



Zmienność genetyczna motorem przemian ewolucyjnych

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



Zmienność genetyczna motorem przemian ewolucyjnych

Mięczaki z rodzaju (*Donax variabilis*) mają muszle o różnych wzorach i odcieniach.

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

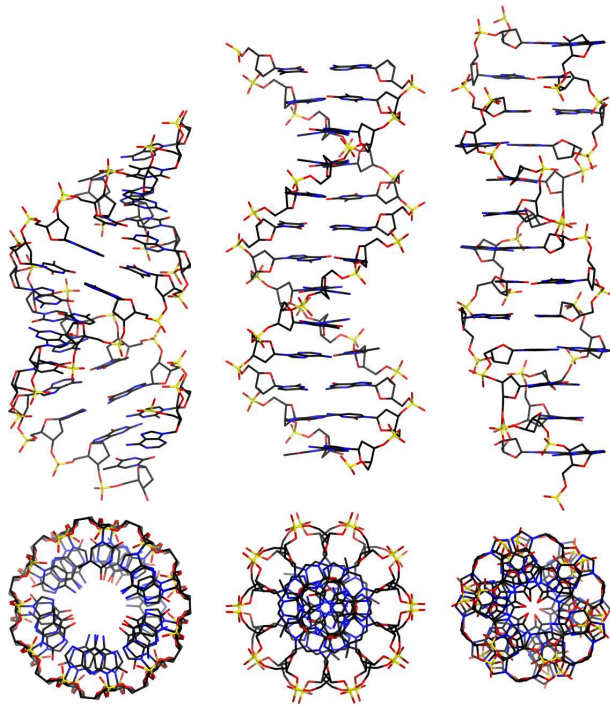
Analizując ścieżki ewolucji, możemy korzystać z osiągnięć wielu dyscyplin nauki. Zawsze jednak punktem wyjścia do rozważań o historii życia na Ziemi jest zaakceptowanie faktu, że wszystko, co żywe, podlega zmianom. Zmienność ta jest podstawą ewolucjonizmu.

Twoje cele

- Dowiesz się, w jaki sposób drzewo w ogrodzie może imitować proces ewolucji.
- Omówisz rolę doboru naturalnego.
- Przedstawisz funkcję DNA w ciągłości życia na Ziemi.

Ewolucja to proces wielokierunkowych zmian odbywających się metodą „prób i błędów”

Podobnie jak drzewo rosnące w ogrodzie z biegiem lat zmienia swój kształt, tak dzięki ewolucji zmienia się świat istot żywych na Ziemi. Rosnące drzewo buduje własne ciało, czerpiąc energię ze słońca, a z zasobnej gleby – wodę i składniki mineralne. Materia budulcową ewolucji są cząsteczki **kwasów nukleinowych**, w których – niczym bity programu na dysku komputera – zapisana jest informacja o budowie i działaniu skomplikowanego „urządzenia” – żywego organizmu. Gałęzie drzewa rosną w różne strony, a drogi ewolucji biegną w wielu różnych kierunkach.



Choć DNA kojarzy nam się z modelem podwójnej helisy, to tak wygląda jedynie forma B-DNA. Obecnie wiadomo, że istnieją różne formy DNA, a najważniejsze z nich to A, B i Z – kolejno przedstawione na grafice.

Źródło: Mauroesgueroto, licencja: CC BY-SA 4.0.

Ogrodnik, decydując o kształcie rośliny, pozwala jednym pędom swobodnie rosnąć, a inne obcina sekatorem. Podobnie środowisko: podlegając ciągłym zmianom, jedne ścieżki ewolucji pozostawia otwarte, inne – zamyka. Przykładem jest droga rozwoju **mezozoicznych** dinozaurów, których olbrzymi „konar” obumarł po gwałtownej zmianie klimatu na Ziemi.

O ile jednak działania ogrodnika są świadome i celowe, to środowisko wręcz przeciwnie – kształtuje formy życia w sposób bierny, przez sam fakt istnienia. Warunki środowiskowe w sposób niezamierzony decydują o kierunku ewolucji. Przykładowo dużo wody, ciepły klimat i żyzna gleba to zupełnie inne warunki do życia niż długie okresy suszy, wahania temperatur, silne wiatry czy noce polarne. Jeśli chcesz żyć tu i teraz, przystosuj się. Nie potrafisz? Odpadasz, jak sucha gałąź z drzewa – tak można opisać najważniejsze prawo ewolucji.



Sawanna występuje w strefie międzyzwrotnikowej, za strefą lasów równikowych. To rozległe obszary trawiaste z niewielką liczbą drzew i krzewów, z wyraźną porą suchą i deszczową.

Źródło: Christopher T Cooper, Wikimedia Commons, licencja: CC BY 3.0.

Dobór naturalny – jedno z narzędzi, za pomocą których presja środowiska „przekłada” się na właściwości organizmów – działa nie mniej skutecznie niż sekator w rękach ogrodnika. Ewolucja jest procesem kształtującym drzewo życia przez ustalanie nowej równowagi w zmieniających się warunkach. Jeżeli tylko w środowisku są niewykorzystane zasoby i trochę miejsca, to prawdopodobnie ewolucja doprowadzi do rozwoju nowej grupy organizmów, które zasiedlą tę niszę.

Wszystkie organizmy podlegają tym samym procesom zmian wywołanym przez zmiany w środowisku. Tak, jak dla zamieszkujących środowisko wodne roślin i zwierząt wyzwaniem był niezasiedlony jeszcze ląd, a dla niektórych żyjących w okresie kredy gadów – wolne przestrzenie powietrza, tak dla tasiemca jelito nowego gatunku ssaka lub ptaka okazuje się otwarciem nowej ewolucyjnej możliwości. Zawsze istnieje szansa, że na naszym drzewie życia pojawi się szybko rosnący, młody pęd. Od niego samego i od warunków, w których

przyjdzie mu żyć, będzie zależeć, czy po pewnym czasie uschnie czy też wyrośnie na silną, grubą gałąź, dającą początek nowym pędom o wielu potencjalnych kierunkach rozwoju.

Sławnym przykładem działania ewolucji jest zmiana ubarwienia ćmy krępaka brzozonego, zwanego też krępakiem nabrzozakiem (*Biston betularia*). W okresie angielskiej rewolucji przemysłowej zanieczyszczenia spowodowały wymarcie porostów na drzewach, na których bytują te owady. Odsłonięcie ciemnej brzozonej kory doprowadziło do wyodrębnienia się czarnej odmiany ciem, które przerosły liczebnością jasne osobniki. Gdy w zachodniej Europie zaczęto wprowadzać restrykcje w kwestii emisji zanieczyszczeń, porosty wróciły na pnie brzoź, a jasnych krępaków znów było więcej niż ciemnych.

Ewolucja nie prowadzi „życia za rękę” możliwie najwygodniejszą, znaną już wcześniej drogą, ani nie odbywa się według uporządkowanego planu. Jest procesem wielokierunkowym i zachodzi często na zasadzie prób i błędów. Jest też zjawiskiem nieuniknionym, bo tworzywo zmian, o których mowa, to cząsteczki kwasów nukleinowych. Kto ma je w swoich komórkach, ten – chcąc nie chcąc – podlega prawom dziedziczności i związanej z nią zmienności. Tym samym jest „skazany” na ewolucję.

Ewolucja dotyczy zarówno dużych grup systematycznych, jak i cząstek chemicznych

Najczęściej wspominamy o ewolucji, mając na myśli duże grupy organizmów, takie jak rośliny nasienne, stawonogi, gady czy ssaki. Mówimy, że niektóre z nich są z sobą spokrewnione, a inne mają tych samych lub różnych przodków. Tropimy ich wspólne drogi i miejsca, w których się one rozeszły.

Choćbyśmy jednak, powodowani naukową ciekawością, codziennie i skrupulatnie obserwowali drzewo życia, starając się dojrzeć zachodzące w nim zmiany, ich istota pozostanie przed nami ukryta. Natura wyznaczyła nam, jako gatunkowi, dość niewygodną pozycję obserwacyjną. Stoimy zarówno za blisko, jak i za daleko od naszego drzewa. Choć tempo ewolucji, czyli szybkość zmian organizmów, jest bardzo różna i niektóre z tych zmian możemy zaobserwować (np. wymieranie gatunków), z reguły nasze życie trwa zbyt krótko, byśmy mogli być świadkami wyłonienia się dużej grupy zwierząt czy roślin, np. nowej gromady kręgowców lub rodziny [dwuliściennych](#).

Oś czasu przedstawia pojawianie się kolejnych hominidów z podplemienia *Hominina*. Dla porównania, rośliny dwuliścienne ewoluowały około 110 000 000 lat temu.

7 000 000 lat temu <i>Sahelanthropus</i>
6 000 000 lat temu <i>Orrorin</i>
5 000 000 lat temu <i>Ardipithecus</i>
4 000 000 lat temu <i>Australopithecus</i>
2,5 000 000 lat temu <i>Homo</i>

Dotykamy więc ledwie pnia drzewa, a chcemy zobaczyć, jak wygląda ono w całości. Równocześnie jednak jesteśmy zbyt daleko, by zaobserwować, co dzieje się pod grubą korą. By się tego dowiedzieć, trzeba zajrzeć w głąb, czyli sięgnąć do tworzywa ewolucji – kwasów nukleinowych. To właśnie dzięki działaniu mechanizmów dziedziczności, naturalnej zmienności, a także dzięki wpływowi środowiska i... przypadku, zostają w nich zapisane zmiany, których odczytywanie daje ostateczny kształt drzewu, jakiemu się przyglądamy.

Jeżeli ewolucja dotyczy dużych jednostek systematycznych (np. powstania paprotników, wyginięcia ryb pancernych – [tarczowców](#) czy pojawienia się ssaków), to jest to megaewolucja. Jeżeli nieco mniejszych (np. wyodrębnienia się różnych rodzajów drzew iglastych czy powstania licznych rodzin wśród dwuliściennych), to nazywamy ją makroewolucją. Zawsze jednak ewolucja zachodzi na poziomie DNA, a dokładniej – genu. Ten ostatni proces nazywa się mikroewolucją.

Gen to fragment DNA zawierający informację dziedziczną, a allel to jedna z jego możliwych postaci

Ciągłość życia jest zachowana dzięki przekazywaniu informacji genetycznej zapisanej w DNA – kwasie deoksyrybonukleinowym. Jego fragmenty zawierające tę informację to geny. Większość z nich koduje różnorodne białka, czyli po prostu zawiera cenny, szczegółowy opis budowy i funkcjonowania organizmu. Funkcje pozostałych,

niekodujących fragmentów cząsteczek DNA są nie do końca poznane i stanowią przedmiot wnikliwych badań genetyków. Spróbujmy więc, w celu odkrycia tajemniczych ścieżek ewolucji, popatrzeć na żyjący organizm nieco inaczej niż dotychczas. Zobaczmy go przez chwilę jako opakowanie, w którym jest zamknięta najcenniejsza zawartość – geny, informacyjne „bity” przyrody.



Kompletny genom mężczyzny – 46 chromosomów ułożonych w 23 pary.

Źródło: Wikimedia Commons, domena publiczna.

Scenariusz życia mógłby wyglądać tak: opakowanie powstaje zgodnie z „instrukcją” zapisaną w genach. Trwa dopóki może tworzyć liczne kopie tych genów i przekazywać je potomstwu, by wreszcie – po wyczerpaniu swych sił witalnych – ulec zniszczeniu. Ale zawarty w nim „nieśmiertelny gen” nie ginie. W opakowaniu potomka kontynuuje swą wędrówkę. Choć daleko nam do przedmiotowego traktowania niepowtarzalnego ciała człowieka, to dokonane przed chwilą uproszczenie pozwala dokładniej przyjrzeć się roli genów w ewolucji.

Można sobie wyobrazić, że przez przywołane na początku rozdziału symboliczne drzewo życia płyną nieprzerwanie „genetyczne strumienie”, a odzwierciedleniem ich meandrów są kształt i różnorodność życia na Ziemi. Kierunki przepływu strumieni genów zależą od ich składu, a ten ciągle się zmienia. Powstają nowe geny i ich [allele](#), najczęściej jako skutek mutacji. Natomiast niektóre już istniejące geny zostają wyeliminowane, np. w wyniku zmiany losowej lub doboru naturalnego. Jeszcze inne, chociażby te, od których zależy prawidłowe funkcjonowanie komórek, są dość odporne na zmiany, ewoluują więc powoli. Wszystkie jednak podlegają nieustannym zmianom.

Słownik

allele

różne formy tego samego genu, zajmujące taką samą pozycję (*loci*) w danym chromosomie; allele tego samego genu różnią się jednym lub kilkoma nukleotydami

dwuliścienne

tradycyjna klasa roślin okrytozalążkowych

kwasy nukleinowe

wielkocząsteczkowe związki organiczne, chemicznie niejednorodne, zbudowane z nukleotydów

mezozoik

(gr. *mésos* – środkowy, *zōon* – istota żyjąca, zwierzę) środkowa era eonu fanerozoicznego w geologicznej historii Ziemi, trwająca od ok. 250 do 65 mln lat temu

tarczowce

(łac. Placodermi); inaczej ryby pancerne; gromada kopalnych ryb występujących w dewonie; ich przednia część tułowia, a często i głowa były spłaszczone grzbieto-brzusznie i pokryte płytkami kostnymi; tylna część tułowia była naga lub pokryta łuskami

Film

Film dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D15UNXhmi>

Zmienność genetyczna motorem przemian ewolucyjnych.

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

Film nawiązujący do treści materiału

Polecenie 1

Obejrzyj wywiad z ekspertem, a następnie wyjaśnij różnice między zmiennością genetyczną oraz adaptacyjną. Podaj po jednym przykładzie każdej z nich.

Polecenie 2

Przedstaw znaczenie zmienności genetycznej w procesie ewolucji.

Grafika interaktywna

Zięby Darwina

Karol Darwin zastał na wyspach Galapagos małe ptaki różniące się kształtem dzioba, wielkością ciała oraz trybem życia. Ustalił, że pochodzą one od jednego, wspólnego przodka. Nowe gatunki wyodrębniły się z ptaków przybyłych na Galapagos po zajęciu odmiennych nisz ekologicznych. U ptaków w konkretnych niszach pojawiały się, a następnie utrwały przystosowania do różnych warunków środowiska.

Źródło: CSIRO, John Tann, Sage Ross, Sanjay Acharya, Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 3.0.

Polecenie 1

Wyjaśnij na podstawie grafiki, jaka cecha środowiska miała największy wpływ na fenotypy różnych gatunków zięb Darwina.

Polecenie 2

Dobór sztuczny to selekcja osobników dokonywana przez człowieka. Jej efekty można zaobserwować np. u zwierząt hodowlanych, takich jak psy czy gołębie. Zastanów się i napisz, co różni dobór sztuczny od naturalnego.

Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan

Przedmiot: Biologia

Temat: Zmienność genetyczna motorem przemian ewolucyjnych

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

Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

IX. Ewolucja. Uczeń:

4) przedstawia rodzaje zmienności i wykazuje znaczenie zmienności genetycznej w procesie ewolucji;

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

XVI. Ewolucja. Uczeń:

4) przedstawia rodzaje zmienności i wykazuje znaczenie zmienności genetycznej w procesie ewolucji;

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):

- Dowiesz się, w jaki sposób drzewo w ogrodzie może imitować proces ewolucji.
- Omówisz rolę doboru naturalnego.
- Przedstawisz funkcję DNA w ciągłości życia na Ziemi.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;

- ćwiczenia interaktywne;
- praca z filmem;
- analiza grafiki interaktywnej;
- śniegowa kula.

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 zapoznają się z treściami w sekcji „Przeczytaj”.
2. Uczniowie przypominają sobie informacje na temat zmienności organizmów.

Przebieg lekcji

Faza wstępna:

1. Nauczyciel wyświetla cele zajęć z sekcji „Wprowadzenie”, a następnie wspólnie z uczniami ustala kryteria sukcesu.
2. **Odwołanie do wcześniejszej wiedzy.** Nauczyciel zadaje pytanie:
 - Co łączy drzewo i proces ewolucji?
 Uczniowie indywidualnie udzielają odpowiedzi na kartkach, następnie tworzą pary, a potem pary łączą się w czwórki – za każdym razem uczniowie ustalają wspólną odpowiedź.

Faza realizacyjna:

1. **Praca z multimedium („Film”).** Uczniowie zapoznają się z materiałem udostępnionym przez nauczyciela.
2. **Kula śniegowa.** Nauczyciel informuje uczniów, że będą pracować metodą kuli śniegowej, poszukując w udostępnionym e-materiale odpowiedzi na następujące pytania:
 - Jaką rolę odgrywa dobór naturalny w procesie ewolucji?
 - Jaką funkcję w ciągłości życia na Ziemi pełni DNA?
 - Jakie są różnice między zmiennością genetyczną oraz adaptacyjną? Podaj po jednym

przykładzie każdej z nich.

Nauczyciel objaśnia wspomnianą wyżej metodę i wynikające z niej kolejne etapy pracy:

- 1) najpierw uczniowie będą indywidualnie opracowywać odpowiedzi na zadane pytania;
- 2) potem połączą się w pary i porównają swoje propozycje, a na osobnej kartce zapiszą wspólne odpowiedzi;
- 3) kolejnym krokiem będzie połączenie się par w czwórki, które – jak poprzednio – skonfrontują swoje odpowiedzi;
- 4) uczniowie utworzą 8-osobowe zespoły i znów porównają swoje propozycje;
- 5) przedstawiciele poszczególnych zespołów 8-osobowych zaprezentują na forum klasy uzgodnione w grupie odpowiedzi.

3. Praca z drugim multimedium („Grafika interaktywna”). Uczniowie zapoznają się z materiałem. Klasa dzieli się na grupy. Każdy zespół opracowuje odpowiedzi do poleceń nr 1 (odnoszące się do grafiki) oraz nr 2 (dotyczące różnic między doborem sztucznym i naturalnym). Po wyznaczonym przez nauczyciela czasie liderzy grup odczytują swoje propozycje. Nauczyciel komentuje rozwiązania uczniów.

Faza podsumowująca:

1. Na koniec zajęć nauczyciel raz jeszcze wyświetla na tablicy interaktywnej lub przy użyciu rzutnika temat lekcji i cele zawarte w sekcji „Wprowadzenie”. W kontekście wyświetlonych treści prosi uczniów o rozwinięcie zdania: „Na dzisiejszej lekcji nauczyłem/nauczyłam 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:

- Uczniowie mogą przed lekcją zapoznać się z materiałem w sekcji „Film”, aby przygotować się do późniejszej pracy.