



WYPEŁNIA ZDAJĄCY

KOD

--	--	--

PESEL

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**Miejsce na naklejkę.**

Sprawdź, czy kod na naklejce to  
**M-700.**

Jeżeli tak – przyklej naklejkę.  
Jeżeli nie – zgłoś to nauczycielowi.

Egzamin maturalny

Formuła 2023

# BIOLOGIA

## Poziom rozszerzony

**TEST DIAGNOSTYCZNY**

Symbol arkusza

MBIP-R0-**700**-2412

DATA: **10 grudnia 2024 r.**

GODZINA ROZPOCZĘCIA: **9:00**

CZAS TRWANIA: **do 210 minut**

LICZBA PUNKTÓW DO UZYSKANIA: **60**

Przed rozpoczęciem pracy z arkuszem egzaminacyjnym

1. Sprawdź, czy nauczyciel przekazał Ci **właściwy arkusz egzaminacyjny**, tj. arkusz we **właściwej formule**, z **właściwego przedmiotu** na **właściwym poziomie**.
2. Jeżeli przekazano Ci **niewłaściwy** arkusz – natychmiast zgłoś to nauczycielowi. Nie rozrywaj banderol.
3. Jeżeli przekazano Ci **właściwy** arkusz – rozerwij banderole po otrzymaniu takiego polecenia od nauczyciela. Zapoznaj się z instrukcją na stronie 2.





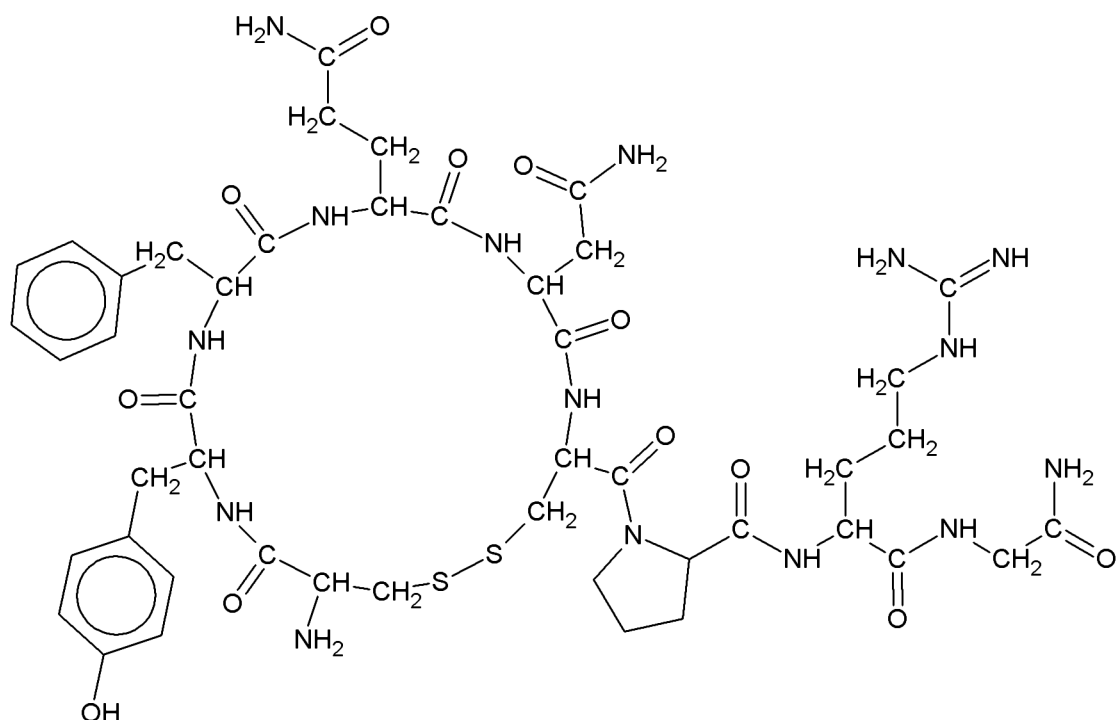
## Instrukcja dla zdającego

1. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 28 stron (zadania 1–20).  
Ewentualny brak zgłoś przewodniczącemu zespołu nadzorującego egzamin.
2. Na pierwszej stronie arkusza oraz na karcie odpowiedzi wpisz swój numer PESEL i przyklej naklejkę z kodem.
3. Odpowiedzi zapisz w miejscu na to przeznaczonym przy każdym zadaniu.
4. Pisz czytelnie. Używaj długopisu/pióra tylko z czarnym tuszem/atramentem.
5. Nie używaj korektora, a błędne zapisy wyraźnie przekreśl.
6. Pamiętaj, że zapisy w brudnopisie nie będą oceniane.
7. Możesz korzystać z *Wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki*, z linijki oraz z kalkulatora prostego. Upewnij się, czy przekazano Ci broszurę z okładką taką jak widoczna poniżej.



### Zadanie 1.

Na schemacie pokazano wzór strukturalny cząsteczki ludzkiego hormonu – wazopresyny. Wydzielanie tego hormonu wywołuje różne reakcje fizjologiczne organizmu, m.in. skurcze tętniczek zaopatrujących w krew naczynia przedwłosowate i sieć naczyń włosowatych.



Kofeina jest dla człowieka substancją egzogenną, obecną np. w ziarnach kawy. Spożycie kofeiny jest przyczyną ograniczenia resorpcji sodu w kanaliku bliższym (proksymalnym) nefronu, czego efektem jest większa ilość wody wydalanej wraz z moczem.

Na podstawie: T. Rieg, *Requirement of Intact Adenosine A1 receptors* [...], „The Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics” 313(1), 2005.

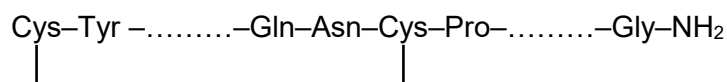
### Zadanie 1.1. (0–2)

Uzupełnij zdania tak, aby zawierały informacje prawdziwe dotyczące wazopresyny. W każdym nawiasie podkreśl właściwe określenie.

Wazopresyna należy do hormonów (*steroidowych / niesteroidowych*). Ten hormon jest wydzielany przez (*podwzgórze / przysadkę mózgową*) i wpływa na ilość (*wody / glukozy*) wydalanej wraz z moczem.

### Zadanie 1.2. (0–1)

Uzupełnij schemat – wpisz w wykropkowane miejsca dwie brakujące reszty aminokwasowe tak, aby powstała poprawna sekwencja wazopresyny. Odpowiedź zapisz, używając trójliterowych oznaczeń aminokwasów.



### Zadanie 1.3. (0–1)

Określ wpływ wydzielania wazopresyny na wartość ciśnienia tętniczego krwi.

.....

### Zadanie 1.4. (0–1)

Wyjaśnij, dlaczego wywołane przez kofeinę ograniczenie resorpcji jonów sodu w kanaliku bliższym nefronu skutkuje zwiększonym wydalaniem wody razem z moczem.

.....

.....

.....

.....

.....

### Zadanie 2.

W prawidłowo funkcjonujących komórkach zwierząt białko p53, kodowane przez gen *TP53*, zatrzymuje komórkę z uszkodzonym DNA w tzw. punkcie kontrolnym G1/S, czyli na granicy faz G1/S cyklu komórkowego. Uszkodzenie DNA jest

- albo naprawiane i komórka przechodzi z opóźnieniem z fazy G1 do fazy S,
- albo – gdy uszkodzenie jest zbyt poważne i naprawa jest niemożliwa – komórka zostaje skierowana na drogę apoptozy.

Retrogen to dodatkowa kopia genu, która powstaje na skutek odwrotnej transkrypcji mRNA danego genu. Genom słoni zawiera jeden gen *TP53* i aż 19 retrogenów *TP53*, z których kilka podlega transkrypcji i translacji. W rzedzie trąbowców (Proboscidea), do którego należą słonie stopniowo zwiększała się liczba retrogenów *TP53*. Dzięki ekspresji retrogenów *TP53* białko p53 jest aktywne nawet przy niskim natężeniu czynników mutagennych.

U słoni występuje też gen *LIF6*. Jego transkrypcja jest pobudzana przez białko p53. Białko LIF6 jest transportowane do mitochondriów, gdzie prowadzi do uwolnienia do cytozolu cytochromu c. Cytochrom c pełni funkcję cząsteczki wyzwalającej apoptozę. Nowotwory u słoni występują rzadko w porównaniu do dużej liczby komórek ciała słoni oraz długości życia tych zwierząt.

Na podstawie: J.M. Vazquez i in., *A Zombie LIF Gene in Elephants* [...], „Cell Reports” 24(7), 2018;  
M. Sulak i in., *TP53 Copy Number Expansion* [...], „eLife” 5, 2016.



**Zadanie 2.1. (0–1)**

**Wyjaśnij, dlaczego zatrzymanie cyklu komórkowego komórek z uszkodzonym DNA w punkcie kontrolnym G1/S ogranicza liczbę komórek nowotworowych.**

.....

.....

.....

.....

.....

**Zadanie 2.2. (0–2)**

**Do każdej z podanych cech genomu trąbowców (1–2) przyporządkuj właściwy mechanizm przeciwnowotworowy (A–D), który jest określony bezpośrednio przez tę cechę.**

1. obecność wielu retrogenów *TP53* .....

2. obecność genu *LIF6* .....

- A. Po wykryciu uszkodzenia DNA komórki łatwiej wchodzi na drogę apoptozy.
- B. DNA w komórkach jest mniej podatny na działanie czynników mutagennych.
- C. Liczba uszkodzeń DNA zwiększa się, ale nie zaburzają one kontroli cyklu komórkowego.
- D. Nawet niewielkie uszkodzenia DNA zatrzymują komórkę w punkcie kontrolnym G1/S.

### Zadanie 3. (0–1)

Dziwidło olbrzymie (*Amorphophallus titanum*) to roślina występująca jedynie na indonezyjskiej Sumatrze. Ta roślina wytwarza jeden z największych kwiatostanów świata. Z podziemnej bulwy wyrasta kwiatostan – kolba przypominająca pojedynczy kwiat. Kwiaty męskie zajmują większość kolby. Na samym dole kolby są kwiaty żeńskie. W czasie kwitnienia temperatura kwiatostanu podwyższa się i obniża się na zmianę. Wysoka temperatura kwiatostanu powoduje uwolnienie zapachu.



Na podstawie: B. Wiatrowska i in., *Dziwidło olbrzymie (Amorphophallus titanum), niezwykła bylina Sumatry*, „Kosmos” 67(2), 2018.

**Uzasadnij, że wydzielanie ciepła podczas kwitnienia ma znaczenie dla zapylania dziwidła olbrzymiego.**

.....

.....

.....

.....

#### Zadanie 4.

Uczniowie postanowili sprawdzić, czy w kiełkujących ziarniakach pszenicy jest aktywna amylaza. W tym celu przeprowadzili doświadczenie.

Na szalce Petriego z wylanym i zestalonym podłożem agarowym zawierającym skrobię uczniowie umieścili przekrojone wzdłuż kiełkujące ziarniaki pszenicy – tak, aby miejsce przekrojenia ściśle przylegało do podłoża. Tak przygotowaną szalkę utrzymywali przez 60 min w temperaturze 20 °C. Następnie uczniowie usunęli z szalki ziarniaki, a na podłoże szalki nanieśli płyn Lugola. Po pewnym czasie przepłukali podłoże wodą destylowaną.

Uczniowie zaobserwowali, że miejsca na szalce, w których wcześniej były ziarniaki nie wybarwiły się na ciemnognatowy kolor. Pozostały obszar podłoża wybarwił się.

#### Zadanie 4.1. (0–1)

**Na podstawie otrzymanych wyników doświadczenia określ, czy w kiełkujących ziarniakach pszenicy znajduje się aktywna amylaza. Odpowiedź uzasadnij, uwzględniając substrat amylazy oraz sposób jego wykrywania.**

.....

.....

.....

.....

#### Zadanie 4.2. (0–2)

**Oceń, czy stwierdzenia dotyczące procesu kiełkowania nasion są prawdziwe. Zaznacz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.**

1.	Spoczynek bezwzględny nasion można przerwać dzięki ich odpowiedniemu uwodnieniu.	P	F
2.	Auksyny hamują proces kiełkowania.	P	F
3.	Do kiełkowania nasion jest potrzebny tlen.	P	F

### Zadanie 5.

Na zdjęciu pokazano gałązkę brzozy brodawkowatej (*Betula pendula*). Kwiatostan męski oznaczono symbolem ♂, a kwiatostan żeński – symbolem ♀.



Na podstawie: [www.lasy.gov.pl](http://www.lasy.gov.pl)

### Zadanie 5.1. (0–1)

Określ, czy brzoza brodawkowata jest rośliną jednopienną, czy – dwupięnną. Odpowiedź uzasadnij.

.....

.....

.....

### Zadanie 5.2. (0–2)

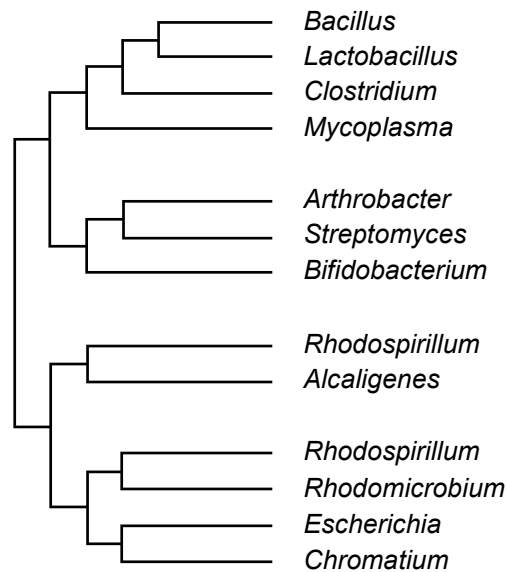
Uzupełnij zdania tak, aby w poprawny sposób opisywały mechanizm podwójnego zapłodnienia u roślin okrytonasiennych. W każdym nawiasie podkreśl właściwe określenie.

Łagiewka pyłkowa wnika do zalążka i przenosi do woreczka zalążkowego komórki plemnikowe, które powstały w ziarnie pyłku na drodze (*mitozy / mejozy*). Jedna z komórek plemnikowych łączy się z komórką jajową – powstaje zygota, z której rozwija się zarodek. Druga komórka plemnikowa łączy się z (*komórką centralną / jedną z synergid*) – powstaje triploidalna tkanka odżywcza w postaci (*bielma / obielma*).



### Zadanie 6.

Przedstawiony kladogram wybranych rodzajów bakterii otrzymano w wyniku porównania ich sekwencji nukleotydowych 16S rRNA.



Na podstawie: G.E. Fox i in., *The Phylogeny of Prokaryotes*, „Science” 209(4455), 1980;  
A. i J. Szwejkowscy, *Botanika. Systematyka*, Warszawa 2002.

### Zadanie 6.1. (0–1)

Na podstawie przedstawionego kladogramu określ, czy takson złożony wyłącznie z rodzajów *Bacillus* i *Clostridium* jest taksonem monofiletycznym. Odpowiedź uzasadnij, biorąc pod uwagę potomków ostatniego wspólnego przodka *Bacillus* i *Clostridium*.

.....

.....

.....

.....

### Zadanie 6.2. (0–2)

Na podstawie kladogramu oceń, czy stwierdzenia dotyczące relacji pokrewieństwa pomiędzy rodzajami bakterii są prawdziwe. Zaznacz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	<i>Bacillus</i> jest bliżej spokrewniony z <i>Clostridium</i> niż z <i>Mycoplasma</i> .	P	F
2.	Najbliższym krewnym <i>Rhodomicrobium</i> jest <i>Escherichia</i> .	P	F
3.	<i>Arthrobacter</i> jest w takim samym stopniu spokrewniony z <i>Mycoplasma</i> , co – z <i>Bifidobacterium</i> .	P	F

### Zadanie 7.

W latach 60. XX wieku wprowadzono w Polsce program szczepień ochronnych. Podobne działania prowadzono także w innych państwach na całym świecie. Dzięki szczepieniom niektóre choroby zakaźne właściwie nie występują w ludzkiej populacji. Przykładem jest ospa prawdziwa.

Na podstawie: [www.gov.pl](http://www.gov.pl)

### Zadanie 7.1. (0–2)

Uzupełnij tabelę – do każdej nazwy choroby przyporządkuj odpowiedni czynnik chorobotwórczy, wywołujący tę chorobę. Podaj główną drogę zarażenia lub zakażenia się człowieka.

Nazwa choroby	Czynnik chorobotwórczy (wirus / bakteria / protist)	Główna droga zarażenia lub zakażenia się człowieka
ospa prawdziwa		
gruźlica		
malaria		

### Zadanie 7.2. (0–1)

Uzupełnij tabelę – uporządkuj we właściwej kolejności etapy odpowiedzi humoralnej organizmu na pojawienie się patogenu w organizmie. Wpisz numery 2.–4. w odpowiednie miejsca tabeli. Etap najwcześniejszy oznaczono numerem 1.

Etapy	Kolejność
Aktywne limfocyty T wchodzą w interakcję z kompetentnymi limfocytami B.	
Przeciwciała wydzielane przez komórki plazmatyczne łączą się z antygenami.	
Limfocyty B różnicują się w kierunku komórek plazmatycznych i komórek pamięci.	
Limfocyty T ulegają aktywacji, dzielą się i wydzielają cytokiny.	1



### Zadanie 7.3. (0–1)

Określ, czy człowiek po zaszczepieniu obcym antygenem uzyskuje odporność swoistą, czy – nieswoistą. Odpowiedź uzasadnij, biorąc pod uwagę mechanizmy odporności, które powstają po zaszczepieniu.

.....

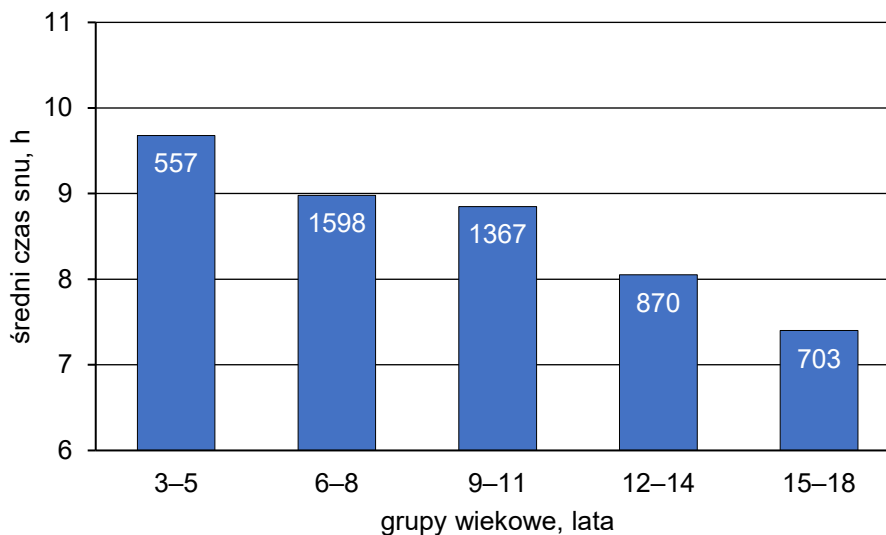
.....

.....

.....

### Zadanie 8. (0–1)

Przeprowadzono obserwację – średni czas snu dzieci i młodzieży w ciągu doby z podziałem na grupy wiekowe. Obserwacji poddano łącznie 5095 osób. Wyniki pokazano w formie wykresu, gdzie na każdym słupku podano liczbę obserwowanych osób w danej kategorii wiekowej.



Na podstawie: B.C. Galland, *Establishing* [...], „Sleep” 41(4), 2018.

Sformułuj problem badawczy opisanej obserwacji.

.....

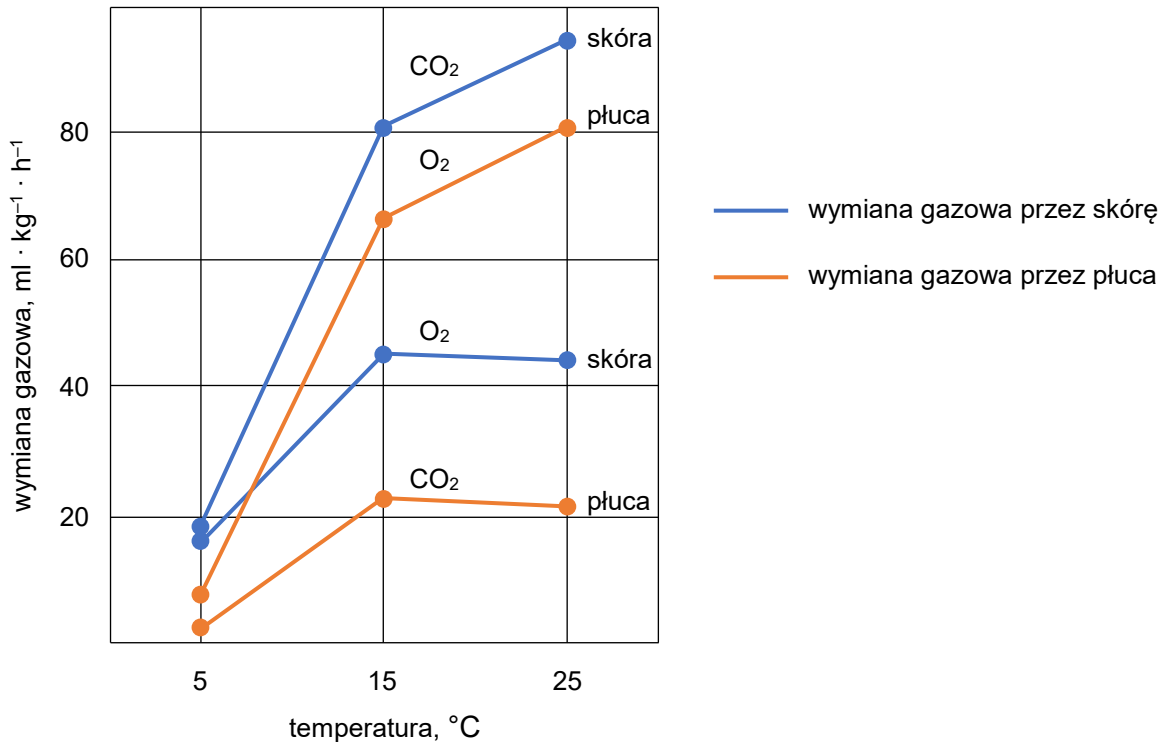
.....

.....

### Zadanie 9.

Pokrycie ciała poszczególnych grup kręgowców jest bardzo różne. U płazów skóra jest naga. U innych kręgowców powierzchnię ciała pokrywają łuski, pióra lub włosy, które są wytworami naskórka albo skóry właściwej. Te wytwory pełnią różne funkcje. Naskórek człowieka, dzięki swojej budowie, pełni m.in. funkcję ochronną.

Na wykresie pokazano tempo wymiany gazowej przez płuca i skórę w różnych temperaturach u ropuchy *Bufo americanus*. Wyniki pomiarów podano w przeliczeniu na kg masy ciała zwierzęcia.



Na podstawie: K. Schmidt-Nielsen, *Fizjologia zwierząt. Adaptacja do środowiska*, Warszawa 2008.

### Zadanie 9.1. (0–1)

Na podstawie informacji pokazanych na wykresie sformułuj jeden wniosek, który uwzględni wpływ temperatury na usuwanie CO<sub>2</sub> u ropuchy *Bufo americanus*.

.....

.....

.....

**Zadanie 9.2. (0–2)**

Oceń, czy stwierdzenia dotyczące pokrycia ciała kręgowców są prawdziwe. Zaznacz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	Skóra płazów wytwarza gruczoły potowe.	P	F
2.	Gruczoły potowe ssaków są wytworami skóry właściwej.	P	F
3.	Łuski u kręgowców lądowych są wytworami naskórka.	P	F

**Zadanie 9.3. (0–1)**

Uzasadnij, że budowa naskórka człowieka chroni przed wnikaniem patogenów do wnętrza organizmu.

.....

.....

.....

.....

**Zadanie 10. (0–1)**

Uzupełnij tabelę – wpisz we właściwej kolejności podane poniżej rangi taksonomiczne tak, aby powstała prawidłowa systematyka bociana białego (*Ciconia ciconia*).

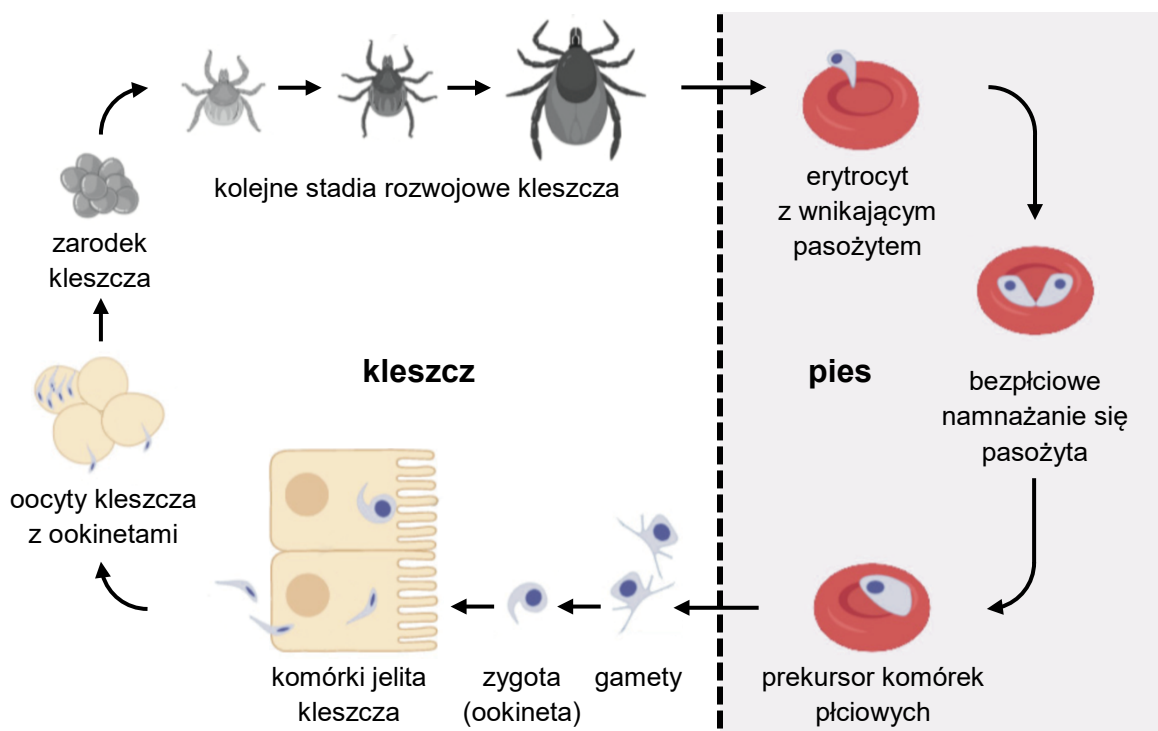
rodzina      królestwo      gromada      typ      rząd

Ranga taksonomiczna	Takson
	zwierzęta (Animalia)
	strunowce (Chordata)
podtyp	kręgowce (Vertebrata)
	ptaki (Aves)
	brodzące (Ciconiiformes)
	bociany (Ciconiidae)
gatunek	bocian biały ( <i>Ciconia ciconia</i> )

### Zadanie 11.

Babeszjoza jest groźną chorobą psów (również dziko żyjących psowatych). Babeszjozę wywołuje pasożytniczy protist – *Babesia canis*. Do zarażenia psa dochodzi po ukąszeniu go przez kleszcza, w którego organizmie są pasożyty. Psy można chronić przed babeszjozą przez podanie szczepionki.

Na schemacie pokazano cykl rozwojowy *B. canis*. Pasożyt namnaża się bezpłciowo w erytrocycie psa. Erytrocyt zostaje zniszczony, a pasożyt atakuje kolejne erytrocyty. Po kilku takich cyklach w erytrocytach psa powstają prekursorzy komórek płciowych protista. Aby zamknąć cykl rozwojowy, prekursorzy komórek płciowych muszą przedostać się do organizmu kleszcza. W jelitach kleszcza powstaje ruchliwa zygota – ookineta – wędrująca do różnych jego narządów. Ookinety wnikają również do oocytów. W ten sposób *B. canis* może przedostać się na kolejne pokolenia larw i imago kleszczy.



Na podstawie: J.L. Gundlach, A.B. Sadzikowski, *Parazytologia i parazytozy zwierząt*, Warszawa 2004; S.I. Bonnet, C. Nadal, *Experimental Infection of Ticks: An Essential Tool for the Analysis of Babesia Species Biology and Transmission*, „Pathogens” 10(11), 2021; T.P. Schettters, *Vaccination Against Canine Babesiosis*, „Trends in Parasitology” 21(4), 2005.

### Zadanie 11.1. (0–1)

**Określ, który organizm – pies czy kleszcz – jest żywicielem ostatecznym *B. canis*.  
Odpowiedź uzasadnij.**

Żywiciel ostateczny: .....

Uzasadnienie: .....

.....



### Zadanie 11.2. (0–1)

Uzasadnij, że całkowita eliminacja *B. canis* ze środowiska jest właściwie niemożliwa, mimo istnienia szczepionki dla psów. Podaj jeden argument dotyczący cyklu rozwojowego pasożyta.

.....

.....

.....

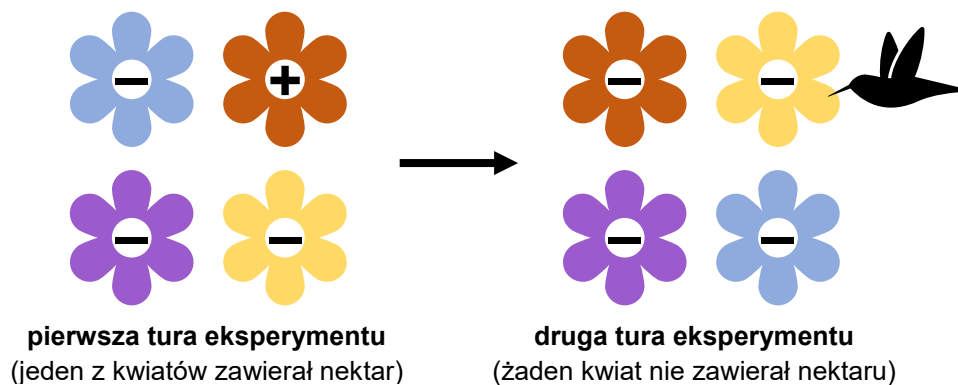
.....

### Zadanie 12. (0–1)

Prowadzono badania na rudaczkach północnych – kolibrach żyjących w Górach Skalistych. Rudaczki odżywiają się nektarem kwiatów. Aby zbadać, czy podczas wracania do źródła pokarmu rudaczki północne kierują się barwą kwiatów, czy – miejscem występowania kwiatów, wykonano eksperyment. W określonych miejscach ustawiono cztery sztuczne różnokolorowe kwiaty. Eksperyment podzielono na dwie tury:

- w pierwszej turze jeden wybrany kwiat zawierał sztuczny nektar – roztwór sacharozy, a rudaczki nauczyły się podlatywać do tego kwiatu po pokarm
- w drugiej turze eksperymentu zamieniano kwiaty miejscami i do żadnego z kwiatów nie dodano słodkiego roztworu.

Na schemacie pokazano typowy wynik eksperymentu. Kwiaty zawierające nektar oznaczono znakiem „+”, a puste – znakiem „-”. Symbolem ptaka oznaczono pierwszy kwiat, do którego rudaczek podleciał w czasie drugiej tury eksperymentu.



Na podstawie: N. Emery, *Ptasia inteligencja. Rozważania nad intelektem ptaków*, Warszawa 2018;  
T.A. Hurly i S.D. Healy, *Memory for flowers* [...], „Animal Behaviour” 51, 1996.

Sformułuj wniosek na podstawie otrzymanych wyników eksperymentu.

.....

.....

.....

### Zadanie 13.

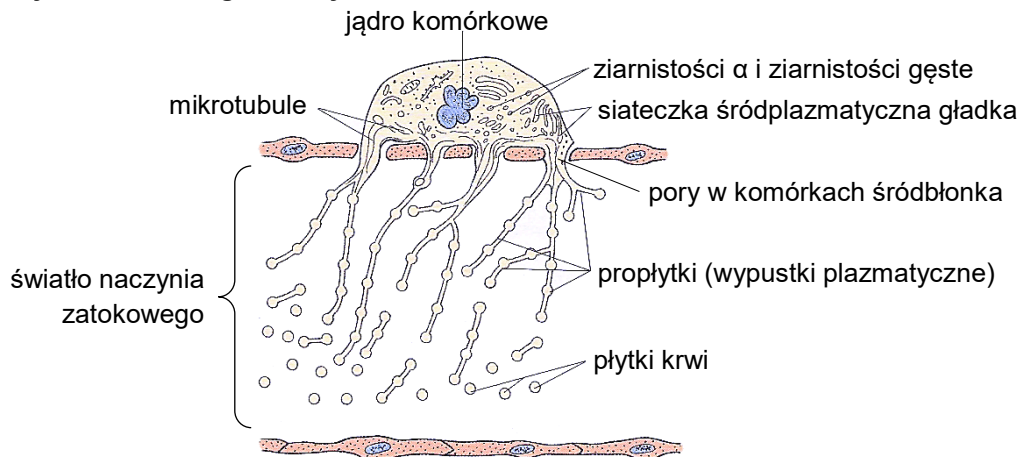
W organizmie dorosłego człowieka krąży prawie bilion płytek krwi (trombocytów). Płytki krwi to bezjądrowe fragmenty megakariocytów – komórek szpiku kostnego. W szpiku kostnym występują naczynia zatokowe – kapilary pozbawione błony podstawnej. Śródbłonek naczyń zatokowych ma liczne pory, pełniące ważną funkcję w wytwarzaniu płytek krwi.

Dojrzewanie megakariocytów polega na kilku niepełnych podziałach komórkowych, w których nie zachodzi cytokineza. Powstają poliploidalne komórki o dużej powierzchni błony i o powiększonej cytoplazmie. W dojrzałych megakariocytach występują wydłużone wypustki plazmatyczne – propletki. Z końcowych odcinków propletek oddzielają się płytki krwi. W płytkach krwi znajdują się m.in. ziarnistości  $\alpha$ , zawierające – swoiste dla płytek – peptydy i białka.

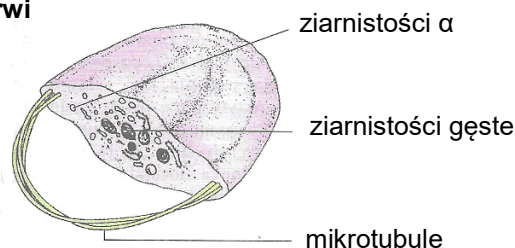
Na rysunkach pokazano występujący w czerwonym szpiku kostnym człowieka dojrzały megakariocyt przylegający do zewnętrznej powierzchni naczynia zatokowego (rysunek A) oraz budowę płytki krwi krążącej w krwiobiegu (rysunek B).

*Uwaga: Nie zachowano proporcji wielkości rysunków.*

**Rysunek A – megakariocyt**



**Rysunek B – płytka krwi**



Płytki krwi u ssaków nie mają jąder komórkowych, dzięki czemu osiągają niewielkie rozmiary, ale zawierają wiele typowych struktur komórkowych – rozbudowany cytoszkielet, mitochondria oraz swoiste ziarnistości (rysunek B). W płytkach krwi zachodzi synteza białka na podstawie mRNA pochodzącego z megakariocytów.

Na podstawie: W. Sawicki, J. Malejczyk, *Histologia*, Warszawa 2017;  
J.E. Italiano i in., *Blood Platelets* [...], „Journal of Cell Biology” 147(6), 1999;  
J. Saluk i in., *Powstawanie, metabolizm* [...], „Postępy Higieny i Medycyny Doświadczalnej” 68, 2014;  
K.R. Machlus, J.E. Italiano, *The Incredible Journey* [...], „Journal of Cell Biology” 201(6), 2013.



**Zadanie 13.1. (0–1)**

Uzupełnij zdania tak, aby zawierały informacje prawdziwe. W każdym nawiasie podkreśl właściwe określenie.

Dojrzewające megakariocyty rozpoczynają cykl komórkowy, w czasie którego (*przechodzą fazy / nie przechodzą faz*) G1, S oraz G2. Pominięcie późnej anafazy i telofazy oraz cytokinezy powoduje, że ilość DNA w dojrzewającym megakariocycie (*wzrasta / jest stała*).

**Zadanie 13.2. (0–1)**

Wykaż związek budowy naczyń zatokowych z wytwarzaniem płytek krwi.

.....

.....

.....

.....

**Zadanie 13.3. (0–1)**

Określ znaczenie powstawania licznych rozgałęzień megakariocytu w procesie wytwarzania płytek krwi.

.....

.....

.....

**Zadanie 13.4. (0–1)**

Wykaż związek między wytwarzaniem wielu długich wypustek plazmatycznych przez megakariocyty a dużą zawartością gładkiej siateczki śródplazmatycznej w tych komórkach.

.....

.....

.....

.....

### Zadanie 13.5. (0–1)

Oceń, czy stwierdzenia dotyczące płytek krwi u ssaków są prawdziwe. Zaznacz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	W płytkach krwi znajdują się rybosomy pochodzące z megakariocytów.	P	F
2.	W płytkach krwi zachodzi fosforylacja oksydacyjna.	P	F

### Zadanie 14.

Wśród bakterii zachodzi intensywny międzykomórkowy przepływ informacji genetycznej na drodze transformacji, transdukcji lub koniugacji.

Człowiek wykorzystuje naturalnie zachodzące zjawiska do otrzymywania organizmów modyfikowanych genetycznie, np. bakterii wytwarzających ludzkie białko – insulinę. Aby powstała insulina w komórkach bakterii, ludzki gen insuliny musi zostać pozbawiony dwóch intronów, rozdzielających trzy eksony.

Ludzki gen występuje w komórce bakteryjnej w dużej liczbie kopii, ponieważ ulega replikacji razem z plazmidem bakteryjnym. To umożliwia syntezę białka na wysokim poziomie.

Na podstawie: U. Kasprzykowska i B.M. Sobieszcańska, *Plastyczność bakteryjnych genomów – międzykomórkowy transfer informacji genetycznej*, „Postępy Mikrobiologii” 53(2), 2014.

### Zadanie 14.1. (0–1)

Do każdego z rodzajów przepływu informacji genetycznej dopasuj jeden z podanych niżej opisów (1.–4.).

1. Zachodzi z udziałem wirusów, które stają się wektorami przenoszącymi DNA z jednej bakterii do drugiej.
2. Polega na pobieraniu przez komórki bakteryjne materiału genetycznego ze środowiska.
3. Jest to proces płciowy polegający na przekazaniu materiału genetycznego z komórki dawcy do komórki biorcy. Może zachodzić pomiędzy różnymi gatunkami bakterii.
4. Polega na przepisaniu informacji genetycznej z RNA na DNA, dzięki czemu dochodzi do integracji takiego materiału genetycznego z genomem bakterii.

transformacja – .....

transdukcja – .....

koniugacja – .....



**Zadanie 14.2. (0–1)**

Wyjaśnij, dlaczego przed wprowadzeniem ludzkiego genu kodującego insulinę do genomu bakterii usuwa się z tego genu sekwencje intronów. W odpowiedzi uwzględnij znaczenie wycinania intronów u człowieka oraz przebieg ekspresji informacji genetycznej u bakterii.

.....

.....

.....

.....

.....

**Zadanie 14.3. (0–2)**

Uzupełnij tabelę – dla każdego z enzymów określ jego funkcję w procesie replikacji plazmidowego DNA.

Enzym	Funkcja w procesie replikacji plazmidowego DNA
helikaza	
prymaza	

### Zadanie 15.

PCR to procedura używana do powielenia materiału genetycznego. Do próbki dodaje się następujące odczynniki: materiał genetyczny, który ma podlegać powieleniu (matrycę), nukleotydy, polimerazę DNA oraz startery – oligonukleotydy DNA wyznaczające początek i koniec powielanego fragmentu. Reakcja przebiega w powtarzających się cyklach. Każdy cykl zaczyna się od podniesienia temperatury do ok. 95 °C, aby nici DNA się rozdzieliły. Następnie obniża się temperaturę, aby startery przyłączyły się do odpowiednich miejsc w matrycy. W kolejnym etapie dochodzi do syntezy komplementarnej nici. Na tym etapie w wyniku błędów polimerazy mogą zostać wprowadzone mutacje.

Za pomocą PCR powielono ludzki gen *MECP2* kodujący białko MECP2A, potrzebne do prawidłowego funkcjonowania mózgu. Poniżej pokazano początek sekwencji nici kodującej genu *MECP2* oraz początek sekwencji aminokwasowej białka MECP2A.

**Sekwencja nukleotydowa:** 5' ATG GTA GCT GGG ATG TTA GGG ... 3'

**Sekwencja aminokwasowa:** N Met Val Ala Gly Met Leu Gly ... C

Podczas PCR doszło w trzeciej pozycji czwartego kodonu do dwóch niezależnych mutacji: do substytucji G → A oraz do delecji jednego nukleotydu (G). Dlatego w mieszaninie preakcyjnej oprócz wiernej kopii genu *MECP2* znalazły się też dwa wadliwe warianty.

Na podstawie: GenBank sekwencja nr NM\_004992.4

### Zadanie 15.1. (0–1)

**Wyjaśnij, dlaczego do przeprowadzenia PCR wykorzystuje się enzym – polimerazę DNA – pochodzący z organizmu termofilnego.**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

### Zadanie 15.2. (0–1)

**Określ, ile razy zwiększa się liczba cząsteczek DNA w trakcie każdego cyklu PCR, jeśli wydajność reakcji jest równa 100%.**

.....

### Zadanie 15.3. (0–2)

**Podaj sekwencje aminokwasowe kodowane przez pokazany w zadaniu fragment nici kodującej po zajściu opisanych mutacji. Sekwencje zapisz od końca aminowego do końca karboksylowego, używając trójliterowych oznaczeń aminokwasów.**

1. substytucja G → A – .....

2. delecja G – .....



### Zadanie 16.

Na zdjęciu pokazano węża zbożowego (*Pantherophis guttatus*), mającego charakterystyczne ubarwienie ochronne – pomarańczowe plamy otoczone szeroką czarną obwódką.



Za takie ubarwienie odpowiadają dwa autosomalne geny zlokalizowane na różnych chromosomach:

- gen *A* – odpowiada za występowanie pomarańczowych plam
- gen *B* – odpowiada za występowanie czarnego barwnika.

Recesywne allele tych genów w układzie homozygotycznym uniemożliwiają syntezę barwników (allel *a* – brak pomarańczowych plam, allel *b* – brak czarnej obwódki).

Wężę mogą mieć ubarwienie:

- z pomarańczowymi plamami z czarnymi obwódkami – typ dziki
- z pomarańczowymi plamami bez czarnych obwódek
- z samymi czarnymi obwódkami bez pomarańczowego wypełnienia
- albinotyczne.

Na podstawie: M. Maćkowiak i A. Michalak (red.), *Biologia. Jedność i różnorodność*, Warszawa 2008.

Fotografia: J.D. Wilson, herpsofnc.org

### Zadanie 16.1. (0–1)

Zapisz wszystkie możliwe genotypy węży o ubarwieniu typu dzikiego.

.....  
.....

### Zadanie 16.2. (0–2)

Zapisz krzyżówkę genetyczną podwójnie heterozygotycznej samicy o ubarwieniu dzikim i albinotycznego samca. Użyj oznaczeń alleli podanych w tekście. Na podstawie krzyżówki podaj oczekiwany stosunek fenotypowy potomstwa.

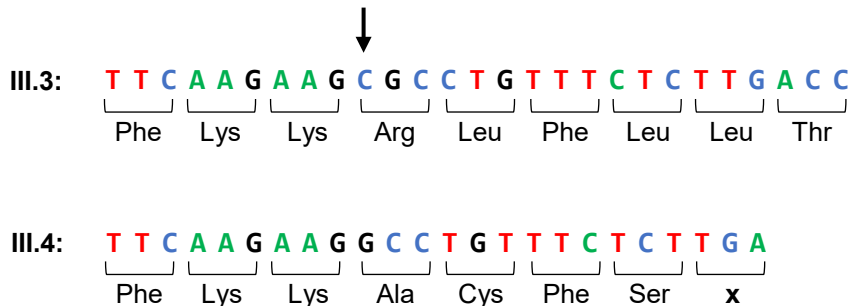
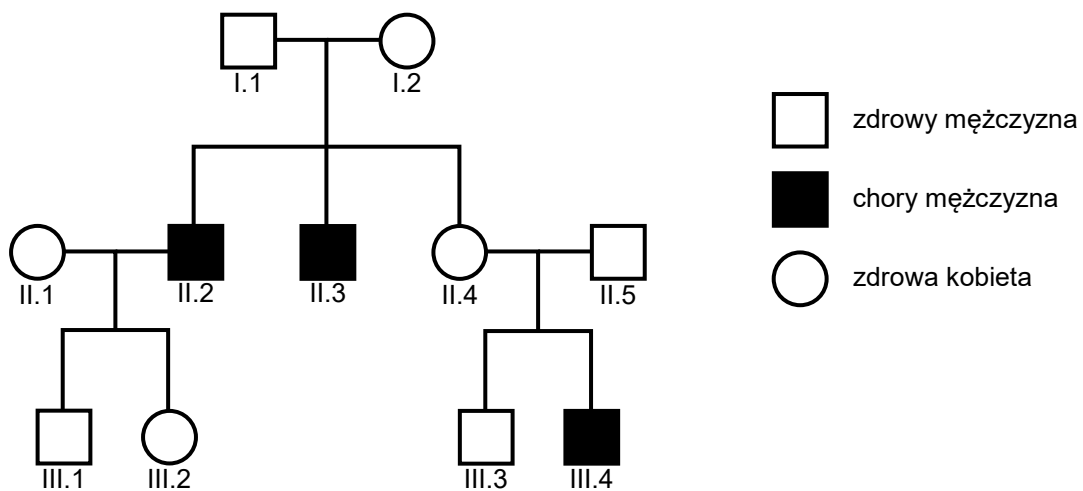
Krzyżówka genetyczna:

Stosunek fenotypowy: .....

### Zadanie 17.

Agammaglobulinemia Brutona (XLA) oznacza całkowity brak przeciwciał we krwi. Objawem choroby jest śladowa obecność dojrzałych limfocytów B we krwi. Przyczyną choroby są mutacje genu *BTK*, znajdujące się na chromosomie X.

Na schemacie rodowodu pewnej rodziny pokazano dziedziczenie tej choroby. Para (II.4 i II.5) zgłosiła się do lekarza ze swoim synem z powodu objawów XLA, czyli nawracających zapaleń zatok i uszu. Chory chłopiec (III.4) miał zdrowego brata (III.3) oraz zdrowych rodziców, ale u dwóch braci matki chorego chłopca zdiagnozowano wcześniej XLA. Pod schematem pokazano wynik sekwencjonowania nici kodującej DNA tej części genu *BTK*, w której wykryto mutację – przyczynę choroby w tej rodzinie. Strzałką wskazano nukleotyd, który uległ mutacji. Pod sekwencjami nukleotydów zapisano kodowaną sekwencję aminokwasową.



Na podstawie: J. Lee i in., *A novel BTK gene mutation, c.82delC (p.Arg28Alafs\*5), in a Korean family with X-linked agammaglobulinemia*, „Korean Journal of Pediatrics” 59(Suppl 1), 2016.

**Zadanie 17.1. (0–1)**

Uzupełnij zdania tak, aby w poprawny sposób opisywały wykrytą u chorego chłopca (III.4) mutację w genie *BTK* oraz jej konsekwencje dla sekwencji aminokwasowej białka kodowanego przez ten gen. W każdym nawiasie podkreśl właściwe określenie.

Mutacja wykryta w genie *BTK* u chorego chłopca polega na (*delecji / substytucji*) jednego nukleotydu w sekwencji kodującej. Zmieniona sekwencja aminokwasów w łańcuchu polipeptydowym wytwarzanym w komórkach chorego chłopca wynika (*z przesunięcia ramki odczytu / ze zmiany kodu genetycznego*).

**Zadanie 17.2. (0–1)**

Określ, czy XLA jest warunkowana mutacją recesywną, czy – dominującą. Odpowiedź uzasadnij, odnosząc się do konkretnych osób pokazanych na schemacie rodowodu rodziny.

.....  
.....

**Zadanie 17.3. (0–1)**

Podaj genotyp osoby oznaczonej jako III.2. Użyj oznaczeń alleli: *B* – allel dominujący oraz *b* – allel recesywny.

.....

**Zadanie 17.4. (0–3)**

Określ, jakie jest prawdopodobieństwo, że kolejne dziecko rodziców II.4 i II.5 będzie chore. Zapisz genotypy rodziców oraz odpowiednią krzyżówkę genetyczną. Użyj oznaczeń alleli: *B* – allel dominujący oraz *b* – allel recesywny.

Genotyp kobiety II.4 ..... Genotyp mężczyzny II.5 .....

Krzyżówka genetyczna:

Prawdopodobieństwo, że kolejne dziecko będzie chore: ..... %.

### Zadanie 18.

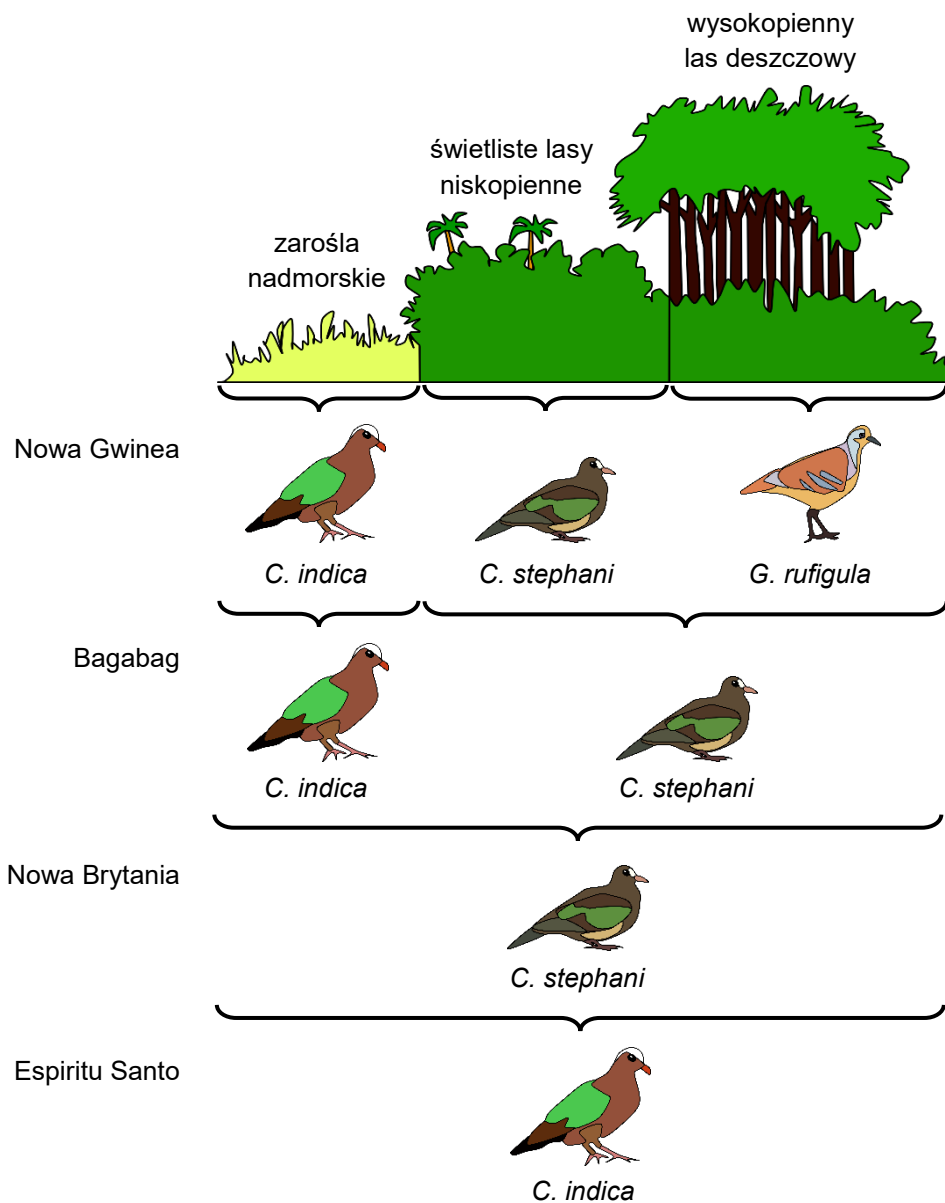
Ekologiczna nisza podstawowa gatunku, czyli nisza potencjalnie zajmowana przez ten gatunek w warunkach optymalnych, jest często inna niż nisza realizowana, czyli rzeczywista, zajmowana w danych warunkach abiotycznych i biotycznych.

Na rysunku pokazano występowanie trzech naziemnych gatunków gołębiowatych (Columbidae) – *Chalcophaps indica*, *Chalcophaps stephani* i *Gallucolumba rufigula* – na czterech melanezyjskich wyspach: Nowej Gwinei, Bagabag, Nowej Brytanii i Espiritu Santo.

Te ptaki można spotkać w trzech różnych biotopach: w zaroślach nadmorskich, w świetlistych lasach niskopiennych oraz w wysokopiennym lesie deszczowym.

Na Nowej Gwinei spotyka się wszystkie trzy gatunki i każdy zajmuje inny biotop.

Na Bagabag obecne są tylko dwa gatunki *Chalcophaps*, a na Nowej Brytanii i na Espiritu Santo występuje tylko po jednym gatunku *Chalcophaps*.



Na podstawie: J. Weiner, *Życie i ewolucja biosfery*, Warszawa 2003.



**Zadanie 18.1. (0–1)**

Określ, czy na podstawie przedstawionych informacji można sformułować wniosek: „Konkurencja międzygatunkowa powoduje, że nisza realizowana *G. rufigula* jest zawężona w porównaniu do jego niszy podstawowej”. Odpowiedź uzasadnij.

.....

.....

.....

.....

.....

**Zadanie 18.2. (0–1)**

Uzupełnij zdania tak, aby zawierały informacje prawdziwe o wpływie drapieżnictwa na populację ofiary. W każdym nawiasie podkreśl właściwe określenie.

Drapieżnik (*zmniejsza / zwiększa*) konkurencję wewnątrzgatunkową o zasoby pokarmowe w populacji ofiary.

Zmniejszenie liczebności ofiary zwykle prowadzi do (*zawężenia / rozszerzenia*) niszy realizowanej gatunku konkurującego z ofiarą.

**Zadanie 18.3. (0–1)**

Na podstawie informacji w zadaniu określ, czy dwa gatunki ptaków występujące na wyspie Bagabag są klasyfikowane w jednym, czy – w dwóch rodzajach. Odpowiedź uzasadnij.

.....

.....

.....

### Zadanie 19.

Jedną z głównych przyczyn wymierania płazów na świecie jest chytrydiomikoza – choroba wywoływana przez mikroskopijny grzyb *Batrachochytrium dendrobatidis*. Patogen atakuje naskórek płazów, głównie na spodniej części ciała. W skórze zakażonych osobników rozwijają się zoosporangia grzyba, a uwalniające się z nich zoospory przemieszczają się w wodzie i wnikają w naskórek kolejnych płazów. Zakażenie jest przyczyną silnego nawarstwienia, rogowacenia i łuszczenia się naskórka. Uszkodzona skóra odpada płatami, a na ciele pojawiają się rany. Chytrydiomikoza pierwotnie występowała tylko w Afryce. Do rozprzestrzenienia tej choroby na inne kontynenty przyczynił się człowiek przez handel płazami oraz prowadzenie masowych hodowli płazów. Człowiek wprowadził też obce gatunki płazów do Europy – afrykańską płatanę szponiastą (*Xenopus laevis*) i północnoamerykańską żabę ryczącą (*Lithobates catesbeianus*).

Na podstawie: P. Sura i in., *Chytrydiomikoza – śmiertelne zagrożenie dla płazów*, „Chrońmy Przyrodę Ojczystą” 66(6), 2010.

### Zadanie 19.1. (0–1)

**Wyjaśnij, dlaczego silne zrogowacenie skóry płazów spowodowane chytrydiomikozą jest dla nich śmiertelne. W odpowiedzi uwzględnij budowę i funkcjonowanie zdrowej skóry płazów.**

.....

.....

.....

.....

.....

### Zadanie 19.2. (0–1)

**Uzasadnij, że okres godowy płazów może sprzyjać rozprzestrzenianiu się zakażenia grzybem *Batrachochytrium dendrobatidis* wśród płazów.**

.....

.....

.....

.....



### Zadanie 19.3. (0–1)

Wykaż, że przestrzeganie konwencji waszyngtońskiej (CITES) przyczynia się do ograniczenia rozprzestrzeniania się na świecie zakaźnych chorób płazów, które są pierwotnie chorobami o zasięgu lokalnym.

.....

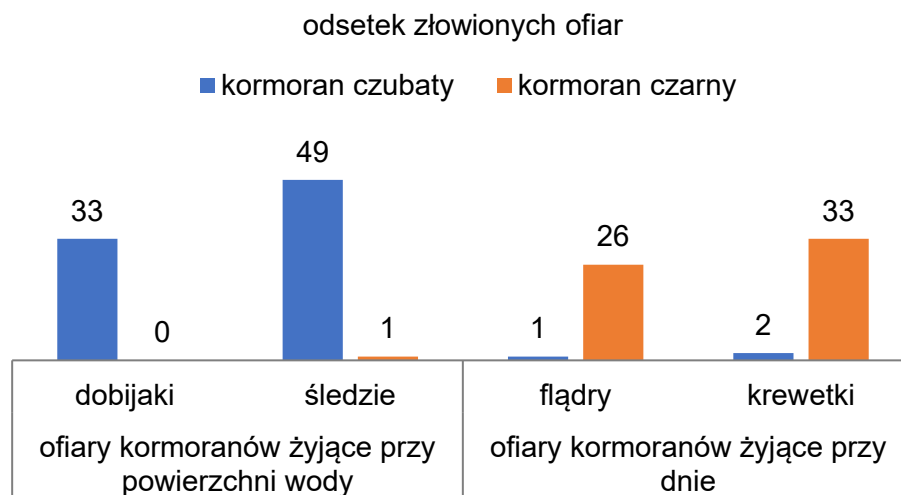
.....

.....

.....

### Zadanie 20. (0–1)

W Wielkiej Brytanii wzdłuż wybrzeży morskich występują dwa gatunki kormoranów: kormoran czarny i kormoran czubaty. Żywią się one organizmami morskimi występującymi w wodach, nad którymi się gnieźdzą. Budują gniazda na skałach i na półkach klifu. Kormoran czubaty buduje gniazda głównie z wodorostów, a kormoran czarny – z patyków i traw morskich. Na wykresach pokazano, jakim pokarmem żywią się te gatunki kormoranów.



Na podstawie: C.J. Clegg i D.G. Mackean, *Advanced Biology*, Londyn 2012.

Na podstawie informacji w zadaniu podaj dwie różnice między niszą ekologiczną kormorana czarnego a niszą ekologiczną kormorana czubatego.

1. ....
2. ....

**BRUDNOPIS (*nie podlega ocenie*)**









# BIOLOGIA

Poziom rozszerzony

*Formuła 2023*



# BIOLOGIA

Poziom rozszerzony

*Formuła 2023*



# BIOLOGIA

Poziom rozszerzony

*Formuła 2023*

