

**TEST DO ZAWODÓW III STOPNIA 46 OLIMPIADY BIOLOGICZNEJ  
W ROKU SZKOLNYM 2016/2017**

Data: **23 kwietnia 2017 r.**

Godzina rozpoczęcia: **8:30**

Czas pracy: **90 minut**

Liczba punktów do uzyskania: **30**

**Instrukcja dla zawodnika**

1. Sprawdź, czy otrzymałaś/eś arkusz z zadaniami i kartę odpowiedzi.
2. Arkusz z zadaniami zawiera 24 strony i składa się z 30 zadań. Arkusz odpowiedzi jest zadrukowany dwustronnie i stanowi osobną kartę. Ewentualne braki zgłoś przewodniczącemu Komisji nadzorującej egzamin.
3. Używaj wyłącznie **czarnego** długopisu lub pióra, które **nie przebija na drugą stronę**.
4. Możesz korzystać z prostego kalkulatora dostarczonego przez Komisję nadzorującą egzamin.
5. Wpisz czytelnie swoje imię i nazwisko oraz nr PESEL w odpowiednim miejscu arkusza odpowiedzi. Zakoduj nr PESEL poprzez kompletne wypełnienie odpowiednich kół z cyframi.
6. Podpisz arkusz odpowiedzi na pierwszej stronie w miejscu na to przeznaczonym.
7. **Pamiętaj, że sprawdzane są wyłącznie arkusze 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.

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

## Instrukcja do testu centralnego 46 OB

Niezależnie od typu zadania, za udzielenie poprawnej odpowiedzi każdorazowo możesz uzyskać jeden punkt, a za odpowiedź błędną lub brak odpowiedzi – zero punktów. W przypadku zadań zamkniętych 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!**

### **Typy zadań zamkniętych i kodowanie odpowiedzi:**

Zadania wielokrotnego wyboru zawierają cztery lub pięć wariantów odpowiedzi, z których **tylko jedna** jest właściwa, chyba że polecenie wyraźnie nakazuje zaznaczyć **dwie** odpowiedzi. Należy zakreślić pole odpowiadające jednej możliwości.

A  B  C  D  E

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

F  P

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

N  T

Dokonać wyboru pomiędzy możliwościami **A** lub **B**:

B  A

Dopasować **kody do ilustracji** lub **opisów** zakreślając jedną z podanych możliwości:

A  B

Ustalić **kolejność** wykorzystując podane liczby:

1  2  3  4  5

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

A   
 B  2  
 3  3

### Informacja do zadań 1 i 2

Doświadczenia proveniencyjne polegają na zakładaniu, w warunkach możliwie wyrównanych, upraw porównawczych z sadzonek wyprowadzonych z nasion pochodzących z różnych obszarów geograficznych. Tego typu powierzchnie doświadczalne pozwalają na wyjaśnienie czy obserwowane między populacjami różnice morfologiczne są fenotypowe i wynikają z np. z wpływu klimatu, czy są uwarunkowane genetycznie.

Poniższy schemat przedstawia plan powierzchni doświadczenia proveniencyjnego z sosną zwyczajną. Na powierzchni testowano 20 populacji sosny (1-20), rozmieszczonych w czterech blokach (I-IV). Zastosowano przy tym metodę bloków kompletnie losowanych, tzn. w każdym z bloków wzajemny układ 20 populacji jest zupełnie losowy.

Blok I	20	9	12	1	7	17	12	2	Blok II
	11	6	8	19	10	20	15	5	
	13	16	10	2	9	19	14	4	
	7	4	18	15	6	16	11	1	
	3	17	14	5	8	18	13	3	
Blok III	17	8	1	15	4	17	11	10	Blok IV
	14	5	7	16	13	1	7	19	
	4	20	6	13	15	9	16	3	
	11	2	18	9	20	8	2	14	
	10	12	19	3	6	18	5	12	

Wyniki wieloletnich obserwacji wskazały, że najbardziej efektywnym przyrostem na długość charakteryzują się populacje sosny zwyczajnej pochodzące z Polski, Niemiec i Belgii, natomiast zdecydowanie najgorzej przyrastały populacje z Północnej Rosji i Szwecji oraz z izolowanych stanowisk na południowym skraju zasięgu gatunku w Europie (w Turcji, Bośni i Czarnogórze).

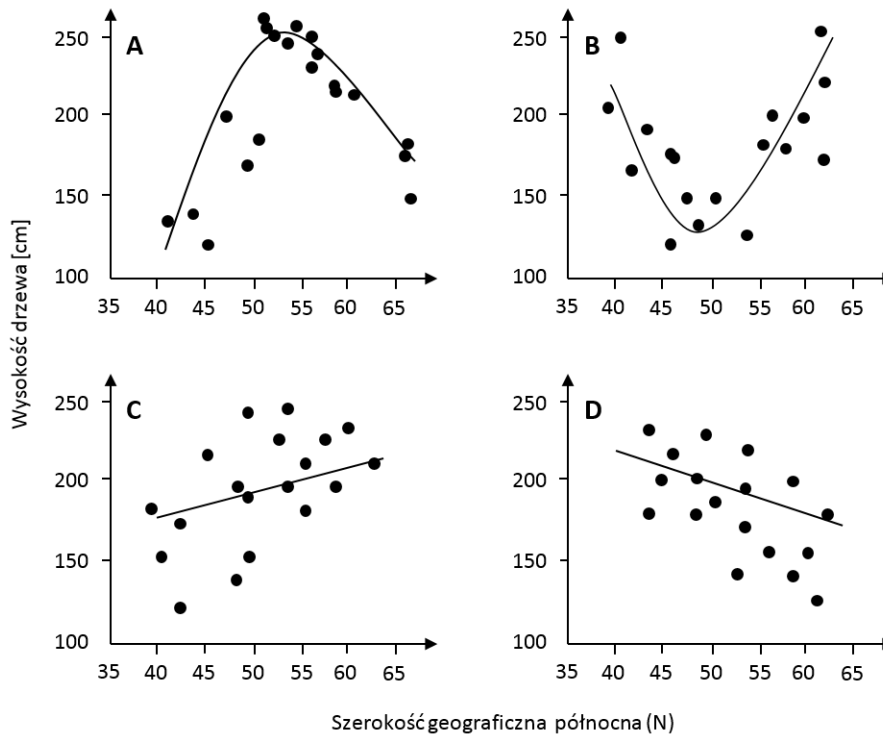
Ponadto zaobserwowano zredukowaną liczbę aparatów szparkowych na powierzchni igieł u sosen z populacji rosnących w ciepłym klimacie południowej Europy oraz w surowych warunkach charakterystycznych dla stanowisk z północnych skrajów Europy lub stanowisk górskich.

*Na podstawie: Oleksyn J., Rachwał L. 1994. Wzrost europejskich populacji sosny zwyczajnej (Pinus sylvestris L.) w doświadczeniu proveniencyjnym SP-IUFRO 1982 w Puszczy Niepołomickiej. Sylwan 9: 57-69*

**1. Wskaż, które z poniższych zdań najlepiej uzasadnia podział powierzchni na bloki z losowym układem populacji w każdym z bloków.**

- A. Zwiększa to ogólną obserwowaną zmienność analizowanych cech.
- B. Zastosowanie metody umożliwia posadzenie większej liczby sadzonek – bardziej ekonomiczne wykorzystanie dostępnej powierzchni.
- C. Ułatwia to bezpośredni dostęp do każdej z 20 populacji w celu pobrania próbek – każda z populacji ma część okazów rosnących na granicy plantacji.
- D. Zastosowanie metody niweluje ewentualny wpływ warunków mikrosiedliskowych w różnych blokach powierzchni doświadczalnej na obserwowaną zmienność.
- E. Umożliwia to przeprowadzenie doświadczenia z zapewnieniem odpowiedniej liczby powtórzeń niezbędnych do wykonania analizy statystycznej zmienności badanych cech morfologicznych.

2. Wskaż który z poniższych wykresów najlepiej oddaje zaobserwowaną zależność pomiędzy szerokością geograficzną miejsca pochodzenia danej populacji a wysokością drzew?



**Informacja do zadania 3**

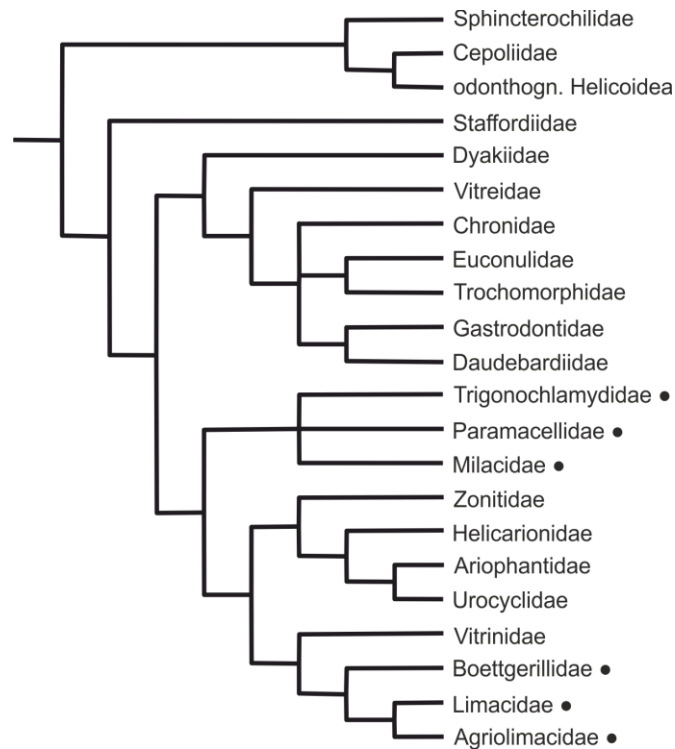
Coraz częściej do identyfikacji organizmów wykorzystuje się metody genetyczne. Szczególną popularnością cieszy się metoda kodów kreskowych (ang. *barcode*), w której sekwencjonuje się krótkie (zwykle poniżej 1000 par zasad) fragmenty genomu cechujące się wysoką zmiennością międzygatunkową, ale niską wewnątrzgatunkową. Dla roślin i grzybów powszechnie używa się w tym celu sekwencje ITS rozdzielające w genomie sekwencje kodujące rRNA lub chloroplastowe geny *matK* lub *rbcL*, a w przypadku mikroorganizmów fragmenty genów kodujących 16S rRNA. Wszystkie występują w genomie w wielu kopiach.

3. Określ, które stwierdzenia dotyczące metody kodów kreskowych są prawdziwe, a które fałszywe.

Stwierdzenie	Prawda czy fałsz?
1. Tą metodą można oznaczyć wyłącznie gatunki, dla których wcześniej otrzymano sekwencje z okazów referencyjnych.	<input type="checkbox"/> prawda / <input type="checkbox"/> fałsz
2. Wynik analizy nie zależy od doboru analizowanych fragmentów genomu.	<input type="checkbox"/> prawda / <input type="checkbox"/> fałsz
3. Niewielka długość oraz duża liczba kopii używanych znaczników umożliwia ich amplifikację metodą PCR nawet w przypadku starych okazów, gdzie DNA jest w znacznym stopniu pofragmentowane.	<input type="checkbox"/> prawda / <input type="checkbox"/> fałsz

Informacja do zadań 4 i 5

Poniższy kladogram przedstawia relacje pokrewieństwa ślimaków lądowych zaliczanych do nadrodziny Limacoidea. Kropkami zaznaczono rodziny ślimaków nagich.



Na podstawie Hausdorf B. *Phylogeny of the Limacoidea sensu lato*, 1998

4. Na podstawie analizy powyższego kladogramu uzupełnij luki (1–3) wyrażeniami z tabeli, wybierając w każdym przypadku jedno z dwóch zaproponowanych. Dokonując wyboru kieruj się zasadą największej oszczędności (parsymonii).

Pozbawione muszli ciało jest cechą zaawansowaną powstałą na drodze (1) w przynajmniej dwóch kładach w nadrodzinie Limacoidea, a więc takson obejmujący wszystkie ślimaki nagie stanowi grupę (2). Obecność muszli w rodzinach Helicarionidae, Ariophantidae, Urocyclidae i Vitrinidae można uznać za przykład (3).

Numer luki	Wyrażenie
1.	<input type="checkbox"/> A. konwergencji / <input type="checkbox"/> B. dywergencji
2.	<input type="checkbox"/> A. monofiletyczną / <input type="checkbox"/> B. polifiletyczną
3.	<input type="checkbox"/> A. plezjomorfii / <input type="checkbox"/> B. homoplazji

5. Określ, które z poniższych cech odnoszą się do ślimaków nagich, a które do muszlowych.

Cecha	Ślimaki
1. Szybciej rosną.	<input type="checkbox"/> A. nagie / <input type="checkbox"/> B. muszłowe
2. Częściej występują w miejscach ubogich w wapń.	<input type="checkbox"/> A. nagie / <input type="checkbox"/> B. muszłowe
3. Dłużej dojrzewają.	<input type="checkbox"/> A. nagie / <input type="checkbox"/> B. muszłowe
4. Chowają się w ciasnych kryjówkach.	<input type="checkbox"/> A. nagie / <input type="checkbox"/> B. muszłowe

### Informacja do zadań 6–8

W wyniku szeregu badań ustalono, że genetycznie uwarunkowana otyłość u ludzi może być spowodowana brakiem produkcji czynnika sytości – leptyny, wytwarzanej m.in. przez komórki tkanki tłuszczowej lub brakiem receptorów dla tego czynnika. Obecnie wiadomo, że wydzielanie leptyny regulowane jest poprzez ujemne sprzężenie zwrotne. Wraz ze wzrostem objętości tkanki tłuszczowej stężenie leptyny wzrasta, organizm przestaje pobierać pokarm, co powoduje zmniejszenie ilości tłuszczu, co zmniejsza wytwarzanie leptyny i następuje zwiększenie apetytu. Dowiedziono również, że u kobiet o takim samym współczynniku masy ciała (BMI), jak u mężczyzn, stężenie leptyny w surowicy krwi jest 2–3 razy wyższe. Gen kodujący leptynę u człowieka, zlokalizowany jest na długim ramieniu chromosomu 7, a receptor leptyny kodowany jest przez gen *Ob-R* zlokalizowany na chromosomie 1.

U otyłych myszy zaobserwowano mutacje utraty funkcji (delecje) w genach: *ob* lub *db*, jednak nie wiadomo było, który z nich koduje czynnik sytości, a który jego receptor. W jednym z doświadczeń chirurgicznie połączono układy krążenia myszy w czterech parach (A-D), aby czynniki krążące we krwi jednej myszy mogły zostać przeniesione do krwi drugiej myszy. Po kilku tygodniach zanotowano zmiany w poziomie glukozy we krwi, masie ciała i tkanki tłuszczowej oraz pobieraniu pokarmu. Wyniki przedstawiono w poniższej tabeli. Genotypy dzikie (bez mutacji) oznaczono *ob<sup>+</sup>* i *db<sup>+</sup>*, a genotypy zmutowane *ob<sup>-</sup>* i *db<sup>-</sup>*.

para	osobniki	Parowanie genotypów	Skutki
A	1	<i>ob<sup>+</sup>/ob<sup>+</sup>, db<sup>+</sup>/db<sup>+</sup></i>	normalny poziom glukozy we krwi, zmniejszenie ilości tkanki tłuszczowej
	2	<i>ob<sup>+</sup>/ob<sup>+</sup>, db<sup>+</sup>/db<sup>+</sup></i>	
B	3	<i>ob<sup>-</sup>/ob<sup>-</sup>, db<sup>+</sup>/db<sup>+</sup></i>	obniżony apetyt (zmniejszenie tempa tycia), obniżony poziom glukozy we krwi
	4	<i>ob<sup>+</sup>/ob<sup>+</sup>, db<sup>+</sup>/db<sup>+</sup></i>	brak zmian
C	5	<i>ob<sup>+</sup>/ob<sup>+</sup>, db<sup>-</sup>/db<sup>-</sup></i>	wzrost masy ciała i tkanki tłuszczowej
	6	<i>ob<sup>+</sup>/ob<sup>+</sup>, db<sup>+</sup>/db<sup>+</sup></i>	obniżony apetyt (wychudzenie), obniżony poziom glukozy
D	7	<i>ob<sup>-</sup>/ob<sup>-</sup>, db<sup>+</sup>/db<sup>+</sup></i>	obniżony apetyt (wychudzenie), zmniejszenie masy tkanki tłuszczowej, obniżony poziom glukozy
	8	<i>ob<sup>+</sup>/ob<sup>+</sup>, db<sup>-</sup>/db<sup>-</sup></i>	wzrost masy ciała i tkanki tłuszczowej

Na podstawie: D.L. Coleman 2010, *A historical perspective on leptin*; M. Stachowicz i in., *Rola leptyny w zaburzeniach odżywiania się*, *Psychiatr. Pol.* 2013; 47(5): 897–907

### 6. Określ, które z poniższych wniosków są uprawnione na podstawie przedstawionych wyników doświadczenia.

Wniosek	Czy uprawniony?
1. Mysz z mutacją genu <i>ob</i> nie może produkować czynnika sytości, ale jeśli jest on obecny może na niego reagować.	<input type="checkbox"/> tak / <input type="checkbox"/> nie
2. Myszy z mutacją genu <i>db</i> wytwarzają czynnik sytości, ale nie mogą na niego reagować.	<input type="checkbox"/> tak / <input type="checkbox"/> nie
3. Myszy z mutacją genu <i>db</i> mają wyższe stężenie czynnika sytości we krwi niż myszy bez tej mutacji.	<input type="checkbox"/> tak / <input type="checkbox"/> nie

7. Określ, na które z poniższych pytań badawczych można udzielić odpowiedzi dzięki przedstawionym wynikom.

Pytanie badawcze	Czy można udzielić odpowiedzi?
1. Czy otyłość u myszy może być uwarunkowana genetycznie?	<input type="checkbox"/> tak / <input type="checkbox"/> nie
2. Który gen koduje czynnik sytości, a który receptory dla tego czynnika?	<input type="checkbox"/> tak / <input type="checkbox"/> nie
3. Czy podobnie jak u ludzi czynnikiem sytości u myszy jest także leptyna?	<input type="checkbox"/> tak / <input type="checkbox"/> nie

8. Geny kodujące leptynę i receptor leptyny u ludzi to geny

- sprzężone z płcią.
- sprzężone ze sobą.
- dziedziczone niezależnie.
- stanowiące funkcjonalny supergen.

Informacja do zadania 9

Fotosynteza roślin typu C3 jest mniej wydajna w stosunku do roślin typu C4 oraz sinicy ze względu na brak wydajnych mechanizmów koncentracji dwutlenku węgla koniecznych do wysokiej aktywności karboksylacyjnej Rubisco. Wykonano eksperyment polegający na uzyskaniu roślin transgenicznych *Arabidopsis thaliana* i *Nicotiana tabacum* zawierających dodatkowy gen pochodzący od sinicy *Synechocystis sp.* kodujący białko odpowiedzialne za akumulację wodorowęglanu wewnątrz komórki. W tabeli poniżej przedstawiono wyniki pomiaru punktu kompensacyjnego fotosyntezy dla dwutlenku węgla dla roślin typu dzikiego (wt) i transgenicznych.

Próba	Stężenie CO <sub>2</sub> [μL/L]
<i>A. thaliana</i> wt	46,1 ± 1,1
<i>A. thaliana</i> linia transgeniczna X	39,2 ± 1,0
<i>A. thaliana</i> linia transgeniczna Y	41,0 ± 1,1
<i>N. tabacum</i> wt	56,9 ± 1,6
<i>N. tabacum</i> linia transgeniczna 3	47,1 ± 1,4
<i>N. tabacum</i> linia transgeniczna 11	48,0 ± 1,6

Na podstawie: Lieman-Hurwitz J, Rachmilevitch S, Mittler R, Marcus Y, Kaplan A. 2003. *Plant Biotechnology Journal* 1, 43–50.

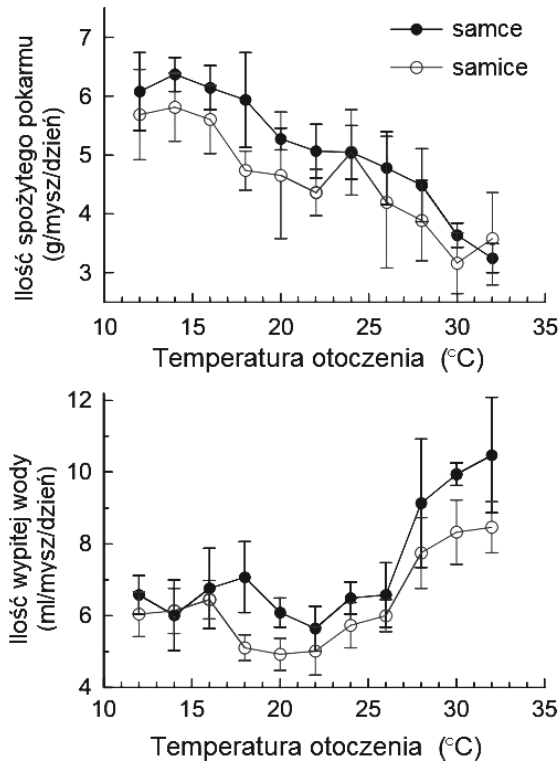
9. Na podstawie przedstawionych informacji zaznacz w tabeli odpowiedź A albo B, która jest odpowiedzią na poniższe pytanie, oraz jej uzasadnienie spośród odpowiedzi 1.–2.

Czy wprowadzenie dodatkowego genu wpłynęło pozytywnie na wydajność fotosyntezy badanych gatunków roślin?

<input type="checkbox"/> A. Tak	ponieważ u roślin transgenicznych w porównaniu z wt uzyskano	<input type="checkbox"/> 1.	niższą wartość stężenia CO <sub>2</sub> dla punktu kompensacyjnego fotosyntezy.
<input type="checkbox"/> B. Nie		<input type="checkbox"/> 2.	wyższą wartość stężenia CO <sub>2</sub> dla punktu kompensacyjnego fotosyntezy.

Informacja do zadań 10–11

Mysz laboratoryjna jest gatunkiem modelowym wykorzystywanym w badaniach z zakresu immunologii, genetyki i etologii. Poniżej przedstawiono dane uzyskane w badaniach nad termoregulacją u myszy laboratoryjnej. Wykresy prezentują zależność pomiędzy ilością spożywanego pokarmu i wypitej wody a temperaturą otoczenia, w jakiej były trzymane ośmioletniowe samce i samice myszy laboratoryjnej. Koła reprezentują wartości średnie, a pionowe podziałki odchylenia standardowe.



Na podstawie: Gordon C.J., 2012, *Thermal physiology of laboratory mouse. Defining Thermoneutrality*, *Journal of Thermal Biology* 37, 654-685.

10. Określ, które z poniższych wniosków są uprawnione na podstawie przedstawionych wyników doświadczenia.

Wniosek	Czy uprawniony?
1. Ilość spożytego pokarmu i wypitej wody u myszy laboratoryjnej zależy od temperatury otoczenia.	<input type="checkbox"/> tak / <input type="checkbox"/> nie
2. Samice średnio jedzą mniej niż samce.	<input type="checkbox"/> tak / <input type="checkbox"/> nie
3. W temperaturze otoczenia równej 30 °C każdy z samców wypił więcej wody niż którakolwiek z samic.	<input type="checkbox"/> tak / <input type="checkbox"/> nie

11. Określ, które zmienne w badaniu to zmienne zależne, a które niezależne.

Zmienna	Typ
1. ilość spożytego pokarmu	<input type="checkbox"/> A. zależna / <input type="checkbox"/> B. niezależna
2. ilość wypitej wody	<input type="checkbox"/> A. zależna / <input type="checkbox"/> B. niezależna
3. płeć	<input type="checkbox"/> A. zależna / <input type="checkbox"/> B. niezależna
4. temperatura otoczenia	<input type="checkbox"/> A. zależna / <input type="checkbox"/> B. niezależna



### Informacja do zadania 12

Dwulistnik pajęczy (*Ophrys sphegodes* Mill.) występujący w basenie Morza Śródziemnego jest gatunkiem storczyka, którego zapylaczami są samotnicze pszczoły *Andrena nigroaenea*. Roślina przywabia do siebie owady wykorzystując zjawisko mimikry seksualnej. Jej kwiaty pod względem wizualnym, dotykowym i zapachowym upodobniają się do samic z gatunku *Andrena nigroaenea*, a samce, podejmując próby kopulacji z oszustem, przyklejają do siebie jego pyłkowiny. Osmofory produkujące lotne związki zapachowe zlokalizowane są na warżce (*labellum*) storczyka.

W 2000 roku zespół badaczy z Uniwersytetu Wiedeńskiego pod kierownictwem Floriana Schiestla przeprowadził w terenie doświadczenie mające na celu poznanie natury mimikry seksualnej *Ophrys sphegodes*.

Przez trzy minuty sprawdzano reakcję behawioralną grupy samców wystawionych na różne rodzaje stymulatorów:

- Dziewiczą samicę *Andrena nigroaenea*, którą na skutek mrożenia pozbawiono wydzielanych związków zapachowych;
- Nietkniętą samicę *Andrena nigroaenea*
- Ekstrakt pentanowy z kutykuli (gruczołów międzysegmentowych i gruczołów Dufour'a) samicy *Andrena nigroaenea*;
- Ekstrakt pentanowy z gruczołów głowowych samicy *Andrena nigroaenea*;
- *Ophrys sphegodes*, którego warżki kwiatowe moczo w rozpuszczalniku celem pozbawienia zapachu;
- Nietknięty *Ophrys sphegodes*;
- Ekstrakt z warżki *Ophrys sphegodes*.

Reakcje behawioralne samców podzielono na cztery kategorie:

- Zbliżenie do obiektu na odległość mniejszą niż 5 cm;
- Krótkotrwałe wskoczenie na obiekt;
- Wejście na obiekt bez próby kopulacji;
- Podjęcie próby kopulacji z obiektem.

Poniższa tabela przedstawia część wyników otrzymanych przez naukowców.

Grupa	Liczba powtórzeń	Średnia liczba reakcji samców ± błąd standardowy			
		Zbliżenie do obiektu	Krótkotrwałe wskoczenie na obiekt	Wejście na obiekt bez próby kopulacji	Próba kopulacji z obiektem
Bezwonna pszczoła	13	5,85 ± 0,95	0	0	0
Nietknięta samica <i>Andrena</i>	16	8,06 ± 1,63	0,69 ± 0,34	0,25 ± 0,11	2,38 ± 0,71
Ekstrakt z kutykuli samicy <i>Andrena</i>	9	11,33 ± 1,39	0,44 ± 0,24	0,56 ± 0,18	1,00 ± 0,58
Ekstrakt z głowy samicy <i>Andrena</i>	10	9,89 ± 1,43	0,05 ± 0,05	0,16 ± 0,12	0,11 ± 0,07
Bezwonny <i>Ophrys</i>	9	7,44 ± 1,68	0	0	0
Nietknięty <i>Ophrys</i>	11	4,91 ± 1,66	0,09 ± 0,09	0,18 ± 0,18	5,45 ± 1,70
Ekstrakt z warżki <i>Ophrys</i>	12	11,83 ± 2,28	1,17 ± 0,42	0,50 ± 0,26	1,50 ± 0,45

**12. Określ, które z poniższych wniosków są uprawnione na podstawie przedstawionych wyników doświadczenia.**

Wniosek	Czy uprawniony?
1. Lotne związki z gruczołów głowowych samic <i>Andrena nigroaenea</i> odgrywają większą rolę w przywabianiu samców niż gruczoły kutykularne.	<input type="checkbox"/> tak / <input type="checkbox"/> nie
2. Dla samców <i>Andrena nigroaenea</i> bodźce wizualne są silniejszymi stymulatorami od zapachowych (chemicznych).	<input type="checkbox"/> tak / <input type="checkbox"/> nie
3. Samce <i>Andrena nigroaenea</i> częściej podejmują próbę kopulacji z nietkniętymi kwiatami <i>Ophrys sphegodes</i> niż nietkniętymi samicami własnego gatunku.	<input type="checkbox"/> tak / <input type="checkbox"/> nie

*Informacja do zadań 13–15*

Komórki drożdży *Saccharomyces cerevisiae* o dzikim fenotypie [gar-] w środowisku bogatym w glukozę (Glc) wykazują tzw. represję kataboliczną. Oznacza to, że transkrypcja genów kodujących enzymy szlaków rozkładających inne związki organiczne niż Glc (np. glicerol; Gly) jest ograniczona.

W ciągu ostatnich kilku lat stosunkowo dobrze scharakteryzowano fenotyp [GAR+] pojawiający się u drożdży z powodu agregacji białka prionowego Std1. W komórkach o fenotypie [GAR+] zachodzi transkrypcja genów kodujących enzymy szlaków katabolizujących inne związki organiczne niż Glc (np. Gly), mimo obecności tej heksozy.

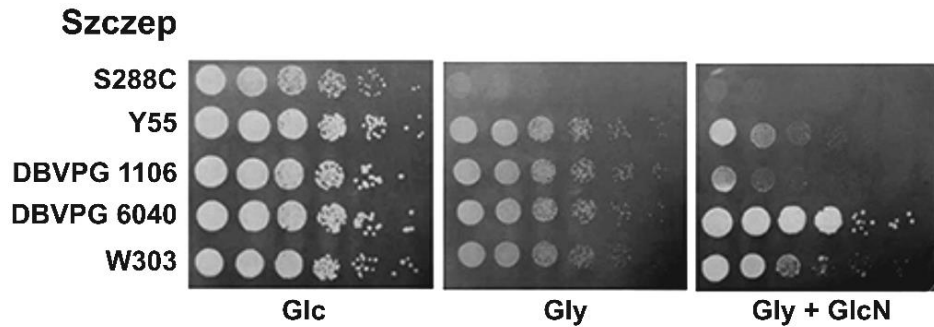
Glukozamina (GlcN) jest związkiem na tyle podobnym do Glc, że prowadzi do represji katabolicznej u drożdży [gar-], jednak nie może być substratem glikolizy.

Zdolność do wzrostu drożdży w danych warunkach sprawdza się wykonując tzw. test kropelkowy. Przygotowuje się seryjne rozcieńczenia płynnej hodowli drożdży, z których pobiera się po 10 µl i nanosi się na powierzchnię pożywki zestalonej agarem. Po 3-5 dniach inkubacji w 30 °C na powierzchni pożywki można zaobserwować kolonie drożdży. Jeśli nawet wielokrotne rozcieńczenie daje możliwość wzrostu drożdży, uznaje się taką pożywkę za zapewniającą dogodne warunki dla ich wzrostu. Przy porównaniu kilku szczepów drożdży, należy przygotować hodowle o takiej samej gęstości komórek drożdży na jednostkę objętości i nanieść kolejne rozcieńczenia na taką samą pożywkę.

Zwyczajowo po lewej stronie zestalonej pożywki nanosi się nierozcieńczoną hodowlę i w kierunku prawym nanosi się kolejne rozcieńczenia. Dzięki temu każdy rząd na zestalonej pożywce reprezentuje jeden szczep drożdży.

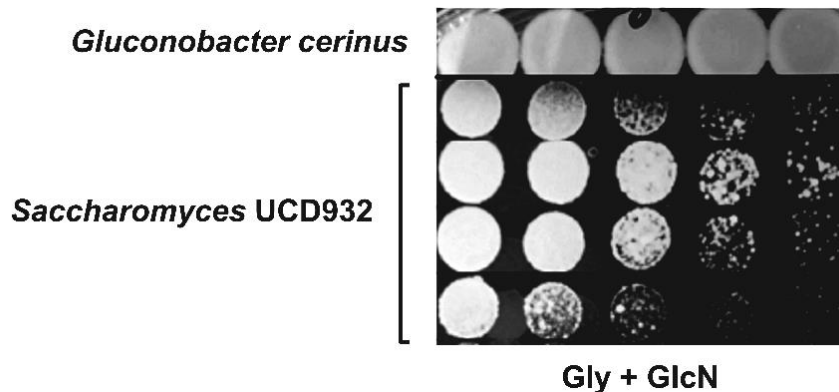
Na podstawie:  
Vidhya Ramakrishnan i in., *Inter-Kingdom Modification of Metabolic Behavior [GAR+] Prion Induction in Saccharomyces cerevisiae Mediated by Wine Ecosystem Bacteria*  
Daniel F. Jarosz i in., *Cross-Kingdom Chemical Communication Drives a Heritable, Mutually Beneficial Prion-Based Transformation of Metabolism*

13. Wykonano testy kropelkowe pięciu szczepów drożdży na trzech pożywkach (zawierające Glc, Gly lub Gly oraz GlcN).



Wybierz szczep drożdży, w którym najsilniej zaznaczony jest fenotyp [GAR+].

- S288C.
  - Y55.
  - DBVPG 1106.
  - DBVPG 6040.
  - W303.
14. Wykonano test kropelkowy szczepu *Saccharomyces* UCD932 o fenotypie [gar-] w czterech rzędach na pożywce zawierającej Gly i GlcN. Nad pierwszym rzędem wysiano bakterie z gatunku *Gluconobacter cerinus*.

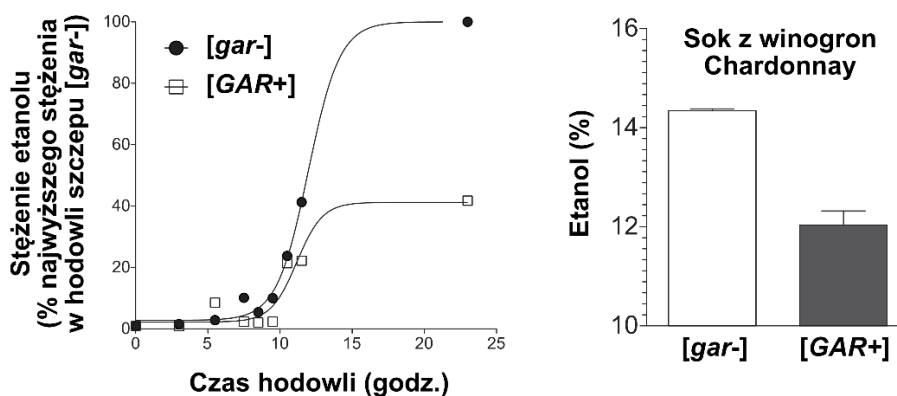


Przeczytaj poniższy tekst i uzupełnij luki (1–3) wyrażeniami z tabeli, wybierając w każdym przypadku jedno z dwóch zaproponowanych.

*Gluconobacter cerinus* wydziela związek chemiczny, który ulega (1) i tak wpływa na fenotyp *Saccharomyces* UCD932, że w szczepie tym (2) stopień represji katabolicznej. Związek wydzielany przez *G. cerinus* najskuteczniej zmienia fenotyp *Saccharomyces* UCD932 przy (3) jego stężeniu w pożywce.

Numer luki	Wyrażenie
1.	<input type="checkbox"/> A. dyfuzji / <input type="checkbox"/> B. osmozie
2.	<input type="checkbox"/> A. zwiększa się / <input type="checkbox"/> B. zmniejsza się
3.	<input type="checkbox"/> A. najwyższym / <input type="checkbox"/> B. umiarkowanym

15. Badacze fenotypu [GAR+] postulują, że bakterie *G. cerinus* indukują go u drożdży w celu osiągnięcia większego sukcesu w kolonizacji niszy ekologicznej dzielonej z drożdżami z rodzaju *Saccharomyces*. Na wykresach zaprezentowano wyniki badań wykonanych przez niezależne zespoły dotyczących stężenia etanolu w drożdżach o fenotypie [gar-] i [GAR+].



Przeczytaj poniższy tekst i uzupełnij luki (1–5) wyrażeniami z tabeli, wybierając w każdym przypadku jedno z dwóch zaproponowanych.

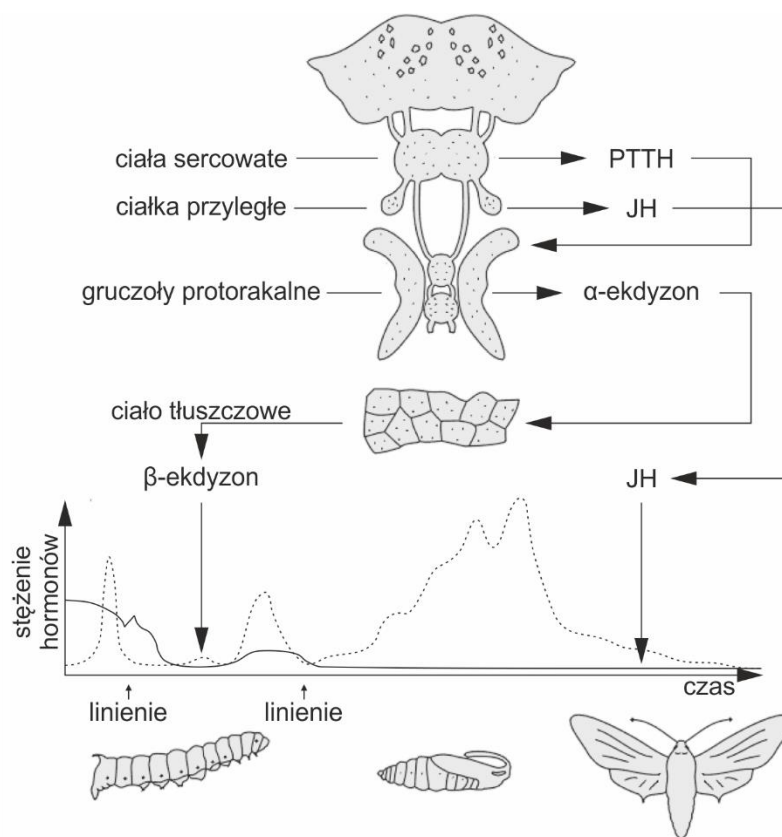
Drożdże z rodzaju *Saccharomyces* z fenotypem [GAR+] w pożywce bogatej w Glc nie mogą uruchomić mechanizmu represji katabolicznej ze względu na agregację białka Std1. **(1)** to komórkom drożdży wykorzystanie innych źródeł energii takich jak **(2)**. Wpływa to na **(3)** wykorzystanie Glc przez drożdże, a także **(4)** stężenie etanolu wynikające z glikolizy i fermentacji alkoholowej. Bakterie łatwiej mogą kolonizować środowisko o **(5)** stężeniu etanolu wypierając w ten sposób drożdże z danej niszy ekologicznej.

Numer luki	Wyrażenie
1.	<input type="checkbox"/> A. Umożliwia / <input type="checkbox"/> B. Uniemożliwia
2.	<input type="checkbox"/> A. Gly / <input type="checkbox"/> B. etanol
3.	<input type="checkbox"/> A. mniejsze / <input type="checkbox"/> B. większe
4.	<input type="checkbox"/> A. obniża / <input type="checkbox"/> B. podwyższa
5.	<input type="checkbox"/> A. niższym / <input type="checkbox"/> B. wyższym

Informacja do zadań 16 i 17

Rozwój i metamorfoza owadów holometabolicznych jest procesem precyzyjnie regulowanym hormonalnie. W regulacji tej uczestniczą między innymi ekdysteroidy np.  $\alpha$  i  $\beta$  ekdyzon oraz hormon juwenilny (JH), których synteza i uwalnianie jest kontrolowane przez neuropeptydy wytwarzane w wyspecjalizowanych komórkach mózgu. Jednym z neuropeptydów jest hormon protorakotropowy (PTTH). Profile stężenia E i JH w hemolimfie, charakterystyczne dla Lepidoptera przedstawiono na poniższym schemacie.

Opracowanie preparatów owadobójczych zaliczanych do tzw. regulatorów wzrostu owadów, działających analogicznie do naturalnych hormonów, pozwoliło na ograniczenie stosowania związków toksycznych dla innych grup organizmów. Do wspomnianych regulatorów należą zarówno analogi ekdysteroidów, np. metoksyfenozyd czy tebufenozyd, jak i hormonu juwenilnego – pyriproksyfen, metopren czy fenoksykarb.



16. Określ, które stwierdzenia dotyczące regulacji metamorfozy motyli są prawdziwe, a które fałszywe.

Stwierdzenie	Prawda czy fałsz?
1. Do zainicjowania linienia niezbędny jest wzrost poziomu ekdyzonu w hemolimfie.	<input type="checkbox"/> prawda / <input type="checkbox"/> fałsz
2. Warunkiem wykształcenia się formy imaginalnej jest niski poziom JH w hemolimfie.	<input type="checkbox"/> prawda / <input type="checkbox"/> fałsz
3. Wyrzut PTTH stymuluje uwalnianie hormonu juwenilnego z narządów magazynujących hormony do hemolimfy.	<input type="checkbox"/> prawda / <input type="checkbox"/> fałsz

**17. Wybierz prawidłowe dokończenie zdania.**

Zastosowanie fenoksykarbu na początku ostatniego stadium larwalnego spowoduje

- A. przyspieszenie metamorfozy.
- B. wydłużenie rozwoju larwalnego.
- C. zatrzymanie rozwoju na stadium poczwarki.
- D. niewykształcenie narządów płciowych u imago.

*Informacja do zadań 18–20*

Witellogeniny (Vg) to białka, które owady produkują w narządzie zwanym ciałem tłuszczowym. Są one pobierane przez rosnący oocyt, gdzie wchodzi w skład żółtka, a więc materiału wykorzystywanego jako źródło energii i jako budulec dla rozwijającego się zarodka. Taka rola Vg została opisana u bardzo wielu gatunków owadów, a kluczowe znaczenie dla zwiększenia produkcji Vg u tych gatunków ma wysoki poziom hormonu juvenilnego (JH) w ich hemolimfie.

Okazało się jednak że Vg mogą działać także jak hormony i służyć za źródło substratów pokarmowych w mleczku pszczołim służącym m.in. do karmienia larw. Z taką sytuacją mamy do czynienia u robotnic pszczoł miodnych *Apis mellifera*. Rola witellogenin u tego gatunku polega między innymi na znoszeniu efektów jakie w ich organizmie wywołuje wzrost poziomu JH. Co więcej, relacje między Vg i JH mają tu formę oddziaływań podwójnie negatywnych to znaczy, że JH radykalnie obniża transkrypcję genów kodujących Vg i ogranicza efekty fizjologiczne będące skutkiem podwyższonego poziomu Vg w hemolimfie, z kolei Vg hamują produkcję i wydzielanie JH. Liczne dane wskazują także, że JH i Vg u robotnic pszczoł miodnych wpływają na ich dojrzałość behawioralną. Tylko u młodych przedstawicielek tej kasty ilość Vg w hemolimfie jest bardzo wysoka.

**18. Zaznacz w tabeli odpowiedź A albo B, która jest poprawnym dokończeniem zdania, oraz jego uzasadnienie spośród odpowiedzi 1.–3.**

Usunięcie ciałek przyległych, czyli *corpora allata* robotnicom pszczoły miodnej

<input type="checkbox"/> A.	spowoduje, że ilość Vg w ich hemolimfie wzrośnie	ponieważ	<input type="checkbox"/> 1.	owady tracą narząd syntezy hormonów steroidowych.
<input type="checkbox"/> B.	nie wpłynie na poziom Vg w ich hemolimfie		<input type="checkbox"/> 2.	robotnice gromadzą żółtko w oocytach.
			<input type="checkbox"/> 3.	owady całkowicie tracą zdolność do produkcji JH.

**19. Zaznacz w tabeli odpowiedź A albo B, która jest poprawnym dokończeniem zdania, oraz jego uzasadnienie spośród odpowiedzi 1.–3.**

Zbieraczki pszczoły miodnej każdego dnia opuszczają ul celem zbierania nektaru i pyłku kwiatowego, co u przedstawicielek tej kasty jest skorelowane

<input type="checkbox"/> A.	z wysokim poziomem Vg w hemolimfie	ponieważ	<input type="checkbox"/> 1.	niskie stężenie JH w ich hemolimfie stymuluje produkcję mleczka pszczelego zawierającego Vg.
<input type="checkbox"/> B.	z niskim poziomem Vg w hemolimfie		<input type="checkbox"/> 2.	wysokie stężenia JH w ich hemolimfie hamuje produkcję mleczka pszczelego z wykorzystaniem Vg.
			<input type="checkbox"/> 3.	wysokie stężenie JH w ich hemolimfie stymuluje linienia regenerujące włoski używane do gromadzenia pyłku.

20. Zaznacz w tabeli odpowiedź A albo B, która jest poprawnym dokończeniem zdania, oraz jego uzasadnienie spośród odpowiedzi 1.–3.

Królowe pszczoły miodnej żyją znacznie dłużej niż robotnice, bo stężenie Vg w ich hemolimfie jest bardzo wysokie a JH bardzo niskie, co z kolei jest regulowane neurohormonalnie poprzez

<input type="checkbox"/> A.	podwyższenie produkcji allatostatyn	w konsekwencji spożywania	<input type="checkbox"/> 1.	przez całe życie mlecza pszczelego bogatego w białka i cukry.
<input type="checkbox"/> B.	podwyższenie produkcji allatotropin		<input type="checkbox"/> 2.	mlecza pszczelego w okresie rozwoju larwalnego i miodu w stadium owada dorosłego.
			<input type="checkbox"/> 3.	pokarmu składającego się głównie z pyłku kwiatowego bogatego w białka.

*Informacja do zadania 21*

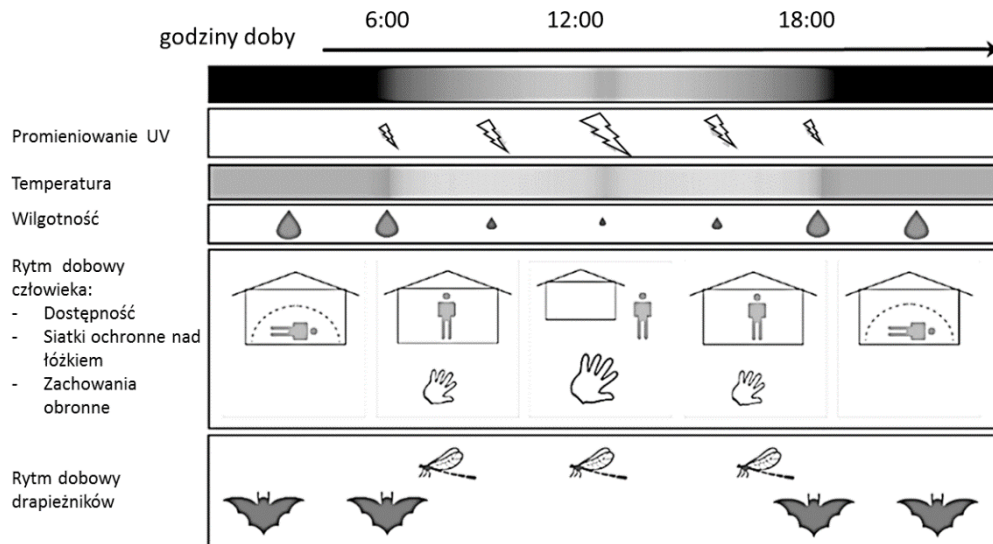
Haplodiploidalność to system determinacji płci, występujący u niektórych owadów. W przypadku pszczoł, jego mechanizm związany jest z genotypem trzech *loci* płciowych, określanymi jako Q, X i Z. Osobniki heterozygotyczne pod względem omawianych *loci* rozwijają się w samice, a homozygotyczne w bezpłodne samce, które w stadium czerwia pożerane są przez opiekujące się nimi robotnice. Osobniki haploidalne powstające na drodze partenogenezy rozwijają się w płodne samce.

21. Na podstawie przedstawionych informacji określ stopień pokrewieństwa (oczekiwany odsetek wspólnych genów) między dwoma żywymi osobnikami pszczoł, będącymi względem siebie w relacjach wyszczególnionych w tabeli. W każdym przypadku przyjmij założenie, że królowa została zapłodniona tylko jednokrotnie.

Relacja	Stopień pokrewieństwa
1. Królowa i jej córka	<input type="checkbox"/> A. 1/4 <input type="checkbox"/> B. 1/2 <input type="checkbox"/> C. 3/4 <input type="checkbox"/> D. 1
2. Dwie siostry rodzone	<input type="checkbox"/> A. 1/4 <input type="checkbox"/> B. 1/2 <input type="checkbox"/> C. 3/4 <input type="checkbox"/> D. 1
3. Dwaj bracia rodzeni	<input type="checkbox"/> A. 1/4 <input type="checkbox"/> B. 1/2 <input type="checkbox"/> C. 3/4 <input type="checkbox"/> D. 1

### Informacja do zadania 22

Komary żyją w środowisku, którego parametry ulegają regularnym zmianom, a rytm tych zmian wynosi w przybliżeniu 24 godziny. Zachody i wschody słońca powodują powstanie rytmicznych zmian parametrów środowiska (światło-ciemność, temperatura, poziom wilgotności itd.). Zmiany te są powodem określonego zachowania się organizmów w różnych porach doby.



Źródło ilustracji: Daily Rhythms in Mosquitoes and Their Consequences for Malaria Transmission <http://www.mdpi.com/2075-4450/7/2/14/html>, zmodyfikowany

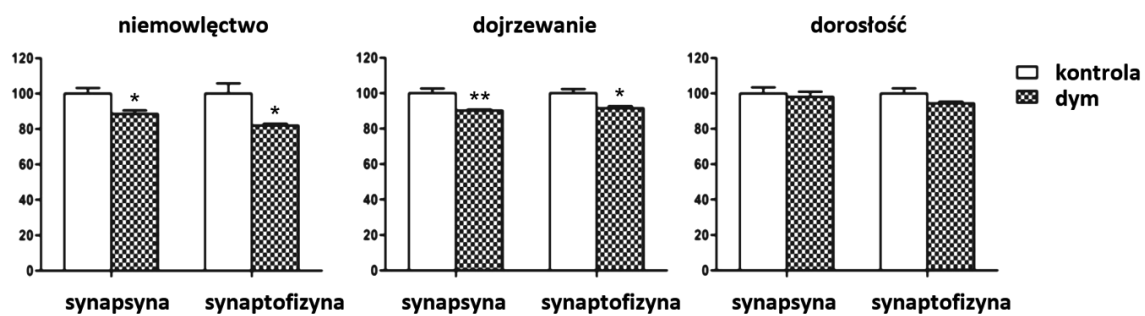
Planowano eksperyment, którego obiektem badawczym był gatunek komara z rodzaju *Anopheles*, a celem doświadczenia miało być sprawdzenie wpływu dawki promieniowania ultrafioletowego na częstotliwość ukąszeń człowieka.

**22. Określ, które z wymienionych zmiennych w planowanym badaniu to zmienne zależne, niezależne i kontrolowane.**

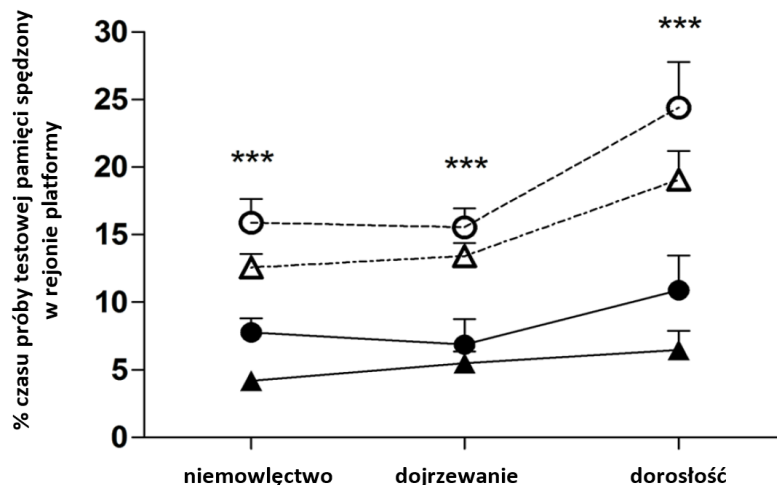
Zmienna	Typ
1. promieniowanie UV	<input type="checkbox"/> A. zależna / <input type="checkbox"/> B. niezależna / <input type="checkbox"/> C. kontrolowana
2. wilgotność	<input type="checkbox"/> A. zależna / <input type="checkbox"/> B. niezależna / <input type="checkbox"/> C. kontrolowana
3. godzina badania	<input type="checkbox"/> A. zależna / <input type="checkbox"/> B. niezależna / <input type="checkbox"/> C. kontrolowana
4. zachowania obronne człowieka	<input type="checkbox"/> A. zależna / <input type="checkbox"/> B. niezależna / <input type="checkbox"/> C. kontrolowana
5. częstotliwość ukąszeń	<input type="checkbox"/> A. zależna / <input type="checkbox"/> B. niezależna / <input type="checkbox"/> C. kontrolowana



Badano wpływ dymu tytoniowego na funkcjonowanie pamięci i poziom białek synaptycznych w formacji hipokampa myszy laboratoryjnych szczepu BALB/c we wczesnym okresie ich życia. Mysie oseski w okresie od 3. do 14. dnia życia wystawiono na działanie dymu przez 1 godz. dziennie. Oseski z grupy kontrolnej chowano w klatce, w której nie mały one kontaktu z dymem. Poziom dwóch wybranych białek synaptycznych – synapsyny I i synaptofizyny – zbadano w 15., 35. (wiek określany jako „młodociany”) i 65. (zwierzęta dorosłe, dojrzałe) dniu życia u losowo wybranych zwierząt z obu grup. Dwie inne grupy zwierząt, wystawiane i niewystawiane na działanie dymu, poddano treningowi w basenie Morrisa. W tym modelu behawioralnym myszy są umieszczane w wodzie i uczą się, gdzie położona jest ukryta pod powierzchnią wody platforma o wymiarach 9 x 9 cm, która jest miejscem ucieczki. Test pamięci polega z kolei na usunięciu platformy i ocenie, czy zwierzęta pływają w jej okolicy np. w kwadracie o boku równym dwóm bokom platformy). Poniżej przedstawiono wybrane wyniki doświadczeń (Rys. 1 i 2).



**Rys. 1. Ocena poziomu białka synapsyny I i synaptofizyny w formacji hipokampa myszy w wieku niemowlęcym, dojrzewania i w dorosłości metodą immunocytochemiczną.** Wyniki przedstawiono jako procentowy poziom wyników grupy kontrolnej wraz z błędem standardowym średniej. Oznaczenia \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$  określają p-wartości testu statystycznego dla porównania grupy kontrolnej i wstawionej na działanie dymu tytoniowego.



**Rys. 2. Wyniki testu pamięci w basenie Morrisa myszy w wieku niemowlęcym, dojrzewania i w dorosłości, które były lub nie były poddane działaniu dymu tytoniowego.** Przedstawiono procent czasu próby testowej spędzony w okolicy platformy (kwadrat o boku równym dwóm bokom platformy) przez myszy z grupy kontrolnej (otwarte okręgi i trójkąty) i poddane działaniu dymu (okręgi i trójkąty zamalowane). Wyniki przedstawiono jako średnie z grupy wraz ze standardowym błędem średniej. Oznaczenie \*\*\*  $p < 0,001$  określa p-wartość testu statystycznego dla porównania zwierząt z grupy kontrolnej i myszy wystawionych na działanie dymu tytoniowego w podziale na wiek bez uwzględnienia płci. Trójkątami oznaczono samice, okręgami – samce.

Na podstawie: <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0136399>

23. Określ, które z poniższych wniosków są uprawnione na podstawie przedstawionych wyników doświadczenia.

Wniosek	Czy uprawniony?
1. Kontakt z dymem tytoniowym w niemowlęctwie powoduje u myszy spadek stężenia synaptofizyny w formacji hipokampa w wieku dojrzewania.	<input type="checkbox"/> tak / <input type="checkbox"/> nie
2. Kontakt z dymem tytoniowym w niemowlęctwie powoduje u myszy spadek stężenia synapsyny w formacji hipokampa w wieku dorosłym.	<input type="checkbox"/> tak / <input type="checkbox"/> nie
3. Kontakt z dymem tytoniowym w niemowlęctwie powoduje pogorszenie transmisji synaptycznej w formacji hipokampa u dojrzewających myszy.	<input type="checkbox"/> tak / <input type="checkbox"/> nie

24. Określ, które z poniższych wniosków są uprawnione na podstawie przedstawionych wyników doświadczenia.

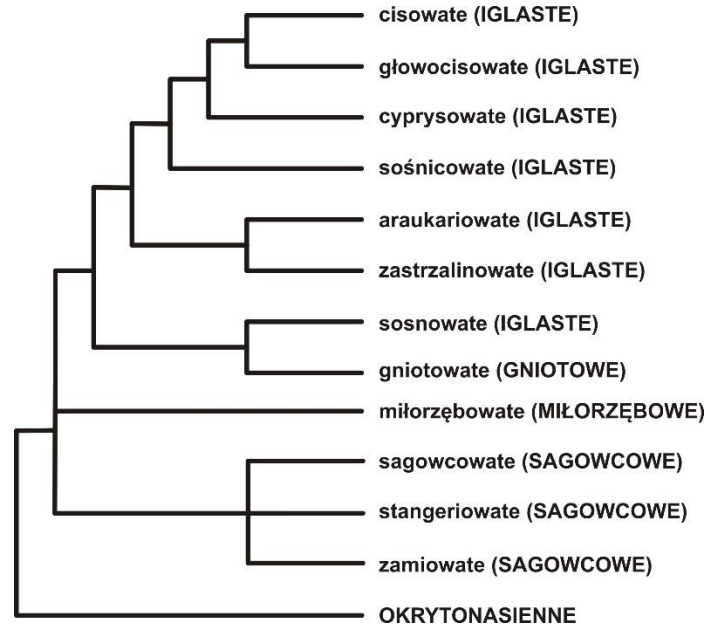
Wniosek	Czy uprawniony?
1. Zanik badanych białek synaptycznych powoduje zaburzenia w pamięci przestrzennej.	<input type="checkbox"/> tak / <input type="checkbox"/> nie
2. Wystawienie mysich osesków na działanie dymu tytoniowego powoduje zaburzenia pamięci u tych zwierząt w wieku dojrzałym.	<input type="checkbox"/> tak / <input type="checkbox"/> nie
3. Palenie tytoniu jest jedną z głównych przyczyn występowania raka płuc u mężczyzn.	<input type="checkbox"/> tak / <input type="checkbox"/> nie

25. Określ, które z wymienionych zmiennych w doświadczeniu w basenie Morrisa to zmienne zależne, a które niezależne.

Zmienna	Typ
1. % czasu spędzonego w rejonie platformy	<input type="checkbox"/> A. zależna / <input type="checkbox"/> B. niezależna
2. płeć	<input type="checkbox"/> A. zależna / <input type="checkbox"/> B. niezależna
3. wiek	<input type="checkbox"/> A. zależna / <input type="checkbox"/> B. niezależna
4. obecność dymu tytoniowego	<input type="checkbox"/> A. zależna / <input type="checkbox"/> B. niezależna

Informacja do zadania 26

Poniższy kladogram zrekonstruowany w oparciu o analizę markerów molekularnych przedstawia relacje pokrewieństwa między rodzinami roślin nagonasiennych. W nawiasach podano nazwę gromady, do której przynależy każda z rodzin – iglastych, miłorzębowych, sagowcowych oraz gniotowych.

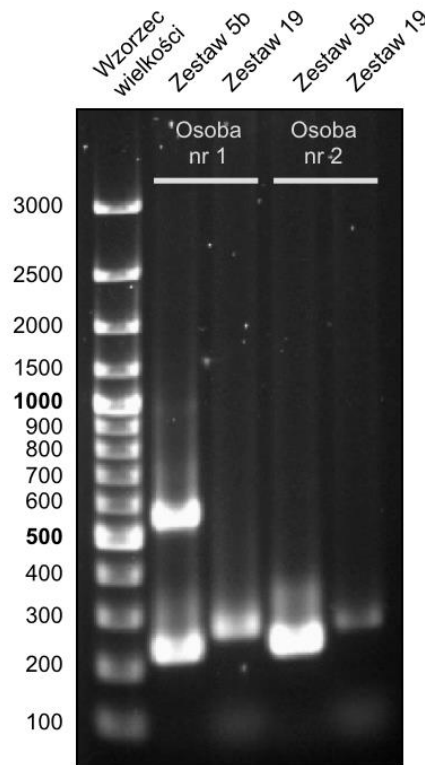


26. Posługując się kladogramem i własną wiedzą oceń czy poniższe stwierdzenia są prawdziwe, czy fałszywe.

Stwierdzenie	Prawda czy fałsz?
1. Gromada miłorzębowych jest równie blisko spokrewniona z gniotowymi jak i cisowatymi.	<input type="checkbox"/> prawda / <input type="checkbox"/> fałsz
2. Iglaste stanowią grupę monofiletyczną.	<input type="checkbox"/> prawda / <input type="checkbox"/> fałsz
3. Spośród roślin nagonasiennych to sagowcowe są bliżej spokrewnione z okrytonasiennymi niż głowocisowate.	<input type="checkbox"/> prawda / <input type="checkbox"/> fałsz

Informacja do zadań 27 i 28

Jedną z metod służących do ustalenia tzw. genetycznego odcisku palca jest stwierdzenie obecności jednej z sekwencji insercyjnych, elementu *Alu*, w wybranym *locus* w genomie człowieka. Badania przeprowadza się wykonując reakcję PCR, dzięki której – w zależności od wielkości produktu reakcji – można stwierdzić obecność elementu *Alu* w wybranym miejscu. Wstępne badania w tym kierunku przeprowadzono dla dwóch osób. Wyniki elektroforezy produktów PCR przedstawiono poniżej.



Wielkość fragmentów DNA podano w parach zasad. Zestaw 5b oznacza wynik uzyskany z użyciem starterów (ang. *primers*) skierowanych do chromosomu nr 5 (miejsce b), zestaw 19 oznacza wynik uzyskany z użyciem starterów skierowanych do chromosomu nr 19.

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

Osoba nr 1 jest heterozygotą w locus (1), ponieważ w ścieżce (2) widać (3). Osoba nr 2 jest (4) w tym locus.

Numer luki	Wyrażenie
1.	<input type="checkbox"/> A. 5b / <input type="checkbox"/> B. 19
2.	<input type="checkbox"/> A. „Zestaw 5b” / <input type="checkbox"/> B. „Zestaw 19”
3.	<input type="checkbox"/> A. jeden prążek / <input type="checkbox"/> B. dwa prążki
4.	<input type="checkbox"/> A. homozygotą / <input type="checkbox"/> B. heterozygotą

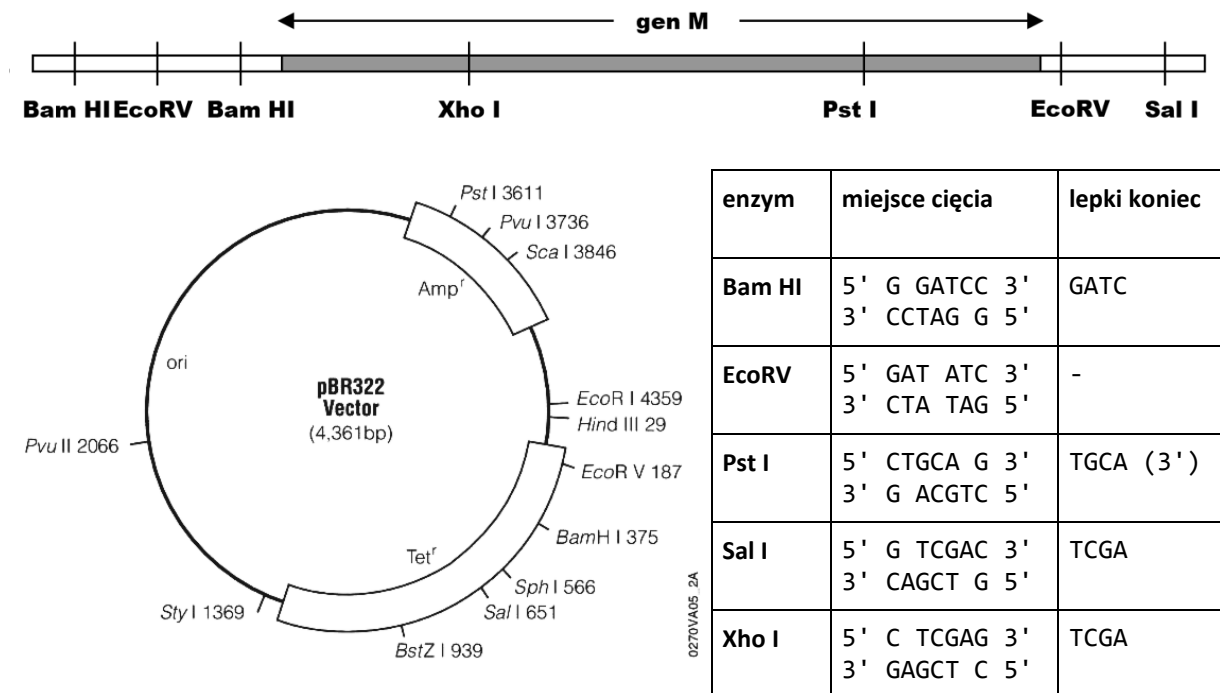
**28. Wybierz najlepsze oszacowanie długości elementu *Alu*.**

- A. Ok 200 par zasad.
- B. Ok 300 par zasad.
- C. Ok 550 par zasad.
- D. Ok 750 par zasad.

Informacja do zadań 29 i 30

Enzymy restrykcyjne są szeroko stosowanym narzędziem w inżynierii genetycznej. Dzięki nim możliwe jest wycinanie (izolowanie) fragmentów DNA, by je móc następnie namnażać (klonować) po umieszczeniu w plazmidach, czyli cząsteczkach DNA zdolnych do replikacji w komórce bakteryjnej. Plazmidy zwykle zawierają geny oporności na antybiotyki np. ampicylinę (Amp) lub tetracyklinę (Tet), dzięki czemu możliwe jest selekcjonowanie organizmów, które pobrały zrekombinowany plazmid. Rozmieszczenie poszczególnych miejsc restrykcyjnych w obrębie fragmentu DNA nazywamy mapą restrykcyjną.

Uczeń w ramach projektu naukowego ma za zadanie wklonować gen M do plazmidu pBR322. Poniżej przedstawiono mapę restrykcyjną fragmentu DNA zawierającego gen M, a także mapę plazmidu pBR322 i informację o kilku enzymach restrykcyjnych, które uczeń ma do dyspozycji.



**29. Przeczytaj poniższy tekst opisujący wykonane doświadczenie i uzupełnij luki (1–5) wyrażeniami z tabeli, wybierając w każdym przypadku jedno z dwóch zaproponowanych.**

W pierwszym kroku przecięto zarówno fragment z genem M jak i plazmid enzymem EcoRV. Następnie obie cząsteczki DNA (przecięty gen M i plazmid) poddano procesowi (1). Powstałą mieszaninę plazmidów wprowadzono do komórek bakteryjnych, czyli poddano je (2). W celu selekcji bakterii, które pobrały plazmid prowadzono dalszą hodowlę na podłożu z (3). Następnie sprawdzono, które z otrzymanych kolonii bakterii mają plazmid ze wstawionym genem M poprzez wysianie ich na podłoże z (4). Były to te, które (5) na tym podłożu.

Numer luki	Wyrażenie
1.	<input type="checkbox"/> A. polimeryzacji / <input type="checkbox"/> B. ligacji
2.	<input type="checkbox"/> A. transformacji / <input type="checkbox"/> B. koniugacji
3.	<input type="checkbox"/> A. ampicyliną / <input type="checkbox"/> B. tetracykliną
4.	<input type="checkbox"/> A. ampicyliną / <input type="checkbox"/> B. tetracykliną
5.	<input type="checkbox"/> A. wyrosły / <input type="checkbox"/> B. nie wyrosły

**30.** Stosowanie enzymu EcoRV pociąga za sobą konieczność łączenia fragmentów DNA o tępych końcach. Klonowanie przebiega znacznie efektywniej, kiedy łączy się ze sobą fragmenty DNA o lepkich końcach.

**Na podstawie przedstawionych informacji wybierz dwa enzymy, których można użyć do powtórzenia doświadczenia bez udziału EcoRV.**

- A. Bam HI
- B. Pst I
- C. Sal I
- D. Xho I

## **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.**

**BRUDNOPIS c.d.**



**TEST DO ZAWODÓW III STOPNIA 46 OLIMPIADY BIOLOGICZNEJ  
W ROKU SZKOLNYM 2016/2017**

Data: **23 kwietnia 2017 r.**

Godzina rozpoczęcia: **8:30**

Czas pracy: **90 minut**

Liczba punktów do uzyskania: **30**

**Instrukcja dla zawodnika**

1. Sprawdź, czy otrzymałeś/eś arkusz z zadaniami i kartę odpowiedzi.
2. Arkusz z zadaniami zawiera 24 strony i składa się z 30 zadań. Arkusz odpowiedzi jest zadrukowany dwustronnie i stanowi osobną kartę. Ewentualne braki zgłoś przewodniczącemu Komisji nadzorującej egzamin.
3. Używaj wyłącznie **czarnego** długopisu lub pióra, które **nie przebija na drugą stronę**.
4. Możesz korzystać z prostego kalkulatora dostarczonego przez Komisję nadzorującą egzamin.
5. Wpisz czytelnie swoje imię i nazwisko oraz nr PESEL w odpowiednim miejscu arkusza odpowiedzi. Zakoduj nr PESEL poprzez kompletne wypełnienie odpowiednich kół z cyframi.
6. Podpisz arkusz odpowiedzi na pierwszej stronie w miejscu na to przeznaczonym.
7. **Pamiętaj, że sprawdzane są wyłącznie arkusze 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.

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

## **Instrukcja do testu centralnego 46 OB**

Niezależnie od typu zadania, za udzielenie poprawnej odpowiedzi każdorazowo możesz uzyskać jeden punkt, a za odpowiedź błędną lub brak odpowiedzi – zero punktów. W przypadku zadań zamkniętych 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!**

### **Typy zadań zamkniętych i kodowanie odpowiedzi:**

Zadania wielokrotnego wyboru zawierają cztery lub pięć wariantów odpowiedzi, z których **tylko jedna** jest właściwa, chyba że polecenie wyraźnie nakazuje zaznaczyć **dwie** odpowiedzi. Należy zakreślić pole odpowiadające jednej możliwości.

A  B  C  D  E

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

F  P  B  F

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

N  T  B  N

Dokonać wyboru pomiędzy możliwościami **A** lub **B**:

B  A  B  B

Dopasować **kody do ilustracji** lub **opisów** zakreślając jedną z podanych możliwości:

A  B  B  A

Ustalić **kolejność** wykorzystując podane liczby:

1  2  3  4  5

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

A  B  
 B  2  
 C  3

### Informacja do zadań 1 i 2

Doświadczenia proveniencyjne polegają na zakładaniu, w warunkach możliwie wyrównanych, upraw porównawczych z sadzonek wyprowadzonych z nasion pochodzących z różnych obszarów geograficznych. Tego typu powierzchnie doświadczalne pozwalają na wyjaśnienie czy obserwowane między populacjami różnice morfologiczne są fenotypowe i wynikają z np. z wpływu klimatu, czy są uwarunkowane genetycznie.

Poniższy schemat przedstawia plan powierzchni doświadczenia proveniencyjnego z sosną zwyczajną. Na powierzchni testowano 20 populacji sosny (1-20), rozmieszczonych w czterech blokach (I-IV). Zastosowano przy tym metodę bloków kompletnie losowanych, tzn. w każdym z bloków wzajemny układ 20 populacji jest zupełnie losowy.

Blok I	20	9	12	1	7	17	12	2	Blok II
	11	6	8	19	10	20	15	5	
	13	16	10	2	9	19	14	4	
	7	4	18	15	6	16	11	1	
	3	17	14	5	8	18	13	3	
Blok III	17	8	1	15	4	17	11	10	Blok IV
	14	5	7	16	13	1	7	19	
	4	20	6	13	15	9	16	3	
	11	2	18	9	20	8	2	14	
	10	12	19	3	6	18	5	12	

Wyniki wieloletnich obserwacji wskazały, że najbardziej efektywnym przyrostem na długość charakteryzują się populacje sosny zwyczajnej pochodzące z Polski, Niemiec i Belgii, natomiast zdecydowanie najgorzej przyrastały populacje z Północnej Rosji i Szwecji oraz z izolowanych stanowisk na południowym skraju zasięgu gatunku w Europie (w Turcji, Bośni i Czarnogórze).

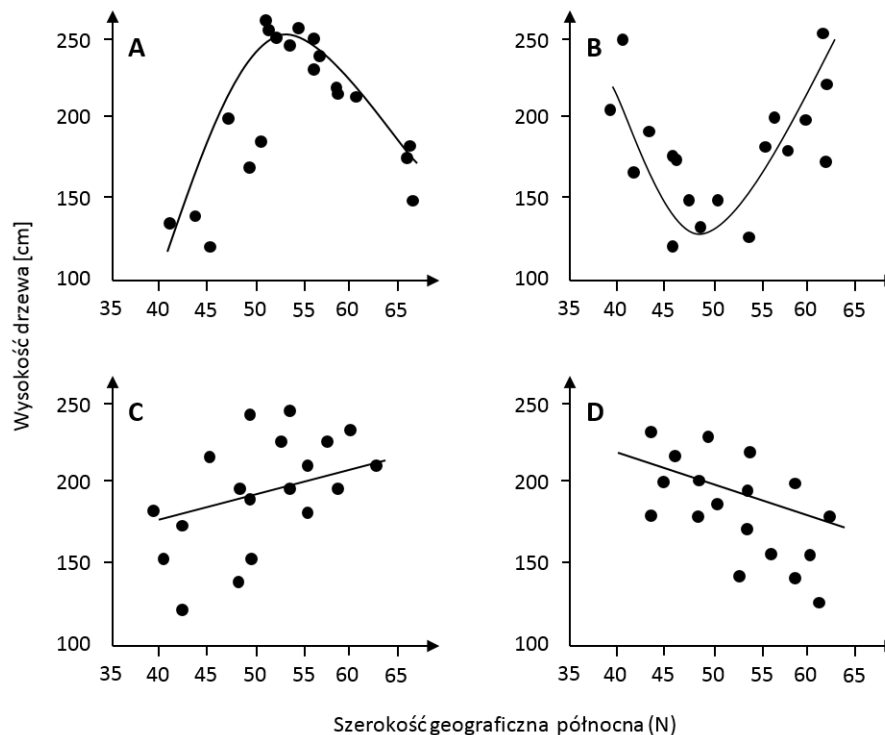
Ponadto zaobserwowano zredukowaną liczbę aparatów szparkowych na powierzchni igieł u sosen z populacji rosnących w ciepłym klimacie południowej Europy oraz w surowych warunkach charakterystycznych dla stanowisk z północnych skrajów Europy lub stanowisk górskich.

*Na podstawie: Oleksyn J., Rachwał L. 1994. Wzrost europejskich populacji sosny zwyczajnej (Pinus sylvestris L.) w doświadczeniu proveniencyjnym SP-IUFRO 1982 w Puszczy Niepołomickiej. Sylwan 9: 57-69*

**1. Wskaż, które z poniższych zdań najlepiej uzasadnia podział powierzchni na bloki z losowym układem populacji w każdym z bloków.**

- Zwiększa to ogólną obserwowaną zmienność analizowanych cech.
- Zastosowanie metody umożliwia posadzenie większej liczby sadzonek – bardziej ekonomiczne wykorzystanie dostępnej powierzchni.
- Ułatwia to bezpośredni dostęp do każdej z 20 populacji w celu pobrania próbek – każda z populacji ma część okazów rosnących na granicy plantacji.
- Zastosowanie metody niweluje ewentualny wpływ warunków mikrosiedliskowych w różnych blokach powierzchni doświadczalnej na obserwowaną zmienność. #
- Umożliwia to przeprowadzenie doświadczenia z zapewnieniem odpowiedniej liczby powtórzeń niezbędnych do wykonania analizy statystycznej zmienności badanych cech morfologicznych.

2. Wskaż który z poniższych wykresów najlepiej oddaje zaobserwowaną zależność pomiędzy szerokością geograficzną miejsca pochodzenia danej populacji a wysokością drzew? **A**



*Informacja do zadania 3*

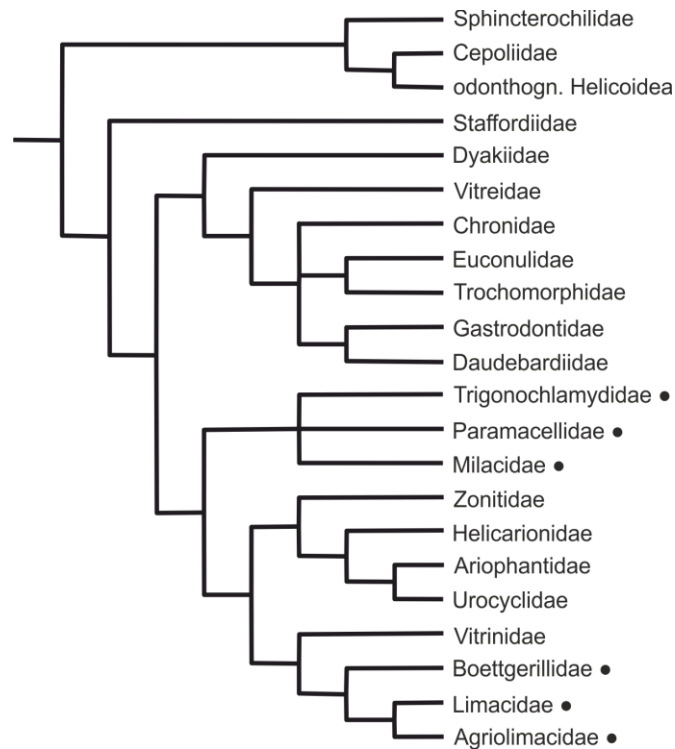
Coraz częściej do identyfikacji organizmów wykorzystuje się metody genetyczne. Szczególną popularnością cieszy się metoda kodów kreskowych (ang. *barcode*), w której sekwencjonuje się krótkie (zwykle poniżej 1000 par zasad) fragmenty genomu cechujące się wysoką zmiennością międzygatunkową, ale niską wewnątrzgatunkową. Dla roślin i grzybów powszechnie używa się w tym celu sekwencje ITS rozdzielające w genomie sekwencje kodujące rRNA lub chloroplastowe geny *matK* lub *rbcL*, a w przypadku mikroorganizmów fragmenty genów kodujących 16S rRNA. Wszystkie występują w genomie w wielu kopiach.

3. Określ, które stwierdzenia dotyczące metody kodów kreskowych są prawdziwe, a które fałszywe.

Stwierdzenie	Prawda czy fałsz?
1. Tą metodą można oznaczyć wyłącznie gatunki, dla których wcześniej otrzymano sekwencje z okazów referencyjnych.	<input type="checkbox"/> prawda / <input checked="" type="checkbox"/> fałsz <b>P</b>
2. Wynik analizy nie zależy od doboru analizowanych fragmentów genomu.	<input type="checkbox"/> prawda / <input checked="" type="checkbox"/> fałsz <b>F</b>
3. Niewielka długość oraz duża liczba kopii używanych znaczników umożliwiają ich amplifikację metodą PCR nawet w przypadku starych okazów, gdzie DNA jest w znacznym stopniu pofragmentowane.	<input type="checkbox"/> prawda / <input checked="" type="checkbox"/> fałsz <b>P</b>

Informacja do zadań 4 i 5

Poniższy kladogram przedstawia relacje pokrewieństwa ślimaków lądowych zaliczanych do nadrodziny Limacoidea. Kropkami zaznaczono rodziny ślimaków nagich.



Na podstawie Hausdorf B. *Phylogeny of the Limacoidea sensu lato*, 1998

4. Na podstawie analizy powyższego kladogramu uzupełnij luki (1–3) wyrażeniami z tabeli, wybierając w każdym przypadku jedno z dwóch zaproponowanych. Dokonując wyboru kieruj się zasadą największej oszczędności (parsymonii).

Pozbawione muszli ciało jest cechą zaawansowaną powstałą na drodze (1) w przynajmniej dwóch kładach w nadrodzinie Limacoidea, a więc takson obejmujący wszystkie ślimaki nagie stanowi grupę (2). Obecność muszli w rodzinach Helicarionidae, Ariophantidae, Urocyclidae i Vitrinidae można uznać za przykład (3).

Numer luki	Wyrażenie
1.	<input type="checkbox"/> A. konwergencji / <input type="checkbox"/> B. dywergencji <b>A</b>
2.	<input type="checkbox"/> A. monofiletyczną / <input type="checkbox"/> B. polifiletyczną <b>B</b>
3.	<input type="checkbox"/> A. plezjomorfii / <input type="checkbox"/> B. homoplazji <b>A</b>

5. Określ, które z poniższych cech odnoszą się do ślimaków nagich, a które do muszlowych.

Cecha	Ślimaki
1. Szybciej rosną.	<input type="checkbox"/> A. nagie / <input type="checkbox"/> B. muszlowe <b>A</b>
2. Częściej występują w miejscach ubogich w wapń.	<input type="checkbox"/> A. nagie / <input type="checkbox"/> B. muszlowe <b>A</b>
3. Dłużej dojrzewają.	<input type="checkbox"/> A. nagie / <input type="checkbox"/> B. muszlowe <b>B</b>
4. Chowają się w ciasnych kryjówkach.	<input type="checkbox"/> A. nagie / <input type="checkbox"/> B. muszlowe <b>A</b>

### Informacja do zadań 6–8

W wyniku szeregu badań ustalono, że genetycznie uwarunkowana otyłość u ludzi może być spowodowana brakiem produkcji czynnika sytości – leptyny, wytwarzanej m.in. przez komórki tkanki tłuszczowej lub brakiem receptorów dla tego czynnika. Obecnie wiadomo, że wydzielanie leptyny regulowane jest poprzez ujemne sprzężenie zwrotne. Wraz ze wzrostem objętości tkanki tłuszczowej stężenie leptyny wzrasta, organizm przestaje pobierać pokarm, co powoduje zmniejszenie ilości tłuszczu, co zmniejsza wytwarzanie leptyny i następuje zwiększenie apetytu. Dowiedziono również, że u kobiet o takim samym współczynniku masy ciała (BMI), jak u mężczyzn, stężenie leptyny w surowicy krwi jest 2–3 razy wyższe. Gen kodujący leptynę u człowieka, zlokalizowany jest na długim ramieniu chromosomu 7, a receptor leptyny kodowany jest przez gen *Ob-R* zlokalizowany na chromosomie 1.

U otyłych myszy zaobserwowano mutacje utraty funkcji (delecje) w genach: *ob* lub *db*, jednak nie wiadomo było, który z nich koduje czynnik sytości, a który jego receptor. W jednym z doświadczeń chirurgicznie połączono układy krążenia myszy w czterech parach (A-D), aby czynniki krążące we krwi jednej myszy mogły zostać przeniesione do krwi drugiej myszy. Po kilku tygodniach zanotowano zmiany w poziomie glukozy we krwi, masie ciała i tkanki tłuszczowej oraz pobieraniu pokarmu. Wyniki przedstawiono w poniższej tabeli. Genotypy dzikie (bez mutacji) oznaczono *ob<sup>+</sup>* i *db<sup>+</sup>*, a genotypy zmutowane *ob<sup>-</sup>* i *db<sup>-</sup>*.

para	osobniki	Parowanie genotypów	Skutki
A	1	<i>ob<sup>+</sup>/ob<sup>+</sup>, db<sup>+</sup>/db<sup>+</sup></i>	normalny poziom glukozy we krwi, zmniejszenie ilości tkanki tłuszczowej
	2	<i>ob<sup>+</sup>/ob<sup>+</sup>, db<sup>+</sup>/db<sup>+</sup></i>	
B	3	<i>ob<sup>-</sup>/ob<sup>-</sup>, db<sup>+</sup>/db<sup>+</sup></i>	obniżony apetyt (zmniejszenie tempa tycia), obniżony poziom glukozy we krwi
	4	<i>ob<sup>+</sup>/ob<sup>+</sup>, db<sup>+</sup>/db<sup>+</sup></i>	brak zmian
C	5	<i>ob<sup>+</sup>/ob<sup>+</sup>, db<sup>-</sup>/db<sup>-</sup></i>	wzrost masy ciała i tkanki tłuszczowej
	6	<i>ob<sup>+</sup>/ob<sup>+</sup>, db<sup>+</sup>/db<sup>+</sup></i>	obniżony apetyt (wychudzenie), obniżony poziom glukozy
D	7	<i>ob<sup>-</sup>/ob<sup>-</sup>, db<sup>+</sup>/db<sup>+</sup></i>	obniżony apetyt (wychudzenie), zmniejszenie masy tkanki tłuszczowej, obniżony poziom glukozy
	8	<i>ob<sup>+</sup>/ob<sup>+</sup>, db<sup>-</sup>/db<sup>-</sup></i>	wzrost masy ciała i tkanki tłuszczowej

Na podstawie: D.L. Coleman 2010, *A historical perspective on leptin*; M. Stachowicz i in., *Rola leptyny w zaburzeniach odżywiania się*, *Psychiatr. Pol.* 2013; 47(5): 897–907

### 6. Określ, które z poniższych wniosków są uprawnione na podstawie przedstawionych wyników doświadczenia.

Wniosek	Czy uprawniony?
1. Mysz z mutacją genu <i>ob</i> nie może produkować czynnika sytości, ale jeśli jest on obecny może na niego reagować.	<input type="checkbox"/> tak / <input type="checkbox"/> nie <b>T</b>
2. Myszy z mutacją genu <i>db</i> wytwarzają czynnik sytości, ale nie mogą na niego reagować.	<input type="checkbox"/> tak / <input type="checkbox"/> nie <b>T</b>
3. Myszy z mutacją genu <i>db</i> mają wyższe stężenie czynnika sytości we krwi niż myszy bez tej mutacji.	<input type="checkbox"/> tak / <input type="checkbox"/> nie <b>T</b>

7. Określ, na które z poniższych pytań badawczych można udzielić odpowiedzi dzięki przedstawionym wynikom.

Pytanie badawcze	Czy można udzielić odpowiedzi?
1. Czy otyłość u myszy może być uwarunkowana genetycznie?	<input type="checkbox"/> tak / <input type="checkbox"/> nie <b>T</b>
2. Który gen koduje czynnik sytości, a który receptory dla tego czynnika?	<input type="checkbox"/> tak / <input type="checkbox"/> nie <b>T</b>
3. Czy podobnie jak u ludzi czynnikiem sytości u myszy jest także leptyna?	<input type="checkbox"/> tak / <input type="checkbox"/> nie <b>N</b>

8. Geny kodujące leptynę i receptor leptyny u ludzi to geny

- A. sprzężone z płcią.
- B. sprzężone ze sobą.
- C. dziedziczone niezależnie. **#**
- D. stanowiące funkcjonalny supergen.

Informacja do zadania 9

Fotosynteza roślin typu C3 jest mniej wydajna w stosunku do roślin typu C4 oraz sinicy ze względu na brak wydajnych mechanizmów koncentracji dwutlenku węgla koniecznych do wysokiej aktywności karboksylacyjnej Rubisco. Wykonano eksperyment polegający na uzyskaniu roślin transgenicznych *Arabidopsis thaliana* i *Nicotiana tabacum* zawierających dodatkowy gen pochodzący od sinicy *Synechocystis sp.* kodujący białko odpowiedzialne za akumulację wodorowęglanu wewnątrz komórki. W tabeli poniżej przedstawiono wyniki pomiaru punktu kompensacyjnego fotosyntezy dla dwutlenku węgla dla roślin typu dzikiego (wt) i transgenicznych.

Próba	Stężenie CO <sub>2</sub> [μL/L]
<i>A. thaliana</i> wt	46,1 ± 1,1
<i>A. thaliana</i> linia transgeniczna X	39,2 ± 1,0
<i>A. thaliana</i> linia transgeniczna Y	41,0 ± 1,1
<i>N. tabacum</i> wt	56,9 ± 1,6
<i>N. tabacum</i> linia transgeniczna 3	47,1 ± 1,4
<i>N. tabacum</i> linia transgeniczna 11	48,0 ± 1,6

Na podstawie: Lieman-Hurwitz J, Rachmilevitch S, Mittler R, Marcus Y, Kaplan A. 2003. *Plant Biotechnology Journal* 1, 43–50.

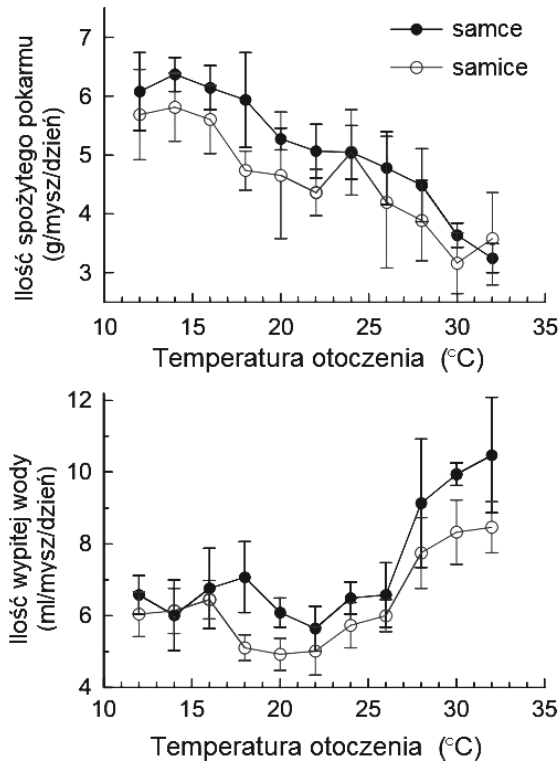
9. Na podstawie przedstawionych informacji zaznacz w tabeli odpowiedź A albo B, która jest odpowiedzią na poniższe pytanie, oraz jej uzasadnienie spośród odpowiedzi 1.–2.

Czy wprowadzenie dodatkowego genu wpłynęło pozytywnie na wydajność fotosyntezy badanych gatunków roślin?

<input type="checkbox"/> <b>A.</b> Tak	ponieważ u roślin transgenicznych w porównaniu z wt uzyskano	<input type="checkbox"/> <b>1.</b>	niższą wartość stężenia CO <sub>2</sub> dla punktu kompensacyjnego fotosyntezy.
<input type="checkbox"/> B. Nie		<input type="checkbox"/> 2.	wyższą wartość stężenia CO <sub>2</sub> dla punktu kompensacyjnego fotosyntezy.

Informacja do zadań 10–11

Mysz laboratoryjna jest gatunkiem modelowym wykorzystywanym w badaniach z zakresu immunologii, genetyki i etologii. Poniżej przedstawiono dane uzyskane w badaniach nad termoregulacją u myszy laboratoryjnej. Wykresy prezentują zależność pomiędzy ilością spożywanego pokarmu i wypitej wody a temperaturą otoczenia, w jakiej były trzymane ośmiodzienne samce i samice myszy laboratoryjnej. Koła reprezentują wartości średnie, a pionowe podziałki odchylenia standardowe.



Na podstawie: Gordon C.J., 2012, *Thermal physiology of laboratory mouse. Defining Thermoneutrality*, *Journal of Thermal Biology* 37, 654-685.

10. Określ, które z poniższych wniosków są uprawnione na podstawie przedstawionych wyników doświadczenia.

Wniosek	Czy uprawniony?
1. Ilość spożytego pokarmu i wypitej wody u myszy laboratoryjnej zależy od temperatury otoczenia.	<input type="checkbox"/> tak / <input type="checkbox"/> nie <b>T</b>
2. Samice średnio jedzą mniej niż samce.	<input type="checkbox"/> tak / <input type="checkbox"/> nie <b>T</b>
3. W temperaturze otoczenia równej 30 °C każdy z samców wypił więcej wody niż którakolwiek z samic.	<input type="checkbox"/> tak / <input type="checkbox"/> nie <b>N</b>

11. Określ, które zmienne w badaniu to zmienne zależne, a które niezależne.

Zmienna	Typ
1. ilość spożytego pokarmu	<input type="checkbox"/> A. zależna / <input type="checkbox"/> B. niezależna <b>A</b>
2. ilość wypitej wody	<input type="checkbox"/> A. zależna / <input type="checkbox"/> B. niezależna <b>A</b>
3. płeć	<input type="checkbox"/> A. zależna / <input type="checkbox"/> B. niezależna <b>B</b>
4. temperatura otoczenia	<input type="checkbox"/> A. zależna / <input type="checkbox"/> B. niezależna <b>B</b>



### Informacja do zadania 12

Dwulistnik pajęczy (*Ophrys sphegodes* Mill.) występujący w basenie Morza Śródziemnego jest gatunkiem storczyka, którego zapylaczami są samotnicze pszczoły *Andrena nigroaenea*. Roślina przywabia do siebie owady wykorzystując zjawisko mimikry seksualnej. Jej kwiaty pod względem wizualnym, dotykowym i zapachowym upodobniają się do samic z gatunku *Andrena nigroaenea*, a samce, podejmując próby kopulacji z oszustem, przyklejają do siebie jego pyłkowiny. Osmofory produkujące lotne związki zapachowe zlokalizowane są na warżce (*labellum*) storczyka.

W 2000 roku zespół badaczy z Uniwersytetu Wiedeńskiego pod kierownictwem Floriana Schiestla przeprowadził w terenie doświadczenie mające na celu poznanie natury mimikry seksualnej *Ophrys sphegodes*.

Przez trzy minuty sprawdzano reakcję behawioralną grupy samców wystawionych na różne rodzaje stymulatorów:

- Dziewiczą samicę *Andrena nigroaenea*, którą na skutek mrożenia pozbawiono wydzielanych związków zapachowych;
- Nietkniętą samicę *Andrena nigroaenea*
- Ekstrakt pentanowy z kutykuli (gruczołów międzysegmentowych i gruczołów Dufour'a) samicy *Andrena nigroaenea*;
- Ekstrakt pentanowy z gruczołów głowowych samicy *Andrena nigroaenea*;
- *Ophrys sphegodes*, którego warżki kwiatowe moczo w rozpuszczalniku celem pozbawienia zapachu;
- Nietknięty *Ophrys sphegodes*;
- Ekstrakt z warżki *Ophrys sphegodes*.

Reakcje behawioralne samców podzielono na cztery kategorie:

- Zbliżenie do obiektu na odległość mniejszą niż 5 cm;
- Krótkotrwałe wskoczenie na obiekt;
- Wejście na obiekt bez próby kopulacji;
- Podjęcie próby kopulacji z obiektem.

Poniższa tabela przedstawia część wyników otrzymanych przez naukowców.

Grupa	Liczba powtórzeń	Średnia liczba reakcji samców ± błąd standardowy			
		Zbliżenie do obiektu	Krótkotrwałe wskoczenie na obiekt	Wejście na obiekt bez próby kopulacji	Próba kopulacji z obiektem
Bezwonna pszczoła	13	5,85 ± 0,95	0	0	0
Nietknięta samica <i>Andrena</i>	16	8,06 ± 1,63	0,69 ± 0,34	0,25 ± 0,11	2,38 ± 0,71
Ekstrakt z kutykuli samicy <i>Andrena</i>	9	11,33 ± 1,39	0,44 ± 0,24	0,56 ± 0,18	1,00 ± 0,58
Ekstrakt z głowy samicy <i>Andrena</i>	10	9,89 ± 1,43	0,05 ± 0,05	0,16 ± 0,12	0,11 ± 0,07
Bezwonny <i>Ophrys</i>	9	7,44 ± 1,68	0	0	0
Nietknięty <i>Ophrys</i>	11	4,91 ± 1,66	0,09 ± 0,09	0,18 ± 0,18	5,45 ± 1,70
Ekstrakt z warżki <i>Ophrys</i>	12	11,83 ± 2,28	1,17 ± 0,42	0,50 ± 0,26	1,50 ± 0,45

**12. Określ, które z poniższych wniosków są uprawnione na podstawie przedstawionych wyników doświadczenia.**

Wniosek	Czy uprawniony?
1. Lotne związki z gruczołów głowowych samic <i>Andrena nigroaenea</i> odgrywają większą rolę w przywabianiu samców niż gruczoły kutykularne.	<input type="checkbox"/> tak / <input type="checkbox"/> nie <b>N</b>
2. Dla samców <i>Andrena nigroaenea</i> bodźce wizualne są silniejszymi stymulatorami od zapachowych (chemicznych).	<input type="checkbox"/> tak / <input type="checkbox"/> nie <b>N</b>
3. Samce <i>Andrena nigroaenea</i> częściej podejmują próbę kopulacji z nietkniętymi kwiatami <i>Ophrys sphegodes</i> niż nietkniętymi samicami własnego gatunku.	<input type="checkbox"/> tak / <input type="checkbox"/> nie <b>T</b>

*Informacja do zadań 13–15*

Komórki drożdży *Saccharomyces cerevisiae* o dzikim fenotypie [gar-] w środowisku bogatym w glukozę (Glc) wykazują tzw. represję kataboliczną. Oznacza to, że transkrypcja genów kodujących enzymy szlaków rozkładających inne związki organiczne niż Glc (np. glicerol; Gly) jest ograniczona.

W ciągu ostatnich kilku lat stosunkowo dobrze scharakteryzowano fenotyp [GAR+] pojawiający się u drożdży z powodu agregacji białka prionowego Std1. W komórkach o fenotypie [GAR+] zachodzi transkrypcja genów kodujących enzymy szlaków katabolizujących inne związki organiczne niż Glc (np. Gly), mimo obecności tej heksozy.

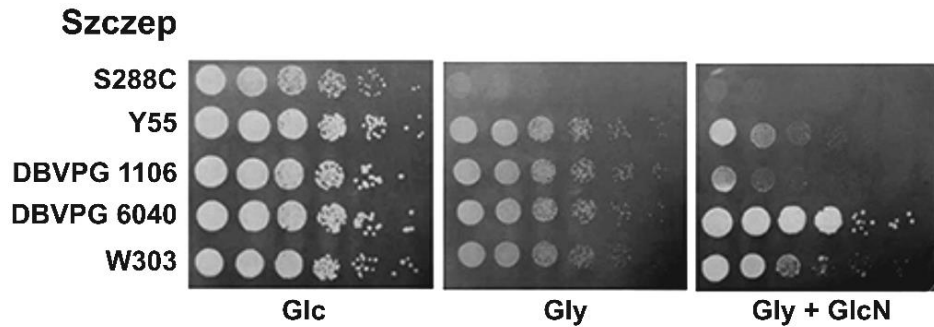
Glukozamina (GlcN) jest związkiem na tyle podobnym do Glc, że prowadzi do represji katabolicznej u drożdży [gar-], jednak nie może być substratem glikolizy.

Zdolność do wzrostu drożdży w danych warunkach sprawdza się wykonując tzw. test kropelkowy. Przygotowuje się seryjne rozcieńczenia płynnej hodowli drożdży, z których pobiera się po 10 µl i nanosi się na powierzchnię pożywki zestalanej agarem. Po 3-5 dniach inkubacji w 30 °C na powierzchni pożywki można zaobserwować kolonie drożdży. Jeśli nawet wielokrotne rozcieńczenie daje możliwość wzrostu drożdży, uznaje się taką pożywkę za zapewniającą dogodne warunki dla ich wzrostu. Przy porównaniu kilku szczepów drożdży, należy przygotować hodowle o takiej samej gęstości komórek drożdży na jednostkę objętości i nanieść kolejne rozcieńczenia na taką samą pożywkę.

Zwyczajowo po lewej stronie zestalonej pożywki nanosi się nierozcieńczoną hodowlę i w kierunku prawym nanosi się kolejne rozcieńczenia. Dzięki temu każdy rząd na zestalonej pożywce reprezentuje jeden szczep drożdży.

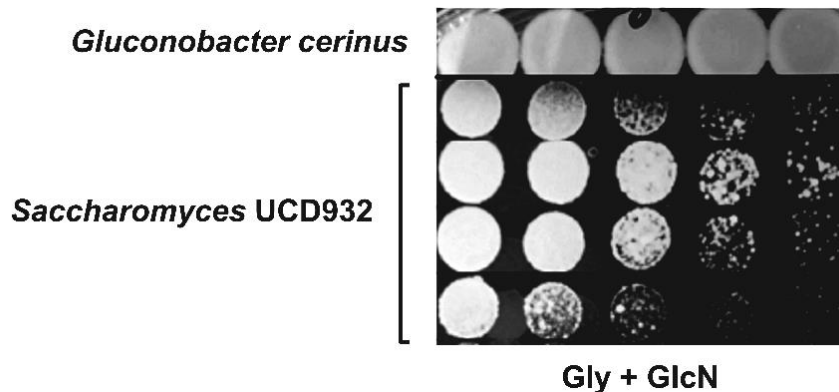
*Na podstawie:*  
*Vidhya Ramakrishnan i in., Inter-Kingdom Modification of Metabolic Behavior [GAR+] Prion Induction in Saccharomyces cerevisiae Mediated by Wine Ecosystem Bacteria*  
*Daniel F. Jarosz i in, Cross-Kingdom Chemical Communication Drives a Heritable, Mutually Beneficial Prion-Based Transformation of Metabolism*

13. Wykonano testy kropelkowe pięciu szczepów drożdży na trzech pożywkach (zawierające Glc, Gly lub Gly oraz GlcN).



Wybierz szczep drożdży, w którym najsilniej zaznaczony jest fenotyp [GAR+].

- A. S288C.
  - B. Y55.
  - C. DBVPG 1106.
  - D. DBVPG 6040. #
  - E. W303.
14. Wykonano test kropelkowy szczepu *Saccharomyces* UCD932 o fenotypie [gar-] w czterech rzędach na pożywce zawierającej Gly i GlcN. Nad pierwszym rzędem wysiano bakterie z gatunku *Gluconobacter cerinus*.

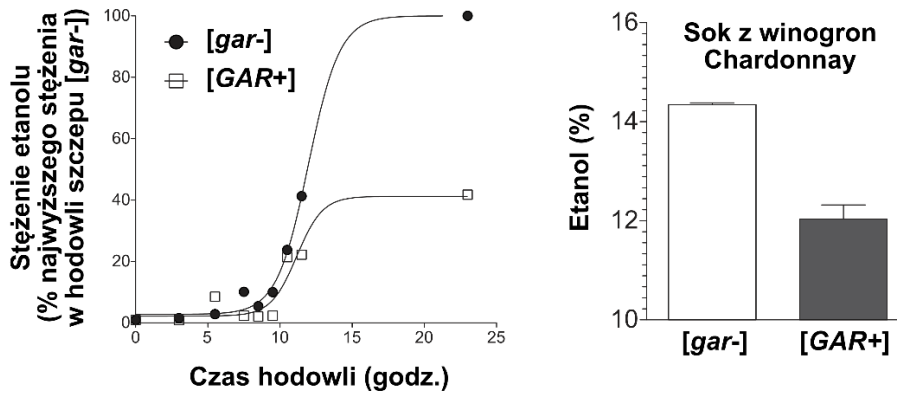


Przeczytaj poniższy tekst i uzupełnij luki (1–3) wyrażeniami z tabeli, wybierając w każdym przypadku jedno z dwóch zaproponowanych.

*Gluconobacter cerinus* wydziela związek chemiczny, który ulega (1) i tak wpływa na fenotyp *Saccharomyces* UCD932, że w szczepie tym (2) stopień represji katabolicznej. Związek wydzielany przez *G. cerinus* najskuteczniej zmienia fenotyp *Saccharomyces* UCD932 przy (3) jego stężeniu w pożywce.

Numer luki	Wyrażenie
1.	<input type="checkbox"/> A. dyfuzji / <input type="checkbox"/> B. osmozie <b>A</b>
2.	<input type="checkbox"/> A. zwiększa się / <input type="checkbox"/> B. zmniejsza się <b>B</b>
3.	<input type="checkbox"/> A. najwyższym / <input type="checkbox"/> B. umiarkowanym <b>B</b>

15. Badacze fenotypu [GAR+] postulują, że bakterie *G. cerinus* indukują go u drożdży w celu osiągnięcia większego sukcesu w kolonizacji niszy ekologicznej dzielonej z drożdżami z rodzaju *Saccharomyces*. Na wykresach zaprezentowano wyniki badań wykonanych przez niezależne zespoły dotyczących stężenia etanolu w drożdżach o fenotypie [gar-] i [GAR+].



Przeczytaj poniższy tekst i uzupełnij luki (1–5) wyrażeniami z tabeli, wybierając w każdym przypadku jedno z dwóch zaproponowanych.

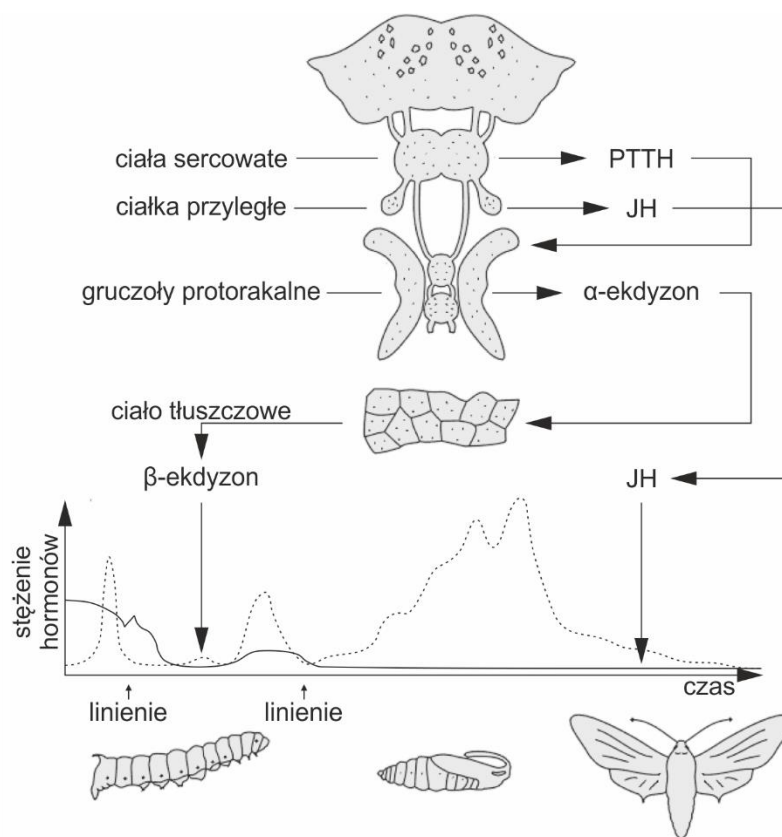
Drożdże z rodzaju *Saccharomyces* z fenotypem [GAR+] w pożywce bogatej w Glc nie mogą uruchomić mechanizmu represji katabolicznej ze względu na agregację białka Std1. (1) to komórkom drożdży wykorzystanie innych źródeł energii takich jak (2). Wpływa to na (3) wykorzystanie Glc przez drożdże, a także (4) stężenie etanolu wynikające z glikolizy i fermentacji alkoholowej. Bakterie łatwiej mogą kolonizować środowisko o (5) stężeniu etanolu wypierając w ten sposób drożdże z danej niszy ekologicznej.

Numer luki	Wyrażenie
1.	<input type="checkbox"/> A. Umożliwia / <input type="checkbox"/> B. Uniemożliwia <b>A</b>
2.	<input type="checkbox"/> A. Gly / <input type="checkbox"/> B. etanol <b>A</b>
3.	<input type="checkbox"/> A. mniejsze / <input type="checkbox"/> B. większe <b>A</b>
4.	<input type="checkbox"/> A. obniża / <input type="checkbox"/> B. podwyższa <b>A</b>
5.	<input type="checkbox"/> A. niższym / <input type="checkbox"/> B. wyższym <b>A</b>

Informacja do zadań 16 i 17

Rozwój i metamorfoza owadów holometabolicznych jest procesem precyzyjnie regulowanym hormonalnie. W regulacji tej uczestniczą między innymi ekdysteroidy np.  $\alpha$  i  $\beta$  ekdyzon oraz hormon juwenilny (JH), których synteza i uwalnianie jest kontrolowane przez neuropeptydy wytwarzane w wyspecjalizowanych komórkach mózgu. Jednym z neuropeptydów jest hormon protorakotropowy (PTTH). Profile stężenia E i JH w hemolimfie, charakterystyczne dla Lepidoptera przedstawiono na poniższym schemacie.

Opracowanie preparatów owadobójczych zaliczanych do tzw. regulatorów wzrostu owadów, działających analogicznie do naturalnych hormonów, pozwoliło na ograniczenie stosowania związków toksycznych dla innych grup organizmów. Do wspomnianych regulatorów należą zarówno analogi ekdysteroidów, np. metoksyfenozyd czy tebufenozyd, jak i hormonu juwenilnego – pyriproksyfen, metopren czy fenoksykarb.



16. Określ, które stwierdzenia dotyczące regulacji metamorfozy motyli są prawdziwe, a które fałszywe.

Stwierdzenie	Prawda czy fałsz?
1. Do zainicjowania linienia niezbędny jest wzrost poziomu ekdyzonu w hemolimfie.	<input type="checkbox"/> prawda / <input checked="" type="checkbox"/> fałsz <b>P</b>
2. Warunkiem wykształcenia się formy imaginalnej jest niski poziom JH w hemolimfie.	<input type="checkbox"/> prawda / <input checked="" type="checkbox"/> fałsz <b>P</b>
3. Wyrzut PTTH stymuluje uwalnianie hormonu juwenilnego z narządów magazynujących hormony do hemolimfy.	<input type="checkbox"/> prawda / <input checked="" type="checkbox"/> fałsz <b>F</b>

**17. Wybierz prawidłowe dokończenie zdania.**

Zastosowanie fenoksykarbu na początku ostatniego stadium larwalnego spowoduje

- A. przyspieszenie metamorfozy.
- B. wydłużenie rozwoju larwalnego. #
- C. zatrzymanie rozwoju na stadium poczwarki.
- D. niewykształcenie narządów płciowych u imago.

*Informacja do zadań 18–20*

Witellogeniny (Vg) to białka, które owady produkują w narządzie zwanym ciałem tłuszczowym. Są one pobierane przez rosnący oocyt, gdzie wchodzi w skład żółtka, a więc materiału wykorzystywanego jako źródło energii i jako budulec dla rozwijającego się zarodka. Taka rola Vg została opisana u bardzo wielu gatunków owadów, a kluczowe znaczenie dla zwiększenia produkcji Vg u tych gatunków ma wysoki poziom hormonu juvenilnego (JH) w ich hemolimfie.

Okazało się jednak że Vg mogą działać także jak hormony i służyć za źródło substratów pokarmowych w mleczku pszczoł służyącym m.in. do karmienia larw. Z taką sytuacją mamy do czynienia u robotnic pszczoł miodnych *Apis mellifera*. Rola witellogenin u tego gatunku polega między innymi na znoszeniu efektów jakie w ich organizmie wywołuje wzrost poziomu JH. Co więcej, relacje między Vg i JH mają tu formę oddziaływań podwójnie negatywnych to znaczy, że JH radykalnie obniża transkrypcję genów kodujących Vg i ogranicza efekty fizjologiczne będące skutkiem podwyższonego poziomu Vg w hemolimfie, z kolei Vg hamują produkcję i wydzielanie JH. Liczne dane wskazują także, że JH i Vg u robotnic pszczoł miodnych wpływają na ich dojrzałość behawioralną. Tylko u młodych przedstawicielek tej kasty ilość Vg w hemolimfie jest bardzo wysoka.

**18. Zaznacz w tabeli odpowiedź A albo B, która jest poprawnym dokończeniem zdania, oraz jego uzasadnienie spośród odpowiedzi 1.–3.**

Usunięcie ciałek przyległych, czyli *corpora allata* robotnicom pszczoły miodnej

<input type="checkbox"/> A.	spowoduje, że ilość Vg w ich hemolimfie wzrośnie	ponieważ	<input type="checkbox"/> 1.	owady tracą narząd syntezy hormonów steroidowych.
<input type="checkbox"/> B.	nie wpłynie na poziom Vg w ich hemolimfie		<input type="checkbox"/> 2.	robotnice gromadzą żółtko w oocytach.
			<input checked="" type="checkbox"/> 3.	owady całkowicie tracą zdolność do produkcji JH.

**19. Zaznacz w tabeli odpowiedź A albo B, która jest poprawnym dokończeniem zdania, oraz jego uzasadnienie spośród odpowiedzi 1.–3.**

Zbieraczki pszczoły miodnej każdego dnia opuszczają ul celem zbierania nektaru i pyłku kwiatowego, co u przedstawicielek tej kasty jest skorelowane

<input type="checkbox"/> A.	z wysokim poziomem Vg w hemolimfie	ponieważ	<input type="checkbox"/> 1.	niskie stężenie JH w ich hemolimfie stymuluje produkcję mleczka pszczelego zawierającego Vg.
<input type="checkbox"/> B.	z niskim poziomem Vg w hemolimfie		<input checked="" type="checkbox"/> 2.	wysokie stężenia JH w ich hemolimfie hamuje produkcję mleczka pszczelego z wykorzystaniem Vg.
			<input type="checkbox"/> 3.	wysokie stężenie JH w ich hemolimfie stymuluje linienia regenerujące włoski używane do gromadzenia pyłku.

20. Zaznacz w tabeli odpowiedź A albo B, która jest poprawnym dokończeniem zdania, oraz jego uzasadnienie spośród odpowiedzi 1.–3.

Królowe pszczoły miodnej żyją znacznie dłużej niż robotnice, bo stężenie Vg w ich hemolimfie jest bardzo wysokie a JH bardzo niskie, co z kolei jest regulowane neurohormonalnie poprzez

<input type="checkbox"/> A.	podwyższenie produkcji allatostatyn	w konsekwencji spożywania	<input type="checkbox"/> 1.	przez całe życie mleczka pszczelego bogatego w białka i cukry.
<input type="checkbox"/> B.	podwyższenie produkcji allatotropin		<input type="checkbox"/> 2.	mleczka pszczelego w okresie rozwoju larwalnego i miodu w stadium owada dorosłego.
			<input type="checkbox"/> 3.	pokarmu składającego się głównie z pyłku kwiatowego bogatego w białka.

Informacja do zadania 21

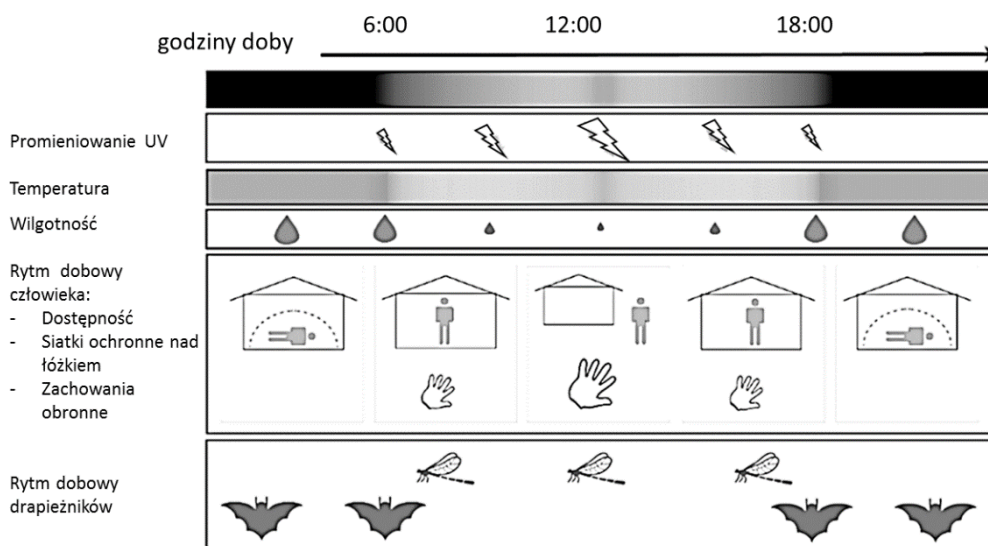
Haplodiploidalność to system determinacji płci, występujący u niektórych owadów. W przypadku pszczoł, jego mechanizm związany jest z genotypem trzech *loci* płciowych, określanymi jako Q, X i Z. Osobniki heterozygotyczne pod względem omawianych *loci* rozwijają się w samice, a homozygotyczne w bezpłodne samce, które w stadium czerwia pożerane są przez opiekujące się nimi robotnice. Osobniki haploidalne powstające na drodze partenogenezy rozwijają się w płodne samce.

21. Na podstawie przedstawionych informacji określ stopień pokrewieństwa (oczekiwany odsetek wspólnych genów) między dwoma żywymi osobnikami pszczoł, będącymi względem siebie w relacjach wyszczególnionych w tabeli. W każdym przypadku przyjmij założenie, że królowa została zapłodniona tylko jednokrotnie.

Relacja	Stopień pokrewieństwa
1. Królowa i jej córka	<input type="checkbox"/> A. 1/4 <input type="checkbox"/> B. 1/2 <input type="checkbox"/> C. 3/4 <input type="checkbox"/> D. 1 <input checked="" type="checkbox"/> B
2. Dwie siostry rodzone	<input type="checkbox"/> A. 1/4 <input type="checkbox"/> B. 1/2 <input type="checkbox"/> C. 3/4 <input type="checkbox"/> D. 1 <input checked="" type="checkbox"/> C
3. Dwaj bracia rodzeni	<input type="checkbox"/> A. 1/4 <input type="checkbox"/> B. 1/2 <input type="checkbox"/> C. 3/4 <input type="checkbox"/> D. 1 <input checked="" type="checkbox"/> B

### Informacja do zadania 22

Komary żyją w środowisku, którego parametry ulegają regularnym zmianom, a rytm tych zmian wynosi w przybliżeniu 24 godziny. Zachody i wschody słońca powodują powstanie rytmicznych zmian parametrów środowiska (światło-ciemność, temperatura, poziom wilgotności itd.). Zmiany te są powodem określonego zachowania się organizmów w różnych porach doby.



Źródło ilustracji: Daily Rhythms in Mosquitoes and Their Consequences for Malaria Transmission <http://www.mdpi.com/2075-4450/7/2/14/html>, zmodyfikowany

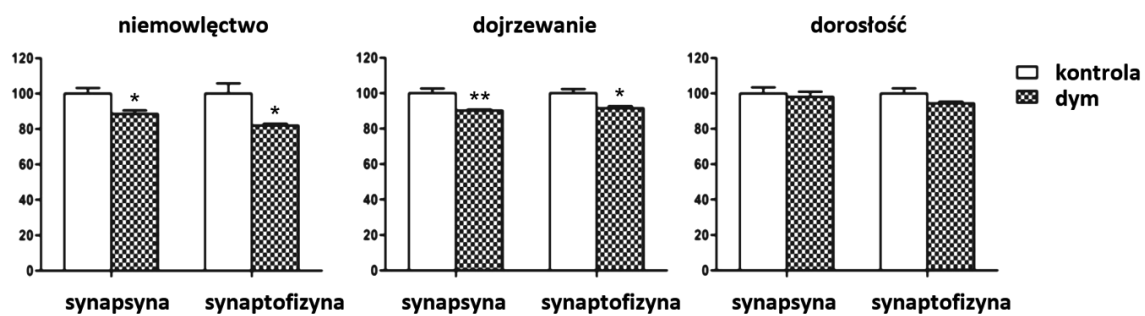
Planowano eksperyment, którego obiektem badawczym był gatunek komara z rodzaju *Anopheles*, a celem doświadczenia miało być sprawdzenie wpływu dawki promieniowania ultrafioletowego na częstotliwość ukąszeń człowieka.

**22. Określ, które z wymienionych zmiennych w planowanym badaniu to zmienne zależne, niezależne i kontrolowane.**

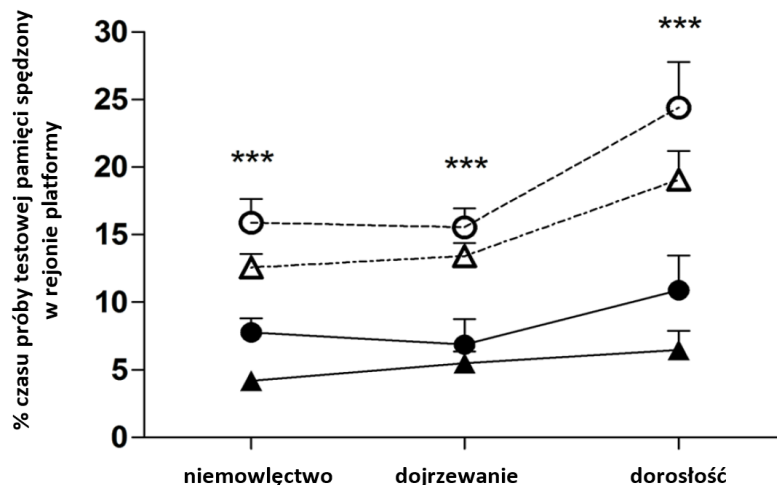
Zmienna	Typ
1. promieniowanie UV	<input type="checkbox"/> A. zależna / <input type="checkbox"/> B. niezależna / <input type="checkbox"/> C. kontrolowana <b>B</b>
2. wilgotność	<input type="checkbox"/> A. zależna / <input type="checkbox"/> B. niezależna / <input type="checkbox"/> C. kontrolowana <b>C</b>
3. godzina badania	<input type="checkbox"/> A. zależna / <input type="checkbox"/> B. niezależna / <input type="checkbox"/> C. kontrolowana <b>C</b>
4. zachowania obronne człowieka	<input type="checkbox"/> A. zależna / <input type="checkbox"/> B. niezależna / <input type="checkbox"/> C. kontrolowana <b>C</b>
5. częstotliwość ukąszeń	<input type="checkbox"/> A. zależna / <input type="checkbox"/> B. niezależna / <input type="checkbox"/> C. kontrolowana <b>A</b>



Badano wpływ dymu tytoniowego na funkcjonowanie pamięci i poziom białek synaptycznych w formacji hipokampa myszy laboratoryjnych szczepu BALB/c we wczesnym okresie ich życia. Mysie oseski w okresie od 3. do 14. dnia życia wystawiono na działanie dymu przez 1 godz. dziennie. Oseski z grupy kontrolnej chowano w klatce, w której nie ma one kontaktu z dymem. Poziom dwóch wybranych białek synaptycznych – synapsyny I i synaptofizyny – zbadano w 15., 35. (wiek określany jako „młodociany”) i 65. (zwierzęta dorosłe, dojrzałe) dniu życia u losowo wybranych zwierząt z obu grup. Dwie inne grupy zwierząt, wystawiane i niewystawiane na działanie dymu, poddano treningowi w basenie Morrisa. W tym modelu behawioralnym myszy są umieszczane w wodzie i uczą się, gdzie położona jest ukryta pod powierzchnią wody platforma o wymiarach 9 x 9 cm, która jest miejscem ucieczki. Test pamięci polega z kolei na usunięciu platformy i ocenie, czy zwierzęta pływają w jej okolicy np. w kwadracie o boku równym dwóm bokom platformy). Poniżej przedstawiono wybrane wyniki doświadczeń (Rys. 1 i 2).



**Rys. 1. Ocena poziomu białka synapsyny I i synaptofizyny w formacji hipokampa myszy w wieku niemowlęcym, dojrzewania i w dorosłości metodą immunocytochemiczną.** Wyniki przedstawiono jako procentowy poziom wyników grupy kontrolnej wraz z błędem standardowym średniej. Oznaczenia \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$  określają p-wartości testu statystycznego dla porównania grupy kontrolnej i wstawionej na działanie dymu tytoniowego.



**Rys. 2. Wyniki testu pamięci w basenie Morrisa myszy w wieku niemowlęcym, dojrzewania i w dorosłości, które były lub nie były poddane działaniu dymu tytoniowego.** Przedstawiono procent czasu próby testowej spędzony w okolicy platformy (kwadrat o boku równym dwóm bokom platformy) przez myszy z grupy kontrolnej (otwarte okręgi i trójkąty) i poddane działaniu dymu (okręgi i trójkąty zamalowane). Wyniki przedstawiono jako średnie z grupy wraz ze standardowym błędem średniej. Oznaczenie \*\*\*  $p < 0,001$  określa p-wartość testu statystycznego dla porównania zwierząt z grupy kontrolnej i myszy wystawionych na działanie dymu tytoniowego w podziale na wiek bez uwzględnienia płci. Trójkątami oznaczono samice, okręgami – samce.

Na podstawie: <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0136399>

23. Określ, które z poniższych wniosków są uprawnione na podstawie przedstawionych wyników doświadczenia.

Wniosek	Czy uprawniony?
1. Kontakt z dymem tytoniowym w niemowlęctwie powoduje u myszy spadek stężenia synaptofizyny w formacji hipokampa w wieku dojrzewania.	<input type="checkbox"/> tak / <input type="checkbox"/> nie <b>T</b>
2. Kontakt z dymem tytoniowym w niemowlęctwie powoduje u myszy spadek stężenia synapsyny w formacji hipokampa w wieku dorosłym.	<input type="checkbox"/> tak / <input type="checkbox"/> nie <b>N</b>
3. Kontakt z dymem tytoniowym w niemowlęctwie powoduje pogorszenie transmisji synaptycznej w formacji hipokampa u dojrzewających myszy.	<input type="checkbox"/> tak / <input type="checkbox"/> nie <b>N</b>

24. Określ, które z poniższych wniosków są uprawnione na podstawie przedstawionych wyników doświadczenia.

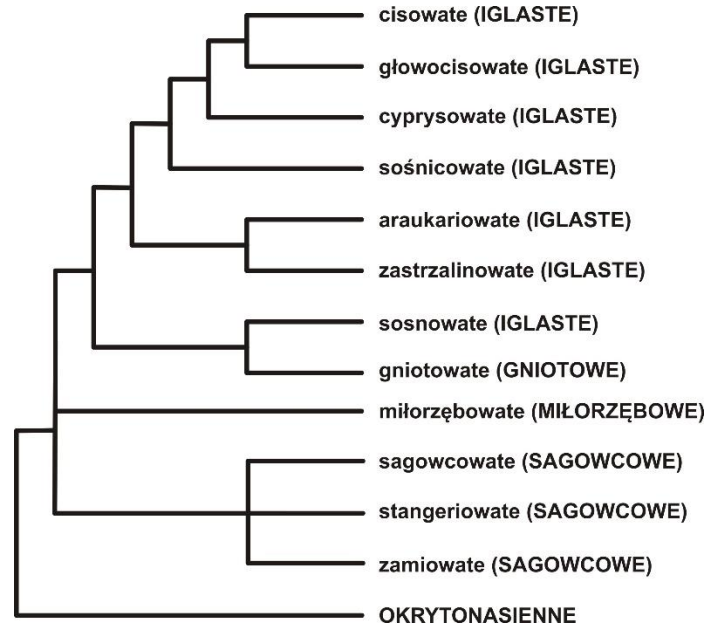
Wniosek	Czy uprawniony?
1. Zanik badanych białek synaptycznych powoduje zaburzenia w pamięci przestrzennej.	<input type="checkbox"/> tak / <input type="checkbox"/> nie <b>N</b>
2. Wystawienie mysich osesków na działanie dymu tytoniowego powoduje zaburzenia pamięci u tych zwierząt w wieku dojrzałym.	<input type="checkbox"/> tak / <input type="checkbox"/> nie <b>T</b>
3. Palenie tytoniu jest jedną z głównych przyczyn występowania raka płuc u mężczyzn.	<input type="checkbox"/> tak / <input type="checkbox"/> nie <b>N</b>

25. Określ, które z wymienionych zmiennych w doświadczeniu w basenie Morrisa to zmienne zależne, a które niezależne.

Zmienna	Typ
1. % czasu spędzonego w rejonie platformy	<input type="checkbox"/> A. zależna / <input type="checkbox"/> B. niezależna <b>A</b>
2. płeć	<input type="checkbox"/> A. zależna / <input type="checkbox"/> B. niezależna <b>B</b>
3. wiek	<input type="checkbox"/> A. zależna / <input type="checkbox"/> B. niezależna <b>B</b>
4. obecność dymu tytoniowego	<input type="checkbox"/> A. zależna / <input type="checkbox"/> B. niezależna <b>B</b>

Informacja do zadania 26

Poniższy kladogram zrekonstruowany w oparciu o analizę markerów molekularnych przedstawia relacje pokrewieństwa między rodzinami roślin nagonasiennych. W nawiasach podano nazwę gromady, do której przynależy każda z rodzin – iglastych, miłorzębowych, sagowcowych oraz gniotowych.

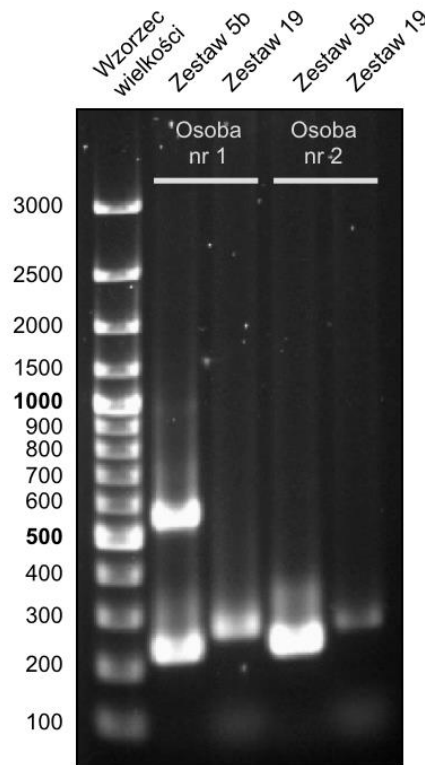


26. Posługując się kladogramem i własną wiedzą oceń czy poniższe stwierdzenia są prawdziwe, czy fałszywe.

Stwierdzenie	Prawda czy fałsz?
1. Gromada miłorzębowych jest równie blisko spokrewniona z gniotowymi jak i cisowatymi.	<input type="checkbox"/> prawda / <input checked="" type="checkbox"/> fałsz <b>P</b>
2. Iglaste stanowią grupę monofiletyczną.	<input type="checkbox"/> prawda / <input checked="" type="checkbox"/> fałsz <b>F</b>
3. Spośród roślin nagonasiennych to sagowcowe są bliżej spokrewnione z okrytonasiennymi niż głowocisowate.	<input type="checkbox"/> prawda / <input checked="" type="checkbox"/> fałsz <b>F</b>

Informacja do zadań 27 i 28

Jedną z metod służących do ustalenia tzw. genetycznego odcisku palca jest stwierdzenie obecności jednej z sekwencji insercyjnych, elementu *Alu*, w wybranym *locus* w genomie człowieka. Badania przeprowadza się wykonując reakcję PCR, dzięki której – w zależności od wielkości produktu reakcji – można stwierdzić obecność elementu *Alu* w wybranym miejscu. Wstępne badania w tym kierunku przeprowadzono dla dwóch osób. Wyniki elektroforezy produktów PCR przedstawiono poniżej.



Wielkość fragmentów DNA podano w parach zasad. Zestaw 5b oznacza wynik uzyskany z użyciem starterów (ang. *primers*) skierowanych do chromosomu nr 5 (miejsce b), zestaw 19 oznacza wynik uzyskany z użyciem starterów skierowanych do chromosomu nr 19.

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

Osoba nr 1 jest heterozygotą w locus (1), ponieważ w ścieżce (2) widać (3). Osoba nr 2 jest (4) w tym locus.

Numer luki	Wyrażenie
1.	<input type="checkbox"/> A. 5b / <input type="checkbox"/> B. 19 <b>A</b>
2.	<input type="checkbox"/> A. „Zestaw 5b” / <input type="checkbox"/> B. „Zestaw 19” <b>A</b>
3.	<input type="checkbox"/> A. jeden prążek / <input type="checkbox"/> B. dwa prążki <b>B</b>
4.	<input type="checkbox"/> A. homozygotą / <input type="checkbox"/> B. heterozygotą <b>A</b>

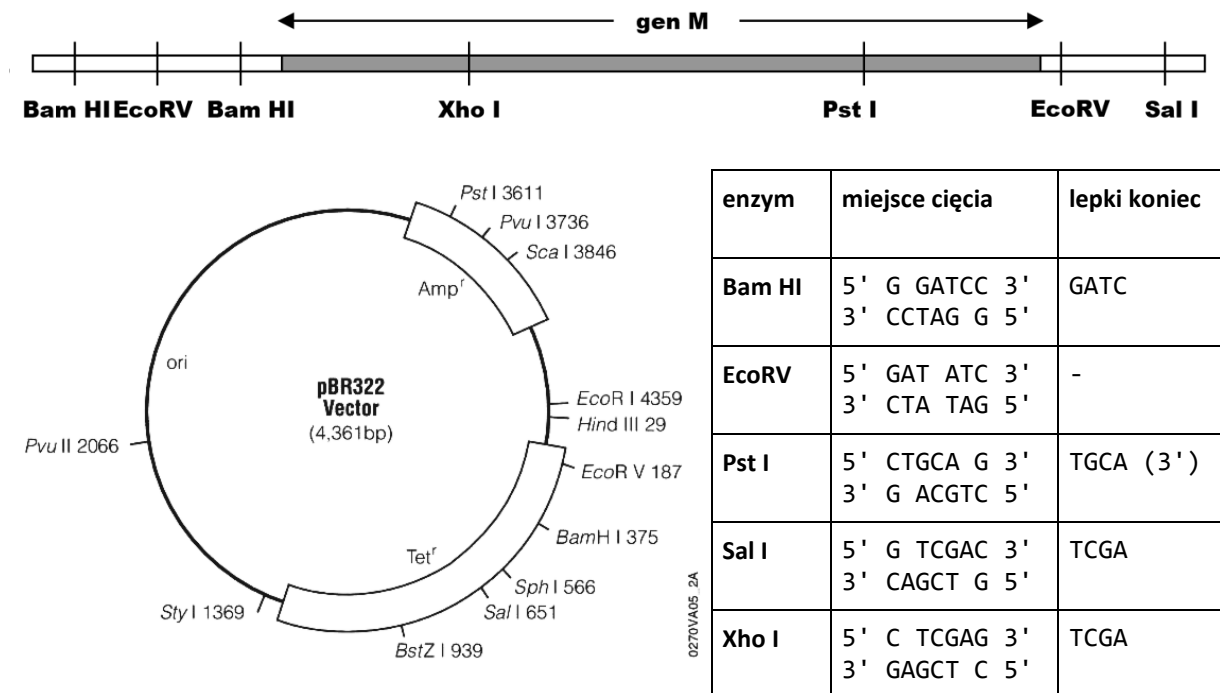
**28. Wybierz najlepsze oszacowanie długości elementu *Alu*.**

- A. Ok 200 par zasad.
- B. Ok 300 par zasad. **#**
- C. Ok 550 par zasad.
- D. Ok 750 par zasad.

Informacja do zadań 29 i 30

Enzymy restrykcyjne są szeroko stosowanym narzędziem w inżynierii genetycznej. Dzięki nim możliwe jest wycinanie (izolowanie) fragmentów DNA, by je móc następnie namnażać (klonować) po umieszczeniu w plazmidach, czyli cząsteczkach DNA zdolnych do replikacji w komórce bakteryjnej. Plazmidy zwykle zawierają geny oporności na antybiotyki np. ampicylinę (Amp) lub tetracyklinę (Tet), dzięki czemu możliwe jest selekcjonowanie organizmów, które pobrały zrekombinowany plazmid. Rozmieszczenie poszczególnych miejsc restrykcyjnych w obrębie fragmentu DNA nazywamy mapą restrykcyjną.

Uczeń w ramach projektu naukowego ma za zadanie wklonować gen M do plazmidu pBR322. Poniżej przedstawiono mapę restrykcyjną fragmentu DNA zawierającego gen M, a także mapę plazmidu pBR322 i informację o kilku enzymach restrykcyjnych, które uczeń ma do dyspozycji.



**29. Przeczytaj poniższy tekst opisujący wykonane doświadczenie i uzupełnij luki (1–5) wyrażeniami z tabeli, wybierając w każdym przypadku jedno z dwóch zaproponowanych.**

W pierwszym kroku przecięto zarówno fragment z genem M jak i plazmid enzymem EcoRV. Następnie obie cząsteczki DNA (przecięty gen M i plazmid) poddano procesowi (1). Powstałą mieszaninę plazmidów wprowadzono do komórek bakteryjnych, czyli poddano je (2). W celu selekcji bakterii, które pobrały plazmid prowadzono dalszą hodowlę na podłożu z (3). Następnie sprawdzono, które z otrzymanych kolonii bakterii mają plazmid ze wstawionym genem M poprzez wysianie ich na podłoże z (4). Były to te, które (5) na tym podłożu.

Numer luki	Wyrażenie
1.	<input type="checkbox"/> A. polimeryzacji / <input type="checkbox"/> B. ligacji <b>B</b>
2.	<input type="checkbox"/> A. transformacji / <input type="checkbox"/> B. koniugacji <b>A</b>
3.	<input type="checkbox"/> A. ampicyliną / <input type="checkbox"/> B. tetracykliną <b>A</b>
4.	<input type="checkbox"/> A. ampicyliną / <input type="checkbox"/> B. tetracykliną <b>B</b>
5.	<input type="checkbox"/> A. wyrosły / <input type="checkbox"/> B. nie wyrosły <b>B</b>

**30.** Stosowanie enzymu EcoRV pociąga za sobą konieczność łączenia fragmentów DNA o tępych końcach. Klonowanie przebiega znacznie efektywniej, kiedy łączy się ze sobą fragmenty DNA o lepkich końcach.

**Na podstawie przedstawionych informacji wybierz dwa enzymy, których można użyć do powtórzenia doświadczenia bez udziału EcoRV.**

- A. Bam HI #
- B. Pst I
- C. Sal I #
- D. Xho I

## **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.**

**BRUDNOPIS c.d.**