

WYPEŁNIA ZDAJĄCY

KOD

--	--	--

PESEL

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

Miejsce na naklejkę.

Sprawdź, czy kod na naklejce to
M-300.

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

EGZAMIN MATURALNY Z BIOLOGII

POZIOM ROZSZERZONY

ARKUSZ POKAZOWY

TERMIN: **4 marca 2022 r.**

CZAS PRACY: **do 210 minut**

LICZBA PUNKTÓW DO UZYSKANIA: **60**

Instrukcja dla zdającego

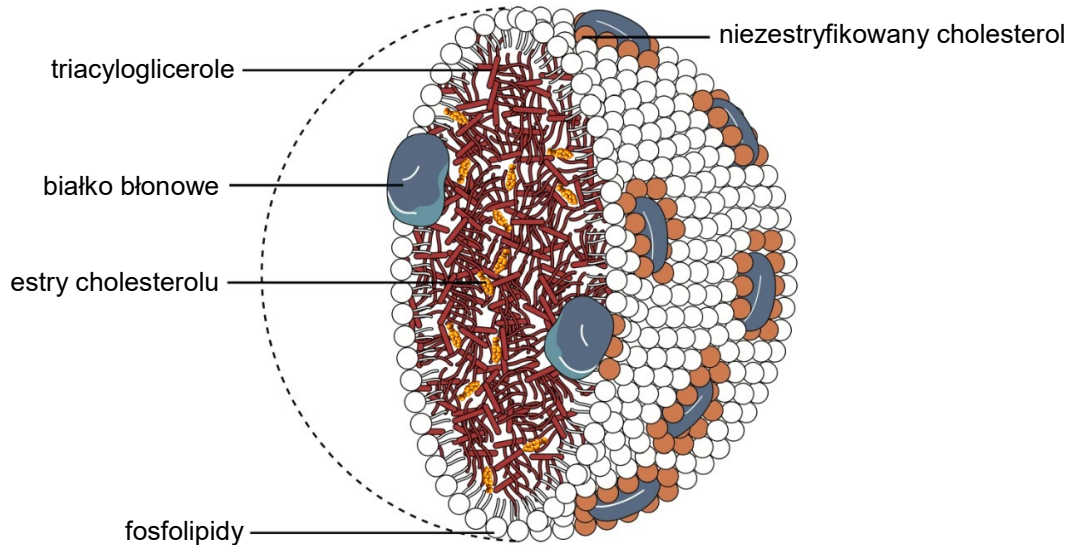
1. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 28 stron (zadania 1–20). Ewentualny brak zgłoś przewodniczącemu zespołu nadzorującego egzamin.
2. Odpowiedzi zapisz w miejscu na to przeznaczonym przy każdym zadaniu.
3. Pisz czytelnie. Używaj długopisu/pióra tylko z czarnym tuszem/atramentem.
4. Nie używaj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

MBIP-R0-**300**-2203

Zadanie 1.

Osocze krwi człowieka zawiera ok. 92% wody. Resztę stanowią składniki nieorganiczne (np. jony sodowe i potasowe) i organiczne (np. białka). Ważną frakcją organicznych składników osocza tworzą lipoproteiny – kompleksy tłuszczowców z białkami. Do lipoprotein zalicza się m.in. chylomikrony, ułatwiające transport hydrofobowych cząsteczek w osoczu krwi.

W białkowo-lipidowej błonie chylomikronu znajduje się niezestryfikowany cholesterol, a jego wnętrze wypełniają triacyloglicerole oraz estry cholesterolu. Na poniższym schemacie przedstawiono budowę chylomikronu.



Na podstawie: J. Duszyński i inni, *Biologia. Jedność i różnorodność*, Warszawa 2008; bjcardio.co.uk

Zadanie 1.1. (0–1)

Uzupełnij poniższe zdania tak, aby zawierały informacje prawdziwe. Podkreśl w każdym nawiasie właściwe określenie.

We wnętrzu chylomikronu występują triacyloglicerole i estry cholesterolu. Właściwości tych substancji powodują, że rdzeń chylomikronu jest (*hydrofobowy / hydrofilowy*). W powłoce chylomikronu znajdują się fosfolipidy i białka. Lipidowe składniki powłoki są tak zorientowane, że ich grupy (*polarne / niepolarne*) są skierowane na zewnątrz, ku powierzchni kompleksu, dzięki czemu jest on rozpuszczalny w osoczu.

Zadanie 1.2. (0–1)

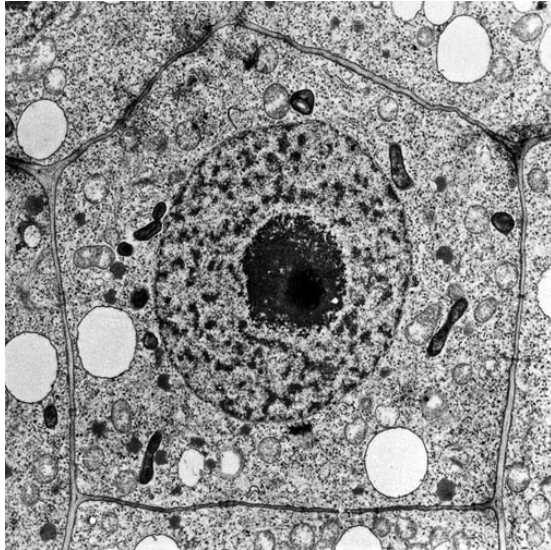
Podaj, jaka właściwość fizyczna wody, zawartej w osoczu krwi, przyczynia się do utrzymania względnie stałej temperatury ciała człowieka.

.....

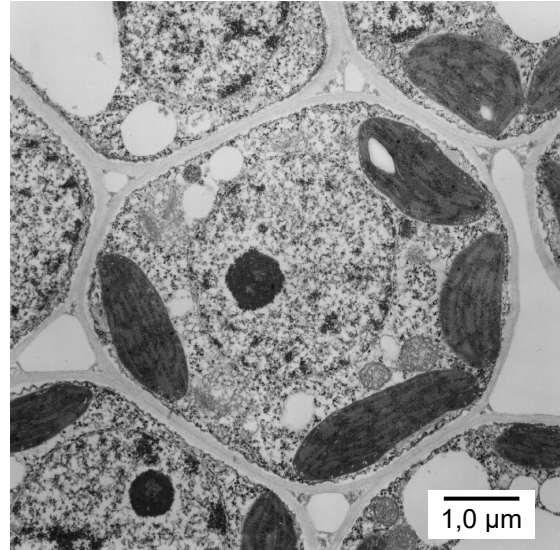
Zadanie 2.

Na poniższych zdjęciach A i B, wykonanych za pomocą transmisyjnego mikroskopu elektronowego, przedstawiono dwie różne komórki roślinne.

Uwaga: Obydwa zdjęcia mają zachowaną jednakową skalę.



A



B

Na podstawie: www.vcbio.science.ru.nl; www.cas.miamioh.edu

Zadanie 2.1. (0–1)

Określ, która komórka – na zdjęciu A czy na zdjęciu B – pochodzi z tkanki merystematycznej. Odpowiedź uzasadnij, odnosząc się do jednej widocznej na zdjęciu cechy budowy wybranej komórki.

.....

.....

.....

.....

Zadanie 2.2. (0–1)

Dokończ zdanie. Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Obie przedstawione na zdjęciach komórki mają

- A. ten sam stopień kondensacji chromatyny.
- B. taką samą grubość ściany komórkowej.
- C. wyraźnie widoczne jąderka.
- D. dobrze rozwinięte chloroplasty.

Zadanie 3.

Salvadora persica to niewielkich rozmiarów roślina drzewiasta przystosowana do wzrostu na glebach o różnym poziomie zasolenia, tolerująca nawet ekstremalne warunki zasolenia.

Poniżej przedstawiono wyniki doświadczenia uzyskane po 21 dniach hydroponicznej (bezglębowej) uprawy czterech grup siewek *S. persica* w zależności od stężenia NaCl w pożywce. Wszystkie siewki uprawiano w szklarni w optymalnych dla tej rośliny warunkach fotoperiodu, wilgotności powietrza i temperatury otoczenia.

Grupa siewek	Stężenie NaCl w pożywce [mmol/l]	Średnie zagęszczenie aparatów szparkowych [liczba aparatów szparkowych na mm ²]		Średnie stężenie jonów Na ⁺ w komórkach korzeni [mg/g suchej masy]
		skórka górna	skórka dolna	
1.	0	82	67	2,0
2.	250	41	30	5,6
3.	500	28	23	8,8
4.	750	17	13	13,9

Na podstawie: A.K. Parida i inni, *Physiological, anatomical and metabolic implications of salt tolerance in the halophyte Salvadora persica under hydroponic culture condition*, „Frontiers in Plant Science” 7, 2016; T.J. Flowers, T.D. Colmer, *Salinity tolerance in halophytes*, „New Phytologist” 179, 2008.

Zadanie 3.1. (0–2)

Dokończ zdanie. Zaznacz dwie właściwe odpowiedzi spośród podanych.

Prawidłowo sformułowany problem badawczy do przedstawionego doświadczenia to:

- A. Czy zagęszczenie aparatów szparkowych u *S. persica* zależy od stężenia NaCl oraz strony blaszki liściowej?
- B. Czy stężenie NaCl w pożywce ma wpływ na stężenie jonów Na⁺ w komórkach korzeni *S. persica*?
- C. Czy średnie zagęszczenie aparatów szparkowych wpływa na średnie stężenie jonów Na⁺ w komórkach korzeni *S. persica*?
- D. Dlaczego stężenie NaCl wpływa na zagęszczenie aparatów szparkowych w skórcie *S. persica*?
- E. Czy skórka górna i dolna różnią się pod względem stężenia jonów Na⁺?

Zadanie 3.2. (0–1)

Na podstawie przedstawionych wyników doświadczenia sformułuj wniosek na temat wpływu zasolenia środowiska na stężenie jonów Na^+ w komórkach korzeni *S. persica*.

.....

.....

.....

Zadanie 3.3. (0–1)

Określ znaczenie adaptacyjne spadku zagęszczenia aparatów szparkowych w skórcie *S. persica*, następującego wraz ze wzrostem stężenia NaCl w środowisku.

.....

.....

.....

Zadanie 3.4. (0–1)

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

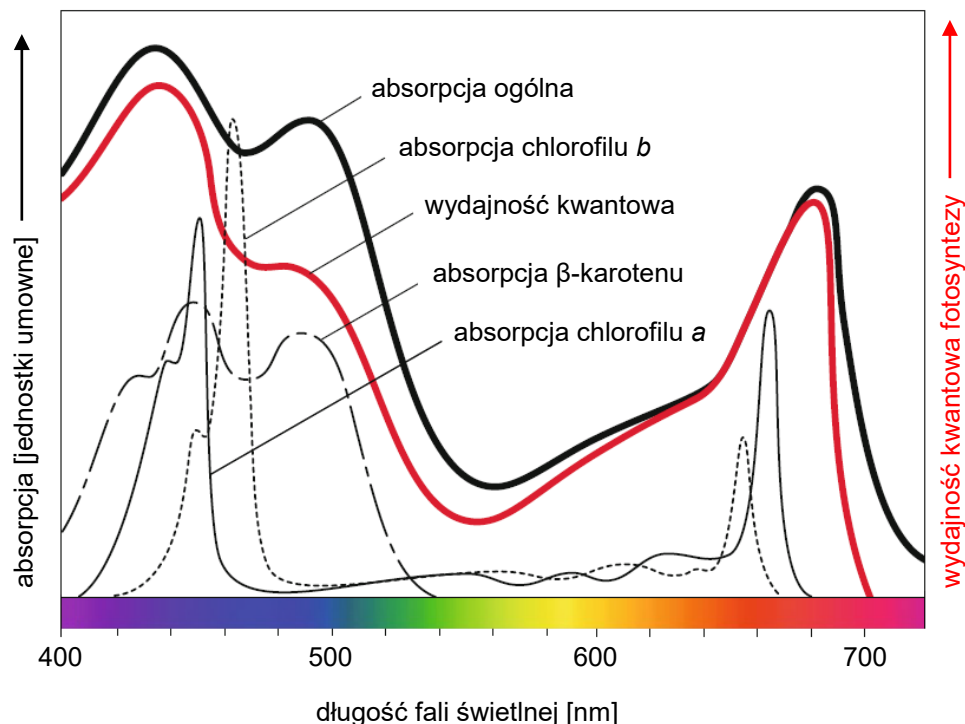
Duże stężenie soli w glebie zwiększa siły osmotyczne utrzymujące wodę w roztworze glebowym. Pobieranie wody przez roślinę jest wtedy warunkowane przez (zmniejszenie / zwiększenie) potencjału wody w komórkach pobierających wodę, tak aby gradient potencjału wody pozwalał na przepływ wody z roztworu glebowego do komórki. Jest to możliwe dzięki (zmniejszeniu / zwiększeniu) stężenia jonów soli w soku komórkowym.

Zadanie 4.

W wewnętrznej błonie chloroplastów występują kompleksy białek i barwników fotosyntetycznych tworzące dwa układy fotosyntetyczne zawierające nieco inny zestaw cząsteczek chlorofilu: fotosystem I i fotosystem II.

Na wykresie przedstawiono całościowe widmo absorpcyjne barwników chloroplastowych zielenicy *Chlorella* (czarna pogrubiona krzywa) oraz widma absorpcyjne poszczególnych barwników: chlorofilu *a*, chlorofilu *b* oraz β -karotenu – dominującego karotenoidu.

Czerwona krzywa ilustruje wydajność kwantową fotosyntezy, czyli zależność intensywności fotosyntezy od długości fali świetlnej, wyznaczoną jako stosunek liczby atomów fotosyntetycznie asymilowanego węgla do liczby kwantów promieniowania słonecznego absorbowanego przez komórki.



Na podstawie: A. Bresinsky i inni, *Strasburger's Plant Sciences*, Nowy Jork 2013.

Zadanie 4.1. (0–1)

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

Niebieskozielone światło o długości fali 500 nm jest absorbowane głównie przez (β -karoten / chlorofile). Energia światła niebieskozielonego jest wykorzystywana (w całości / częściowo) do przeprowadzania reakcji fazy jasnej fotosyntezy.

Zadanie 4.2. (0–1)

Opisz funkcję pełnioną przez cząsteczki karotenoidów występujące w błonach chloroplastów.

.....

.....

.....

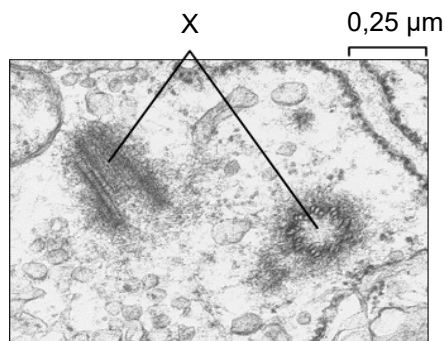
Zadanie 4.3. (0–2)

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

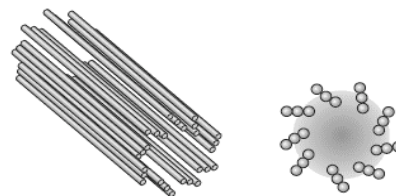
1.	W kompleksach antenowych fotosystemów cząsteczki chlorofilu <i>a</i> i chlorofilu <i>b</i> oraz karotenoidów są związane z białkami.	P	F
2.	Fotosystem I i fotosystem II, mimo innego zestawu cząsteczek chlorofilu, absorbują światło o takiej samej długości fali.	P	F
3.	U roślin nasiennych zachodzi jedynie niecykliczny transport elektronów, w którym biorą udział fotosystem I i fotosystem II.	P	F

Zadanie 5. (0–1)

Na zdjęciu A, wykonanym za pomocą transmisyjnego mikroskopu elektronowego, widoczna jest struktura oznaczona literą X. Ta struktura występuje w większości komórek zwierzęcych. Na rysunku B przedstawiono schematycznie budowę tej struktury.



zdjęcie A



rysunek B

Na podstawie: E.P. Salomon, L.R. Berg, D.W. Martin, *Biologia*, Warszawa 2014.

Podaj nazwę struktury oznaczonej literą X oraz określ jej funkcję w komórce.

Nazwa struktury X:

Funkcja w komórce:

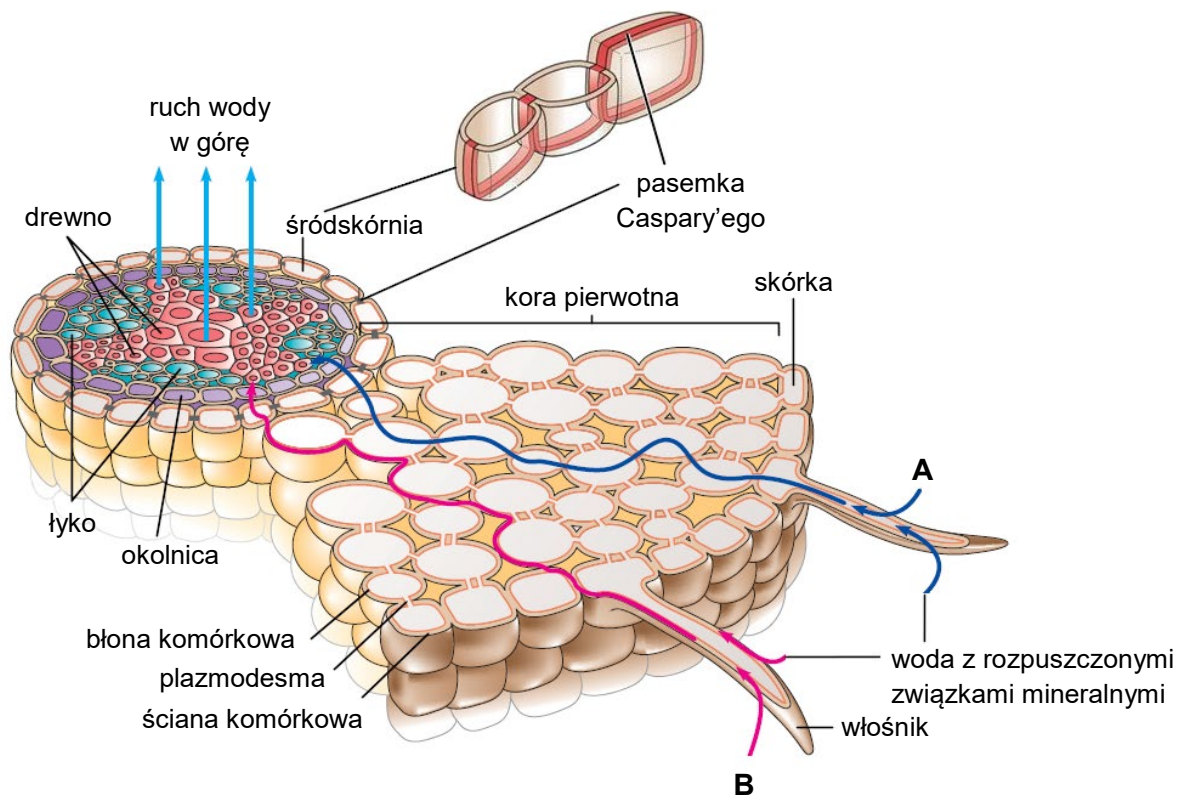
Zadanie 6.

W korzeniach roślin przepływ wody pobranej przez włosniki odbywa się dwiema drogami:

- kanałem apoplastycznym, który tworzą ściany komórek i przestrzenie międzykomórkowe
- kanałem symplastycznym, który stanowią pasma cytoplazmy komórek połączonych ze sobą plazmodesmami.

W przepływie wody od włosników do ksylemu ważną rolę odgrywają komórki śródskórni, których położone obwodowo ściany komórkowe są zaopatrzone w tzw. pasemka Caspary'ego – zgrubienia ściany komórkowej przesycone ligniną i lipofilową suberyną.

Na rysunku przedstawiono budowę anatomiczną korzenia rośliny dwuliściennej w strefie włosnikowej oraz w powiększeniu – komórki śródskórni z pasemkami Caspary'ego. Litery A i B oznaczają dwie drogi przemieszczania się wody pobranej przez włosniki w miąższu kory pierwotnej korzenia.



Na podstawie: E.P. Salomon, L.R. Berg, D.W. Martin, *Biologia*, Warszawa 2016.

Zadanie 6.1. (0–1)

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

Na schemacie kanał apoplastyczny zaznaczono (*literą A / literą B*). Pasemka Caspary'ego blokują transport wody szlakiem (*apoplastycznym / symplastycznym*).

Zadanie 6.2. (0–1)

Wyjaśnij, dlaczego pasemka Caspary’ego stanowią barierę dla przepływu wody z kory pierwotnej do walca osiowego. W odpowiedzi odnieś się do budowy i właściwości ściany komórkowej komórek śródskórni.

.....

.....

.....

.....

.....

Zadanie 6.3. (0–2)

Oceń, czy poniższe stwierdzenia dotyczące transportu wody w korzeniu są prawdziwe. Zaznacz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	Aktywny transport jonów z miękiszu walca osiowego do komórek naczyń jest przyczyną transportu wody w tym samym kierunku.	P	F
2.	Podczas przepływu wody z komórek miękiszu walca osiowego do naczyń potencjał wody w komórkach miękiszu jest niższy niż w naczyniach.	P	F
3.	Cząsteczki wody przemieszczają się w górę naczyniami dzięki współdziałaniu siły kohezji i siły ssącej transpiracji.	P	F

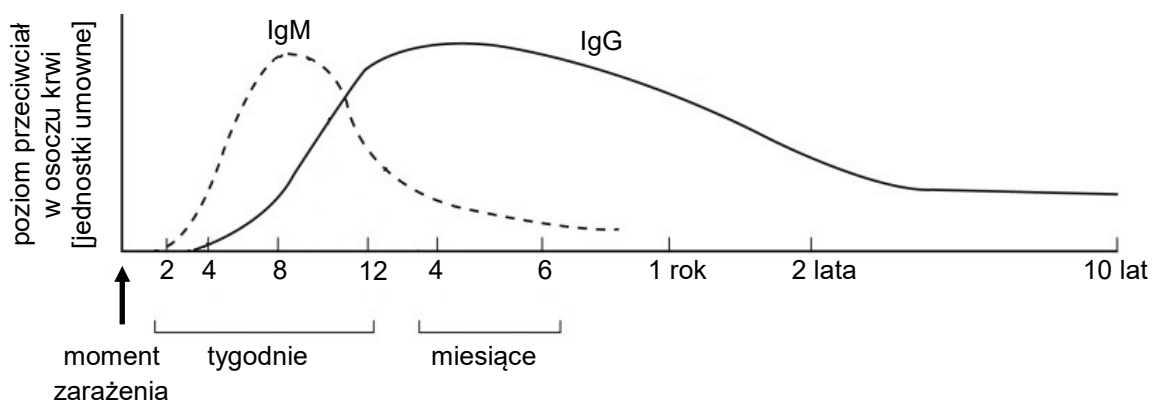
Zadanie 7.

W przebiegu odpowiedzi immunologicznej w organizmie człowieka są wytwarzane różne klasy przeciwciał:

- immunoglobuliny M (IgM) – produkowane na początku odpowiedzi immunologicznej
- immunoglobuliny G (IgG) – pojawiają się później, a ich wysokie stężenie utrzymuje się przez dłuższy okres w surowicy krwi i limfie. Są to jedyne przeciwciała przechodzące przez łożysko.

Oznaczenie w surowicy pacjenta przeciwciał klasy IgG i IgM swoistych dla określonego antygeny stosuje się często w celach diagnostycznych. Takie badania serologiczne są podstawą diagnostyki w kierunku toksoplazmozy u kobiet w ciąży.

Na poniższym schemacie przedstawiono zmiany stężenia przeciwciał IgG i IgM po zarażeniu *Toxoplasma gondii*.



Na podstawie: J.G. Montoya, *Laboratory diagnosis of Toxoplasma gondii infection and toxoplasmosis*, „The Journal of Infectious Diseases” 185, 2002.

Zadanie 7.1. (0–2)

Uzupełnij tabelę – do każdego z wyników badania wykrywającego obecność przeciwciał skierowanych przeciwko *T. gondii* dobierz jego właściwą interpretację spośród podanych (A–C).

- A. świadczy o braku odporności
- B. świadczy o przebytych w przeszłości zarażeniu
- C. świadczy o aktywnej, rozwijającej się inwazji pasożyta

Wynik badania serologicznego	Interpretacja wyniku
IgM (–), IgG (–)	
IgM (–), IgG (+)	

Zadanie 7.2. (0–1)

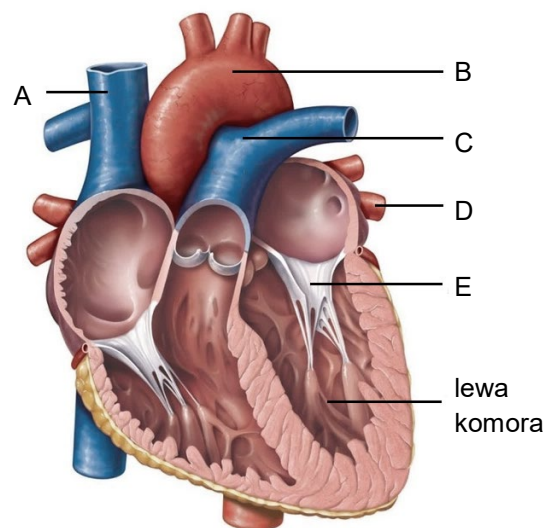
Dokończ zdanie. Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Na skutek przechodzenia przez łożysko matczyne przeciwciał klasy IgG noworodek w sposób naturalny nabywa odporności

- A. swoistej biernej.
- B. swoistej czynnej.
- C. nieswoistej biernej.
- D. nieswoistej czynnej.

Zadanie 8.

Na rysunku przedstawiono budowę serca człowieka. Literami A–D oznaczono niektóre z głównych naczyń krwionośnych, a literą E – jedną z zastawek.



Na podstawie: www.cardio-research.com/basic-anatomy-of-the-human-heart

Zadanie 8.1. (0–2)

Uzupełnij tabelę – dla każdego z naczyń krwionośnych A–D wybierz właściwy obieg krwi oraz kierunek przepływu krwi. Wpisz znak X w odpowiednie komórki tabeli.

Naczynie krwionośne	Element obiegu		Kierunek przepływu krwi	
	dużego (ustrojowego)	małego (płucnego)	do serca	od serca
A				
B				
C				
D				

Zadanie 8.2. (0–1)

Podaj nazwę zastawki oznaczonej na rysunku literą E oraz określ przyczynę zamykania się tej zastawki. W odpowiedzi uwzględnij różnicę ciśnień między jamami serca rozdzielanymi przez tę zastawkę.

Nazwa zastawki:

Przyczyna zamknięcia zastawki:

.....
.....

Zadanie 9.

Zdjęcie A przedstawia bursztynekę pospolitą (*Succinea putris*) – niewielkiego ślimaka spotykanego w zacienionych wilgotnych zaroślach. Na zdjęciu B widoczny jest osobnik bursztyнки, który ma charakterystycznie zgrubiałe czułki, świadczące o obecności w nich larw pasożytniczej przywry *Leucochloridium paradoxum*. Czułki tego ślimaka barwą oraz kształtem przypominają gąsienice motyli i rytmicznie pulsują. Z tego powodu zwracają na nie uwagę ptaki owadożerne, np. sikory, zięby czy muchołówki, w których diecie zwykle nie występują ślimaki. Ptaki te zjadają czułki ślimaka, przez co zarażają się pasożytem.



A



B

Bursztyńki zarażają się przywrą, zjadając wraz z roślinami ptasie odchody, w których znajdują się jaja z rozwiniętym w nich pierwszym stadium larwalnym pasożyta (miracidium). W przewodzie pokarmowym ślimaka rozwijają się z nich następne stadia larwalne (sporocysty), które rozmnażają się partenogenetycznie i wytwarzają charakterystyczne worki z larwami kolejnego stadium (metacerkariami), umiejscowione w czułkach bursztyńki.

Zbadano wpływ zarażenia przywrą na zachowanie ślimaków. Na wykresie przedstawiono pomiary natężenia oświetlenia w miejscach, które wybierały ślimaki mające czułki zmienione przez larwy *Leucochloridium*, oraz w miejscach, w których gromadziły się bursztyńki bez objawów zarażenia tym pasożytem. Obserwacje osobników z obu grup trwały po 45 minut.



Na podstawie: W. Wesółowska, T. Wesółowski, *Do Leucochloridium sporocysts manipulate the behaviour of their snail hosts?*, „Journal of Zoology” 292, 2014; M. Tabin, *Władcy marionetek*, „Wiedza i Życie” 8, 2011; www.flickr.com

Zadanie 9.1. (0–1)

Na podstawie przedstawionych informacji oraz wykresu opisz zmianę w zachowaniu populacji ślimaków wywołaną zarażeniem *L. paradoxum*.

.....

.....

.....

Zadanie 9.2. (0–1)

Uzasadnij, że zdolność do wymuszania zmiany zachowania populacji bursztynek przez *L. paradoxum* stanowi adaptację do pasożytniczego trybu życia tej przywry.

.....

.....

.....

.....

Zadanie 9.3. (0–1)

Określ, który organizm – bursztynka czy ptak owadożerny – jest żywicielem ostatecznym *L. paradoxum*. Odpowiedź uzasadnij.

.....

.....

.....

Zadanie 10.

Bielankowate (Channichthyidae), zwane też białokrwistymi, to endemiczna rodzina ryb morskich, licząca ponad 20 gatunków. Te ryby żyją w czystych wodach mórz antarktycznych, gdzie temperatura wody wynosi od $-1,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ zimą do $1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ latem. Bielankowate są jedynymi kręgowcami, które nie mają we krwi hemoglobiny. Nie mają też mioglobiny w mięśniach. Tlen w organizmach tych ryb jest transportowany we krwi w postaci rozpuszczonej w osoczu.

Bielankowate, w porównaniu do ryb innych gatunków o podobnej wielkości, charakteryzują się bardzo dużym sercem o wysokiej pojemności minutowej oraz dużą objętością całkowitą krwi. Ich skóra nie jest pokryta łuskami, a naczynia włosowate tworzą w niej gęstą sieć.

Duże serce i duża objętość krwi współczesnych przedstawicieli bielankowatych świadczą o tym, że utrata hemoglobiny nie była korzystna dla działania układu sercowo-naczyniowego przodka tych ryb. Z drugiej jednak strony utrata hemoglobiny ma znaczenie adaptacyjne jako przystosowanie do życia w warunkach niedoboru żelaza, które jest czynnikiem ograniczającym w środowiskach zamieszkałych przez ryby bielankowate.

Na podstawie: B.D. Sidell, K.M. O'Brien, *When bad things happen to good fish: the loss of hemoglobin and myoglobin expression in Antarctic icefishes*, „The Journal of Experimental Biology” 209, 2006;
B.A. Corliss i inni, *Vascular expression of hemoglobin alpha in Antarctic icefish supports [...] „Frontiers in Physiology” 10, 2019.*

Zadanie 10.1. (0–1)

Wykaż, że niska temperatura wody – w której żył przodek bielankowatych – była czynnikiem umożliwiającym przeżycie ryb, które utraciły zdolność do wytwarzania hemoglobiny.

.....

.....

.....

.....

.....

Zadanie 10.2. (0–1)

Wykaż związek między brakiem hemoglobiny we krwi bielankowatych a stosunkowo dużą objętością krwi krążącej w ich ciele.

.....

.....

.....

.....

.....

Zadanie 10.3. (0–1)

Uzasadnij, że naga skóra oraz gęsta sieć naczyń krwionośnych w skórze ryb bielankowatych są adaptacjami do pobierania tlenu z wody.

.....

.....

.....

.....

.....

Zadanie 10.4. (0–1)

Uzasadnij, że utrata hemoglobiny we krwi bielankowatych jest adaptacją do życia w warunkach niedoboru żelaza w ich środowisku.

.....

.....

.....

.....

.....

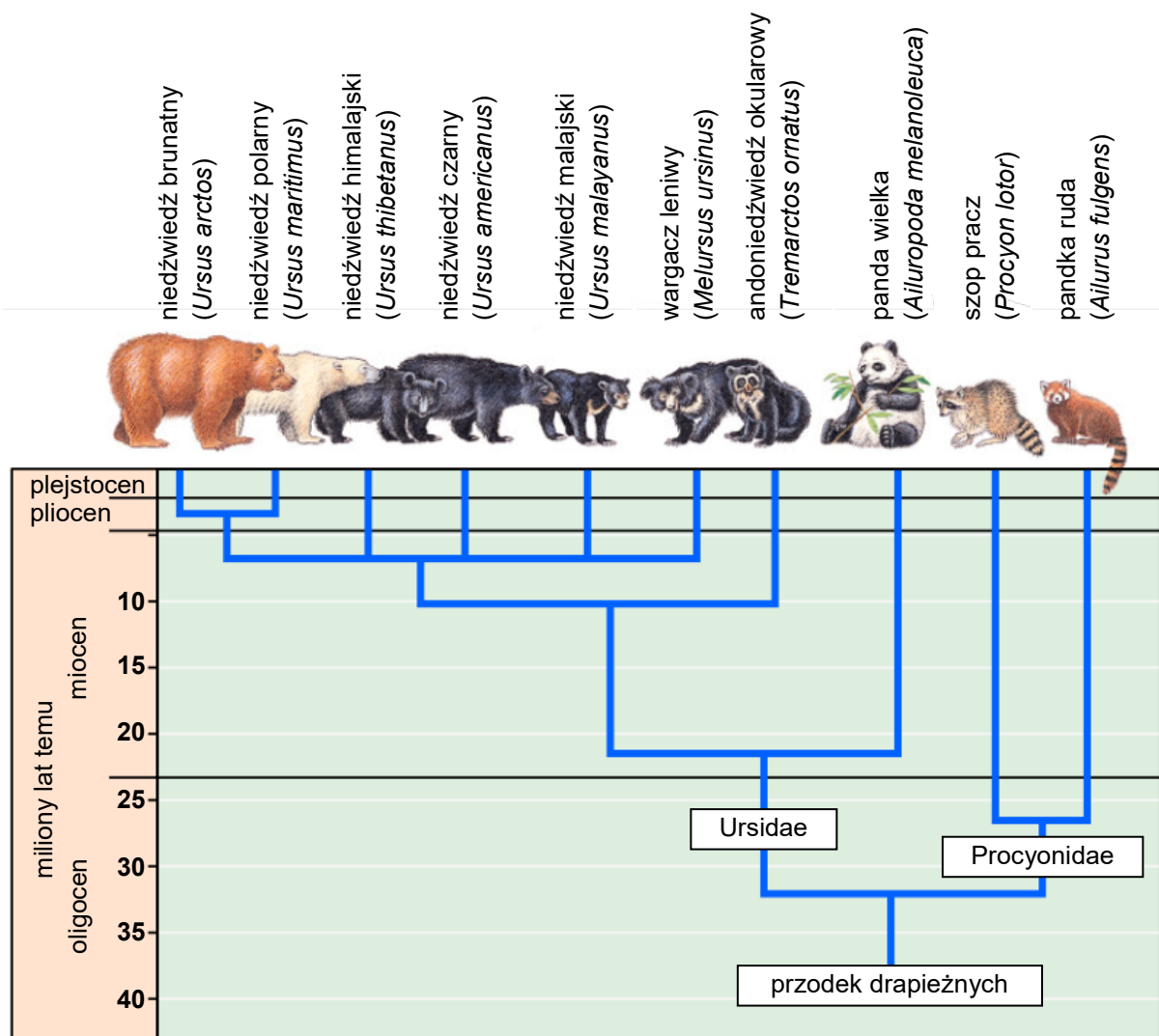
Zadanie 11.

W obrębie rzędu drapieżnych (Carnivora) wyróżnia się m.in. rodzinę szopowatych (Procyonidae) oraz rodzinę niedźwiedziowatych (Ursidae).

Do rodziny szopowatych zaliczano dawniej oprócz szopa pracza (*Procyon lotor*) także pandkę rudą (*Ailurus fulgens*) oraz pandę wielką (*Ailuropoda melanoleuca*). Taka klasyfikacja była oparta o powierzchowne podobieństwo morfologiczne tych trzech gatunków. Wyniki badań molekularnych wykazały jednak, że panda wielka jest bliżej spokrewniona z niedźwiedziem brunatnym niż z szopem praczem i pandką rudą.

Współcześnie w obrębie rodziny niedźwiedziowatych wyróżnia się trzy podrodziny: Ailuropodinae, do której należy tylko jeden gatunek – panda wielka, Tremarctinae – z jednym obecnie żyjącym przedstawicielem – andoniedźwiedziem okularowym oraz Ursinae – niedźwiedzie właściwe. Do podrodziny Ursinae należy kilka gatunków. Wszystkie z nich mają podobne cechy zewnętrzne, takie jak silne pazury i masywne ciało.

Poniższy rysunek przedstawia drzewo filogenetyczne otrzymane dzięki analizie danych molekularnych oraz oparty na jego podstawie podział drapieżnych na rodziny: niedźwiedziowatych (Ursidae) i szopowatych (Procyonidae).



Na podstawie: thewhiskerchronicles.com

Zadanie 11.1. (0–1)

Określ, czy rodzina szopowatych w starym ujęciu obejmującym także pandę wielką stanowiła grupę monofiletyczną. Odpowiedź uzasadnij, odwołując się do definicji grupy monofiletycznej i relacji pokrewieństwa gatunków przedstawionych na drzewie filogenetycznym.

.....

.....

.....

.....

.....

Zadanie 11.2. (0–2)

Na podstawie przedstawionych informacji oceń, czy poniższe stwierdzenia dotyczące filogenezy i taksonomii niedźwiedziowatych są prawdziwe. Zaznacz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	Do podrodziny niedźwiedzi właściwych (Ursinae) należy 6 gatunków.	P	F
2.	Niedźwiedzie właściwe (Ursinae) są grupą parafyletyczną.	P	F
3.	Andoniedźwiedź okularowy jest bliżej spokrewniony z pandą wielką niż z wargaczem leniwym.	P	F

Zadanie 11.3. (0–1)

Uzupełnij tabelę – uporządkuj w odpowiedniej kolejności rangi taksonów, do których należy niedźwiedź brunatny. Wpisz numery 2.–6. w ostatniej kolumnie tabeli.

Ranga	Takson	Kolejność
rodzaj	niedźwiedź (<i>Ursus</i>)	
gromada	ssaki (Mammalia)	1
podrodzina	niedźwiedzie właściwe (Ursinae)	
podgromada	łożyskowce (Eutheria)	
rząd	drapieżne (Carnivora)	
rodzina	niedźwiedziowate (Ursidae)	
gatunek	niedźwiedź brunatny (<i>Ursus arctos</i>)	7

Zadanie 12.

Krzywica to choroba skutkująca zmianami w układzie kostnym, których przyczyną są zaburzenia gospodarki wapniowo-fosforanowej. W Wielkiej Brytanii w ciągu dwóch ostatnich dekad podwoiła się liczba dzieci hospitalizowanych z powodu krzywicy. Przyczyn zaczęto szukać w rozpowszechnianiu się niezdrowych nawyków żywieniowych, a także w mniejszej ilości czasu, jaką spędzają małe dzieci na świeżym powietrzu. Tymczasem klimatolodzy twierdzą, że może stać za tym obserwowany w Wielkiej Brytanii wyraźny wzrost zachmurzenia w ciepłej połowie roku.

Na podstawie: M. Goldacre i inni, *Hospitalisation for children with rickets in England: a historical perspective*, „Lancet” 383, 2014;
www.oil.org.pl; ncez.pzh.gov.pl

Zadanie 12.1. (0–1)

Wykaż, że wzrost zachmurzenia w Wielkiej Brytanii może być przyczyną zwiększonej zachorowalności dzieci na krzywicę.

.....

.....

.....

.....

Zadanie 12.2. (0–2)

Podaj dwa przykłady nawyków żywieniowych będących czynnikami ryzyka krzywicy u dzieci.

1.

.....

2.

.....

Zadanie 13. (0–2)

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

Na podstawie: J.M. Vazquez i inni, *A zombie LIF gene in elephants is upregulated by TP53 to induce apoptosis in response to DNA damage*, „Cell Reports” 24, 2018.

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

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

Zadanie 14.

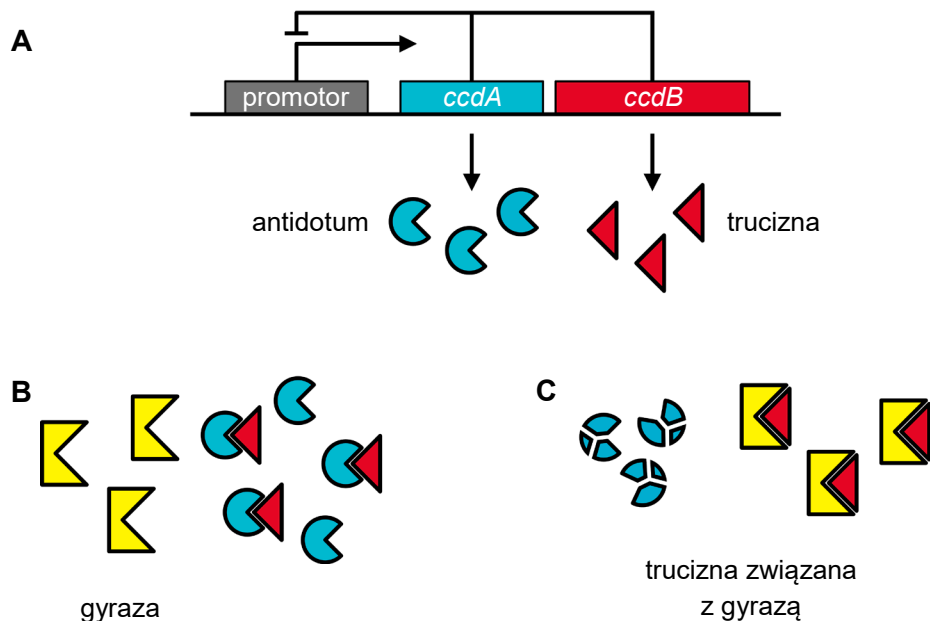
Plazmidy bakteryjne zazwyczaj nie zawierają genów metabolizmu podstawowego, ale mogą np. zapewniać oporność na antybiotyki. Plazmidy lub ich fragmenty mogą być przekazywane między komórkami bakteryjnymi w czasie podziału komórki lub w procesach horyzontalnego transferu genów: koniugacji, transdukcji i transformacji. Plazmidy mogą dawać bakteriom przewagę selekcyjną. Znalazły one także zastosowanie w biotechnologii.

Bakterie mają wiele mechanizmów zapobiegających utracie plazmidów przez dzielące się komórki, np. system *ccd* plazmidu F bakterii *Escherichia coli*. Ten system tworzą dwa geny: gen *ccdA* kodujący antidotum oraz gen *ccdB* kodujący truciznę. Obydwa geny podlegają transkrypcji ze wspólnego promotora. Podczas normalnego funkcjonowania komórki bakteryjnej trucizna pozostaje związana przez antidotum i nie wywiera toksycznego wpływu na gyrazę – enzym usuwający napięcia w nici DNA powstające podczas replikacji materiału genetycznego. Jeśli komórka utraci po podziale plazmid z genami systemu *ccd*, obecne w jej cytoplazmie nietrwałe antidotum zostaje zdegradowane, a stosunkowo trwała toksyna wiąże się z gyrazą, co prowadzi do śmierci komórki w wyniku uszkodzenia DNA.

Aktywność promotora genów *ccdA* i *ccdB* jest hamowana przez produkty tych genów.

Na poniższych schematach przedstawiono funkcjonowanie systemu *ccd*:

- schemat A – ekspresja genów *ccdA* oraz *ccdB*
- schemat B – trucizna unieszkodliwiana przez antidotum
- schemat C – degradacja antidotum i wiązanie trucizny z gyrazą.



Na podstawie: U. Zieleniewicz, P. Ceglowski, *Mechanizmy stabilnego dziedziczenia plazmidów*, „Kosmos” 51(3), 2002.

Zadanie 14.1. (0–1)

Podaj nazwę sposobu horyzontalnego transferu genów zachodzącego z udziałem wirusów.

Zadanie 14.2. (0–1)

Wykaż, że horyzontalny transfer genów zwiększa tempo ewolucji adaptacyjnej bakterii.

.....

.....

.....

.....

Zadanie 14.3. (0–1)

Uzupełnij poniższe zdania tak, aby opis dotyczący funkcjonowania genów systemu *ccd* był prawdziwy. W każdym nawiasie podkreśl właściwe określenie.

Ekspresja genów systemu *ccd* regulowana jest na zasadzie (*negatywnego / pozytywnego*) sprzężenia zwrotnego. Obecność w komórce produktów genów systemu *ccd* sprawia, że (*zachodzi / nie zachodzi*) transkrypcja tych genów.

Zadanie 14.4. (0–1)

Uzasadnij, że zahamowanie ekspresji genów systemu *ccd* doprowadzi do śmierci komórki zawierającej plazmid z tym systemem. W odpowiedzi uwzględnij produkty genów systemu *ccd* i ich trwałość w komórce.

.....

.....

.....

.....

Zadanie 14.5. (0–1)

Określ, w jakim celu do wektorów plazmidowych wykorzystywanych w inżynierii genetycznej wprowadza się gen oporności na antybiotyki.

.....

.....

.....

Zadanie 15.

Achromatopsja to całkowita ślepota na barwy, która jest warunkowana przez recesywny allel autosomalny (**a**). Osoba dotknięta tą chorobą widzi świat jedynie w czerni, bieli i odcieniach szarości ze względu na brak jednego z typów komórek światłoczułych w gałce ocznej. Jest to bardzo rzadkie zaburzenie – na świecie występuje z częstością 0,005%, ale aż 8% mieszkańców Pingelap – małej, izolowanej wyspy na Oceanie Spokojnym – wykazuje objawy achromatopsji.

Przyczyny tego stanu rzeczy upatruje się w niszczycielskim tajfunie, który uderzył w wyspę Pingelap w 1775 r. i spowodował śmierć 90% jej mieszkańców. Kataklizm przeżyło tylko 20 osób i to one z czasem odnowiły populację Pingelap. Wszystko wskazuje na to, że jeden z ocalałych mężczyzn był nosicielem achromatopsji. Ponadto w tak małej i izolowanej populacji nie dało się uniknąć kojarzenia krewniaczego.

Na podstawie: S.S. Mader, M. Windelspecht, *Biology. 12th Edition*, Nowy Jork 2016.

Zadanie 15.1. (0–1)

Podaj nazwę typu komórek światłoczułych, których brakuje u osób chorych na achromatopsję.

.....

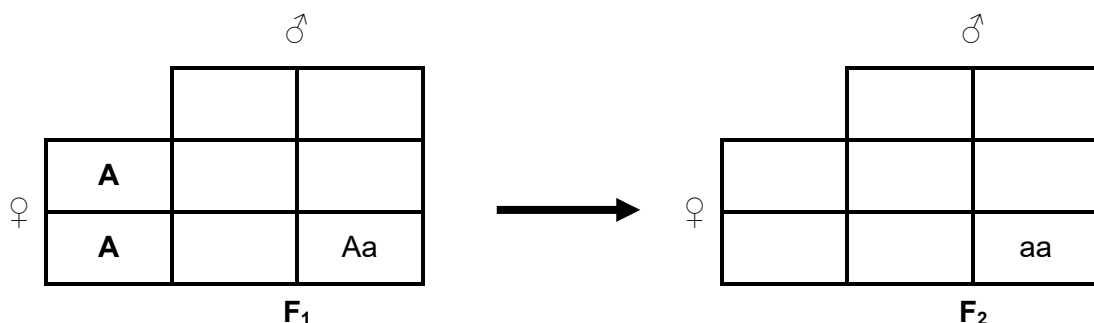
Zadanie 15.2. (0–1)

Wyjaśnij, dlaczego śmierć 90% mieszkańców wyspy Pingelap w 1775 r. doprowadziła do zwiększonej współcześnie częstości występowania achromatopsji w tej populacji. W odpowiedzi uwzględnij genetyczne podłoże zjawiska.

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

Zadanie 15.3. (0–1)

Wykaż, że już w drugim pokoleniu po przejściu tajfunu w populacji mogły się pojawić osoby z objawami achromatopsji. Uzupełnij szachownice Punetta – w odpowiednie miejsca wpisz genotypy gamet oraz genotypy potomstwa.



Zadanie 16.

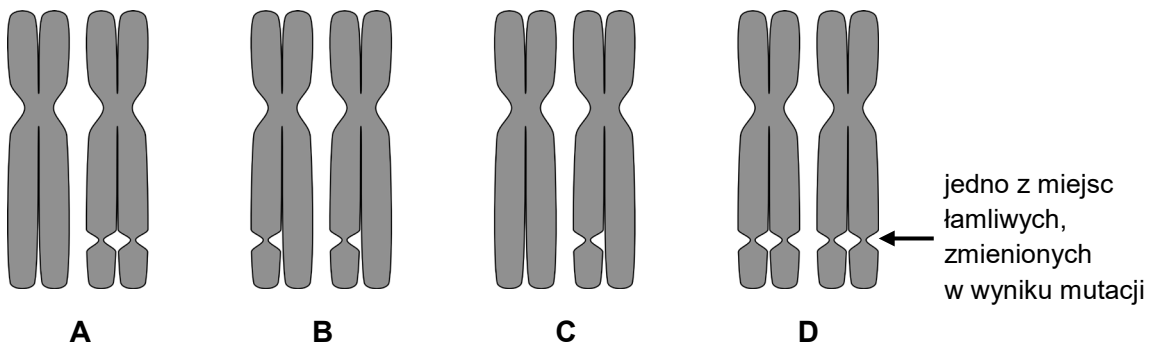
Zespół łamliwego chromosomu X jest najczęstszą przyczyną genetycznie uwarunkowanej niepełnosprawności intelektualnej. Choroba dziedziczy się jako cecha dominująca sprzężona z płcią. Jest ona spowodowana powieleniem sekwencji CGG w odcinku genu *FMR1*, położonym między promotorem transkrypcji a kodonem start. Ten odcinek w wyniku transkrypcji stanowi część mRNA, ale nie ulega translacji. U osób zdrowych liczba powtórzeń CGG w tym odcinku wynosi 6–54, jeśli powtórzeń jest 55–200 (tzw. premutacja), objawy nie występują, natomiast osoby chore mają ponad 200 takich powtórzeń (pełna mutacja).

W locus genu *FMR1*, blisko końca długiego ramienia chromosomu X, w miejscu, w którym występują bardzo liczne powtórzenia CGG, pojawia się charakterystyczne przewężenie, tzw. miejsce łamliwe. Gen *FMR1* warunkuje wytwarzanie białka FMRP, które jest jednym z najważniejszych regulatorów translacji w komórkach nerwowych i odpowiada za ich rozwój oraz prawidłowe funkcjonowanie.

Na podstawie: G. Drewa, T. Ferenc, *Genetyka medyczna*, Wrocław 2015;
E.W. Khandjian i inni, *The Fragile X Syndrome*, eLS, 2017;
rarediseases.org/gard-rare-disease/fragile-x-syndrome/

Zadanie 16.1. (0–1)

Zaznacz schemat pary chromosomów X tworzących bivalent w profazie I mejozy u kobiety, która jest heterozygotą z pełną mutacją.



Zadanie 16.2. (0–1)

Rozstrzygnij, czy w wyniku opisanej mutacji może powstać białko FMRP o dłuższym łańcuchu polipeptydowym niż prawidłowe białko FMRP. Odpowiedź uzasadnij.

.....

.....

.....

.....

Zadanie 17. (0–3)

Samce ptaków są homogametyczne (ZZ), natomiast samice – heterogametyczne (ZW). U kury domowej na chromosomie Z występuje gen, który odpowiada za kolor upierzenia: dominujący allel **B** tego genu warunkuje upierzenie srebrzyste, natomiast recesywny allel **b** – upierzenie złociste.

Skrzyżowano srebrzystą kurę ze srebrzystym kogutem, a wśród ich potomstwa były kurczaki srebrzyste oraz złociste.

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

Podaj oczekiwany stosunek fenotypowy kurczaków srebrzystych i złocistych w potomstwie tej pary ptaków oraz określ prawdopodobieństwo, że złocisty kurczak będzie samicą. Odpowiedzi uzasadnij, zapisując krzyżówkę genetyczną.

Krzyżówka genetyczna:

Oczekiwany stosunek fenotypowy:

.....

Prawdopodobieństwo:

Zadanie 18. (0–1)

Białko TBP jest czynnikiem transkrypcyjnym niezbędnym w procesie inicjowania transkrypcji genów eukariotycznych. Białko to wiąże się z promotorem genu, w którym zwykle występuje więcej par AT niż par GC. Białko TBP wygina dwuniciową cząsteczkę DNA o ok. 80 stopni, doprowadzając do rozdzielania nici DNA. Umożliwia to przyłączenie do DNA polimerazy RNA i rozpoczęcie transkrypcji.

Wykaż, że większy udział par AT niż par GC w promotorze genu ułatwia rozdzielanie dwuniciowego DNA na pojedyncze nici.

.....

.....

.....

.....

Zadanie 19.

Program Natura 2000 chroni cenne siedliska przyrodnicze oraz rzadkie lub zagrożone gatunki roślin i zwierząt. Ważnym elementem programu Natura 2000 są korytarze ekologiczne, gdyż umożliwiają przemieszczanie się organizmów między zachowanymi jeszcze ekosystemami.

Na podstawie: www.gdos.gov.pl/natura-2000

Zadanie 19.1. (0–2)

Oceń, czy poniższe stwierdzenia dotyczące obszarów Natura 2000 są prawdziwe. Zaznacz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	Program Natura 2000 na terenie Polski jest ograniczony do parków narodowych i krajobrazowych.	P	F
2.	Obszary objęte programem Natura 2000 są tworzone wyłącznie w krajach należących do Unii Europejskiej.	P	F
3.	Obszary objęte programem Natura 2000 są obszarami ochrony wyłącznie określonych typów siedlisk przyrodniczych.	P	F

Zadanie 19.2. (0–2)

Wyjaśnij, w jaki sposób swobodne przemieszczanie się zwierząt przez korytarze ekologiczne łączące ekosystemy przyczynia się do zachowania różnorodności biologicznej. W odpowiedzi uwzględnij dwa różne mechanizmy.

1.

.....

.....

.....

2.

.....

.....

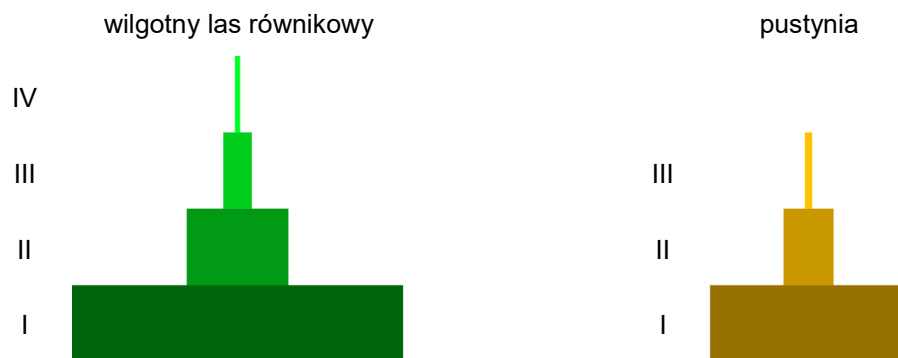
.....

Zadanie 20.

Produkcja pierwotna to proces przeprowadzany w większości ekosystemów przez fotoautotrofy. Dwie miary produkcji pierwotnej to:

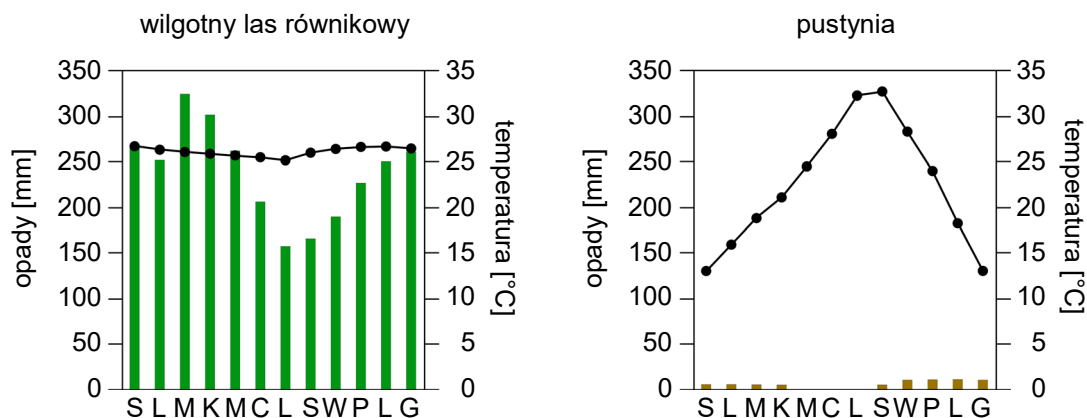
- produkcja pierwotna brutto – ilość energii słonecznej, jaką producenci zamieniają w energię chemiczną, zgromadzoną w postaci syntetyzowanych związków organicznych
- produkcja pierwotna netto – ta część produkcji pierwotnej brutto, która nie została zużyta przez producentów i jest dostępna dla konsumentów I rzędu.

Poniżej przedstawiono piramidy energii oraz klimatogramy dwóch biotopów: wilgotnych lasów równikowych oraz pustyni.



Informacja do wykresów

Cyfry rzymskie I–IV odpowiadają poziomom troficznym.



Informacja do wykresów

Słupki oznaczają wielkość opadów, natomiast wykresy liniowe prezentują temperaturę; litery na dole są pierwszymi literami nazw miesięcy.

Na podstawie: G.T. Miller, S.E. Spoolman, *Essentials of Ecology 5th Edition*, Belmont 2009; ib.bioninja.com.au

Zadanie 20.1. (0–1)

Wyjaśnij, dlaczego produkcja pierwotna netto jest mniejsza niż produkcja pierwotna brutto.

.....

.....

.....

.....

.....

Zadanie 20.2. (0–1)

Wyjaśnij, dlaczego produkcja pierwotna brutto jest dużo niższa na terenach pustynnych niż w wilgotnych lasach równikowych. W odpowiedzi uwzględnij dostępność kluczowego zasobu środowiskowego w obydwu biomach.

.....

.....

.....

.....

.....

BRUDNOPIS (*nie podlega ocenie*)