



WYPEŁNIA ZDAJĄCY

KOD

--	--	--

PESEL

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

Miejsce na naklejkę.

Sprawdź, czy kod na naklejce to

M-100.

Jeżeli tak – przyklej naklejkę.

Jeżeli nie – zgłoś to nauczycielowi.

Egzamin maturalny

Formuła 2023

BIOLOGIA

Poziom rozszerzony

Symbol arkusza

MBIP-R0-**100**-2505

DATA: **9 maja 2025 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.





Instrukcja dla zdającego

1. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 32 strony (zadania 1–19).
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 tabelkach przeznaczonych dla egzaminatora. Tabelki są umieszczone na marginesie przy każdym zadaniu.
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.

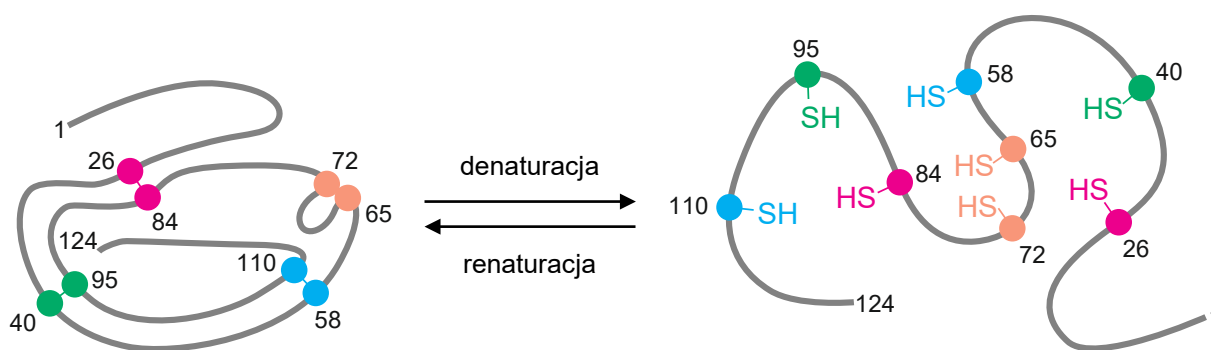


Zadanie 1.

Rybonukleaza jest zbudowana z pojedynczego łańcucha polipeptydowego, składającego się ze 124 reszt aminokwasowych i stabilizowanego czterema mostkami disiarczkowymi. Podczas doświadczenia rybonukleazę poddano najpierw działaniu β -merkaptotetanolu, a następnie – działaniu mocznika. β -merkaptotetanol redukuje i – w konsekwencji – zrywa mostki disiarczkowe, a mocznik zaburza oddziaływania niekowalencyjne, m.in. zrywa występujące w białku wiązania wodorowe.

Na poniższym rysunku przedstawiono efekt denaturacji uzyskany podczas doświadczenia – rybonukleaza zmieniła strukturę przestrzenną i stała się nieaktywna. Następnie usunięto z roztworu najpierw mocznik, a potem β -merkaptotetanol. Enzym uległ spontanicznemu zwinięciu i odzyskał aktywność katalityczną.

Numerami oznaczono kolejne reszty aminokwasowe w łańcuchu polipeptydowym. Kolorami oznaczono pary reszt aminokwasowych tworzących mostki disiarczkowe w niezdenaturowanym białku.



Na podstawie: J.L. Tymoczko i in., *Biochemia. Krótki kurs*, Warszawa 2013.

Zadanie 1.1. (0–1)

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

1.	Do opisanej powyżej utraty aktywności enzymatycznej rybonukleazy dochodzi na skutek zniszczenia jej struktury pierwszorzędowej.	P	<u>F</u>
2.	Denaturacja rybonukleazy powoduje jej dezaktywację, a renaturacja przywraca jej aktywność katalityczną.	<u>P</u>	F

1.1.

0–1

Zadanie 1.2. (0–1)

Rozstrzygnij, czy mostki disiarczkowe widoczne na schemacie stabilizują strukturę trzeciorzędową, czy – strukturę czwartorzędową rybonukleazy. Odpowiedź uzasadnij.

Rozstrzygnięcie: Trzeciorzędową

Uzasadnienie:

Rybonukleaza ma jeden łańcuch.

- Rybonukleaza jest zbudowana z pojedynczego łańcucha polipeptydowego, więc nie ma struktury czwartorzędowej.
- Mostki tworzą się pomiędzy aminokwasami budującymi ten sam łańcuch polipeptydowy.
- Struktura czwartorzędowa dotyczy oddziaływań między odrębnymi podjednostkami – a rybonukleaza jest białkiem monomerycznym, w którym te mostki powstają między dwiema resztami cysteiny tego samego łańcucha polipeptydowego.

1.2.

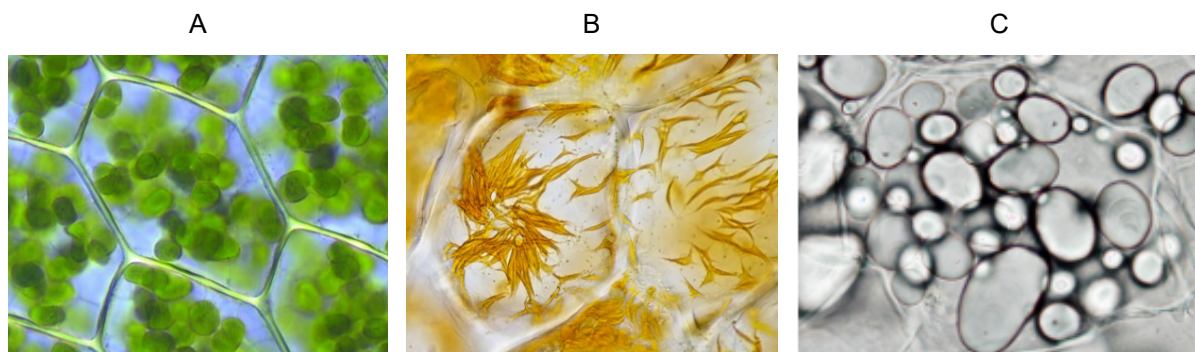
0–1

Zadanie 2.

Plastydy to zróżnicowana pod względem budowy i funkcji grupa organellów roślinnych. Do plastydów zaliczamy m.in.: proplastydy, amyloplasty, etioplasty, chloroplasty oraz chromoplasty. Podczas rozwoju rośliny jedne formy plastydów mogą się przekształcać w inne formy plastydów.

Poniżej przedstawiono mikrofotografie niewybarwionych tkanek roślinnych z widocznymi plastydami.

Uwaga: nie zachowano wspólnej skali mikrofotografii.



Na podstawie: P. Wojtaszek i in. (red.), *Biologia komórki roślinnej. Struktura*, Warszawa 2006.
Fotografie: K. Peters; R. Vossen, *Microscopy of Nature*. [...] (microscopyofnature.com);
M. Megías i in., *Atlas of Plant and Animal Histology* (mmegias.webs.uvigo.es).

2.1.

0-1-2

Zadanie 2.1. (0-2)

Uzupełnij poniższe zdanie tak, aby w poprawny sposób opisywało przemiany plastydów. Wpisz w wyznaczone miejsca odpowiednie nazwy plastydów oraz oznaczenia literowe mikrofotografii (A-C).

Podczas dojrzewania owoców obecne w fotosyntetyzującej części owocu

..... **chloroplasty** **A**, widoczne na mikrofotografii, mogą się przekształcać

w **chromoplasty** – plastydy wypełnione karotenoidami, widoczne na

mikrofotografii ... **B**

2.2.

0-1

Zadanie 2.2. (0-1)

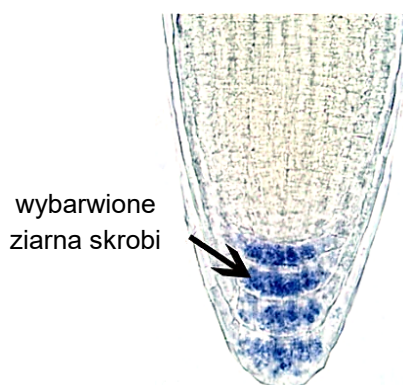
Podaj jedną cechę budowy występującą u wszystkich pięciu form plastydów roślinnych wymienionych w tekście.

- otoczenie dwiema błonami ..
- oddzielenie od cytozolu błoną biologiczną ..
- obecność rybosomów ..
- kolisty DNA / obecność DNA / obecność materiału genetycznego
- duża zawartość sulfolipidów i galaktolipidów w błonach przy małej zawartości fosfolipidów
- wypełnienie macierzą / matrix / stromą

Zadanie 3.

Korzenie roślin wykazują najczęściej geotropizm dodatni. Centralna część czapeczki korzeniowej, w której znajdują się amyloplasty, jest miejscem odbioru kierunku działania siły ciężkości na korzeń. Przy zmianie położenia korzenia amyloplasty przesuwają się zawsze na dolną stronę komórki.

Na poniższej mikrofotografii przedstawiono wierzchołkową część młodego korzenia rzodkiewnika pospolitego (*Arabidopsis thaliana*) z ziarnami skrobi wybarwionymi na granatowo.



Na podstawie: J. Stanga i in., *Studying Starch Content and Sedimentation of Amyloplast Statoliths in Arabidopsis Roots* w: R.P. Jarvis (red.), *Chloroplast Research in Arabidopsis. Methods and Protocols*, Nowy Jork 2011.

Zadanie 3.1. (0–1)

Podaj nazwę odczynnika, który na granatowo wybarwia ziarna skrobi, np. w czapeczce korzeniowej.

..płyn Lugola /roztwór jodu w jodku potasu / I₂ w KI.....

3.1.

0–1

Zadanie 3.2. (0–1)

Podaj nazwę strefy korzenia, w której zachodzi reakcja wzrostowa prowadząca do wygięcia się wierzchołka korzenia w dół.

.....

3.2.

0–1

strefa elongacyjna

- strefa wzrostu na długość
- wydłużeniowa
- wydłużania

Uwaga:

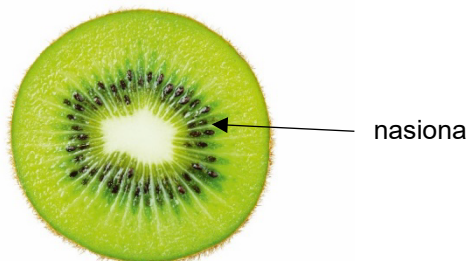
Nie uznaje się odpowiedzi odnoszących się do strefy merystematycznej (strefy podziałów komórkowych, stożka wzrostu).

Nie uznaje się odpowiedzi odnoszących się do strefy wzrostu (przyrostu) bez określenia, że chodzi o wzrost wydłużeniowy, np. „strefa wzrostu”, „strefa przyrostu”

Zadanie 4.

Kiwi to nazwa handlowa owoców aktinidii smakowitej (*Actinidia deliciosa*). Aktinidia jest rośliną dwupienną, a jej owoce rozwijają się z pojedynczych słupków.

Poniżej przedstawiono fotografię przekroju poprzecznego przez owoc kiwi.



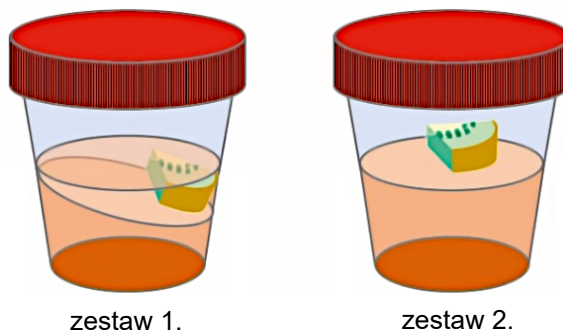
W owocach kiwi znajduje się enzym – aktynidaza, który jest proteinazą. Aby sprawdzić właściwości aktynidazy, uczniowie przeprowadzili doświadczenie. W tym celu przygotowali cztery takie same pojemniki ze stężalą galaretką żelatynową, zawierającą białko zwierzęce – kolagen. Włókna kolagenowe splatają się ze sobą i tworzą sieć ograniczającą ruch wody, dzięki czemu galaretka ma postać żelu.

W zestawach 1. i 2. uczniowie umieścili na powierzchni galaretek takie same fragmenty świeżo przekrojonego owocu kiwi, a w zestawach 3. i 4. pozostawili samą galaretkę. Następnie uczniowie umieścili zestawy 1. i 3. w temperaturze 20 °C, a zestawy 2. i 4. – w temperaturze 5 °C. Po kilku godzinach zaobserwowali częściowe rozpuszczenie się galaretki w pojemniku trzymanym w temperaturze pokojowej i zawierającym owoc kiwi (zestaw 1.).

Poniżej przedstawiono schemat doświadczenia i uzyskane wyniki.

Numer zestawu	Umieszczenie fragmentu kiwi	Temperatura	Stan galaretki po kilku godzinach
1.	tak	20 °C	częściowe upłynnienie
2.	tak	5 °C	brak upłynnienia
3.	nie	20 °C	brak upłynnienia
4.	nie	5 °C	brak upłynnienia

Na poniższym rysunku przedstawiono wyniki uzyskane w zestawach 1. i 2.



Na podstawie: P. Jedynak, *To kiwi cię zadziwi*, „Wiedza i Życie” 9, 2022.

Zadanie 4.1. (0–1)

Sformułuj problem badawczy przedstawionego doświadczenia.

- Wpływ temperatury na właściwości aktynidazy.
- Wpływ temperatury na aktywność katalityczną proteiny z owocu kiwi.
- Czy temperatura wpływa na szybkość reakcji katalizowanej przez proteazę obecną w owocach kiwi?

4.1.

0–1

Zadanie 4.2. (0–1)

Wyjaśnij, dlaczego w zestawie 1. – w przeciwieństwie do zestawu 2. – doszło do uwolnienia wody z galaretki. W odpowiedzi uwzględnij strukturę galaretki.

- W wyższej temperaturze aktynidaza wykazuje wyższą aktywność enzymatyczną, przez co powoduje rozpad włókien kolagenu, a w konsekwencji – uwolnienie wody z galaretki.
- W temperaturze pokojowej aktynidaza wykazuje wyższą aktywność enzymatyczną niż w niskiej temperaturze, np. utrzymywanej w lodówce, i katalizuje reakcję hydrolizy wiązań peptydowych w cząsteczkach kolagenu, co skutkuje zniszczeniem sieci tworzonej przez włókienka kolagenu.
- W temperaturze 20 °C enzymy wykazują wyższą aktywność niż w temperaturze 5 °C, zatem w temperaturze pokojowej proteina z owocu kiwi szybciej pocięła włókna kolagenu tworzące galaretkę.
- Ponieważ w temperaturze 20 stopni aktynidaza jest aktywna i rozkłada kolagen, dochodzi do upłynnienia galaretki. W temperaturze 5 stopni aktynidaza nie jest aktywna, czyli nie rozkłada kolagenu – galaretka pozostaje w postaci żelu.

4.2.

0–1

Zadanie 4.3. (0–1)

Przedstaw znaczenie zestawów kontrolnych 3. i 4. w interpretacji wyników doświadczenia.

- Dzięki próbom 3. i 4. wiadomo, że kolagen nie ulega spontanicznemu rozkładowi w badanych temperaturach.
- Te próby kontrolne upewniają nas, że upłynnienie galaretki jest spowodowane działaniem aktynidazy, a nie – zachodzi spontanicznie w danych warunkach otoczenia.
- Te próby miały na celu sprawdzenie, czy kolagen jest trwały w badanym zakresie temperatur.
- Te zestawy pozwalają sprawdzić, czy sama temperatura ma wpływ na wyniki doświadczenia.

4.3.

0–1

Zadanie 4.4. (0–2)

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

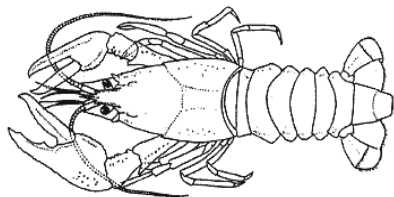
1.	W załączni słupka aktinidii smakowitej znajduje się tylko jeden załączek.	P	<u>F</u>
2.	Tylko część osobników aktinidii smakowitej wydaje owoce.	<u>P</u>	F
3.	Aktinidia smakowita to roślina okrytozalążkowa.	<u>P</u>	F

4.4.

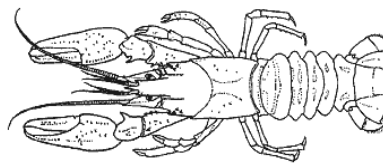
0–1–2

Zadanie 5.

W Polsce występuje kilka gatunków raków, w tym – rak szlachetny i rak pręgowaty. Na poniższych rysunkach przedstawiono raka szlachetnego i raka pręgowatego.



rak szlachetny



rak pręgowaty

Rak szlachetny (*Astacus astacus*) występuje jedynie w rzekach i w jeziorach o czystej, dobrze natlenionej wodzie. Rak szlachetny dojrzewa płciowo w trzecim roku życia. Samica składa od 60 do 200 jaj. Osobniki tego gatunku żyją nawet 20 lat, w pierwszym roku życia kilkakrotnie linieją, a w następnych latach linieją już z mniejszą częstotliwością. Po pięciu latach linienie zachodzi tylko raz do roku.

Rak pręgowaty (*Faxonius limosus*), sprowadzony z Ameryki Północnej do Polski pod koniec XIX wieku, występuje powszechnie, nawet w silnie zeutrofizowanych i zanieczyszczonych wodach. Osobniki tego gatunku dojrzewają płciowo w drugim roku życia, a samice składają do 400 jaj. Młode osobniki linieją 4–5 razy w roku, a u osobników dorosłych dochodzi do linienia 1–2 razy w roku.

Na podstawie: J. Mastyński i W. Andrzejewski, *Cechy morfometryczne i rozpoznawanie raków występujących w Polsce*, Poznań 2001;

K.A. Crandall i S. De Grave, *An Updated Classification of the Freshwater Crayfishes (Decapoda: Astacidea) of the World, with a Complete Species List*, „Journal of Crustacean Biology” 37(5), 2017.

5.1.

0–1

Zadanie 5.1. (0–1)

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

1.	W budowie ciała raków wyróżnia się dwie tagmy: głowotułów i odwłok.	<u>P</u>	F
2.	Układ krwionośny raków jest otwarty, a serce leży po brzusznej stronie ciała.	P	<u>F</u>

5.2.

0–1

Zadanie 5.2. (0–1)

Podaj nazwę polisacharydu będącego głównym składnikiem pancerza okrywającego ciało raków.

chityna / polimer N-acetyloglukozaminy

Zadanie 5.3. (0–1)

Wykaż, że w trakcie życia raków musi dochodzić do ich linienia.

5.3.

0–1

Linienie, czyli zrzucanie zewnętrznej, nierozciągliwej części powłoki ciała, jest konieczne, aby osobnik mógł zwiększyć wymiary ciała.

- Pancerz raków ogranicza wzrost osobnika, a ponieważ w początkowym okresie życia raki rosną najszybciej, to często przechodzą linienie.
- W trakcie życia raków musi dochodzić do linienia, ponieważ pancerz sam w sobie nie rośnie, a tym samym ogranicza dalszy wzrost.
- Dzięki zrzuceniu chitynowego pancerza możliwy jest wzrost skokowy.
- Dorosłe raki linieją raz w roku na jesieni, co umożliwia im wtedy rozmnażanie się.

Zadanie 5.4. (0–1)

Rozstrzygnij, czy obydwa opisane powyżej gatunki raków – rak szlachetny i rak pręgowaty – mogą służyć jako gatunki wskaźnikowe (bioindykatory) czystości wód. Odpowiedź uzasadnij. W uzasadnieniu uwzględnij środowisko życia obydwu gatunków.

5.4.

0–1

Nie mogą / Tylko rak szlachetny może być bioindykatorem

Rozstrzygnięcie:

Uzasadnienie:

Środowiskiem życia raka szlachetnego są tylko wody czyste. Rak pręgowaty żyje zarówno w wodach czystych, jak i w zanieczyszczonych.

- Rak szlachetny ma wąski zakres tolerancji i zamieszkuje tylko bardzo czyste wody, a rak pręgowaty ma szeroki zakres tolerancji względem zawartości zanieczyszczeń w środowisku wodnym.
- Raki szlachetne nie występują w wodach zanieczyszczonych i wskazują na czystą wodę. Raki pręgowate występują w wodach o różnej jakości – zarówno w tych czystych, jak i w zanieczyszczonych. Dlatego ich obecność w zbiorniku wodnym nie wskazuje, jaki jest stan tych wód pod względem zanieczyszczenia.

Zadanie 5.5. (0–1)

Rozstrzygnij, czy przedstawione gatunki raków są klasyfikowane w jednym, czy – w dwóch rodzajach. Odpowiedź uzasadnij.

5.5.

0–1

Rozstrzygnięcie: ... W dwóch

Uzasadnienie:

- Ich nazwy rodzajowe się różnią.
- Ich nazwy rodzajowe w języku łacińskim są różne.
- Mają odmienne pierwsze człony nazw łacińskich.
- Rak szlachetny należy do rodzaju *Astacus*, a rak pręgowaty – do rodzaju *Faxonius*.

Uwaga:

Nie uznaje się odpowiedzi odnoszących się do epitetów gatunkowych raków, ponieważ nie świadczą one o klasyfikacji do tego samego lub innego rodzaju.

Zadanie 6.

Na poniższej fotografii przedstawiono zaskrońca zwyczajnego (*Natrix natrix*) – niejadowitego węża, żywiącego się głównie płazami.



Na podstawie obserwacji populacji zaskrońca zwyczajnego badacze stwierdzili, że w ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat na terenie Puszczy Niepołomickiej doszło do wyraźnego spadku długości ciała tych zwierząt. Nadal obserwuje się pojedyncze duże okazy przekraczające 100 cm, a nawet osiągające 120 cm, jednak średni rozmiar samic wynosi 77,7 cm (spadek o 8,2%), natomiast samców – 55,9 cm (spadek o 16,7%).

Naukowcy postawili dwie niewykluczające się hipotezy wyjaśniające to zjawisko.

- Hipoteza 1.: Od lat 60-tych XX wieku populacja płazów (głównego pokarmu zaskrońca zwyczajnego) na badanym terenie wykazuje bardzo silny spadek biomasy i liczebności, spowodowany m.in. osuszaniem terenów, a niedobór pokarmu jest przyczyną ograniczenia wzrostu zaskrońców zwyczajnych.
- Hipoteza 2.: W analizowanym okresie wzrosła na badanym terenie liczba osób odwiedzających siedliska węża, co skutkuje wzrostem śmiertelności wśród większych osobników, łatwiej zauważanych i intencjonalnie zabijanych przez człowieka.

Na podstawie: S. Bury i in., *Decline in Body Size [...] in the Grass Snake (Natrix natrix, Linnaeus, 1758) [...]*, „Environmental Science and Pollution Research” 29(6), 2022;
www.puszczaniepolomicka.pl
Fotografia: G. Xulescu.

6.1.

0–1

Zadanie 6.1. (0–1)

Wykaż związek między osuszaniem terenów a spadkiem liczebności płazów, stanowiących pokarm zaskrońców zwyczajnych.

Utrata siedlisk – płazom do rozrodu niezbędna jest woda.

- Osuszanie terenów powoduje, że płazy tracą żerowiska.
- Stadium larwalne płazów żyje wyłącznie w środowisku wodnym, bez którego płazy nie mogą zamknąć cyklu życiowego.
- Osuszanie prowadzi do fragmentacji siedlisk, co wymusza migracje płazów, które giną na drogach.
- Na osuszonych terenach wysycha skóra płazów, przez którą zachodzi u nich wymiana gazowa.
- Płazy nie piją wody, ale pobierają ją przez skórę, a jest to możliwe tylko w wilgotnym środowisku

Zadanie 6.2. (0–1)

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

Hipoteza 2. zakłada, że na populację zaskrońca zwyczajnego działa

A.	dobór różnicujący,	który polega na eliminowaniu z populacji osobników	1.	najdłuższych i najkrótszych.
B.	dobór stabilizujący,		2.	najdłuższych.
C.	dobór kierunkowy,		3.	o długości zbliżonej do wartości średniej.

6.2.

0–1

Zadanie 6.3. (0–2)

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

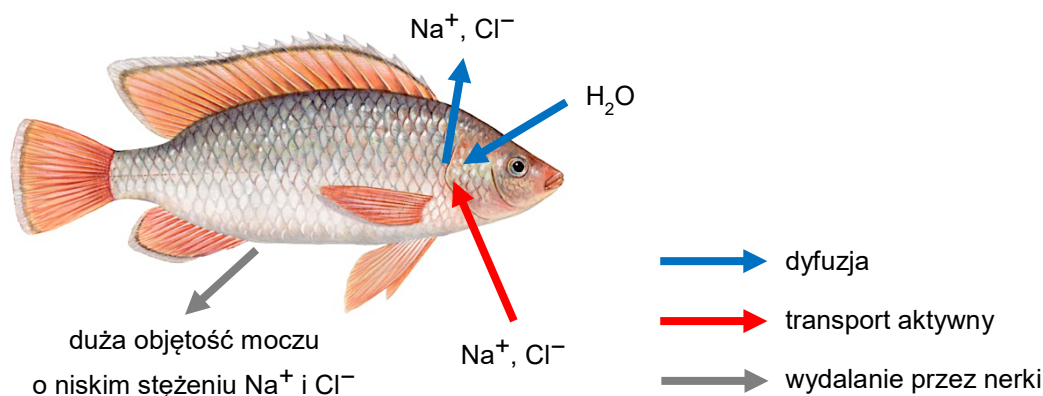
1.	Zaskroniec zwyczajny utrzymuje względnie stałą temperaturę ciała, niezależnie od temperatury otoczenia.	P	F
2.	Podczas rozwoju zarodka zaskrońca zwyczajnego dochodzi do wykształcenia błon płodowych.	P	F
3.	Zaskroniec zwyczajny przechodzi rozwój złożony, a rozwój jego postaci larwalnych zachodzi w środowisku wodnym.	P	F

6.3.

0–1–2

Zadanie 7.

Tilapia nilowa (*Oreochromis niloticus*) to słodkowodna ryba z rodziny pielęgnicowatych. Na poniższym schemacie przedstawiono strategię osmoregulacyjną tilapii nilowej.



Wiele gatunków pielęgnicowatych, w tym – tilapia nilowa, jest określanych mianem pyszczaków, ponieważ samice pobierają ikrę do pyska po zapłodnieniu. Samice tych gatunków noszą w jamie gębowej zapłodnione jaja, a często – także larwy i narybek.

Na podstawie: C. Błaszak (red.), *Zoologia. Szkarłupnie – płazy*, t. 3, cz. 1, Warszawa 2015;
S. Friedman, *Ontogeny of the Osmoregulatory Capacity of Teleosts and the Role of Ionocytes*,
„Frontiers in Marine Science” 7, 2020.
Rysunek: Scandinavian Fishing Yearbook.

7.1.

0–1

Zadanie 7.1. (0–1)

Wyjaśnij, dlaczego tilapia nilowa musi pobierać jony Na^+ i Cl^- ze środowiska zewnętrznego. W odpowiedzi uwzględnij różnice między środowiskiem wewnętrznym ryby a środowiskiem zewnętrznym.

W wodach słodkich, które stanowią środowisko życia tilapii nilowej, jest mniejsze stężenie jonów Na^+ i Cl^- niż w płynach ustrojowych ryby, dlatego te jony dyfundują z ciała ryby do wody i ryby muszą odzyskiwać te jony z wody.

• W płynach ustrojowych ryb słodkowodnych jest większe stężenie jonów Na^+ i Cl^- niż w środowisku, dlatego do ciała tych ryb osmotycznie napływa woda, której nadmiaru ryby pozbywają się wraz z moczem. Ponieważ ryba wydalą duże objętości moczu, traci ona Na^+ i Cl^- , przez co musi uzupełniać niedobory tych jonów przez pobieranie ich ze środowiska.

• Tilapia żyje w środowisku dla niej hipotonicznym i dlatego nie pije wody zawierającej jony, a woda dyfunduje do jej ciała. Ta ryba musi drogą transportu aktywnego przez skrzela uzupełnić niedobór jonów traconych wraz z moczem.

7.2.

0–1

Zadanie 7.2. (0–1)

Uzasadnij, że adaptacja w postaci noszenia w jamie gębowej zapłodnionych jaj, larw i narybku przez samice pielęgnicowatych zwiększa szanse na przeżycie potomstwa.

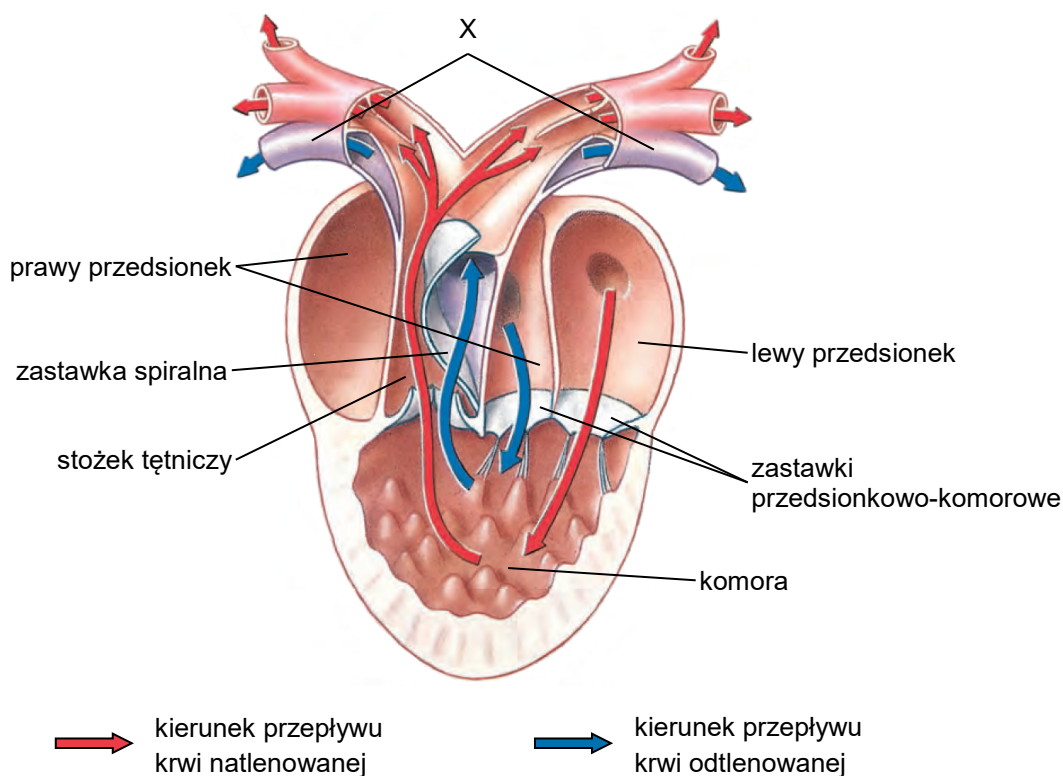
• Jaja, larwy i narybek ukryte w pysku samicy są narażone w mniejszym stopniu na ataki drapieżników, a tym samym ich szanse na przeżycie znacznie rosną.

• Przechowywanie jaj w jamie gębowej samicy zapewnia ikrze optymalną temperaturę do rozwoju.

• Zapewnia to ikrze odpowiedni poziom tlenu, dzięki czemu więcej jaj rozwija się prawidłowo.

Zadanie 8.

Na poniższym schemacie przedstawiono budowę serca oraz głównych naczyń krwionośnych typową dla pewnej gromady kręgowców.



Na podstawie: C.P. Hickman Jr. i in., *Integrated Principles of Zoology*, Nowy Jork 2001.

Zadanie 8.1. (0–1)

Podaj nazwę gromady kręgowców, której budowę serca przedstawiono na schemacie.

płazy / Amphibia

8.1.

0–1

Zadanie 8.2. (0–1)

Rozstrzygnij, czy naczynia krwionośne oznaczone na schemacie literą X to żyły, czy – tętnice. Odpowiedź uzasadnij.

Rozstrzygnięcie: Tętnice

Uzasadnienie:

8.2.

0–1

Te naczynia wyprowadzają krew z komory serca.

- Naczyniami X płynie krew z serca do płuc.

Uwaga:

Nie uznaje się uzasadnień odnoszących się do stopnia natlenowania krwi lub do rodzaju transportowanej krwi jako kryterium określającego tętnice, np. „Ponieważ przepływa nimi krew odtlenowana”.

Nie uznaje się uzasadnień zawierających dwa argumenty, z których jeden z nich jest błędny, np. „Ponieważ te naczynia wyprowadzają z serca krew odtlenowaną”.

Uznaje się uzasadnienia zawierające informację o stopniu natlenowania krwi w formie dopowiedzenia, np. „Żyły doprowadzają krew do serca, a tętnice wyprowadzają krew z serca. Naczyniami X jest wyprowadzana krew odtlenowana, a więc są to tętnice”.

Zadanie 8.3. (0-1)

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

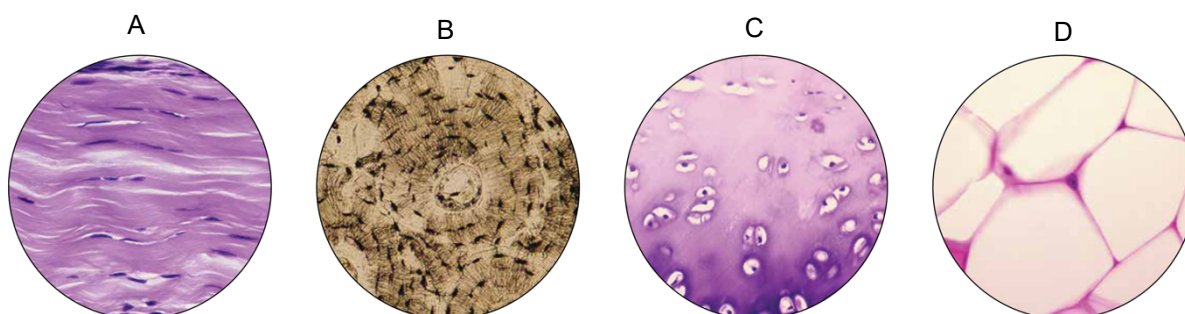
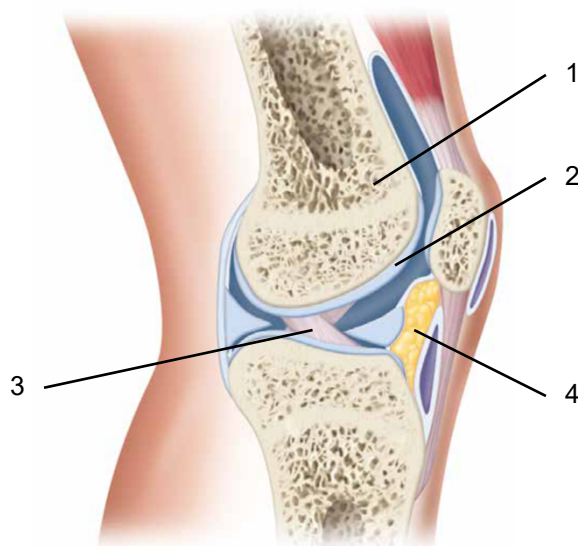
Zastawka spiralna występuje w sercu

A.	wszystkich dorosłych kręgowców,	a jej funkcją jest	1.	rozdzielenie strumienia krwi płynącego w stożku tętniczym.
B.	niektórych dorosłych kręgowców,		2.	zapobieganie cofaniu się krwi do komory serca.

Zadanie 9.

Na poniższej ilustracji przedstawiono schematyczny przekrój przez staw kolanowy człowieka oraz mikrofotografie czterech tkanek łącznych (A-D).

Uwaga: nie zachowano wspólnej skali mikrofotografii.



Na podstawie: E.C. Amerman, *Exploring Anatomy & Physiology in the Laboratory*, Englewood 2017.

Zadanie 9.1. (0–2)

Uzupełnij tabelę – dla każdej tkanki łącznej oznaczonej na przekroju stawu kolanowego (1.–4.) podaj jej nazwę oraz dopasuj właściwą mikrofotografię (A–D).
Wpisz nazwy oraz litery w odpowiednie komórki tabeli.

Nr na schemacie	Nazwa tkanki łącznej	Mikrofotografia
1.	kostna	B
2.	chrzęstna (szklista)	C
3.	włściwa (zbita / włóknista / zwarta)	A
4.	tłuszczowa (żółta)	D

9.1.

0–1–2

Zadanie 9.2. (0–1)

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

Staw kolanowy to

A.	staw prosty,	ponieważ	1.	umożliwia ruch w jednej osi.
			2.	umożliwia ruch w kilku osiach.
B.	staw złożony,		3.	stanowi połączenie więcej niż dwóch kości.

9.2.

0–1

Zadanie 9.3. (0–1)

Przedstaw rolę mazi stawowej w czasie ruchu stawu.

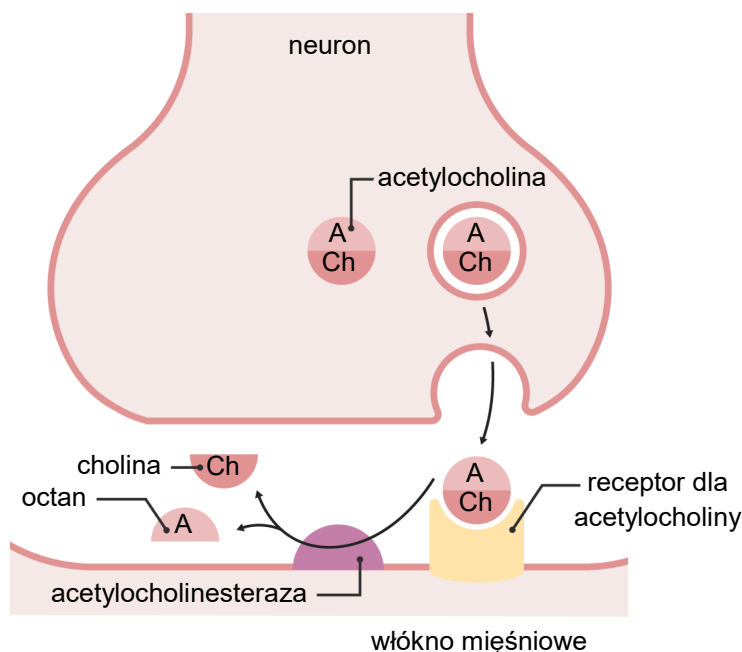
- Maż stawowa zmniejsza tarcie chrząstek o siebie w czasie zginania stawu, dzięki czemu
- zapobiega ich ścieraniu.
- Redukuje tarcie, co zapobiega uszkodzeniom powierzchni stawowych.
- Zapewnia poślizg powierzchni stawowych.
- Dzięki mazi stawowej kości nie ścierają się podczas ruchu.
- Ma działanie amortyzujące.
- Maż stawowa tworzy poduszkę hydrauliczną absorbującą wstrząsy.

9.3.

0–1

Zadanie 10.

Na poniższym schemacie przedstawiono synapsę między neuronem ruchowym a włóknem mięśnia szkieletowego człowieka. W szczeliny synaptycznej znajduje się enzym – acetylocholinesteraza, który rozkłada acetylocholinę do octanu i cholina.



Wytwarzane przez sinice toksyny: anatoksyna-a i guanitoksyna, zaburzają działanie synapsy nerwowo-mięśniowej. Anatoksyna-a naśladuje działanie acetylocholíny – łączy się z receptorami w błonie postsynaptycznej i je aktywuje, jednak w przeciwieństwie do acetylocholíny nie jest degradowana przez acetylocholinesterazę, chociaż wiąże się odwracalnie z jej miejscem aktywnym. Guanitoksyna trwale wiąże się z miejscem aktywnym acetylocholinesterazy i blokuje działanie cząsteczki enzymu.

Aksony neuronów ruchowych docierających do mięśni szkieletowych człowieka są okryte osłonką mielinową.

Na podstawie: D.U. Silverthorn, *Fizjologia człowieka. Zintegrowane podejście*, Warszawa 2018;
A. Sierosławska, *Anatoksyna-a – chemizm, występowanie, efekty działania*, „Kosmos” 61(3), 2012.
Schemat: Lecturio GmbH (www.lecturio.com).

10.1.

0-1-2

Zadanie 10.1. (0-2)

Uzupełnij tabelę – określ efekty działania anatoksyny-a i guanitoksyny. W odpowiednie komórki tabeli wpisz literę T (tak), jeśli dany efekt występuje, albo N (nie) – jeśli nie występuje.

Efekt działania	Anatoksyna-a	Guanitoksyna
spowolnienie rozkładu acetylocholíny w szczeliny synaptycznej	T	T
rozluźnienie włókien mięśniowych i zwiotczenie mięśni	N	N

Zadanie 10.2. (0–1)

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

Oślonka mielinowa wokół aksonu neuronu ruchowego

A.	przyspiesza	przewodzenie potencjału czynnościowego	1.	pełni funkcję izolatora elektrycznego, co zapewnia skokowe przewodzenie potencjału czynnościowego między przewężeniami Ranviera.
B.	spowalnia	wzdłuż aksonu, ponieważ mielina	2.	sprawia, że potencjał czynnościowy jest przewodzony w sposób ciągły – w jego przewodzenie jest zaangażowana błona komórkowa aksonu na całej swojej długości.

10.2.

0–1

Zadanie 11. (0–2)

Podwyższony poziom glukozy w osoczu w przebiegu cukrzycy wpływa na funkcjonowanie układów hormonalnego i wydalniczego.

Uzupełnij poniższe zdania tak, aby w poprawny sposób opisywały wpływ podwyższonego stężenia glukozy we krwi na funkcjonowanie układów hormonalnego i wydalniczego. W każdym nawiasie podkreśl właściwe określenie.

Znaczne podwyższenie poziomu glukozy w osoczu wynikające z (*nadmiaru / niedoboru*)

insuliny przekracza możliwości resorpcji zwrotnej w kanalikach nerkowych, w wyniku czego

nadmiar glukozy jest wydalany z moczem. Zwiększenie osmolarności osocza krwi jest

przyczyną (*zmniejszenia / zwiększenia*) ilości wazopresyny uwalnianej do krwi oraz

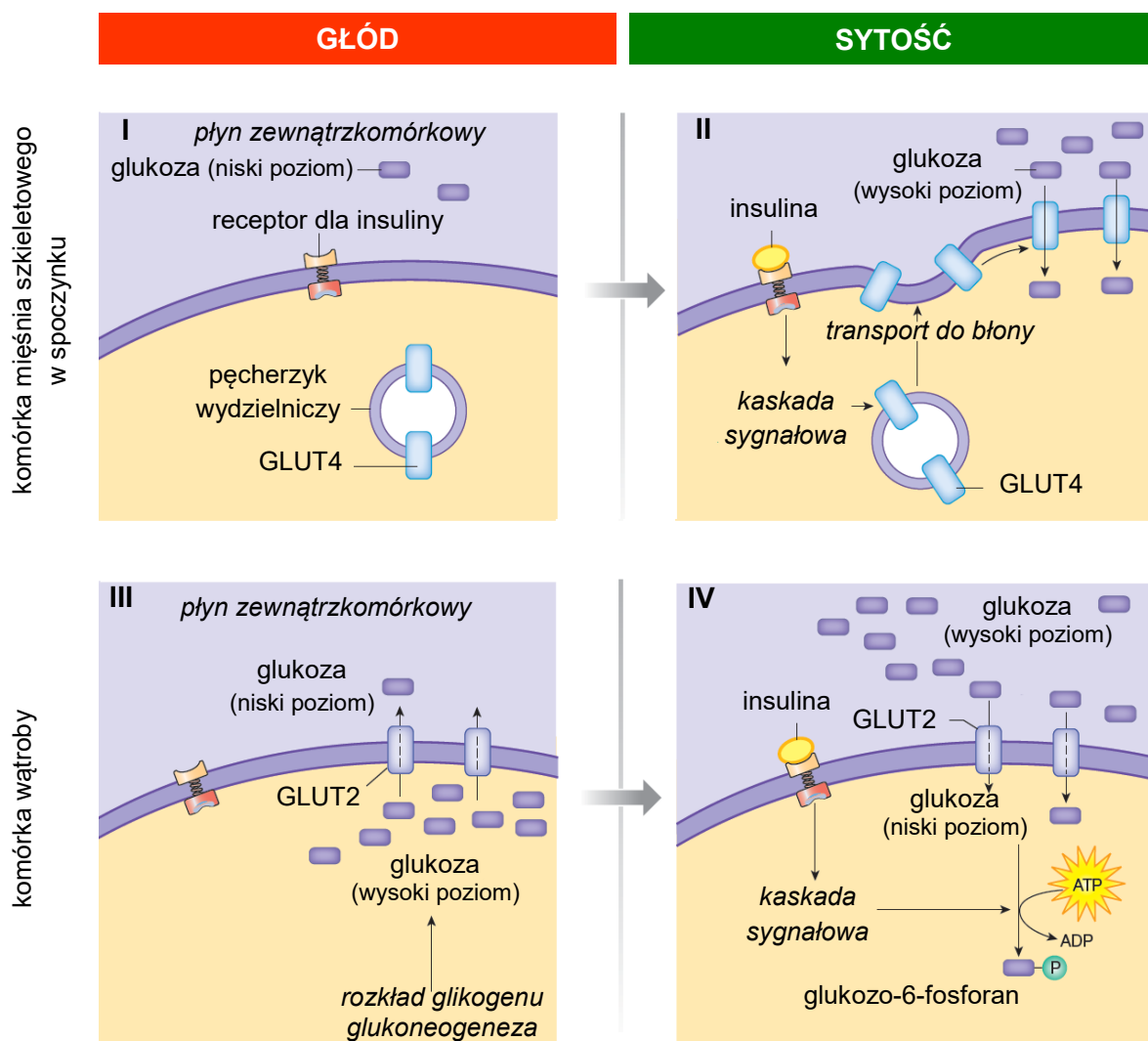
(*nasilenia / osłabienia*) uczucia pragnienia.

11.

0–1–2

Zadanie 12.

Na poniższym schemacie przedstawiono regulację transportu glukozy przez insulinę w komórce mięśnia szkieletowego i w komórce wątroby, ograniczającą wahania poziomu glukozy we krwi.



W komórkach mięśni szkieletowych w spoczynku transportery glukozy GLUT4 są w okresie głodu (I) wycofywane z błony komórkowej, a następnie magazynowane w pęcherzykach w cytoplazmie. Z kolei w okresie sytości (II) transportery GLUT4 są pod wpływem insuliny kierowane do błony komórkowej.

W komórkach wątroby transport glukozy zachodzi z udziałem transporterów GLUT2, których aktywność zmienia się w zależności od okresu głodu (III) lub sytości (IV). Insulina bierze udział w regulacji transportu glukozy przez transportery GLUT2.

Na podstawie: D.U. Silverthorn, *Fizjologia człowieka. Zintegrowane podejście*, Warszawa 2018.

Zadanie 12.1. (0–1)

Do każdego z poniższych przykładów transportu przyporządkuj właściwą nazwę wybraną spośród A–C. Wpisz litery w wyznaczone miejsca.

- A. endocytoza
- B. egzocytoza
- C. dyfuzja wspomagana

1. Transport białka GLUT4 do błony komórkowej w komórce mięśnia szkieletowego w czasie spoczynku w okresie sytości: **B / egzocytoza**.
2. Transport glukozy z wnętrza komórki wątroby do płynu zewnątrzkomórkowego w okresie głodu: **C / dyfuzja wspomagana**.

12.1.

0–1

Zadanie 12.2. (0–1)

Na podstawie przedstawionych informacji wyjaśnij, w jaki sposób insulina zapewnia ciągłą dyfuzję glukozy do komórek wątroby w sytuacji wysokiego poziomu glukozy we krwi w okresie sytości.

- W okresie sytości insulina powoduje, że cząsteczki glukozy w komórkach wątroby ulegają fosforylacji, co skutkuje obniżeniem stężenia glukozy w komórkach wątroby względem krwi, dzięki czemu glukoza cały czas dyfunduje do wnętrza komórki.
- W okresie sytości insulina pośrednio aktywuje konwersję glukozy do glukozofosforanu, co pozwala utrzymać wewnątrz komórki niższy poziom glukozy niż we krwi, a to umożliwia dyfuzję glukozy do hepatocytu.
- Insulina uruchamia kaskadę sygnałową, prowadzącą do syntezy glikogenu z glukozy w komórce wątroby, dzięki czemu wewnątrz komórki wątroby jest stale niskie stężenie glukozy

12.2.

0–1

Zadanie 12.3. (0–1)

Przedstaw znaczenie obecności transporterów glukozy GLUT2 w błonie komórkowej komórek wątroby dla ograniczenia spadku poziomu glukozy we krwi w okresie głodu.

- Dzięki obecności transporterów GLUT2 w błonie komórkowej hepatocytów możliwe w okresie głodu staje się transportowanie glukozy do krwi.
- Glukoza jest polarna i nie przechodzi przez błonę komórkową, co umożliwia białko GLUT2.
- Glukoza jest transportowana na zewnątrz komórek wątroby przez GLUT2.
- Transportery GLUT2 zapewniają transport glukozy do płynu zewnątrzkomórkowego

12.3.

0–1

Zadanie 12.4. (0–1)

Podaj nazwę przykładowego ludzkiego hormonu, którego działanie prowadzi do wzrostu poziomu glukozy we krwi.

12.4.

0–1

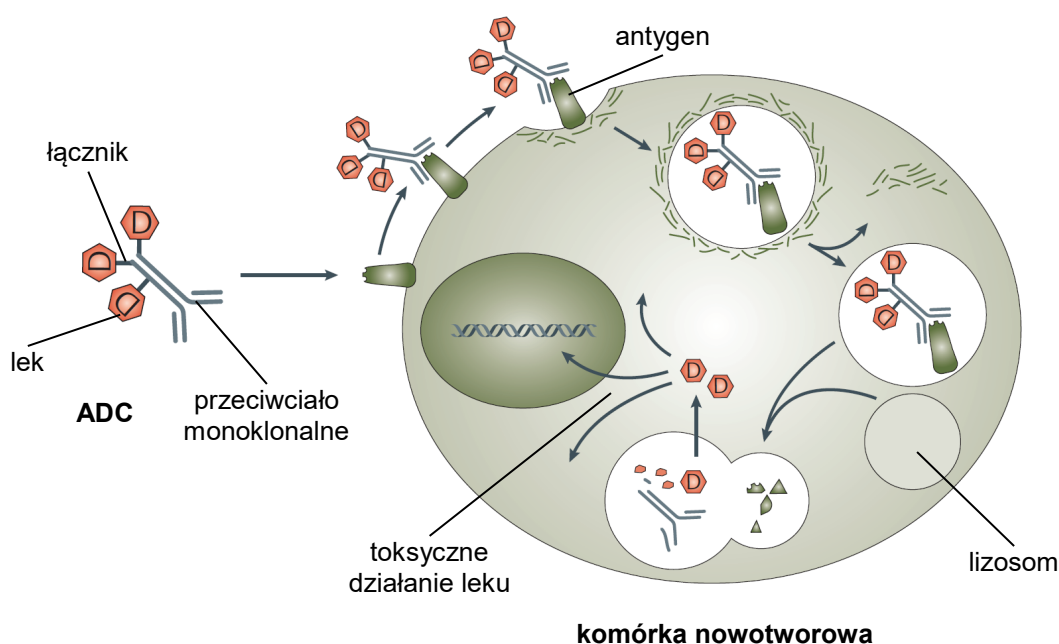
glukagon / adrenalina / epinefryna / nadnerczy / noradrenalina / norepinefryna / dopamina / grelina / wazopresyna / hormon wzrostu / GH / somatotropina / STH / kortykotropina / adrenokortykotropina / hormon adrenokortykotropowy / ACTH / kortyzol / aldosteron / tyreotropina / TSH / tyreksyna / tetrajodotyronina / T4 / trijodotyronina / trójjodotyronina / T3 / kalcytonina / parathormon

Zadanie 13.

Jedną z obiecujących metod leczenia celowanego nowotworów jest stosowanie kompleksów przeciwciało – lek (ADC, ang. *antibody-drug conjugate*), które tworzy się przez chemiczne łączenie przeciwciał monoklonalnych z substancjami toksycznymi – lekami mającymi niszczyć komórki nowotworowe. Przeciwciała monoklonalne to przeciwciała powstające z jednego klonu limfocytów B. Takie przeciwciała mają wysoką specyficzność, tzn. mogą się łączyć tylko z jednym konkretnym fragmentem antygeny, stanowiącym receptor dla ADC.

ADC podaje się pacjentowi dożylnie. Duże znaczenie w skuteczności tej metody ma dobranie zarówno przeciwciał właściwych dla antygeny charakterystycznego dla danej komórki nowotworowej, jak i odpowiedniego łącznika chemicznego, dzięki któremu ADC nie rozpada się w krążeniu ogólnoustrojowym.

Na poniższym schemacie przedstawiono mechanizm działania ADC.



Na podstawie: C. Peters i S. Brown, *Antibody–Drug Conjugates as Novel Anti-Cancer Chemotherapeutics*, „Bioscience Reports” 35(4), 2015;

P.J. Wysocki, *Mechanizmy działania przeciwciał monoklonalnych w nowotworach litych*, „Onkologia w Praktyce Klinicznej” 10(4), 2014;

D. Schrama i in., *Antibody Targeted Drugs as Cancer Therapeutics*, „Nature Reviews Drug Discovery” 5(2), 2006.

Zadanie 13.1. (0–1)

Wyjaśnij, dlaczego ADC dostarcza toksyczne substancje tylko do komórek nowotworowych, z pominięciem komórek zdrowych. W odpowiedzi uwzględnij mechanizm działania ADC.

13.1.

0–1

- ADC jest pobierany przez komórki nowotworowe, ponieważ mają one odpowiednie receptory rozpoznawane przez przeciwciało wchodzące w skład ADC.
- W odróżnieniu od komórek zdrowych chore komórki mają specyficzne antygeny konieczne do związania kompleksu ADC, zawierającego swoiste przeciwciała.

Zadanie 13.2. (0–1)

Wykaż, że zachowanie stabilności łącznika w ADC podczas transportu ADC w krążeniu ogólnoustrojowym jest konieczne do prawidłowego działania leku.

13.2.

0–1

- ADC nie może zostać rozłożony przed związaniem się z odpowiednim antygenem komórki nowotworowej. Gdyby łącznik był niestabilny, ADC nie zostałby dostarczony do odpowiednich komórek.
- Przedwczesny rozpad łącznika w ADC podczas transportu w krwiobiegu spowodowałby, że substancja terapeutyczna obecna w ADC nie dotarłaby do komórek nowotworowych.
- Brak stabilności łącznika ADC podczas transportu zakłóciłby dostarczanie leku do komórki nowotworowej, gdyż lek nie byłby połączony z konkretnym przeciwciałem – koniecznym do rozpoznania komórki nowotworowej.
- Przedwczesny rozpad kompleksu ADC spowodowałby to, że stężenie leku w komórkach nowotworowych byłoby niedostateczne.

Zadanie 13.3. (0–1)

Przedstaw rolę lizosomów obecnych w komórce nowotworowej w mechanizmie działania ADC.

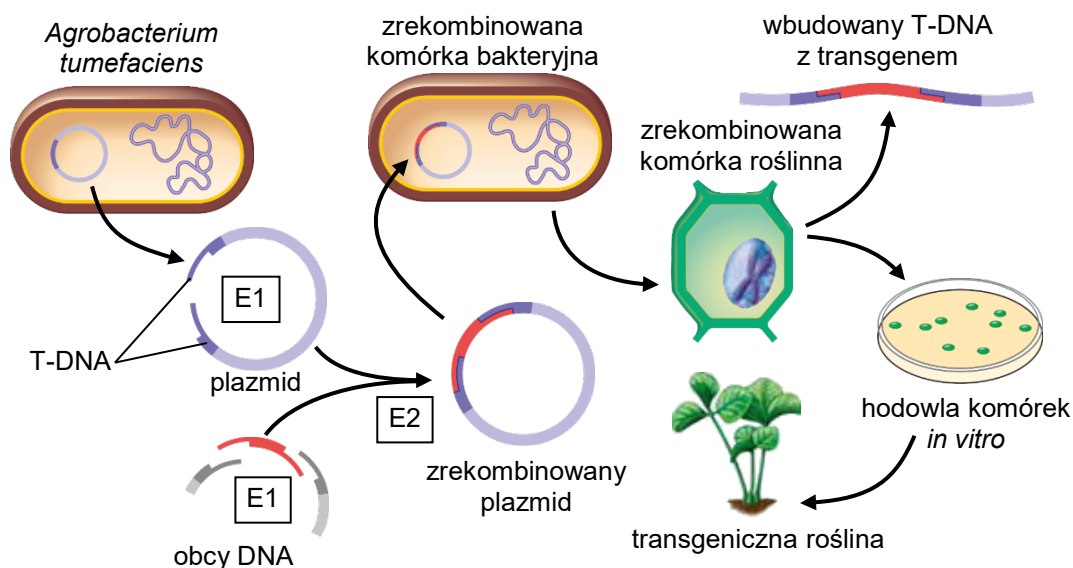
13.3.

0–1

- Lizosomy powodują rozkład łącznika w kompleksie ADC i uwolnienie z niego leku.
- Lizosomy są niezbędne, ponieważ przyczyniają się do rozkładu ADC w komórce nowotworowej, czyli do odłączenia leku wywołującego efekt terapeutyczny.
- Enzymy zawarte z lizosomach trawią łącznik ADC i umożliwiają uwolnienie leku w komórce nowotworowej, który może przeniknąć np. do jądra komórkowego.
- Lizosomy odłączają lek od przeciwciała, dzięki czemu lek może działać w komórce.
- W lizosomach jest niskie pH przyczyniające się do strawienia wiązania między łącznikiem a lekiem, który ulega w ten sposób aktywacji.

Zadanie 14.

Na poniższym schemacie przedstawiono w uproszczony sposób metodę otrzymywania roślin transgenicznych. W tej metodzie wykorzystuje się bakterie *Agrobacterium tumefaciens*, mogące infekować rośliny. Podczas infekcji fragment plazmidu bakterii, tzw. T-DNA, wnika do komórki roślinnej i integruje się z jej chromosomowym DNA. Symbolami E1 i E2 oznaczono dwa różne enzymy wykorzystywane podczas otrzymywania rośliny transgenicznej.



Na podstawie: G.J. Tortora i in., *Microbiology: An Introduction*, Harlow 2021.

14.1.

0-1-2

Zadanie 14.1. (0-2)

Uzupełnij tabelę – zapisz nazwy enzymów oznaczonych na powyższym schemacie symbolami E1 i E2. Określ funkcję każdego z tych enzymów w otrzymywaniu zrekombinowanego plazmidu.

Enzym	Nazwa enzymu (helikaza, ligaza, restryktaza)	Funkcja enzymu
E1	restryktaza	przecina nić DNA / tnie plazmid /wycina obcy DNA / hydrolizuje wiązania fosfodiesterowe /rozcina wiązania fosfoestrowe
E2	ligaza	łączy końce cząsteczek DNA/ łączy fragmenty plazmidu/ skleja plazmid z obcym DNA/ tworzenie wiązania fosfodiesterowego / katalizuje powstawanie wiązania fosfoestrowego

14.2.

0-1

Zadanie 14.2. (0-1)

Wykaż, że w przedstawionej metodzie otrzymywania roślin transgenicznych bakteria *A. tumefaciens* pełni funkcję wektora.

Przenosi obcy DNA (transgen) do komórki docelowej.

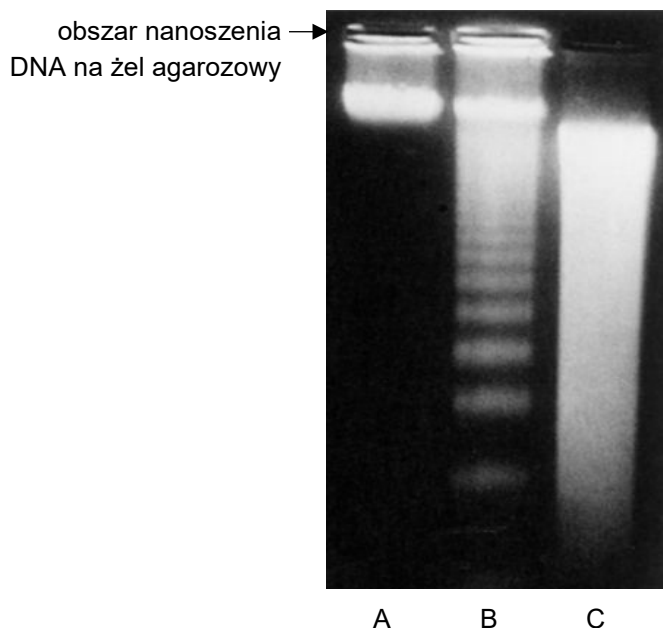
- Bakteria *A. tumefaciens* jest wektorem, ponieważ wprowadza zrekombinowany plazmid do komórki roślinnej.
- Te bakterie stanowią formę transportu obcego genu do komórki roślinnej, w której ten gen wbudowuje się w materiał genetyczny.
- Wektorem nazywamy organizmy lub cząsteczki zdolne do przenoszenia np. DNA od dawcy do biorcy. Dlatego bakteria *A. tumefaciens*, która umożliwia wprowadzenie zrekombinowanego w tym procesie DNA do komórki roślinnej, jest wektorem.
- Wektory przenoszą obcy fragment DNA do innego organizmu, a ta bakteria przenosi fragment obcego DNA do komórki roślinnej.
- W tej metodzie bakteria jest nośnikiem zrekombinowanego plazmidu

Zadanie 15. (0–2)

Elektroforeza DNA w żelu agarozowym jest standardową techniką pozwalającą na rozdzielenie cząsteczek DNA w zależności od ich masy. Aby wykryć położenie cząsteczek DNA w żelu agarozowym, znakuje się je barwnikami fluorescencyjnymi.

W czasie apoptozy powstają fragmenty DNA o wielkości ok. 180 par zasad i ich wielokrotności, natomiast podczas niekontrolowanej śmierci komórki (nekrozy) dochodzi do losowej fragmentacji DNA. Materiał genetyczny pochodzący ze zdrowych żywych komórek podczas izolacji ulega fragmentacji tylko w niewielkim stopniu.

Na poniższej fotografii przedstawiono wynik elektroforezy DNA wyizolowanego z trzech różnych populacji komórek (A–C).



Na podstawie: M. Zabel i J. Kawiak,

Seminaria z cytofizjologii dla studentów medycyny, weterynarii i biologii, Wrocław 2021.

Fotografia: L.D. Tomei i F.O. Cope (red.), *Apoptosis: the Molecular Basis of Cell Death*, Plainview 1991.

Uzupełnij poniższe zdania tak, aby stanowiły prawidłową interpretację powyższych wyników badań. W każdym nawiasie podkreśl właściwą literę.

Wynik elektroforezy DNA wyizolowanego z komórek obumierających w wyniku nekrozy ilustruje ścieżka (A / B / C). Wynik elektroforezy DNA wyizolowanego z komórek obumierających w wyniku apoptozy ilustruje ścieżka (A / B / C).

15.

0–1–2

Zadanie 16.

W układzie ABO wyróżnia się cztery podstawowe fenotypy: A, B, AB i O, które są warunkowane przez występowanie antygenów A i B. Antygen H jest strukturą prekursorową antygenów A i B, które powstają w wyniku przyłączania do antygeny H różnych reszt cukrowych: w antygenie A jest to *N*-acetylogalaktozamina, a w antygenie B – galaktoza.

Wytworzenie antygeny H jest warunkowane przez gen *FUT1*. Allel dominujący tego genu (*H*) odpowiada za wytworzenie antygeny H w błonie komórkowej erytrocytów. Allel recesywny tego genu (*h*) zawiera mutację prowadzącą do syntezy nieaktywnego enzymu, którego aktywność jest konieczna do syntezy antygeny H.

Gen *ABO* warunkujący przekształcanie antygeny H do antygeny A lub B ma trzy allele:

- allel *I^A* koduje transferazę A, warunkującą wytworzenie antygeny A
- allel *I^B* koduje transferazę B, warunkującą wytwarzanie antygeny B
- recesywny allel *i*, kodujący niefunkcjonalne białko, powstały w wyniku mutacji w allelu *I^A*.

Gen *FUT1* i gen *ABO* są położone na różnych chromosomach autosomalnych.

W tabeli podano fragment sekwencji nukleotydowej w nici kodującej allelu *I^A* oraz odpowiadający mu fragment allelu *i* powstałego w wyniku mutacji.

Allel genu <i>ABO</i>	Fragment DNA nici kodującej	Fragment łańcucha polipeptydowego kodowanego przez podany fragment DNA
<i>I^A</i>	CTC GTG GTG ACC CCT T	Leu – Val – Val – Thr – Pro
<i>i</i>	CTC GTG GT– ACC CCT T	 ROZWIĄZANIE POD 16.2

Na podstawie: M. Czerwiński i R. Kaczmarek, *Genetyczne podstawy syntezy cukrowych antygenów grupowych krwi*, „Acta Haematologica Polonica” 44(3), 2013; V. Kumar i in., *Robbins & Cotran Pathologic Basis of Disease*, Nowy Jork 2020.

16.1.

0–1

Zadanie 16.1. (0–1)

Na podstawie analizy danych przedstawionych w tabeli podaj nazwę mutacji genowej, która doprowadziła do powstania allelu *i*.

delecja.....

16.2.

0–1

Zadanie 16.2. (0–1)

Uzupełnij tabelę zamieszczoną powyżej – podaj sekwencję aminokwasową kodowaną przez fragment DNA nici kodującej zawarty w tabeli. Odpowiedź zapisz w wyznaczonym miejscu w tabeli.

- Leu-Val-Val-Pro-Leu
- Leu – Val – Val – Pro – Leu
- Leu, Val, Val, Pro, Leu
- leucyna, walina, walina, prolina, leucyna
- LVVPL



Zadanie 16.3. (0–1)

Dokończ zdanie. Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Sekwencja aminokwasowa kodowana przez allel *i* jest inna niż w przypadku allelu *I^A*, ponieważ konsekwencją mutacji genowej prowadzącej do powstania allelu *i* jest

- A. zmiana ramki odczytu.
- B. substytucja aminokwasowa.
- C. odwrócenie kolejności aminokwasów.
- D. zwielokrotnienie liczby aminokwasów.

16.3.

0–1

Zadanie 16.4. (0–1)

Podaj wszystkie możliwe genotypy warunkujące grupę krwi A. Uwzględnij allele genu *FUT1* oraz genu *ABO*. W zapisie genotypu zastosuj oznaczenia alleli podane we wprowadzeniu do zadania.

- $HHI^A I^A$ $HhI^A I^A$ $HHI^A i$ $HhI^A i$ LUB $I^A I^A HH$ $I^A I^A Hh$ $I^A i HH$ $I^A i Hh$
- H_I^A LUB I^A_H

16.4.

0–1

Zadanie 17.

Płaskogłów ciemnogłowy (*Platycephalus fuscus*) jest ciepłolubną rybą żyjącą w zatokach, przybrzeżnych jeziorach i estuariach na wschodnim wybrzeżu Australii. Jego ciało jest mocno spłaszczone grzbietobrzusznie. Oczy są osadzone na czubku spłaszczonej głowy. Ta ryba potrafi zmieniać ubarwienie ciała, przez co dopasowuje się do otoczenia. Ukrywa się w piasku i czeka na ofiarę – poluje na mniejsze ryby oraz krewetki.

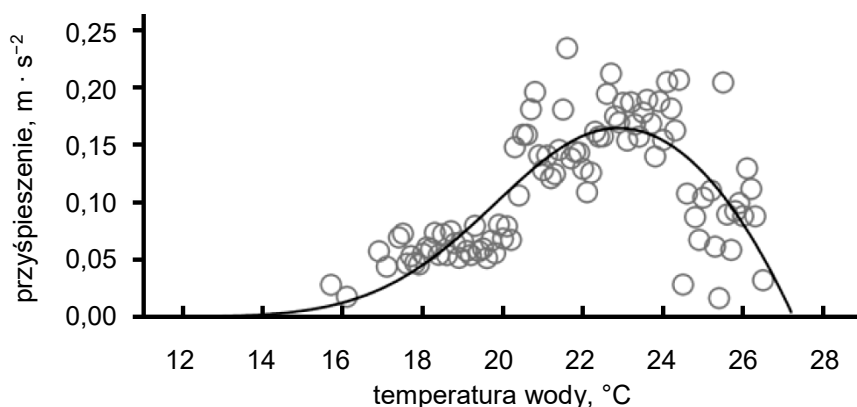
Naukowcy zbadali zależność aktywności tej ryby od temperatury otoczenia w warunkach naturalnych. W tym celu wypuszczono ryby tego gatunku do rzeki Georges, 12 km w górę od jej ujścia. W rzece mierzono temperaturę wody. Ryby były wyposażone w odpowiednie nadajniki z czujnikami, dzięki którym można było określić przyspieszenie poruszającej się ryby. Dane zbierano przez 18 miesięcy.

Na fotografii A przedstawiono płaskogłowa ciemnogłowego w jego naturalnym środowisku, a na wykresie B – wyniki opisanego badania. Koła na wykresie B reprezentują surowe wyniki pomiarów, a krzywa jest modelem dopasowanym do tych pomiarów, przedstawiającym zależność między temperaturą wody a przyspieszeniem ryby.

A



B



Na podstawie: N.L. Payne i in., *Temperature Dependence of Fish Performance in the Wild: Links with Species Biogeography and Physiological Thermal Tolerance*, „Functional Ecology” 30(6), 2016.
Fotografia: R. Ling.

Zadanie 17.1. (0–1)

Podaj wartość optimum temperaturowego wody dla aktywności płaskogłowa ciemnogłowego.

...około 23 °C / 20 °C < optimum < 25 °C / optimum ∈ (20 °C; 25 °C).....

17.1.

0–1

Zadanie 17.2. (0–1)

Rozstrzygnij, czy podnoszenie się temperatury wody w zbiornikach może stanowić zagrożenie dla płaskogłowa ciemnogłowego. Odpowiedź uzasadnij, odwołując się do przedstawionych wyników badań.

Rozstrzygnięcie: Tak / Jest to zagrożeniem.

Uzasadnienie:

Ryba w temperaturze powyżej 25 °C ma wyraźnie obniżoną aktywność.

• Ryba w wysokiej temperaturze osiąga bardzo niskie przyspieszenia, co przekłada się na spadek liczby upolowanych ofiar

17.2.

0–1

Zadanie 17.3. (0–2)

Wypisz z tekstu dwie cechy płaskogłowa ciemnogłowego stanowiące adaptację do drapieżnictwa i przedstaw, na czym polega każda z tych adaptacji.

1.

- Silne spłaszczenie grzbietobrzusze sprawia, że ryba jest trudniej zauważalna (przez ofiary).

• Zakopywanie się w piasku umożliwia rybie ataki z ukrycia.

• Wykształcona zdolność zmiany ubarwienia ciała przez rybę umożliwia jej upodobnienie się do tła, co stanowi doskonały kamuflaż.

• Osadzenie oczu na czubku spłaszczonej głowy ułatwia obserwację ofiary, gdy drapieżnik jest zagrzebany w piasku.

• Zdolność do dużych przyspieszeń sprawia, że dopadnięcie ofiary staje się łatwiejsze.

- Ryba jest w stanie funkcjonować w bezruchu, czekając na ofiarę, żeby następnie zaatakować ją z zaskoczenia.

Uwaga:

Nie uznaje się odpowiedzi zbyt ogólnych, odnoszących się jedynie do ułatwienia polowania bez określenia, na czym to ułatwienie polega, np. „Spłaszczone ciało umożliwia rybie łatwiejsze upolowanie ofiary”.

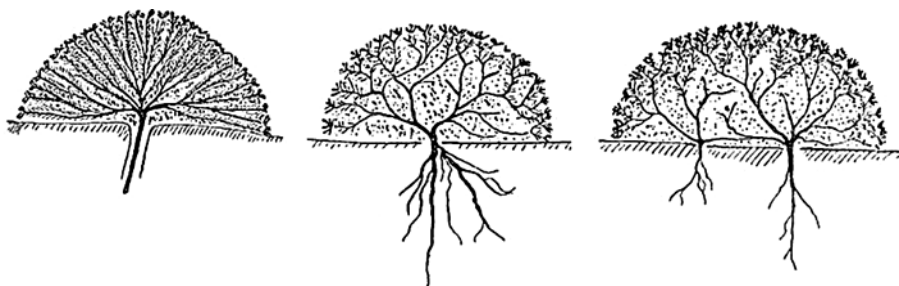
17.3.

0–1–2

Zadanie 18.

Niski wzrost i ciasne ułożenie liści rośliny w tzw. poduszkę stanowią przystosowanie do skrajnych warunków środowiska panujących w wysokich górach. Takie formy roślin występują u ponad trzystu gatunków należących do ponad trzydziestu różnych rodzin botanicznych, występujących w różnych obszarach geograficznych świata.

Poniżej przedstawiono schematyczną budowę roślin poduszkowych.



Przykładem rośliny poduszkowej jest lepnica bezłodygowa (*Silene acaulis*), przedstawiona na poniższej fotografii. Wytwarza ona różowe kwiaty wyrastające na szczytach łodyg. W populacji tego gatunku występują zarówno osobniki żeńskie, jak i obupłciowe.



Na podstawie: Q. Canelles i in., *Environmental Stress Effects on Reproduction and Sexual Dimorphism in the Gynodioecious Species Silene acaulis*, „Environmental and Experimental Botany” 146, 2018.
Schematy: H. Hauri, *Review: Ecology of Cushion Plants*, „Journal of Ecology” 1(2), 1913.
Fotografia: Wikimedia Commons.

18.1.

0–1

Zadanie 18.1. (0–1)

Rozstrzygnij, czy wytwarzanie form poduszkowatych wśród roślin wysokogórskich jest wynikiem konwergencji, czy – dywergencji. Odpowiedź uzasadnij.

Rozstrzygnięcie: ..[Jest to przykład konwergencji](#).....

Uzasadnienie:

- Wytwarzanie form poduszkowatych powstało niezależnie od siebie w różnych grupach taksonomicznych roślin.
- Rośliny należące do różnych, niespokrewnionych rodzin funkcjonują w tym samym środowisku i przystosowały się do niego w ten sam sposób.
- W różnych obszarach górskich rośliny zaadaptowały się do podobnych, skrajnych warunków środowiskowych.

Zadanie 18.2. (0–1)

Podaj jeden przykład czynnika abiotycznego, do którego przystosowaniem jest występowanie u lepnicy bezłodygowej poduszkowatego typu wzrostu. W odpowiedzi uwzględnij rodzaj czynnika oraz jego nasilenie lub poziom.

18.2.

0–1

niska temperatura (powietrza, podłoża) / mróz / silny wiatr / wiatr halny / wichur / niewielka dostępność wody / susza / silne nasłonecznienie

Zadanie 18.3. (0–1)

Uzupełnij tabelę – określ zdolność do wytwarzania ziaren pyłku i owoców przez osobniki żeńskie i przez osobniki obupłciowe lepnicy bezłodygowej. W odpowiednie komórki tabeli wpisz literę T (tak), jeśli istnieje taka możliwość, albo N (nie) – jeśli nie ma takiej możliwości.

18.3.

0–1

	Możliwość wytwarzania ziaren pyłku	Możliwość wytwarzania owoców
osobniki żeńskie	N	T
osobniki obupłciowe	T	T

Zadanie 19.

Szpak balijski (*Leucopsar rothschildi*), przedstawiony na fotografii, jest krytycznie zagrożonym gatunkiem, zamieszkującym wyłącznie wyspę Bali, położoną w południowo-wschodniej Azji.



Według szacunków naukowców, na początku XX wieku w naturalnym środowisku żyło 300–900 osobników, a w 1990 roku na wolności stwierdzono już tylko 15 osobników. Przyczyną wymierania tego ptaka jest degradacja jego siedlisk, połączona z kłusownictwem, mającym na celu zaopatrywanie handlarzy na rynku ptaków śpiewających. W celach ochronnych ten gatunek został ujęty w załączniku I konwencji waszyngtońskiej (CITES).

Szpak balijski jest objęty programami hodowlanymi nie tylko w lokalnych ośrodkach na Bali, ale także w wielu ogrodach zoologicznych na całym świecie, m.in. w Stanach Zjednoczonych i w Europie. Część ptaków rozmnożonych w niewoli jest uwalniana do ich naturalnego środowiska w celu odtworzenia dzikiej populacji na wyspie Bali. Skuteczna reintrodukcja szpaka balijskiego jest szansą na ocalenie tego rzadkiego gatunku.

Na podstawie: datazone.birdlife.org; gbif.org; S. (Bas) van Balen i in.,
Status and Distribution of the Endemic Bali Starling Leucopsar rothschildi, „Oryx” 34(3), 2000.
Fotografia: Cburnett.

19.1.

0–1

Zadanie 19.1. (0–1)

Wyjaśnij, dlaczego podczas reintrodukcji szpaka balijskiego powinny być uwalniane osobniki pochodzące nie tylko z lokalnych programów hodowlanych, lecz także z różnych ogrodów zoologicznych. W odpowiedzi uwzględnij genetykę populacji.

Takie postępowanie zapewnia większą różnorodność genetyczną populacji i zmniejsza ryzyko wystąpienia negatywnych skutków chowu wsobnego.

- Dzięki ptakom pochodzącym z ogrodów zoologicznych odtwarzana lokalna populacja zyskuje nowe linie genetyczne, dzięki czemu maleje ryzyko ujawnienia się niekorzystnych recesywnych mutacji.
- Większa pula genowa pozwoli uniknąć skutków dryfu genetycznego.
- Nowe linie filogenetyczne, mające inne geny, zmniejszą ryzyko utrwalenia się w populacji niekorzystnych mutacji genetycznych.
- Dzięki temu jest zapewniona większa różnorodność genetyczna reintrodukowanej populacji, co zwiększa szanse na jej adaptację do środowiska.
- Większa różnorodność genetyczna reintrodukowanej populacji zwiększa liczbę alleli genów, z których może czerpać dobór naturalny.
- W populacjach o większej różnorodności genetycznej jest niższa śmiertelność osobnicza.
- Dzięki temu reintrodukowana populacja będzie miała większą pulę genową, co się przełoży na jej większe szanse przeżycia w wyniku większej odporności na infekcje.



Zadanie 19.2. (0–1)

Przedstaw znaczenie wpisania szpaka balijskiego do załącznika I konwencji waszyngtońskiej (CITES) dla skutecznej ochrony tego gatunku.

19.2.

0–1

- Dzięki ujęciu szpaka balijskiego w załączniku konwencji waszyngtońskiej międzynarodowy handel okazami ptaków tego gatunku jest zabroniony.
- CITES reguluje handel osobnikami gatunków zagrożonych wyginięciem, dzięki czemu wywożenie z Indonezji osobników szpaka balijskiego jest nielegalne.
- Przepisy CITES regulują handel osobnikami szpaka balijskiego, dzięki czemu nie jest możliwy legalny obrót międzynarodowy osobnikami tego gatunku.
- Kłusownicy mają utrudniony eksport szpaków złapanych na Bali, bo celnicy mają ten gatunek na liście gatunków objętych zakazem obrotu międzynarodowego.
- Ze względu na zakaz handlu tymi ptakami kłusownicy mają problem ze sprzedażą pozyskanych okazów.
- Przepisy CITES regulują przewóz okazów szpaka balijskiego przez granice państwowe.

Uwaga:

Nie uznaje się odpowiedzi odnoszących się do zakazu kłusownictwa przez przepisy CITES.

BRUDNOPIS (*nie podlega ocenie*)

BIOLOGIA

Poziom rozszerzony

Formuła 2023



BIOLOGIA

Poziom rozszerzony

Formuła 2023



BIOLOGIA

Poziom rozszerzony

Formuła 2023

