KURS

„BIOLOGIA POD KLUCZ"

EWOLUCJONIZM

Prezentacja jest chroniona prawnie przed kopiowaniem bez pisemnej zgody autora i stanowi „utwór" i w myśl Ustawy z dnia 4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych (Dz. U. z 1994 r., Nr 24, poz. 83 z późn. zm.).

PODSTAWA PROGRAMOWA 2025



1. Przedstawia podstawowe źródła wiedzy o mechanizmach i przebiegu ewolucji.
2. Określa pokrewieństwo ewolucyjne gatunków na podstawie analizy drzewa filogenetycznego.
3. Przedstawia rodzaje zmienności i wykazuje znaczenie zmienności genetycznej w procesie ewolucji.
4. Wyjaśnia mechanizm działania doboru naturalnego i przedstawia jego rodzaje (stabilizujący, kierunkowy i różnicujący).

PODSTAWA PROGRAMOWA 2025



5. Wykazuje, że dzięki doborowi naturalnemu organizmy zyskują nowe cechy adaptacyjne.

6. Określa warunki, w jakich zachodzi dryf genetyczny.

7. Przedstawia przyczyny zmian częstości alleli w populacji.

8. Przedstawia założenia prawa Hardy’ego-Weinberga.

9. Stosuje równanie Hardy’ego-Weinberga do obliczenia częstości alleli, genotypów i fenotypów w populacji.

PODSTAWA PROGRAMOWA 2025



10. Przedstawia gatunek jako izolowaną pulę genową.

11. Przedstawia mechanizm powstawania gatunków wskutek specjacji allopatrycznej i sympatrycznej.

12. Opisuje warunki, w jakich zachodzi radiacja adaptacyjna oraz ewolucja zbieżna.

13. Rozpoznaje, na podstawie opisu, schematu, rysunku, konwergencję i dywergencję.

PODSTAWA PROGRAMOWA 2025

14. Porządkuje chronologicznie formy kopalne człowiekowatych, wskazując na ich cechy charakterystyczne.

15. Określa pokrewieństwo człowieka z innymi zwierzętami na podstawie analizy drzewa rodowego.

16. Przedstawia podobieństwa między człowiekiem a innymi naczelnymi; przedstawia cechy odróżniające człowieka od małp człekokształtnych.

EWOLUCJA



Ewolucja to proces stopniowych, kierunkowych i nieodwracalnych zmian organizmów, które prowadzą do powstania nowych form, które są lepiej przystosowane do panujących warunków środowiska.

Ewolucjonizm to nauka o mechanizmach i przebiegu ewolucji biologicznej.

KOEWOLUCJA



Koewolucja – wzajemna ewolucja populacji dwóch lub większej liczby gatunków, **powiązanych silnymi zależnościami ekologicznymi**, takimi jak konkurencja, drapieżnictwo, pasożytnictwo czy mutualizm.

Na przykład w wypadku drapieżnictwa presja wywierana przez drapieżnika na populację ofiary prowadzi do **działania doboru naturalnego**.

W jego wyniku w populacji ofiar są **eliminowane najsłabsze jednostki**, a w kolejnych pokoleniach wzrasta liczba osobników, które trudniej jest drapieżnikowi upolować (np. szybszych, większych, lepiej się maskujących).

KOEWOLUCJA



Z powodu zmian w populacji ofiary muszą nastąpić zmiany w populacji drapieżników. **Tylko osobniki najsilniejsze, najszybsze, o najlepiej rozwiniętych zmysłach będą bowiem miały szansę na zdobycie odpowiedniej ilości pokarmu i tym samym na przeżycie oraz pozostawienie potomstwa**.

W konsekwencji zarówna populacja ofiar, jak i populacja drapieżników jest coraz sprawniejsza. Sytuację tę określa się mianem **ewolucyjnego wyścigu zbrojeń.**

HIPOTEZA CZERWONEJ KRÓLOWEJ



Hipoteza Czerwonej Królowej – koncepcja wyjaśniająca między innymi proces "ewolucyjnego wyścigu zbrojeń”.

Twórca hipotezy Czerwonej Królowej założył, że silna konkurencja wymusza stałe zmiany ewolucyjne o charakterze kierunkowym. Przykładem jest "**wyścig zbrojeń**”, pomiędzy drapieżnikami i ich ofiarami - **drapieżniki są coraz szybsze i sprawniejsze i lepiej "uzbrojone" dlatego, że ich ofiary są coraz szybsze i sprawniejsze**.

HIPOTEZA CZERWONEJ KRÓLOWEJ

Nazwa hipotezy jest zapożyczeniem z powieści Lewisa Carrolla „Po drugiej stronie lustra”. W powieści Czerwona Królowa szachów, biegnąc bez przerwy wraz ze zmieniającym się otoczeniem, mówiła do Alicji: „**Tutaj (...), aby utrzymać się w tym samym miejscu, trzeba biec ile sił**”.



HIPOTEZA CZERWONEJ KRÓLOWEJ



Koncepcja Czerwonej Królowej to koncepcja względności wszelkiego postępu. Zasada ta jest szczególnie dobrze obserwowana wśród drapieżników i ich ofiar bądź pasożytów i ich żywicieli, gdyż towarzyszy temu zjawisku ewolucyjnemu zarówno działanie antagonistyczne, jak i działanie polegające na współpracy.

Inaczej mówiąc: wymierają te gatunki, które są mniej plastyczne od rywali.



ŹRÓDŁA WIEDZY O EWOLUCJI

ŹRÓDŁA POŚREDNIE I BEZPOŚREDNIE



Źródła wiedzy o ewolucji można podzielić na:

- **bezpośrednie** - namacalne dowody istnienia w przeszłości form organizmów dziś już niespotykanych,

- **pośrednie** - opierają się na analizie porównawczej, czyli zestawieniu podobieństw i różnic w budowie współcześnie żyjących organizmów - uzyskane w ten sposób dane są dowodem na wspólne pochodzenie i ewolucję tych form.

ŹRÓDŁA BEZPOŚREDNIE



szczątki kopalne, np. kości dinozaurów



odlewy, np. odlew muszli amonita

ŹRÓDŁA BEZPOŚREDNIE



odciski, np. odcisk liścia paproci



żywe skamieniałości, np. hatterie

ŹRÓDŁA BEZPOŚREDNIE – ŻYWE SKAMIENIAŁOŚCI



Żywe skamieniałości to organizmy z minionych epok, które **przetrwały wiele milionów lat do czasów współczesnych w niezmienionej formie**, np. **hatteria**, **dziobak**, **latimeria**, **hoacyn**, **skrzypłocz**, **miłorząb dwuklapowy**.

Są reprezentowane przez małą ilość osobników, które zajmują niewielkie terytorium (pozostałość większego obszaru).

ŹRÓDŁA POŚREDNIE



Źródła pośrednie dotyczą różnych dziedzin nauki:

- z zakresu **anatomii porównawczej i fizjologii**,
- z zakresu **embriologii**,
- z zakresu **biogeografii**,
- z zakresu **biochemii** i **genetyki**.

ŹRÓDŁA POŚREDNIE



Do źródeł pośrednich z zakresu **anatomii porównawczej i fizjologii** zalicza się:

- **narządy homologiczne i analogiczne**,
- **narządy szczątkowe,**
- **atawizmy**.

NARZĄDY HOMOLOGICZNE



Narządy homologiczne to narządy mające taki sam plan budowy wynikający ze wspólnego pochodzenia, ale pełnią różne funkcje.

Narządy homologiczne powstają na drodze **dywergencji**, czyli **ewolucji rozbieżnej**. Są to procesy prowadzące do różnicowania się budowy blisko spokrewnionych organizmów w związku z ich przystosowaniem się do funkcjonowania w różnych warunkach środowiska.

! POD KLUCZ !



Dlaczego błędne jest sformułowanie:

„organizmy niespokrewnione ze sobą”?

Wszystkie organizmy są ze sobą spokrewnione, ponieważ każdy organizm pochodzi od **tego samego, wspólnego przodka**. Porównując więc pokrewieństwo dwóch organizmów ze sobą zaznaczamy czy są one **blisko**, czy **daleko** ze sobą spokrewnione.

Poprawne sformułowanie brzmi:

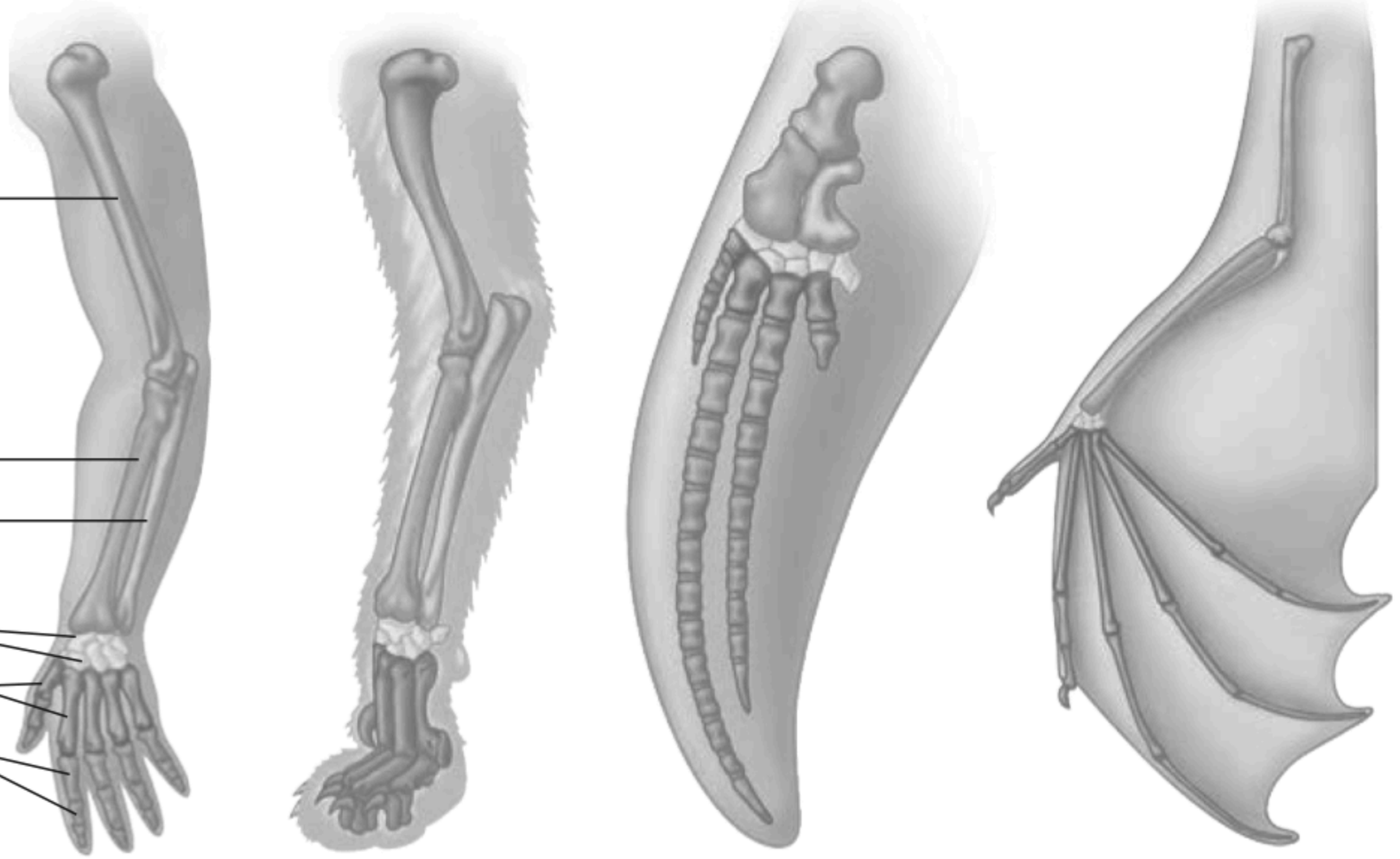
„organizmy daleko ze sobą spokrewnione”.

PRZYKŁADY NARZĄDÓW HOMOLOGICZNYCH



- przednie kończyny różnych przedstawicieli ssaków → ten sam plan budowy szkieletu,
- pęcherz pławny ryb i płuca pozostałych kręgowców → powstanie z tej samej struktury = uchyłka gardzieli,
- różnorodne formy liści nasiennych, np. ciernie kaktusa, liście pułapkowe dzbanecznika, liście spichrzowe i łuskowate cebuli, wąsy groszku, spichrzowe liście kapusty → wszystkie liście są wytworami sporofitu,
- zróżnicowane pokrycia ciała kręgowców, np. łuski gadów, pióra ptaków, sierść ssaków → są to wytwory naskórka.

NARZĄDY HOMOLOGICZNE



człowiek

kot

wieloryb

nietoperz

NARZĄDY HOMOLOGICZNE



piórka kruka



włosy niedźwiedzia

NARZĄDY HOMOLOGICZNE



liście pułapkowe dzbanecznika



ciernie kaktusa

NARZĄDY ANALOGICZNE



Narządy analogiczne to narządy niemające wspólnego pochodzenia, ale podobne do siebie zewnętrznie ze względu na pełnienie podobnych funkcji.

Narządy analogiczne powstają na drodze **konwergencji**, czyli **ewolucji zbieżnej**. Są to procesy polegające na upodobnieniu się organizmów daleko ze sobą spokrewnionych, ale żyjących w podobnych lub tych samych warunkach środowiskowych, np. w środowisku wodnym.

PRZYKŁADY NARZĄDÓW ANALOGICZNYCH



- oczy głowonogów i oczy ryb,
- korzenie roślin nasiennych i chwytniki mchów,
- odnóża owadów i kończyny kręgowców,
- skrzydło owada i skrzydło ptaka,
- płetwy niektórych ryb i ssaków wodnych,
- białe ubarwienie różnych gatunków zwierząt polarnych.

NARZĄDY ANALOGICZNE



płetwy u delfina

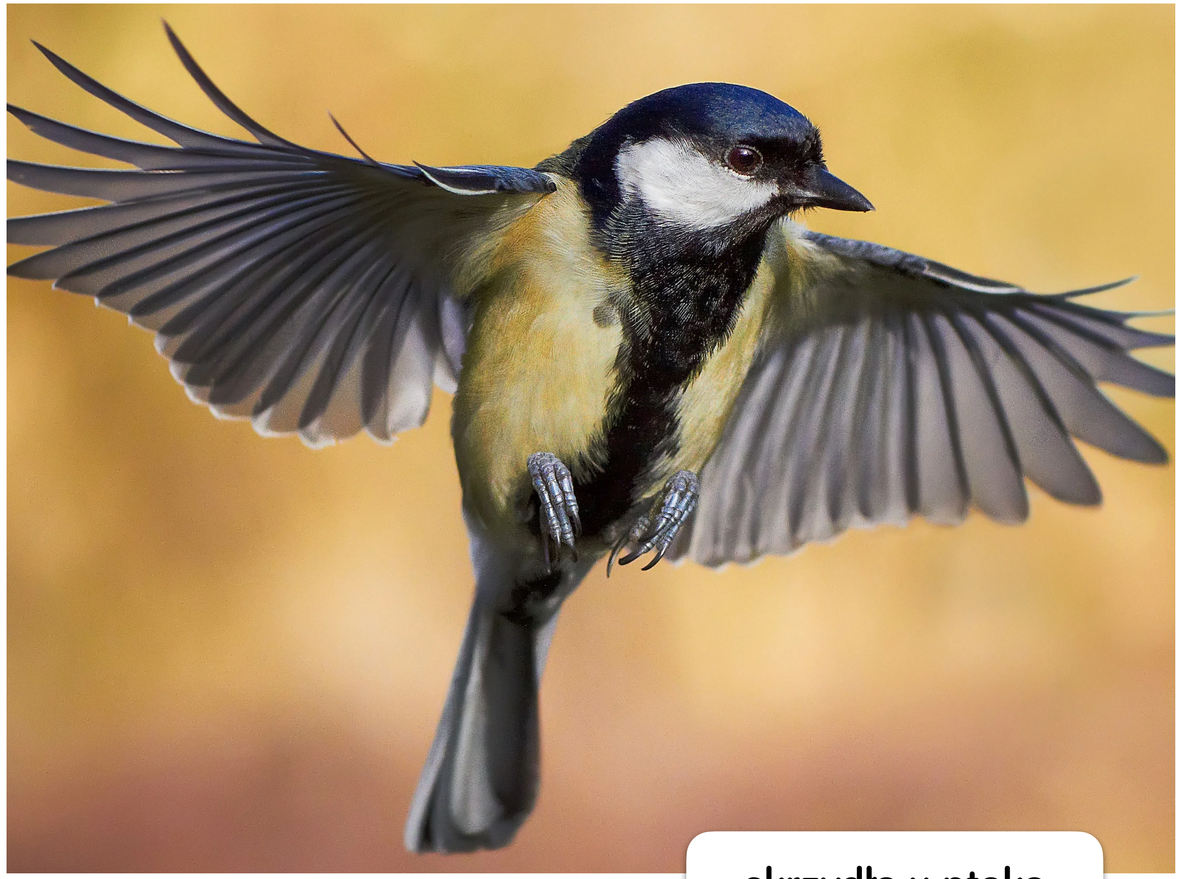


płetwy u rekina

NARZĄDY ANALOGICZNE



skrzydła u owada



skrzydła u ptaka

NARZĄDY SZCZĄTKOWE



Narządy szczątkowe to narządy, które nie pełnią swych pierwotnych funkcji u osobników danego gatunku. Na przykład: wyrostek robaczkowy, mięśnie poruszające małżowiną uszną, kość ogonowa, zęby mądrości.

NARZĄDY SZCZĄTKOWE



skrzydła u strusia



włosy u słonia

ATAWIZMY



Atawizmy to nietypowe cechy pojawiające się u danego organizmu, charakterystyczne dla jego odległych przodków. U człowieka są to: dodatkowe brodawki sutkowe, szczątkowy ogon, wybitnie silnie rozwinięte owłosienie na całym ciele lub na twarzy i plecach czy nadmiernie rozwinięte kły.

ATAWIZMY



dodatkowe brodawki sutkowe



ogon u człowieka

ŹRÓDŁA POŚREDNIE



Do źródeł pośrednich z zakresu **embriologii** zalicza się podobieństwo, szczególnie na wczesnych stadiach rozwoju zarodkowego, zarodków kręgowców.

Na późniejszych etapach rozwoju embrionalnego pojawiają się dopiero cechy charakterystyczne dla poszczególnych przedstawicieli kręgowców.

ŹRÓDŁA POŚREDNIE



ryba | płaz | gad | ptak | świnia | krowa | królik | człowiek

ŹRÓDŁA POŚREDNIE



Do źródeł pośrednich z zakresu **biochemii i genetyki** zalicza się:

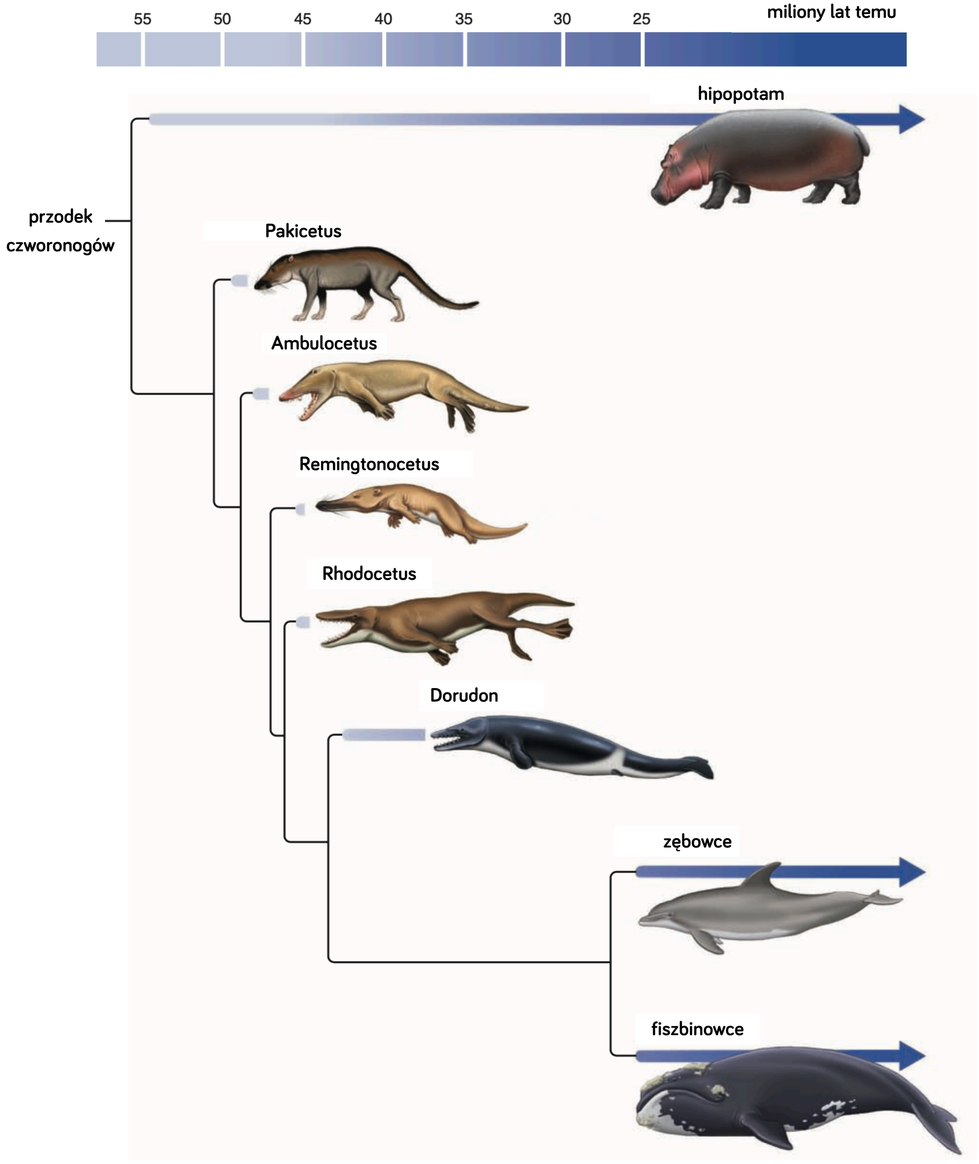
- identyczną strukturę związków organicznych, które budują wszystkie organizmy,
- ATP jako uniwersalny akumulator i nośnik energii w komórkach wszystkich organizmów,
- podobieństwo w budowie chlorofilu i hemoglobiny,
- podobieństwo w budowie antygenów grupowych krwi u człowieka i niektórych małp,
- uniwersalny kod genetyczny,
- podobne mechanizmy transkrypcji, translacji,
- sekwencję aminokwasów w cytochromach c.



DRZEWO FILOGENETYCZNE

Drzewo filogenetyczne to zapis graficzny pokrewieństwa ewolucyjnego gatunków. Grupuje je najczęściej na podstawie podobieństwa DNA.

- Każda gałąź drzewa oznacza oddzielny takson.
- Punkt, w którym zbiegają się gałęzie, czyli węzeł, oznacza najbliższego wspólnego przodka wszystkich organizmów rezeprezentowanych przez poszczególne gałęzie.
- Długość gałęzi często w przybliżeniu pokazuje czas, jaki minął od chwili wyodrębnienia się danego gatunku.





DOBÓR NATURALNY



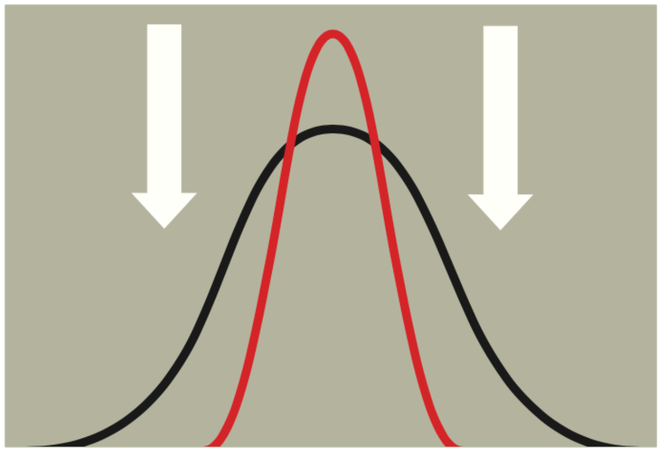
Dobór naturalny to proces ewolucyjny, w którym organizmy, które są **najlepiej przystosowane do środowiska**, w którym żyją, **mają większe szanse na przetrwanie i rozmnażanie**, co prowadzi do **przekazywania ich genów kolejnym pokoleniom**. W ten sposób, cechy korzystne dla przeżycia i reprodukcji organizmów stają się bardziej powszechne w populacji.

Wyróżnia się trzy rodzaje doboru naturalnego:

- dobór **stabilizujący**,
- dobór **kierunkowy**,
- dobór **różnicujący**.

RODZAJE DOBORU NATURALNEGO

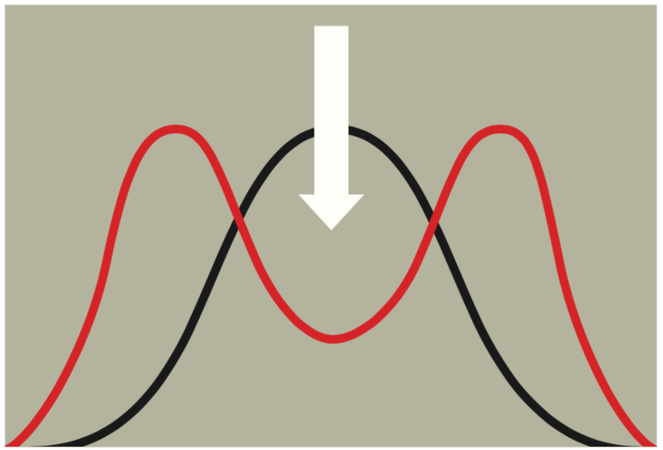
STABILIZUJĄCY





średnia wartość cechy jest faworyzowana, a osobniki o skrajnych cechach są eliminowane

RÓŻNICUJĄCY

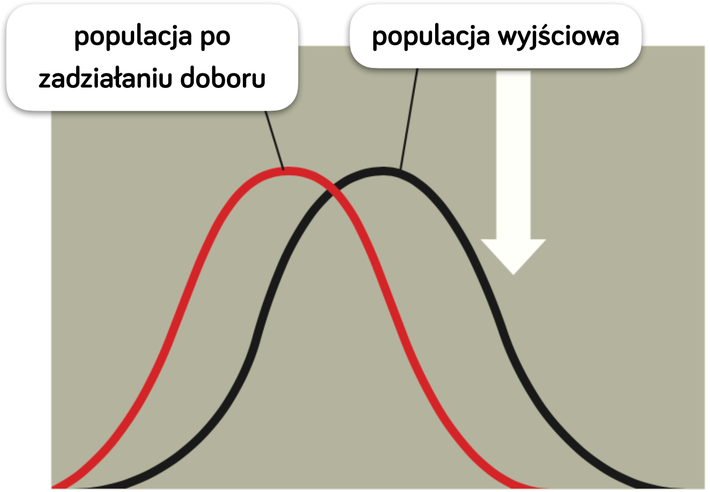






średnia wartość cechy jest eliminowana, a osobniki o skrajnych cechach są faworyzowane

KIERUNKOWY





jedna ze skrajnych wartości cechy jest korzystniejsza niż wartość średnia i druga wartość skrajna

DOBÓR PŁCIOWY



Dobór płciowy to jeden z rodzajów doboru naturalnego, który polega na tym, że jedna płeć wybiera partnera na podstawie jego cech, które uznaje za atrakcyjne lub korzystne w kontekście reprodukcji.

Zwykle to **samice wybierają partnera** w przypadku większości gatunków, choć są także gatunki, w których to samce dokonują wyboru. Wybór partnera dokonywany jest na podstawie różnych kryteriów, takich jak zdrowie, siła, wytrzymałość, a także cechy związane z przystosowaniem do środowiska, np. zdolność do zdobywania pokarmu czy obrona przed drapieżnikami.

DOBÓR PŁCIOWY



Dobór płciowy może prowadzić do powstania **wyraźnych różnic między płciami w wyglądzie i zachowaniu**, co nazywa się **dymorfizmem płciowym**.

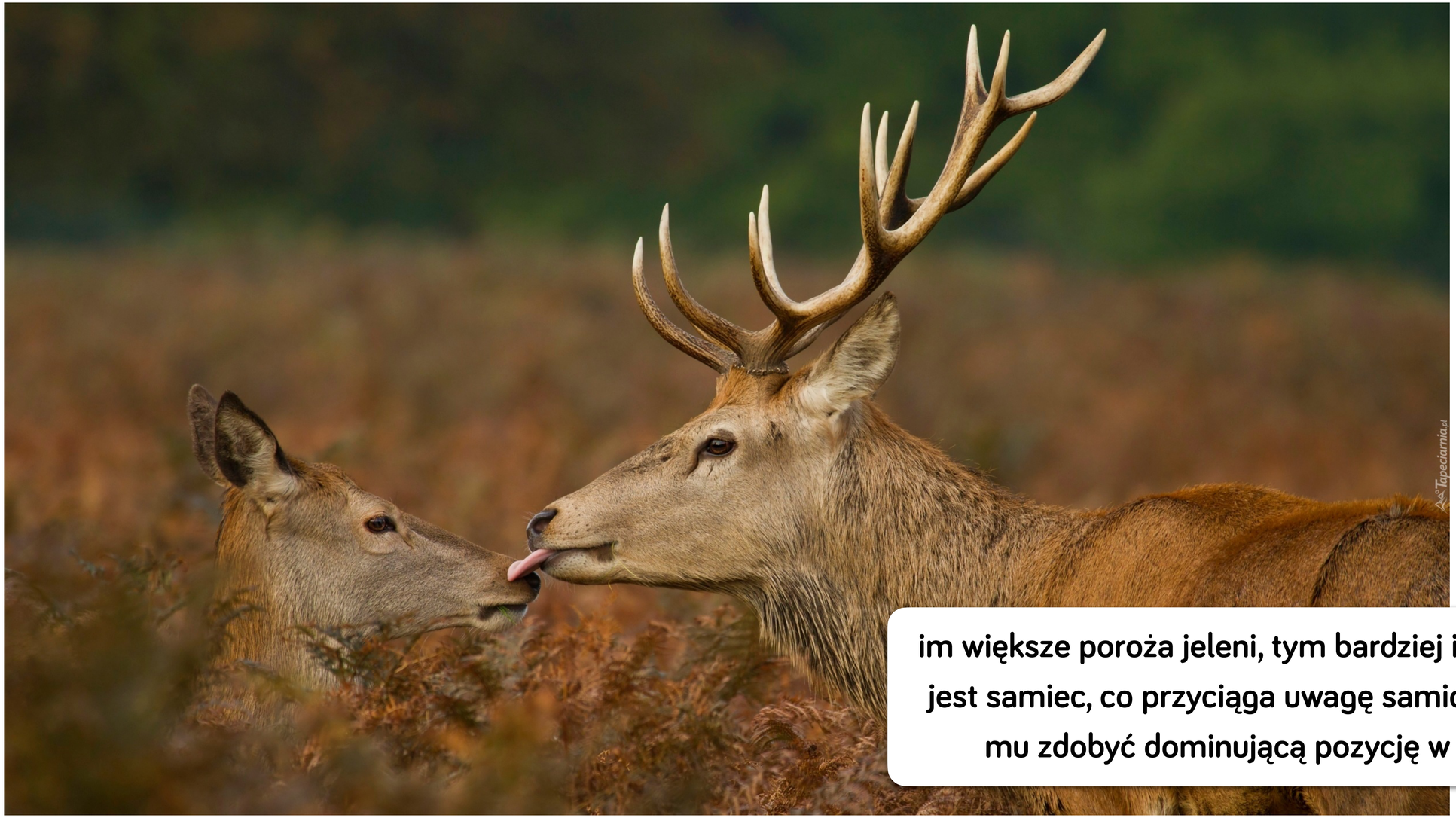
Samce często wykazują bardziej ekstrawaganckie ubarwienie, wyrostki, ozdoby czy wydają specyficzne dźwięki, które mają na celu zainteresowanie samicą i zachęcenie jej do wybrania właśnie takiego samca jako partnera.

DOBÓR PŁCIOWY



taniec godowy rajskiego ptaka; widoczne także różnice w upierzeniu między samcem a samicą

DOBÓR PŁCIOWY



im większe poroża jeleni, tym bardziej imponujący jest samiec, co przyciąga uwagę samic i pomaga mu zdobyć dominującą pozycję w grupie

DOBÓR PŁCIOWY



samce ptaków często śpiewają, aby przyciągnąć samice i zaprezentować swoje cechy jako dobrego partnera do rozrodu

DOBÓR KREWNIACZY



Dobór krewniaczy to rodzaj doboru naturalnego, który zachodzi w sytuacji, gdy zachowanie jednostki przyczynia się do **zwiększenia szans na przetrwanie lub reprodukcję jej bliskich krewnych**.

W tym przypadku organizmy są bardziej skłonne do pomagania swoim krewnym niż obcym osobnikom, ponieważ dzięki temu zwiększają szanse na przekazywanie swoich genów dalej w populacji.

DOBÓR KREWNIACZY



Dobór krewniaczy może prowadzić do powstania różnych zachowań u organizmów, które zwiększają ich szanse na przetrwanie i rozmnażanie, takich jak np. opieka rodzicielska, dzielenie się pożywieniem czy obrona terytorium.

Przykładowo, w przypadku śmierci lwicy jej krewna, np. siostra przejmuje opiekę nad młodymi zmarłej lwicy.

DOBÓR KREWNIACZY



lwiątka gdy stracą mamę są pod opieką cioci



robotnice opiekują się potomstwem królowej



DRYF GENETYCZNY

Dryf genetyczny to zjawisko polegające na przypadkowych zmianach częstości alleli w puli genowej małej i izolowanej populacji.

Do typowych form dryfu genetycznego zalicza się:

- **efekt założyciela**,
- **efekt wąskiego gardła** (**szyjki od butelki**).



Warunki, w których zachodzi dryf genetyczny, to:

- **mała wielkość populacji** - dryf genetyczny jest bardziej prawdopodobny w populacjach o **mniejszej liczbie osobników**, ponieważ w mniejszych populacjach prawdopodobieństwo wystąpienia zmian losowych jest większe.

- **brak silnego doboru naturalnego** - dryf genetyczny jest bardziej prawdopodobny w populacjach, w których nie występuje silny dobór naturalny, ponieważ dobór naturalny może powodować zmiany częstości alleli, które nie są związane z procesem losowym.



- **izolacja** - dryf genetyczny może zachodzić w populacjach, które są izolowane od innych populacji, ponieważ w takich populacjach zwiększa się szansa na wystąpienie losowych zmian częstości alleli.

- **brak migracji** - dryf genetyczny może zachodzić w populacjach, które są odseparowane od innych populacji i nie ulegają migracji, ponieważ migracja może zwiększać liczebność populacji.

EFEKT ZAŁOŻYCIELA



Efekt założyciela polega na utworzeniu nowej populacji przez niewielką grupę osobników (tzw. **założycieli**), którzy osiedlają się na nowym obszarze, oddzielając się od pierwotnej populacji.

W takiej sytuacji, nowa populacja może być **mniej zróżnicowana genetycznie** niż pierwotna populacja, co wynika z faktu, że niewielka grupa założycieli ma ograniczoną pulę genową.

EFEKT ZAŁOŻYCIELA



Efekt założyciela jest często obserwowany w populacjach organizmów, które osiedliły się na odległym obszarze w wyniku zjawisk geologicznych lub klimatycznych.

Przykładem może być kolonizacja Nowej Zelandii przez małe grupy ptaków w początkowych fazach osadnictwa. W wyniku tego procesu niektóre gatunki ptaków, takie jak **kiwi**, mają dziś ograniczoną pulę genową.

EFEKT ZAŁOŻYCIELA



populacja macierzysta

osobniki - założyciele

odtworzona populacja

EFEKT ZAŁOŻYCIELA





Szczury wędrowne na wyspie Heligoland – populacja szczurów wprowadzona na niemiecką wyspę Heligoland w 1949 roku składała się z niewielkiej liczby osobników. W wyniku tego, populacja na wyspie uległa znacznemu zubożeniu genetycznemu, co spowodowało wysokie częstości występowania chorób genetycznych, takich jak dystrofia mięśniowa.

EFEKT WĄSKIEGO GARDŁA



Efekt wąskiego gardła (szyjki od butelki) to zjawisko, w którym populacja organizmów zostaje znacznie zmniejszona, zazwyczaj w wyniku **nagłego i losowego zdarzenia**, takiego jak **epidemia**, **katastrofa naturalna czy drastyczna zmiana środowiska.**

W wyniku efektu wąskiego gardła populacja staje się **mniej zróżnicowana genetycznie**, a co za tym idzie, spadają jej zdolności adaptacyjne, ponieważ tylko **nieliczne osobniki przetrwają** i przekazują swoje geny następnemu pokoleniu.

EFEKT WĄSKIEGO GARDŁA

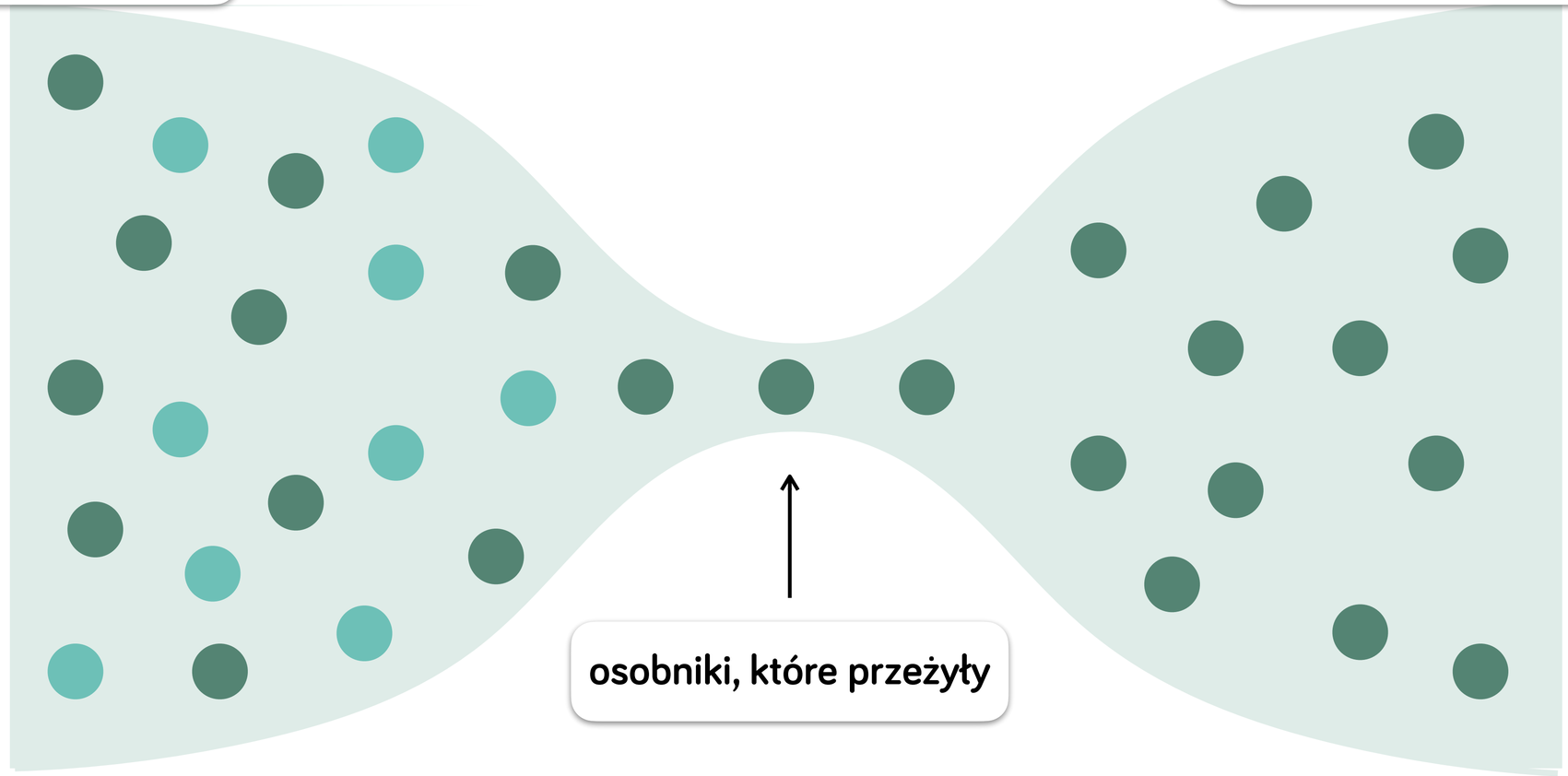


Efekt wąskiego gardła może mieć poważne konsekwencje dla przyszłych pokoleń, w szczególności jeśli zmniejszenie populacji jest zbyt drastyczne i trwałe.

W takim przypadku populacja może stać się **bardziej podatna na choroby i zmiany środowiska**, co z kolei może prowadzić do znacznego spadku jej liczebności, a nawet wyginięcia.

Efektowi temu ulega **cała populacja**, w odróżnieniu od efektu założyciela.

EFEKT WĄSKIEGO GARDŁA



EFEKT WĄSKIEGO GARDŁA





Wyspa Pingelap – populacja na małej wyspie Mikronezji, gdzie w wyniku tajfunu zginęło większość ludzi, a ocalali stanowili niewielką część pierwotnej populacji. W wyniku tego, populacja na wyspie uległa znacznemu zubożeniu genetycznemu, co spowodowało wysokie częstości występowania chorób genetycznych, takich jak achromatopsja (ślepota barwna).



GENETYKA POPULACJI



Pula genowa to zbiór wszystkich alleli, które występują w populacji danego gatunku.

W obrębie jednej populacji, allele występują w różnych częstościach, co oznacza, że pewne allele są bardziej **powszechne**, a inne są **rzadsze**.



Według prawa **Hardy'ego-Weinberga** częstość występowania wszystkich alleli w populacji jest **stała** w kolejnych pokoleniach potomnych (co oznacza, ze pula genowa populacji się nie zmienia), jeśli ta populacja znajduje się w stanie **równowagi genetycznej**.

Prawo to opisuje, jakie **proporcje alleli i genotypów** są obecne w takiej populacji.

POPULACJA W STANIE RÓWNOWAGI GENETYCZNEJ



- **duża populacja**: populacja musi być wystarczająco duża, aby zmiany losowe nie miały znaczącego wpływu na częstość alleli,
- **losowe krzyżowanie**: krzyżowanie między osobnikami w populacji musi być losowe i nie może być związane z żadnym rodzajem preferencji lub selekcji,
- **brak mutacji**: nie powinno być żadnych mutacji, które są źrodłem nowych alleli,
- **brak migracji**: nie powinny być wprowadzane nowe allele przez migracje,
- **brak doboru naturalnego**: wszystkie osobniki są jednakowo przystosowane do danego środowiska.

Populacje nigdy nie spełniają wszystkich warunków prawa Hardy’ego-Weinberga, dlatego w przyrodzie nie istnieje żadna populacja w równowadze genetycznej!

Dla genu mającego tylko dwa allele - **F** i **f**

- częstość występowania allelu **F** w populacji oznacza „**p**”,
- częstość występowania allelu **f** w populacji oznacza „**q**”.

Zachodzi tu równość:

$$p + q = 1$$

Częstość występowania poszczególnych genotypów (FF, Ff, ff) jest rozwinięciem dwumianu:

$$(p + q)^2 = p^2 + 2pq + q^2$$

- p^2 = częstość występowania genotypu **FF**
- **2pq** = częstość występowania genotypu **Ff**
- q^2 = częstość występowania genotypu **ff**

PRZYKŁAD 1.



Jeżeli częstość występowania allelu **A**, czyli „**p**” wynosi **0,9,** to częstość występowania allelu **a**, czyli „**q**", wynosi **1 - 0,9 = 0,1** (bo p + q = 1)**.**

Zatem częstotliwość występowania:

- homozygoty dominującej (**AA**) wynosi $\mathbf{p^2 = 0{,}9^2 = 0{,}81}$,
- homozygoty recesywnej (**aa**) wynosi $\mathbf{q^2 = 0{,}1^2 = 0{,}01}$,
- heterozygoty (**Aa**) wynosi **2pq = 2 x 0,9 x 0,1 = 0,18**,

Oznacza to, że w 100-osobowej populacji 81 osób ma genotyp **AA**, 1 osoba ma genotyp **aa**, a 18 osób ma genotyp **Aa**.

PRZYKŁAD 2.



Mukowiscydoza jest chorobą genetyczną dziedziczoną autosomalnie recesywnie i występuje wśród Europejczyków w przybliżeniu raz na 2500 urodzeń. Oblicz częstość występowania allelu recesywnego, allelu dominującego i częstość występowania heterozygot.

1 do 2500 - częstość występowania genotypu **aa** (osoby chore), czyli $\mathbf{q^2}$

1 : 2500 = 0,0004

0,0004 = $\mathbf{q^2}$ $\Longrightarrow$ $\mathbf{q} = \sqrt{\mathbf{0,0004}}$ $\Longrightarrow$ $\mathbf{q}$ = 0,02 (częstość występowania allelu **a**)

p = 1 - 0,02 = **0,98** (częstość występowania allelu **A**)

2pq = 2 x 0,98 x 0,02 = 0,0392 (częstość występowania genotypu **Aa**)



SPECJACJA

GATUNEK



Gatunek to podstawowa jednostka klasyfikacyjna organizmów żywych, która odnosi się do grupy organizmów, które mają wspólną pulę genową, są w stanie krzyżować się ze sobą i wydawać na świat płodne potomstwo.

Organizmy, które należą do tego samego gatunku, wykazują wiele podobieństw fizycznych w budowie organizmu oraz podobieństw w materiale genetycznym między sobą.

SPECJACJA



Specjacja to proces ewolucyjny, w wyniku którego powstają nowe gatunki.

Specjacja może zachodzić na różne sposoby. Jednym z najważniejszych mechanizmów specjacji jest **izolacja rozrodcza**, czyli brak możliwości krzyżowania się między populacjami.

TYPY IZOLACJI ROZRODCZEJ



Mechanizmy izolacji rozrodczej obejmują dwa zasadnicze typy izolacji:

- **prezygotyczną** - uniemożliwiająca zapłodnienie,
- **postzygotyczną** - polegającą np. na obumieraniu zarodków na wczesnych etapach rozwoju lub bezpłodności mieszańców.

TYPY IZOLACJI PREZYGOTYCZNEJ

BEHAWIORALNA

Polega na tym, że **osobniki jednego gatunku wykazują specyficzne zachowania, które nie przyciągają osobników innych gatunków**. Na przykład, samce ptaków jednego gatunku wykazują specyficzne tańce godowe i śpiewy, które nie są atrakcyjne dla samic innego gatunku.



TYPY IZOLACJI PREZYGOTYCZNEJ

MECHANICZNA

U **zwierząt** obejmuje **różnice w budowie narządów kopulacyjnych** u różnych gatunków, takie jak różnice w kształcie narządów rozrodczych lub w ich wielkości, co utrudnia lub uniemożliwia osiągnięcie kopulacji. U **roślin** różnice te dotyczą np. **odmiennej budowy kwiatów**.

Szałwia biała ma drobne kwiaty, przystosowane do zapylania przez małe pszczoły, natomiast **szałwia czarna** przystosowana jest do zapylania przez większe gatunki pszczół, gdyż występują u niej dłuższe pręciki i większe płatki kwiatów.



szałwia biała



szałwia czarna

TYPY IZOLACJI PREZYGOTYCZNEJ

SEZONOWA

Polega na występowaniu **różnic w czasie aktywności rozrodczej**. Populacje różnych gatunków rozmnażają się o różnych porach roku, co ogranicza możliwość spotkania się i skrzyżowania.

Na przykład, jednym z przykładów izolacji sezonowej może być występowanie populacji różnych gatunków płazów, z jednym gatunkiem rozmnażającym się wczesną wiosną, a drugim późną wiosną lub latem.



żaba śmieszka ma okres godowy od kwietnia do czerwca



żaba dalmatyńska ma okres godowy od marca do kwietnia

TYPY IZOLACJI PREZYGOTYCZNEJ

SIEDLISKOWA

Polega na zajmowaniu przez różne gatunki na okres godów różnych siedlisk na tym samym obszarze.

Na przykład, jednym z przykładów izolacji siedliskowej może być występowanie populacji dwóch gatunków nasionnic, przy czym każdy gatunek preferuje kopulację na innych rodzajach owoców.



nasionnica jabłówkowa żywi się i kopuluje na jabłkach



nasionnica borówkowa żywi się i kopuluje na borówkach

TYPY IZOLACJI POSTZYGOTYCZNEJ

Potomstwo dwóch różnych gatunków osiąga wiek rozrodczy, lecz ma **znacznie obniżoną płodność.**



muł - mieszaniec klaczy konia i ogiera osła



żubroń - mieszaniec byka żubra i krowy

SPECJACJA ALLOPATRYCZNA



Specjacja allopatryczna to rodzaj specjacji, w którym izolacja rozrodcza między populacjami powstaje na skutek **bariery geograficznej populacji**.

Może to wynikać z takich czynników jak powstanie gór, rzek lub oceanów, które uniemożliwiają przemieszczanie się organizmów między populacjami.

W wyniku izolacji geograficznej populacje zaczynają się różnicować genetycznie i morfologicznie, aż osiągną stan, w którym nie są już w stanie krzyżować się i wydawać na świat płodne potomstwo.

SPECJACJA ALLOPATRYCZNA



Przykładem specjacji allopatrycznej są dwa **podgatunki** wiewiórek: wiewiórka Kaibab i wiewiórka Abert's.

Wyewoluowały one z jednej populacji wiewiórek zamieszkującej lasy w pobliżu Wielkiego Kanionu w stanie Kolorado w USA. Wraz z upływem lat, **kanion stanowiący barierę geograficzną** pogłębiał się, co utrudniało przedostawanie się wiewiórek z jednej strony kanionu na drugą i spowodowało różnicowanie się populacji obecnych po obu stronach kanionu w **różne podgatunki**.

SPECJACJA ALLOPATRYCZNA



wiewiórka Kaibab



wiewiórka Abert's

SPECJACJA SYMPATRYCZNA



Specjacja sympatryczna to proces, w którym nowe gatunki powstają **bez rozdzielenia geograficznego** populacji. W tym przypadku izolacja rozrodcza między populacjami powstaje w obrębie jednego obszaru geograficznego.

Może to wynikać z różnic w zachowaniach godowych, preferencjach pokarmowych czy fizjologii rozrodczej.

RADIACJA ADAPTACYJNA



Radiacja adaptacyjna to proces, w którym grupa organizmów przystosowuje się do różnorodnych warunków środowiskowych, co prowadzi do powstania wielu nowych gatunków z gatunku wyjściowego.

Proces ten może mieć miejsce na skutek zmian klimatycznych, wędrówek geograficznych, zmian w dostępności pokarmu, itp.

Radiacja adaptacyjna zazwyczaj zaczyna się od pojedynczej populacji, która zostaje podzielona na grupy, które zaczynają żyć w różnych środowiskach i wykształcają cechy umożliwiające im przystosowanie. W odpowiednim czasie, grupy te ewoluują w różne linie rozwojowe, aż w końcu powstają nowe, odrębne gatunki.

RADIACJA ADAPTACYJNA



Radiacja adaptacyjna u zięb Darwina jest jednym z najlepiej znanych przykładów tego procesu ewolucyjnego. Zięby Darwina to grupa ptaków, która wykształciła się na Wyspach Galapagos i innych pobliskich wyspach na Pacyfiku. Wykazują one znaczne zróżnicowanie morfologiczne i behawioralne, co świadczy o procesie radiacji adaptacyjnej.

Przykłady radiacji adaptacyjnej u zięb Darwina obejmują **zmiany w kształcie dzioba**, który dostosował się do **różnych rodzajów pożywienia**.

RADIACJA ADAPTACYJNA



Zięby żywiące się kaktusami posiadają zazwyczaj **długie** i **ostre** dzioby, które umożliwiają im wyciąganie miąższu z kaktusa.



Zięby, które żywią się owadami mają **wąskie** i **ostro zakończone** dzioby, które pozwalają im na chwytanie owadów.



Zięby, które żywią się nasionami, mają **krótkie**, **mocne dzioby**, które umożliwiają im rozłupywanie twardych łupin nasion.



CZŁOWIEK A INNE NACZELNE – PODOBIEŃSTWA

PODOBIEŃSTWA



- **budowa kończyn** - podobnie jak u człowieka, kończyny innych naczelnych mają zwykle pięć, zakończonych paznokciami palców, które mogą być zginane w stawach oraz posiadają przeciwstawny kciuk,

- **uzębienie** - naczelne mają charakterystyczny typ uzębienia złożony z siekaczy, kłów, przedtrzonowców i trzonowców.

PODOBIEŃSTWA



- dobrze rozwinięty **zmysł wzroku**
- **socjalność** - naczelne są zwykle bardzo towarzyskie i żyją w grupach, opiekują się potomstwem.
- **długi okres dzieciństwa** - podobnie jak ludzie, naczelnym zajmuje wiele lat, aby osiągnąć dojrzałość i samodzielność

PODOBIEŃSTWA

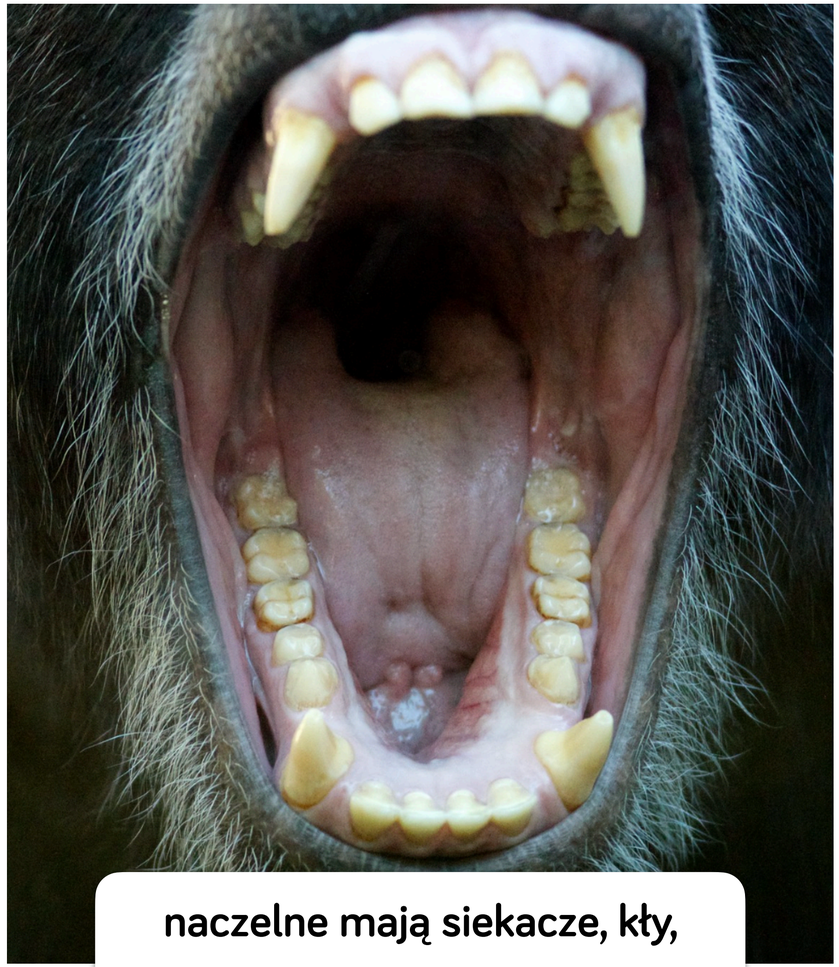


pięć palców, przeciwstawny kciuk, paznokcie



długi okres dzieciństwa, opieka nad potomstwem

PODOBIEŃSTWA



naczelne mają siekacze, kły, przedtrzonowce i trzonowce



życie w grupie, zachowania socjalne



CECHY ODRÓŻNIAJĄCE CZŁOWIEKA OD MAŁP CZŁEKOKSZTAŁTNYCH

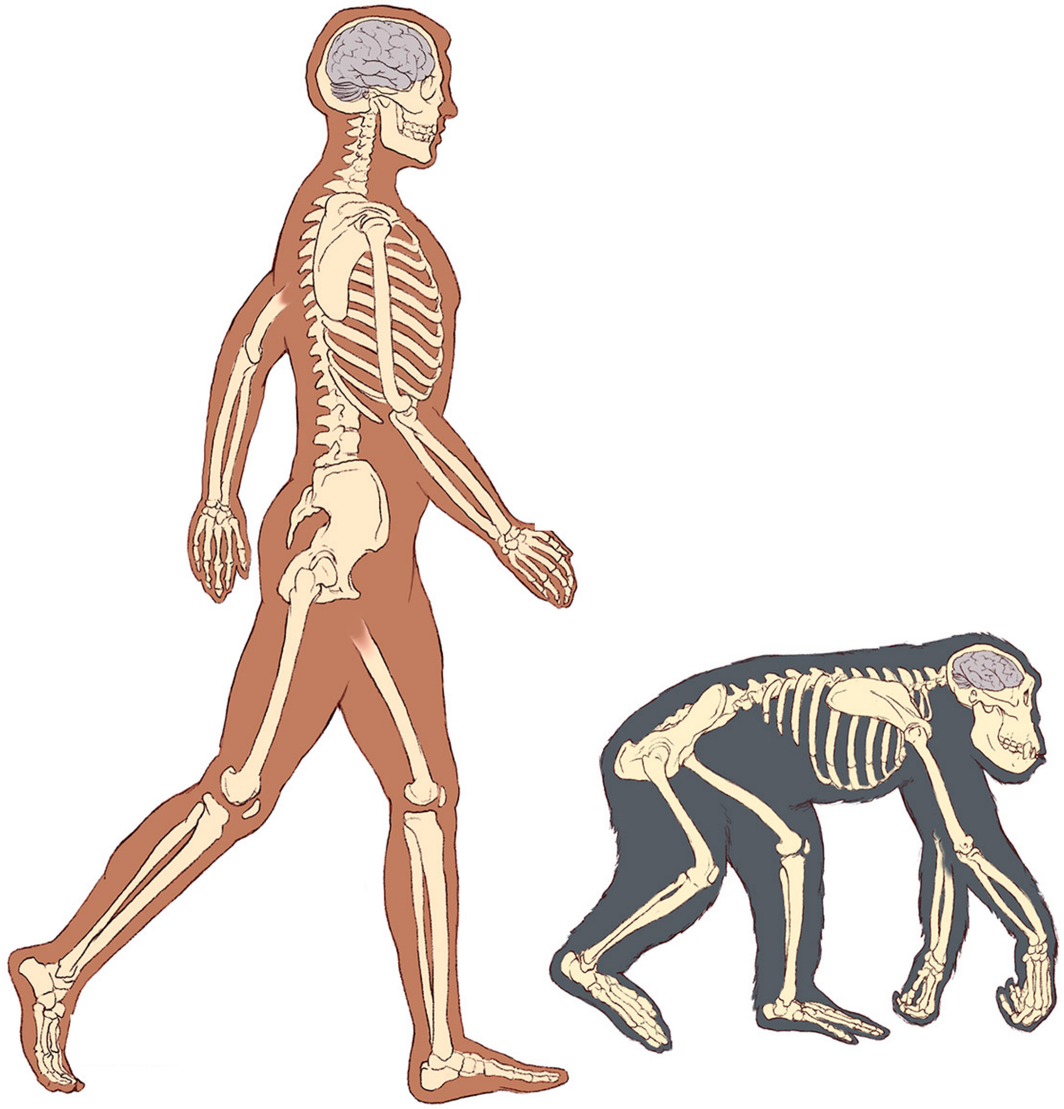
CECHY SPECYFICZNIE LUDZKIE



- dwunożność,
- zdolność abstrakcyjnego myślenia
- zdolność posługiwania się mową
- zredukowane owłosienie,
- czerwień wargowa
- występowanie brwi
- silnie rozwinięte mięśnie mimiczne

CECHY SPECYFICZNIE LUDZKIE

- pionowa postawa ciała,
- wysoki stopień rozwoju i zróżnicowania mózgowia,
- przesunięty pod czaszkę otwór potyliczny,
- esowaty kształt kręgosłupa,
- miednica krótsza i bardziej krągła



CECHY SPECYFICZNIE LUDZKIE

- skrócona długość kończyn górnych,
- wydłużona długość kończyn dolnych,
- grzbieto-brzusznie spłaszczona klatka piersiowa,
- podłużne i poprzeczne wysklepienie stopy,
- paluch stopy równoległy do pozostałych palców (brak przeciwstawności palucha).

