa się, że cecha ta umożliwia komórkom drożdży skuteczniejszą 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 przedostawał 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.

**Zadanie 7. (0–4)**

Safranina i zieleni świetlista wybarwiają związki budulcowe ścian komórkowych roślin na różne kolory. Jednoczesne użycie obu barwników pomaga ocenić stopień zdrewnienia ścian komórkowych różnych tkanek.

Na zdjęciu 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.



Na podstawie: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f6/Zea1\\_Dutch\\_txt.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f6/Zea1_Dutch_txt.jpg)

**Zadanie 7.1. (0–2)**

Do oznaczeń literowych A–C na zdjęciu przyporządkuj z 1.–4. odpowiednie nazwy elementów tkanek budujących tę wiązkę.

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 wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

- A. – 4.  
 B. – 2.  
 C. – 1.

*Uwaga:*

*Uznawane jest wpisanie nazw elementów tkanek.*



### Zadanie 7.2. (0–1)

Uzupełnij zdanie tak, aby powstał poprawny opis budowy elementów wiązki przewodzącej. W każdym nawiasie podkreśl właściwe określenie.

Człony rurek sitowych można rozpoznać po tym, że ich ściany komórkowe są znacznie (*cieńsze / grubsze*) od ścian członów naczyń oraz od komórek (*sklerenchymy / miękiszu*), a ponadto (*towarzyszą / nie towarzyszą*) im komórki przyrurkowe.

#### Zasady oceniania

1 pkt – za podkreślenie właściwych określeń we wszystkich nawiasach.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

#### Rozwiązanie

Człony rurek sitowych można rozpoznać po tym, że ich ściany komórkowe są znacznie (cieńsze / grubsze) od ścian naczyń oraz od komórek (sklerenchymy / miękiszu), a ponadto (towarzyszą / nie towarzyszą) im komórki przyrurkowe.

### Zadanie 7.3. (0–1)

Dokończ zdanie. Zaznacz odpowiedź A albo B oraz jej uzasadnienie 1., 2. albo 3.

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

A.	czerwony,	ponieważ ligniną są wysycone ściany komórek	1.	członów naczyń i sklerenchymy.
			2.	rurek sitowych i miękiszu.
B.	niebieskozielony,		3.	członów naczyń i rurek sitowych

#### Zasady oceniania

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

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

#### Rozwiązanie

A1

#### Komentarz

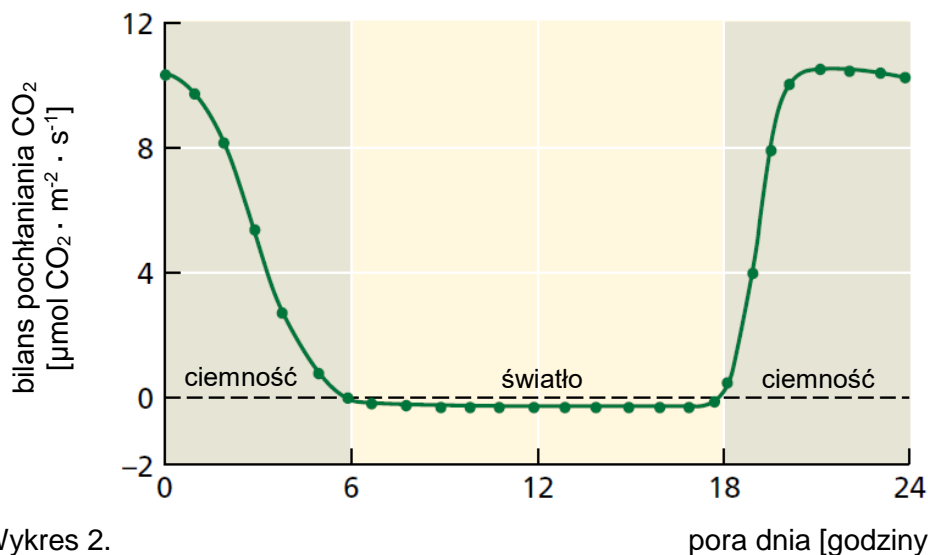
W wiązce zadań wykorzystano kolor jako informację o składzie ściany komórkowej. Słowny opis barwienia podano także w tekście, aby umożliwić prawidłowe rozwiązanie osobom nierozróżniającym barw. Wykonując zadanie 7.1., zdający jedynie rozpoznaje przedstawione na zdjęciu tkanki roślinne. Co ważne, dokonuje 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)

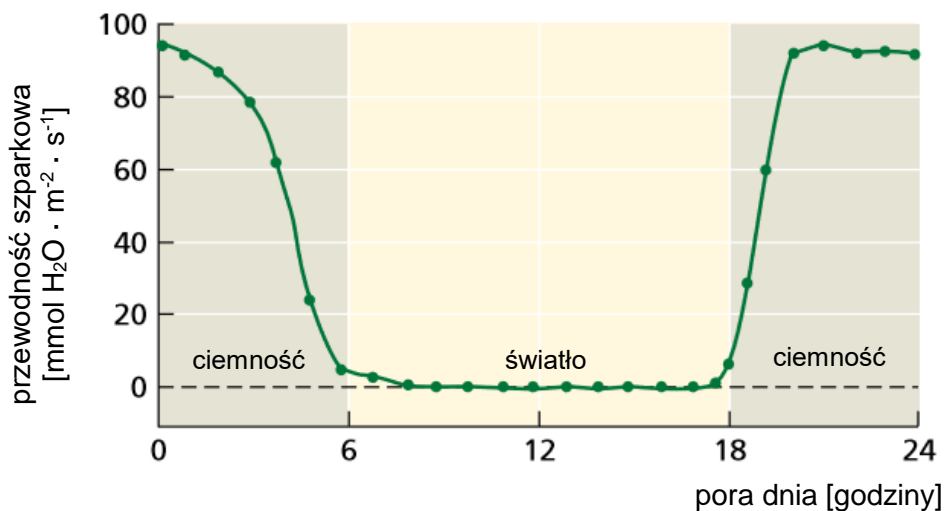
Pobrany przez opuncję figową (*Opuntia ficus-indica*) dwutlenek węgla jest wstępnie wiązany do kwasu fosfoenolopirogronowego (PEP) i magazynowany w postaci czterowęglowego jabłczanu w wakuolach komórek miększu asymilacyjnego. Gdy w tych komórkach możliwe jest wytworzenie siły asymilacyjnej, jabłczan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

Na wykresie 1. pokazano bilans pochłaniania CO<sub>2</sub> u opuncji figowej (*Opuntia ficus-indica*), który jest różnicą między pochłanianiem CO<sub>2</sub> z atmosfery a jego wydzielaniem. Na wykresie 2. pokazano przewodność szparkową, która wyraża natężenie transpiracji poprzez aparaty szparkowe u opuncji figowej. Obserwację prowadzono przez 24 godziny, w czasie której roślina była zarówno wystawiona na działanie światła, jak i przetrzymywana w ciemności.

Wykres 1.



Wykres 2.



Na podstawie: L. Taiz, E. Zeiger, *Plant Physiology*, Sunderland 2006, s. 187.

**Zadanie 8.1. (0–1)**

**Dokończ zdanie. Zaznacz odpowiedź A albo B oraz jej uzasadnienie 1., 2. albo 3.**

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

<b>A.</b>	C4,	ponieważ	<b>1.</b>	wtórny produkt wiązania CO <sub>2</sub> w chloroplastach jest związek czterowęglowy.
			<b>2.</b>	u tej rośliny wstępne wiązanie CO <sub>2</sub> zachodzi w nocy, a wiązanie CO <sub>2</sub> w cyklu Calvina-Bensona – w dzień.
<b>B.</b>	CAM,		<b>3.</b>	u tej rośliny pierwotne i wtórne wiązanie CO <sub>2</sub> jest rozdzielone przestrzennie – zachodzi w różnych typach komórek.

**Zasady oceniania**

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

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

B2

**Zadanie 8.2. (0–1)**

**Oceń, czy informacje w tabeli dotyczące opuncji figowej są prawdziwe. Zaznacz P, jeśli informacja jest prawdziwa, albo F – jeśli jest fałszywa.**

<b>1.</b>	W nocy, gdy aparaty szparkowe pozostają otwarte, utrata CO <sub>2</sub> pochodzącego z mitochondrialnych procesów oddychania przewyższa ilość pochłanianego CO <sub>2</sub> .	<b>P</b>	<b>F</b>
<b>2.</b>	Zamknięte w ciągu dnia aparaty szparkowe ograniczają utratę wody na drodze transpiracji, dzięki czemu możliwe staje się prowadzenie oszczędnej gospodarki wodnej.	<b>P</b>	<b>F</b>
<b>3.</b>	Zamknięcie aparatów szparkowych w ciągu dnia w dużym stopniu ogranicza utratę odłączonego od kwasu jabłkowego CO <sub>2</sub> do atmosfery.	<b>P</b>	<b>F</b>

**Zasady oceniania**

1 pkt – za trzy poprawne odpowiedzi.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

FPP

## GENETYKA I EWOLUCJA

**Zadanie 13. (0–4)**

Umaszczenie świń rasy *duroc* jest warunkowane przez dwie pary alleli genów autosomalnych (**B** i **b** oraz **D** 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. Umaszczenie piaskowe mają osobniki, w których genotypie występują dwa allele recesywne tylko jednego z genów warunkujących umaszczenie.

Na podstawie: B. Kosowska, *Genetyka ogólna i weterynaryjna*, Wrocław 2010, s. 25.

**Zadanie 13.1. (0–1)**

**Zapisz genotypy pary świń rasy *duroc* – piaskowej samicy i piaskowego samca, których potomstwo zawsze będzie ciemnorude. Użyj oznaczeń alleli genów odpowiedzialnych za umaszczenie podanych w tekście.**

Genotyp samicy: ..... Genotyp samca: .....

**Zasady oceniania**

1 pkt – za poprawne zapisanie obu genotypów warunkujących umaszczenie piaskowe.  
0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

Genotyp samicy: **BBdd / ddBB** Genotyp samca: **bbDD / DDbb**

lub

Genotyp samicy: **bbDD / DDbb** Genotyp samca: **BBdd / ddBB**

**Zadanie 13.2. (0–3)**

**Określ prawdopodobieństwo, że kolejny potomek ciemnorudej samicy i białego samca, których potomstwem są 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 lub jego brak.

1 pkt – za poprawne zapisanie jedynie genotypów rodziców.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt 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  $\frac{1}{4}$ , więc prawdopodobieństwo, że powstanie jeden lub drugi genotyp, wynosi  $\frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{1}{2}$ .

*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**

♀				
♂	BD	Bd	bD	bd
bd	<b>BbDd</b>	<b><u>Bbdd</u></b>	<b><u>bbDd</u></b>	<b>bbdd</b>

Prawdopodobieństwo wynosi: 50% /  $\frac{1}{2}$  / 0,5.

**Zadanie 14. (0–6)**

Współcześnie stosuje się dwie podstawowe metody wykrywania zakażeń HIV. Rutynowe badanie polega na wykrywaniu przeciwciał anti-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 anti-HIV. Z tego powodu lekarz zlecił dodatkowe badanie z wykorzystaniem metody PCR, którego wyniki podsumowano w poniższej tabeli.

	Próba		
	badawcza	kontrolna pozytywna	kontrolna negatywna
<b>Pacjent 1.</b>	–	+	–
<b>Pacjent 2.</b>	+	+	+
<b>Pacjent 3.</b>	+	+	–

Na podstawie: GenBank sekwencja nr KR861191.1;

M. Fearon, *The Laboratory Diagnosis of HIV Infections*, „Can J Dis Med Microbiol” 16, 2005, s. 26–30;  
D.S Boyle i inni, *Rapid Detection of HIV-1 Proviral DNA for Early Infant Diagnosis Using Recombinase Polymerase Amplification*, „mBio” 4, 2013, e00135–13;

S. Koblavi-Dème i inni, *Sensitivity and Specificity of Human Immunodeficiency Virus Rapid Serologic Assays and Testing Algorithms in an Antenatal Clinic in Abidjan, Ivory Coast*, „J Clin Microbiol” 39, 2001, s. 1808–1812.

**Zadanie 14.1. (0–2)**

Zaprojektuj doświadczenie PCR, które będzie wykrywało DNA HIV wbudowane w genom gospodarza. Dla każdej z prób – badawczej, kontrolnej pozytywnej i kontrolnej negatywnej – wybierz wszystkie właściwe składniki mieszaniny reakcyjnej. Wpisz w tabelę znak „+”, jeśli składnik należy dodać do próby, albo znak „–”, jeśli ten składnik należy pominąć.

	Próba		
	badawcza	kontrolna pozytywna	kontrolna negatywna
DNA genomowy wyizolowany od pacjenta			
DNA genomowy wyizolowany z linii komórkowej zakażonej HIV			
para specyficznych starterów			
bufor zapewniający optymalne pH i stężenie jonów Mg <sup>2+</sup>			
termostabilna polimeraza DNA			
mieszanina deoksyrybonukleotydów			

### Zasady oceniania

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

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

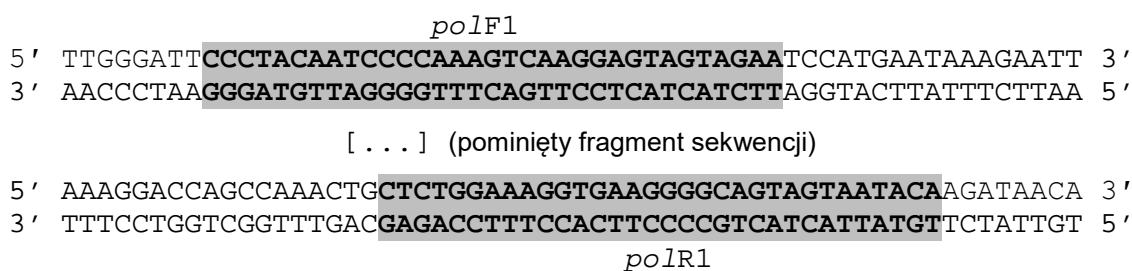
0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

### Rozwiązanie

	Próba		
	badawcza	kontrolna pozytywna	kontrolna negatywna
DNA genomowy wyizolowany od pacjenta	+	-	-
DNA genomowy wyizolowany z linii komórkowej zakażonej HIV	-	+	-
para specyficznych starterów	+	+	+
bufor zapewniający optymalne pH i stężenie jonów Mg <sup>2+</sup>	+	+	+
termostabilna polimeraza DNA	+	+	+
mieszanina deoksyrybonukleotydów	+	+	+

### Zadanie 14.2. (0–1)

Wybierz z A–D i zaznacz prawidłowe sekwencje starterów *poF1* i *poR1*, wykorzystywanych w teście diagnostycznym HIV, które przyłączają się do zaznaczonych na schemacie fragmentów sekwencji genu odwrotnej transkryptazy wirusa HIV, wbudowanej w genom gospodarza.



- A. *poF1* 5' CCCTACAATCCCCAAAGTCAAGGAGTAGTAGAA 3'  
*poR1* 5' CTCTGGAAAGGTGAAGGGCAGTAGTAATACA 3'
- B. *poF1* 5' TTCTACTACTCCTTGACTTTGGGGATTGTAGGG 3'  
*poR1* 5' TGTATTACTACTGCCCTTTCACCTTCCAGAG 3'
- C. *poF1* 5' CCCTACAATCCCCAAAGTCAAGGAGTAGTAGAA 3'  
*poR1* 5' TGTATTACTACTGCCCTTTCACCTTCCAGAG 3'
- D. *poF1* 5' TTCTACTACTCCTTGACTTTGGGGATTGTAGGG 3'  
*poR1* 5' CTCTGGAAAGGTGAAGGGCAGTAGTAATACA 3'

**Zasady oceniania**

1 pkt – za zaznaczenie właściwej pary sekwencji.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

C

**Zadanie 14.3. (0–1)**

Oceń, czy przedstawione w tabeli interpretacje wyników badań trojga pacjentów są prawidłowe. Zaznacz 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.	T	N
2.	Wyniki testu PCR dla pacjenta 2. są niewiarygodne ze względu na dodatni wynik w próbie kontrolnej negatywnej – należy powtórzyć badanie.	T	N
3.	Dodatkowe badanie techniką PCR potwierdziło podejrzenie, że pacjent 3. jest zakażony HIV.	T	N

**Zasady oceniania**

1 pkt – za trzy poprawne odpowiedzi.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

TTT

**Zadanie 14.4. (0–1)**

Wyjaśnij, dlaczego testy wykrywające przeciwciała anty-HIV nie nadają się do diagnostyki zakażeń HIV u noworodków i niemowląt urodzonych przez matki, które są 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 wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.



**Przykładowe rozwiązania**

- Zakażona matka wytwarza przeciwciała anti-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 anti-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 14.5. (0–1)**

Oceń, czy wymienione w tabeli osoby znajdują się w grupie zwiększonego ryzyka zakażenia HIV. Zaznacz T (tak), jeśli są w grupie ryzyka, albo N (nie) – jeśli nie są w grupie ryzyka.

1.	Osoby przebywające w jednym pomieszczeniu z osobami zakażonymi HIV, np. w pracy lub szkole.	T	N
2.	Osoby narażone na częste ukąszenia komarów i innych owadów odżywiających się krwią.	T	N
3.	Sąsiedzi osób zakażonych HIV, mieszkający w tym samym domu wielorodzinnym.	T	N

**Zasady oceniania**

1 pkt – za trzy poprawne odpowiedzi.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

NNN

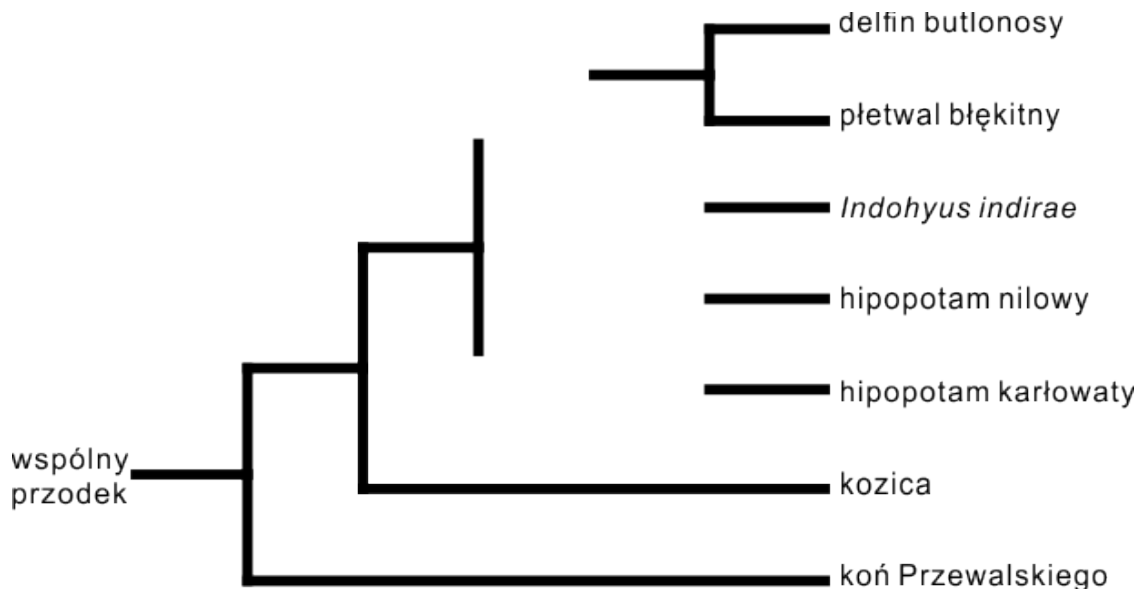
**Zadanie 16. (0–2)**

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. W latach 70. ubiegłego wieku odkryto skamieniałość wymarłego ssaka *Indohyus indirae*, którego czaszka zawierała struktury występujące współcześnie jedynie u waleni. Jego szkielet pozaczaszkowy wskazywał na pokrewieństwo z parzystokopytnymi. Ten ssak prawdopodobnie prowadził wodno-lądowy tryb życia.

Badania molekularne potwierdziły, że walenie wywodzą się z parzystokopytnych. Najbliższymi żyjącymi krewnymi waleni są przedstawiciele monofiletycznej rodziny hipopotamowatych – hipopotamy nilowy i karłowaty. Dalszymi ich krewnymi są inne parzystokopytne, np. kozica, a jeszcze dalszymi – ssaki nieparzystokopytne, np. koń Przewalskiego.

**Zadanie 16.1. (0–1)**

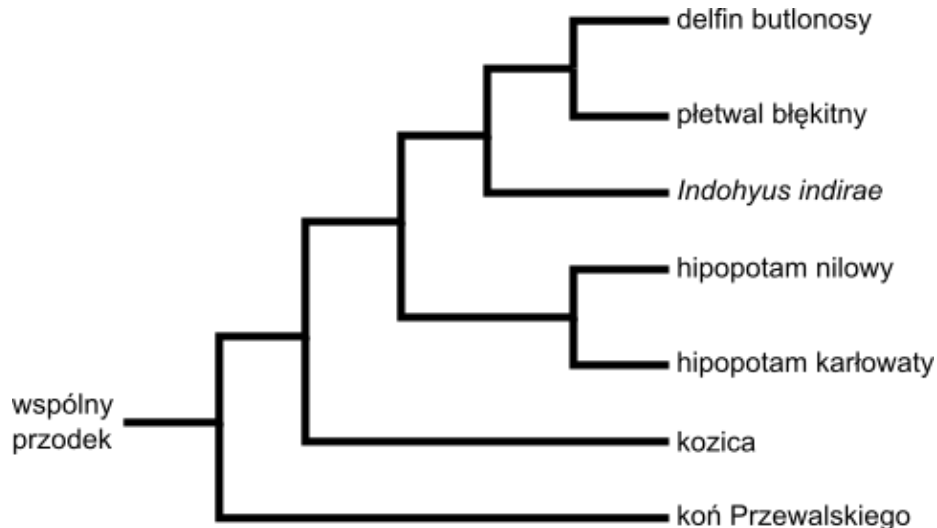
Na podstawie tekstu określ pokrewieństwo ewolucyjne między wymienionymi zwierzętami – narysuj brakujące gałęzie drzewa filogenetycznego tak, aby drzewo w poprawny sposób pokazywało to pokrewieństwo.



**Zasady oceniania**

1 pkt – za poprawne narysowanie drzewa filogenetycznego.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie****Zadanie 16.2. (0–1)**

Z odpowiedzi A–D wybierz i zaznacz cechę, która występuje u wszystkich ssaków i tylko 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 wymagań za 1 pkt 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 – należy zatem połączyć obie gałęzie prowadzące do hipopotamów. 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.

## BIOLOGIA ŚRODOWISKA

### Zadanie 21. (0–5)

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 km<sup>2</sup> – 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. Zagrożają 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% załączków powstałych w wyniku samozapylenia jest zdolnych do rozwoju w nasiona, które mogą kiełkować. Ten gatunek można rozmnażać wegetatywnie.

W 1980 roku odkryto pięć drzew *T. ebenus* – gatunku, który uważano za wymarły. Tereny, na których dawniej rosły te endemity, są obecnie pokryte zaroślami składającymi się z gatunków obcych, jak dziczące drzewa mangowe i oliwki.

Na podstawie: <http://brahmsonline.kew.org/Helena>; Autor: Phil Lambdon

**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 oraz (3) reintrodukcję.

1 pkt – za odpowiedź niepełną, uwzględniającą (1) tylko samopłonność, (2) tylko eliminację konkurentów i roślinożerców albo (3) tylko reintrodukcję.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

**Przykładowe rozwiązania pełne (2 pkt)**

- Aby ochronić *Commidendrum rotundifolium*, należy rozmnażać go zarówno wegetatywnie z uwagi na samopłonność, jak i generatywnie, a następnie sadzić je 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 rozwiązania niepełne (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.

**Uwagi:**

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 stwierdzenia w tabeli są prawdziwe. Zaznacz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	Dużym zagrożeniem dla endemitów Wyspy Świętej Heleny są konkurujące z nimi rośliny obcego pochodzenia.	P	F
2.	Populacje <i>Commidendrum rotundifolium</i> , <i>C. robustum</i> i <i>Trochetiopsis ebenus</i> charakteryzują się bardzo niską różnorodnością genetyczną.	P	F
3.	Endemity Wyspy Świętej Heleny powstały drogą ewolucji dzięki izolacji geograficznej tej wyspy od kontynentu afrykańskiego.	P	F

**Zasady oceniania**

1 pkt – za trzy poprawne odpowiedzi.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

PPP

**Zadanie 21.3. (0–2)**

Ratowanie ginących endemicznych gatunków jest często kosztowne, a w wielu przypadkach – mało skuteczne. Szczególnie wtedy, gdy ich pierwotne siedliska, zajmujące niewielki obszar, zostały silnie przekształcone przez człowieka, np. zajęte pod uprawy.

**Czy warto ponosić koszty ochrony gatunków, których naturalne środowisko zostało już zniszczone nieodwracalnie? Podaj po jednym argumentie:**

1. za ponoszeniem tych kosztów. ....

.....

2. przeciwko ponoszeniu tych kosztów. ....

.....

**Zasady oceniania**

2 pkt – za podanie prawidłowego argumentu za ponoszeniem kosztów oraz prawidłowego argumentu przeciw ponoszeniu kosztów ochrony gatunków.

1 pkt – za podanie prawidłowego argumentu za ponoszeniem kosztów albo prawidłowego argumentu przeciw ponoszeniu kosztów ochrony gatunków.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań za 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

**Przykładowe rozwiązania**

1. Każdy gatunek żyjący na Ziemi jest wartością i powinniśmy go chronić, a poza tym może on okazać się cennym źródłem surowców, np. substancji czynnych do produkcji leków.

2. 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.

## **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.: zdający powinien potrafić uzasadnić zarówno ponoszenie kosztów ochrony gatunków, jak i zaniechanie ochrony gatunków, których naturalne środowisko zostało zniszczone nieodwracalnie. 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.*





## Uchwała Rady Głównej Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz Konferencji Rektorów Akademickich Szkół Polskich o informatorach maturalnych od 2023 roku



Rada Główna  
Nauki i Szkolnictwa Wyższego



### Uchwała Rady Głównej Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz Konferencji Rektorów Akademickich Szkół Polskich z dnia 19 listopada 2020 r. w sprawie informatorów o egzaminie maturalnym od roku 2022/2023

Rada Główna Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz Konferencja Rektorów Akademickich Szkół Polskich systematycznie i z uwagą obserwują egzamin maturalny, który stanowi podstawowe źródło informacji o poziomie przygotowania kandydatów na studia w polskich uczelniach. W zgodnej opinii obu instytucji przedstawicielskich środowiska akademickiego polski system egzaminacyjny dostarcza w tym zakresie w pełni wiarygodnych i opracowanych na czas danych. Zaufanie do tego systemu przekonująco potwierdziła KRASP wiosną tego roku, deklarując wolę odłożenia rekrutacji do szkół wyższych do czasu, gdy będzie możliwe bezpieczne przeprowadzenie egzaminu maturalnego w roku pandemii.

Drugim, bardzo istotnym zadaniem, które konsekwentnie realizuje polski system egzaminacyjny jest wskazywanie za pomocą publikowanych materiałów kierunku rozwoju kształcenia w poszczególnych przedmiotach w stronę umiejętności złożonych, niezbędnych zarówno na studiach, jak i – w coraz większym stopniu – w życiu codziennym.

Ważną rolę w tym procesie odgrywają informatory o egzaminie maturalnym. Z jednej strony wydobywają oraz ilustrują za pomocą zadań najważniejsze wymagania podstawy programowej kształcenia ogólnego. Z drugiej strony, wiarygodnie informują kolejne pokolenia maturzystów o strukturze egzaminu maturalnego oraz o sposobie oceniania ich prac. W naszej opinii, przedłożone do zaopiniowania informatory dobrze realizują te cele.

Środowisko akademickie docenia starania systemu egzaminacyjnego o to, by systematycznie doskonalić swoją pracę i deklaruje dalsze wsparcie merytoryczne tych działań.

prof. dr hab. Zbigniew Marciniak  
Przewodniczący Rady Głównej  
Nauki i Szkolnictwa Wyższego

prof. dr hab. Inż. Arkadiusz Mężyk  
Przewodniczący Konferencji Rektorów  
Akademickich Szkół Polskich

**Z opinii Recenzentów:**

Przedstawiony mi do recenzji informator jest doskonałym opracowaniem. [...] Najobszerniejszą część informatora, co zrozumiałe, stanowią przykładowe zadania wraz z rozwiązaniami. Problematyką obejmują one ważne i najintensywniej rozwijające się obszary współczesnej biologii. Dzięki temu tematyka tych zadań jest żywa, odpowiada realiom, z jakimi stykają się zdający, którzy są faktycznie zainteresowani przyrodą [...]. Do stworzenia dużej liczby zadań przedstawionych w informatorze wykorzystano oryginalne prace naukowe – czyli prezentujące wyniki uzyskiwane przez uczonych podczas realizacji autorskich projektów. [...] A za fenomenalne uważam takie przystosowanie materiałów źródłowych, które wymaga od ucznia pełnego wykorzystania ich treści, na wzór specjalistów, do których adresowane są te publikacje naukowe. [...] Można zatem śmiało uznać, że oceniany informator to doskonałe narzędzie, które będzie cenne zarówno dla zdających, jak również wyznaczy nowe, lepsze wzory dla nauczycieli oraz egzaminatorów, i którego poziom spełnia najwyższe standardy światowe. Ponadto, moje wielkie uznanie budzi wyważenie między zadaniami, których treść stanowi nauka podstawowa i ta obejmująca zagadnienia z pogranicza biologii stosowanej i medycyny [...]. Reasumując uważam, że oceniany informator jest bardzo dobrym opracowaniem i doskonale spełni cele, do których został przygotowany – do podtrzymania wysokich standardów nauczania biologii w Polsce.

**dr hab. Piotr Bębas**

Przedstawiony do recenzji informator składa się z części ogólnej [...], a także z zestawu przykładowych zadań z rozwiązaniami i komentarzami. To właśnie te zadania stanowią o największej wartości Informatora. W znakomitej większości ilustrują typ zadań, który może sprawić największą trudność zdającym i nauczycielom – zadania problemowe oparte na interpretacji wyników doświadczeń i obserwacji oraz na projektowaniu badań naukowych. [...] Gorąco rekomenduję Informator i pozostaje mi tylko życzyć sobie, by tego typu zadania stanowiły główny zrąb edukacji biologicznej w naszym szkolnictwie.

**prof. dr hab. Paweł Golik**

*Informator* stanowić może ważną pomoc dydaktyczną – źródło pytań, które także wskazują na kluczowe elementy wybranych zagadnień; mogą zostać użyte w celu pogłębienia lub sprawdzenia wiedzy uczniów. Pod tym względem szczególnie cenne są liczne i obszerne *komentarze* umieszczone obok części *rozwiązań*. [...] Jako cenny element *Informatora* należy także uznać ukazanie praktycznego zastosowania i obecności zagadnień biologicznych w codziennym życiu.

**dr hab. Robert K. Filipkowski**

