



Różnorodność genetyczna

W materiale wyjaśniono, czym są poziomy różnorodności biologicznej oraz szczegółowo scharakteryzowano różnorodność genetyczną i jej znaczenie. Materiał zawiera:

1. Starter, w którym znajduje się zdjęcie przedstawiające różnorodność ubarwienia i deseni muszli ślimaka gajowego, odwołanie do wcześniejszej wiedzy ucznia związanej z tematem zasobu oraz cele sformułowane językiem ucznia.
2. Rozdział: „Poziomy różnorodności biologicznej”, który zawiera rysunek przedstawiający trzy poziomy różnorodności biologicznej.
3. Rozdział: „Znaczenie adaptacyjne różnorodności biologicznej”, który zawiera zdjęcie przedstawiające zmienność barwy skóry u człowieka, zdjęcie ślimaka gajowego, ciekawostkę i ćwiczenie.
4. Rozdział: „Różnorodność genetyczna warunkiem przetrwania gatunków, bioróżnorodności gatunkowej i ekosystemowej”, który zawiera rysunek przedstawiający porównanie rozmiarów dwóch gatunków rekina i człowieka i ćwiczenie.
5. Rozdział: „Przyczyny spadku różnorodności genetycznej”, który zawiera ciekawostkę ze zdjęciem noworodka pandy wielkiej oraz ćwiczenie.
6. Rozdział: „Różnorodność genetyczna roślin uprawnych i zwierząt hodowlanych”, który zawiera ilustrację tura i jego potomków, polecenie i ciekawostkę.
7. Podsumowanie zawierające 2 ćwiczenia.

8. Słownik zawierający wyjaśnienia terminów: adaptacja, dobór sztuczny, gatunek inwazyjny, chów wsobny, *in vitro*, rasa, różnorodność biologiczna.
9. Zestaw 5 ćwiczeń interaktywnych i notatnik.

Różnorodność genetyczna

Duża różnorodność genetyczna zapewnia prawidłowy rozwój populacji i czyni ją odporną na niekorzystne czynniki środowiskowe, w tym patogeny. I na odwrót – im mniejsze zróżnicowanie genetyczne populacji, tym bardziej jest ona zagrożona wyginięciem.



Na ilustracji przedstawione są różne ubarwienia i desenie muszli ślimaka gajowego będące wynikiem różnorodności genetycznej

Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., Liz Lister (<https://www.flickr.com>), Kristine Paulus (<https://www.flickr.com>), Kabir Bakie (<http://commons.wikimedia.org>), Didier Descouens (<http://commons.wikimedia.org>), Erik Veldhuis (<http://commons.wikimedia.org>), Rubén Díaz Caviedes (<https://www.flickr.com>), Norbert Nagel (<http://commons.wikimedia.org>), Gary Rogers (<http://www.geograph.org.uk>), licencja: CC BY-SA 3.0.

Aby zrozumieć poruszane w tym materiale zagadnienia, przypomnij sobie:

- jaki rodzaj rozmnażania prowadzi do zróżnicowania genetycznego potomstwa.

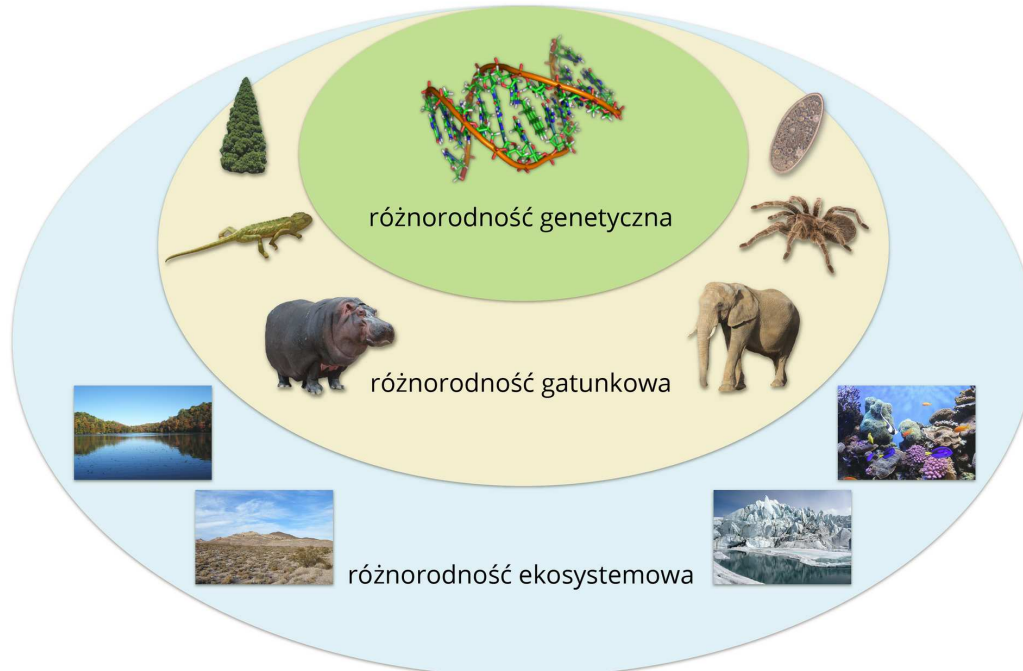
Twoje cele

- Poznasz różne poziomy różnorodności biologicznej.
- Wyjaśnisz, czym jest różnorodność genetyczna.
- Określisz przyczyny różnorodności genetycznej.
- Wymienisz czynniki, które prowadzą do spadku różnorodności genetycznej.

1. Poziomy różnorodności biologicznej

Występowanie zróżnicowanych form życia na Ziemi określane jest jako **różnorodność biologiczna**. Wyróżnia się jej trzy poziomy:

- **różnorodność ekosystemową**, która dotyczy ekosystemów;
- **różnorodność gatunkową** odnoszącą się do liczby gatunków żyjących w określonych ekosystemach;
- **różnorodność genetyczną (wewnątrzgatunkową)**, dotyczącą występowania zróżnicowanych cech w populacji, wynikających z różnych wersji genów (różnych alleli).



Poziomy różnorodności biologicznej

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

2. Znaczenie adaptacyjne różnorodności genetycznej

Środowisko, w którym żyją organizmy, nie jest jednorodne. Określone warunki życia wymagają od zasiedlających je organizmów posiadania konkretnych przystosowań (**adaptacji**). Dla przykładu, kaczki zwane płaskonosami mają długie, szerokie i płaskie dzioby, umożliwiające im cedzenie planktonu, a dolna i górna część dzioba ptaka nazwanego krzyżodziobem krzyżują się ze sobą, co ułatwia temu zwierzęciu wydobywanie nasion z szyszek drzew iglastych. Inne cechy ułatwiające, a często nawet umożliwiające przeżycie w danym środowisku, to m.in. masa ciała i odporność na niektóre choroby. Różne cechy organizmów są efektem działania różnych wersji genów, czyli alleli.

W różnorodnych, dynamicznie zmieniających się warunkach siedliskowych mogą przetrwać tylko takie populacje, których osobniki są silnie zróżnicowane pod względem genetycznym. Im większe zróżnicowanie genetyczne populacji, tym większe prawdopodobieństwo, że przynajmniej część osobników przetrwa niekorzystne zmiany środowiska. Adaptacja do

warunków środowiskowych obejmuje również zasiedlanie przez populacje nowych obszarów.

Przykładem szeroko rozpowszechnionego gatunku jest człowiek. Zasiedlanie kolejnych kontynentów umożliwiły mu cechy o znaczeniu adaptacyjnym, takie jak barwa skóry. Kolor skóry stanowi przystosowanie do różnego natężenia promieniowania UV. Chroniąca przed nim melanina, odpowiedzialna za ciemne zabarwienie skóry, najintensywniej wytwarzana jest u osób pochodzących z okolic równika, gdzie promieniowanie UV jest bardzo silne. U ludzi żyjących od tysiącleci w wyższych szerokościach geograficznych melanina występuje w mniejszej ilości. Barwa skóry człowieka jest bardzo zróżnicowana, co świadczy o dużej różnorodności genetycznej, a przez to o dużych możliwościach adaptacyjnych naszego gatunku.



Ludzie różnią się zabarwieniem skóry, co wynika z różnej ilości melaniny

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

Znaczenie adaptacyjne ma też np. barwa muszli pospolitego ślimaka gajowego, gatunku, który charakteryzuje się dużą różnorodnością genetyczną. Populacje tego gatunku zamieszkujące lasy i zarośla mają ciemne zabarwienie muszli. Sprawia ono, że ptakom trudno je dostrzec, a ponadto ułatwia nagrzewanie się ciała. Ślimaki występujące na otwartej przestrzeni są jasno ubarwione, co w pewnym stopniu chroni je przed drapieżnikami i przed przegrzaniem.



Ślimak gajowy

Źródło: jhenning, Pixabay, domena publiczna.

Ciekawostka

Niektóre cechy w określonych warunkach życia mogą być korzystne, a w innych – nieprzydatne, a nawet szkodliwe. Zaobserwowano na przykład, że ludzie o ciemnej skórze, mieszkający na stałe w strefie klimatu umiarkowanego, mają problemy z odpornością i przyswajaniem wapnia. Dzieje się tak dlatego, że duża ilość melaniny uniemożliwia przenikanie światła słonecznego w głąb skóry, gdzie pod jego wpływem zachodzi produkcja witaminy D. Deficyt witaminy D powoduje oba te zaburzenia.

Ćwiczenie 1

Wyjaśnij, która populacja ludzka charakteryzuje się większą różnorodnością genetyczną – polska czy obywateli Stanów Zjednoczonych. Uzasadnij odpowiedź.

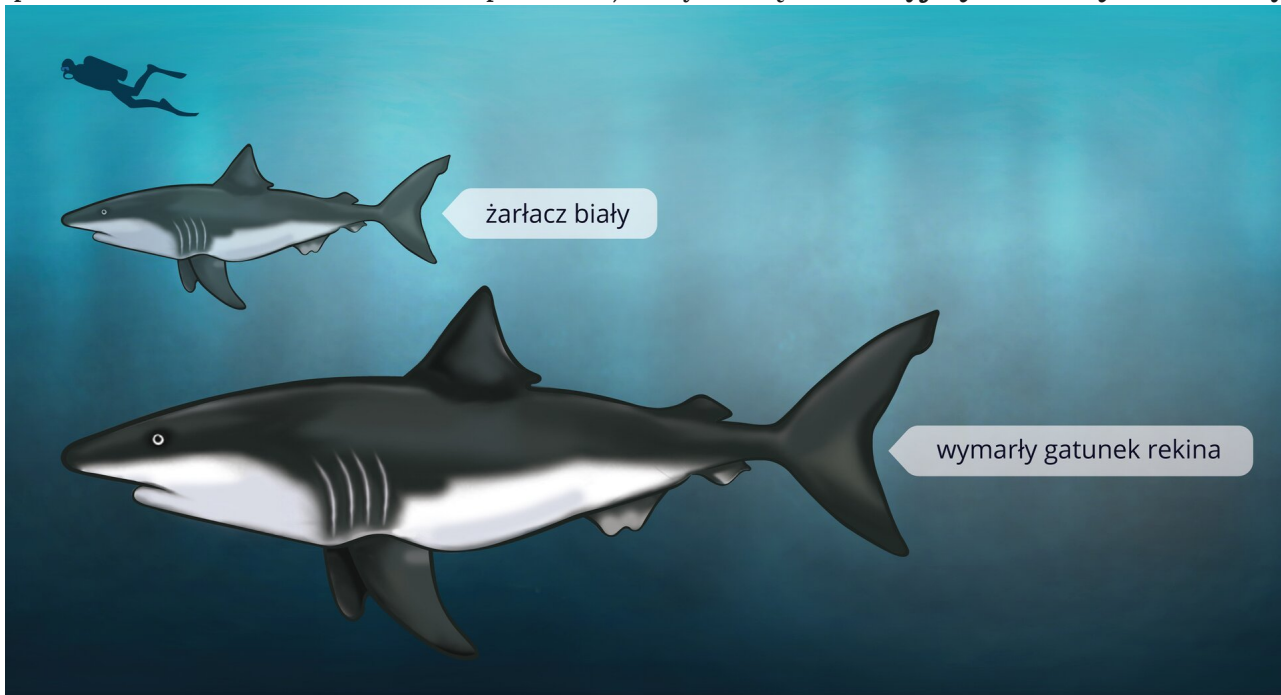
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

3. Różnorodność genetyczna warunkiem przetrwania gatunków, bioróżnorodności gatunkowej i ekosystemowej

Duża różnorodność genetyczna umożliwia gatunkom wykształcenie różnorodnych przystosowań, m.in. do walki z drapieżnikami i patogenami (wirusami, mikroorganizmami chorobotwórczymi, pasożytami). Przystosowania te, np. odporność na wybrane patogeny, są

skutkiem pojawiania się różnych mutacji. Jednostki z korzystnymi mutacjami, a więc bardziej odporne, pozostawiają po sobie więcej potomstwa. Potomstwo na ogół dziedziczy po rodzicach geny warunkujące zwiększoną odporność, a w konsekwencji odsetek zmutowanych genów w danej populacji jest coraz większy. Patogeny również mutują, a przez to zwiększają skuteczność infekowania swoich żywicieli. Mikroorganizmy, które skuteczniej niż inne infekują organizm gospodarza, mnożą się intensywniej, przez co szerzej rozprzestrzeniają się w populacji żywiciela.

W układzie drapieżnik – ofiara to ofiara ewoluje w kierunku uzyskania przystosowań, które ochronią ją przed drapieżnikami doskonalącymi skuteczność polowania. W trwającym miliony lat procesie ewolucji wielorybów i rekinów wieloryby stopniowo zwiększały masę ciała. Chroniło je to przed drapieżnikami, które z kolei, adaptując się do wielkości ofiary, także zwiększały swoje rozmiary i siłę ścisku szczęk. Apogeum tego wyścigu stanowiło pojawienie się ok. 2–2,5 mln lat temu największego rekina w historii życia na Ziemi, *Carcharocles megalodon*, osiągającego 18 m długości i posiadającego siłę ścisku szczęk 10 razy większą niż u współczesnego żarłacza białego. Kiedy wieloryby zwiększyły swoje gabaryty, olbrzymie rekiny nie były w stanie kontynuować wyścigu zbrojeń. Nie mogły skutecznie polować na ofiary ogromnych rozmiarów, zaczęły więc stopniowo wymierać. Taki wyścig oparty na ciągłym zwiększaniu rozmiarów przez ofiarę (dla zwiększenia bezpieczeństwa w razie ataków drapieżnika) nazywa się **ewolucyjną ucieczką w rozmiarzy**.



Porównanie rozmiarów rekinów

Źródło: autor, licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 2

Dobór naturalny faworyzuje nosicieli genu anemii sierpowatej (heterozygoty). Choć takie osoby mają objawy anemii, nie grozi im zachorowanie na malarię. Wyjaśnij, na czym polega przewaga nosiciela genu anemii sierpowatej nad członkiem jego populacji nieposiadającym takiej zmiany.

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

4. Przyczyny spadku różnorodności genetycznej

Istnieje wiele gatunków, których różnorodność genetyczna stale maleje. Są wśród nich żubr, sokół wędrowny, gepard, oryks arabski, panda wielka czy goryl górski. Gatunki te utraciły zdolność przystosowania się do zmian środowiska, w tym do pojawiania się nowych patogenów. Zwierzęta te mogą mieć także ograniczoną płodność.

Na zmniejszenie różnorodności genetycznej wpływają:

- spadek liczebności populacji,
- wymieranie lokalnych podgatunków lub odmian organizmów,
- pojawianie się coraz większej liczby wyselekcjonowanych, jednorodnych genetycznie odmian roślin uprawnych oraz **ras** zwierząt hodowlanych,
- **chów wsobny**,
- **gatunki inwazyjne**.

Ciekawostka

Panda wielka bardzo niechętnie rozmnaża się w niewoli, a i w środowisku naturalnym także dzieje się to rzadko. W dodatku zdolność do zapłodnienia trwa u niej tylko 2-3 dni i występuje jedynie raz w roku. Aby ratować ten zagrożony wyginięciem gatunek, naukowcy rozmnażają pandy wielkie *in vitro*.



Noworodek pandy wielkiej w inkubatorze

Źródło: Aleksandra Ryczkowska, Colegota, Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 2.5.

Bezpośrednim powodem zmniejszania się różnorodności genetycznej jest **spadek liczebności osobników populacji**, gdyż mają one mniejszy zasób wszystkich genów.

Ważną przyczyną spadku różnorodności genetycznej jest **wymieranie lokalnych podgatunków lub odmian**, ponieważ powoduje ono utratę wszystkich alleli obecnych tylko w danym taksonie. Allele te stanowią wynik przystosowania do lokalnych warunków środowiska, dlatego ich brak może skutkować wymieraniem innych podgatunków lub odmian w razie pojawienia się groźnego patogenu lub zmiany klimatu. Dla przykładu obecnie uprawiane odmiany ziemniaka odporne na zarazę ziemniaczaną zawierają geny *R* pochodzące od dzikich odmian ziemniaka. Brak genów odporności na zarazę ziemniaczaną może być przyczyną masowych zniszczeń całych plantacji. W XIX wieku w Irlandii porażenie ziemniaków doprowadziło do długotrwałej klęski głodu, pozbawiając życia ok. miliona osób.

Ćwiczenie 3

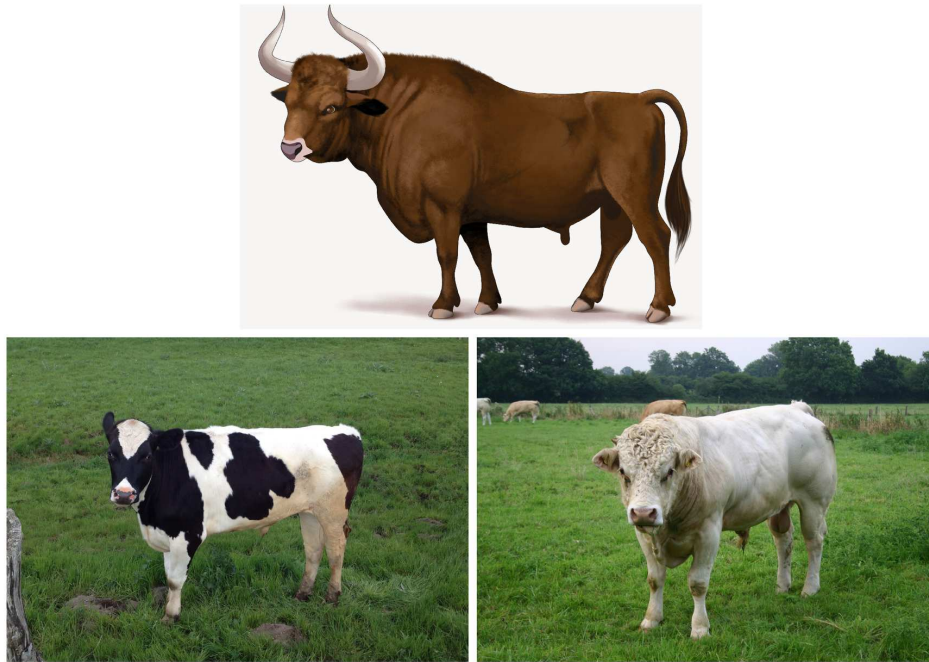
Korzystając z różnych źródeł informacji, wskaż przykłady 3 gatunków (niewymienionych w podręczniku), których różnorodność genetyczna jest zagrożona.

5. Różnorodność genetyczna roślin uprawnych i zwierząt hodowlanych

Człowiek od kilku tysięcy lat uprawia rośliny i hoduje zwierzęta, wybierając do rozrodu osobniki, które mają pożądane przez niego cechy. W przypadku zbóż są nimi wielkość

i liczba ziaren w kłosie. Z kolei len selekcjonuje się ze względu na zawartość oleju w nasionach lub wytrzymałość i rozciągliwość włókien pozyskiwanych z łodyg tej rośliny. W hodowli zwierząt dobór prowadzony jest pod kątem produkcji mięsa, mleka i jaj.

W wyniku **doboru sztucznego** i mutacji zmiany w genotypie, a co za tym idzie, także w fenotypie, są tak duże, że gatunek hodowlany znacznie różni się od dziko żyjącego. Bydło domowe pochodzi od tura, ale nie przypomina już tego wymarłego ssaka. W przypadku roślin uprawnych trudno czasami bez badań genetycznych wskazać dziki odpowiednik gatunku uprawianego przez człowieka.



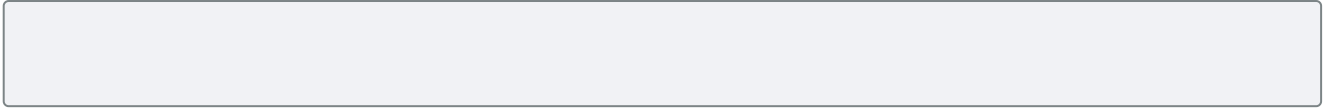
Na ilustracji tur i jego potomkowie, czyli różne rasy bydła domowego

Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., Marilyn Peddle (<https://www.flickr.com>), Nils Mulvad (<https://www.flickr.com>), licencja: CC BY-SA 3.0.

Człowiek dąży do utrwalenia korzystnych cech, takich jak duże plonowanie u roślin uprawnych, duża mleczność u krów i duża mięsność u świń. Jednym ze sposobów przekazania takiej pożądaney cechy organizmom potomnym jest **chów wsobny**, czyli krzyżowanie ze sobą blisko spokrewnionych osobników. Rośnie wówczas homozygotyczność, czyli liczba alleli (wersji) genów w organizmie, które są identyczne dla organizmu matecznego i potomnego. Dlatego osobniki potomne są do siebie bardzo podobne. Jednocześnie w kolejnych pokoleniach dochodzi do coraz większego zubażania zasobów wszystkich genów, czego negatywną konsekwencją jest coraz mniejsza odporność na choroby zarówno w przypadku roślin, jak i zwierząt.

Polecenie 1

Kapusta, która króluje na naszych stołach, swój wygląd osiągnęła w wyniku selekcji i krzyżowania dopiero w średniowieczu, choć znana jest od starożytności. Zbierz informacje na temat historii kapusty i jej współczesnych odmian, a następnie na ich podstawie przygotuj prezentację multimedialną.



Ciekawostka

Najstarszą rośliną uprawną jest len. Wysiewano go już ponad 6 tysięcy lat temu. Pierwszym udomowionym zwierzęciem był pies, który towarzyszy człowiekowi od ok. 15 tysięcy lat. Najstarszymi zwierzętami gospodarskimi są natomiast owca i koza, udomowione ok. 9-7 tysięcy lat p.n.e.

Podsumowanie

- Wyróżnia się trzy rodzaje różnorodności biologicznej: różnorodność genetyczną, różnorodność gatunkową i różnorodność ekosystemów.
- Różnorodność genetyczna (wewnątrzgatunkowa) to zróżnicowanie alleli genów w populacji danego gatunku. Umożliwia ona przystosowanie się gatunku do zmian środowiska.
- Mutacje przyczyniają się do powstawania nowych wersji genów, a to pozwala na przystosowanie się organizmów do zmienionych warunków środowiska.
- Głównymi przyczynami spadku różnorodności genetycznej są spadek liczebności osobników populacji poszczególnych gatunków oraz wymieranie lokalnych podgatunków lub odmian.
- Dobór sztuczny i chów wsobny prowadzą do zmniejszenia różnorodności genetycznej gatunków.

Praca domowa

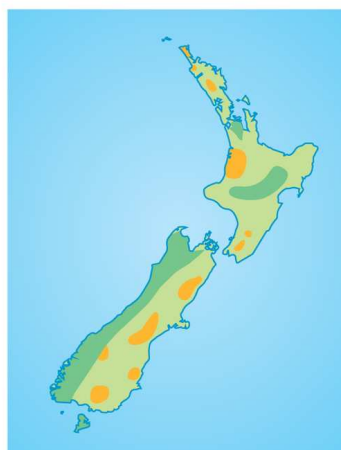
Ćwiczenie 1

Kakapo to gatunek dużej, nielotnej papugi (najcięższej papugi na świecie) zagrożonej wyginieciem. Jeszcze w połowie XIX w. zamieszkiwał prawie połowę obszaru Nowej Zelandii. Obecnie jego zasięg ogranicza się do kilku małych wysepek, a różnorodność genetyczna bardzo zubożała. Przedstaw możliwe przyczyny zubożenia zasobu wszystkich genów tego gatunku.



kakapo

Zasięg kakapo w przeszłości



■ zasięg kakapo do roku 1840
■ materiał kopalny

Zasięg kakapo obecnie



■ aktualny zasięg kakapo

Zasięg występowania kakapo dawniej i dziś

Źródło: Dariusz Adryan, John G. Keulemans, Msikma (<http://commons.wikimedia.org>), Msikma (<http://commons.wikimedia.org>), licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 2

Określ, czy zaniknięcie jednej z populacji danego gatunku wiąże się z ryzykiem wyginiecia całego gatunku. Uzasadnij odpowiedź.

Słownik

adaptacja

przystosowywanie się gatunku do określonych warunków życia poprzez wytworzenie określonych cech (adaptacyjnych), które mogą być dziedziczne lub niedziedziczne

dobór sztuczny

krzyżowanie osobników o pożądanym cechach w celu utrwalenia lub spotęgowania tych cech u potomstwa

gatunek inwazyjny

roślina lub zwierzę, które zajmując dany obszar, wypiera z niego gatunki rdzenne (pierwotnie go zamieszkujące)

chów wsobny

zwany także kojarzeniem krewniaczym; kojarzenie osobników blisko ze sobą spokrewnionych, którego skutkiem jest wzrost homozygotyczności potomstwa

in vitro

(z łac.: w szkle) sposób przeprowadzania doświadczeń polegający na badaniu procesów biologicznych w warunkach sztucznych, poza organizmem

rasa

jednostka niższa od gatunku, odznaczająca się zespołem cech dziedzicznych, ukształtowanych przez hodowcę lub naturę

różnorodność biologiczna

inaczej zwana bioróżnorodnością; zróżnicowanie organizmów na całej kuli ziemskiej na wszystkich poziomach złożoności życia: w obrębie gatunku, pomiędzy gatunkami oraz w obrębie ekosystemów

Zadania

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Każdej nazwie poziomu różnorodności biologicznej przyporządkuj odpowiedni opis.

różnorodność genetyczna

zróżnicowanie naturalnych siedlisk oraz występujących w nich biocenoz

różnorodność gatunkowa

zróżnicowanie alleli genów, które warunkują występowanie u poszczególnych osobników odmiennych cech

różnorodność ekosystemowa

różnorodność organizmów żyjących w określonych ekosystemach

Źródło: Katarzyna Lech, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2



Zaznacz wszystkie czynniki, które wpływają na zmniejszenie różnorodności genetycznej.

wymieranie lokalnych podgatunków lub odmian organizmów

wzrost liczebności populacji

prowadzenie działań prowadzących do utrzymania zanikających ras zwierząt

chów wsobny

spadek liczebności populacji

Źródło: Aleksandra Zarzycka, licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 3



Oceń prawdziwość poniższych zdań.

Stwierdzenie	Prawda	Fałsz
Obecnie na świecie żyje przeszło 3 tys. sztuk żubrów, co oznacza, że ich populacja ma dużą różnorodność genetyczną.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wszystkie żubry żyjące obecnie na świecie pochodzą od 12 osobników, co oznacza, że ich populację charakteryzuje mała różnorodność genetyczna.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Różnorodne umaszczenie kotów domowych jest wynikiem różnic w ich materiale genetycznym.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Różnorodność genetyczna dotyczy różnic pomiędzy osobnikami różnych gatunków.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Źródło: Katarzyna Lech, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4



Uzupełnij luki, wybierając słowa z listy.

Gatunek o różnorodności genetycznej jest zagrożony wyginięciem. Cecha to cecha przystosowująca organizm do warunków życia. Chów wsobny prowadzi do spadku różnorodności . Organizm, aby żyć w danych warunkach środowiskowych, musi posiadać odpowiedni zestaw warunkujących wytworzenie konkretnych przystosowań.

osobniczej

cech

genetyczna

adaptacyjna

alleli

małej

dużej

genetycznej

Źródło: Katarzyna Lech, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5



Oceń prawdziwość poniższych zdań.

Stwierdzenie	Prawda	Fałsz
W stosunku do populacji ludzkiej można mówić o różnorodności genetycznej, gatunkowej i ekosystemowej.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dzięki osiągnięciom medycyny, pozwalającym przeżyć na przykład wcześniakom, różnorodność genetyczna zmniejsza się.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Zakaz zawierania małżeństw przez bliskich krewnych chroni populację ludzką przed zubożeniem różnorodności genetycznej.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Populacje o zubożonym zasobie wszystkich genów charakteryzują się większą podatnością na choroby niż populacje różnorodne genetycznie.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Źródło: Katarzyna Lech, licencja: CC BY 3.0.

Notatnik

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