CENTRALNA KOMISJA EGZAMINACYJNA

Arkusz zawiera informacje prawnie chronione do momentu rozpoczęcia egzaminu.

**WYPEŁNIA ZDAJĄCY**

**KOD**

**PESEL**

***Miejsce na naklejkę.***
*Sprawdź, czy kod na naklejce to* **E-100**.
*Jeżeli tak – przyklej naklejkę.*
*Jeżeli nie – zgłoś to nauczycielowi.*

**Egzamin maturalny** ***Formuła 2015***

# BIOLOGIA

## Poziom rozszerzony

*Symbol arkusza*
EBIP-R0-**100**-2606

DATA: **5 czerwca 2026 r.**

GODZINA ROZPOCZĘCIA: **9:00**

CZAS TRWANIA: **180 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.

Układ graficzny
© CKE 2022

## Instrukcja dla zdającego

1. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 33 strony (zadania 1–18). 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. Nie wpisuj żadnych znaków w części przeznaczonej dla egzaminatora.
7. Pamiętaj, że zapisy w brudnopisie nie będą oceniane.
8. 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.



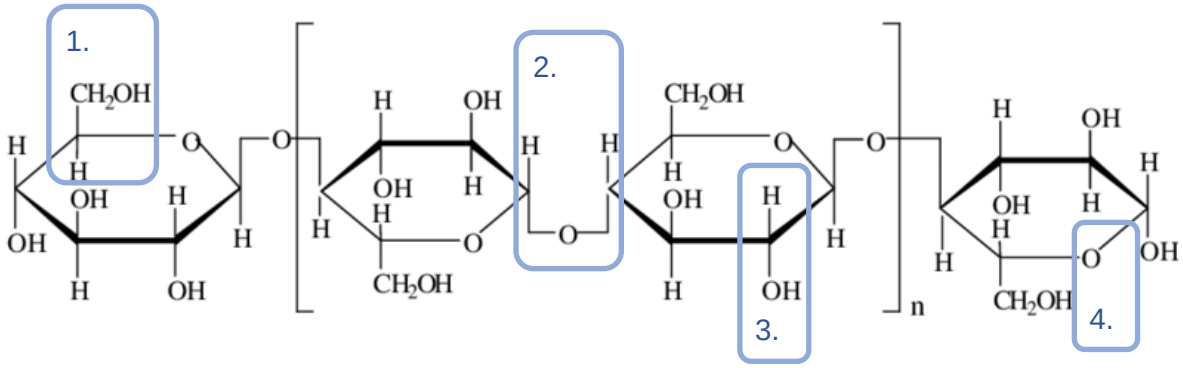
**Zadania egzaminacyjne są wydrukowane na następnych stronach.**

## Zadanie 1.

Mikroorganizmy celulolityczne wytwarzają wiele enzymów rozkładających celulozę. Funkcją celulaz jest hydroliza wiązań β-1,4-glikozydowych we włóknach celulozy. Ze względu na strukturę i aktywność enzymatyczną można wśród celulaz wyróżnić:

- endoglukanazy – działają w wewnętrznej, amorficznej części celulozy i rozkładają długie łańcuchy celulozy na oligodekstryny o różnej długości
- egzoglukanazy – działają na końcowe elementy łańcuchów cukrowych i mogą odłączać pojedyncze cząsteczki glukozy lub celobiozę – dwie cząsteczki glukozy połączone wiązaniem β-1,4-glikozydowym
- β-glukozydazy – degradują jednostki celobiozy oraz oligodekstryny do glukozy.

Na poniższym rysunku przedstawiono strukturę chemiczną celulozy.




Na podstawie: K. Poszytek, *Mikrobiologiczna utylizacja celulozy*, „Postępy mikrobiologii" 55(2), 2016.

## Zadanie 1.1. (0–1)

**Jakim numerem na powyższym schemacie zaznaczono wiązanie β-1,4-glikozydowe? Zaznacz odpowiedź spośród podanych.**

**A.** 1 **B.** 2 **C.** 3 **D.** 4

## Zadanie 1.2. (0–1)

**Uzupełnij zdanie. Zaznacz odpowiedź spośród oznaczonych literami A i B oraz odpowiedź spośród oznaczonych literami C i D.**

Celuloza jest

**A.** rozgałęzionym

**B.** nierozgałęzionym

polisacharydem, składającym się z kilku tysięcy reszt glukozy i stanowiącym składnik budulcowy

**C.** ścian komórkowych

**D.** błon komórkowych

niektórych organizmów.

**Zadanie 1.3. (0–1)**

**Wykaż, że endoglukanazy znacznie przyśpieszają rozkład celulozy katalizowany przez egzoglukanazy.**

.....

.....

.....

.....

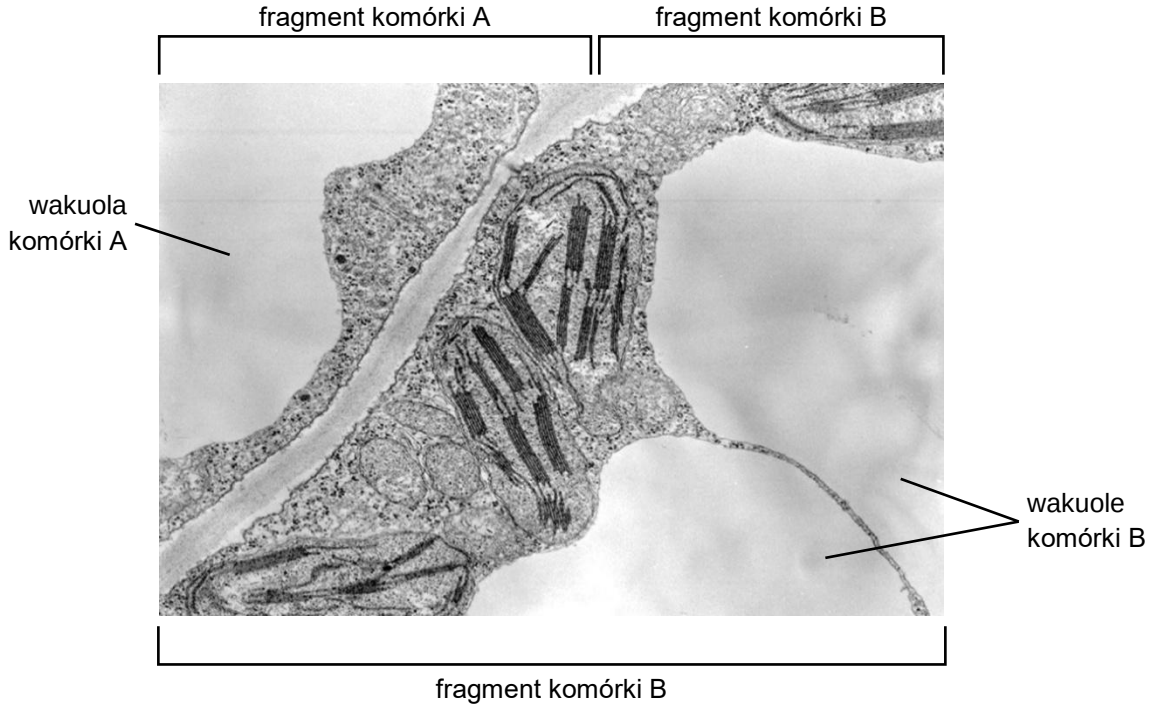
**Zadanie 1.4. (0–1)**

**Podaj nazwę wiązania między łańcuchami celulozy w mikrofibrylach – włóknach celulozowych, składających się z wielu równoległych cząsteczek celulozy.**

.....

## Zadanie 2.

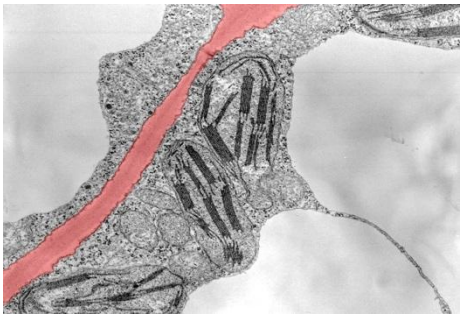
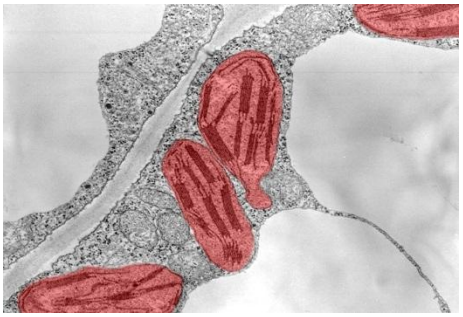
Na poniższym zdjęciu z mikroskopu elektronowego przedstawiono budowę fragmentów dwóch komórek roślinnych – A i B, wchodzących w skład tej samej tkanki.




Na podstawie: B. Alberts i in., *Podstawy biologii komórki*, Warszawa 1999.

## Zadanie 2.1. (0–2)

**Uzupełnij tabelę. Wpisz w wyznaczone miejsca tabeli nazwy i funkcje struktur komórki roślinnej, zaznaczonych na kopiach powyższego zdjęcia kolorem czerwonym.**

| | | |
|---|---|---|
| Struktura zaznaczona na zdjęciu |  |  |
| Nazwa struktury | | |
| Funkcja struktury | | |

**Zadanie 2.2. (0–1)**

**Uzupełnij zdania. Zaznacz odpowiedź spośród oznaczonych literami A i B oraz odpowiedź spośród oznaczonych literami C i D.**

Sok komórkowy znajdujący się wewnątrz wakuoli

**A.** różni się

**B.** nie różni się

składem od cytozolu. W miarę wzrostu komórki miękiszowej objętość wakuoli

**C.** się zmniejsza.

**D.** się zwiększa.

**Zadanie 2.3. (0–1)**

**Wyjaśnij, dlaczego wzrost stężenia cukrów prostych we wnętrzu wakuoli prowadzi do wzrostu turgoru komórki.**

.....

.....

.....

.....

.....

**Zadanie 2.4. (0–1)**

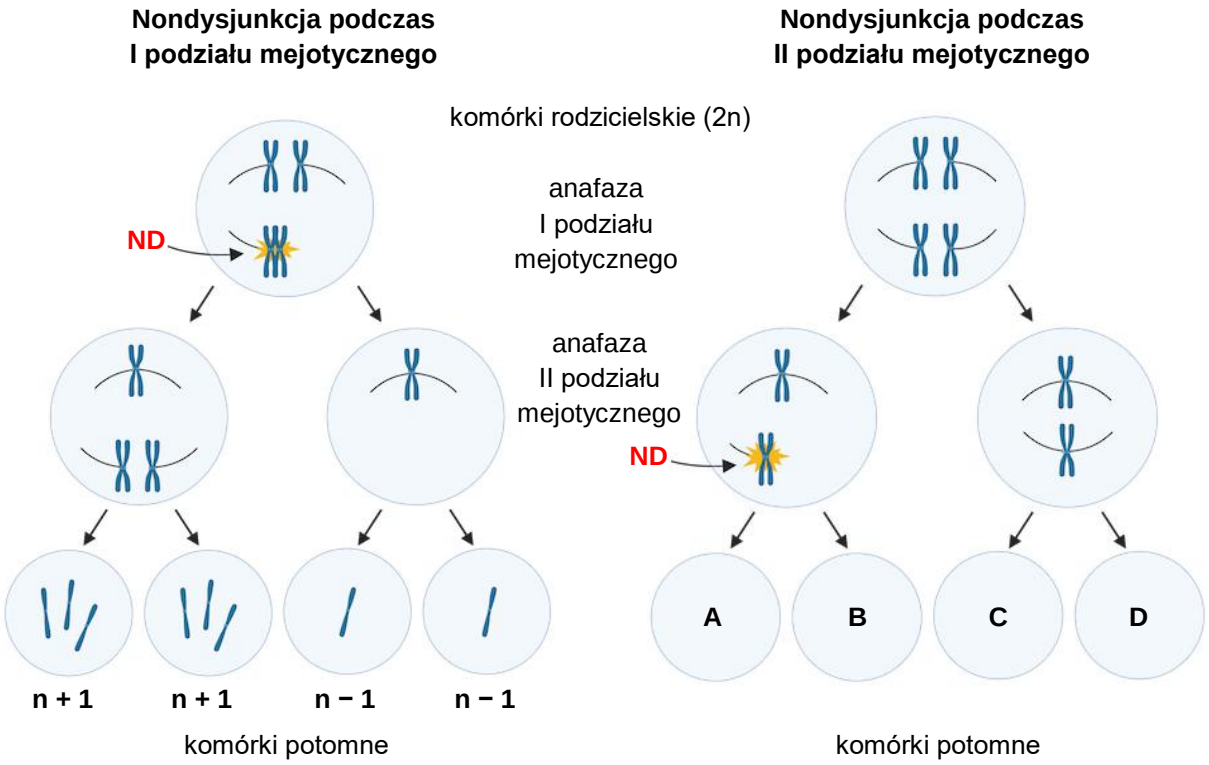
**Podaj nazwę błony wakuolarnej, oddzielającej sok komórkowy od cytozolu.**

.....

## Zadanie 3.

Zaburzenia liczby chromosomów w komórce mogą być spowodowane przez nondysjunkcję. Dochodzi do niej, kiedy para chromosomów homologicznych lub chromatyd siostrzanych nieprawidłowo rozdzieli się – odpowiednio – podczas pierwszego lub drugiego podziału mejotycznego.

Na poniższym schemacie przedstawiono, jak może dojść do nondysjunkcji podczas I podziału mejotycznego oraz podczas II podziału mejotycznego. Miejsce zachodzenia nondysjunkcji oznaczono literami **ND**.




Na postawie: *Aneulpoidia i nondysjunkcja. Zespół Downa i pokrewne choroby. Rearanżacje chromosomowe* (pl.khanacademy.org).

## Zadanie 3.1. (0–2)

**Określ skutki nondysjunkcji podczas II podziału mejotycznego. Wpisz w wyznaczone miejsca tabeli liczbę chromosomów w każdej z komórek potomnych oznaczonych na schemacie literami A–D.**

| Komórka potomna | Liczba chromosomów |
|---|---|
| **A** | |
| **B** | |
| **C** | |
| **D** | |

## Zadanie 3.2. (0–2)

**Określ, czy procesy wskazane poniżej zachodzą w I, w II, czy – w obu podziałach mejotycznych. Wpisz w odpowiednie komórki tabeli literę T (tak), jeżeli dany proces zachodzi, albo literę N (nie) – jeżeli nie zachodzi.**

*Uwaga: Przyjmij założenie, że podział mejotyczny zachodzi prawidłowo.*

| Proces | I podział | II podział |
|---|---|---|
| Skracają się włókna wrzeciona podziałowego. | | |
| Tworzą się biwalenty. | | |
| Centromery w chromosomach ulegają rozdzieleniu. | | |

**Zadanie 4.**

Pando to północnoamerykański las złożony z jednego gatunku drzewa liściastego – topoli osikowej (*Populus tremuloides*), a zarazem jest to jeden organizm – jeden osobnik rozmnażający się wegetatywnie. Na pędach Pando wyrastają wyłącznie kwiaty męskie. Pando jest jednym z najstarszych i najcięższych organizmów na Ziemi. Ma około 47 tysięcy pędów wyrastających ze wspólnego systemu korzeniowego. Większość pni obumiera po około 130 latach. Jeleniowate i inne zwierzęta roślinożerne odżywiają się młodymi odrostami Pando. Według naukowców ten las powoli zamiera. Zamieranie tego lasu zbiegło się w czasie z większą aktywnością ludzi – wytępiono na tym terenie duże drapieżniki, a w okolicy wybudowano domki letniskowe i zakazano polowań na jeleniowate.

Poniższe zdjęcie przedstawia fragment Pando w okresie jesiennym.



Na podstawie: D. Shultz, *One of the World's Largest Organisms Is Shrinking. Mule Deer Are Eating Away the Pando Aspen Clone*, „Science", 2018.
Fotografia: www.fs.usda.gov

**Zadanie 4.1. (0–1)**

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

Topola osikowa jest

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **A.** | jednopienna, | ponieważ | **1.** | każdy osobnik wytwarza kwiaty tylko jednej płci. |
| | | | **2.** | nowe pędy wyrastają z jednego osobnika. |
| **B.** | dwupienna, | | **3.** | rozmnaża się wegetatywnie. |

**Zadanie 4.2. (0–1)**

**Rozstrzygnij, czy ziarna pyłku wytwarzane przez jednego osobnika rośliny nasiennej są jednakowe, czy – odmienne genetycznie. Odpowiedź uzasadnij, odnosząc się do przemiany faz jądrowych.**

Rozstrzygnięcie: .....

Uzasadnienie: .....

.....

.....

**Zadanie 4.3. (0–1)**

**Wyjaśnij, dlaczego brak dużych drapieżników na terenie Pando jest jedną z przyczyn zamierania tego lasu.**

.....

.....

.....

.....

.....

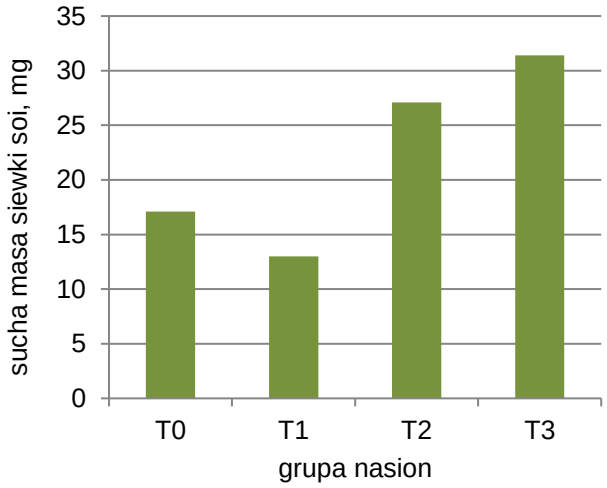
## Zadanie 5.

Przeprowadzono doświadczenie, którego celem było zbadanie wpływu czerwonego światła na suchą masę siewek soi (*Glycine max*). Nasiona soi odmiany BRS 537 podzielono na cztery grupy. Nasiona z każdej grupy naświetlono dawkami światła laserowego o długości fali 660 nm według następującego schematu:

- grupa T0 – nasiona nienaświetlane
- grupa T1 – dawka naświetlania 0,8 J · $cm^{-2}$
- grupa T2 – dawka naświetlania 1,6 J · $cm^{-2}$
- grupa T3 – dawka naświetlania 3,2 J · $cm^{-2}$.

Następnie nasiona z każdej grupy umieszczono na oddzielnych bibułkach do kiełkowania, przykryto kolejnym arkuszem bibuły i zwilżono wodą destylowaną w proporcji 2,5-krotności suchej masy bibuły. Bibuły zwinięto w rolkę, umieszczono w plastikowej torbie, a następnie przechowywano w inkubatorze w temperaturze 25 °C i przy 12-godzinnym fotoperiodzie (12 h dzień / 12 h noc) przez 7 dni. Po tym okresie zważono suchą masę siewek w każdej grupie.

W przypadku każdej opisanej grupy zastosowano cztery powtórzenia po 25 siewek.
Na poniższym wykresie przedstawiono wyniki doświadczenia w postaci wartości średnich z czterech powtórzeń.




Na podstawie: Y. Sarreta i J.C. de Castro Neto, *Effects of 660 nm Laser Irradiation of Soybean Seeds on Germination, Emergence and Seedling Growth*, „Acta Agrophysica" 28, 2021.

## Zadanie 5.1. (0–1)

**Na podstawie przedstawionych informacji sformułuj wniosek z doświadczenia.**

.....

.....

.....

.....

## Zadanie 5.2. (0–2)

**Uzasadnij, że w celu otrzymania wiarygodnych wyników było konieczne:**

**1. utrzymanie tej samej temperatury we wszystkich grupach**

.....

.....

.....

**2. umieszczenie kiełkujących nasion w plastikowej torbie.**

.....

.....

.....

## Zadanie 5.3. (0–1)

W nasionach soi materiał zapasowy znajduje się w rozbudowanych liścieniach, wypełniających większość przestrzeni w łupinie nasiennej.

**Dokończ zdanie. Zaznacz odpowiedź A albo B oraz odpowiedź 1. albo 2.**

Nasiona soi należą do

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **A.** | bezbielmowych, | a komórki, w których jest zgromadzony materiał zapasowy są | **1.** | diploidalne. |
| **B.** | bielmowych, | | **2.** | triploidalne. |

## Zadanie 5.4. (0–1)

**Uzupełnij zdania. Zaznacz odpowiedź spośród oznaczonych literami A i B oraz odpowiedź spośród oznaczonych literami C i D.**

Rośliny dnia krótkiego do zainicjowania kwitnienia wymagają okresu nieprzerwanej ciemności

**A.** krótszego

**B.** dłuższego

od pewnej wartości krytycznej. Ta wartość

**C.** jest

**D.** nie jest

taka sama dla roślin różnych gatunków zaliczanych do grupy roślin dnia krótkiego.

## Zadanie 6.

Larwy motyla tantnisia krzyżowiaczka (*Plutella xylostella*) żerują na liściach kapusty brukselskiej (*Brassica oleracea* var. *gemmifera*).

Korzenie kapusty są pokarmem larw muchówki śmietki kapuścianej (*Delia radicum*). Samica śmietki składa około 100–150 jaj na hipokotylu lub w glebie. Po 5–10 dniach z jaj wylęgają się larwy. Przez 2–30 dni larwy żyją wewnątrz korzeni, drążąc w nich korytarze. Po tym czasie przechodzą w stadium poczwarki, w którym pozostają przez 15–20 dni.

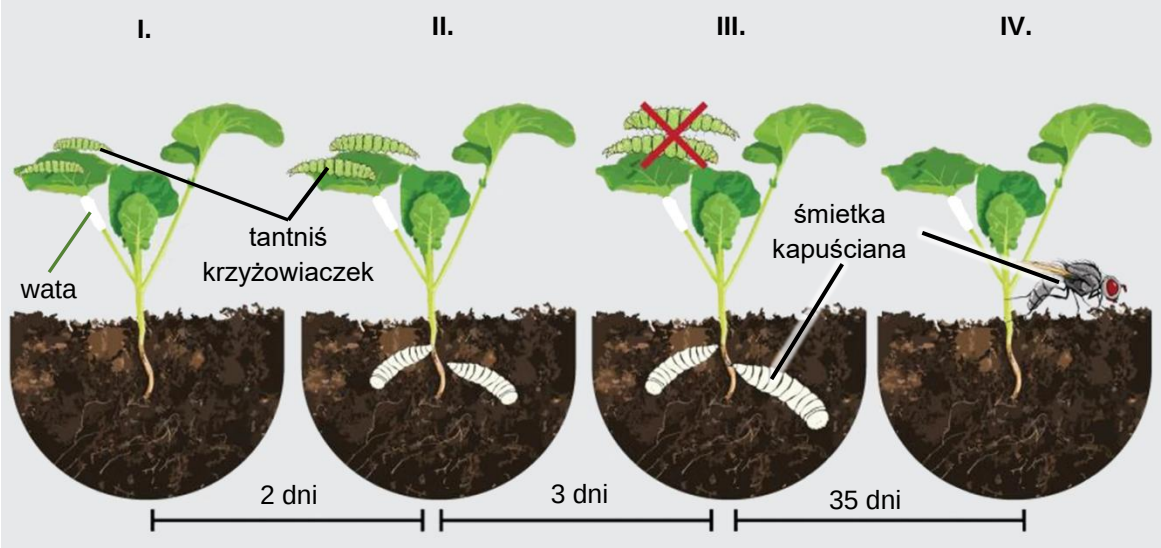
Badacze postanowili sprawdzić hipotezę, że żerowanie tantnisia krzyżowiaczka na kapuście jest przyczyną ograniczenia rozwoju śmietki kapuścianej poprzez uruchomienie mechanizmów obronnych rośliny. W tym celu przygotowano następującą próbę badawczą:

I. Na najmłodszy w pełni rozwinięty liść trzytygodniowej kapusty brukselskiej wprowadzono 10 larw tantnisia krzyżowiaczka. Ogonek tego liścia owinięto watą, aby zapobiec rozprzestrzenieniu się larw na inne liście.

II. Po dwóch dniach dziesięć nowo wyklutych larw śmietki kapuścianej umieszczono bezpośrednio na hipokotylu rośliny.

III. Następnie po trzech dniach usunięto larwy tantnisia krzyżowiaczka.

IV. Przez 35 kolejnych dni liczono pojawiające się dorosłe postaci śmietki kapuścianej.




Próba kontrolna była taka sama jak próba badawcza – z tym wyjątkiem, że nie wprowadzono larw motyla. Zastosowano kilkadziesiąt powtórzeń obu prób. W tabeli przedstawiono wyniki eksperymentu.

| | **Próba kontrolna** | **Próba badawcza** |
|---|---|---|
| Odsetek larw śmietki kapuścianej przeobrażonych w imago | 79,8 % | 59,4 % |

Na podstawie: P.N. Karssemeijer i in., *Leaf-chewing Herbivores* […], „Oecologia” 199, 2022.

**Zadanie 6.1. (0–1)**

**Sformułuj wniosek z przeprowadzonego eksperymentu.**

.....

.....

.....

**Zadanie 6.2. (0–1)**

**Określ, w jakim celu po trzech dniach od wprowadzenia na hipokotyle roślin larw śmietki kapuścianej usunięto z liści owady – larwy tantnisia krzyżowiaczka, mimo że eksperyment nadal trwał. W odpowiedzi uwzględnij testowaną hipotezę.**

.....

.....

.....

.....

**Zadanie 6.3. (0–1)**

**Uzasadnij, że zastosowanie wielokrotnych powtórzeń w przedstawionym doświadczeniu było konieczne, aby uzyskane wyniki były wiarygodne.**

.....

.....

.....

.....

**Zadanie 6.4. (0–1)**

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

U śmietki kapuścianej występuje rozwój złożony z przeobrażeniem

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **A.** | zupełnym, | na co wskazuje | **1.** | występowanie postaci larwalnych i poczwarki. |
| **B.** | niezupełnym, | | **2.** | występowanie końcowego stadium – imago. |

## Zadanie 7.

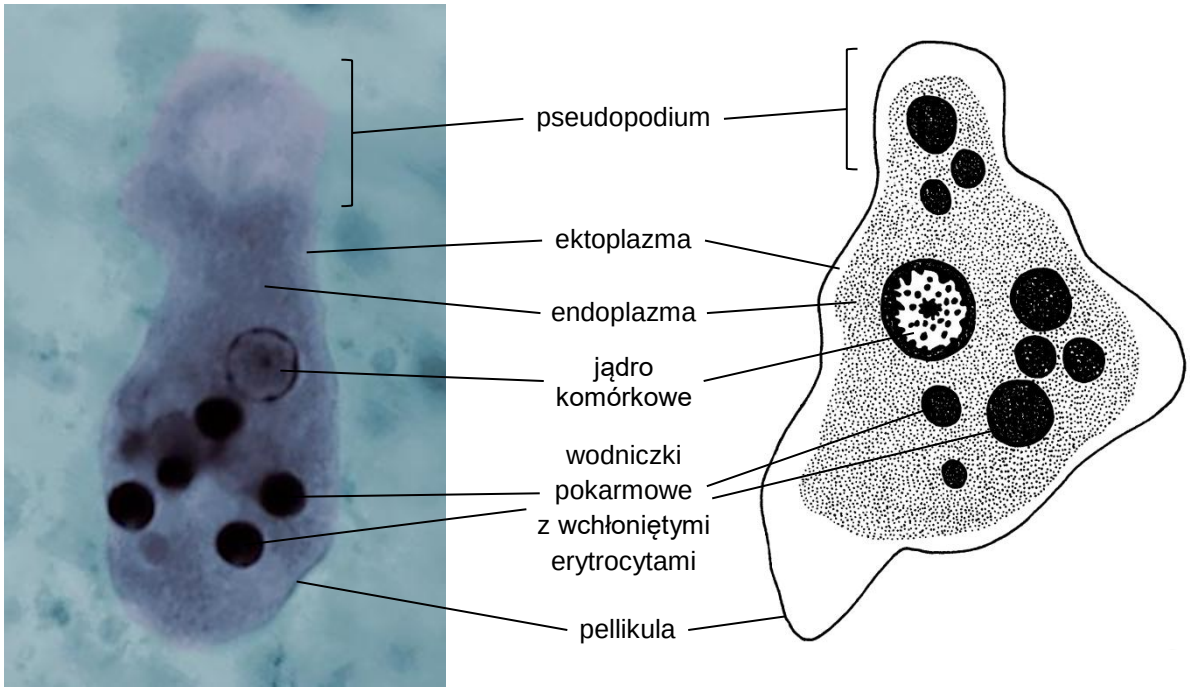
Pełzakowica to choroba wywoływana przez jednokomórkowego pasożyta – pełzaka czerwonki (*Entamoeba histolytica*). Do zarażenia dochodzi najczęściej drogą pokarmową: przez ręce, przez wodę lub przez pokarm – zanieczyszczone cystami pasożytów pochodzącymi z kału człowieka zarażonego tym pasożytem. Ostra pełzakowica jest chorobą zagrażającą życiu, ale u zarażonych osób nie zawsze rozwijają się objawy choroby. Decydują o tym przede wszystkim sprawność układu odpornościowego i ogólny stan zdrowia człowieka.

W cyklu życiowym pełzaka czerwonki występują dwie formy:

- trofozoit – postać wegetatywna, która aktywnie się przemieszcza oraz wytwarza enzymy proteolityczne i enterotoksyny, powodujące obumieranie komórek gospodarza
- cysta – postać przetrwalnikowa, odporna na warunki środowiska.

Do układu pokarmowego człowieka dostają się cysty, z których zostają uwolnione trofozoity w dolnym odcinku jelita cienkiego lub w górnym odcinku jelita grubego. Trofozoity są bardzo ruchliwe i szybko rozmnażają się przez podziały. W ostrych postaciach pełzakowicy trofozoity mogą wnikać do błony podśluzowej jelita i wraz z krwią dostać się do wątroby lub do innych narządów, gdzie pochłaniają krwinki czerwone i uszkadzają ściany naczyń włosowatych. Trofozoity mogą przekształcić się w cysty i wówczas są wydalane z kałem do środowiska zewnętrznego.

Poniżej przedstawiono budowę trofozoitu pełzaka czerwonki.




Na podstawie: M. Rogalska, *Pełzakowica*, „Medycyna Praktyczna”, 2017;
N. Guillén, *Pathogenicity and Virulence of* Entamoeba histolytica*, the Agent of Amoebiasis*, „Virulence” 14(1), 2023;
J Hempel-Zawitkowska (red.), *Zoologia dla uczelni rolniczych*, Warszawa 1995;
www.cdc.gov/dpdx/amebiasis/index.html
Fotografia: Dr. M. Melvin i Dr. Greene; CDC: Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta USA.

**Zadanie 7.1. (0–1)**

**Rozstrzygnij, czy pełzak czerwonki to bakteria, czy – protist. Odpowiedź uzasadnij.**

Rozstrzygnięcie: .....

Uzasadnienie: .....

.....

.....

**Zadanie 7.2. (0–1)**

**Określ funkcję, jaką pełni pseudopodium u pełzaka czerwonki.**

.....

**Zadanie 7.3. (0–1)**

**Uzasadnij, dlaczego połknięcie pełzaka czerwonki w formie trofozoitu zazwyczaj nie prowadzi do rozwoju choroby.**

.....

.....

.....

.....

**Zadanie 7.4. (0–1)**

**Dokończ zdanie. Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.**

Trofozoity dostają się wraz z krwią z jelita do wątroby człowieka

**A.** tętnicą wątrobową.

**B.** żyłą wątrobową.

**C.** żyłą wrotną.

**D.** żyłą główną dolną.

## Zadanie 7.5. (0–1)

**Które działanie stanowi profilaktykę pełzakowicy? Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.**

**A.** jedzenie sałatek bogatych w surowe warzywa lub owoce

**B.** gotowanie lub pieczenie potraw przed ich spożyciem

**C.** przyjmowanie antybiotyków

**D.** noszenie maseczek ochronnych na nos i usta

## Zadanie 8.

Wampir zwyczajny (*Desmodus rotundus*) jest gatunkiem krwiopijnego nietoperza, występującym od Meksyku po południową Argentynę. Samica rodzi jedno młode, które początkowo jest karmione mlekiem, a następnie razem z matką wyrusza na łowy. Wampir zwyczajny żeruje nocą, pijąc krew ptaków i ssaków. Ostrymi zębami nacina skórę swych żywicieli i zlizuje krew, spływającą z ran.

W ślinie wampirów znajdują się antykoagulanty – substancje zapobiegające nadmiernemu krzepnięciu krwi – oraz peptydy o działaniu znieczulającym. Żołądek wampira odpowiada za gromadzenie pobranej krwi oraz za wchłanianie z niej wody. Podczas pobierania pokarmu nerki zwierzęcia wytwarzają duże ilości hipoosmotycznego moczu. Kiedy nietoperz trawi pokarm podczas snu w dziennych kryjówkach, jego nerki wytwarzają małą ilość hiperosmotycznego moczu z wysokim stężeniem mocznika.



Na podstawie: K. Kowalski i L. Rychlik, *Jadowite ssaki*, „Kosmos” 63, 2014;
N.A. Campbell i in., *Biologia*, Poznań 2013.
Fotografia: U. Schmidt.

**Zadanie 8.1. (0–1)**

**Na podstawie przedstawionych informacji podaj jedną <u>cechę fizjologiczną</u> wampira zwyczajnego, która pozwala jednoznacznie zaklasyfikować ten gatunek do ssaków.**

.....

.....

**Zadanie 8.2. (0–1)**

**Wykaż, że wydalanie przez wampira zwyczajnego dużych ilości hipoosmotycznego moczu podczas pobierania pokarmu jest adaptacją fizjologiczną do latania.**

.....

.....

.....

.....

**Zadanie 8.3. (0–1)**

**Określ, na czym polega pasożytnictwo, oraz wykaż, że przedstawiona w tekście zależność między wampirem zwyczajnym a ssakami i ptakami jest pasożytnictwem.**

.....

.....

.....

.....

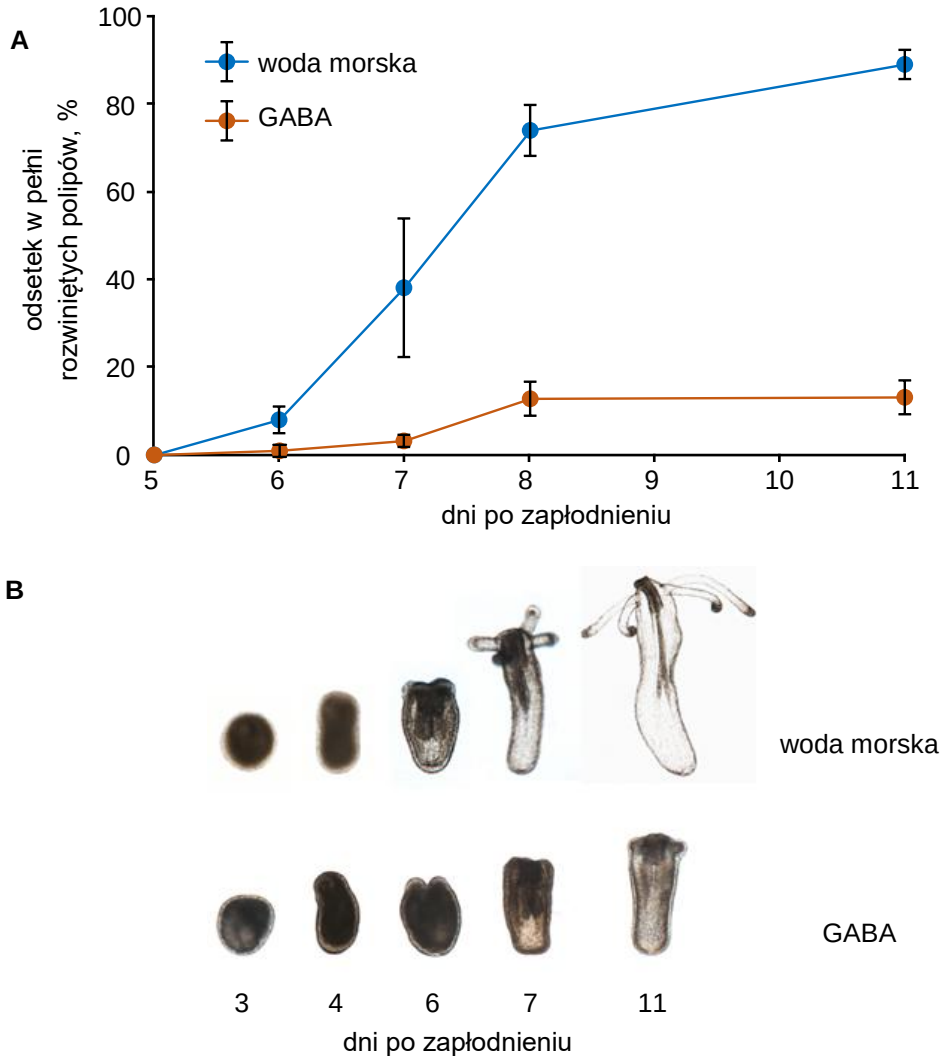
.....

.....

## Zadanie 9.

Ukwiał *Nematostella vectensis* to gatunek modelowy w badaniach biologicznych. Zbadano wpływ GABA (kwasu gamma-aminomasłowego) na rozwój *N. vectensis*. Larwy – planule – były hodowane w sztucznej wodzie morskiej. Do jednej hodowli dodano dodatkową porcję sztucznej wody morskiej, a do drugiej – roztwór GABA, którego stężenie końcowe wynosiło $10^{-3}$ mol · $dm^{-3}$. Doświadczenie wykonano w trzech powtórzeniach, a w każdym powtórzeniu użyto 100 larw.

Poniżej przedstawiono wyniki badania: **A** – odsetek planul przekształconych w polipy oraz **B** – typowe formy zwierzęcia w kolejnych dniach po zapłodnieniu. Na wykresie przedstawiono wartości średnie, słupki błędów oznaczają odchylenie standardowe.




Na podstawie: S. Levy i in., *Ectopic Activation of GABA$_B$ Receptors* […] *in* […] Nematostella vectensis, „Nature Ecology and Evolution" 5(1), 2021.

**Zadanie 9.1. (0–1)**

**Podaj nazwę typu zwierząt, do którego należy *N. vectensis*.**

.....

**Zadanie 9.2. (0–1)**

**Rozstrzygnij, która próba – tylko ze sztuczną wodą morską czy z dodatkiem GABA – była próbą kontrolną. Odpowiedź uzasadnij, odnosząc się do roli tej próby w interpretacji wyników doświadczenia.**

Rozstrzygnięcie: .....

Uzasadnienie: .....

.....

.....

**Zadanie 9.3. (0–1)**

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

.....

.....

.....

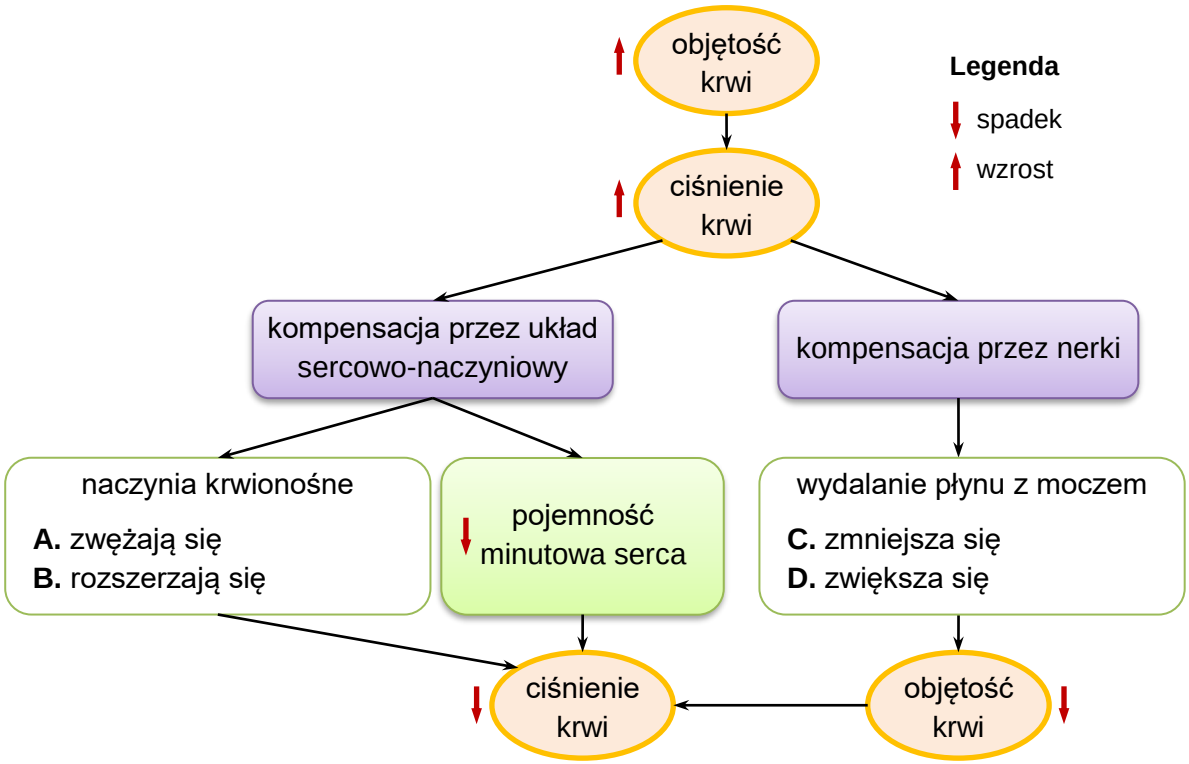
## Zadanie 10.

U człowieka zmiany objętości krwi mogą wpływać na jej ciśnienie tętnicze. Jeśli objętość krwi wzrasta, to ciśnienie krwi rośnie, podczas gdy spadek objętości krwi jest przyczyną spadku ciśnienia krwi. Niewielki wzrost objętości krwi występujący w ciągu dnia jest spowodowany m.in. przyjmowaniem pokarmu i płynów.

Na podstawie: D.U. Silverthorn (red.), *Fizjologia człowieka. Zintegrowane podejście*, Warszawa 2021.

## Zadanie 10.1. (0–1)

**Uzupełnij schemat przedstawiający regulację ciśnienia krwi w organizmie człowieka. Zaznacz odpowiedź spośród oznaczonych literami A i B oraz odpowiedź spośród oznaczonych literami C i D.**




## Zadanie 10.2. (0–2)

**Podaj nazwę hormonu wydzielanego przez tylny płat przysadki mózgowej, który to hormon reguluje objętość wydalanego moczu, oraz wyjaśnij, na czym polega działanie tego hormonu. W odpowiedzi uwzględnij mechanizm oraz skutek działania hormonu.**

Nazwa: .....

Wyjaśnienie: .....

.....

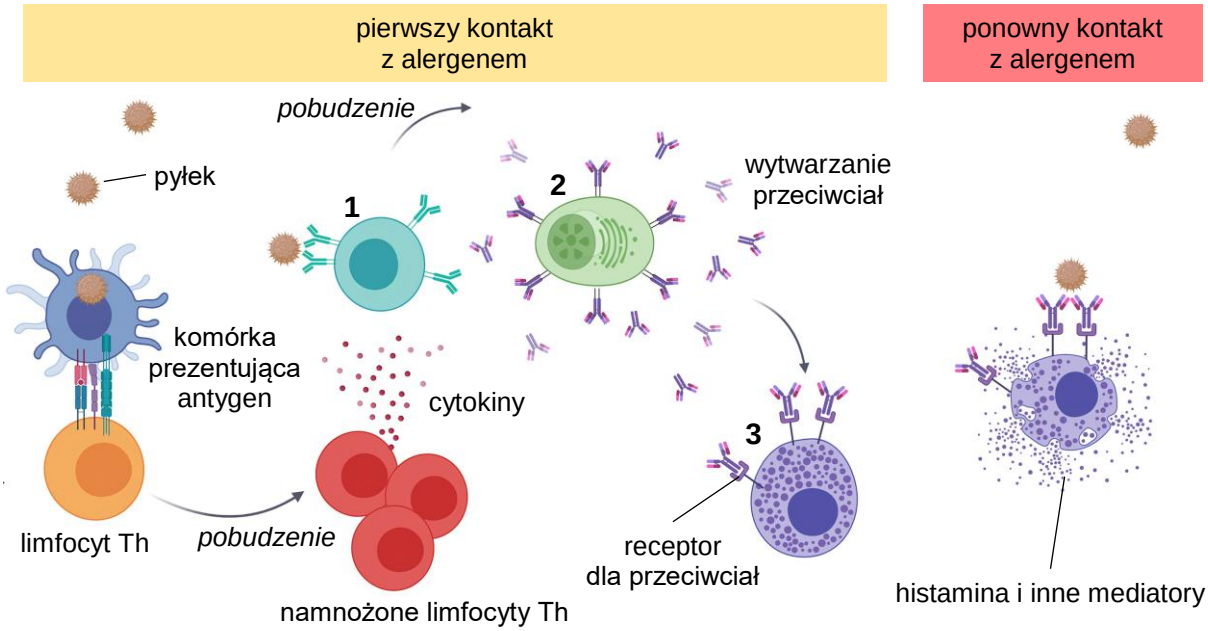
.....

.....

.....

## Zadanie 11.

Na poniższym schemacie przedstawiono reakcję układu odpornościowego wywołaną kontaktem z alergenem – pyłkiem roślin. Po pierwszym kontakcie z alergenem – przez aktywowane komórki układu odpornościowego – są wytwarzane przeciwciała łączące się z odpowiednimi receptorami na powierzchni komórek efektorowych. Po ponownym kontakcie z alergenem dochodzi do rozpoznania antygenu na powierzchni pyłku przez te przeciwciała i – w konsekwencji – do uwolnienia histaminy i innych mediatorów z komórek efektorowych. Na schemacie nie zachowano proporcji wielkości poszczególnych elementów.




Na podstawie: E. Nuñez-Borque i in., *Pathophysiological, Cellular, and Molecular Events of the Vascular System in Anaphylaxis*, „Frontiers in Immunology" 13, 2022.

## Zadanie 11.1. (0–2)

**Do komórek oznaczonych na schemacie 1.–3. dopasuj ich odpowiednie nazwy spośród poniższych. Wpisz odpowiednie nazwy w wyznaczone miejsca.**

bazofil plazmocyt limfocyt B limfocyt T pomocniczy

1. .....

2. .....

3. .....

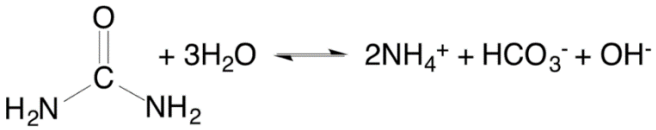
## Zadanie 11.2. (0–1)

**Która klasa przeciwciał jest zaangażowana w reakcję alergiczną prowadzącą do uwolnienia histaminy w wyniku powtórnego kontaktu z alergenem? Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.**

**A.** IgA **B.** IgD **C.** IgE **D.** IgG

## Zadanie 12.

*Helicobacter pylori* to bakteria, która może występować w żołądku człowieka. Jednym z ważniejszych mechanizmów umożliwiających tej bakterii zasiedlanie żołądka jest wytwarzanie ureazy – enzymu koniecznego do utrzymania niemal neutralnego pH cytoplazmatycznego, tzn. w zakresie 5,0–7,0. Podwyższone względem soku żołądkowego pH obserwuje się także w bezpośrednim sąsiedztwie komórki bakteryjnej. Wytwarzana przez wszystkie szczepy *H. pylori* ureaza jest białkiem składającym się z dwunastu identycznych podjednostek, z których każda zawiera dwa łańcuchy: UreA i UreB. W każdym z dwunastu miejsc aktywnych znajduje się trwale związana para atomów niklu, niezbędnych do katalizy reakcji przedstawionej poniżej:




W diagnostyce zakażenia *H. pylori* stosuje się tzw. ureazowy test oddechowy. Zasada tego testu opiera się na zdolności ureazy do rozkładu mocznika wprowadzanego do organizmu. W tym teście pacjent wypija roztwór mocznika, którego atom węgla jest znakowany izotopowo (np. $^{13}C$). Gdy mocznik jest rozkładany w żołądku przez bakteryjną ureazę, to znakowany $^{13}CO_2$, będący produktem tej reakcji, jest wchłaniany przez warstwę śluzową żołądka i usuwany z organizmu wraz z wydychanym powietrzem. Wówczas staje się możliwe wykrycie izotopu węgla $^{13}C$ w wydychanym powietrzu. Analiza próbek wydychanego powietrza opiera się na spektrometrii masowej wysokiej rozdzielczości, pozwalającej wykryć różnicę masy między cząsteczkami zawierającymi izotop $^{13}C$ a cząsteczkami zawierającymi izotop $^{12}C$. Diagnostyka inwazyjna opiera się na izolacji *H. pylori* z materiału pobranego podczas badania górnego odcinka przewodu pokarmowego.

Na podstawie: S. Ansari i Y. Yamaoka, *Survival of* Helicobacter pylori *in Gastric Acidic Territory*, „Helicobacter" 22(4), 2017;
W. Irving i in., *Krótkie wykłady. Mikrobiologia medyczna*, Warszawa 2008;
L. Mazzei i in., *The Structure-based Reaction Mechanism of Urease, a Nickel Dependent Enzyme: Tale of a Long Debate*, „Journal of Biological Inorganic Chemistry" 25(6), 2020;
X. Xia, *Multiple Regulatory Mechanisms for pH Homeostasis in the Gastric Pathogen,* Helicobacter pylori, „Advances in Genetics" 109, 2022;
H. Zhu i in., *Bacterial Killing in Gastric Juice – Effect of pH and Pepsin on* Escherichia coli *and* Helicobacter pylori, „Journal of Medical Microbiology" 55(9), 2006;
pdb101.rcsb.org/motm/158

### Zadanie 12.1. (0–1)

**Wyjaśnij, w jaki sposób wytwarzanie ureazy przez bakterie *H. pylori* zapobiega niszczącemu działaniu pepsyny na ich komórki. W odpowiedzi uwzględnij odczyn najbliższego otoczenia komórek tych bakterii.**

.....

.....

.....

.....

.....

**Zadanie 12.2. (0–1)**

**Rozstrzygnij, czy aktywna forma ureazy jest białkiem prostym, czy – złożonym. Odpowiedź uzasadnij, odnosząc się do jednej cechy budowy tego białka.**

Rozstrzygnięcie: .....

Uzasadnienie: .....

.....

.....

**Zadanie 12.3. (0–1)**

**Opisz drogę znakowanego izotopowo dwutlenku węgla, jaką pokonuje ten związek chemiczny z soku żołądkowego do powietrza pęcherzykowego w płucach.**

.....

.....

.....

.....

.....

**Zadanie 12.4. (0–1)**

**Która cecha występuje u bakterii – organizmów prokariotycznych? Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.**

**A.** translacja cząsteczki mRNA rozpoczynająca się przed zakończeniem jej syntezy

**B.** rybosomy o współczynniku sedymentacji równym 60S

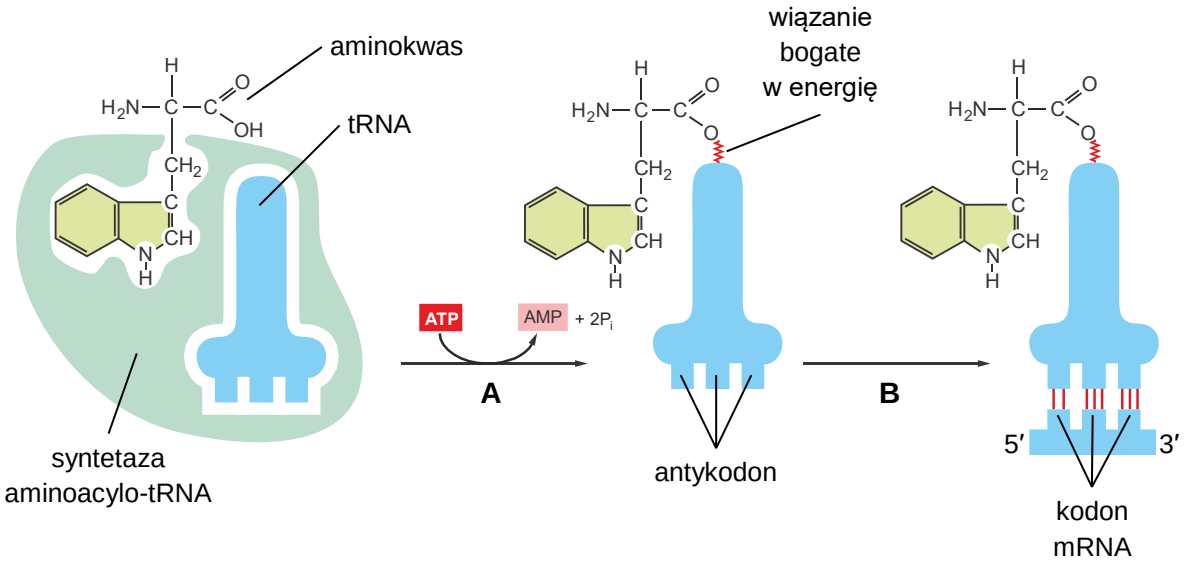
**C.** celuloza jako główny składnik ściany komórkowej

**D.** obecność centrosomów

## Zadanie 13.

Jednym z warunków zachodzenia translacji w komórce jest synteza aminoacylo-tRNA (AA-tRNA). Rozpoznanie i przyłączenie odpowiedniego aminokwasu do tRNA zależy od enzymów – syntetaz aminoacylo-tRNA, które kowalencyjnie łączą każdy z aminokwasów z odpowiednim dla niego tRNA. Ta reakcja jest sprzężona z uwalnianiem energii w wyniku hydrolizy ATP. Dla każdego aminokwasu istnieje odrębna syntetaza. Ogółem w cytozolu komórek jest więc 20 różnych syntetaz. Syntetazy aminoacylo-tRNA rozpoznają właściwy tRNA na podstawie niektórych nukleotydów w ramionach aminokwasowym i antykodonowym.

Na rysunku przedstawiono syntezę jednego spośród 20 różnych aminoacylo-tRNA (strzałka **A**) oraz rozpoznawanie przez niego kodonu mRNA (strzałka **B**).




Na podstawie: B. Alberts i in., *Podstawy biologii komórki*, Warszawa 1999.

## Zadanie 13.1. (0–2)

**Na podstawie rysunku uzupełnij tabelę – wpisz w wyznaczone miejsca: nazwę aminokwasu przyłączanego do tRNA, sekwencję kodonu mRNA oraz sekwencję antykodonu AA-tRNA.**

| | |
|---|---|
| Nazwa aminokwasu | ..... |
| Sekwencja kodonu mRNA | 5′ ..... 3′ |
| Sekwencja antykodonu tRNA | 5′ ..... 3′ |

**Zadanie 13.2. (0–2)**

**Na podstawie rysunku wymień wszystkie substraty i produkty reakcji syntezy AA-tRNA.**

Substraty: .....

.....

Produkty: .....

.....

**Zadanie 13.3. (0–1)**

**Rozstrzygnij, czy powyższa reakcja syntezy AA-tRNA jest przykładem anabolizmu, czy – katabolizmu. Odpowiedź uzasadnij.**

Rozstrzygnięcie: .....

Uzasadnienie: .....

.....

.....

**Zadanie 13.4. (0–1)**

**Wykaż, że specyficzność substratowa syntetaz AA-tRNA jest konieczna, aby powstający w czasie translacji peptyd miał prawidłową sekwencję aminokwasową.**

.....

.....

.....

.....

## Zadanie 14.

Umaszczenie sierści kota jest determinowane przez współdziałanie wielu genów.
Za umaszczenie pręgowane u kotów odpowiadają współdziałające dwa geny autosomalne ***A*** i ***M***:

- allel ***A*** – warunkuje uwidocznienie się pręgowania
  allel ***a*** – warunkuje brak pręgowania
- allel ***M*** – odpowiada za pręgowanie tygrysie
  allel ***m*** – odpowiada za pręgowanie klasyczne.

Trzeci gen ***T*** o dominacji niepełnej w stosunku do genów ***A*** i ***M*** modyfikuje ich ekspresję:

- allel ***T*** – w stanie homozygotycznym decyduje o umaszczeniu gładkim (tzw. abisyńskim), a u heterozygot jest widoczne częściowe pręgowanie, występujące jedynie na łapach, na ogonie i na brzuchu
  allel ***t*** – w stanie homozygotycznym nie ma wpływu na umaszczenie.

Na poniższych zdjęciach przedstawiono koty o pręgowaniu klasycznym (**I**) i tygrysim (**II**).

**I**



**II**



Na podstawie: wszystkookotach.pl; poznajkota.pl
Fotografie: catspurfection.com; costa-rica-guide.com

## Zadanie 14.1. (0–1)

**Podaj wszystkie możliwe genotypy kota z <u>częściowym</u> pręgowaniem typu klasycznego.**

.....

**Zadanie 14.2. (0–3)**

Kotka o pręgowaniu tygrysim i kocur o pręgowaniu klasycznym mają już potomstwo bez pręgowania i o pręgowaniu klasycznym.

**Podaj genotypy pokolenia rodzicielskiego i zapisz krzyżówkę genetyczną z uwzględnieniem <u>tylko</u> *loci A* i *M*. Na podstawie krzyżówki genetycznej określ możliwe fenotypy w pokoleniu potomnym oraz podaj ich oczekiwany stosunek.**

Genotyp kotki: .....

Genotyp kocura: .....

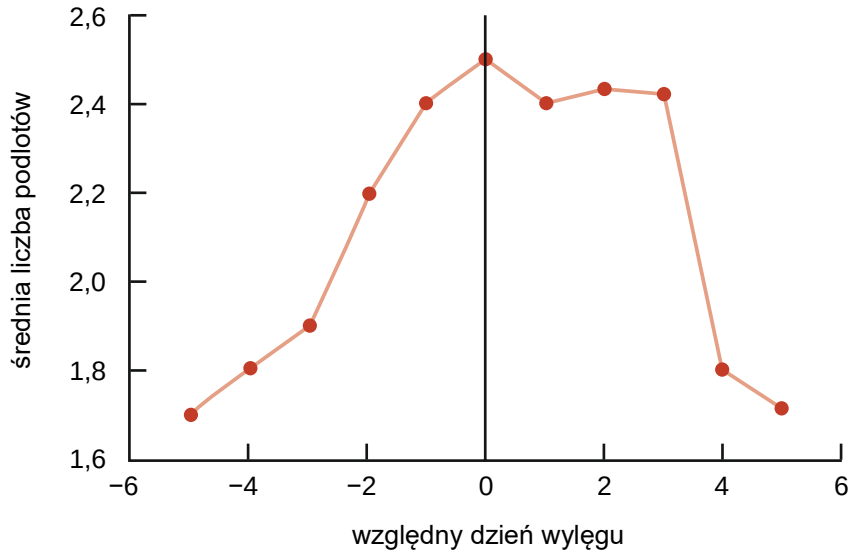
Krzyżówka:

Stosunek fenotypowy: .....

## Zadanie 15. (0–1)

Śnieżyca duża (*Anser caerulescens*) to gatunek ptaka gnieżdżącego się kolonijnie w północnej części Kanady. Okres składania jaj trwa około dwóch tygodni i odbywa się wczesnym latem. Ponieważ presja ze strony drapieżników rozkłada się na całą kolonię lęgową śnieżyc, równoczesne składanie i wysiadywanie jaj zwiększa szansę na uchronienie lęgów przed drapieżnikami, takimi jak lisy. Dzieje się tak, ponieważ lęgi pojawiają się niemal równocześnie w ilości przekraczającej możliwości drapieżnika. Śnieżyce, które składają jaja w czasie, gdy robi to większość osobników, mają większą szansę na wyprowadzenie lęgów. Prawdopodobieństwo przeżycia lęgów pojawiających się nieco wcześniej lub nieco później jest znacznie mniejsze.

Na poniższym wykresie przedstawiono względną wartość przystosowawczą wyrażoną średnią liczbą podlotów, czyli młodych opuszczających gniazdo. Względny dzień wylęgu piskląt jest określony jako liczba dni upływających od dnia najliczniejszego wylęgu w kolonii.




Na podstawie: C.J. Krebs, *Ecology: Experimental Analysis of Distribution and Abundance*, Harlow 2014.

**Dokończ zdanie. Zaznacz odpowiedź A albo B oraz odpowiedź 1. albo 2.**

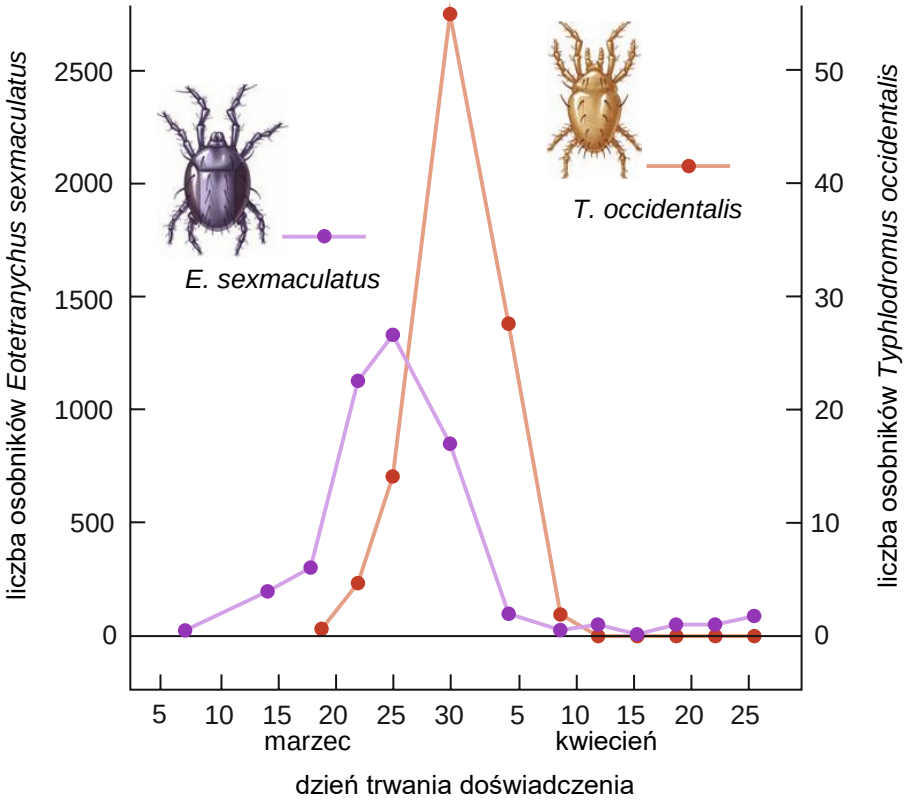
Opisany powyżej rodzaj doboru naturalnego wpływający na moment składania jaj przez śnieżyce to dobór

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **A.** | stabilizujący, | który polega na | **1.** | eliminowaniu fenotypów o względnym dniu wylęgu odbiegającym od czasu, kiedy robi to większość osobników. |
| **B.** | rozrywający, | | **2.** | eliminowaniu fenotypów o względnym dniu wylęgu przypadającym na czas, kiedy robi to większość osobników. |

## Zadanie 16. (0–1)

Poniżej przedstawiono wyniki obserwacji dynamiki liczebności populacji drapieżnika i ofiary. Użyto osobników dwóch gatunków roztoczy o odmiennych strategiach pokarmowych: *Eotetranychus sexmaculatus* oraz *Typhlodromus occidentalis*. Hodowlę założono na owocach pomarańczy, których skórka służyła roślinożercy jako pokarm. Osobniki *E. sexmaculatus* zostały wprowadzone do układu badawczego siódmego marca, natomiast osobniki *T. occidentalis* wprowadzono jedenaście dni później.

Poniżej przedstawiono zmiany liczebności populacji (podano liczbę osobników w przeliczeniu na powierzchnię jednego owocu pomarańczy) obu gatunków roztoczy w czasie.




Na podstawie: C.B. Huffaker, *Experimental Studies on Predation: Dispersion Factors and Predator–Prey Oscillations*, „Hilgardia: A Journal of Agricultural Science" 14(27), 1958; C.J. Krebs, *Ecology: Experimental Analysis of Distribution and Abundance*, Harlow 2014.

**Które zdanie jest poprawnym opisem wyników powyższej obserwacji? Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.**

**A.** Szczyt liczebności populacji *E. sexmaculatus* nastąpił pięć dni po szczycie liczebności populacji *T. occidentalis*.

**B.** W dniu 30 marca populacja *T. occidentalis* była bardziej liczna niż populacja *E. sexmaculatus*.

**C.** Spadek liczebności populacji *T. occidentalis* miał miejsce przed spadkiem liczebności populacji *E. sexmaculatus*.

**D.** Przed wprowadzeniem *T. occidentalis* do hodowli liczebność populacji *E. sexmaculatus* rosła.

**Zadanie 17. (0–1)**

Zbadano różnorodność genetyczną rodzimych, tzn. występujących w Europie, populacji starca zwyczajnego (*Senecio vulgaris*) – rośliny z rodziny astrowatych – oraz inwazyjnych populacji tego gatunku występujących w Chinach. Azjatyckie populacje pochodzą od niewielkich grup osobników założycielskich zawleczonych z Europy. Średnia liczba alleli na *locus* w populacjach chińskich wynosi 2,17, a w populacjach europejskich wynosi 3,88.

Na podstawie: J.R. Freeland, *Ekologia molekularna*, Warszawa 2021.

**Dokończ zdanie. Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.**

Niższa różnorodność genetyczna populacji starca zwyczajnego w Chinach w porównaniu z populacjami rodzimymi w Europie jest efektem

**A.** mutacji.

**B.** specjacji.

**C.** doboru sztucznego.

**D.** dryfu genetycznego.

**Zadanie 18. (0–1)**

Pierwsze informacje o pojawieniu się w wodach zatoki Bodega na zachodnim wybrzeżu Stanów Zjednoczonych małża *Gemma gemma*, pochodzącego ze wschodniego wybrzeża Ameryki Północnej, są datowane na koniec XIX wieku. Od tego czasu ten obcy gatunek współwystępował z rodzimymi małżami z rodzaju *Nutricola*. Mimo że nisze ekologiczne małży z rodzajów *Gemma* i *Nutricola* częściowo się pokrywają, nie wpłynęło to znacząco na liczebność populacji małży z rodzaju *Nutricola*. Sytuacja zmieniła się dopiero pod koniec XX wieku, gdy w zatoce Bodega pojawił się kolejny gatunek obcy – żywiący się małżami krab brzegowy (*Carcinus maenas*). Badania wykazały, że ten krab odżywia się osobnikami obu gatunków małży, ale preferuje jako swoje ofiary małże z rodzaju *Nutricola*, głównie ze względu na ich większe rozmiary w stosunku do *G. gemma*. Okazało się także, że liczebność populacji małży *G. gemma* w wodach zatoki Bodega się zwiększyła.

Na podstawie: D. Rachalewska, *„Invasional meltdown" zbieg okoliczności czy reguła?*, „Kosmos" 63(1), 2014.

**Wyjaśnij, dlaczego od czasu pojawienia się w wodach zatoki Bodega kraba brzegowego wzrosła liczebność populacji małży *G. gemma*. W odpowiedzi uwzględnij oddziaływania międzygatunkowe występujące w tym ekosystemie.**

.....

.....

.....

.....

.....

**BRUDNOPIS** (nie podlega ocenie)

# BIOLOGIA

## Poziom rozszerzony

*Formuła 2015*

# BIOLOGIA

## Poziom rozszerzony

*Formuła 2015*

# BIOLOGIA

## Poziom rozszerzony

*Formuła 2015*