

**TEST DO ZAWODÓW III STOPNIA 50 OLIMPIADY BIOLOGICZNEJ  
W ROKU SZKOLNYM 2020/2021**

Data: **25 kwietnia 2021 r.**

Godzina rozpoczęcia: **9:00**

Czas pracy: **90 minut**

Liczba punktów do uzyskania: **30**

**Instrukcja dla zawodnika**

1. Sprawdź, czy otrzymałaś/eś dwa pliki PDF: arkusz z zadaniami i kartę odpowiedzi.
2. Arkusz z zadaniami zawiera 19 stron i składa się z 30 zadań.
3. Karta odpowiedzi składa się z dwóch stron.
4. Do wyświetlania i zapisywania plików używaj wyłącznie oprogramowania **Adobe Acrobat Reader DC**.
5. Zapisz na karcie odpowiedzi swoje imię i nazwisko, oraz zapisz i zakoduj nr PESEL poprzez zaznaczenie odpowiednich kwadratów na karcie odpowiedzi.
6. **Pamiętaj, że sprawdzane są wyłącznie karty odpowiedzi!**
7. Następna strona zawiera szczegółową instrukcję, jak kodować odpowiedzi do zadań zamkniętych. Zapoznaj się z nią przed rozpoczęciem rozwiązywania zadań.
8. Nie korzystaj z pomocy kolegów i nie proś o wyjaśnienia treści zadań opiekuna bezpośrednio nadzorującego egzamin. Jeśli skończysz rozwiązywać test wcześniej, nie rozłączaj się aż upłynie czas przeznaczony na rozwiązywanie zadań – dopiero wtedy dostaniesz instrukcje, jak przekazać kartę odpowiedzi opiekunowi.

*Wszelkie prawa autorskie zastrzeżone. Żadna część arkusza z zadaniami nie może być powielana i wykorzystywana bez zgody Komitetu Głównego Olimpiady Biologicznej.*

## **Instrukcja do testu zawodów III stopnia 50 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 zaznaczeniu odpowiedniego kwadratu lub kwadratów na karcie odpowiedzi w następujący sposób:

A B C D E

### **W zależności od typu zadania należy:**

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

A B C D E

Wybrać odpowiedź, wykorzystując **podane liczby**:

1 2 3 4 5

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

P F lub P F

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

T N lub T N

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

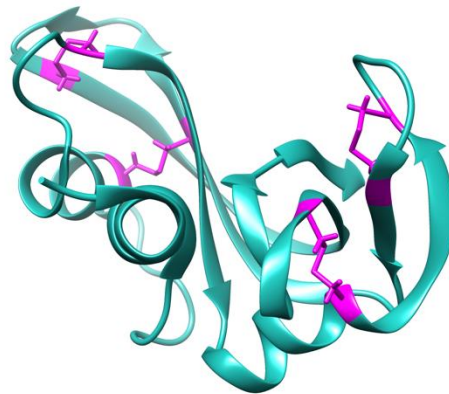
A B C D

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

A	1
B	2
	3

### Informacja do zadań 1–4

W roku 1972 Christian Anfinsen został uhonorowany nagrodą Nobla za badania nad wpływem struktury pierwszorzędowej białek na ich struktury wyższego rzędu. W swoich badaniach Anfinsen wykorzystał enzym białkowy – rybonukleazę A. W formie aktywnej tego enzymu występują cztery mostki dwusiarczkowe. Na poniższym schemacie wyróżniono je kolorem różowym. W celu zmiany stanu reszt cystein tworzących mostki dwusiarczkowe stosowany był czynnik redukujący –  $\beta$ -merkaptotetanol, zaś do denaturacji białka – mocznik (m.c.z. 60,06 g/mol) o stężeniu 8 M.



Źródło: informacja z bazy danych Protein Data Bank z numerem dostępu 5RSA

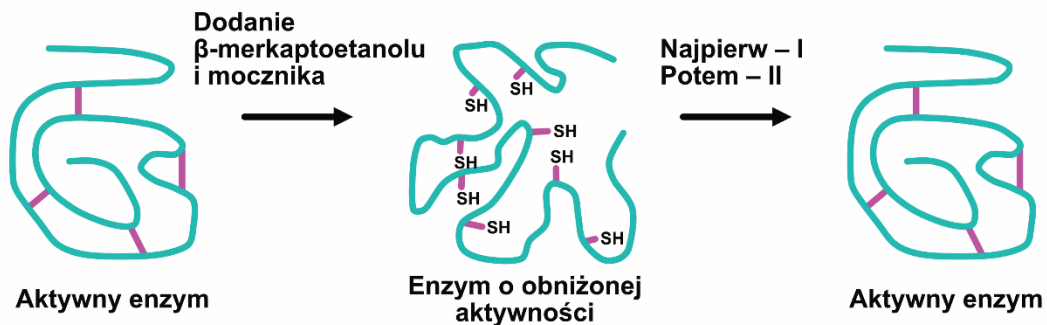
1. Określ przybliżoną masę mocznika potrzebną do osiągnięcia stężenia 8 M w końcowej objętości 1,5 ml (pojemność standardowej probówki typu Eppendorf).
  - A. 0,48 mg
  - B. 0,72 mg
  - C. 0,48 g
  - D. 0,72 g
  - E. 7,2 g
2. Uzupełnij w poniższym tekście luki (1.–3.) wyrażeniami z tabeli, wybierając w każdym przypadku jedno z dwóch zaproponowanych.

Rybonukleaza A jest białkiem **(1)**, na co wskazuje obecność mostków dwusiarczkowych w aktywnym białku – **(2)** panują warunki redukujące, które **(3)** powstawaniu mostków dwusiarczkowych.

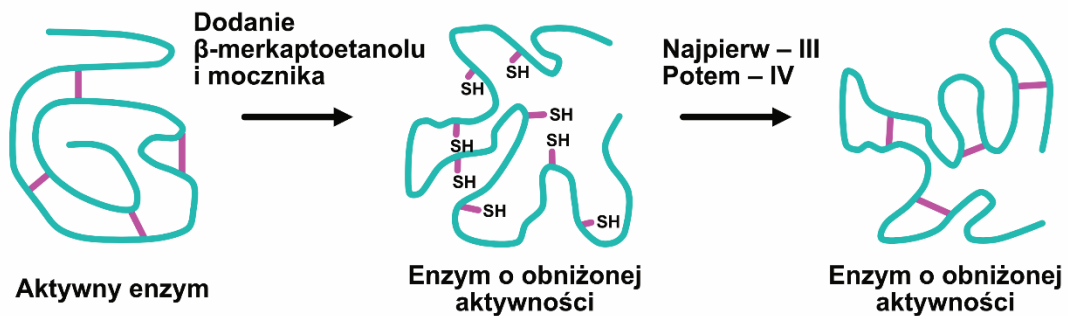
Numer luki	Wyrażenie
1.	<input type="checkbox"/> A. wewnątrzkomórkowym / <input type="checkbox"/> B. zewnątrzkomórkowym
2.	<input type="checkbox"/> A. w komórce / <input type="checkbox"/> B. poza komórką
3.	<input type="checkbox"/> A. sprzyjają / <input type="checkbox"/> B. nie sprzyjają

3. Do etapów doświadczenia oznaczonych na schemacie numerami I–IV wybierz opis czynności spośród A–D.

### Pierwszy wariant



### Drugi wariant



Numer z ilustracji	Czynność
I.	<input type="checkbox"/> A. Dodanie β-merkaptioetanolu / <input type="checkbox"/> B. Usunięcie β-merkaptioetanolu / <input type="checkbox"/> C. Dodanie mocznika / <input type="checkbox"/> D. Usunięcie mocznika
II.	<input type="checkbox"/> A. Dodanie β-merkaptioetanolu / <input type="checkbox"/> B. Usunięcie β-merkaptioetanolu / <input type="checkbox"/> C. Dodanie mocznika / <input type="checkbox"/> D. Usunięcie mocznika
III.	<input type="checkbox"/> A. Dodanie β-merkaptioetanolu / <input type="checkbox"/> B. Usunięcie β-merkaptioetanolu / <input type="checkbox"/> C. Dodanie mocznika / <input type="checkbox"/> D. Usunięcie mocznika
IV.	<input type="checkbox"/> A. Dodanie β-merkaptioetanolu / <input type="checkbox"/> B. Usunięcie β-merkaptioetanolu / <input type="checkbox"/> C. Dodanie mocznika / <input type="checkbox"/> D. Usunięcie mocznika

4. Określ, wybierając spośród A albo B, czy denaturacja białka jest zjawiskiem odwracalnym i wybierz odpowiednie uzasadnienie spośród 1.–3.

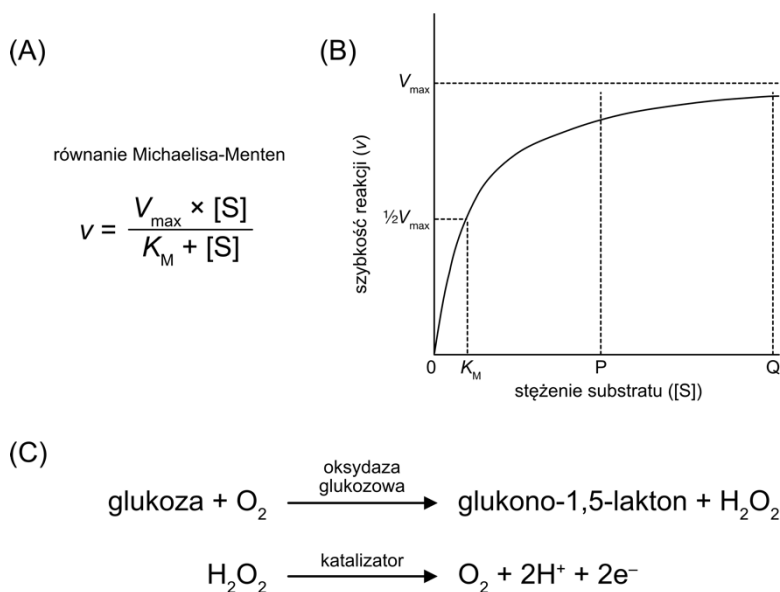
Na podstawie doświadczenia Anfinsena można stwierdzić, że denaturacja białka

<input type="checkbox"/> A.	jest	odwracalna, na co wskazuje	<input type="checkbox"/> 1.	pełna aktywność enzymu w ostatniej fazie doświadczenia w pierwszym wariantcie.
			<input type="checkbox"/> 2.	obniżona aktywność enzymu w środkowej fazie w obu wariantach doświadczenia.
<input type="checkbox"/> B.	nie jest		<input type="checkbox"/> 3.	obniżona aktywność enzymu w ostatniej fazie doświadczenia w drugim wariantcie.

### Informacja do zadań 5–8

Równanie Michaelisa-Menten (ryc. A) opisuje zależność między stężeniem substratu ( $[S]$ ) a szybkością reakcji enzymatycznej ( $v$ ). We wzorze występują dwa parametry – stała Michaelisa charakterystyczna dla danego enzymu ( $K_M$ ) oraz szybkość maksymalna w danym układzie ( $V_{\max}$ ). Wykres Michaelisa-Menten jest graficznym odwzorowaniem tej zależności (ryc. B).

Oksydaza glukozowa katalizuje reakcję utleniania glukozy (m.c.z. 180 g/mol) do glukono-1,5-laktonu, czemu towarzyszy redukcja  $O_2$  do  $H_2O_2$  (ryc. C). Wartość  $K_M$  jest stężeniem substratu, przy którym  $v = \frac{1}{2}V_{\max}$  i dla oksydazy glukozowej wynosi 25 mM.



Reakcję katalizowaną przez oksydazę glukozową wykorzystuje się do pomiaru stężenia glukozy we krwi. Glukometr jest w istocie miernikiem natężenia prądu. Próbkę krwi nanosi się na pasek zawierający unieruchomioną oksydazę glukozową, a glukometr rejestruje przepływ elektronów towarzyszący utlenianiu  $H_2O_2$  katalizowanemu przez nieenzymatyczny katalizator zawarty w pasku do glukometru (ryc. C). U zdrowej osoby na czczo glukometr powinien wskazywać stężenie glukozy wynoszące ok. 90 mg na 100 ml krwi, czyli ok. 0,9 mg/ml. Przy tym stężeniu glukozy oksydaza glukozowa w pasku do glukometru utlenia ten cukier z szybkością ok.  $50 \mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ .

W miodzie wytwarzanym przez pszczoły obserwuje się obecność oksydazy glukozowej. Ma ona istotny udział w ochronie miodu przed rozwojem bakterii na jego powierzchni.

*Na podstawię: M. Bucekova i wsp.: Honeybee glucose oxidase – its expression in honeybee workers and comparative analyses of its content and  $H_2O_2$ -mediated antibacterial activity in natural honeys. Naturwissenschaften, 2014, 101(8):661–70.*

5. Określ, wybierając spośród A albo B, zależność między wartością  $K_M$  a powinowactwem enzymu do substratu i wybierz odpowiednie uzasadnienie spośród 1.–3.

Wśród izoenzymów o takiej samej wartości  $V_{max}$ , a różniących się wartością  $K_M$ , enzym z najniższą wartością  $K_M$  wykazuje

<input type="checkbox"/> A.	najniższe	powinowactwo do substratu, ponieważ	<input type="checkbox"/> 1.	przy stosunkowo niskim stężeniu substratu reakcja osiąga połowę $V_{max}$ .
			<input type="checkbox"/> 2.	przy stosunkowo wysokim stężeniu substratu reakcja osiąga połowę $V_{max}$ .
<input type="checkbox"/> B.	najwyższe		<input type="checkbox"/> 3.	kąt nachylenia prostej w zakresie $0-K_M$ stężenia substratu jest najmniejszy.

6. Wybierz wartość  $V_{max}$  reakcji katalizowanej przez oksydazę glukozową w pasku do glukometru.

- A.  $0,06 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$   
 B.  $0,3 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$   
 C.  $3 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$   
 D.  $30 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$   
 E.  $300 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

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

Aby glukometr wskazywał precyzyjnie stężenie glukozy we krwi, oksydaza glukozowa powinna wykazywać (1) specyficzność substratową, a reakcja powinna przebiegać w (2) stężenia substratu. W tym zakresie niewielki wzrost stężenia glukozy wpływa na stosunkowo (3) wzrost szybkości reakcji, co przekłada się na dokładność pomiaru.

Numer luki	Wyrażenie
1.	<input type="checkbox"/> A. wąską / <input type="checkbox"/> B. szeroką
2.	<input type="checkbox"/> A. zakresie $0-K_M$ / <input type="checkbox"/> B. zakresie P–Q
3.	<input type="checkbox"/> A. duży / <input type="checkbox"/> B. mały

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

W wyniku reakcji katalizowanej przez oksydazę glukozową na powierzchni miodu powstaje (1). Związek ten jest (2), dlatego (3) wzrości bakterii.

Numer luki	Wyrażenie
1.	<input type="checkbox"/> A. $\text{H}_2\text{O}_2$ / <input type="checkbox"/> B. $\text{O}_2$
2.	<input type="checkbox"/> A. silnym kwasem / <input type="checkbox"/> B. reaktywną formą tlenu
3.	<input type="checkbox"/> A. sprzyja / <input type="checkbox"/> B. nie sprzyja

### Informacja do zadań 9 i 10

Mitochondria są kluczowym elementem życia eukariotycznego, a ich obecność stanowi jedną z najbardziej trwałych biologicznych unii, jako że mitochondria są potomkami bakteryjnych endosymbiontów pozyskanych jeszcze przed ostatnim wspólnym przodkiem wszystkich eukariontów. Pomimo długotrwałej symbiozy, istnienie niezależnie replikujących się mitochondriów w komórkach eukariotycznych stwarza możliwość powstania konfliktu między genami mitochondrialnymi a jądrowymi. Na przykład, mutacje zwiększające transmisję genomów mitochondrialnych i zmniejszające transmisję genomów jądrowych prowadzą do konfliktu mitojądrowego (ang. *mitonuclear conflict*).

Dotychczas zidentyfikowano lub zasugerowano kilka przykładowych mechanizmów samolubnej replikacji mitochondriów. Po pierwsze, różniące się sekwencją warianty mitochondrialnego genomu mogą bezpośrednio skracać czas replikacji. Mniejsze genomy mitochondrialne, powstające wskutek delecji, replikują się szybciej i rozprzestrzeniają się w organizmie, mimo że delecje kluczowych genów mogą znacząco wpływać na fosforylację oksydacyjną i na czynność całego organizmu. Przykładowo, warianty mitochondriów u nicieni *Caenorhabditis* z dużymi delecjami w genie *NAD5* mają przewagę podczas replikacji, ale pogarszają energetykę organizmu.

Warianty sekwencji, które preferencyjnie rekrutują maszynię replikacyjną, również mogą przyspieszać replikację DNA i zwiększać częstość występowania w populacji. Na przykład, karłowate mutanty (fenotyp *petite*) drożdży piekarniczych *Saccharomyces cerevisiae* pojawiają się spontanicznie z dużą częstotliwością, zwykle na drodze rozległych delecji w genomie mitochondrialnym. Wzrost komórek jest spowolniony przez upośledzone oddychanie komórkowe. Mutanty *petite* mają również zduplikowane miejsca ORI w genomie mitochondrialnym, co prawdopodobnie daje tym organelom dodatkową przewagę w replikacji.

Na podstawie: Havird i inni: *Selfish Mitonuclear Conflict*. *Current Biology*, 2019, 29(11): R496-R511

### 9. Określ, które z poniższych stwierdzeń są prawdziwe, a które fałszywe.

Stwierdzenie	Prawda czy fałsz?
1. Samolubne zachowania wykazują również inne niż mitochondria obłonione organella, np. aparat Golgiego.	<input type="checkbox"/> prawda / <input type="checkbox"/> fałsz
2. Komórki <i>petite</i> drożdży funkcjonują dzięki nielicznym sprawnym mitochondriom, ponieważ drożdże obligatoryjnie oddychają tlenowo.	<input type="checkbox"/> prawda / <input type="checkbox"/> fałsz
3. Samolubne mitochondria mogą powstawać z prawidłowych mitochondriów wskutek mutacji.	<input type="checkbox"/> prawda / <input type="checkbox"/> fałsz

### 10. Przeczytaj poniższy tekst i uzupełnij luki (1.–3.) wyrażeniami z tabeli, wybierając w każdym przypadku jedno z dwóch zaproponowanych.

Komórki jajowe podlegają selekcji pod kątem czynności mitochondriów, aby potomstwo **(1)** jak najmniej samolubnych mitochondriów. Plemniki **(2)** analogicznej selekcji jak komórki jajowe. Samolubne mitochondria, które wykształcają się podczas rozwoju osobniczego w komórkach somatycznych **(3)** przekazywane potomstwu.

Numer luki	Wyrażenie
1.	<input type="checkbox"/> A. wykształciło podczas swojego rozwoju / <input type="checkbox"/> B. odziedziczyło po matce
2.	<input type="checkbox"/> A. podlegają / <input type="checkbox"/> B. nie podlegają
3.	<input type="checkbox"/> A. są / <input type="checkbox"/> B. nie są

Informacja do zadań 11 i 12

Pałka wąskolistna (*Typha angustifolia*) i pałka szerokolistna (*Typha latifolia*) to przedstawiciele roślin jednoliściennych wykształcających kwiatostany żeńskie w postaci kolb. Są to rośliny jednopienne o kwiatach rozdzielno płciowych. Kwiaty męskie zawierają trzy pręciki. Owocem tych roślin są jednonasienne orzeszki.

W naturalnym środowisku pałka wąskolistna rośnie w głębszej wodzie niż pałka szerokolistna. Po przeprowadzeniu doświadczeń okazało się, że posadzona osobno pałka wąskolistna rośnie bardzo dobrze również w płytkiej wodzie. Pałka szerokolistna natomiast nie rośnie w wodzie głębszej.

**11. Określ, czy podane w tabeli cechy świadczą o przynależności rodzaju *Typha* do klasy roślin jednoliściennych.**

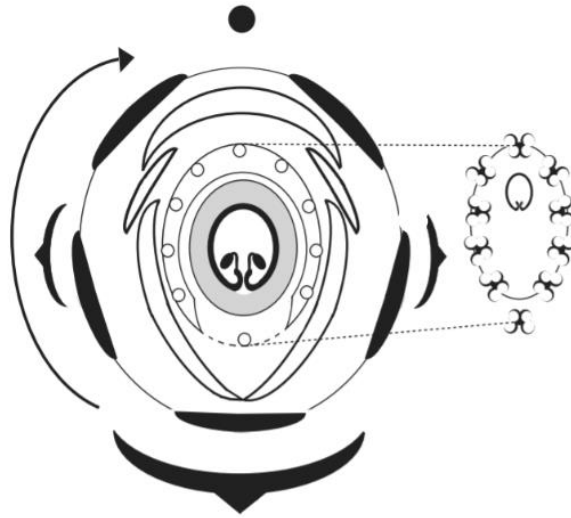
Cecha	Czy świadczy o przynależności do jednoliściennych?
1. Jednopienność.	<input type="checkbox"/> tak / <input type="checkbox"/> nie
2. Rozdzielno płciowe kwiaty.	<input type="checkbox"/> tak / <input type="checkbox"/> nie
3. Owoc w postaci jednonasiennych orzeszków.	<input type="checkbox"/> tak / <input type="checkbox"/> nie

**12. Określ, czy podane w tabeli wnioski wynikają z przedstawionych informacji – obserwacji i wyników doświadczeń.**

Wniosek	Czy wynika z przedstawionych informacji?
1. Pałka wąskolistna ma szerszy zakres tolerancji ekologicznej względem głębokości wody niż pałka szerokolistna.	<input type="checkbox"/> tak / <input type="checkbox"/> nie
2. Pałka szerokolistna jest silniejszym konkurentem niż pałka wąskolistna.	<input type="checkbox"/> tak / <input type="checkbox"/> nie
3. Podstawowe nisze ekologiczne obu gatunków pałek są takie same.	<input type="checkbox"/> tak / <input type="checkbox"/> nie



13. Na poniższym rysunku przedstawiono narys kwiatowy pewnego gatunku rośliny. Czarną kropką u góry oznaczono oś kwiatu (pęd).

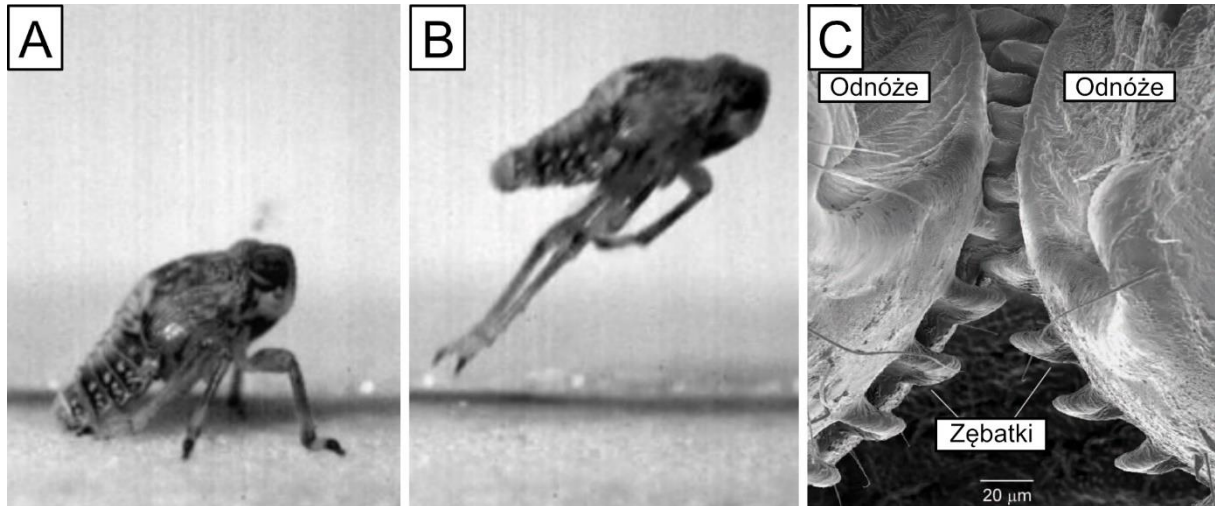


Zaznacz zdjęcie kwiatu (1.–5.), którego narys przedstawiono na powyższym schemacie.



Informacja do zadań 14–16

Nimfy *Issus coleoptratus* osiągają podczas skoku prędkość prawie 4 m/s. Jest to możliwe dzięki obniżeniu odwłoka względem ostatniej, trzeciej pary odnóży kroczynek (A), a następnie wyprostowaniu tych odnóży w ciągu rekordowo krótkiego czasu – ok. 2 ms (B). *I. coleoptratus* jest pierwszym organizmem, u którego odkryto naturalną przekładnię zębatą (C), łączącą odnóża trzeciej pary. Całkowita długość tej przekładni wynosi ok. 400  $\mu\text{m}$ .



Źródło: Burrows i Sutton: *Interacting gears synchronize propulsive leg movements in [...]*. *Science*, 2013, 341:1254–1256.

14. Wybierz prawidłowe dokończenie zdania.

Zębatki w trakcie prostowania trzeciej pary odnóży nimfy *Issus coleoptratus* poruszają się w przybliżeniu z prędkością

- A. 2,0 m/s
- B. 1,0 m/s
- C. 0,2 m/s
- D. 1,0  $\mu\text{m/s}$
- E. 0,2  $\mu\text{m/s}$

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

Występowanie przekładni zębatej u *I. coleoptratus* gwarantuje to, że ruch odnóży po obu stronach ciała jest (1). W konsekwencji skok nimfy *I. coleoptratus* odbywa się (2). Zdjęcie C przedstawiające przekładnię zębatą *I. coleoptratus* wykonano techniką (3) mikroskopii elektronowej.

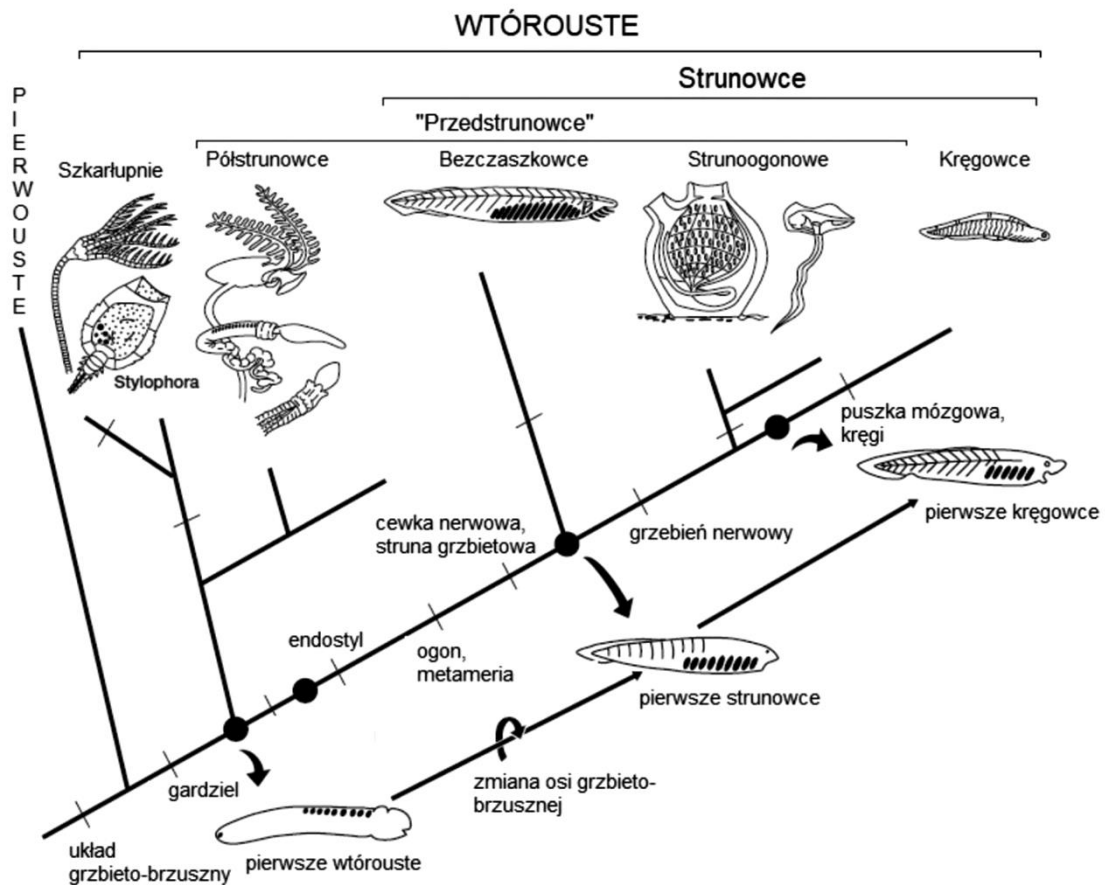
Numer luki	Wyrażenie
1.	<input type="checkbox"/> A. zsynchronizowany / <input type="checkbox"/> B. niezależny
2.	<input type="checkbox"/> A. wzdłuż osi długiej ciała / <input type="checkbox"/> B. na przemian w lewo i prawo
3.	<input type="checkbox"/> A. skaningowej / <input type="checkbox"/> B. transmisyjnej

16. Określ przynależność systematyczną *I. coleoptratus*.

- A. Owady.
- B. Wije.
- C. Skorupiaki.
- D. Pajęczaki.

Informacja do zadań 17 i 18

Na poniższym schemacie przedstawiono relacje pokrewieństwa w obrębie wtóroustych. Na gałęziach drzewa filogenetycznego zaznaczono momenty wykształcenia kluczowych cech.



17. Zbuduj prawdziwe dokończenie zdania, wybierając spośród A albo B, oraz spośród 1.–3.

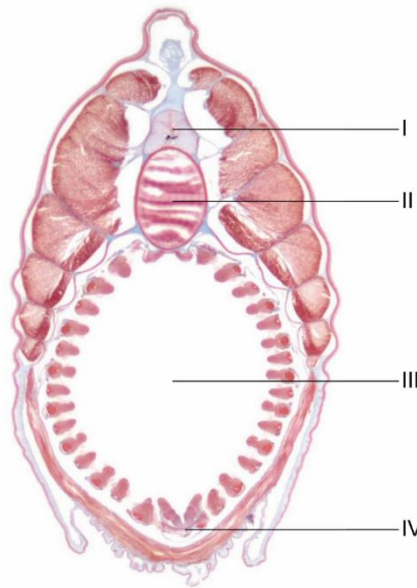
Bezczaszkowce można rozpoznać po tym, że mają

<input type="checkbox"/> A.	endostyl i strunę grzbietową,	ale nie mają	<input type="checkbox"/> 1.	kręgow.
<input type="checkbox"/> B.	gardziel,		<input type="checkbox"/> 2.	puszki mózgowej.
			<input type="checkbox"/> 3.	grzebienia nerwowego.

18. Określ, które stwierdzenia dotyczące wtóroustych są prawdziwe, a które fałszywe.

Stwierdzenie	Prawda czy fałsz?
1. U zwierząt wtóroustych prągle stały się otworem gębowym.	<input type="checkbox"/> prawda / <input type="checkbox"/> fałsz
2. Pięciopromienna symetria ciała szkarłupni jest cechą wtórną ewolucyjnie.	<input type="checkbox"/> prawda / <input type="checkbox"/> fałsz
3. U wszystkich strunowców na którymś etapie rozwoju występuje ogon.	<input type="checkbox"/> prawda / <input type="checkbox"/> fałsz

19. Na ilustracji przedstawiono przekrój poprzeczny przez ciało lancetnika (*Branchiostoma lanceolatum*).



Źródło: Wikimedia commons.

Wybierz właściwe nazwy struktur oznaczonych numerami I–IV.

Numer z ilustracji	Nazwa struktury
I.	<input type="checkbox"/> A. cewka nerwowa / <input type="checkbox"/> B. endostyl / <input type="checkbox"/> C. gardziel / <input type="checkbox"/> D. struna grzbietowa
II.	<input type="checkbox"/> A. cewka nerwowa / <input type="checkbox"/> B. endostyl / <input type="checkbox"/> C. gardziel / <input type="checkbox"/> D. struna grzbietowa
III.	<input type="checkbox"/> A. cewka nerwowa / <input type="checkbox"/> B. endostyl / <input type="checkbox"/> C. gardziel / <input type="checkbox"/> D. struna grzbietowa
IV.	<input type="checkbox"/> A. cewka nerwowa / <input type="checkbox"/> B. endostyl / <input type="checkbox"/> C. gardziel / <input type="checkbox"/> D. struna grzbietowa

20. Poniżej przedstawiono zdjęcie pewnego zwierzęcia.



Źródło: Encyclopædia Britannica.

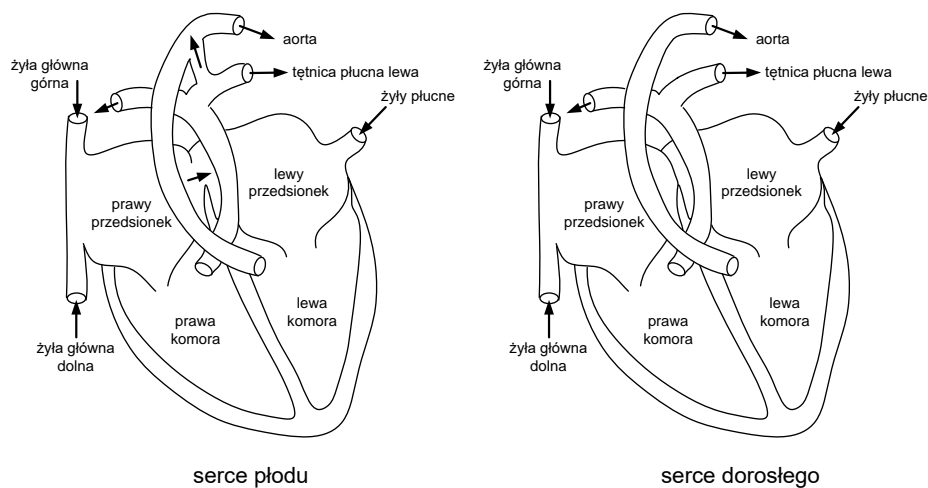
Określ, które stwierdzenia dotyczące przedstawionego zwierzęcia są prawdziwe, a które fałszywe.

Stwierdzenie	Prawda czy fałsz?
1. Zwierzę to należy do torbaczy.	<input type="checkbox"/> prawda / <input type="checkbox"/> fałsz
2. U samców jądra znajdują się w mosznie.	<input type="checkbox"/> prawda / <input type="checkbox"/> fałsz
3. Zarówno samce jak i samice mają kloakę.	<input type="checkbox"/> prawda / <input type="checkbox"/> fałsz

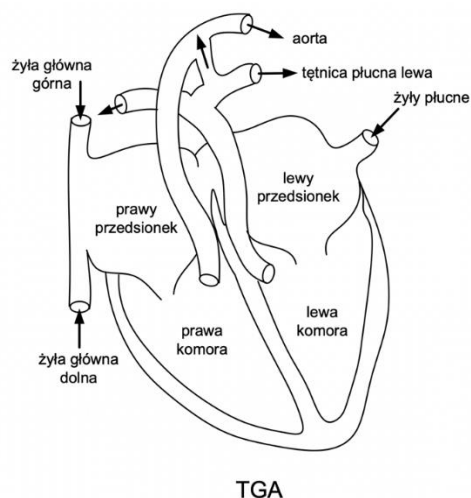
### Informacja do zadań 21 i 22

Rozwój serca u ludzkiego płodu jest bardzo złożonym i wieloetapowym procesem. Na początku serce ma postać pojedynczego, wydłużonego przewodu i pompuje krew od swojego końca żylnego (zatoki żyłnej) w kierunku pnia tętniczego. Z czasem, wskutek kolejnych fałdowań, obrotów, powstawania przewężeń i przegród, serce stopniowo przyjmuje ostateczny kształt. Pierwotne przedsionek i komora dzielą się na części prawe i lewe, wykształcają się dwa odrębne krwiobiegi – płucny (mały) i obwodowy (duży).

Aż do urodzenia funkcjonują połączenia między krwiobiegiem dużym a małym. Do najważniejszych należą otwór owalny w przegrodzie międzyprzedsionkowej oraz przewód tętniczy łączący aortę z tętnicami płucnymi. Oba te połączenia umożliwiają krwi omijanie niewykorzystywanych w życiu płodowym płuc; oba zamykają się niedługo po urodzeniu. Na przykład drożność przewodu tętniczego jest utrzymywana dzięki prostaglandynie E – związkowi o działaniu rozkurczającym na naczynia. Po urodzeniu stężenie prostaglandyny E spada, a przewód tętniczy się zamyka. Poniższy schemat przedstawia prawidłową budowę serca płodu oraz dorosłego.



Podczas rozwoju serca stosunkowo często zdarzają się różne zaburzenia i błędy, które powodują powstawanie wad rozwojowych. Jedną z nich jest zespół hipoplazji lewego serca (HLHS, *hypoplastic left heart syndrome*). Innym przykładem poważnej wady rozwojowej jest całkowite przełożenie wielkich pni tętniczych (TGA, *transposition of great arteries*). Wada dotyczy stożka tętniczego i prowadzi do „zamiany” aorty i pnia płucnego – aorta rozpoczyna się w prawej komorze, a pień płucny w lewej. Poniższy schemat przedstawia serce z TGA dziecka bezpośrednio po urodzeniu.



**21. Przeczytaj poniższy tekst dotyczący HLHS i uzupełnij luki (1.–4.) wyrażeniami z tabeli, wybierając w każdym przypadku jedno z dwóch zaproponowanych.**

Przyczyną HLHS jest atrezja mitralna (zarośnięcie zastawki dwudzielnej). Krew wracająca żyłami płucnymi trafia do lewego przedsionka i **(1)** do lewej komory. W konsekwencji lewa komora **(2)**. HLHS zalicza się więc do tzw. wad serca jednokomorowego.

Jedyną skuteczną metodą leczenia takich wad jest zabieg chirurgiczny. Jednym z takich zabiegów jest procedura Fontana, która polega na przekształceniu dwóch krwiociągów w jeden, napędzany przez jedyną sprawną komorę serca. Podczas pierwszej operacji **(3)** oraz doprowadza się aortę do prawej komory. Drugi zabieg polega na połączeniu żył głównych z **(4)** z ominięciem serca.

Numer luki	Wyrażenie
1.	<input type="checkbox"/> A. nie może wpłynąć / <input type="checkbox"/> B. bez ograniczeń wpływa
2.	<input type="checkbox"/> A. ulega nadmiernemu rozciągnięciu / <input type="checkbox"/> B. prawie nie wypełnia się krwią
3.	<input type="checkbox"/> A. usuwa się przegrodę międzyprzedsionkową / <input type="checkbox"/> B. zamyka się otwór w przegrodzie międzyprzedsionkowej
4.	<input type="checkbox"/> A. aortą / <input type="checkbox"/> B. tętnicami płucnymi

**22. Określ, które ze stwierdzeń dotyczących TGA są prawdziwe, a które fałszywe.**

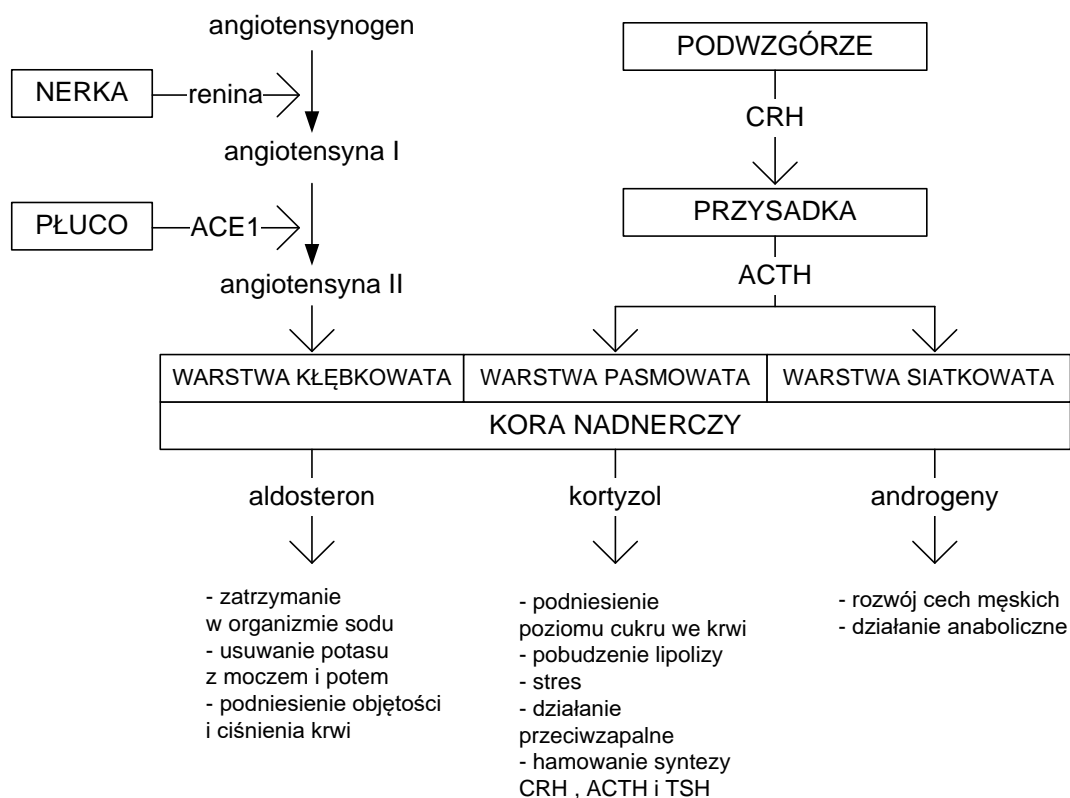
Stwierdzenie	Prawda czy fałsz?
1. U dzieci z TGA krew krąży w dwóch niemal całkowicie oddzielnych krwiociągach – krew utlenowana może dostać się do krwiociągu dużego tylko przez nieliczne połączenia między krwiociągami.	<input type="checkbox"/> prawda / <input type="checkbox"/> fałsz
2. Pierwsze objawy TGA występują w okresie dojrzewania, a chirurgiczną korekcję tej wady powinno się przeprowadzić po osiągnięciu dojrzałości.	<input type="checkbox"/> prawda / <input type="checkbox"/> fałsz
3. Po urodzeniu dziecka z TGA powinno się natychmiast podać mu kwas acetylosalicylowy (aspirynę) – inhibitor cyklooksygenazy, enzymu odpowiedzialnego za syntezę prostaglandyn.	<input type="checkbox"/> prawda / <input type="checkbox"/> fałsz

### Informacja do zadań 23–26

Kora nadnerczy jest gruczołem dokrewnym odpowiedzialnym za syntezę i uwalnianie hormonów steroidowych (kortykosteroidów). Zbudowana jest z trzech koncentrycznie ułożonych warstw – kłębkowatej, pasmowatej i siatkowatej. Każda z tych warstw uwalnia inne kortykosteroidy: kłębkowata wydziela mineralokortykosteroidy (głównie aldosteron), pasmowata – glikokortykosteroidy (najważniejszy to kortyzol), zaś siatkowata – androgeny (testosteron i DHEA – dehydroepiandrosteron). Na poniższym schemacie przedstawiono wpływ hormonów kory nadnerczy na organizm.

Czynność kory nadnerczy regulowana jest hormonalnie. Przy braku kortyzolu podwzgórze uwalnia kortykoliberynę (CRH). Pobudza ona przysadkę do syntezy kortykotropiny (ACTH), która wraz z krwią trafia do nadnerczy i tam pobudza wydzielanie kortykosteroidów. ACTH działa troficznie na wszystkie warstwy kory nadnerczy (czyli pobudza ich wzrost; niedobór ACTH prowadzi do zaniku kory nadnerczy), a także jest niezbędny do pobierania cholesterolu z krążących we krwi lipoprotein (cholesterol jest prekursorem wszystkich hormonów steroidowych).

ACTH bezpośrednio pobudza syntezę i uwalnianie glikokortykosteroidów i androgenów, ale nie zwiększa syntezę aldosteronu. Jego wytwarzanie podlega odrębnej regulacji. Wchodzi on w skład tzw. układu renina-angiotensyna-aldosteron (RAAS). Spadek ciśnienia tętniczego krwi prowadzi do uwalniania w nerkach reniny. Renina jest enzymem, który z osoczowego białka angiotensynogenu wycina krótki peptyd – angiotensynę I. Angiotensyna I w płucach podlega pod wpływem konwertazy angiotensyny (ACE1) przemianie do bardziej aktywnej angiotensyny II. Angiotensyna II wykazuje wiele działań, które mają na celu podniesienie ciśnienia krwi, a jednym z nich jest pobudzanie syntezy aldosteronu. Synteza aldosteronu wzrasta również przy wysokim stężeniu jonów potasu we krwi.



**23. Określ, które z poniższych stwierdzeń są prawdziwe, a które fałszywe.**

Stwierdzenie	Prawda czy fałsz?
1. Czynność kory nadnerczy jest regulowana na zasadzie ujemnego sprzężenia zwrotnego.	<input type="checkbox"/> prawda / <input type="checkbox"/> fałsz
2. Synteza aldosteronu może zachodzić prawidłowo przy całkowitym braku ACTH.	<input type="checkbox"/> prawda / <input type="checkbox"/> fałsz
3. Działanie kortyzolu na stężenie glukozy we krwi jest przeciwstawne względem działania insuliny.	<input type="checkbox"/> prawda / <input type="checkbox"/> fałsz

**24. Odpowiedz na poniższe pytania na temat chorób związanych z zaburzeniami funkcjonowania kory nadnerczy i wydzielania hormonów.**

Opis choroby i pytanie	Odpowiedź
1. Choroba Addisona (cisawica) jest to pierwotna niedoczynność wszystkich warstw kory nadnerczy. Najczęstszą przyczyną choroby jest przewlekła reakcja autoimmunologiczna, uszkadzająca nadnercza. <b>Czy w chorobie Addisona poziom ACTH jest obniżony?</b>	<input type="checkbox"/> tak / <input type="checkbox"/> nie
2. Glikokortykosteroidy były jednymi z pierwszych leków osłabiających odporność (immunosupresyjnych) używanych w transplantologii. <b>Czy długotrwałe podawanie tych hormonów prowadzi do zaniku kory nadnerczy?</b>	<input type="checkbox"/> tak / <input type="checkbox"/> nie
3. Zespół Liddle'a jest rzadką chorobą genetyczną, której przyczyną jest mutacja aktywująca kanał sodowy $E_{NaC}$ . Wskutek mutacji kanał ten jest czynny niezależnie od obecności aldosteronu. Mimo prawidłowego lub obniżonego stężenia aldosteronu objawy wskazują na jego nadmiar – taki stan określa się jako pseudohiperaldosteronizm. <b>Czy zespół Liddle'a prowadzi do rozwoju nadciśnienia tętniczego?</b>	<input type="checkbox"/> tak / <input type="checkbox"/> nie

**25. Najważniejszą przyczyną choroby Cushinga jest gruczolak przysadki – nowotwór produkujący ACTH w nadmiarze. Z tego powodu choroba Cushinga prowadzi do wtórnej nadczynności kory nadnerczy.**

**Zaznacz objaw, który nie występuje w chorobie Cushinga.**

- A. Osłabiona odporność.
- B. Niedoczynność tarczycy.
- C. Wysoki poziom CRH we krwi.
- D. Wysoki poziom kortyzolu we krwi.
- E. Podwyższone stężenie cukru we krwi i insulinooporność.

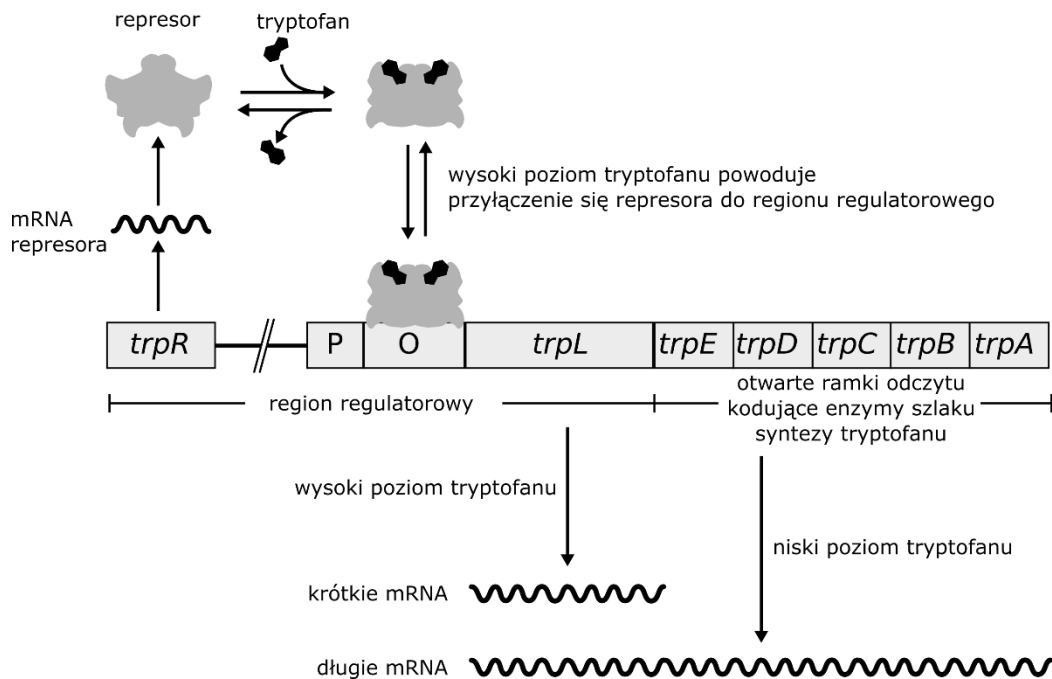


26. Przeczytaj poniższy tekst i uzupełnij luki (1.–4.) wyrażeniami z tabeli, wybierając w każdym przypadku jedno z dwóch zaproponowanych.

21 $\beta$ -hydroksylaza steroidowa jest enzymem niezbędnym do syntezy mineralokortykosteroidów i glikokortykosteroidów. Wrodzony niedobór tego enzymu prowadzi do ciężkich zaburzeń pracy nadnerczy. Jediną grupą hormonów, jakie jest w stanie syntetyzować wówczas kora nadnerczy, są androgeny. Dlatego stężenie kortyzolu we krwi jest (1). Powoduje to (2) poziomu ACTH. Ta zmiana prowadzi do (3) kory nadnerczy. Równocześnie ilość produkowanych w nadnerczach androgenów jest (4).

Numer luki	Wyrażenie
1.	<input type="checkbox"/> A. znikome / <input type="checkbox"/> B. wysokie
2.	<input type="checkbox"/> A. obniżenie / <input type="checkbox"/> B. podwyższenie
3.	<input type="checkbox"/> A. zaniku / <input type="checkbox"/> B. przerostu
4.	<input type="checkbox"/> A. zbyt niska / <input type="checkbox"/> B. zbyt wysoka

27. Charakterystyczną cechą organizacji genomów prokariotycznych jest obecność operonów, czyli zespołów otwartych ramek odczytu znajdujących się pod wspólną kontrolą jednego promotora.

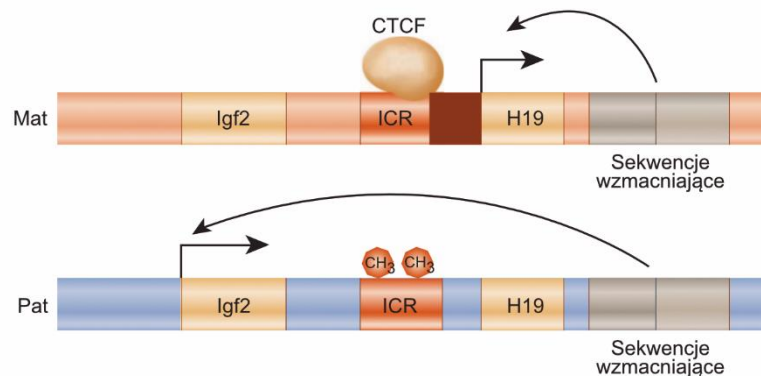


W oparciu o analizę przedstawionego schematu określ, które stwierdzenia dotyczące operonu tryptofanowego są prawdziwe, a które fałszywe.

Stwierdzenie	Prawda czy fałsz?
1. Ekspresja genu kodującego represor prowadzi do powstania cząsteczki nieaktywnej, niezdolnej do związania się do regionu regulatorowego.	<input type="checkbox"/> prawda / <input type="checkbox"/> fałsz
2. Ekspresja genów wchodzących w skład operonu zachodzi intensywniej w przypadku wysokiego poziomu tryptofanu.	<input type="checkbox"/> prawda / <input type="checkbox"/> fałsz
3. Aktywny represor pełni rolę czynnika hamującego translację.	<input type="checkbox"/> prawda / <input type="checkbox"/> fałsz

Informacja do zadań 28 i 29

Rodzicielskie piętno genomowe dotyczy niewielkiej grupy genów i polega na tym, że ekspresja piętnowanego genu zachodzi tylko na jednym z dwóch rodzicielskich chromosomów. Zjawisko polega na zróżnicowanej metylacji dwóch rodzicielskich alleli piętnowanego genu. Niemal wszystkie piętnowane geny zgrupowane są w genomie w zespoły. W obrębie tych zespołów znajduje się zwykle co najmniej jeden gen, który podlega ekspresji z allelu matczynego, i jeden gen, podlegający ekspresji z allelu ojcowskiego. Regulacja ekspresji genów wchodzących w skład takich zespołów przebiega w sposób skoordynowany w drodze metylacji długich (do 100 kpz), międzygenowych rejonów DNA kontrolujących piętnowanie, oznaczanych ICR – rejonami kontrolnymi piętnowania. W zespole piętnowanych genów u myszy *Igf2/H19* na chromosomie matczynym białko CTCF wiąże się z rejonem ICR i chroni go przed metylacją. Tworzy się bariera chromatynowa, która uniemożliwia oddziaływanie genu *Igf2* z sekwencjami wzmacniającymi położonymi poniżej allelu *H19*. Metylacja rejonu ICR na chromosomie ojcowskim uniemożliwia wiązanie białka CTCF. Promotor genu *Igf2* oddziałuje z sekwencjami wzmacniającymi, natomiast ojcowska ekspresja allelu *H19* jest blokowana, ponieważ metylacja regionu ICR rozciąga się na położony w pobliżu promotor tego genu.



Igf2 – gen  
 H19 – gen  
 Mat – chromosom pochodzenia matczynego  
 Pat – chromosom pochodzenia ojcowskiego  
 ICR – rejon kontrolny piętnowania  
 CH<sub>3</sub> – grupy metylowe  
 CTCF – białko regulatorowe

Źródło: Allison L. A.: Podstawy biologii molekularnej. Warszawa: WUW, 2009.

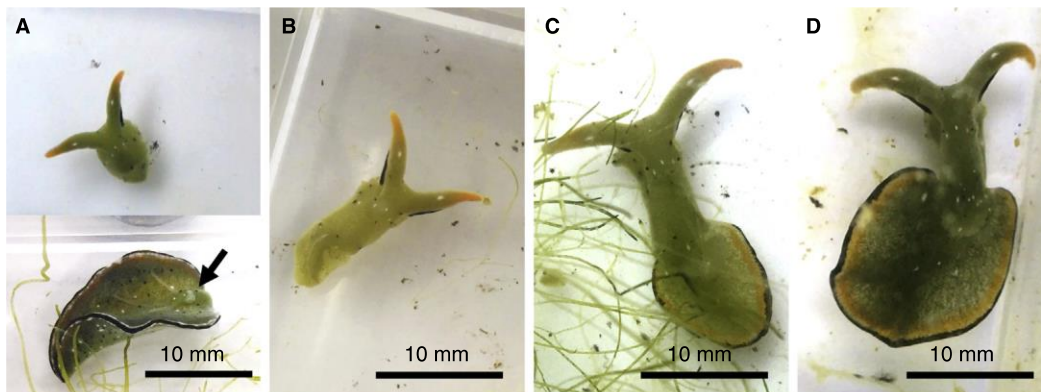
28. Określ, które stwierdzenia dotyczące piętnowania genów *Igf2/H19* są prawdziwe, a które fałszywe.

Stwierdzenie	Prawda czy fałsz?
1. W jednym chromosomie oba geny ulegają ekspresji, a w drugim ekspresja jest zahamowana.	<input type="checkbox"/> prawda / <input type="checkbox"/> fałsz
2. Metylacja DNA ICR powoduje zahamowanie ekspresji genu <i>Igf2</i> na chromosomie pochodzenia ojcowskiego.	<input type="checkbox"/> prawda / <input type="checkbox"/> fałsz
3. Gen <i>Igf2</i> w chromosomie pochodzenia matczynego jest metylowany, co zapobiega jego ekspresji.	<input type="checkbox"/> prawda / <input type="checkbox"/> fałsz

29. W wyniku zapłodnienia może dojść do powstania organizmu, u którego oba chromosomy pochodzą od jednego rodzica (disomia jednorodzielcka).  
**Określ, konsekwencje sytuacji, gdy oba chromosomy, na których położone są geny *Igf2/H19* pochodzą od matki.**

- A. Na jednym chromosomie oba geny ulegają ekspresji, a na drugim ekspresja jest zahamowana.
- B. Aktywne są geny *H19* na obu chromosomach, nie ma produktu genu *Igf2*.
- C. Inaktywacji ulegają oba geny – zarówno *Igf2*, jak i *H19*.
- D. Aktywne są geny *Igf2* na obu chromosomach, nie powstanie transkrypt genu *H19*.

30. *Elysia marginata* to morskie zwierzę, u którego obserwuje się kleptoplastię – zdolność do utrzymywania chloroplastów pochodzących z pokarmu i utrzymywania ich w organizmie. Niedawno stwierdzono inną niezwykłą cechę tego gatunku. Po autotomii, czyli odrzuceniu części ciała (A; strzałką oznaczono położenie serca), jedna z nich ulega regeneracji (B i C), by po 22 dniach zregenerować całkowicie cały organizm (D). Okazało się, że regeneracja ciała po autotomii zachodzi wyłącznie u osobników z kleptoplastią.



Źródło: Mitoh i Yusa: Extreme autotomy and whole-body regeneration in [...]. *Current Biology*, 2021, 31: R215–R240.

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

Po autotomii *Elysia marginata* obumiera (1). W początkowej fazie regeneracji ciała organizm pozyskuje substancje odżywcze z (2), dlatego można stwierdzić, że kleptoplastia (3) osobnika po autotomii.

Numer luki	Wyrażenie
1.	<input type="checkbox"/> A. głowa / <input type="checkbox"/> B. większa część ciała z wyjątkiem głowy
2.	<input type="checkbox"/> A. fotosyntezy zachodzącej w chloroplastach / <input type="checkbox"/> B. trawienia pokarmu w przewodzie pokarmowym
3.	<input type="checkbox"/> A. warunkuje przeżycie / <input type="checkbox"/> B. nie warunkuje przeżycia

Imię i nazwisko

KGOB

PESEL

2222222222

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
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

<b>1</b>		A	B	C	■	E	<b>6</b>		A	■	C	D	E
<b>2</b>	1	A	■				<b>7</b>	1	■	B			
	2	■	B					2	■	B			
	3	A	■					3	■	B			
<b>3</b>	I	A	B	C	■		<b>8</b>	1	■	B			
	II	A	■	C	D			2	A	■			
	III	A	■	C	D			3	A	■			
	IV	A	B	C	■								
<b>4</b>		■		■			<b>9</b>	1	P	■			
		B		2				2	P	■			
				3				3	■	F			
<b>5</b>		A		■			<b>10</b>	1	A	■			
		■		2				2	A	■			
				3				3	A	■			

11	1	T	■
	2	T	■
	3	T	■

21	1	■	B
	2	A	■
	3	■	B
	4	A	■

30	1	A	■
	2	■	B
	3	■	B

12	1	■	N
	2	■	N
	3	T	■

22	1	■	F
	2	P	■
	3	P	■

13	■	2	3	4	5
----	---	---	---	---	---

23	1	■	F
	2	P	■
	3	■	F

14	A	B	■	D	E
----	---	---	---	---	---

24	1	T	■
	2	■	N
	3	■	N

15	1	■	B
	2	■	B
	3	■	B

16	■	B	C	D
----	---	---	---	---

25	A	B	■	D	E
----	---	---	---	---	---

17	■	1
	B	2
		■

26	1	■	B
	2	A	■
	3	A	■
	4	A	■

18	1	P	■
	2	■	F
	3	■	F

27	1	■	F
	2	P	■
	3	P	■

19	I	■	B	C	D
	II	A	B	C	■
	III	A	B	■	D
	IV	A	■	C	D

28	1	P	■
	2	P	■
	3	P	■

20	1	P	■
	2	P	■
	3	■	F

29	A	■	C	D
----	---	---	---	---