Dobór naturalny i jego rodzaje

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Symulacja interaktywna
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela

Dobór naturalny i jego rodzaje

Dobór naturalny to mechanizm ewolucji opisany przez Karola Darwina i Alfreda Wallace'a w 1858 r. Obaj pracowali niezależnie od siebie, na różnych kontynentach, ale wymieniali się spostrzeżeniami w listach.
Źródło: Pixabay, domena publiczna.

Dobór naturalny zapewnia przetrwanie osobników najlepiej przystosowanych do warunków środowiska. To podstawowy mechanizm, który odpowiada za dużą różnorodność organizmów na Ziemi. Ze względu na wpływ na populację wyróżniamy trzy typy doboru: kierunkowy, stabilizujący i rozrywający.

> **Twoje cele**
>
> - Wyjaśnisz pojęcie doboru naturalnego.
> - Zdefiniujesz rodzaje doboru naturalnego.
> - Omówisz mechanizm działania doboru naturalnego.

Przeczytaj

Dobór naturalny

Dobór naturalny, zwany również selekcją naturalną, to mechanizm ewolucji opisany w 1858 r. niezależnie od siebie – przez Karola Darwina i Alfreda R. Wallace'a. Za jego pomocą naukowcy wyjaśnili powstawanie **przystosowań** (adaptacji) i **specjacje**, czyli powstawanie nowych gatunków. Pracowali oddzielnie, na różnych kontynentach, ale listownie wymieniali się obserwacjami. Darwin uchodzi za twórcę teorii, bo jako pierwszy oficjalnie ją opublikował w Anglii. Wallace badał w tym czasie gatunki w Nowej Gwinei, a do Anglii wrócił cztery lata później.

Źródło: Wikimedia Commons, domena publiczna.

Mechanizm doboru naturalnego

Dobór naturalny jest mechanizmem prowadzącym do zmian w populacji zwiększających adaptacje jej osobników do warunków środowiskowych. Osobniki lepiej przystosowane mają większe szanse na pozostawienie po sobie większej liczby potomstwa, które dożyje do wieku dojrzałego i będzie się dalej rozmnażać. Jeżeli zatem zmienność cech decydujących o przystosowaniu jest dziedziczna, to z pokolenia na pokolenie coraz większą część populacji stanowić będą osobniki obdarzone adaptacjami.

Ponieważ zasoby każdego środowiska są ograniczone i nie wszystkie rodzące się w nim osobniki mają szansę przeżycia, każdy organizm bezustannie prowadzi

walkę o byt. Zwyciężają w niej osobniki najlepiej dopasowane do swojego środowiska. Pewne cechy są dziedziczne, dlatego z pokolenia na pokolenie powinna zwiększać się częstość występowania osobników dobrze przystosowanych, czyli powinna zachodzić ewolucja wewnątrz populacji i gatunków. Tak rozumiany dobór naturalny stanowi podstawę darwinizmu.

We współczesnym ewolucjonizmie podkreśla się nieuchronność działania doboru naturalnego w przyrodzie. Wszystkie organizmy dążą do pozostawienia potomstwa. Są też obdarzone zmiennością cech dziedzicznych, współdecydujących o ich sukcesie reprodukcyjnym. I wreszcie – żyją w warunkach konkurencji wewnątrzgatunkowej. Niedostrzeganą dawniej formą doboru naturalnego jest dobór krewniaczy.

Termin „dobór krewniaczy" został zaproponowany w 1964 r. przez brytyjskiego biologa ewolucyjnego Williama Hamiltona. Stwierdził on, że osobniki spokrewnione są nosicielami wielu identycznych genów. Zatem sukces reprodukcyjny krewnych danego osobnika jest genetycznie równoważny przeżyciu i rozmnażaniu się tego konkretnego osobnika. Na gruncie teorii doboru krewniaczego sformułowano zasady socjobiologii, nauki badającej przejawy życia społecznego w kontekście ewolucyjnym z uwzględnieniem selekcji na poziomie genowym. W takim ujęciu ostatecznym elementem doboru naturalnego jest gen, a nie osobnik.

Ciekawostka

Działaniem doboru krewniaczego można wyjaśnić zjawisko **altruizmu**. Są to wszelkie zachowania behawioralne lub fizjologiczne w interesie krewnych danego organizmu, mające cechy „poświęcenia". Zachowania takie powstały w procesie ewolucyjnym w wyniku selektywnego działania doboru naturalnego.

Najprostszym przykładem jest altruistyczne zachowanie rodziców w stosunku do swego potomstwa, zwłaszcza w pierwszym okresie opieki nad nim. Bardziej złożony jest altruizm kolonii czy grupy, zwłaszcza altruizm owadów społecznych – poświęcanie życia (np. kasta żołnierzy u termitów) w obronie gniazda czy brak uczestnictwa w reprodukcji (np. robotnice pszczół lub mrówek) na rzecz płodności królowej matki. Osobliwym przykładem altruizmu jest opuszczanie gniazda przez chore (zranione) robotnice niektórych mrówek, gdy nie mogą już spełniać swoich funkcji, natomiast mogłyby stanowić zagrożenie dla społeczności. Dzięki zachowaniom altruistycznym geny osobnika, który ginie bezpotomnie, pozostają mimo wszystko w populacji, bo zwiększa on sukces rozrodczy pozostałych osobników – swoich genetycznych krewniaków.

Rodzaje doboru naturalnego

Dobór kierunkowy

Promuje (czyli zwiększa udział w populacji) fenotyp skrajny pod względem względem danej cechy i eliminuje fenotyp z drugiej skrajności. Na przykład jeśli czynnikiem podlegającym doborowi jest długość futra (im dłuższe futro, tym większa szansa przetrwania), to wynikiem działania doboru w ciągu wielu pokoleń będzie zwiększanie się przeciętnej długości sierści w populacji. Po pewnym czasie długość futra może osiągnąć wartość optymalną w danych warunkach, wtedy dobór zmienia się w stabilizujący.

Przykłady:

Pterozaury w ciągu 155 mln lat swego istnienia zwiększyły rozmiary o 3000 proc. Jednak wiązało się to ze stopniowym spadkiem różnorodności tych zwierząt. Największy skok w zwiększaniu się rozmiarów ciała gadów latających nastąpił tuż po pojawieniu się ptaków. Zatem głównym czynnikiem doboru kierunkowego u pterozaurów mogła być konkurencja międzygatunkowa.

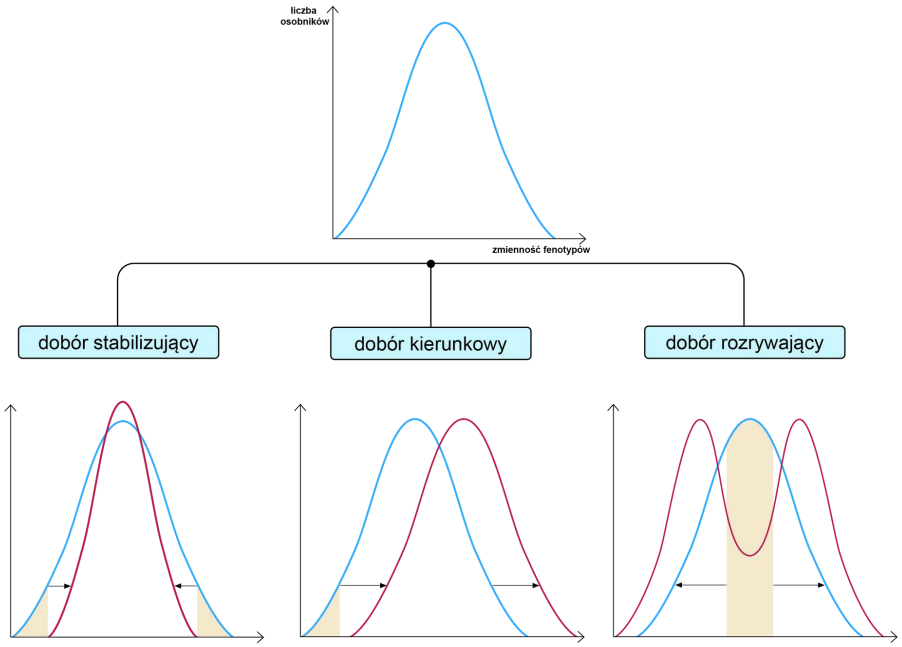
U tzw. zięb Darwina, obserwowanych przez tego badacza na wyspach Galapagos, w latach suchych faworyzowane są ptaki duże i o dużych dziobach (nasiona są wówczas większe i twardsze), a w latach wilgotnych – ptaki mniejsze (zwiększa się wówczas ilość łatwo dostępnego pokarmu).

Z doborem kierunkowym związane jest również zjawisko **melanizmu przemysłowego**. Polega ono na wzroście w populacji liczby ciemno ubarwionych osobników,

wywołanym przez zanieczyszczenia przemysłowe. Zaobserwowano to w okolicach Manchesteru u nocnego motyla krępaka brzozowego zwanego też nabrzozakiem (*Biston betularia*), w dzień śpiącego na pniach drzew. W rejonie tym w wyniku zanieczyszczenia powietrza zaczęły znikać z drzew porosty, odsłaniając ciemną korę.

Dobór stabilizujący

Dobór rozrywający



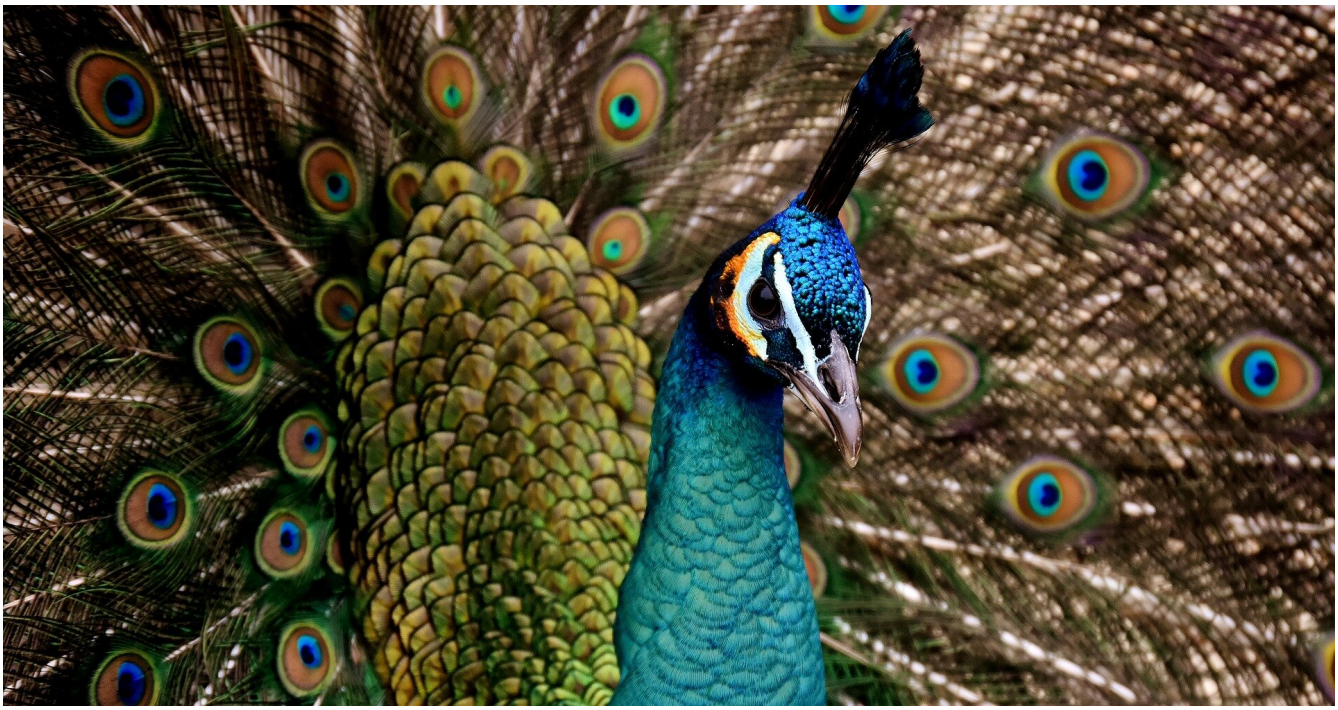
Rodzaje doboru naturalnego. Krzywa niebieska ukazuje rozkład zmienności cechy w populacji wyjściowej, a krzywa czerwona – rozkład zmienności po zadziałaniu danego typu doboru. Obszary różowe to zmienność, która ulega eliminacji (dobór działa przeciwko niej). Dobór stabilizujący promuje wartości pośrednie danej cechy, dlatego po zadziałaniu doboru można zaobserwować zanik cech skrajnych w populacji. Dobór kierunkowy promuje jedną ze skrajności danej cechy, eliminując drugą skrajność, dlatego po zadziałaniu tego typu doboru średnia wartość danej cechy w populacji ulega przesunięciu w stronę promowanej skrajności cechy. Dobór rozrywający promuje wartości skrajne danej cechy, dlatego w wyniku jego działania spada ilość osobników wykazujących cechy o wartościach pośrednich.

Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Dobór płciowy

Dobór płciowy to efekt działania doboru naturalnego w odniesieniu do każdej cechy zwiększającej skuteczność w konkurencji między osobnikami tej samej płci o partnera reprodukcyjnego. Termin ten został wprowadzony przez Darwina dla uzasadnienia obecności u niektórych zwierząt (często tylko u jednej płci) cech „kosztownych” z punktu

widzenia przeżywalności: jaskrawych barw, wydłużonych piór, poroża, skomplikowanego zachowania itp. Cechy te mogą zmniejszać szanse przeżycia, ułatwiają jednak zdobycie partnera i wydanie potomstwa. W tradycji darwinowskiej dobór płciowy bywa – niesłusznie – przeciwstawiany doborowi naturalnemu, choć jest on tylko jednym z przejawów działania tego ostatniego.



Samiec pawia indyjskiego (*Pavo cristatus*). Samice wybierają najlepiej wybarwione osobniki.
Źródło: Pixabay, domena publiczna.

Słownik

adaptacja

zjawisko przystosowania się organizmów do wykonywanych funkcji życiowych, wyrażające się w specyficznych właściwościach procesów metabolicznych, cech anatomicznych oraz czynności fizjologicznych i behawioralnych w zmienionych warunkach środowiska

darwinizm

klasyczna teoria z dziedziny ewolucjonizmu, sformułowana niezależnie przez Karola Darwina i Alfreda R. Wallace'a; darwinizm głosił, że gatunki powstają z innych gatunków w wyniku ewolucji, której podstawowym mechanizmem jest dobór naturalny

dobór kierunkowy

mechanizm ewolucji, który polega na eliminowaniu osobników o jednej ze skrajnych wartości danej cechy, prowadząc do przesunięcia średniej wartości tej populacji

w stronę przeciwnej skrajności; zachodzi w środowisku zmieniającym się

dobór naturalny

mechanizm ewolucji wyjaśniający sposoby powstawania przystosowań (adaptacji) i specjacji, czyli powstawania nowych gatunków

dobór rozrywający

efekt działania doboru naturalnego w sytuacji, gdy faworyzowane reprodukcyjnie są osobniki o skrajnych wartościach cech, a tym samym eliminowane osobniki o cechach pośrednich; zachodzi w niejednorodnym środowisku; sprzyja utrzymaniu zróżnicowania genetycznego i może powadzić do specjacji

dobór stabilizujący

mechanizm ewolucji, który polega na eliminowaniu osobników o skrajnych wartościach danej cechy (w tym kodowanych przez nowe, zmutowane allele), a tym samym premiowaniu osobników o średnich wartościach cechy; zachodzi w stabilnym środowisku; sprzyja utrzymaniu istniejącej struktury genowej populacji już dobrze przystosowanej do danych warunków

Symulacja interaktywna

Symulacja 1

Populacja zajęcy zamieszkuje obszary tundrowe. Niektóre osobniki mają białą barwę futra, inne – brązową. Przeprowadź symulację interaktywną obrazującą szanse przeżycia zajęcy w zależności od ich umaszczenia.

Zasób interaktywny dostępny pod adresem https://zpe.gov.pl/a/DM3nDl8g1

Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Polecenie 1

Na podstawie symulacji interaktywnej wytłumacz, na czym polega mechanizm doboru naturalnego.

Polecenie 2

Jaki rodzaj doboru naturalnego został przedstawiony w symulacji interaktywnej?

Polecenie 3

Wyjaśnij, dlaczego na obszarach tundrowych brązowe zające częściej padają ofiarą drapieżników.

Polecenie 4

Na podstawie symulacji wyjaśnij, dlaczego w kolejnym pokoleniu pojawiły się wyłącznie zające o białej barwie futra.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:

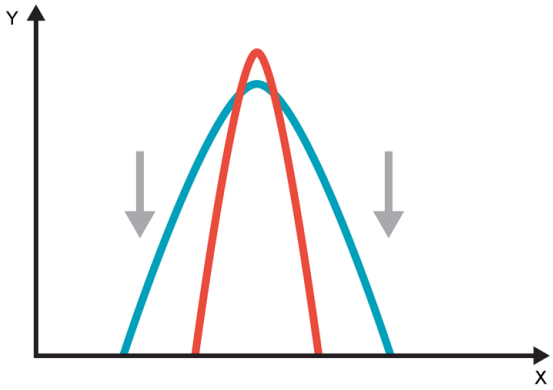
Ćwiczenie 1

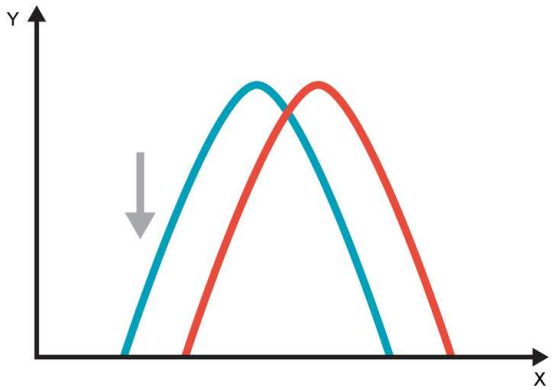
Dobór płciowy jest szczególnym przykładem doboru naturalnego. Hipoteza handicapu tłumacząca dobór płciowy mówi, że osobniki płci przeciwnej do rozrodu dobierają partnerów o cechach wyróżniających się i jednocześnie upośledzających ich zdolność do ucieczki przed drapieżnikiem. Przykładem może być preferowany przez samice, duży i kolorowy ogon pawia. Na podstawie powyższego tekstu i własnej wiedzy, wybierz poprawne wytłumaczenie, dlaczego samice preferują u partnera rozłożysty i jaskrawo ubarwiony ogon.

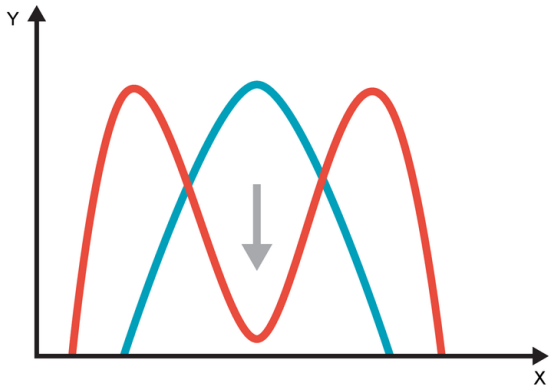
- Samiec posiadający duży i barwny ogon, może przekazać geny odpowiedzialne za tę cechę potomstwu, dzięki czemu będzie ono lepiej przystosowane do warunków środowiska.
- Dojrzały płciowo samiec pawia ma wybarwiony ogon jedynie w okresie toków. Ogon nie zwiększa więc na stałe zagrożenia atakiem drapieżnika, a zwraca uwagę samicy i podnosi szansę na przekazanie swoich genów kolejnym pokoleniom.
- Samica wybiera samca z rozłożystym i barwnym ogonem ponieważ jest on dla niej lepiej widoczny. Nie wiąże się to z korzystnymi lub negatywnymi cechami samca.
- Dojrzały płciowo samiec o barwnym i rozłożystym ogonie, ma też dodatkowe cechy pozwalające mu na dożycie do okresu rozrodu pomimo cechy przyciągającej drapieżniki. Geny kodujące te cechy może przekazać potomstwu.

Ćwiczenie 2

Przedstawiciele pewnego gatunku ptaka uczą swoje młode polowania na chrząszcze o kolorze najczęściej występującym w populacji (na przykład zielonym). Chrząszcze o innych kolorach są więc bezpieczne i swobodnie się rozmnażają, przekazując swoje geny. Ich potomstwo charakteryzuje się zazwyczaj kolorem identycznym jak rodzice. Ptaki uczą wtedy swoje młode polowania na chrząszcze o nowych kolorach (na przykład czerwone i żółte) dominujących w populacji. W populacji chrząszczy, pod wpływem drapieżnika zawsze spada więc częstotliwość występowania osobników wybarwionych w sposób typowy, a preferowane są osobniki o ubarwieniu nietypowym. Taki rodzaj doboru naturalnego określamy jako dobór faworyzujący odstępców. Zaznacz wykres przedstawiający rodzaj doboru, do którego należy dobór faworyzujący odstępców.







Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 3

Dopasuj rodzaj doboru naturalnego, do środowiska, w którym najczęściej zachodzi.

Dobór stabilizujący	zmieniające się środowisko
Dobór kierunkowy	niejednorodne środowisko
Dobór rozrywający	stabilne środowisko

Informacja do ćwiczenia 4.

Problematyczny w zrozumieniu doboru naturalnego jest czas, w jakim musi on działać na populację żeby zaszły zmiany, które człowiek jest w stanie dostrzec. Często warunki środowiska nie zmieniają się zbyt szybko i skutki doboru naturalnego (wliczając w to specjację) są niemożliwe do dostrzeżenia nie tylko przez jednostki, ale nawet przez całe pokolenia. Ewolucja to proces ciągły i długotrwały.

W 1988 roku Richard Lenski rozpoczął eksperyment polegający na prowadzeniu nieustannej hodowli bakterii pałeczki okrężnicy (*Escherichia coli*). Założył on 12 hodowli pochodzących od dwóch kolonii bakteryjnych różniących się neutralnym genetycznym markerem. Bakterie użyte do hodowli nie posiadały plazmidów i bakteriofagów. Codziennie 1 proc. każdej populacji był pobierany przez naukowca i mrożony do późniejszych analiz. Do 13 marca 2017 roku Richard Lenski przeprowadził 10000 takich pobrań. O eksperymencie zrobiło się głośno w świecie nauki dzięki wynikom sugerującym ekstremalnie szybką ewolucję hodowanych bakterii. Głównym związkiem organicznym, którym mogły odżywiać się bakterie we wspomnianej hodowli była glukoza.

Bakterie *E. coli* przed eksperymentem potrafiły korzystać także z innych źródeł energii (fruktozy, galaktozy i innych). Jednak w trakcie trwania doświadczenia, we wszystkich populacjach zaobserwowano stopniową utratę zdolności do ich metabolizowania. Jednocześnie komórki bakterii we wszystkich populacjach zwiększały swoje rozmiary i coraz efektywniej wykorzystywały glukozę. Część populacji (nazwana mutatorową) ulegała zmianom genetycznym powodującym pogorszenie procesów naprawczych DNA i w konsekwencji znacznie zwiększoną częstotliwość mutacji genetycznych.

Najbardziej zaskakujące było jednak odkrycie populacji, która zaczęła metabolizować cytrynian w warunkach tlenowych. Charakterystyka *E. coli* jako gatunku mówi, że są one do tego niezdolne. Co więcej ta niezdolność jest jednym z ważniejszych parametrów pozwalających odróżniać *E. coli* od bakterii z rodzaju *Salmonella*. Populacja bakterii, która w czasie trwania eksperymentu nabyła zdolność do metabolizowania cytrynianu w warunkach tlenowych, nie należała do populacji mutatorowych.

Na podstawie: Richard E. Lenski, What is adaptation by natural selection? Perspectives of an experimental microbiologist, PloS Genetics, 2017

Ćwiczenie 4

Na podstawie powyższego tekstu i własnej wiedzy, połącz rodzaj doboru naturalnego z przykładem adaptacji badanych bakterii.

dobór kierunkowy	występująca u wszystkich badanych populacji tendencja do wzrostu rozmiarów komórki
dobór stabilizujący	występująca w większości populacji postępująca utrata zdolności do metabolizowania innych związków organicznych niż glukoza

Ćwiczenie 5

Na podstawie tekstu do ćwiczenia 4. i własnej wiedzy, oznacz poniższe zdania, jako prawdziwe lub fałszywe.

	Prawda	Fałsz
Badanie wpływu doboru naturalnego na zmiany fenotypowe bakterii było możliwe między innymi dzięki częstym podziałom ich komórek.	○	○
Zmiany genetyczne bakterii, będące wynikiem działania doboru naturalnego, mogły zostać wywołane między innymi transdukcją i koniugacją.	○	○
Mutacje genetyczne zachodzące w obrębie genomu bakterii *E. coli* przynosiły jedynie pozytywne zmiany fenotypowe.	○	○
To w populacjach wykazujących zwiększoną częstość mutacji, obserwowano zmiany w rodzaju metabolizowania związku organicznego.	○	○

Ćwiczenie 6

Na podstawie tekstu do ćwiczenia 4. i własnej wiedzy, uzupełnij poniższy tekst tak, żeby stanowił poprawną informację. W każdym nawiasie umieść poprawne określenie.

Zdolność bakterii *E. coli* do metabolizowania cytrynianu w środowisku tlenowym powstała w wyniku [ ]. Została ona utrwalona dzięki działaniu [ ]. Zmieniona populacja, potrafiąca metabolizować cytrynian należy do gatunku rodzaju [ ]. Dzięki zdolności do pozyskiwania energii z innego źródła, konkurencja pomiędzy tymi bakteriami, a bakteriami niezmienionymi [ ].

zwiększyła się | *Salmonella* | doboru naturalnego | mutacji | zmniejszyła się | *Escherichia*

Informacje do ćwiczenia 7. i 8.

Jednym z najbardziej znanych przykładów zachodzenia ewolucji „na naszych oczach" jest melanizm przemysłowy u ćmy zwanej krępakiem brzozowym lub nabrzozakiem (*Biston betularia*).

Ćmy tego gatunku występują w dwóch warunkowanych genetycznie typach ubarwienia – jasnym i ciemnym. W ciągu dnia przebywają one na korze drzew i wtedy istotne znaczenie ma ubarwienie osobników, pozwalające im „zlewać" się z otoczeniem i być niewidocznymi dla ptaków. Zaobserwowano, że w XIX w. na terenach Anglii przeważały ćmy o jasnym ubarwieniu. Na przełomie wieku XIX i XX na terenach przemysłowych upowszechniły się osobniki ciemne.

Odmiana melanistyczna.

Źródło: Chiswick Chap, Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 3.0.

Odmiana typowa.

Źródło: Jerzy Strzelecki, Wikimedia Commons, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 7

Wyjaśnij, dlaczego w populacji krępaka brzozowego wzrosła liczebność osobników o ciemnym ubarwieniu?

Ćwiczenie 8

Podaj pełną nazwę mechanizmu ewolucji, który spowodował zmiany częstotliwości alleli warunkujących ubarwienie opisanych owadów.

Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan

Przedmiot: Biologia

Temat: Dobór naturalny i jego rodzaje

Grupa docelowa: uczniowie III etapu edukacyjnego – kształcenie w zakresie podstawowym i rozszerzonym

Podstawa programowa:
Zakres podstawowy
Treści nauczania – wymagania szczegółowe
IX. Ewolucja. Uczeń:
5) wyjaśnia mechanizm działania doboru naturalnego i przedstawia jego rodzaje (stabilizujący, kierunkowy i różnicujący);
6) wykazuje, że dzięki doborowi naturalnemu organizmy zyskują nowe cechy adaptacyjne;
Zakres rozszerzony
Treści nauczania – wymagania szczegółowe
XVI. Ewolucja. Uczeń:
5) wyjaśnia mechanizm działania doboru naturalnego i przedstawia jego rodzaje (stabilizujący, kierunkowy i różnicujący);
6) wykazuje, że dzięki doborowi naturalnemu organizmy zyskują nowe cechy adaptacyjne;

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):

- Wyjaśnisz pojęcie doboru naturalnego.
- Zdefiniujesz rodzaje doboru naturalnego.
- Omówisz mechanizm działania doboru naturalnego.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- ćwiczenia interaktywne;
- odwrócona klasa;
- symulacja;
- mapa myśli;
- analiza tekstu źródłowego.

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 podzieleni na grupy przygotowują prezentacje dotyczące zagadnień poruszonych w sekcji „Przeczytaj":
   – grupa I – mechanizm doboru naturalnego;
   – grupa II – rodzaje doboru naturalnego;
   – grupa III – dobór płciowy i zmienność wewnątrzgatunkowa organizmów. Prezentacje powinny być opracowane z wykorzystaniem samodzielnie wyszukanych materiałów dodatkowych, takich jak schematy, zdjęcia, materiały audio i wideo.
2. Uczniowie przypominają sobie informacje na temat teorii doboru naturalnego.

Przebieg lekcji

Faza wstępna:

1. **Wprowadzenie do tematu.** Nauczyciel wyświetla zawartość sekcji „Wprowadzenie". Uczniowie interpretują ilustrację okładkową, wskazując na jej powiązania z tematem.
2. **Odwołanie do wcześniejszej wiedzy.** Nauczyciel prosi chętnych uczniów o zdefiniowanie terminu „dobór naturalny" oraz przypomnienie, na czym polega ten mechanizm.

Faza realizacyjna:

1. **Prezentacje uczniów.** Część właściwa lekcji zaczyna się od prezentacji i omówienia przez grupy materiałów przygotowanych w domu. Nauczyciel z całą klasą wybiera

najlepszą prezentację, tzn. taką, która w skondensowany i poprawny sposób przedstawia informacje na temat wszystkich zagadnień.
2. **Mapa pojęć.** Uczniowie indywidualnie tworzą w zeszytach mapę myśli związaną z tematem lekcji, na podstawie treści z sekcji „Przeczytaj" i prezentacji.
3. **Praca z multimedium („Symulacja interaktywna").** Nauczyciel wyświetla na tablicy interaktywnej lub za pomocą rzutnika multimedium. Uczniowie odczytują polecenie nr 3 („Jaki rodzaj doboru naturalnego został przedstawiony na symulacji interaktywnej?") i wykonują je w parach. Następnie dzielą się swoimi odpowiedziami na forum klasy.
4. Uczniowie, pracując w parach, wykonują polecenie nr 4 („Wyjaśnij, dlaczego brązowe zające częściej padają ofiarą drapieżników na obszarach tundrowych") oraz 5 („Na podstawie symulacji wyjaśnij, dlaczego w kolejnym pokoleniu pojawiły się wyłącznie zające o białej barwie futra"). Nauczyciel w razie potrzeby naprowadza ich na prawidłowe rozwiązanie.
5. Uczniowie wykonują w grupach ćwiczenia nr 8 i 9, odnoszące się do tekstu źródłowego o melanizmie przemysłowym u krępaka brzozowego, następnie wylosowany zespół prezentuje swoje rozwiązania na forum. Pozostałe grupy komentują i uzupełniają informacje.

Faza podsumowująca:

1. Uczniowie rozwiązują ćwiczenie nr 5 (typu „prawda/fałsz") z sekcji „Sprawdź się". Następnie przygotowują podobne zadanie dla osoby z pary: wymyślają trzy prawdziwe lub fałszywe zdania dotyczące tematu lekcji. Uczniowie wykonują ćwiczenie otrzymane od kolegi lub koleżanki.
2. Nauczyciel wyświetla treści zawarte w sekcji „Wprowadzenie" i na ich podstawie dokonuje podsumowania najważniejszych informacji przedstawionych na lekcji. Wyjaśnia także wątpliwości uczniów.

Praca domowa:

1. Wykonaj ćwiczenia od 1 do 4 z sekcji „Sprawdź się".

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:

- Nauczyciel może wykorzystać medium zamieszczone w sekcji „Symulacja interaktywna" na innych lekcjach traktujących o doborze naturalnym.