

Temat lekcji: Powstawanie gatunków – specjacja.

1. Mechanizmy izolacji rozrodczej między gatunkami.

a) Definicja pojęcia gatunku

Gatunek – zespół organizmów o podobnych cechach, mających wspólnego przodka, krzyżujących się w warunkach naturalnych i wydających płodne potomstwo.

W naturze wykształciły się różne mechanizmy uniemożliwiające lub utrudniające krzyżowanie się zwierząt należących do różnych gatunków- nawet jeśli żyją na tym samym obszarze, zwykle nie krzyżują się ze sobą. Wyróżnia się dwa typy takich mechanizmów izolacji rozrodczej:

b) Izolacja prezygotyczna – przedzapłodnieniowa

- izolacja siedliskowa

Wynika z zajmowania przez dwa gatunki występujące na tym samym terenie odmiennych siedlisk na okres godów i rozrodu np. żaba trawna i żaba moczarowa mogą występować w tym samym zbiorniku, jednak żaba trawna odbywa gody przy brzegu zbiornika, a moczarowa – w jego środkowej części.

- izolacja sezonowa

Polega na tym, że okres godów i rozrodu dwóch gatunków żyjących na tym samym obszarze przypada na różne pory dnia lub pory roku.

- izolacja behawioralna (etologiczna)

Jest związana z różnicami w zachowaniu się samic i samców poszczególnych gatunków w okresie godów i rozrodu. Polega na wysyłaniu i odbieraniu przez partnerów seksualnych bodźców, które umożliwiają rozpoznanie osobników własnego gatunku np. lirogon wspaniały w okresie godowym buduje wzniesienie, na którym prezentuje długi ogon w kształcie liry i popisuje się śpiewem – dzięki temu przyciąga uwagę samic tego gatunku.

- izolacja mechaniczna

Jest związana z odmienną budową narządów kopulacyjnych samców i narządów rozrodczych samic uniemożliwiających kopulację z obcymi gatunkami.

- izolacja gametyczna

Gamety dwóch różnych gatunków nie mogą połączyć się ze sobą, ponieważ istnieje między nimi chemiczna niezgodność;

c) Izolacja postzygotyczna – pozapłodnieniowa; działają np. wtedy, gdy z jakiegoś powodu zawiodą bariery uniemożliwiające zapłodnienie między osobnikami różnych gatunków i dojdzie do powstania zygoty (mieszaniec dwóch różnych gatunków)

- obniżona żywotność mieszańców

Polega na tym, że większość mieszańców ginie już na etapie rozwoju zarodkowego, np. mieszańce różnych podgatunków salamander giną na etapie zarodka, a te którym uda się dokończyć rozwój mają najczęściej różne defekty.

- bezpłodność mieszańców

Potomstwo dwóch różnych gatunków osiąga wiek rozrodczy, jest jednak bezpłodne lub zachowuje tylko częściową płodność, np. muł – mieszaniec klaczy konia i ogiera osła jest bezpłodny.

- upośledzenie potomstwa mieszańców

Pierwsze pokolenie mieszańców zachowuje żywotność i zdolność do rozmnażania się, a u drugiego pokolenia występują wady powodujące bezpłodność lub śmierć osobnika, np. larwy z drugiego pokolenia *Drosophila pseudoobscura* pochodzące z krzyżówki między populacjami zamieszkującymi różne rejony USA charakteryzują się niższą przeżywalnością.

Jeżeli izolacja rozrodcza wykształci się pomiędzy populacjami należącymi do jednego gatunku, prowadzi to do powstania nowych gatunków. Dzieje się tak, ponieważ w wyniku

izolacji rozrodczej nie ma przepływu genów pomiędzy nowym gatunkiem, a gatunkiem macierzystym. W ten sposób pula genowa nowego gatunku staje się odmienna od puli genowej gatunku macierzystego.

Najczęściej wytworzenie mechanizmów izolacji rozrodczej jest poprzedzone pojawieniem się izolacji geograficznej, czyli bariery geograficznej, np. w postaci gór.

2. Rodzaje specjacji

- a) **Specjacja allopatryczna** – zachodzi wskutek wytworzenia się mechanizmów izolacji rozrodczej w warunkach izolacji geograficznej (pasmo gór, zbiornik wodny, lodowiec).

Jest to proces stopniowych i powolnych przekształceń, w których wyróżnia się następujące etapy:

- **izolacja geograficzna, czyli przerwanie przepływu genów** między populacją izolowaną a populacją macierzystą w wyniku powstania bariery geograficznej (np. w efekcie zlodowaceń, wypiętrzenia się pasma gór);

- **zmiany puli genowej populacji odizolowanej** od reszty gatunku – zmiany te wynikają przede wszystkim z działania doboru naturalnego, który eliminuje osobniki nieprzystosowane do nowych warunków środowiska lokalnego;

- **wykształcenie mechanizmów izolacji rozrodczej** między osobnikami populacji gatunku macierzystego a osobnikami populacji izolowanej – dwie populacje stają się odrębnymi gatunkami.

Przykład: Dwa gatunki słowików występujące w Polsce – słowik szary i słowik rdzawy są bardzo do siebie podobne – różnią się od siebie w pewnym stopniu wymogami siedliskowymi oraz śpiewem. Oba gatunki powstały po ostatnim zlodowaczeniu, kiedy zasięg występowania ich wspólnego przodka został ograniczony z obszaru większości Europy do Półwyspu Iberyjskiego i Półwyspu Bałkańskiego. Na pierwszym z tych półwyspów w wyniku ewolucji powstał słowik rdzawy, a na drugim – słowik szary. Po cofnięciu się lodowca oba te gatunki rozprzestrzeniły się na nowe tereny.

- b) **Specjacja sympatryczna** – zachodzi wskutek wytworzenia się mechanizmów izolacji rozrodczej w obrębie populacji, bez rozdzielenia barierą geograficzną.

Ten rodzaj specjacji występuje wtedy, gdy w obrębie populacji dojdzie do zróżnicowania między grupami osobników. Przyczyną może być m.in. dobór rozrywający lub mutacja chromosomowa – poliploidyzacja. Jeśli zmianom tym będzie towarzyszyć wykształcenie się mechanizmów izolacji rozrodczej, jest możliwe, że populacje te dadzą początek nowym gatunkom.

W wypadku specjacji sympatrycznej nie można wskazać jednego uniwersalnego sposobu powstawania gatunków.

Powstawanie gatunków w wyniku poliploidyzacji:

Większość mieszańców jest bezpłodna, ponieważ ich chromosomy nie są homologiczne i nie mogą tworzyć par w trakcie mejozy. Jeśli jednak w wyniku błędu podczas podziału komórki dojdzie do podwojenia liczby chromosomów, to utworzą się pary chromosomów homologicznych i mejoza będzie mogła przebiegać prawidłowo. W ten sposób powstają płodne mieszańce nowego gatunku.

Pszenica zwyczajna jest przykładem rośliny uprawnej, która powstała w wyniku poliploidyzacji. Pierwszy poliploid, od której pochodzi dzisiejsza pszenica, był naturalnym mieszańcem wczesnej formy uprawnej pszenicy oraz dzikiej trawy.

Temat lekcji: Prawidłowości ewolucji. Koewolucja.

1. Mikroewolucja i makroewolucja.

Ewolucję można rozpatrywać na różnych poziomach: alleli, osobników, populacji (mikroewolucja) oraz wyższych jednostek taksonomicznych, np. gromad, typów i królestw (makroewolucja)

a) Mikroewolucja

Mikroewolucja – są to zmiany częstości występowania alleli w pulach genowych populacji. W odpowiednich warunkach duże nagromadzenia zmian prowadzi do powstawania nowych gatunków.

Przykładem mikroewolucji:

- zmiany zachodzące w populacjach w wyniku działania doboru naturalnego np. melanizm przemysłowy
- zmiany zachodzące w wyniku dryfu genetycznego np. efekt wąskiego gardła w populacji gepardów

Zmiany mikroewolucyjne często mogą być obserwowane w populacji w ciągu kilkunastu pokoleń.

b) Makroewolucja

Makroewolucja – są to procesy ewolucyjne zachodzące na poziomie wyższym niż gatunek, w dużej skali czasowej prowadzącej do utworzenia wyższych jednostek systematycznych – rodzajów, rodzin, rzędów, gromad i królestw.

Procesy te obejmują:

- powstawanie nowych planów budowy
- zmiany w narządach umożliwiające pełnienie nowych funkcji związanych z przystosowaniem do nowych środowisk, np. wykształcenie umiejętności latania.

Najczęściej uważa się, że makroewolucja zachodzi w wyniku nagromadzenia się zmian mikroewolucyjnych.

Zmiany makroewolucyjne zachodzą bardzo wolno – znamy je jedynie z zapisu kopalnego, dotyczą tysięcy, a nawet milionów lat.

2. Prawidłowości ewolucji

a) Nierównomierność tempa ewolucji

Szybkość zachodzenia zmian ewolucyjnych jest nierównomierne.

Czynniki wpływające na tempo ewolucji:

- struktura genetyczna populacji – związana jest z tempem mutacji
- Częste występowanie mutacji przyspiesza tempo przemian ewolucyjnych.
- warunki środowiska

Gwałtowne zmiany warunków środowiska – zwiększają tempo ewolucji

Stabilne warunki środowiska – obniżają tempo ewolucji; wpływają na wykształcenie coraz doskonalszych przystosowań i osiągnięcia stanu równowagi między populacją, a środowiskiem.

- wielkość populacji

W wypadku zmniejszenia liczebności populacji większe znaczenia odgrywa dryf genetyczny. W stosunkowo krótkim czasie powoduje on zmiany puli genetycznej i tym samym zwiększa tempo przemian ewolucyjnych.

b) Kierunkowość ewolucji

To w jakim kierunku będzie zmierzać ewolucja wynika m.in. z działania doboru naturalnego. Dobór naturalny eliminuje cechy niekorzystne, a utrwała korzystne.

Przy zmianie warunków środowiska, kierunek działania doboru może się zmienić

Przykładem kierunkowości ewolucji jest wydłużanie się szyi u żyrafy – prawdopodobnie na przodków żyrafy działał stały dobór kierunkowy – dłuższa szyja umożliwiała osiągnięcie wyższych liści; z czasem w puli genowej zaczęły przeważać allele odpowiedzialne za długą szyję.

Okapi, krewny żyrafy, ma krótką szyję, bo żyje w wilgotnym lesie równikowym, gdzie pożywienie jest dostępne na małej wysokości.

c) Nieodwracalność ewolucji

Ewolucja jest procesem nieodwracalnym – nawet jeśli populacja powtórnie znajdzie się w środowisku, w którym żyli jej przodkowie, nigdy nie wróci do stanu typowego dla swoich przodków.

Dzieje się tak ponieważ ewolucja jest wynikiem licznych zmian zachodzących w określonej kolejności, związanych m.in. z przekształceniem środowiska oraz procesami losowymi. Prawdopodobieństwo wystąpienia zmian w dokładnie odwrotnej kolejności jest znikome i przypuszczalnie nigdy nie miało miejsca w historii rozwoju organizmów.

O odwracalności ewolucji nie świadczą uproszczenie budowy czy redukcja niektórych struktur (np. brak układu pokarmowego u tasiemca) – są one wynikiem specjalizacji, wynikającej z przystosowania się do środowiska, a nie cofnięciem się do etapu przodka.

3. Koewolucja – rozwijanie interakcji międzygatunkowej.

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

Np. drapieżnictwo – presja wywierana przez drapieżnika na populację ofiary prowadzi do działania doboru naturalnego – eliminowane są najsłabsze osobniki w populacji ofiary i w następnych pokoleniach wzrasta liczba osobników, które trudniej jest drapieżnikowi upolować (np. szybszych, większych, lepiej się maskujących)

Z powodu zmian w populacji ofiary muszą nastąpić zmiany w populacji drapieżnika – tylko najsilniejsze, najszybsze, będą miały szansę zdobyć pokarm i pozostawić potomstwo.

4. Wielokierunkowość ewolucji – radiacja adaptacyjna.

Niekiedy ewolucja przebiega jednocześnie w wielu kierunkach.

Radiacja adaptacyjna – rozdzielenie się grupy organizmów pochodzącej od wspólnego przodka na liczne linie rozwojowe wskutek konieczności przystosowania się do odmiennych warunków środowiska.

Najlepiej znanym przykładem radiacji adaptacyjnej na małym obszarze jest zróżnicowanie tzw. zięb Darwina żyjących na wyspach Galapagos.

Na dużym obszarze – zróżnicowanie się ssaków - przypuszcza się, że mógł on zajść na skutek wymarcia dinozaurów, w którego konsekwencji zwolniło się wiele niszy ekologicznych.

Proces powstawania pod wpływem doboru naturalnego nowych gatunków jako wyniku stopniowego różnicowania genetycznego populacji, następnie wytwarzania ras i odmian, można nazwać **mikroewolucją** prowadzącą do powstawania blisko spokrewnionych gatunków. Procesem mikroewolucji towarzyszy wytwarzanie barier płciowych.

Nadal bardzo mało wiemy o procesach prowadzących do powstawania wyższych jednostek taksonomicznych, jak rodzaje, rodziny czy rzędy. Można by je nazwać procesami makroewolucji.

Makroewolucja – duża, „skokowa” zmiana ewolucyjna prowadząca do powstania wyższych jednostek taksonomicznych, jak rodzaje, rzędy czy rodziny.