KURS

„ BIOLOGIA POD KLUCZ"

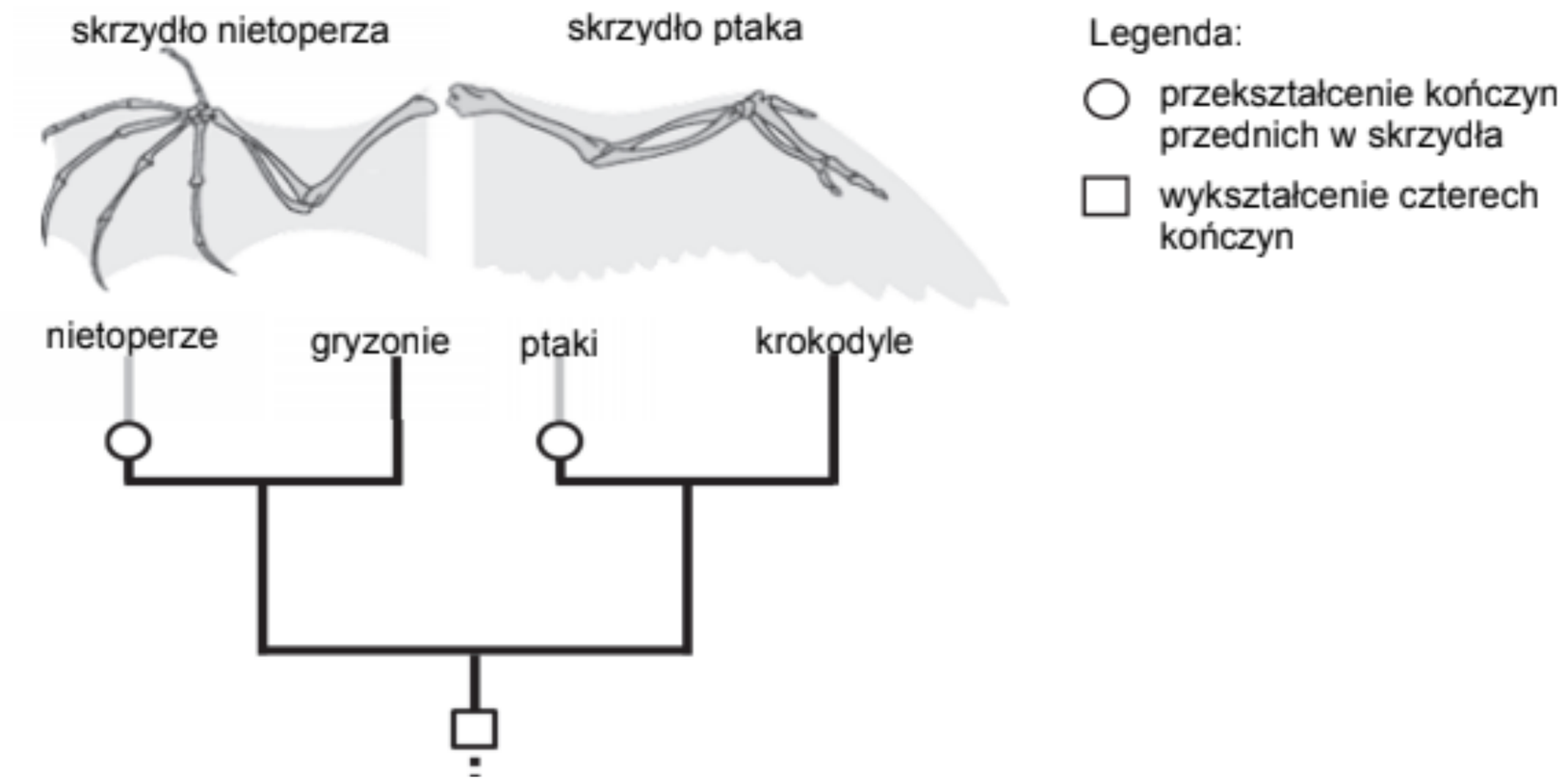
EWOLUCJONIZM

Prezentacja jest chroniona prawnie przed kopiowaniem bez pisemnej zgody autora i stanowi „utwór" i w myśl Ustawy z dnia 4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych (Dz. U. z 1994 r., Nr 24, poz. 83 z późn. zm.).

ZADANIE 1.

Zadanie 1. (0-2)

Poniżej przedstawiono szkielet skrzydła nietoperza i szkielet skrzydła ptaka oraz uproszczone drzewo filogenetyczne kręgowców lądowych.



ZADANIE 1.

Na podstawie informacji przedstawionych na schemacie uzupełnij poniższe zdania tak, aby powstał poprawny opis wymienionych narządów. Podkreśl w każdym nawiasie właściwe określenie.

1. Szkielet skrzydła ptaka i szkielet skrzydła nietoperza są (***homologiczne*** / *analogiczne*), ponieważ mają (***wspólne*** / *różne*) pochodzenie oraz plan budowy.

2. Powierzchnie nośne umożliwiające aktywny lot ptaka i nietoperza są (*homologiczne* / ***analogiczne***), ponieważ powstały (***niezależnie*** / *tylko raz*) w toku ewolucji.

ZADANIE 2.



Zadanie 2.

Przypadkowe zmiany częstości występowania alleli w puli genowej małych, izolowanych populacji określa się mianem dryfu genetycznego. Jedną z postaci dryfu genetycznego jest tzw. efekt wąskiego gardła. Może być on spowodowany przez nagłe, znaczne zmiany w środowisku, np. pożar, czy powódź, które mogą doprowadzić do drastycznego zmniejszenia liczebności populacji danego gatunku.

Zadanie 2.1. (0-1)

Wyjaśnij, w jaki sposób efekt wąskiego gardła może spowodować zmianę częstości występowania alleli w danej populacji w stosunku do populacji wyjściowej.

1 p. – za poprawne wyjaśnienie odnoszące się do – spowodowanej losowo – innej częstości określonych alleli w populacji osobników, które przetrwały.

- W niewielkiej populacji utworzonej z osobników, które przetrwały, pewne allele mogą nie występować, a inne – mieć częstość znacznie większą niż w populacji wyjściowej. Kiedy osobniki te będą się rozmnażać, częstość tych alleli będzie jeszcze się zmieniać.

ZADANIE 2.



- Przy silnym spadku liczebności populacji mogą nie przeżyć osobniki zawierające określone allele, które tym samym nie będą występować w populacji potomnej.
- Jeśli przeżyje tylko niewielka grupa osobników, to mogą u nich nie występować allele, które były rzadkie w populacji wyjściowej.
- W małej liczebnie populacji nasilają się losowe wahania częstości alleli z pokolenia na pokolenie, co może skutkować utratą niektórych alleli.
- Efekt wąskiego gardła, spowodowany nagłym, drastycznym spadkiem liczebności populacji, może doprowadzić do wystąpienia przypadkowych zmian częstości alleli z powodu ograniczenia puli genowej w danej populacji w stosunku do populacji wyjściowej.

ZADANIE 2.



Zadanie 2.2. (0-2)

Oceń, czy poniższe informacje dotyczące dryfu genetycznego są prawdziwe. Zaznacz P, jeśli informacja jest prawdziwa, albo F – jeśli jest fałszywa.

1.	Efekt dryfu genetycznego zależy od liczebności populacji – w populacjach o większej liczebności jest większy.	**P**	**F**
2.	W wyniku dryfu genetycznego może dojść do zwiększenia częstości jednych alleli w populacji i do zmniejszenia częstości innych.	**P**	**F**
3.	Dryf genetyczny może spowodować utrwalenie się alleli niekorzystnych, zmniejszających dostosowanie do środowiska.	**P**	**F**

ZADANIE 3.

Zadanie 3. (0-2)

Człowiek należy do ssaków naczelnych. Poniżej przedstawiono cechy charakterystyczne dla większości ssaków z tego rzędu:

1. dobrze rozwinięty mózg, a zwłaszcza półkule kresomózgowia z korą mózgową;
2. palce zakończone paznokciami;
3. stopa z przeciwstawnym paluchem;
4. dłoń z przeciwstawnym kciukiem;
5. bogato unerwione opuszki palców;
6. oczy osadzone w przedniej części głowy;
7. umiejętność rozróżniania barw.

Spośród wymienionych cech wybierz i wpisz w wyznaczone miejsce oznaczenie cyfrowe tej cechy, która:

a) umożliwia widzenie stereoskopowe: 6

b) jest charakterystyczna dla większości naczelnych, ale nie występuje u człowieka: 3

ZADANIE 4.

Zadanie 4. (0-1)

Określ, jakie znaczenie adaptacyjne miało w toku ewolucji pojawienie się u naczelnych linii papilarnych na wewnętrznych powierzchniach dłoni i stóp.

1 p. – za prawidłowe określenie adaptacyjnego znaczenia pojawienia się linii papilarnych na wewnętrznych powierzchniach dłoni i stóp u naczelnych odnoszące się do zwiększenia przyczepności do podłoża chwytnych dłoni i stóp.

- Dłonie i stopy niektórych naczelnych pełnią funkcje chwytną. Pojawienie się w toku ewolucji na wewnętrznych powierzchniach linii papilarnych zwiększa ich przyczepność do podłoża i ułatwia chwytanie przedmiotów / życie nadrzewne.
- Pojawienie się linii papilarnych na wewnętrznych powierzchniach dłoni i stóp u naczelnych zwiększyło tarcie, co ułatwiło chwytanie przedmiotów lub poruszanie po podłożu / w koronach drzew.

ZADANIE 5.

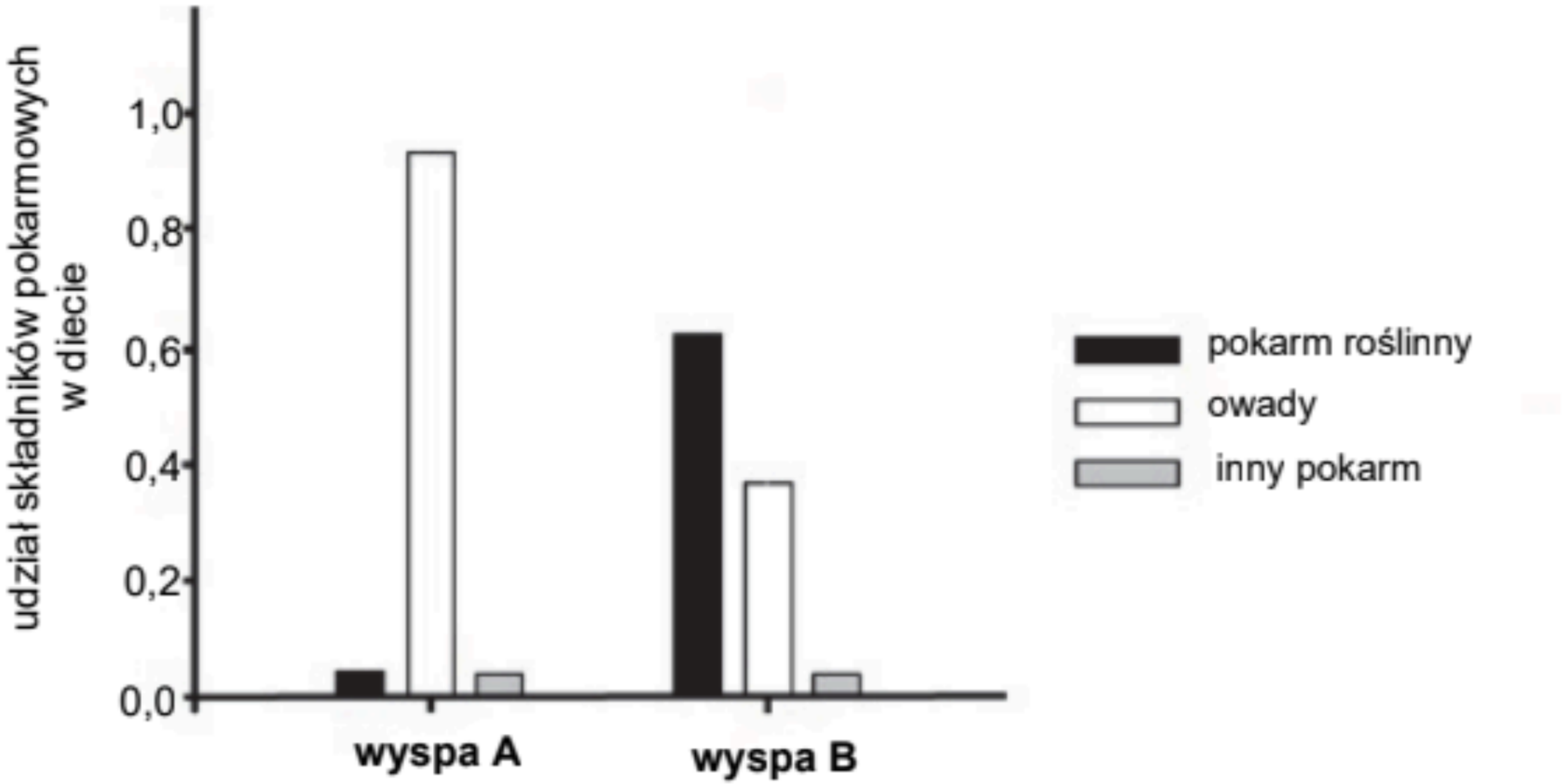
Zadanie 5.

Przeprowadzono badania populacji gatunku jaszczurek Podarcis sicula żyjących na dwóch niewielkich wyspach chorwackich: Pod Kopište (A) i Pod Mrčaru (B). Wyspę A te zwierzęta zamieszkiwały od dawna, natomiast nie było ich na wyspie B aż do roku 1971 r., kiedy to przewieziono na nią pięć par jaszczurek.

Badania przeprowadzone po 30 latach od zasiedlenia wyspy B wykazały, że populacja jaszczurek zwiększyła znacznie swoją liczebność, ale też jej osobniki znacząco odróżniały się wyglądem od jaszczurek z wyspy A (populacja wyjściowa). Przede wszystkim zwrócono uwagę na znacznie większe głowy – dłuższe i szersze, co wskazywać mogło na większą siłę szczęk.

Na wykresie przedstawiono udział składników pokarmowych w diecie jaszczurek żyjących na obu wyspach.

ZADANIE 5.



Na podstawie: R. Dawkins, *Najwspanialsze widowisko świata. Świadectwa ewolucji*, 2010, http://cis.pl

ZADANIE 5.

Zadanie 5.1. (0-1)

Na podstawie przedstawionych informacji określ prawdopodobny czynnik, który spowodował zmiany ewolucyjne w budowie jaszczurek tworzących nową populację. Odpowiedź uzasadnij.

1 p. – za określenie diety roślinnej jako prawdopodobnego czynnika ewolucyjnego wraz z uzasadnieniem odnoszącym się do wpływu takiej diety na budowę szczęk jaszczurek.

- Czynnikiem, który spowodował zmiany w budowie głowy jaszczurek, tworzących nową populację na wyspie B, była dieta roślinna. Dobór naturalny preferował osobniki o mocniejszych szczękach, ponieważ pokarm roślinny jest twardy ze względu na obecność celulozowych ścian komórkowych.
- Zmiany w budowie głowy jaszczurek tworzących nową populację była większa dostępność pokarmu na wyspie B. Dobór naturalny preferował osobniki o dłuższych i szerszych szczękach, łatwiej rozcierających twardy, zawierający celulozę pokarm roślinny.

ZADANIE 5.

Zadanie 5.2. (0-1)

Określ, czy różnice w budowie osobników tych dwóch populacji jaszczurek wskazują na rozpoczynającą się specjację sympatryczną czy allopatryczną. Odpowiedź uzasadnij.

1 p. – za prawidłowe określenie rodzaju specjacji jako allopatrycznej wraz z uzasadnieniem odnoszącym się do bariery geograficznej.

- Jest to specjacja allopatryczna, ponieważ występuje bariera geograficzna w postaci wód morskich, która uniemożliwia przepływ genów.
- Specjacja allopatryczna, ponieważ obie populacje występują na różnych wyspach, co uniemożliwia przepływ genów.

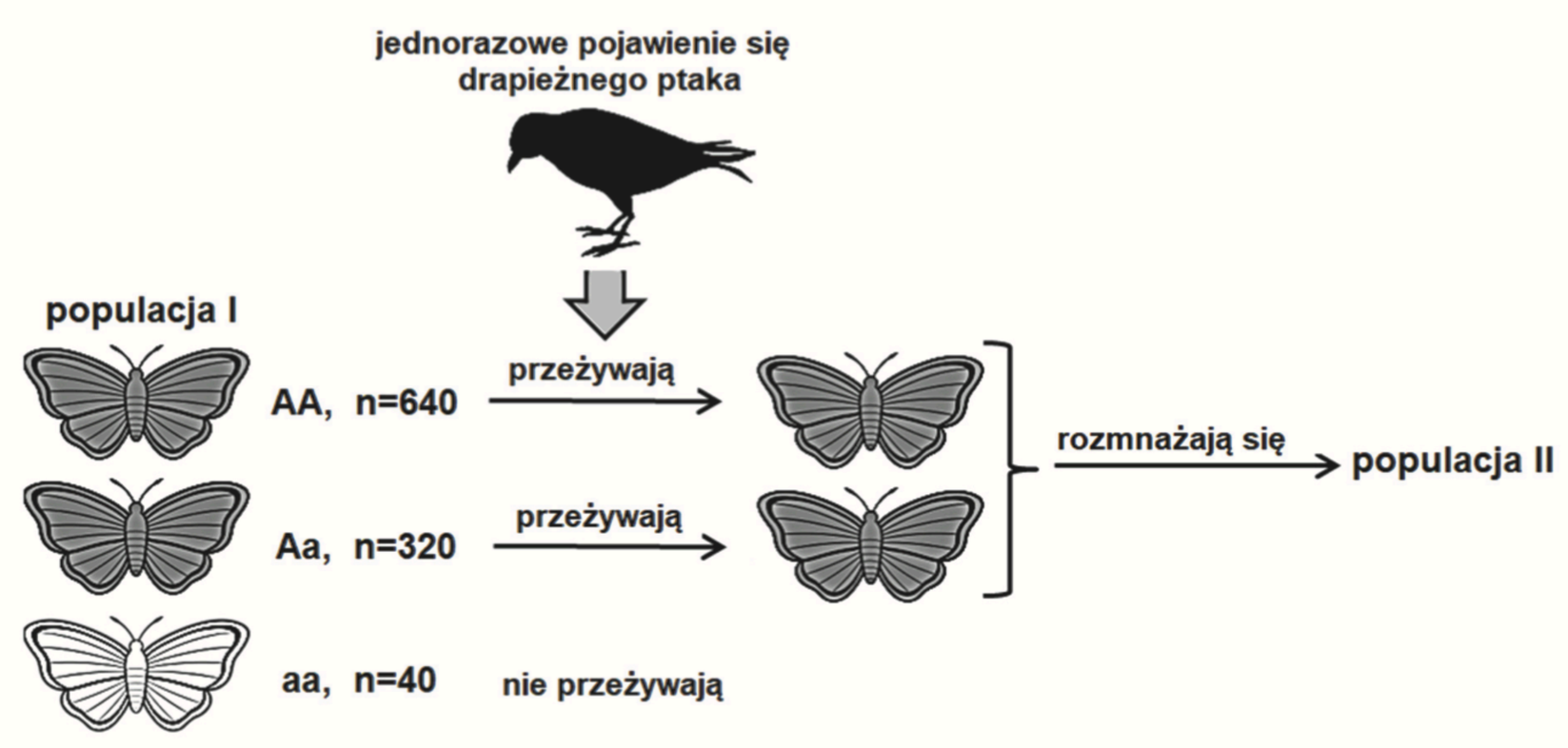
ZADANIE 6.



Zadanie 6.

W pewnej populacji motyli (populacja I), w której występują dwa allele warunkujące ubarwienie ciała, pozostającej w stanie równowagi genetycznej pod względem tych alleli, występowały zarówno motyle ciemne, jak i jasne. Jednorazowe pojawienie się drapieżnika spowodowało śmierć wszystkich osobników o fenotypie jasnym. W wyniku rozmnażania się osobników ciemnych, które przeżyły, powstała populacja II. Ubarwienie ciała tego gatunku motyla jest cechą autosomalną, determinowaną przez: dominujący allel A – warunkujący ubarwienie ciemne i recesywny allel a – warunkujący ubarwienie jasne.

ZADANIE 6.



Legenda

A – allel warunkujący ciemne ubarwienie ciała motyli
a – allel warunkujący jasne ubarwienie ciała motyli
n – liczba osobników

ZADANIE 6.

Zadanie 6.1. (0-2)

Oblicz częstość allelu warunkującego ciemne ubarwienie ciała motyli w populacji I przed atakiem drapieżnika. Zapisz obliczenia.

- Obliczenia: $p^2 = 0{,}64 \Rightarrow p = 0{,}8$
- Obliczenia: $(2 \times 640 + 320) / 2000 = 4/5$
- Obliczenia: $p^2 = 640/1000 \Rightarrow p = \sqrt{\frac{640}{1000}} = 0{,}8$
- Obliczenia: $n_{aa} = 40;\ q^2 = 40/1000 \Rightarrow q = \sqrt{\frac{40}{1000}} = 0{,}2;\ p + q = 1 \wedge q = 0{,}2 \Rightarrow p = 0{,}8.$

Częstość allelu warunkującego ciemne ubarwienie w populacji I wynosi: **0,8** lub **80%**.

ZADANIE 6.

Zadanie 6.2. (0-1)

Po przyjęciu założenia, że krzyżowanie się osobników jest losowe, określ, czy w populacji II motyli będą występowały osobniki o jasnym ubarwieniu ciała. Odpowiedź uzasadnij.

1 p. – za poprawne określenie, że w populacji II będą występowały osobniki o jasnym ubarwieniu ciała, i poprawne uzasadnienie, uwzględniające obecność heterozygot w populacji.

- Tak, w populacji II motyli będą występowały osobniki o jasnym ubarwieniu ciała, ponieważ wśród pozostałych ciemno ubarwionych motyli były również heterozygoty, które krzyżując się ze sobą dadzą potomstwo zróżnicowane na osobniki ciemne i jasne.
- Tak, ponieważ allel warunkujący jasne ubarwienie zachował się u heterozygot.
- Będą, ponieważ w populacji I przeżyły heterozygoty.

Uwaga: Uznaje się odpowiedzi, w których w uzasadnieniu przedstawiono krzyżówkę dwóch heterozygot wraz z jej interpretacją, polegającą na wskazaniu osobnika jasnego.

ZADANIE 7.



Zadanie 7.

Gatunek uznaje się za zagrożony, kiedy jego populacje mają bardzo małą liczebność. W rezerwacie Gombe w Tanzanii żyje około 100 szympansów. Liczba tych zwierząt, występujących w lasach równikowych na obszarze kilku państw afrykańskich, drastycznie się zmniejsza. Przyczynami są m.in. kurczenie się terenów leśnych i nielegalne polowania. Naczelne wykazują też podatność na choroby zakaźne typowe dla ludzi. Gdy więc firmy zajmujące się wyrębem lasu coraz głębiej penetrują dżunglę, rośnie prawdopodobieństwo rozprzestrzeniania się infekcji niebezpiecznych dla życia szympansów. W celu ochrony szympansów podjęto następujące działania: otoczono rezerwat kordonem zieleni, utworzono migracyjne korytarze leśne prowadzące z rezerwatu do innych lasów tropikalnych zamieszkałych przez niewielkie populacje szympansów, ograniczono napływ turystów, zabroniono turystom zbliżania się do tych zwierząt. Do rezerwatu nie są wpuszczane nawet lekko zainfekowane i kaszlące osoby.

ZADANIE 7.

Zadanie 7.1. (0-1)

Wyjaśnij, dlaczego istnienie populacji szympansów o małej liczebności jest zagrożone. W odpowiedzi uwzględnij podłoże genetyczne tego zjawiska.

1 p. – za poprawne wyjaśnienie, uwzględniające jedną z trzech poniższych opcji:

- **konsekwencje małej różnorodności genetycznej populacji – podobieństwa genetycznego szympansów (np. większa wrażliwość populacji na epidemie, mniejsze prawdopodobieństwo przetrwania populacji w zmieniających się warunkach środowiska, itp.).**
- **konsekwencje chowu wsobnego (np. ujawnienie się niekorzystnych cech warunkowanych przez allele recesywne)**
- **konsekwencje dryfu genetycznego (np. utrwalanie mutacji niekorzystnych).**

- Pula genowa małej populacji jest (zwykle) mało zróżnicowana i dlatego zadziałanie niekorzystnego czynnika, np. zarażenie się szympansa drobnoustrojem od człowieka, może spowodować zmniejszenie liczebności grożące wymarciem, gdyż ze względu na małą różnorodność genetyczną wszystkie/prawie wszystkie osobniki mogą nie być odporne na dany patogen.

ZADANIE 7.



- W mało liczebnej populacji dochodzi do krzyżowania wsobnego, co może powodować ujawnienie się niekorzystnych recesywnych cech letalnych/obniżających płodność/zmniejszających dostosowanie osobników potomnych.
- W małej populacji jest mniejsza zmienność genetyczna, co utrudnia adaptację do (zmieniających się) warunków środowiska.
- W małych populacjach w wyniku dryfu genetycznego może łatwiej dojść do utrwalenia mutacji niekorzystnej.

ZADANIE 7.



Zadanie 7.2. (0-1)

Podaj, które z wymienionych działań dotyczących ochrony szympansów ma na celu zwiększenie różnorodności genetycznej populacji z rezerwatu Gombe. Odpowiedź uzasadnij.

1 p. – za wskazanie tworzenia korytarzy między lasami wraz z uzasadnieniem odnoszącym się do przepływu genów między pulami genowymi sąsiednich populacji.

- Tworzenie korytarzy między lasami, w których występują małe populacje szympansów, ponieważ dzięki nim osobniki mogą przemieszczać się i może dochodzić do rozrodu między osobnikami populacji mających różne pule genowe/do wzbogacania puli genowej populacji szympansów.

ZADANIE 8.

Zadanie 8. (0-1)

Na rysunkach przedstawiono dwa rodzaje ssaków potrafiące wykonywać loty ślizgowe. Lotopałanka karłowata (*Petaurus breviceps*) jest przedstawicielem australijskich torbaczy i charakteryzuje się obecnością długiego chwytnego ogona oraz fałdów skórnych stanowiących powierzchnię nośną. Assapan południowy (*Glaucomys volans*) jest przedstawicielem amerykańskich łożyskowców. Jego ogon jest długi, szeroki i puszysty, a wzdłuż boków ciała, pomiędzy przednimi a tylnymi kończynami, ciągnie się owłosiony fałd skórny.



lotopałanka karłowata



assapan południowy

ZADANIE 8.

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

Wykształcenie się struktur będących przystosowaniem do ślizgowego lotu u obu opisywanych gatunków jest przykładem ewolucji

A.	zbieżnej	ponieważ wytworzone powierzchne lotne	**1.**	powstały niezależnie od siebie u różnych taksonów.
B.	rozbieżnej		**2.**	powstały z tej samej struktury, ale zróżnicowały się w toku ewolucji.
			3.	chociaż bardzo podobne do siebie, powstały z innych struktur.

ZADANIE 9.



Zadanie 9. (0-2)

Około 16% Europejczyków ma krew Rh(–). Za brak czynnika Rh odpowiada recesywny allel *d*.

Korzystając z prawa Hardy'ego-Weinberga, oblicz częstość występowania heterozygot w tej populacji. Zapisz obliczenia.

$q^2 = 0{,}16$
$q = 0{,}4$

$p = 1 - 0{,}4 = 0{,}6$

$2pq = 2 \times 0{,}6 \times 0{,}4 = 0{,}48$

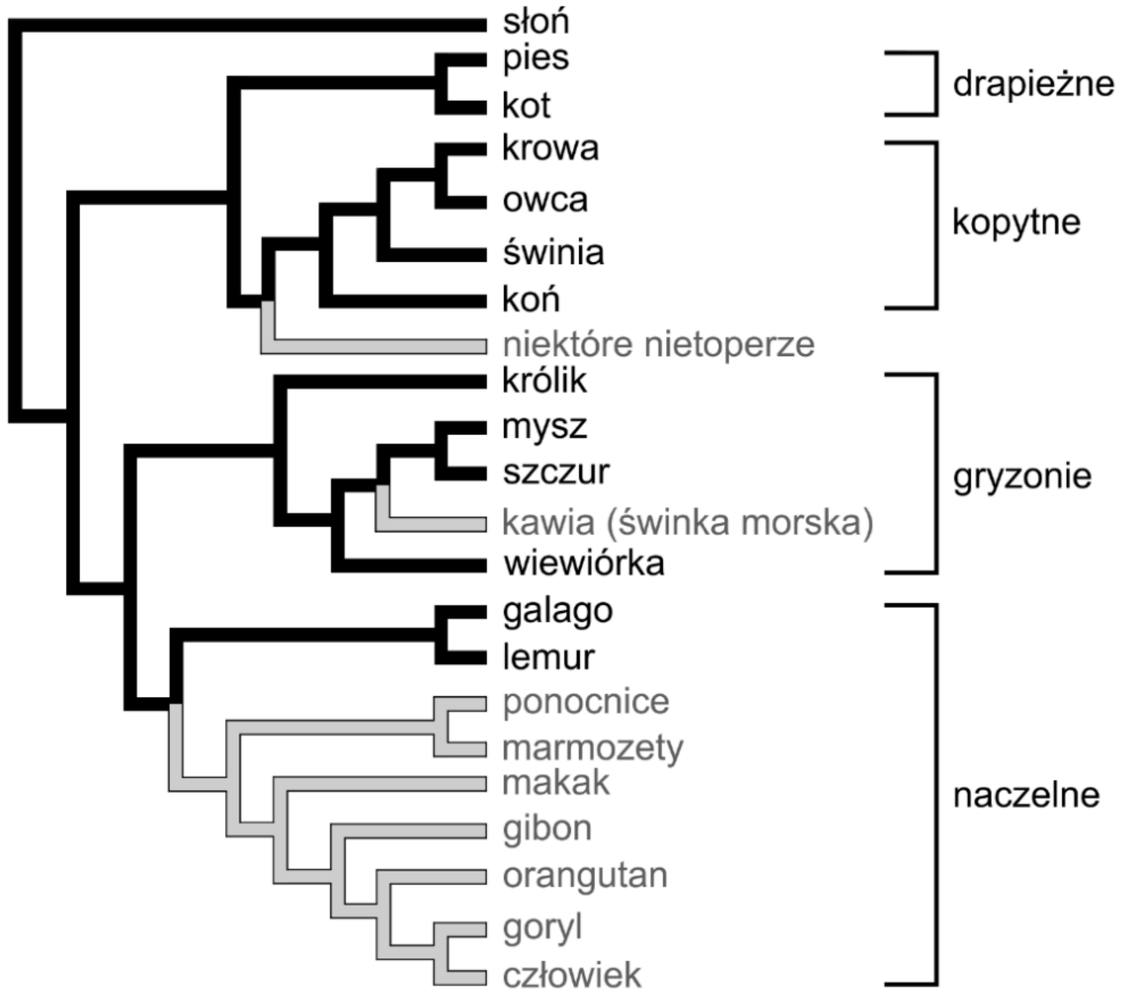
Częstość wynosi: **48%**

ZADANIE 10.

Zadanie 10.

Witamina C (kwas L-askorbinowy) pełni kilka istotnych funkcji w procesach metabolicznych zachodzących w organizmie człowieka, który musi ją przyjmować wraz z pokarmem. Szacuje się, że organizm dorosłego człowieka potrzebuje około 90 mg witaminy C na dobę. Źródłem witaminy C w diecie człowieka są przede wszystkim rośliny, ale większość zwierząt ma zdolność do jej syntezy. Utrata tej zdolności jest skutkiem mutacji genu kodującego enzym katalizujący ostatni etap syntezy witaminy C.

Na poniższym drzewie filogenetycznym przedstawiono historię ewolucyjną ssaków – szarym kolorem wyróżniono linie filogenetyczne, w których doszło do utraty zdolności do syntezy witaminy C.



ZADANIE 10.



Zadanie 10.1. (0-2)

Oceń, czy poniższe stwierdzenia odnoszące się do przedstawionego drzewa filogenetycznego są prawdziwe. Zaznacz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	Ssaki, które nie mają zdolności do syntezy witaminy C, stanowią grupę polifiletyczną.	**P**	**F**
2.	Utrata zdolności do syntezy witaminy C zaszła co najmniej trzykrotnie, niezależnie w różnych liniach rozwojowych ssaków.	**P**	**F**
3.	Wszystkie naczelne są pozbawione możliwości syntezy witaminy C.	**P**	**F**

ZADANIE 10.

Zadanie 10.2. (0-1)

Wyjaśnij, dlaczego mutacja uniemożliwiająca syntezę witaminy C, która pojawiła się u przodka małp, nie została wyeliminowana przez dobór naturalny.

1 pkt – za poprawne wyjaśnienie, odnoszące się do: 1) przyczyny – diety bogatej w witaminę C oraz 2) mechanizmu – ograniczonych skutków fenotypowych mutacji nie mających wpływu na przeżycie i rozród.

- Małpy, u których doszło do tej mutacji, miały dietę bogatą w witaminę C i dlatego enzym katalizujący ostatni etap wytwarzania tej witaminy nie był im potrzebny do zachowania zdrowia, a więc ich dostosowanie się nie obniżyło.
- Małpy, które nie miały zdolności do syntezy witaminy C, pobierały tę witaminę wraz z pokarmem, a więc nie miały negatywnych skutków zdrowotnych i dzięki temu przekazywały zmutowany allel potomstwu.

ZADANIE 10.



Uwaga: Nie uznaje się odpowiedzi odnoszących się wyłącznie do przeżycia osobników mających dostęp do witaminy C, np. „Ponieważ witamina C była dostarczana wraz z dietą, nie pojawiły się negatywne skutki jej niedoboru, które zwiększyłyby śmiertelność osobników niezdolnych do jej syntezy”.

Dobór naturalny polega bowiem na przeżyciu i rozrodzie najlepiej dostosowanych osobników.

ZADANIE 10.

Zadaniem należącym do grupy zadań bardzo trudnych było zadanie 10.2. (poziom wykonania zadania – 8 %), wymagające od zdających wiedzy z zakresu ewolucjonizmu i umiejętności wyjaśniania zależności przyczynowo-skutkowych. Maturzyści, interpretując informacje przedstawione w formie tekstu oraz drzewa rodowego, **mieli wyjaśnić, dlaczego dobór naturalny nie wyeliminował mutacji uniemożliwiającej syntezę witaminy C**. W poleceniu zawarty był skutek zjawiska, a w rozwiązaniu należało wskazać przyczynę – możliwość pobierania witaminy C wraz z bogatym w nią pokarmem oraz opisać mechanizm – odnieść się do ograniczonych skutków fenotypowych mutacji nie mających wpływu na przeżycie i rozród, a więc dostosowanie organizmu (ang. fitness).

Zdający powinni zauważyć, że naczelne nie mające zdolności do biosyntezy witaminy C przyjmują ją wraz z pokarmem. Jej duża zawartość występuje m.in. w roślinach, np. owocach przez nie zjadanych i dlatego enzym katalizujący ostatni etap wytwarzania tej witaminy nie był im niezbędny do zachowania prawidłowego, niezaburzonego funkcjonowania, a więc ich dostosowanie nie obniżyło się. Nie powstały istotne różnice w zdolności tych organizmów do przeżycia i wydania potomstwa, będące podstawą działania doboru naturalnego. Najczęstszą przyczyną utraty punktów za to zadanie było udzielanie przez abiturientów odpowiedzi niepełnych, pomijających mechanizm zjawiska, np.:

Naczelne żywią się pokarmem roślinnym bogatym w witaminę C, więc nie było potrzeby syntezowania jej i nie została wyeliminowana przez dobór naturalny.

ZADANIE 10.

Część odpowiedzi zawierała poprawnie określoną przyczynę i niepełny opis mechanizmu, odnoszący się do braku wpływu mutacji na przeżycie osobników, ale nieuwzględniający możliwości utrwalenia się allelu w populacji, np.:

Mutacja ta nie została wyeliminowana, gdyż wytwarzanie jej nie jest niezbędne do przeżycia, bo może być ona dostarczona do organizmu w pokarmie.

Naczelne odżywiały się pokarmem roślinnym, dlatego mutacja uniemożliwiająca syntezę witaminy C nie została wyeliminowana, bo witamina C i tak była dostarczana z pokarmem, nie miało to więc negatywnych skutków dla małp.

ZADANIE 10.

Niektórzy maturzyści nieprawidłowo zinterpretowali informacje przedstawione na drzewie filogentycznym i przedstawiali w rozwiązaniach błędny tok rozumowania, odnoszący się do recesywności allelu warunkującego utratę zdolności do syntezy witaminy C i możliwości przekazywania go potomstwu przez heterozygoty. Zdający nie zauważali, że mutacja genu kodującego enzym katalizujący ostatni etap syntezy witaminy C zdążyła się utrwalić – w trzech opisanych grupach nie ma współcześnie heterozygotyczności. Gdyby była to mutacja szkodliwa, to dobór naturalny spowodowałby zmniejszenie częstości heterozygot i nie doszłoby do jej utrwalenia, np.:

Mutacja uniemożliwiająca syntezę witaminy C, która pojawiła się u przodka małp, nie została wyeliminowana przez dobór naturalny, ponieważ mogły występować osobniki heterozygotyczne, u których jeden allel dominujący warunkował prawidłową syntezę witaminy C i w ten sposób allel dominujący ukrył allel recesywny warunkujący brak syntezy witaminy C, więc taki osobnik mógł syntetyzować witaminę C ale mógł tez przekazać potomstwu allel recesywny, więc pozwoliło to na przetrwanie tej mutacji i nie wyeliminowanie jej przez dobór naturalny.

ZADANIE 11.



Zadanie 11. (0-1)

Różne kaczki: krzyżówki, cyranki, krakwy, świstuny, żyją w tym samym środowisku. W warunkach naturalnych mieszańce tych gatunków spotyka się niesłychanie rzadko, mimo że w wielu przypadkach płodne mieszańce można uzyskać **drogą sztucznego zaplemnienia**. Upierzenie samic tych gatunków jest do siebie bardzo podobne i kaczory rozpoczynają toki na widok samicy dowolnego gatunku. Kaczory mają zrytualizowane, inne dla każdego gatunku zachowania godowe. Samice reagują pozytywnie tylko na toki właściwe dla ich gatunku. Sekwencje ruchów samca muszą być bardzo dokładnie powtarzane. Odmienna sekwencja ruchów sprawia, że samice nie interesują się samcem lub odlatują.

Wyjaśnij, odnosząc się do biologicznej koncepcji gatunku, dlaczego kaczki opisane w tekście nie są zaliczane do jednego gatunku, pomimo że można je skrzyżować.

1 pkt – za poprawne wyjaśnienie, uwzględniające: 1) biologiczną koncepcję gatunku – zachowanie odrębności pul genowych lub brak krzyżowania się osobników z dwóch populacji oraz 2) argumentację, że kaczki nie spełniają tej definicji ze względu na izolację behawioralną.

ZADANIE 11.



- Kaczki wymienione w tekście należą do różnych gatunków biologicznych, ponieważ między wymienionymi kaczkami nie zachodzi przepływ genów, dlatego że mają one inne zachowania godowe i nie krzyżują się w naturze, dzięki czemu możliwe jest zachowanie odrębności pul genowych wymienionych gatunków kaczek.
- Są to różne gatunki biologiczne, ponieważ dzięki mechanizmom izolacji prezygotycznej (behawioralnej) w środowisku naturalnym osobniki wymienionych w tekście gatunków kaczek nie krzyżują się, a więc nie dochodzi do przepływu genów. Przepływ genów możliwy jest tylko w obrębie jednego gatunku.
- Ponieważ samice nie akceptują toków samców, a więc się nie krzyżują, a gatunek biologiczny to populacja swobodnie krzyżujących się osobników, kaczki te należą do różnych gatunków biologicznych.

ZADANIE 11.



Zadanie 11., które poprawnie rozwiązało tylko 10 % zdających, wymagało wyjaśnienia, dlaczego różne kaczki (krzyżówki, cyranki, krakwy, świstuny), żyjące w tym samym środowisku nie są zaliczane do jednego gatunku, mimo że w wielu przypadkach można uzyskać ich płodne mieszańce drogą sztucznego zapłodnienie. W rozwiązaniu należało uwzględnić biologiczną koncepcję gatunku.

Przykładowa poprawna odpowiedź:

Gatunek biologiczny to populacja swobodnie krzyżujących się osobników i wydających płodne potomstwo, wymienionych w tekście kaczek, nie można zaliczyć do jednego gatunku, dlatego że mają one inne zachowania godowe i nie krzyżują się w naturze, a więc nie dochodzi do przepływu genów. Przepływ genów możliwy jest tylko w obrębie jednego gatunku.

ZADANIE 12.

Zadanie 12.

Miedź w śladowych ilościach jest niezbędna do wzrostu roślin, ale duża zawartość tego pierwiastka w glebie hamuje wzrost korzeni. Przeprowadzono badania, których celem było określenie wpływu wysokiego stężenia miedzi w podłożu na wzrost korzeni u trawy mietlicy rozłogowej (*Agrostis stolonifera*). W badaniu uwzględniono populacje rosnące przez okres od 4 do 70 lat na glebie skażonej miedzią.

Badane rośliny uprawiano z wykorzystaniem pożywek zawierających miedź w dużym stężeniu. Jako wskaźnik tolerancji na miedź mierzono wzrost korzeni. Badania wykazały, że wzrost korzeni był w najmniejszym stopniu ograniczony u traw pochodzących ze starych populacji, rosnących na glebach zanieczyszczonych miedzią przez długi czas.

Tolerancja na miedź jest cechą ilościową warunkowaną przez geny kumulatywne. Działanie tych genów sumuje się podczas kształtowania cechy fenotypowej.

ZADANIE 12.

Zadanie 12.1. (0-1)

Wyjaśnij, dlaczego najwyższy poziom tolerancji uzyskały rośliny z najstarszych populacji. W odpowiedzi uwzględnij działanie doboru naturalnego.

1 pkt – za poprawne wyjaśnienie, uwzględniające długie działanie pozytywnego doboru naturalnego polegającego na przetrwaniu i rozrodzie osobników z jak największą liczbą korzystnych mutacji (alleli, genów, cech) i w konsekwencji wzrost częstości korzystnych mutacji w czasie.

- Długotrwała ekspozycja roślin na toksyczną miedź spowodowała przetrwanie i rozmnażanie się w kolejnych pokoleniach osobników z coraz większą liczbą korzystnych mutacji.
- Ponieważ rośliny, które przetrwały wysokie stężenie miedzi rozmnażały się i przekazywały potomkom geny warunkujące tolerancję na miedź, więc z pokolenia na pokolenie wraz z czasem tolerancja na miedź wzrastała, bo rośliny miały coraz więcej genów warunkujących tolerancję na miedź.

Dobór naturalny polega bowiem na przeżyciu i rozrodzie najlepiej dostosowanych osobników.

ZADANIE 12.

Zadanie 12.1. – drugie najtrudniejsze zadanie w całym arkuszu – było poprzedzone tekstem opisującym badania, których celem było określenie wpływu wysokiego stężenia miedzi w podłożu na wzrost korzeni u trawy mietlicy rozłogowej.

W tekście tym zaznaczono, że tolerancja na miedź jest cechą ilościową warunkowaną przez geny kumulatywne. Wspomniano także, że działanie tych genów sumuje się podczas kształtowania cechy fenotypowej. Polecenie wymagało wyjaśnienia, dlaczego najwyższy poziom tolerancji uzyskały rośliny z najstarszych populacji i uwzględnienia w odpowiedzi działania doboru naturalnego.

W rozwiązaniu zadania maturzyści powinni więc uwzględnić: aspekt czasowy, czyli długi czas działania doboru naturalnego, mechanizm działania doboru, czyli przetrwanie i rozród osobników z korzystnymi allelami oraz wzrost częstości korzystnych alleli, czyli efekt działania doboru naturalnego. W opisanym przypadku długie działanie pozytywnego doboru naturalnego doprowadziło do wzrostu liczby korzystnych alleli w populacjach najdłużej rosnących na skażonej glebie. Jedynie 6% zdających uzyskało punkt za to zadanie.

Nieprawidłowe odpowiedzi można przyporządkować do kilku grup:

ZADANIE 12.

- Większość odpowiedzi nie zawierała któregoś z wymaganych elementów.

Dzięki doborowi naturalnemu, w każdym pokoleniu mietlicy rozłogowej przeżywały i licznie rozmnażały się osobniki lepiej przystosowane do środowiska, czyli te o największej tolerancji na miedź. Przekazywały one potomstwu geny kumulatywne tolerancji na miedź, dzięki czemu każde pokolenie zawierało osobniki coraz lepiej przystosowane do skażenia. Im dłużej trwał ten proces, tym więcej pokoleń przekazywało te geny kumulatywne, dlatego najwyższy poziom tolerancji uzyskały rośliny z najstarszych populacji.

Zdający opisał działanie doboru naturalnego, odniósł się do przeżywania i rozrodu osobników najlepiej przystosowanych, uwzględnił także długi czas działania tego doboru, ale w odpowiedzi zabrakło informacji o wzroście w czasie częstości korzystnych mutacji. Samo przekazywanie genów z pokolenia na pokolenie nie stanowi efektu działania doboru naturalnego.

ZADANIE 12.



- Często w odpowiedzi zdający wspominali o działaniu doboru naturalnego, jednak nie uwzględniali mechanizmu jego działania:

Ponieważ z czasem wykształciły one cechy potrzebne w sytuacji zanieczyszczenia gleby miedzią, przez kumulowanie się genów tolerancji na miedź. Według zasad doboru naturalnego, przetrwają tylko osobniki odpowiednio przystosowane do życia w danym środowisku.

W odpowiedzi uwzględniono aspekt czasowy oraz działanie genów kumulatywnych, jednak nie opisano działania doboru naturalnego. Zabrakło informacji, że osobniki najlepiej przystosowane rozmnażały się i przekazywały geny potomstwu.

ZADANIE 12.



- Najczęściej zdający szczegółowo opisywali działanie doboru naturalnego, jednak nie odnosili się do działania genów kumulatywnych. Odpowiedzi takie nie były więc zgodne z poleceniem, gdyż brakowało w nich wyjaśnienia, dlaczego akurat rośliny z najstarszych populacji wykazują najwyższy poziom tolerancji na wysokie stężenie miedzi w glebie. Wskazywano często na jednorazową mutację, a nie wzrost częstości genów kumulatywnych na przestrzeni czasu.

Najwyższy poziom tolerancji uzyskały rośliny z najstarszych populacji, ponieważ na przestrzeni wielu lat mogło dojść do mutacji, która ukształtowała większą tolerancję na wysokie stężenie miedzi w glebie. Następnie w wyniku doboru naturalnego zostały wyparte te osobniki, które nie posiadały tej mutacji, a te które posiadły tę mutację mogły dalej się rozmnażać.

ZADANIE 12.

Zadanie 12.2. (0-1)

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

W tekście opisano skutki działania

A.	doboru kierunkowego,	ponieważ	**1.**	wysokie stężenie miedzi w glebie utrzymywało się na przestrzeni wielu lat.
B.	doboru różnicującego,		**2.**	wyniki badań wskazują na zróżnicowany poziom tolerancji na miedz miedzy populacjami.
C.	doboru stabilizującego,		**3.**	wraz z czasem wzrasta odporność populacji na skażenie gleby miedzią.

ZADANIE 13.

Zadanie 13. (0-1)

W zależności od wpływu na rozkład cechy w populacji wyróżniamy trzy rodzaje doboru naturalnego:

I. dobór stabilizujący II. dobór kierunkowy III. dobór różnicujący.

Przyporządkuj zamieszczone poniżej opisy rozkładów cech w populacjach (A–C) do rodzajów doboru (I–III), pod których presją były te populacje.

A. W populacji zięb zamieszkujących te same wyspy Galapagos, dotkniętych suszą, pojawiły się zięby cienkodziobe i zięby grubodziobe odżywiające się odmiennym pokarmem.

B. Populacja trawy mietlicy rozłogowej staje się coraz bardziej odporna na szkodliwe działanie miedzi wraz z upływem czasu, jaki upłynął od momentu skażenia środowiska.

C. Dane kopalne wskazują, że średnie rozmiary niedźwiedzia jaskiniowego w Europie powiększały się w okresach zlodowaceń, a zmniejszały się w czasie cieplejszych okresów.

A - III B - II C - II

ZADANIE 14.



Zadanie 14. (0-2)

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

ZADANIE 14.



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 *kuru* powstały w DNA w wyniku rytualnego kanibalizmu osób zmarłych na tę chorobę.	**P**	**F**
	mutacje powstają samoistnie i losowo, a nie – pod wpływem nacisku selekcji		
2.	Allel chroniący przed zachorowaniem na *kuru* prawdopodobnie zwiększył swoją częstość wśród ludu Fore dzięki doborowi naturalnemu	**P**	**F**
3.	Wskutek zaprzestania kanibalizmu wśród Fore allel chroniący przed *kuru* stracił znaczenie adaptacyjne, ale może się utrzymać dzięki dryfowi genetycznemu.	**P**	**F**

ZADANIE 15.

Zadanie 15. (0-2)

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 tekstu podaj po jednym argumencie za tym, że człowieka rozumnego i neandertalczyka należy uznać:
1. za dwa osobne gatunki biologiczne

1 pkt – za podanie jednego argumentu za zaliczeniem do dwóch gatunków, odwołującego się do stwierdzonej (częściowej) bariery reprodukcyjnej.

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

ZADANIE 15.

2. za dwa podgatunki jednego gatunku

1 pkt – za podanie jednego argumentu za zaliczeniem do jednego gatunku, odwołującego się do zaistniałego przepływu genów

- 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 16.

Zadanie 16.

Jedna z grup antygenów, znajdujących się na powierzchni ludzkich erytrocytów, określana jest jako grupa MN. Allele determinujące grupę krwi MN są kodominujące, co pozwala rozróżnić wszystkie trzy genotypy: MM, MN, NN.

Poniżej podano dane o liczbie genotypów dla grupy krwi MN występujące u ludzi w Stanach Zjednoczonych, dla próby liczącej 1000 osób.

Genotyp	Liczba osób
MM	320
MN	480
NN	200
razem	1000

ZADANIE 16.



Zadanie 16.1. (0-2)

Oblicz częstości obu alleli warunkujących grupę krwi MN w tej próbie. Zapisz obliczenia.

częstość allelu M: p = (2 x 320 + 480) : 2000 = **0,56**
częstość allelu N: q = (2 x 200 + 480) : 2000 = **0,44** lub 1 – 0,56 = **0,44**

lub

$MM = p^2$, $NN = q^2$
$MM = p^2 = 320 : 1000 = 0,32$
$p^2 = 0,32$ => ***p* = √*0,32*** => ***p = 0,57*** ***(częstość występowania allelu M)***

$p + q = 1$
$q = 1 - 0,57 = 0,43$ => ***q = 0,43*** ***(częstość występowania allelu N)***

ZADANIE 16.

Zadanie 16.2. (0-2)

Na podstawie częstości alleli oblicz oczekiwane częstości poszczególnych genotypów, przy założeniu, że populacja była w stanie równowagi genetycznej.

- częstość genotypu MM wynosi:

$p = 0,57$

$p^2 = 0,57^2 =$ **0,32**

- częstość genotypu MN wynosi:

$2\,pq = 2 \times 0,57 \times 0,43 =$ **0,49**

- częstość genotypu NN wynosi:

$q = 0,43$

$q^2 = 0,43^2 =$ **0,19**

Uwaga: Zdający może podać tylko wyniki obliczeń oczekiwanych częstości genotypów w przypadku, gdy prawidłowo obliczył częstości alleli w zadaniu 16.1, świadczące o umiejętności zastosowania prawa Hardy'ego-Weinberga.

ZADANIE 17.

Zadanie 17.

Większość ślimaków ma muszlę prawoskrętną, czyli o zwojach zgodnych z kierunkiem ruchu wskazówek zegara. Mutacja pojedynczego genu sprawia, że kierunek zwojów jest odwrotny. Lewoskrętny ślimak jest lustrzanym odbiciem prawoskrętnego i jego narządy rozrodcze znajdują się w położeniu uniemożliwiającym kopulację z prawoskrętnym partnerem, dlatego wydawałoby się, że lewoskrętne osobniki powinny po prostu wyginąć. Jednak wśród ślimaków z rodzaju Satsuma, którego różne gatunki żyją we wschodniej Azji oraz na Wyspach Japońskich i Tajwanie, tak często pojawiają się osobniki lewoskrętne, że znane są przypadki powstania nowych lewoskrętnych gatunków. **Na przykład na Tajwanie występują dwa endemiczne gatunki: *Satsuma bacca* (lewoskrętny) i jego najbliższy krewny – prawoskrętny *Satsuma batanica*.** Badania prowadzone przez zespół naukowców wykazały, że taka nietypowa budowa ślimaka ma swoje zalety. Filmowano w podczerwieni wyspecjalizowanego w polowaniu na ślimaki węża P*areas iwasakii*, który używa specyficznie zbudowanych, asymetrycznych szczęk do wyciągania ciała ślimaka z muszli, i okazało się, że lewoskrętne ślimaki są dla tego węża trudne do wyciągnięcia – ponad 90% z nich przeżywało atak, podczas gdy wszystkie prawoskrętne zostały zjedzone.

ZADANIE 17.



Zadanie 17.1. (0-1)

Wyjaśnij, dlaczego w populacjach ślimaków z rodzaju *Satsuma* utrwala się mutacja powodująca lewoskrętność, mimo że utrudnia ona znalezienie partnera płciowego. W odpowiedzi uwzględnij działanie doboru naturalnego.

1 p. – za poprawne wyjaśnienie uwzględniające przewagę selekcyjną ślimaków lewoskrętnych: większe szanse przeżycia ataku drapieżnika przez osobniki lewoskrętne oraz wynikające z tego większe szanse na wydanie potomstwa.

- Ślimaki lewoskrętne są rzadziej zjadane przez węże, a tym samym mają większe szanse pozostawienia po sobie potomstwa.
- Dzięki doborowi naturalnemu mutacja powodująca lewoskrętność może utrwalać się w populacji, bo zwiększa szanse przeżycia i pozostawienia po sobie potomstwa przez ślimaki lewoskrętne, które są rzadziej zjadane przez węże.
- Mimo, że ślimakom lewoskrętnym trudniej jest znaleźć partnera płciowego, to mają one większą szansę przeżycia, a tym samym pozostawienia potomstwa. Z tego powodu lewoskrętne ślimaki mogą być lepiej dostosowane od prawoskrętnych.
- Mutacja ta utrwala się w populacji, ponieważ ślimaki lewoskrętne mają większą szansę przeżycia ataku drapieżnika, dlatego zwiększa się szansa na spotkanie lewoskrętnego partnera do rozmnażania.

ZADANIE 17.



To zadanie okazało się trudne – zostało rozwiązane przez 22% zdających. Maturzyści mieli wyjaśnić dlaczego w populacjach ślimaków z rodzaju Satsuma utrwala się mutacja powodująca lewoskrętność, mimo że utrudnia ona znalezienie partnera płciowego.

Prawidłowa odpowiedź powinna uwzględniać to, że ślimaki lewoskrętne mają większe szanse przeżycia ataku drapieżnika, co zwiększa szanse na wydanie potomstwa, np.:

Mutacja ta utrwala się w populacji, ponieważ ślimaki lewoskrętne mają większą szansę przeżycia ataku drapieżnika – żyją one dłużej od prawoskrętnych i dlatego szansa na spotkanie rzadkiego lewoskrętnego partnera do rozmnażania w ciągu życia jest wystarczająco wysoka do efektywnego rozmnażania się.

Taka odpowiedź opisuje w pełni działanie doboru naturalnego, na które składa się nie tylko przeżycie osobnika, ale także wydanie potomstwa.

Odpowiedzi nieprawidłowe były najczęściej niepełne, ponieważ skupiały się najczęściej wyłącznie na zwiększonych szansach przeżycia, np.:
Mutacja powodująca lewoskrętność utrwala się, ponieważ lewoskrętne ślimaki są trudniejsze do zjedzenia, więc mają większe szanse na przeżycie.

ZADANIE 17.

Zadanie 17.2. (0-1)

Wybierz i zaznacz w tabeli odpowiedź A albo B, która jest poprawnym dokończeniem poniższego zdania, oraz jej poprawne uzasadnienie spośród odpowiedzi 1.–3.

Wyodrębnienie się nowego lewoskrętnego gatunku ślimaka *Satsuma bacca* jest przykładem specjacji

A.	allopatrycznej.	ponieważ	**1.**	wąż polujący na ślimaki *Satsuma* żywi się tylko osobnikami prawoskrętnymi
B.	sympatrycznej.		**2.**	powstała bariera rozrodcza oddzielająca osobniki żyjące na jednym terytorium.
			3.	ślimaki *Satsuma* żyjące na różnych wys-pach są oddzielone przez bariery geograficzne.

ZADANIE 17.



Trudne zadanie sprawdzające na podstawie analizy przypadku, czy zdający rozróżnia specjację allopatryczną od sympatrycznej. Prawidłową odpowiedź stanowiła wybrana przez 31% zdających kombinacja – uzasadniająca wybór specjacji sympatrycznej nowopowstałą barierą rozrodczą wśród populacji ślimaków żyjących na jednym terytorium.

W przypadku opisanej specjacji ślimaka Satsuma bacca należało zauważyć, że jego najbliższy krewny Satsuma batanica żyje na tej samej wyspie (Tajwan), a bariera rozrodcza nie ma charakteru geograficznego, ale polega na niedopasowaniu narządów płciowych formy lewo- i prawoskrętnej.

ZADANIE 18.



Zadanie 18. (0-2)

U słoni częstość występowania nowotworów jest zdumiewająco niska. Naukowcy wykryli, że w toku ewolucji blisko spokrewnionych ze sobą słoni, diugoni oraz góralków pojawiły się liczne kopie genów z grupy LIF. U tych gatunków badacze naliczyli aż 7–12 powtórzeń, które okazały się niefunkcjonalnymi kopiami genów (pseudogenami) z grupy LIF, **niewpływającymi na fenotyp**. Jednak u słoni jedna kopia – LIF6 – odzyskała funkcjonalność; wzmaga ona apoptozę komórek z uszkodzonym DNA

Oceń, czy poniższe stwierdzenia dotyczące ewolucji LIF są prawdziwe. Zaznacz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	Mutacje przywracające funkcjonalność LIF6 powstały u przodków słoni, aby umożliwić **wzrost wielkości ich ciała** w toku ewolucji.	**P**	**F**
2.	Zwiększenie się liczby pseudogenów LIF w toku ewolucji słoni świadczy o tym, że te zmiany były faworyzowane przez dobór naturalny.	**P**	**F**
3.	Pojawienie się funkcjonalnej kopii LIF6 jest mutacją korzystną, ponieważ białko kodowane przez ten gen eliminuje uszkodzone komórki, które mogłyby rozwinąć się w nowotwór.	**P**	**F**

ZADANIE 19.

Zadanie 19.

Na podstawie licznych podobieństw w budowie anatomicznej już w latach 70. XX wieku odkryto, że ptaki (*Aves*) nie stanowią grupy zupełnie oddzielnej od gadów, ale wywodzą się z kopalnych dinozaurów (*Dinosauria*). Najbliższym współczesnym krewnym ptaków jest rząd krokodyli (*Crocodilia*), obejmujący m.in. krokodyle i aligatory. **Ze względu na wspólne pochodzenie ptaki, dinozaury i krokodyle łączy się w jedną grupę nazywaną gadami naczelnymi lub archozaurami (Archosauria).**

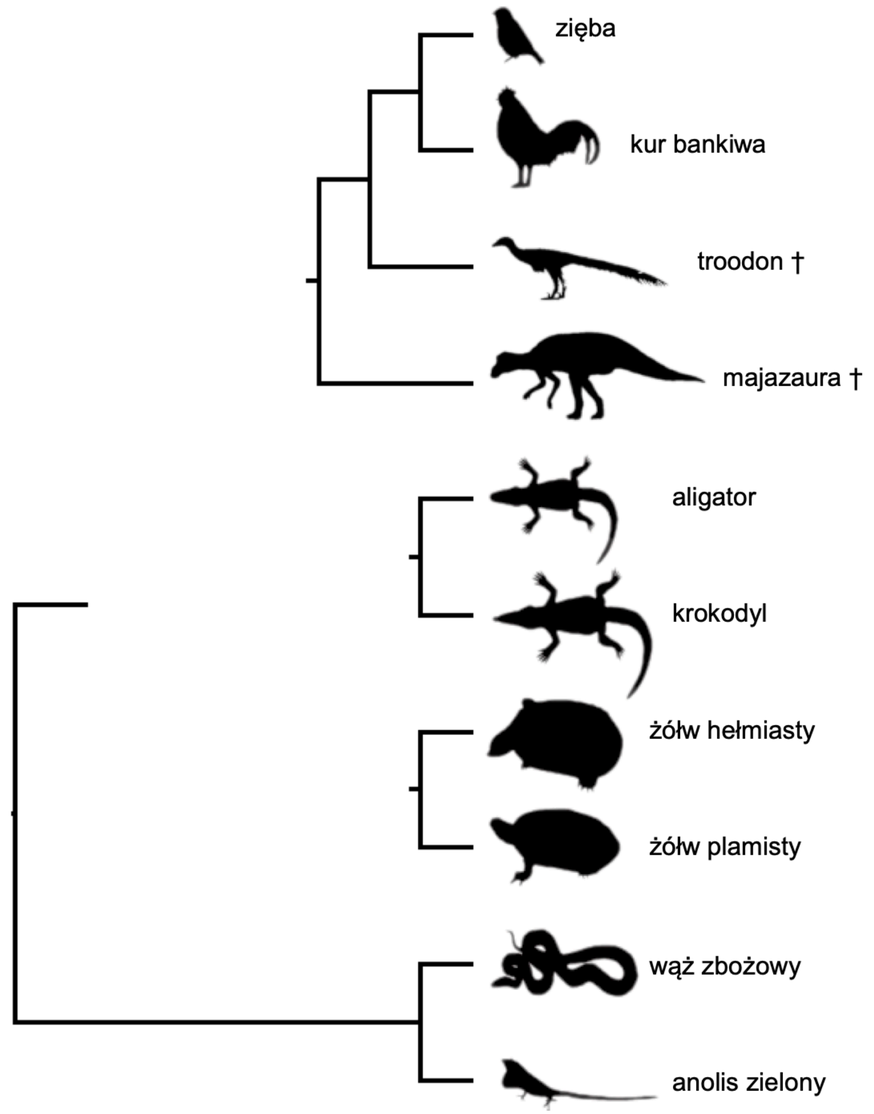
Dużo większym wyzwaniem dla naukowców było określenie relacji pokrewieństwa żółwi (*Testudines*) wobec pozostałych gadów. Badania anatomiczne dawały sprzeczne wyniki i dopiero na podstawie sekwencjonowania gadzich genomów wykazano bezspornie, że **żółwie są bliżej spokrewnione z gadami naczelnymi niż z jaszczurkami i wężami, ujmowanymi razem jako łuskonośne (*Squamata*).**

Spośród współczesnych gadów **jedynie ptaki są zwierzętami stałocieplnymi.** Na podstawie badań histologicznych kopalnych kości uważa się jednak, że podwyższonym tempem metabolizmu cechowały się już **ostatni wspólny przodek archozaurów oraz wymarłe dinozaury**. Na podstawie tych odkryć sformułowano hipotezę, że **wspólny przodek współczesnych krokodyli utracił stałocieplność, a współczesne krokodyle są zwierzętami wtórnie zmiennocieplnymi**, co najprawdopodobniej wynika z przejścia tych zwierząt do ziemno-wodnego trybu życia i ma związek ze stosunkowo mało aktywnym polowaniem z zasadzki.

ZADANIE 19.

Jednym z dowodów potwierdzających pochodzenie krokodyli od zwierząt stałocieplnych jest zachowana pełna przegroda międzykomorowa. Wśród współczesnych archozaurów także ptaki mają w sercu pełną przegrodę międzykomorową. **Badania porównawcze doprowadziły badaczy do wniosku, że taką budowę serca miały także wymarłe dinozaury oraz ostatni wspólny przodek archozaurów.**

Poniższy rysunek przedstawia niekompletne drzewo filogenetyczne obrazujące relacje pokrewieństwa między gadami a ptakami.



ZADANIE 19.

Zadanie 19.1. (0-1)

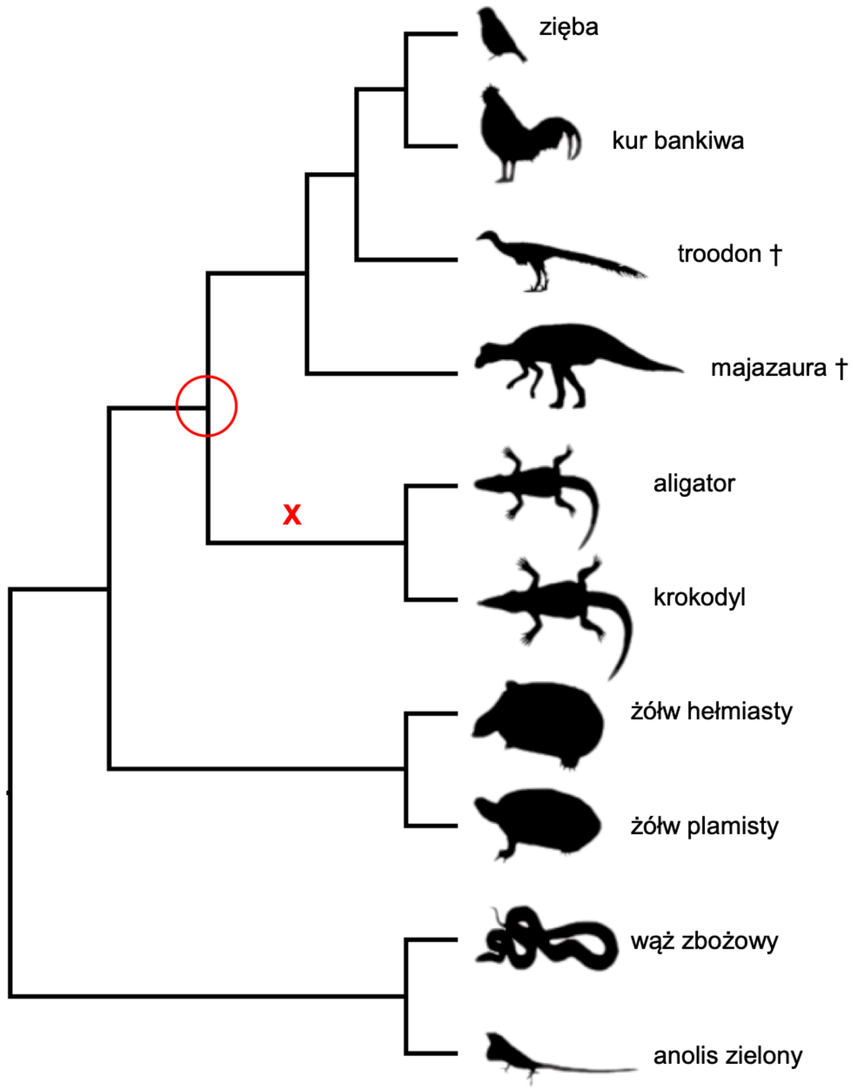
Na podstawie tekstu określ pokrewieństwo między grupami gadów – dorysuj brakujące gałęzie powyższego drzewa filogenetycznego tak, aby drzewo przedstawiało w poprawny sposób relacje pokrewieństwa między taksonami.

Zadanie 19.2. (0-1)

Zaznacz na powyższym drzewie filogenetycznym ostatniego wspólnego przodka archozaurów – otocz kółkiem odpowiedni węzeł.

Zadanie 19.3. (0-1)

Zaznacz na powyższym drzewie filogenetycznym moment, w którym – według przedstawionej w tekście hipotezy – doszło do utraty stałocieplności – zapisz znak X nad odpowiednią gałęzią.



ZADANIE 19.

Zadanie 19.1. (0-1)

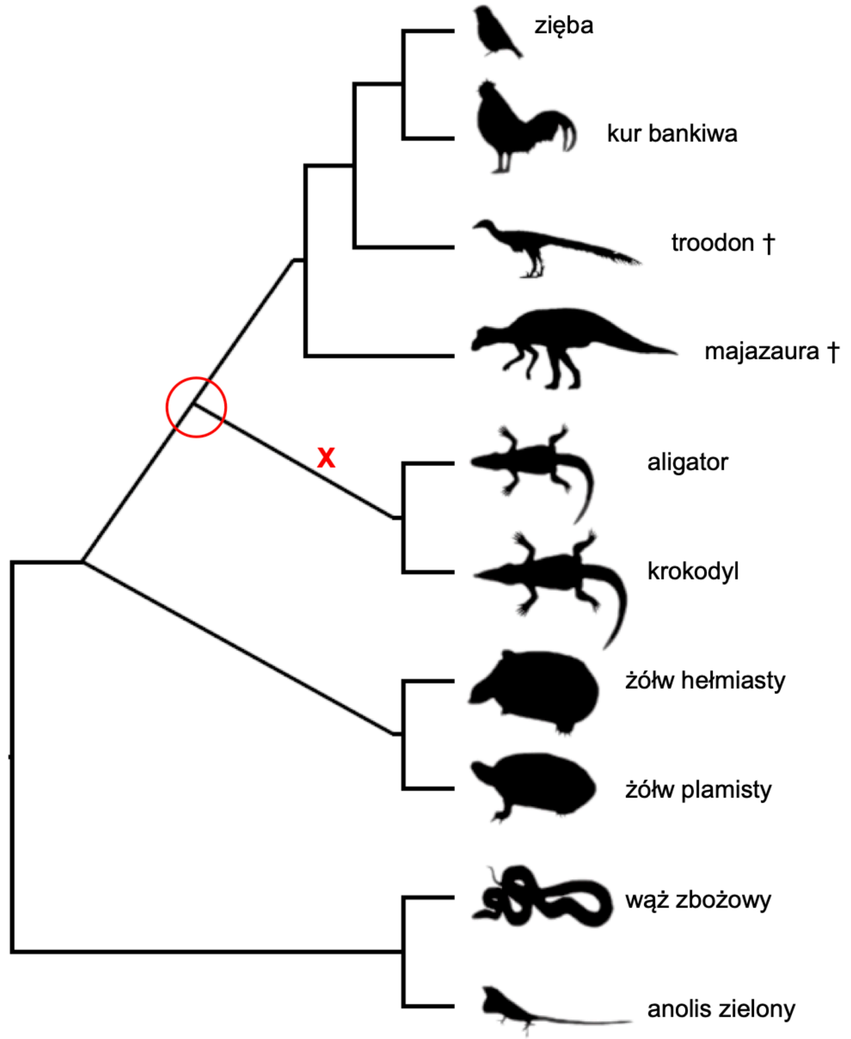
Na podstawie tekstu określ pokrewieństwo między grupami gadów – dorysuj brakujące gałęzie powyższego drzewa filogenetycznego tak, aby drzewo przedstawiało w poprawny sposób relacje pokrewieństwa między taksonami.

Zadanie 19.2. (0-1)

Zaznacz na powyższym drzewie filogenetycznym ostatniego wspólnego przodka archozaurów – otocz kółkiem odpowiedni węzeł.

Zadanie 19.3. (0-1)

Zaznacz na powyższym drzewie filogenetycznym moment, w którym – według przedstawionej w tekście hipotezy – doszło do utraty stałocieplności – zapisz znak X nad odpowiednią gałęzią.



ZADANIE 20.

Zadanie 20. (0-1)

W kameruńskim jeziorze wulkanicznym Barombi Mbo żyje 15 gatunków ryb, z czego 11 należy do pielęgnic – ryb z rodziny *Cichlidae*. Badania mitochondrialnego DNA wykazały, że endemiczne pielęgnice z Barombi Mbo stanowią grupę monofiletyczną – wszystkie są ze sobą bliżej spokrewnione niż z jakimkolwiek gatunkiem występującym w sąsiednich rzekach.

Ze względu na regularny stożkowy kształt misy jeziornej, będącej kraterem wygasłego wulkanu, historyczne wahania poziomu wody nie mogły doprowadzić do podziału jeziora na kilka mniejszych. W obrębie jeziora nie występują też inne bariery geograficzne utrudniające kontakt tych aktywnych ryb. Jezioro Barombi Mbo jest prawie całkowicie odizolowane od lokalnego systemu rzek.

ZADANIE 20.

Na podstawie przedstawionych informacji dokończ zdanie. Zaznacz odpowiedź A albo B oraz odpowiedź 1., 2. albo 3.

Zróżnicowanie gatunkowe pielęgnic w jeziorze Barombi Mbo powstało na drodze

A.	specjacji allopatrycznej.	polegającej na	**1.**	kilkunastu migracjach gatunków rzecznych do jeziora.
B.	specjacji sympatrycznej.		**2.**	radiacji ewolucyjnej pielęgnic w obrębie jeziora.
			3.	krzyżowaniu się blisko spokrewnionych gatunków ryb.

ZADANIE 21.



Zadanie 21. (0-2)

Korzystając z prawa Hardy'ego-Weinberga, oblicz prawdopodobieństwo, że losowo wybrana osoba jest nosicielem allelu fenyloketonurii, jeżeli częstość występowania tej choroby w danej populacji wynosi 1 na 10 000 urodzeń. Zapisz obliczenia.

$q^2 = 0{,}0001$ (1:10000 = 0,0001)
$q = 0{,}01$
$p = 1 - 0{,}01 = 0{,}99$
$2pq = 2 \times 0{,}01 \times 0{,}99 = 0{,}0198 \approx$ **0,02**

Odpowiedź: Prawdopodobieństwo bycia nosicielem fenyloketonurii: **1,98% lub 2%, lub 0,0198, lub 0,02, lub 1/50, lub 99/5000.**

ZADANIE 22.



Zadanie 22.

Bajkał jest najstarszym jeziorem świata. Jego wiek ocenia się na 50-75 mln lat, a więc być może pochodzi z okresu kredowego. Jest też najgłębszym jeziorem świata. Temperatura wody jest niska, na dużych głębokościach wynosi 4 °C, latem nagrzewa się na powierzchni średnio do 8 °C. Jedną z największych niezwykłości fauny Bajkału są kiełże, niewielkie skorupiaki. We wszystkich wodach słodkich Eurazji na północ od Alp, Karpat i Kaukazu znanych jest 30-40 gatunków kiełży, tych samych w setkach jezior i rzek całego tego obszaru, z wyjątkiem Bajkału, gdzie żaden z tych gatunków nie występuje. W Bajkale natomiast żyje około 300 gatunków kiełży, które można napotkać w tym jedynym jeziorze świata. Są tam gatunki niezwykłe, olbrzymy po 12 cm długości, sześciokrotnie większe od„normalnego" kiełża, gatunki zbrojne wielkimi kolcami i jeszcze wiele innych. Bardzo wiele gatunków bajkalskich kiełży odkrył i opisał polski lekarz i zoolog – Benedykt Dybowski. Niektóre gatunki żyją na dnie największych głębin, inne na średnich głębokościach, inne na płyciznach przybrzeżnych. Niektóre są charakterystyczne dla dna kamienistego, inne wolą piaszczyste, jeszcze inne – muliste. Jeszcze inne pędzą żywot planktoniczny, przy czym i tutaj poszczególne gatunki żyją na różnych głębokościach.

ZADANIE 22.

Zadanie 22.1. (0-1)

Określ, wybierając spośród odpowiedzi A albo B, pojęcie odnoszące się do kiełży występujących w Jeziorze Bajkał i wybierz odpowiednie uzasadnienie spośród 1.–3.

Gatunki kiełży żyjące w Bajkale są

A.	endemitami	ponieważ	**1.**	Bajkał jest najstarszym jeziorem świata, więc procesy ewolucyjne zachodzą tam od dawna.
B.	reliktami		**2.**	występują jedynie w tym jeziorze.
			3.	niska temperatura powoduje, że tempo procesów ewolucyjnych jest niewielkie.

ZADANIE 22.

Zadanie 22.2. (0-1)

Określ, wybierając spośród odpowiedzi A albo B, pojęcie odnoszące się do opisanych procesów

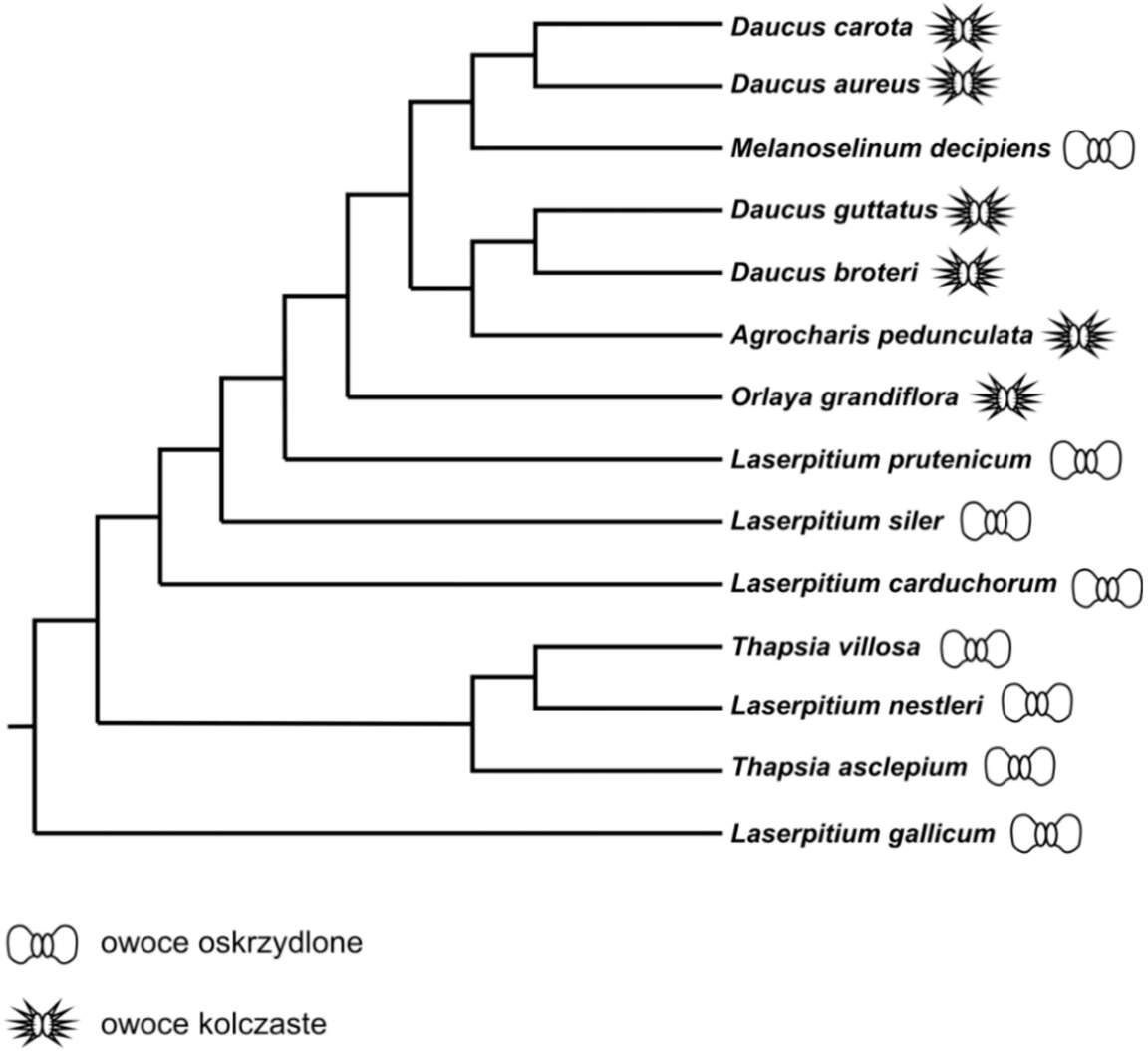
Specjacja zachodząca w jeziorze Bajkał dotycząca powstania ogromnej liczby gatunków kiełży żyjących tylko w tym jeziorze to

A.	specjacja sympatryczna	ponieważ	**1.**	fauna Bajkału jest tam od dawna odizolowana od fauny z innych obszarów.
B.	specjacja allopatryczna		**2.**	izolacja siedliskowa sprzyjała różnorodności przystosowań.
			3.	niska temperatura wody sprzyjała różnorodności sposobów adaptacji kiełży.

ZADANIE 23.

Zadanie 23. (0-1)

Poniższy kladogram przedstawia relacje pokrewieństwa w obrębie podplemienia *Daucinae* roślin baldaszkowatych. Każdemu z taksonów na drzewie przyporządkowano cechę związaną z budową owocu, który może być kolczasty lub oskrzydlony. Stosowana w rekonstrukcji cech przodków zasada największej parsymonii polega na minimalizacji liczby zmian na drzewie filogenetycznym.



ZADANIE 23.

Zadanie 23.1. (0-2)

Na podstawie analizy kladogramu określ, czy podane w tabeli stwierdzenia są prawdziwe, czy fałszywe. Podczas analizy ewolucji cech zastosuj się do zasady największej parsymonii (oszczędności).

1.	Oskrzydlony owoc *Melanoselinum decipiens* pochodzi od owocu kolczastego.	**P**	**F**
2.	Wspólny przodek wszystkich gatunków miał owoce oskrzydlone.	**P**	**F**
3.	Wspólny przodek rodzajów *Melanoselinum*, *Daucus*, *Agrocharis* i *Orlaya* miał owoce oskrzydlone.	**P**	**F**

ZADANIE 23.

Zadanie 23.2. (0-1)

Na podstawie analizy kladogramu określ, czy rodzaj Daucus jest monofiletyczny. Odpowiedź uzasadnij.

1 pkt. – za określenie, że rodzaj *Daucus* nie jest monofiletyczny oraz za poprawne uzasadnienie, odnoszące się do tego, że Melanoselinum i/lub Agrocharis są potomkami ostatniego wspólnego przodka rodzaju Daucus.

- Nie jest monofiletyczny. Ostatni wspólny przodek *Daucus* jest także przodkiem np. *Melanoselinum decipiens*.
- Nie jest, ponieważ z ostatniego wspólnego przodka *Daucus* wyewoluował także przedstawiciel *Agrocharis*.
- Jeżeli spróbować odciąć za jednym zamachem od drzewa filogenetycznego wszystkich przedstawicieli rodzaju *Daucus*, to odcina się co najmniej jeszcze *Agrocharis* i *Melanoselinum*, a więc *Daucs* nie jest monofiletycznym rodzajem.
- Nie da się odciąć rodzaju *Daucus* od drzewa jednym cięciem, nie wycinając jednocześnie *Agrocharis* i *Melanoselinum*.

ZADANIE 23.

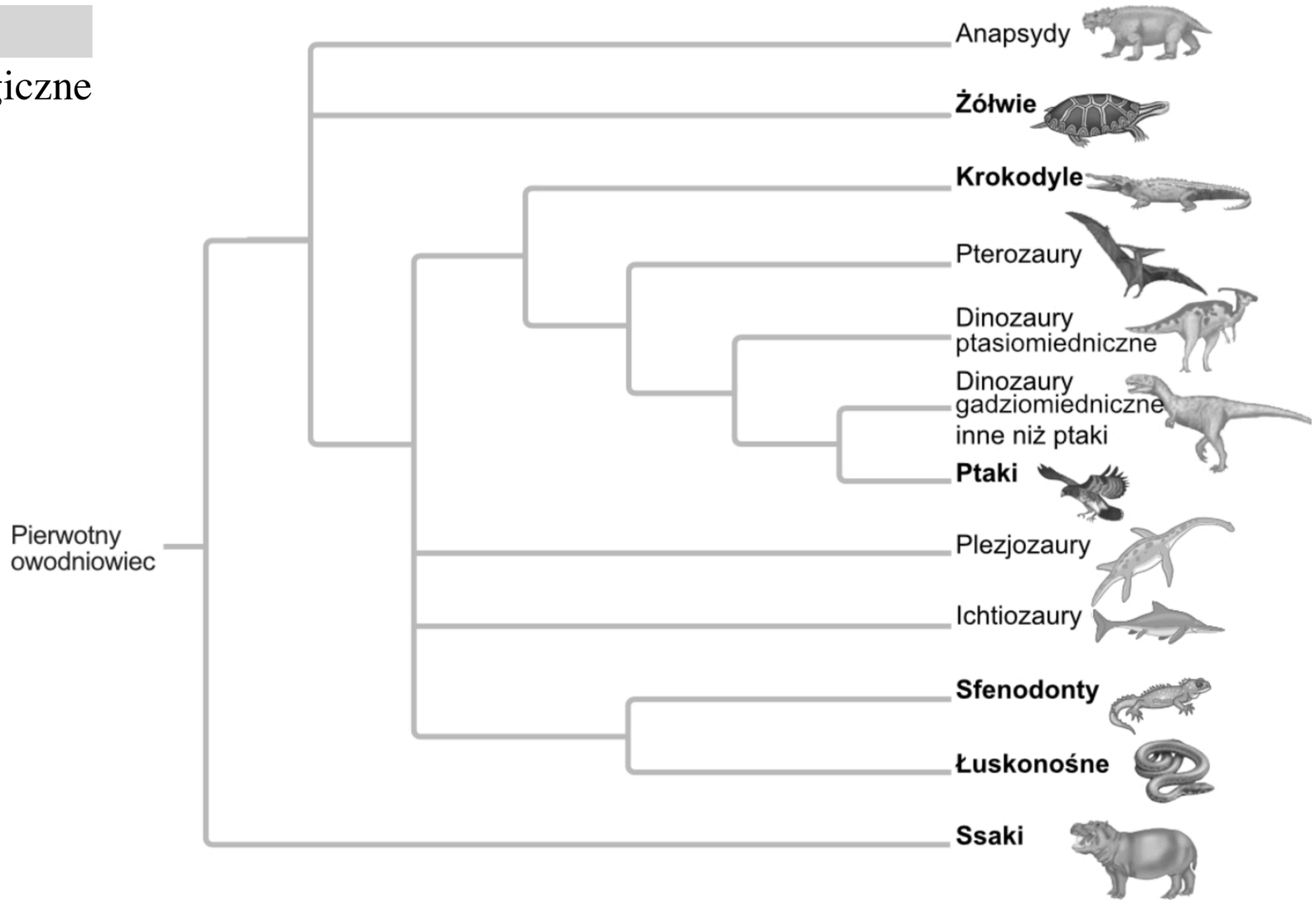
Przykładowe odpowiedzi niepoprawne:

- Nie, ponieważ nie wszystkie gatunki należące do rodzaju *Daucus* mają wspólnego przodka. (błędna interpretacja drzewa filogenetycznego – wszystkie przedstawione na drzewie gatunki pochodzą od jednego odległego przodka).
- Nie jest monofiletyczny, ponieważ zawiera gatunki z innych rodzajów. (błąd merytoryczny – rodzaj *Daucus* nie zawiera gatunków z innych rodzajów.
- Nie, ponieważ do rodzaju nie zalicza się wszystkich potomków ostatniego wspólnego przodka. (tautologia – odpowiedź podaje samą definicję grupy monofiletycznej bez odniesienia się do rodzajów *Agrocharis* i *Melanoselinum*)

ZADANIE 24.

Zadanie 24. (0-2)

Schemat przedstawia drzewo genealogiczne owodniowców.



ZADANIE 24.



Określ które stwierdzenia dotyczące pokrewieństwa między grupami należącymi do owodniowców są prawdziwe, a które fałszywe.

1.	Ssaki są bliżej spokrewnione z ptakami niż z żółwiami.	**P**	**F**
2.	Ptaki i krokodyle są bliżej spokrewnione niż ptaki i ssaki.	**P**	**F**
3.	Ichtiozaury były bliżej spokrewnione ze sfenodontami niż z gadami łuskonośnymi.	**P**	**F**

ZADANIE 25.

Zadanie 25. (0-1)

Kolibry to grupa małych ptaków, występujących w obu Amerykach i odżywiających się nektarem i owadami. Dwie inne grupy ptaków— nektarniki żyjące w Afryce i Azji oraz miodojady występujące w Australii nie są blisko spokrewnione z kolibrami, ale ich tryb życia, wygląd i zachowanie są bardzo podobne do kolibrów.

Określ, wybierając spośród A albo B, proces, którego przykładem jest powstanie podobnych cech u kolibrów, nektarników i miodojadów, i wybierz odpowiednie uzasadnienie spośród 1.-3.

Powstanie podobnych cech u kolibrów, nektarników i miodojadów jest przykładem

A.	konwergencji,	ponieważ	**1.**	różne grupy ptaków uzyskały podobne adaptacje niezależnie od siebie.
B.	dryfu genetycznego,		**2.**	dobór naturalny działał niezależnie w każdej ze wspomnianych grup ptaków.
			3.	te grupy ptaków uzyskały inne adaptacje niż ptaki prowadzące inny tryb życia.