

**TEST DO ZAWODÓW II STOPNIA 55 OLIMPIADY BIOLOGICZNEJ
W ROKU SZKOLNYM 2025/2026**

Data: **24 stycznia 2026 r.**

Godzina rozpoczęcia: **12:00**

Czas pracy: **180 minut**

Liczba punktów do uzyskania: **55**

Instrukcja dla zawodnika

1. Sprawdź, czy otrzymałeś/eś arkusz z zadaniami, kartę odpowiedzi, dwie próbki: A i B, oraz szalkę Petriego.
2. Arkusz z zadaniami zawiera 28 stron i składa się z 55 zadań: zadania I–V w części praktycznej oraz zadania 1–50 w części teoretycznej. Ewentualny brak zgłosz przewodniczącemu Komisji nadzorującej egzamin.
3. Karta odpowiedzi jest zadrukowana dwustronnie.
4. Używaj wyłącznie czarnego długopisu lub pióra nieprzebijającego na drugą stronę. Możesz korzystać z prostego kalkulatora.
5. Wpisz czytelnie swoje imię i nazwisko oraz nr PESEL w odpowiednim miejscu karty odpowiedzi. Zakoduj nr PESEL poprzez kompletne wypełnienie odpowiednich kół z cyframi.
6. Podpisz kartę odpowiedzi na pierwszej stronie w miejscu na to przeznaczonym.
7. **Pamiętaj, że sprawdzane są wyłącznie karty odpowiedzi!** Wszystkie odpowiedzi zaznaczaj wyłącznie w miejscu na to przeznaczonym – nie wpisuj żadnych znaków w polu przeznaczonym dla egzaminatora.
8. Następna strona zawiera szczegółową instrukcję, jak kodować odpowiedzi do zadań zamkniętych. Zapoznaj się z nią przed rozpoczęciem rozwiązywania zadań.
9. Zapisy w brudnopisie, który znajduje się na końcu arkusza z zadaniami, nie są oceniane.
10. Nie korzystaj z pomocy kolegów i nie proś o wyjaśnienia treści zadań obecnych w sali członków Komisji. Jeśli skończysz rozwiązywać test wcześniej – oddaj kartę odpowiedzi Komisji i opuść salę.

Instrukcja do testu II stopnia 55 OB

Niezależnie od typu zadania za udzielenie poprawnej odpowiedzi każdorazowo możesz uzyskać jeden punkt, a za odpowiedź błędną lub brak odpowiedzi – zero punktów. Udzielenie odpowiedzi polega na kompletnym wypełnieniu odpowiedniego koła lub kół na karcie odpowiedzi w następujący sposób:

☐ A ☒ B ☐ C ☐ D ☐ E

UWAGA!

Nie zaznaczaj odpowiedzi pochopnie – **NIE MOŻNA POPRAWIĆ RAZ UDZIELONEJ ODPOWIEDZI!**

W zależności od typu zadania należy:

Dokonać wyboru między kilkoma możliwościami **oznaczonymi literami**, zaznaczając jedną z nich:

☐ A ☒ B ☐ C ☐ D ☐ E

Określić **P – prawdę** lub **F – fałsz**, zaznaczając jedną z dwóch możliwości:

☒ F ☐ P lub ☐ P ☒ F

Odpowiedzieć na postawione pytanie **T – tak** lub **N – nie**, zaznaczając jedną z dwóch możliwości:

☒ N ☐ T lub ☐ T ☒ N

Dopasować **oznaczenie do ilustracji** lub **opisu**, zaznaczając jedną z podanych możliwości:

☐ A ☐ B ☒ C

Wybrać odpowiedni zestaw litery i cyfry w zadaniach wymagających **zbudowania prawidłowego zdania**:

☐ A ☒ B
☒ 1 ☐ 2
☐ 3



Część praktyczna

- W tej części egzaminu masz do wykonania obserwacje dwóch próbek: **A i B**, znajdujących się w torebkach strunowych.
- Przed wykonaniem obserwacji **przenieś daną próbkę na szalkę**.
- Obserwacje należy wykonać **gołym okiem** – bez użycia narzędzi optycznych.
- Jeżeli jest taka konieczność, możesz dowolnie manipulować obiektami, otwierać je i dzielić na mniejsze fragmenty podczas obserwacji. Korzystaj wyłącznie z siły własnych rąk – na egzaminie **nie są dostępne narzędzia** takie jak igły, pęsety czy żyłki.
- Jeżeli zużyjesz w całości próbkę, nowa nie zostanie dostarczona.

Pamiętaj, że nasiona ze względu na sposób gromadzenia substancji zapasowych możemy podzielić na:

- **Nasiona bielmowe** – substancje zapasowe są magazynowane w bielmie wtórnym (**3n**), a zarodek jest zazwyczaj niewielki (np. zboża).
- **Nasiona bezbielmowe** – bielmo wtórne zostaje prawie całkowicie zużyte w trakcie rozwoju zarodka. Zarodek jest duży i ma grube liścienie (**2n**), w których są zmagazynowane substancje zapasowe (np. fasola).
- **Nasiona obielmowe** – substancje zapasowe są zmagazynowane w obielmie (**2n**), rozwijającym się z ośrodka załążka, a sam zarodek jest zazwyczaj drobny (np. burak).

Informacja do zadań I i II

Dokonaj obserwacji **próbki A**, a następnie wykonaj poniższe polecenia.

I. Dokończ zdanie. Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Próbka A zawiera

- A. kompletne owoce.
- B. kompletne nasiona, bez żadnych dodatkowych struktur.
- C. wyłącznie zarodki – nasiona pozbawione łupiny i bielma.
- D. wyłącznie bielmo – nasiona pozbawione łupiny i zarodka.

II. Określ, wybierając spośród A albo B, do jakiej grupy taksonomicznej należy próbka A i wybierz odpowiednie uzasadnienie spośród 1.–3.

Próbka A należy do roślin

☐ A.	nagonasiennych,	o czym świadczy	☐ 1.	niezrośnięcie łusek, między którymi znajduje się nasiono.
			☐ 2.	występowanie okrywy owocowo-nasiennej.
☐ B.	okrytonasiennych,		☐ 3.	obecność skrobi jako materiału zapasowego.

Informacja do zadań III–V

Dokonaj obserwacji **próbki B**, a następnie wykonaj poniższe polecenia.

III. Określ, które stwierdzenia dotyczące próbki B są prawdziwe, a które – fałszywe.

Stwierdzenie	Prawda czy fałsz?
1. W kwiecie, z którego rozwinął się owoc, zalążnię tworzyło pięć zrośniętych ze sobą owocolistków.	☐ prawda / ☐ fałsz
2. Nasiona są zrośnięte z owocnią – jest obecna okrywa owocowo-nasienna.	☐ prawda / ☐ fałsz
3. Roślina rozsiewa się anemochorycznie.	☐ prawda / ☐ fałsz

IV. Określ, wybierając spośród A albo B, jaka jest ploidalność wskazanej struktury i wybierz odpowiednie uzasadnienie spośród 1.–3.

Cienka, pergaminowa, intensywnie brązowa struktura osłaniająca zarodki w **próbce B** jest

☐ A.	diploidalna,	ponieważ	☐ 1.	jest to tkanka macierzystego sporofitu, rozwijająca się w łupinę nasienną.
			☐ 2.	jest to tkanka zarodka, rozwijająca się jako osłona pąka szczytowego.
☐ B.	triploidalna,		☐ 3.	powstaje w wyniku połączenia się komórki plemnikowej z diploidalną komórką centralną.

V. Dokończ zdanie. Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.

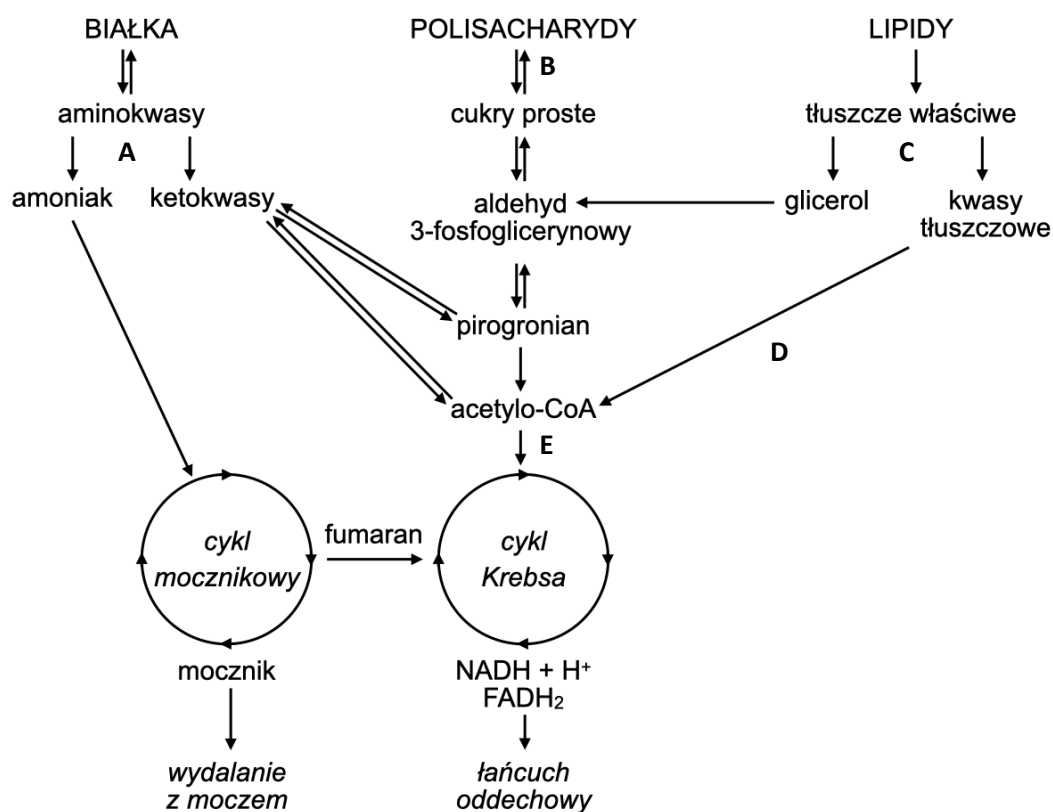
Materiały zapasowe w **próbce B** są zgromadzone głównie w

- A. bielmie.
- B. liścieniach.
- C. pędach zarodkowych.
- D. korzeniach zarodkowych.

Część teoretyczna

Informacja do zadań 1.–4.

Przemiany metaboliczne związków organicznych w ludzkich komórkach tworzą sieć, w której poszczególne szlaki przekształceń są ze sobą powiązane m.in. poprzez wspólne związki pośrednie. Na poniższym rysunku przedstawiono ogólny schemat rozkładu białek, polisacharydów oraz lipidów.



1. Do każdego procesu podanego w tabeli dopasuj odpowiednie oznaczenie ze schematu (A–E).

Proces	Kod z ilustracji
1. deaminacja	☐ A. / ☐ B. / ☐ C. / ☐ D. / ☐ E.
2. hydroliza tłuszczów	☐ A. / ☐ B. / ☐ C. / ☐ D. / ☐ E.
3. reakcja pomostowa	☐ A. / ☐ B. / ☐ C. / ☐ D. / ☐ E.

2. Określ, które stwierdzenia dotyczące wybranych procesów metabolicznych są prawdziwe, a które – fałszywe.

Stwierdzenie	Prawda czy fałsz?
1. Niektóre aminokwasy mogą być wykorzystane do syntezy glukozy.	☐ prawda / ☐ fałsz
2. Tłuszcze właściwe są magazynowane w adipocytach.	☐ prawda / ☐ fałsz

3. Uzupełnij w poniższym tekście luki (1.–4.) wyrażeniami z tabeli, wybierając w każdym przypadku jedno z dwóch zaproponowanych.

Katabolizm cukrów prostych obejmuje glikolizę oraz cykl Krebsa, w których zachodzi fosforylacja (1), prowadząca do wytworzenia niewielkich ilości (2). W trakcie tych procesów dochodzi do degradacji szkieletu węglowego cukrów prostych: w glikolizie ulega on rozpadowi na dwie jednostki (3), natomiast w cyklu Krebsa atomy węgla są uwalniane w postaci (4).

Numer luki	Wyrażenie
1.	☐ A. substratowa / ☐ B. oksydacyjna
2.	☐ A. ATP / ☐ B. NADH + H ⁺
3.	☐ A. dwuwęgłowe / ☐ B. trójwęgłowe
4.	☐ A. fumaranu / ☐ B. CO ₂

4. Określ, wybierając spośród A, B albo C, jaki jest charakter przemian zachodzących w cyklu Krebsa i wybierz odpowiednie uzasadnienie spośród 1.–3.

Cykl Krebsa ma charakter

☐ A.	wyłącznie kataboliczny,	ponieważ	☐ 1.	polega na rozkładzie acetylo-CoA.
☐ B.	anaboliczny,		☐ 2.	związki pośrednie cyklu mogą być substratami do syntez.
☐ C.	zarówno kataboliczny, jak i anaboliczny,		☐ 3.	polega na rozkładzie acetylo-CoA, ale związki pośrednie cyklu mogą być substratami do syntez.

Informacja do zadań 5. i 6.

Fotosynteza to proces biologiczny, w którym rośliny przekształcają energię świetlną w energię chemiczną, wytwarzając związki organiczne z dwutlenku węgla i wody. Składa się z dwóch głównych etapów: fazy zależnej od światła i fazy niezależnej od światła.

5. Określ, które stwierdzenia dotyczące fazy fotosyntezy zależnej od światła są prawdziwe, a które – fałszywe.

Stwierdzenie	Prawda czy fałsz?
1. Absorpcja energii świetlnej przez barwniki zachodzi w tylakoidach chloroplastów.	☐ prawda / ☐ fałsz
2. Produktem fazy zależnej od światła jest tlen, który powstaje w wyniku rozkładu wody.	☐ prawda / ☐ fałsz
3. ATP powstaje dzięki działaniu syntazy ATP zlokalizowanej w stromie chloroplastu.	☐ prawda / ☐ fałsz

6. Określ, które stwierdzenia dotyczące fazy fotosyntezy niezależnej od światła są prawdziwe, a które – fałszywe.

Stwierdzenie	Prawda czy fałsz?
1. Faza niezależna od światła zachodzi tylko w ciemności.	☐ prawda / ☐ fałsz
2. Faza niezależna od światła zachodzi w stromie chloroplastów.	☐ prawda / ☐ fałsz
3. Jednym z produktów fazy niezależnej od światła jest ATP.	☐ prawda / ☐ fałsz
4. PGAL (aldehyd 3-fosfoglicerynowy) jest podstawowym produktem fazy niezależnej od światła.	☐ prawda / ☐ fałsz

Informacja do zadań 7.–11.

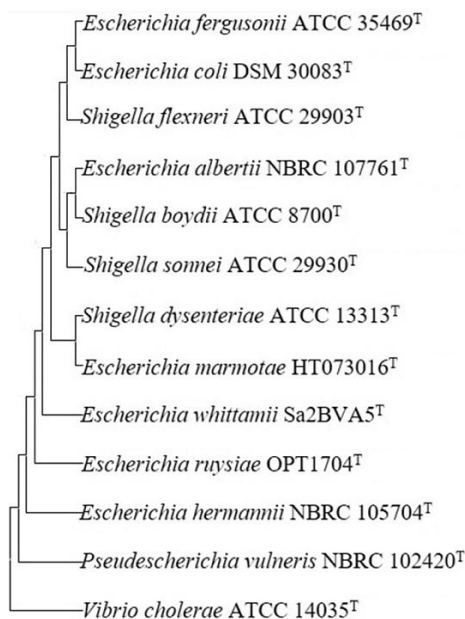
Gram-ujemne bakterie z rodzaju *Shigella* zostały opisane w 1897 r. przez japońskiego mikrobiologa – Kiyoshiego Shigę. Bakterie *Shigella* zidentyfikowano pierwotnie jako przyczynę czerwony bakteryjnej – ostrej choroby zakaźnej jelit. Jednak okazało się, że podobne objawy mogą wywoływać także enterokrwotoczne szczepy *Escherichia coli*, m.in. szczep *E. coli* O157:H7. Do wywołania choroby wystarcza 1–100 komórek bakteryjnych, które trafiają do przewodu pokarmowego drogą ustną.

Wykazano, że patogenne bakterie z rodzajów *Shigella* i *Escherichia* produkują toksynę Shiga (Stx), która składa się z jednej podjednostki A oraz pięciu podjednostek B (A1B5). Podjednostki B są konieczne do endocytozy kompleksu Stx, a w komórce podjednostka A ujawnia swoją aktywność N-glikozydazy wyłącznie wobec reszty adeniny w pozycji 4324 w 28S rRNA. Tak zmodyfikowany rRNA uniemożliwia przyłączanie aminoacylo-tRNA do rybosomu.

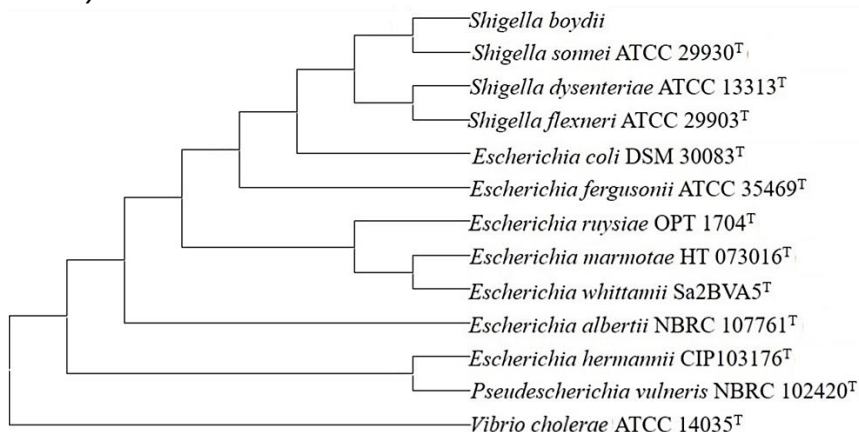
Poniżej przedstawiono drzewo filogenetyczne otrzymane na podstawie porównania sekwencji nukleotydowych 16S rRNA (kladogram 16S rRNA) oraz na podstawie porównania całych genomów (kladogram genomowy).

Pod drzewami filogenetycznymi przedstawiono strukturę przestrzenną kompleksu Stx.

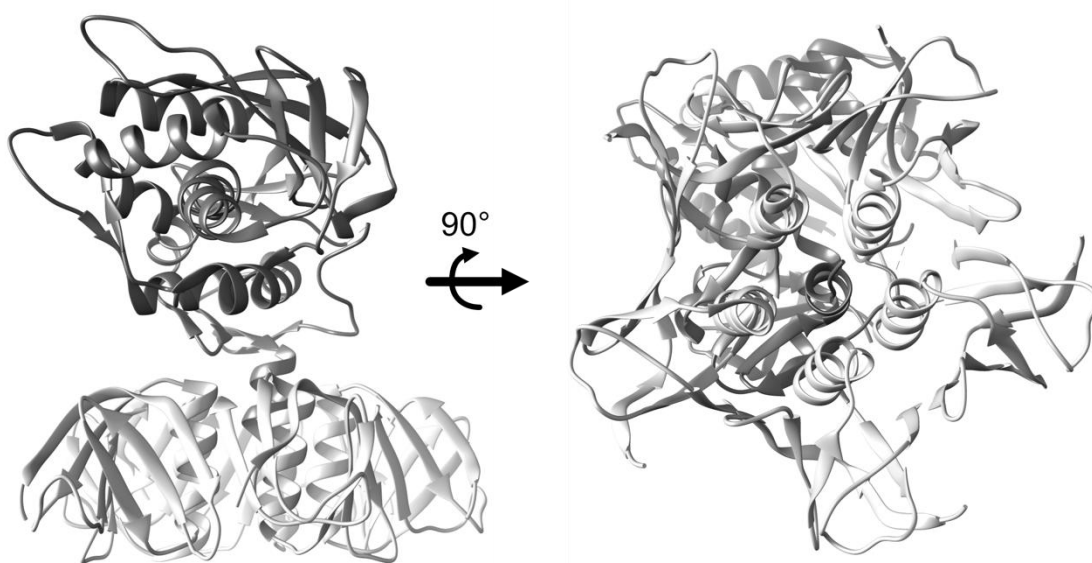
kladogram 16S rRNA



kladogram genomowy



struktura kompleksu Stx



Na podstawie: G. Difi i in. (2025) In-depth genome-based analysis of *Shigella* spp. and *Escherichia* spp.: Resolving ambiguities and unveiling phylogenetic relationships. *Curr Microbiology* 82:170. Protein Data Bank: 1R4Q

7. Uzupełnij w poniższym tekście luki (1.–3.) wyrażeniami z tabeli, wybierając w każdym przypadku jedno z dwóch zaproponowanych.

Wniosek „najbliżej spokrewniony ze szczepem *E. coli* DSM 30083^T jest szczep *E. fergusonii* ATCC 35469^T” jest uprawniony, jeśli do wnioskowania się wykorzysta (1). Analizując dane przedstawione na kladogramie 16S rRNA, (2) stwierdzić, że *E. albertii* NBRC 107761^T i *S. boydii* ATCC 8700^T są bliżej spokrewnione niż *E. marmotae* HT 073016^T i *S. dysenteriae* ATCC 13313^T. Na podstawie kladogramu genomowego (3) wnioskować, że bakterie z rodzaju *Shigella* są tak naprawdę szczepami bakterii *E. coli*.

Numer luki	Wyrażenie
1.	☐ A. kladogram 16S rRNA / ☐ B. kladogram genomowy
2.	☐ A. można / ☐ B. nie można
3.	☐ A. można / ☐ B. nie można

8. Określ, które stwierdzenia dotyczące budowy kompleksu Stx są prawdziwe, a które – fałszywe.

Stwierdzenie	Prawda czy fałsz?
1. Toksyna Stx ma strukturę czwartorzędową w postaci heksameru.	☐ prawda / ☐ fałsz
2. Podjednostka A oddziałuje z podjednostkami B za pośrednictwem struktur drugorzędowych typu α -helisa.	☐ prawda / ☐ fałsz
3. W strukturze kompleksu Stx nie ma struktur drugorzędowych typu β -kartka.	☐ prawda / ☐ fałsz

9. Uzupełnij w poniższym tekście luki (1.–3.) wyrażeniami z tabeli, wybierając w każdym przypadku jedno z dwóch zaproponowanych.

Toksyna Stx hamuje proces (1) zachodzący w komórkach (2). Można stwierdzić, że *N*-glikozydaza w postaci toksyny Stx jest enzymem o (3) specyficzności substratowej.

Numer luki	Wyrażenie
1.	☐ A. transkrypcji / ☐ B. translacji
2.	☐ A. prokariotycznych / ☐ B. eukariotycznych
3.	☐ A. wąskiej / ☐ B. szerokiej

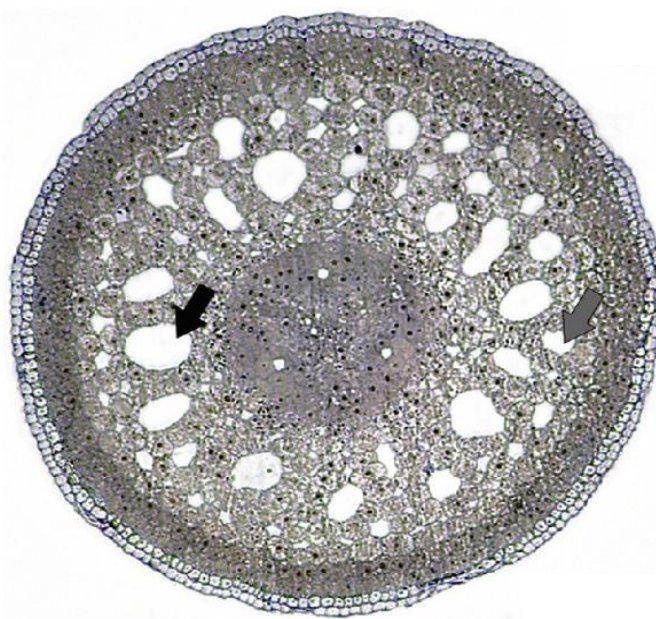
10. Określ, które stwierdzenia dotyczące budowy bakterii Gram-ujemnych są prawdziwe, a które – fałszywe.

Stwierdzenie	Prawda czy fałsz?
1. Mają cienką warstwę peptydoglikanu.	☐ prawda / ☐ fałsz
2. Ich ściana komórkowa zawiera kwasy tejchojowe.	☐ prawda / ☐ fałsz
3. Mają dodatkową błonę zewnętrzną poza błoną komórkową.	☐ prawda / ☐ fałsz

11. Określ, które czynności są zgodne z zasadami profilaktyki choroby wywoływanej przez *E. coli* O157:H7, a które nie są zgodne.

Czynność	Czy są zgodne z zasadami profilaktyki?
1. Dokładna obróbka termiczna pokarmu.	☐ tak / ☐ nie
2. Dokładne mycie rąk.	☐ tak / ☐ nie
3. Profilaktyczne przyjmowanie antybiotyków.	☐ tak / ☐ nie
4. Używanie osobnych noży do surowego mięsa i do innych produktów spożywczych.	☐ tak / ☐ nie

12. Poniższa fotografia przedstawia przekrój przez korzeń rośliny bagiennnej – marka szerokolistnego (*Sium latifolium* L.) w powiększeniu 40×. Strzałkami zaznaczono charakterystyczne struktury, występujące w tkance miękiszowej roślin wodnych i bagiennych.



Na podstawie: E. Kordyum i in. (2017). Assessment of alcohol dehydrogenase synthesis and [...] formation in the tolerance of *Sium* L. species (Apiaceae) to water-logging. *Aquatic Botany*, 142, 71–77.

Określ, wybierając spośród A albo B, rodzaj przedstawionej na fotografii tkanki miękiszowej oraz określ pełnioną przez nią funkcję.

Zdjęcie przedstawia miękisz

☐ A.	wodny,	którego funkcją jest	☐ 1.	gromadzenie wody.
			☐ 2.	przechowywanie skrobi, tłuszczów lub białek.
☐ B.	powietrzny,		☐ 3.	przewietrzanie rośliny w celu zwiększenia skuteczności wymiany gazowej.

Informacja do zadań 13. i 14.

Poniższe ryciny przedstawiają wybrane gatunki drzew iglastych flory polskiej.



Źródło: poznajemydrzewaikrzewy.pl

13. Zidentyfikuj gatunki – do każdej z nazw podanych w tabeli przyporządkuj odpowiedni kod z ilustracji.

Gatunek	Kod z ilustracji
1. cis pospolity	☐ A. / ☐ B. / ☐ C. / ☐ D. / ☐ E.
2. jodła pospolita	☐ A. / ☐ B. / ☐ C. / ☐ D. / ☐ E.
3. modrzew europejski	☐ A. / ☐ B. / ☐ C. / ☐ D. / ☐ E.
4. sosna zwyczajna	☐ A. / ☐ B. / ☐ C. / ☐ D. / ☐ E.
5. świerk pospolity	☐ A. / ☐ B. / ☐ C. / ☐ D. / ☐ E.

14. Uzupełnij w poniższym tekście luki (1.–3.) wyrażeniami z tabeli, wybierając w każdym przypadku jedno z dwóch zaproponowanych.

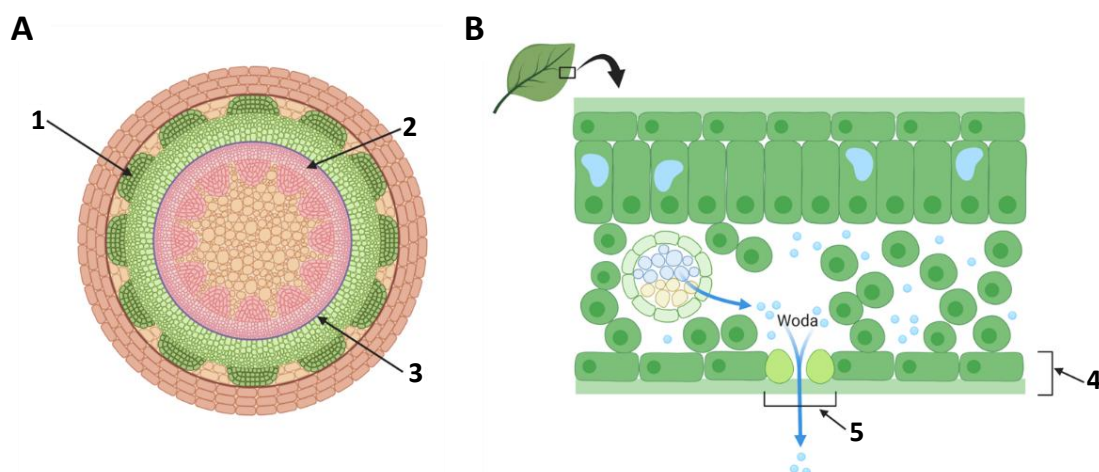
Przedstawione na ilustracji gatunki drzew iglastych należą do roślin nagonasiennych, co oznacza, że ich (1) nie są osłonięte (2). W konsekwencji rośliny te nie wytwarzają (3).

Numer luki	Wyrażenie
1.	☐ A. pręciki / ☐ B. zalążki
2.	☐ A. łuskami / ☐ B. owocolistkami
3.	☐ A. nasion / ☐ B. owoców

Informacja do zadań 15.–17.

Na poniższych schematach przedstawiono przekrój poprzeczny przez łodygę rośliny dwuliściennej o wtórnej budowie anatomicznej (A) oraz przekrój poprzeczny przez blaszkę liściową (B). Na przekroju przez blaszkę liściową niebieskimi strzałkami zaznaczono zachodzenie pewnego procesu.

Uwaga: Kolory na ilustracji nie odpowiadają naturalnym.



Źródło: sciencevid.com

15. Określ, które stwierdzenia dotyczące struktur oznaczonych na schemacie A są prawdziwe, a które – fałszywe.

Stwierdzenie	Prawda czy fałsz?
1. Tkanka 1 transportuje wodę głównie dzięki sile parcia korzeniowego.	☐ prawda / ☐ fałsz
2. Tkanka 2 jest zbudowana z martwych komórek i uczestniczy w transporcie asymilatów.	☐ prawda / ☐ fałsz
3. Tkanka 2 jest tkanką stałą.	☐ prawda / ☐ fałsz
4. Tkanka 3 umożliwia łodydze przyrost na grubość.	☐ prawda / ☐ fałsz

- 16. Określ, które stwierdzenia dotyczące struktur oznaczonych na schemacie B są prawdziwe, a które – fałszywe.**

Stwierdzenie	Prawda czy fałsz?
1. Obecność kutykuli na powierzchni tkanki 4 ogranicza parowanie wody.	☐ prawda / ☐ fałsz
2. U większości roślin dwuliściennych w tkance 4 są obecne liczne chloroplasty, dzięki którym zachodzi intensywna fotosynteza.	☐ prawda / ☐ fałsz
3. Struktura 5 to przetchlinka, która umożliwia transpirację.	☐ prawda / ☐ fałsz
4. Zmiana turgoru komórek struktury 5 umożliwia regulację intensywności parowania wody z rośliny.	☐ prawda / ☐ fałsz

- 17. W jakich warunkach intensywność procesu przedstawionego na schemacie B będzie największa? Wybierz odpowiedź spośród podanych.**

- A. wysoka wilgotność powietrza i niska temperatura
- B. bezwietrzna pogoda i wysokie stężenie CO₂ w powietrzu
- C. obecność grubej warstwy kutykuli na liściach i wysoka temperatura
- D. niska wilgotność powietrza, wysoka temperatura i umiarkowany wiatr
- E. wysokie natężenie światła i całkowite nasycenie powietrza parą wodną

Informacja do zadań 18. i 19.

Rozmnożki roślin lądowych mogą mieć postać bardzo drobnych ciałek złożonych zaledwie z jednej do dwóch komórek, położonych na szczycie pędu albo na końcach liści, albo też na najstarszych ich częściach. Jeżeli komórki rozrodcze pochodzą z roślin dwupiennych, to rozmnożki pochodzące z roślin żeńskich dają początek osobnikom żeńskim, natomiast odpadające z roślin męskich – wytwarzają męskie osobniki.

U poszczególnych gatunków rozmnożki mają określony kształt: mogą być kuliste, owalne, wieloboczne lub gwiaździste. Ich kolor może być zielony, brązowy, czerwono-brązowy albo złocisty. Barwa i kształt tych organów są charakterystyczne dla odpowiednich gatunków. Drobne jedno- lub dwukomórkowe rozmnożki występują przede wszystkim u wątrobowców liściastych i stanowią ważne cechy systematyczne, za pomocą których rozróżnia się gatunki.

- 18. Określ, które stwierdzenia dotyczące rozmnożek są prawdziwe, a które – fałszywe.**

Stwierdzenie	Prawda czy fałsz?
1. Rośliny wyrastające z rozmnożek są zazwyczaj dokładną kopią genetyczną rośliny macierzystej.	☐ prawda / ☐ fałsz
2. Rozmnożki powstają w wyniku podziałów mejotycznych.	☐ prawda / ☐ fałsz

19. Uzupełnij w poniższym tekście luki (1.–3.) wyrażeniami z tabeli, wybierając w każdym przypadku jedno z dwóch zaproponowanych.

W tekście opisano jeden ze sposobów rozmnażania się (1) roślin lądowych. Innym sposobem na rozmnażanie się tego typu jest wytwarzanie (2). Dzięki tym strukturom rośliny mogą w krótkim czasie (3).

Numer luki	Wyrażenie
1.	☐ A. generatywnego / ☐ B. wegetatywnego
2.	☐ A. rozłogów / ☐ B. zarodników
3.	☐ A. zwiększyć różnorodność genetyczną populacji / ☐ B. skolonizować duże obszary

20. Uzupełnij w poniższym tekście luki (1.–4.) wyrażeniami z tabeli, wybierając w każdym przypadku jedno z dwóch zaproponowanych.

Fototropizm polega na tym, że organy rośliny zmieniają kierunek wzrostu w zależności od tego, skąd pada światło. Najczęściej obserwuje się go u pędów, które (1) światła. Głównym hormonem odpowiedzialnym za reakcje fototropiczne jest (2). Przy jednostronnym oświetleniu pędu hormon przemieszcza się na stronę (3), dzięki czemu komórki po stronie (4) wydłużają się szybciej niż po drugiej stronie.

Numer luki	Wyrażenie
1.	☐ A. wyginają się do / ☐ B. odginają się od
2.	☐ A. auksyna / ☐ B. etylen
3.	☐ A. oświetloną / ☐ B. zacienioną
4.	☐ A. oświetlonej / ☐ B. zacienionej

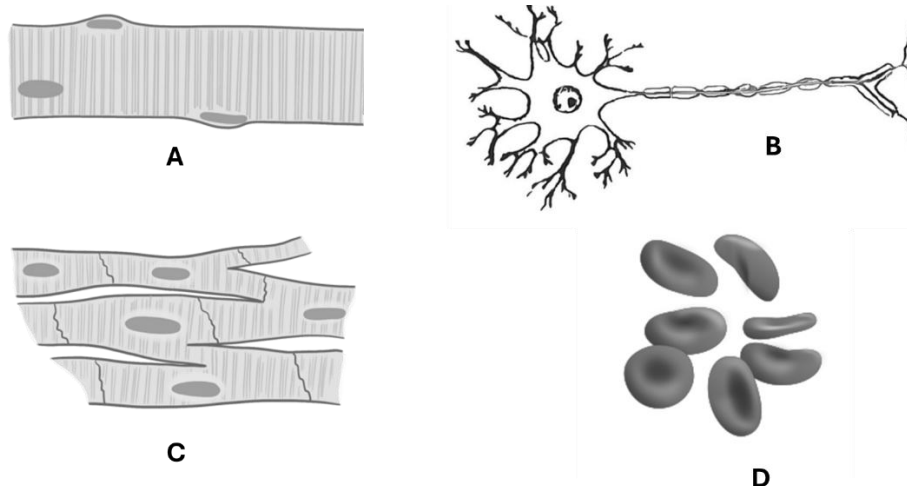
21. Uzupełnij w poniższym tekście luki (1.–3.) wyrażeniami z tabeli, wybierając w każdym przypadku jedno z dwóch zaproponowanych.

Geotropizm to reakcja rośliny na (1). Rośliny wykazują różne rodzaje geotropizmu w zależności od organu. Dodatni geotropizm obserwuje się głównie w (2). Kluczowym hormonem w zjawisku geotropizmu jest (3).

Numer luki	Wyrażenie
1.	☐ A. siłę grawitacji / ☐ B. ciśnienie wody
2.	☐ A. pędzie / ☐ B. korzeniu
3.	☐ A. auksyna / ☐ B. etylen

Informacja do zadań 22.–25.

Poniższe ryciny przedstawiają wybrane typy komórek zwierzęcych.



Źródło: Wikimedia Commons

22. Które z przedstawionych komórek nie mają jądra komórkowego? Wybierz odpowiedź spośród podanych.

- A. Komórki A
- B. Komórki B
- C. Komórki C
- D. Komórki D

23. Określ, czy przedstawione komórki zawierają białka hemowe, których funkcją jest wiązanie tlenu cząsteczkowego.

Komórki	Czy zawierają białka hemowe?
1. A	☐ tak / ☐ nie
2. B	☐ tak / ☐ nie
3. C	☐ tak / ☐ nie
4. D	☐ tak / ☐ nie

24. Określ, które stwierdzenia dotyczące metabolizmu glukozy w przedstawionych typach komórek są prawdziwe, a które – fałszywe.

Stwierdzenie	Prawda czy fałsz?
1. Komórki A są zdolne do magazynowania glukozy w postaci glikogenu.	☐ prawda / ☐ fałsz
2. Transport glukozy do komórek B jest regulowany przez insulinę.	☐ prawda / ☐ fałsz
3. W komórkach D zachodzi fermentacja mleczanowa.	☐ prawda / ☐ fałsz

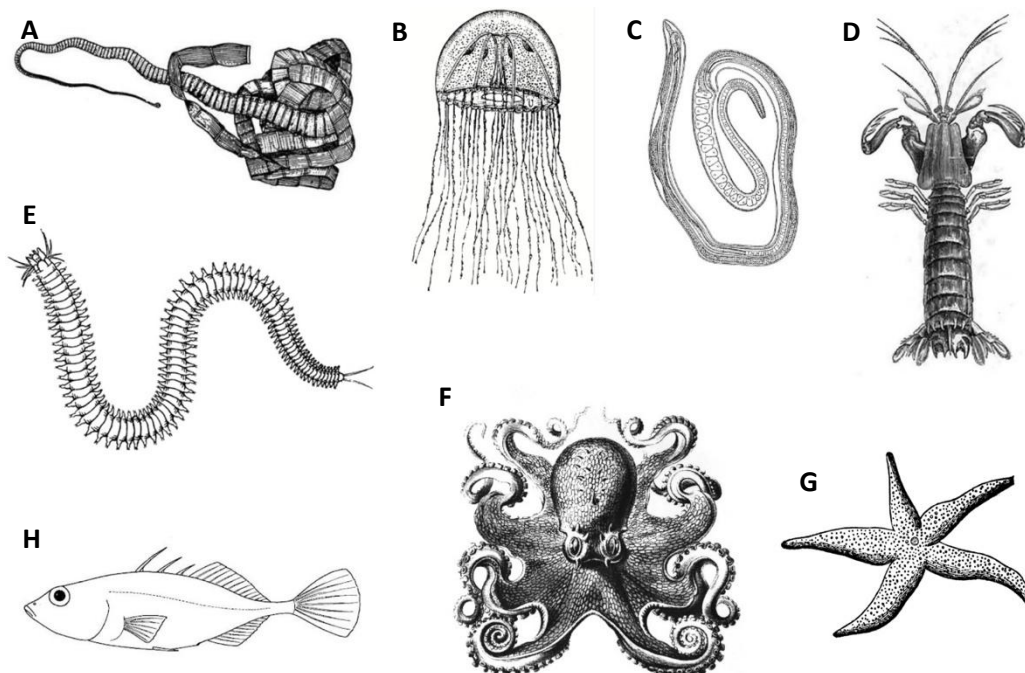
25. Uzupełnij w poniższym tekście luki (1.–4.) wyrażeniami z tabeli, wybierając w każdym przypadku jedno z dwóch zaproponowanych.

Komórki mięśni (1) tworzą (2), czyli wielojądrową, długą strukturę powstałą z połączenia się wielu komórek prekursorowych. Pozwala to na skoordynowany skurcz całej masy mięśniowej. (3) położenie jąder komórkowych zapewnia przestrzeń dla aparatu kurczliwego, złożonego z (4).

Numer luki	Wyrażenie
1.	☐ A. gładkich / ☐ B. szkieletowych
2.	☐ A. miokardium / ☐ B. syncytium
3.	☐ A. Centralne / ☐ B. Peryferyjne
4.	☐ A. białek aktyny i miozyny / ☐ B. białka elastyny

Informacja do zadań 26. i 27.

Na poniższych rysunkach przedstawiono zwierzęta należące do różnych typów taksonomicznych. Na rysunkach nie zachowano wspólnej skali wielkości.



Źródło: Wikimedia Commons

26. Które zwierzęta mają układ nerwowy scentralizowany głównie po brzusznej stronie ciała? Wybierz odpowiedź spośród podanych.

- A. A i G.
- B. D i E.
- C. B i F.
- D. E i H.

27. Określ, które stwierdzenia dotyczące przedstawionych zwierząt są prawdziwe, a które – fałszywe.

Stwierdzenie	Prawda czy fałsz?
1. Budowa powierzchni zwierzęcia oznaczonego literą A pozwala na wchłanianie związków pokarmowych z otoczenia.	☐ prawda / ☐ fałsz
2. Zwierzęta C i D muszą zrzucić zewnętrzne warstwy kutikuli, by rosnąć lub przejść do następnego stadium rozwojowego.	☐ prawda / ☐ fałsz

28. Jaka jest funkcja kosmówki podczas rozwoju zarodkowego ptaka? Wybierz odpowiedź spośród podanych.

- A. Umożliwia wymianę O_2 i CO_2 między zarodkiem a środowiskiem.
- B. Dostarcza do zarodka substancje pokarmowe z żółtka.
- C. Utrzymuje stałą temperaturę wokół zarodka.
- D. Regeneruje ubytki w skorupce.

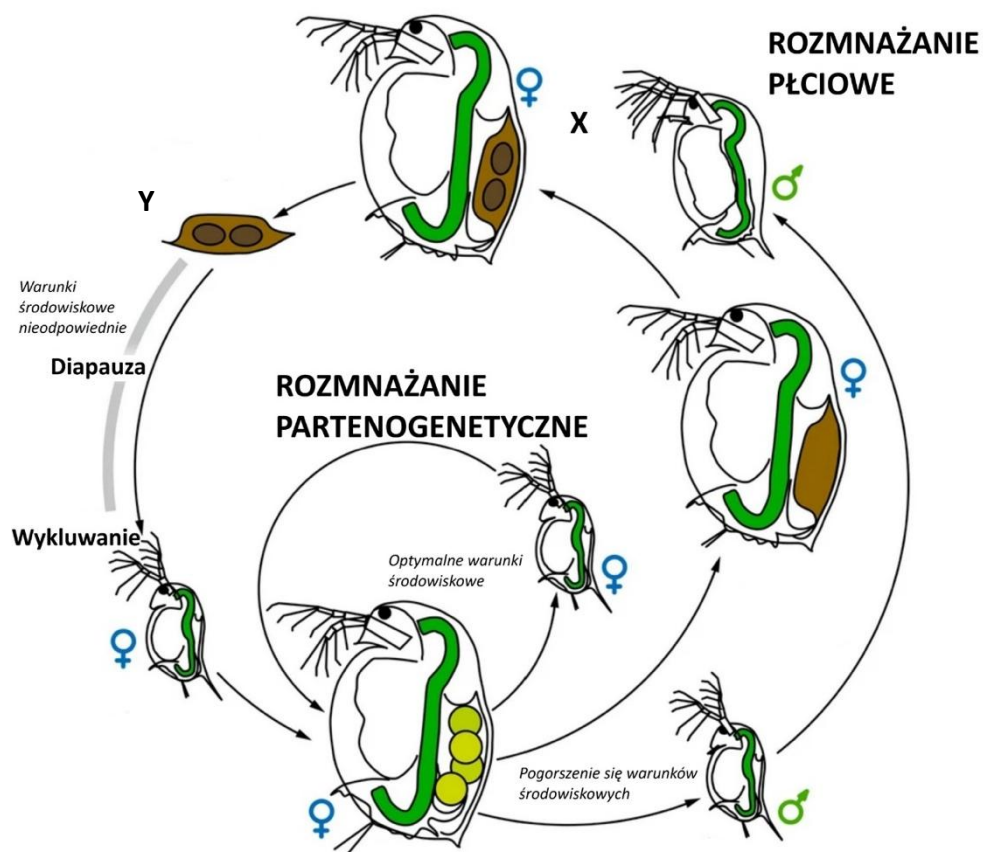
Informacja do zadań 29. i 30.

Wioślarki z rodzaju *Daphnia* charakteryzują się występowaniem tzw. partenogenezy cyklicznej, czyli następujących po sobie okresów rozmnażania partenogenetycznego oraz klasycznego rozmnażania płciowego. W fazie partenogenetycznej w populacji występują wyłącznie samice, które składają niezapłodnione jaja, natomiast w fazie rozmnażania płciowego obecne są zarówno samce, jak i samice i dochodzi do zapłodnienia komórek jajowych.

Faza partenogenetyczna występuje, gdy warunki środowiskowe są sprzyjające (odpowiednia temperatura oraz dostatek pokarmu). Samice składają wówczas do komory lęgowej (znajdującej się pod pancerzykiem) jaja partenogenetyczne, tzw. jaja natychmiastowego rozwoju. Z tych jaj rozwijają się bezpośrednio młode samice, genetycznie identyczne z matką. Młode osobniki szybko osiągają dojrzałość i same zaczynają produkować kolejne jaja natychmiastowego rozwoju, dzięki czemu ten cykl może się powtarzać wielokrotnie.

W przypadku pogorszenia się warunków środowiskowych (spadek temperatury, niedobór pokarmu, przegęszczenie populacji) następuje przejście do fazy rozmnażania płciowego. W takich warunkach samice składają jaja natychmiastowego rozwoju, z których rozwijają się także samce. Równocześnie pojawiają się samice płciowe, wytwarzające komórki jajowe wymagające zapłodnienia. Po kopulacji są składane tzw. jaja przetrwalne, umieszczone w specjalnej osłonie zwanej efipium (fragmencie pancerza pełniącym funkcję „kapsuły”).

Efipium jest następnie uwalniane do środowiska – opada na dno zbiornika lub unosi się na jego powierzchni. Jaja przetrwalne przechodzą diapauzę (okres życia utajonego) i stanowią stadium dyspersyjne – łatwo przyczepiają się do różnych obiektów, a niekiedy posiadają haczykowate struktury, podobnie jak niektóre nasiona. Gdy warunki środowiskowe ponownie się stają korzystne, z jaj przetrwalnych wykluwają się samice, które wracają do fazy partenogenetycznej i rozpoczynają produkcję jaj natychmiastowego rozwoju.



Źródło: Wikimedia Commons, autor: Dita Vizoso, zmienione

29. Określ, wybierając spośród A albo B, który rodzaj jaj przedstawiono na schemacie i wybierz odpowiednie dokończenie zdania spośród 1.–3.

Na schemacie literą Y oznaczono jaja

☐ A.	natychmiastowego rozwoju,	które	☐ 1.	muszą zostać zapłodnione po złożeniu do wody.
☐ B.	przetrwalne,		☐ 2.	są składane przez samice w optymalnych warunkach środowiska.
			☐ 3.	są przenoszone przez różne zwierzęta do innych zbiorników wodnych.

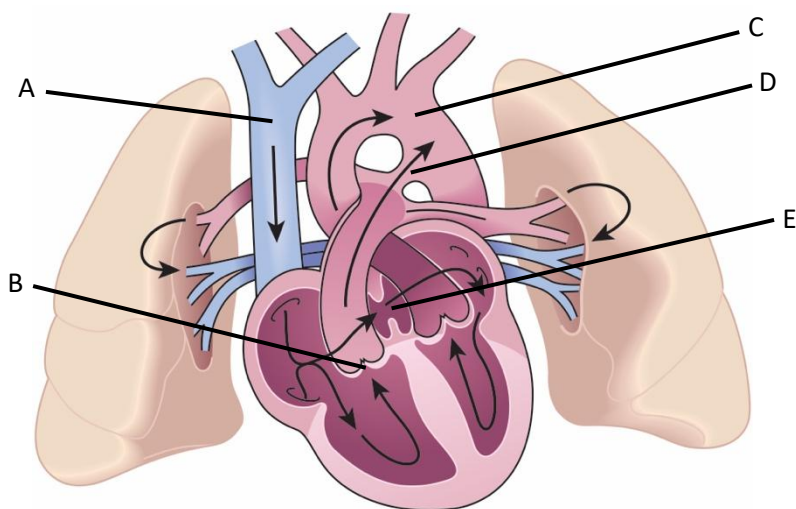
30. Określ, które stwierdzenia dotyczące rozmnażania wioślarek są prawdziwe, a które – fałszywe.

Stwierdzenie	Prawda czy fałsz?
1. U <i>Daphnia</i> płeć jest determinowana przez chromosomy płci.	☐ prawda / ☐ fałsz
2. Rozmnażanie partenogenetyczne zwiększa różnorodność genetyczną osobników w populacji.	☐ prawda / ☐ fałsz

Informacja do zadań 31. i 32.

W momencie zaczerpnięcia przez noworodka pierwszego oddechu zwiększa się przepływ krwi przez płuca. Krew powracająca z płuca podnosi ciśnienie w lewym przedsionku, co prowadzi do zamknięcia płata otworu owalnego i uniemożliwienia przepływu krwi między przedsionkami. W efekcie krew wpływająca do prawego przedsionka zostaje skierowana do prawej komory, a następnie do krążenia płucnego za pośrednictwem tętnic płucnych.

Uruchomienie krążenia płucnego jest przyczyną wzrostu stężenia tlenu we krwi, co prowadzi do obkurczenia, a następnie – zamknięcia przewodu tętniczego, który w okresie życia płodowego łączył tętnicę płucną ze zstępującą aortą piersiową i umożliwiał kierowanie większej ilości krwi do krążenia ogólnego. W życiu płodowym przez płuca przepływa jedynie niewielka ilość krwi.



Źródło: Waugh, A., Grant, A. (2012). Ross & Wilson. Anatomia i fizjologia człowieka w warunkach zdrowia i choroby. Elsevier Urban & Partner.

31. Określ, wybierając spośród A albo B, czy schemat przedstawia krążenie przed, czy po urodzeniu i wybierz odpowiednie uzasadnienie spośród 1.–3.

Schemat przedstawia krążenie

☐ A.	przed urodzeniem,	ponieważ	☐ 1.	ilość krwi kierowanej do płuca jest ograniczona.
			☐ 2.	jest obecna pełna przegroda między komorami.
☐ B.	po urodzeniu,		☐ 3.	krew z obu przedsionków nie miesza się.

32. Do każdej z podanych struktur anatomicznych dopasuj odpowiedni kod z ilustracji.

Struktura	Kod z ilustracji
1. łuk aorty	☐ A. / ☐ B. / ☐ C. / ☐ D. / ☐ E.
2. otwór owalny	☐ A. / ☐ B. / ☐ C. / ☐ D. / ☐ E.
3. przewód tętniczy	☐ A. / ☐ B. / ☐ C. / ☐ D. / ☐ E.
4. żyła główna górna	☐ A. / ☐ B. / ☐ C. / ☐ D. / ☐ E.

Informacja do zadań 33.–35.

U kukurydzy możemy obserwować trzy kolory okrywy owocowo-nasiennej ziarniaków: fioletowy, czerwony oraz żółty. Wytwarzanie barwników zależy od interakcji między dwoma genami, które mają odpowiednio allele A/a oraz B/b .

Przez allel A jest kodowany funkcjonalny enzym pierwszego etapu szlaku syntezy antocyjanów – dzięki niemu powstaje związek pośredni (nadający ziarniakom barwę czerwoną), który może zostać przekształcony dalej. Allel a ma mutację powodującą utratę funkcji tego enzymu. W przypadku wystąpienia allelu a szlak syntezy antocyjanów zostaje zablokowany już na pierwszym etapie. Skutkiem tego nie może powstać żaden antocyjan, a w okrywie owocowo-nasiennej są widoczne naturalne karotenoidy (ziarniaki mają barwę żółtą).

Z kolei przez allel B jest kodowany funkcjonalny enzym drugiego etapu syntezy, który przekształca związek pośredni w ostateczny barwnik antocyjanowy (nadający okrywie owocowo-nasiennej barwę fioletową). Allel b ma mutację powodującą utratę funkcji enzymu drugiego etapu syntezy antocyjanów.

Uwaga: Przyjmij założenie, że barwa ziarniaków zależy wyłącznie od barwników znajdujących się w okrywie owocowo-nasiennej.

33. Który z poniższych genotypów może być genotypem kukurydzy o fioletowych ziarniakach? Wybierz odpowiedź spośród podanych.

- A. $aaBB$
- B. $AAbb$
- C. $AaBb$
- D. $Aabb$
- E. $aaBb$

34. Jeżeli dokona się krzyżówki dwóch roślin kukurydzy o ziarniakach fioletowych, z których każda będzie podwójną heterozygotą, to jakiego rozszczępienia fenotypów (proporcji roślin o różnych barwach ziarniaków) można się spodziewać w ich potomstwie? Wybierz odpowiedź spośród podanych.

- A. 9 fioletowych : 6 czerwonych : 1 żółty
- B. 9 fioletowych : 3 czerwone : 4 żółte
- C. 12 fioletowych : 3 czerwone : 1 żółty
- D. 9 fioletowych : 7 czerwonych
- E. 1 fioletowy : 2 czerwone : 1 żółty

35. Po skrzyżowaniu kukurydzy o ziarniakach żółtych z kukurydzą o ziarniakach czerwonych uzyskano potomstwo w którym obserwowano równe proporcje (50%/50%) roślin o ziarniakach żółtych i o ziarniakach czerwonych.

Jaki genotyp miała kukurydza o ziarniakach żółtych wzięta do krzyżówki? Wybierz odpowiedź spośród podanych.

- A. $AAbb$
- B. $Aabb$
- C. $aaBB$
- D. $aaBb$
- E. $aabb$

Informacja do zadań 36.–38.

U *Drosophila melanogaster* geny warunkujące barwę oczu oraz kształt skrzydeł są zlokalizowane na chromosomie X. Allel w – warunkujący białą barwę oczu – jest recesywny względem allelu w^+ , determinującego występowanie oczu czerwonych (typu dzikiego). Z kolei allel m – warunkujący miniaturowe skrzydła – jest recesywny względem allelu m^+ , determinującego normalne skrzydła. U osobników podwójnie heterozygotycznych allele zmapowane na tym samym chromosomie mogą występować w układzie *cis* (w^+m^+/wm) lub w układzie *trans* (w^+m/wm^+).

W wyniku skrzyżowania samicy o oczach czerwonych (dzikich) i o normalnych (dzikich) skrzydłach z samcem o oczach białych i o skrzydłach miniaturowych w potomstwie pojawiły się zarówno samice, jak i samce o czterech różnych fenotypach, przy czym samce o fenotypie dzikim – czerwone oczy i normalne skrzydła – stanowiły 8,75% całości potomstwa.

Uwaga: Przyjmij założenie, że płeć u *D. melanogaster* jest determinowana tak jak u człowieka.

36. Jaka jest odległość między genami warunkującymi barwę oczu i kształt skrzydeł u *Drosophila melanogaster*. Wybierz odpowiedź spośród podanych.

- A. 16,25 cM
- B. 17,5 cM
- C. 32,5 cM
- D. 35 cM
- E. 65 cM

37. Określ, wybierając spośród A albo B, czy krzyżowane samice *Drosophila melanogaster* miały układ alleli *cis* czy *trans* i wybierz odpowiednie uzasadnienie spośród 1.–3.

Krzyżowane samice miały układ alleli

☐ A.	<i>cis</i> ,	o czym świadczy pojawienie się w potomstwie krzyżowanych much	☐ 1.	wszystkich czterech fenotypów u samic.
☐ B.	<i>trans</i> ,		☐ 2.	wszystkich czterech fenotypów u samców.
			☐ 3.	tylko 8,75% samców o fenotypie dzikim.

38. Przeczytaj poniższe zdanie i uzupełnij luki (1.–3.) wyrażeniami z tabeli, wybierając w każdym przypadku jedno z dwóch zaproponowanych.

Pojawienie się w potomstwie much osobników zrekombinowanych jest efektem procesu *crossing-over*, który zaszedł w (1) mejozy u samicy podczas podziału (2). Osobniki zrekombinowane w potomstwie samicy dzikiej i samca o oczach białych i miniaturowych skrzydłach pojawiają się (3).

Numer luki	Wyrażenie
1.	☐ A. profazie / ☐ B. metafazie
2.	☐ A. oocyty I rzędu / ☐ B. oocyty II rzędu
3.	☐ A. tylko u samców / ☐ B. u samic i samców

Informacja do zadań 39.–43.

Genom *Escherichia coli* składa się z około 4 mln par zasad i w zależności od szczepu zawiera 4000–4400 genów. Pangenom *E. coli* – obejmujący wszystkie szczepy tej bakterii – zawiera około 13000 genów.

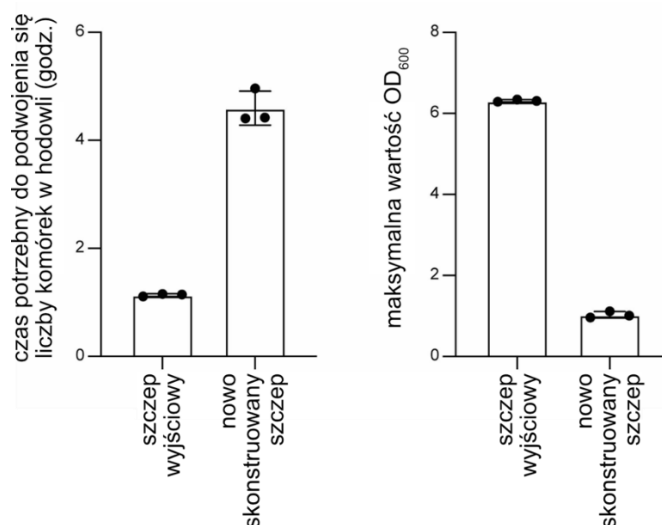
Skonstruowano szczep *E. coli*, w którego genomie zamieniono wszystkie spośród następujących trinukleotydów w obrębie sekwencji kodujących białka:

- TCG, TCT i TCC kodujące serynę na AGC kodujący ten sam aminokwas
- TCA kodujący serynę na AGT kodujący ten sam aminokwas
- GCG i GCA kodujący alaninę na GCT kodujący ten sam aminokwas
- TAG pełniący po transkrypcji funkcję kodonu stop na TAA o tej samej funkcji (nie zmieniano kodonu TGA, również pełniącego funkcję kodonu stop).

Zamieniono łącznie 101605 trinukleotydów.

Nowo skonstruowany szczep poddano podstawowym analizom takim jak: określenie czasu podwojenia się liczby komórek podczas hodowli oraz określenie maksymalnej wartości gęstości optycznej mierzonej przy 600 nm – ten parametr jest wykorzystywany do opisywania stopnia zmętnienia hodowli płynnej mikroorganizmów. Wyniki trzech pomiarów, oznaczone kropkami na wykresie, uśredniono i przedstawiono w formie wykresów słupkowych wraz z wartościami odchylenia standardowego.

Nowy szczep *E. coli* został stworzony z myślą m.in. o produkcji rekombinowanych białek w bioreaktorach.



Na podstawie: W.E. Robertson i in. (2025) *Escherichia coli* with a [...] genetic code. *Science* 390:eady4368.

39. Określ, które stwierdzenia dotyczące cech genomu nowo skonstruowanego szczepu *E. coli* są prawdziwe, a które – fałszywe.

Stwierdzenie	Prawda czy fałsz?
1. Badacze zmutowali ponad 2,5% całkowitego materiału genetycznego wyjściowego szczepu <i>E. coli</i> .	☐ prawda / ☐ fałsz
2. Mutacje zostały wprowadzone zarówno w sekwencjach kodujących białka, jak i w obszarach niekodujących.	☐ prawda / ☐ fałsz
3. Do wprowadzenia mutacji do genomu i stworzenia opisanego szczepu <i>E. coli</i> zastosowano promieniowanie UV.	☐ prawda / ☐ fałsz

40. Jaka jest liczba kodonów wykorzystywanych do zakodowania aminokwasów w kodzie genetycznym nowo skonstruowanego szczepu *E. coli*? Wybierz odpowiedź spośród podanych.

- A. 54
- B. 55
- C. 57
- D. 61
- E. 64

41. Określ, które stwierdzenia dotyczące wzrostu nowo skonstruowanego szczepu *E. coli* są prawdziwe, a które – fałszywe.

Stwierdzenie	Prawda czy fałsz?
1. Nowo skonstruowany szczep <i>E. coli</i> rośnie około 4 razy szybciej niż szczep wyjściowy.	☐ prawda / ☐ fałsz
2. Po osiągnięciu fazy stacjonarnej hodowla nowo skonstruowanego szczepu zawiera mniej komórek w przeliczeniu na jednostkę objętości.	☐ prawda / ☐ fałsz
3. Kolejne powtórzenia hodowli mogą spowodować zmniejszenie wartości odchylenia standardowego, obliczonego na podstawie większej próby.	☐ prawda / ☐ fałsz

42. Określ, wybierając spośród A albo B, czy nowo stworzony szczep *E. coli* jest odporny na zakażenia bakteriofagami litycznymi i wybierz odpowiednie uzasadnienie spośród 1.–3.

Nowo utworzony szczep *E. coli*

☐ A.	jest	odporny na zakażenia bakteriofagami litycznymi, ponieważ	☐ 1.	wszystkie białka zakodowane w genomie bakteriofaga mogą być zsyntetyzowane w komórce.
☐ B.	nie jest		☐ 2.	w komórkach szczepu nie ulegają translacji niektóre kodony.
			☐ 3.	struktura receptorów na powierzchni komórek <i>E. coli</i> uległa zmianie.

43. Uzupełnij w poniższym tekście luki (1.–3.) wyrażeniami z tabeli, wybierając w każdym przypadku jedno z dwóch zaproponowanych.

Na pangenom *E. coli* składają się nie tylko genofory, ale także (1). Bezpośrednie pobieranie przez bakterie DNA spoza komórki określa się jako (2). Ten mechanizm (3) spowodować, że komórka bakterii niepatogennej stanie się patogenna.

Numer luki	Wyrażenie
1.	☐ A. plazmidy / ☐ B. białka
2.	☐ A. transformacja / ☐ B. transdukcja
3.	☐ A. może / ☐ B. nie może

Informacja do zadań 44.–47.

Sekwencjonowanie DNA metodą Sangera początkowo było wykonywane z wykorzystaniem radioaktywnego deoksyrybonukleotydu znakowanego ^{32}P (fosforem 32 emitującym promieniowanie β). Reakcje sekwencjonowania przeprowadzano osobno w czterech probówkach, w obecności trifosforanu deoksyadenozyny znakowanego fosforem 32 ($[^{32}\text{P}]\text{dATP}$) oraz pozostałych nieradioaktywnych deoksyrybonukleotydów (dTTP, dCTP i dGTP), wraz z jednym z czterech dideoksyrybonukleotydów na każdą probówkę. Następnie przeprowadzano elektroforezę w żelu poliakryloamidowym umieszczonym między szybami oraz autoradiografię – naświetlanie kliszy rentgenowskiej.

$[^{32}\text{P}]\text{dATP}$ ma masę cząsteczkową 492,18 g/mol i jest dostarczany do laboratorium jako roztwór o objętości 100 μl z aktywnością promieniotwórczą równą 370 MBq/ml.

Współcześnie najczęściej wykorzystuje się odpowiedniki znakowane fluorescencyjnie, w których każda zasada azotowa odpowiada innemu znacznikowi fluorescencyjnemu. Produkty reakcji sekwencjonowania poddaje się następnie elektroforezie kapilarnej.

W tabeli podano parametry, przy których przeprowadza się elektroforezę obu typów.

Parametr elektroforezy	Elektroforeza między szybami	Elektroforeza kapilarna
Rozmiar żelu	szerokość: 25 cm grubość: 0,5 mm długość: 50 cm	średnica: 0,4 mm długość: 50 cm
Napięcie	2 kV	15 kV
Przewodność buforu	1 mS/cm	1 mS/cm

Natężenie prądu I zależy od napięcia U oraz oporu R

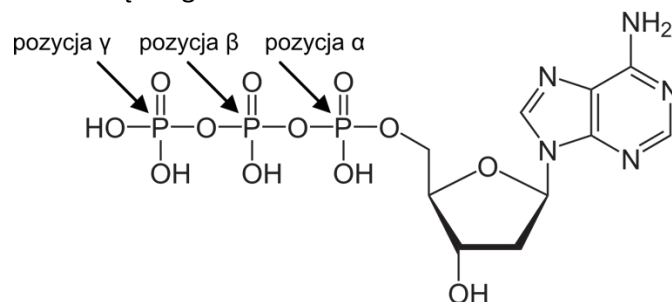
$$I = \frac{U}{R}$$

Opór R rośnie proporcjonalnie

$$R \propto \frac{L}{\kappa \cdot A}$$

gdzie: L – długość drogi prądu, κ – przewodność buforu, A – pole przekroju.

44. Przedstawiono poniżej wzór strukturalny $[^{32}\text{P}]\text{dATP}$, wykorzystywanego w reakcji sekwencjonowania metodą Sangera.



Wybierz pozycję reszty fosforanowej zawierającej ^{32}P .

- A. pozycja α
- B. pozycja β
- C. pozycja γ

45. Do jednej probówki w reakcji sekwencjonowania DNA metodą Sangera dodaje się [^{32}P]dATP o aktywności promieniotwórczej wynoszącej 185 kBq.
Jaką objętość preparatu [^{32}P]dATP należy dodać do probówki? Wybierz odpowiedź spośród podanych.
- A. 0,5 μl
 - B. 5 μl
 - C. 10 μl
 - D. 37 μl
 - E. 100 μl

46. Uzupełnij w poniższym tekście luki (1.–3.) wyrażeniami z tabeli, wybierając w każdym przypadku jedno z dwóch zaproponowanych.

Powierzchnia przekroju żelu poliakryloamidowego między szybami w porównaniu do żelu w kapilarze jest **(1)** około **(2)**. Natężenie prądu jest mniejsze podczas elektroforezy przeprowadzanej w żelu umieszczonym **(3)**.

Numer luki	Wyrażenie
1.	☐ A. mniejsza / ☐ B. większa
2.	☐ A. 100 razy / ☐ B. 1000 razy
3.	☐ A. między szybami / ☐ B. w kapilarze

47. Uzupełnij w poniższym tekście luki (1.–3.) wyrażeniami z tabeli, wybierając w każdym przypadku jedno z dwóch zaproponowanych.

Znaczniki fluorescencyjne dołączone do dideoksyrybonukleotydów **(1)** laserem, co powoduje **(2)** światła o różnej długości fal. Reakcja sekwencjonowania DNA z zastosowaniem znaczników fluorescencyjnych **(3)** być wykonana w jednej probówce.

Numer luki	Wyrażenie
1.	☐ A. wygasa się / ☐ B. wzbudza się
2.	☐ A. emisję / ☐ B. pochłanianie
3.	☐ A. może / ☐ B. nie może

Informacja do zadań 48.–50.

W ewolucji owodniowców pierwotny staw żuchwy tworzyły kości stawowa i kwadratowa, które u gadów łączą żuchwę z czaszką. W linii prowadzącej do ssaków pojawiła się istotna zmiana – największa kość żuchwy, kość zębowa, zaczęła przejmować funkcję stawową i utworzyła nowy staw w czaszce. Umożliwiło to stopniowe wyłączenie kości stawowej i kwadratowej z mechaniki żucia. Zwolnione z dawnej roli kości mogły następnie ulec miniaturyzacji i przemieścić się do ucha środkowego, gdzie przekształciły się w dwie kosteczki słuchowe. Powstanie nowego stawu pozwoliło więc oddzielić funkcję żucia od funkcji słyszenia, co zwiększyło precyzję ruchów żuchwy oraz umożliwiło zwiększenie zakresu częstotliwości słyszanych dźwięków. Wczesne ssakokształtne, takie jak *Morganucodon* miały podwójny staw żuchwowy. Miały zachowane zarówno kości kwadratową i stawową, jak i „nowy” staw żuchwowy.

Na podstawie: Anthwal, N., Thompson, H., & Tucker, A. S. (2013).
The evolution of the mammalian middle ear and jaw. *Journal of Anatomy*, 222(1), 147–160.

48. Przeczytaj poniższe zdanie i uzupełnij luki (1.–2.) wyrażeniami z tabeli, wybierając w każdym przypadku jedno z dwóch zaproponowanych.

U ssaków żuchwa łączy się stawowo z (1). Kość kwadratowa pierwotnego stawu żuchwowego po przejściu do ucha środkowego przekształciła się w (2).

Numer luki	Wyrażenie
1.	☐ A. kośćmi skroniowymi / ☐ B. szczękami
2.	☐ A. kość jarzmową / ☐ B. kowadełko

49. Dokończ zdanie. Wybierz odpowiedź spośród podanych.

U współcześnie żyjących zwierząt występowanie trzech kosteczek słuchowych w uchu środkowym to cecha

- A. krokodyli oraz wszystkich ssaków.
- B. wyłącznie wszystkich ssaków.
- C. wszystkich ssaków i ptaków.
- D. jedynie ssaków łożyskowych.

50. Określ, które stwierdzenia dotyczące kosteczek słuchowych są prawdziwe, a które – fałszywe.

Stwierdzenie	Prawda czy fałsz?
1. Przeniesienie kości kwadratowej i stawowej do ucha środkowego było możliwe dopiero po powstaniu nowego stawu żuchwowego.	☐ prawda / ☐ fałsz
2. Strzemiączko przylega do błony bębenkowej, a młoteczek – do błony okienka owalnego.	☐ prawda / ☐ fałsz

BRUDNOPIS

W tym miejscu możesz robić pomocnicze notatki i wyliczenia.

Pamiętaj o zaznaczeniu prawidłowej odpowiedzi w arkuszu odpowiedzi.

Żadne notatki z brudnopisu nie będą oceniane przez Komisję Egzaminacyjną.

Uwaga:

- *Zadanie 4. zostało anulowane w całości.*
- *W zadaniu 1. oceniane są tylko pkt. 1. i 2.*
- *Uznaje się obie odpowiedzi – tak oraz nie – w pkt. 4. zadania 11.*

Imię i nazwisko



55A1000S1

PESEL

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9

.....
podpis zawodnika

I

B

C

D

II

A

1

3

III

1

P

2

P

3

P

IV

B

2

3

V

A

C

D

1

1

B

C

D

E

2

A

B

D

E

3

A

B

C

D

E

2

1

F

2

F

3

1

B

2

B

3

A

4

A

4

A

1

B

2

C

3

5

1

F

2

F

3

P

6

1

P

2

F

3

P

4

F

7

1

B

2

A

3

B

8

1

F

2

F

3

P

9

1

A

2

A

3

B

10

1

F

2

P

3

F

11

1

N

2

N

3

T

4

12

A

1

2

13

1

A

C

D

E

2

A

B

C

E

3

B

C

D

E

4

A

B

D

E

5

A

B

C

D

14

1

A

2

A

3

A

15

1

P

2

P

3

F

4

F

