



Zadania z genetyki populacyjnej

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Grafika interaktywna](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Do rodziny myszowatych (Muridae) z rzędu gryzoni należy 140 rodzajów z ok. 650 gatunkami, które cechują się bardzo intensywnym rozmnażaniem.

Źródło: Pixabay, domena publiczna.

Wiesz już, że w 1908 roku amerykański matematyk Godfrey H. Hardy i niemiecki lekarz Wilhelm Weinberg sformułowali prawo określające częstość występowania alleli i genotypów w populacji, w stanie równowagi genetycznej. Prawo Hardy'ego–Weinberga dotyczy bardzo specyficznej populacji. Aby znajdowała się w stanie równowagi, muszą być spełnione określone warunki:

1. Populacja musi być bardzo liczna.
2. Nie zachodzą w jej puli genowej żadne mutacje.
3. Nie ma migracji (zarówno do populacji – imigracja, jak i z populacji – emigracja).
4. Następuje losowe kojarzenie osobników.
5. Brak doboru naturalnego.

Jak się domyślasz, jest to populacja, w której nie zachodzi ewolucja, a częstość alleli i genotypów jest niezmienna w kolejnych pokoleniach.

Twoje cele

- Poznasz sposoby rozwiązywania zadań z zakresu genetyki populacyjnej.
- Scharakteryzujesz wzory prawa Hardy'ego–Weinberga (będziemy też używać skrótu H-P), w zadaniach dotyczących genetyki populacyjnej.
- Przeanalizujesz sposób konstruowania zadań.

Przeczytaj

Przy rozwiązywaniu zadań dotyczących genetyki populacyjnej będziemy korzystać z dwóch prostych wzorów.

Do obliczenia częstości **alleli**: $p + q = 1$, gdzie p oznaczamy allel dominujący (A), a q allel recesywny (a).

Do obliczenia częstości **genotypów** posłużymy się rozwinięciem dwumianu $(p + q)^2$.

$p^2 + 2pq + q^2 = 1$, gdzie p^2 oznacza homozygotę dominującą (AA), q^2 homozygotę recesywną (aa), a $2pq$ to wersje heterozygoty (Aa, aA).

Więcej informacji na temat tego, w jaki sposób rozwiązywać zadania z genetyki populacyjnej znajdziesz [tutaj](#).

Ćwiczenie 1

Populacja ryjówek znajduje się w stanie równowagi H-W. Spośród nich 16 proc. to homozygoty recesywne. Jaki procent stanowią homozygoty dominujące?

Dane	Szukane
16 proc. homozygoty recesywne	proc. homozygot dominujących

Ćwiczenie 2

19 proc. osobników populacji ma fenotyp dominujący. Jaka jest częstość alleli dominujących?

Dane	Szukane
19 proc. fenotyp dominujący	częstość alleli dominujących

Teraz sprawdźmy jak równanie H-W sprawdzi się w obliczeniach dotyczących populacji ludzkiej.

Ćwiczenie 3

Populacja mieszkańców USA wynosi w przybliżeniu 300 000 000 osób. Ok. 30 000 z nich to osoby chore na mukowiscydozę. Ilu jest nosicieli?

Dane	Szukane
Liczba chorych 30 000 Liczba Amerykanów 300 000 000	liczba nosicieli

Ćwiczenie 4

W roku 3155 rozwój technologiczny ludzkości pozwolił na odbywanie podróży w czasie. Jesteś naukowcem, badającym genetykę populacyjną wymarłych gatunków. Postanowiłeś przenieść o 4 miliony lat w przeszłość w okolice rzeki La Plata w Ameryce Płd. Znajdujesz populację *Josephoartigasia monesi*, drugiego co do wielkości wymarłego gryzonia, roślinożercę mierzącego trzy metry długości, 1,5 m wysokości i o wadze ok. jednej tony. Kolor sierści tej przerośniętej świnki morskiej przechodzi od jasnopiaskowego (cecha dominująca) do brązowego (cecha recesywna). Podczas swoich badań zaobserwowałeś 336 osobników o kolorze piaskowym i 64 osobniki brązowe. Załóżmy, że populacja jest w stanie równowagi H-W.

1. Jaka jest częstość występowania genotypów recesywnych?
2. Jaka jest częstość brązowych alleli w populacji?
3. Ile jest heterozygot w obserwowanej przez ciebie populacji?

Słownik

allel

(gr. *allos* – inny) forma genu; jedna z wersji genu różniąca się od pozostałych sekwencją nukleotydów; zajmuje określone miejsce na chromosomie

genotyp

zespół wszystkich genów obecnych w danym organizmie i kształtujących jego fenotyp

populacja

grupa osobników należąca do jednego gatunku, która występuje w danym czasie na danym terenie, mogąca się ze sobą swobodnie krzyżować, wydając na świat płodne potomstwo

Grafika interaktywna

Polecenie 1

W pewnej populacji motyli (populacja I), w której występują dwa allele warunkujące ubarwienie ciała, pozostającej w stanie równowagi genetycznej pod względem tych alleli, występowały zarówno motyle czerwone, jak i niebieskie.

Źródło: Englishsquare.pl sp. z o. o., opracowano na podstawie CKE (Centralna Komisja Egzaminacyjna), licencja: CC BY-SA 3.0.

Oblicz częstość allele warunkującego czerwone ubarwienie ciała motyli w populacji I przed atakiem drapieżnika. Zapisz obliczenia.

Polecenie 2

Po przyjęciu założenia, że krzyżowanie się osobników jest losowe, określ, czy w populacji II motyli będą występowały osobniki o niebieskim ubarwieniu ciała. Odpowiedź uzasadnij.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Populacja znajduje się w stanie równowagi Hardy'ego–Weinberga. 49 proc. to homozygoty dominujące. Jaki procent to homozygoty recesywne?

☐ 42 proc.

☐ 9 proc.

☐ 30 proc.

☐ 7 proc.

Ćwiczenie 2



Wśród populacji ludzkiej 84 proc. ma czynnik krwi Rh+, który uwarunkowany jest dominującym genem D. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych poniżej stwierdzeń.

☐ Częstość występowania genotypów DD i Dd wynosi 0,84, natomiast częstość występowania genu D wynosi 0,6.

☐ Częstość występowania genotypów DD i Dd wynosi 0,16, natomiast częstość występowania genu d wynosi 0,4.

☐ Częstość występowania genotypów DD i Dd wynosi 0,16, natomiast częstość występowania genu D wynosi 0,6.

☐ Częstość występowania genotypów DD i Dd wynosi 0,84, natomiast częstość występowania genu D wynosi 0,4.

Ćwiczenie 3



Oblicz częstość występowania genotypów w populacji, zakładając że populacja znajduje się w stanie równowagi genetycznej, a częstość występowania allelu A wynosi 0,8. Dopasuj odpowiednie wartości do genotypów.

AA, Aa, aa, 0,8, 0,2, 0,36

Genotyp	Częstość występowania
AA	
Aa	
aa	

Ćwiczenie 4



64 proc. osobników populacji ma fenotyp dominujący. Jaka jest częstość alleli dominujących, a jaka alleli recesywnych?

Częstotliwość występowania alleli dominujących wynosi:	Częstotliwość występowania alleli recesywnych wynosi:
0,64 ☐	0,64 ☐
0,4 ☐	0,4 ☐
0,36 ☐	0,36 ☐
0,6 ☐	0,6 ☐

Ćwiczenie 5



W populacji świnek morskich, czarna barwa sierści jest cechą dominującą nad brązową barwą. W populacji liczącej 250 osobników występuje 90 osobników o brązowej barwie sierści. Załóżmy, że populacja jest w stanie równowagi Hardy'ego–Weinberga. Wskaż stwierdzenia prawdziwe oraz stwierdzenia fałszywe, dotyczące powyższej populacji.

	Prawda	Fałsz
Częstość występowania genotypu dominującego AA wynosi 0,4	☐	☐
Częstość występowania genotypu recesywnego aa wynosi 0,36	☐	☐
120 osobników z populacji to heterozygoty	☐	☐
Częstość występowania allelu dominującego wynosi 0,6	☐	☐

Ćwiczenie 6



Sprawdź, czy populacja licząca 400 osób jest w stanie równowagi genetycznej, jeśli stwierdzono występowanie następujących fenotypów i genotypów: 180 osób ma niebieski kolor oczu – homozygoty recesywne, 220 osób ma brązowy kolor oczu – z czego 150 to heterozygoty, a 70 to homozygoty dominujące.

☐ Nie

☐ Tak

Zaznacz poprawne uzasadnienie:

☐ Częstość występowania allelu A wynosi 0,4183, natomiast allelu a wynosi 0,6708.
W związku z czym oczekiwane liczebności genotypów w populacji pokrywają się z zaobserwowanymi.

☐ Częstość występowania allelu A wynosi 0,3625, natomiast allelu a wynosi 0,6375.
W związku z czym oczekiwane liczebności genotypów w populacji nie pokrywają się z zaobserwowanymi.

☐ Częstość występowania allelu A wynosi 0,6708, natomiast allelu a wynosi 0,4183.
W związku z czym oczekiwane liczebności genotypów w populacji pokrywają się z zaobserwowanymi.

☐ Częstość występowania allelu A wynosi 0,6375, natomiast allelu a wynosi 0,3625.
W związku z czym oczekiwane liczebności genotypów w populacji nie pokrywają się z zaobserwowanymi.

Ćwiczenie 7



Populacja mieszkańców kraju liczy 200 000 000. 80 000 z nich to osoby chore na fenyloketonurię. Ilu jest nosicieli tej choroby? Zapisz obliczenia.

Ćwiczenie 8



Pewna populacja ptaków charakteryzuje się jaskrawym ubarwieniem – ubarwienie czerwone uwarunkowane przez allel dominujący A, natomiast ubarwienie żółte uwarunkowane jest przez allel recesywny a. Osobniki heterozygotyczne mają ubarwienie czerwono-żółte. Podczas obserwacji tej populacji liczącej 200 osobników, zaobserwowano 32 osobniki o barwie żółtej. Załóżmy, że populacja jest w stanie równowagi Hardy'ego–Weinberga.

1. Jaka jest częstość występowania genotypów recesywnych?

2. Jaka jest częstość brązowych alleli w populacji?

3. Ile jest osobników o ubarwieniu czerwono-żółtym w obserwowanej populacji?

Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan

Przedmiot: Biologia

Temat: Zadania z genetyki populacyjnej

Grupa docelowa: uczniowie III etapu edukacyjnego - kształcenie w zakresie rozszerzonym

Podstawa programowa:

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

XVI. Ewolucja. Uczeń:

9) przedstawia założenia prawa Hardy’ego-Weinberga;

10) stosuje równanie Hardy’ego-Weinberga do obliczenia częstości alleli, genotypów i fenotypów w populacji;

Kształtowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje cyfrowe;
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się;
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii.

Cele operacyjne (językiem ucznia):

- Poznasz sposoby rozwiązywania zadań z zakresu genetyki populacyjnej.
- Scharakteryzujesz wzory prawa Hardy’ego-Weinberga (będziemy też używać skrótu H-P), w zadaniach dotyczących genetyki populacyjnej.
- Przeanalizujesz sposób konstruowania zadań.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- ćwiczenia interaktywne;
- analiza grafiki interaktywnej;
- gra dydaktyczna.

Formy pracy:

- praca indywidualna;
- praca w parach;
- praca w grupach;
- praca całego zespołu klasowego.

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami, słuchawkami i dostępem do internetu;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica, pisak/kreda.

Przed lekcją:

1. Uczniowie przypominają sobie informacje na temat rozwiązywania zadań z genetyki populacyjnej.

Przebieg lekcji

Faza wstępna:

1. Prowadzący lekcję określa cel zajęć i informuje uczniów o ich planowanym przebiegu. Przedstawia kryteria sukcesu oraz wyświetla na tablicy temat lekcji.
2. **Wprowadzenie do tematu.** Nauczyciel rozpoczyna pogadankę, zadając pytanie:
 - Jakie warunki muszą być spełnione, aby populacja znajdowała się w stanie równowagi?Następnie prosi wybraną osobę o przypomnienie, w jaki sposób rozwiązywać zadania z genetyki populacyjnej. Uczniowie rozwiązują wspólnie ćwiczenie nr 1 z sekcji „Przeczytaj”, wyjaśniając kolejno wykonywane kroki.

Faza realizacyjna:

1. **Praca z tekstem – rozwiązywanie zadań.** Uczniowie zapoznają się z treścią w sekcji „Przeczytaj”. Następnie nauczyciel dzieli klasę na 4-osobowe grupy. Uczniowie rozwiązują ćwiczenia od 2 do 4 z sekcji „Przeczytaj” oraz nr 7 i 8 z sekcji „Sprawdź się”. Grupa, która poprawnie rozwiąże zadania jako pierwsza, wygrywa.

Faza podsumowująca:

1. **Praca z multimedium („Grafika interaktywna”).** Nauczyciel wyświetla grafikę interaktywną i wspólnie z uczniami dokonuje jej analizy. Prosi podopiecznych, by pracując w parach, wykonali polecenie nr 1 („Oblicz częstość allelu warunkującego czerwone ubarwienie ciała motyli w populacji I przed atakiem drapieżnika”) oraz polecenie nr 2 („Po przyjęciu założenia, że krzyżowanie się osobników jest losowe, określ, czy w populacji II motyli będą występowały osobniki o niebieskim ubarwieniu

ciała”). Następnie uczniowie konsultują swoje rozwiązania z inną, najbliższą siedzącą parą.

2. Uczniowie proponują własne polecenia do grafiki interaktywnej. Nauczyciel wskazuje spośród nich zadania dla chętnych do rozwiązania w domu.

Praca domowa:

1. Wykonaj ćwiczenia od 1 do 6 z sekcji „Sprawdź się”.
2. Dla chętnych: Rozwiąż wybrane zadania spośród poleceń sformułowanych w fazie podsumowującej lekcji.

Materiały pomocnicze:

- Neil A. Campbell i in., „Biologia Campbella”, tłum. K. Stobrawa i in., Rebis, Poznań 2019.
- „Encyklopedia szkolna. Biologia”, red. Marta Stęplewska, Robert Mitoraj, Wydawnictwo Zielona Sowa, Kraków 2006.

Dodatkowe wskazówki metodyczne:

- Uczniowie mogą wykorzystać multimedium z sekcji „Grafika interaktywna” jako inspirację do przygotowania własnej prezentacji multimedialnej.