NOTATKA MATURALNA · ROZDZIAŁ 13

Ewolucja

XVI. Ewolucja: źródła wiedzy o ewolucji, zmienność, dobór naturalny i jego rodzaje, dryf genetyczny, prawo Hardy'ego–Weinberga, gatunek i specjacja, radiacja adaptacyjna, konwergencja i dywergencja, drzewa filogenetyczne, pochodzenie człowieka – podstawa programowa, zakres rozszerzony

Notatka dla ucznia przygotowana do matury z biologii na poziomie rozszerzonym (podstawa programowa 2024, Dz.U. 2024 poz. 1019). Oryginalne opracowanie – nie jest materiałem Centralnej Komisji Egzaminacyjnej. Do użytku własnego ucznia.

Źródła wiedzy o ewolucji

Ewolucja to zmiana częstości alleli w puli genowej **populacji** z pokolenia na pokolenie. Zmienia się populacja, nie pojedynczy osobnik.

Dziedzina	Co dostarcza	Przykład
paleontologia	skamieniałości w kolejności warstw; formy przejściowe	kopalne ryby mięśniopłetwe z kośćmi płetw podobnymi do kończyn
anatomia porównawcza	narządy homologiczne, analogiczne i szczątkowe	kończyna ssaków; skrzydło ptaka i owada; mięśnie małżowiny usznej człowieka
embriologia	podobne wczesne stadia, zawiązki później zanikających struktur	łuki skrzelowe i ogon u zarodków kręgowców
biogeografia	rozmieszczenie zgodne z historią lądów i barier; endemity	torbacze Australii, endemity wysp
biologia molekularna	uniwersalny kod; im bliższe pokrewieństwo, tym mniej różnic w sekwencjach; wspólne pseudogeny w tych samych miejscach	porównanie genów rRNA, cytochromu *c*

Homologia, analogia, dywergencja, konwergencja

- **Dywergencja** – rozchodzenie się cech potomków wspólnego przodka w różnych środowiskach; efekt: narządy **homologiczne** (ten sam plan budowy, często inna funkcja).
- **Konwergencja** (ewolucja zbieżna) – niezależne powstanie podobnych cech w niespokrewnionych liniach pod podobną presją doboru; efekt: narządy **analogiczne** (podobna funkcja, inne pochodzenie).
- O konwergencji nie przesądza samo podobieństwo ani życie w podobnych warunkach. Potrzebny jest argument za **niezależnym pochodzeniem**: organizmy należą do wielu odległych grup systematycznych (drzewo, systematyka) albo żyją w odizolowanych obszarach (bariery wykluczają przepływ genów).

Zmienność i czynniki zmian częstości alleli

- **Zmienność mutacyjna** – jedyne pierwotne źródło nowych alleli. **Rekombinacyjna** – crossing-over, losowa segregacja chromosomów, losowe łączenie gamet; tworzy nowe kombinacje istniejących alleli.
- **Zmienność niedziedziczna** (środowiskowa) dotyczy fenotypu osobnika i nie zmienia puli genowej.

Czynnik	Jak zmienia pulę genową
mutacje	wprowadzają nowe allele; częstości zmieniają bardzo powoli
dobór naturalny	rośnie częstość alleli korzystnych w danym środowisku
dryf genetyczny	losowe zmiany częstości, silne w małych populacjach
przepływ genów	migracje osobników lub gamet; upodabnia populacje
kojarzenie krewniacze	więcej homozygot; częstości alleli bez zmian

Dobór naturalny

1. Osobniki różnią się cechami, a część zmienności jest dziedziczna.
2. Rodzi się więcej osobników, niż może przeżyć i się rozmnożyć.
3. Lepiej dostosowane do warunków mają większe szanse przeżycia i wydania potomstwa.
4. Ich allele są częściej przekazywane, więc ich częstość rośnie.

Przykład nowej cechy adaptacyjnej: bakterie z allelem oporności przeżywają w obecności antybiotyku i przekazują go potomstwu, więc częstość oporności rośnie.

Dobór nie tworzy zmienności, tylko „wybiera" spośród istniejących wariantów. **Adaptacja** ewolucyjna to cecha utrwalona doborem w wielu pokoleniach, a nie zmiana osobnika w ciągu życia (aklimatyzacja).

Dobór	Kto jest faworyzowany	Skutek
stabilizujący	wartości bliskie średniej	średnia bez zmian, mniejsza zmienność
kierunkowy	jedna skrajna wartość cechy	przesunięcie średniej w jedną stronę
różnicujący	obie skrajne wartości; formy pośrednie mają niższą przeżywalność	rozkład dwuwierzchołkowy; może poprzedzać specjację

Dryf genetyczny

- **Dryf** – losowe zmiany częstości alleli, niezależne od ich wpływu na dostosowanie; tym silniejszy, im mniejsza populacja.
- **Efekt wąskiego gardła** – gwałtowny spadek liczebności. **Efekt założyciela** – nową populację zakłada kilka osobników.
- W obu przypadkach nowa pula zawiera tylko część alleli populacji wyjściowej, a ich częstości mogą się bardzo różnić.
- Skutki: utrata zmienności, więcej homozygot (także przez kojarzenie krewniacze), częstsze ujawnianie się alleli recesywnych.
- Napływ osobników z innych populacji zwiększa różnorodność genetyczną, ogranicza chów wsobny i daje doborowi większą pulę alleli.

Prawo Hardy'ego–Weinberga

W populacji idealnej częstości alleli i genotypów nie zmieniają się między pokoleniami. **Założenia:** populacja bardzo liczna, kojarzenie losowe, brak mutacji, brak migracji, brak doboru.

Dla dwóch alleli: $\boldsymbol{p + q = 1}$ oraz $\boldsymbol{p^2 + 2pq + q^2 = 1}$ (p^2 – homozygoty dominujące, $2pq$ – heterozygoty, q^2 – homozygoty recesywne).

1. Zacznij od genotypu, który widać w fenotypie: homozygota recesywna, q^2.
2. $q = \sqrt{(q^2)}$.
3. $p = 1 - q$.
4. Dopiero teraz $2pq$ lub p^2.

Gdy znasz liczby genotypów: p = (2 · liczba AA + liczba Aa) / (2 · liczba osobników). Prawo jest punktem odniesienia: odchylenie od oczekiwanych częstości wskazuje na działanie czynnika ewolucji.

Gatunek, specjacja, radiacja

- **Gatunek biologiczny** – populacje krzyżujące się w naturze i dające płodne potomstwo, izolowane rozrodczo od innych; ma **wspólną, izolowaną pulę genową**.
- **Allopatryczna:** bariera geograficzna → brak przepływu genów → niezależne mutacje, dryf i dobór → różnicowanie pul → po zniknięciu bariery brak krzyżowania lub bezpłodne mieszańce.
- **Sympatryczna** (bez bariery geograficznej): najczęściej poliploidyzacja, zwłaszcza allopoliploidyzacja u roślin – mieszaniec od razu jest płodny i izolowany od rodziców; także dobór różnicujący z kojarzeniem osobników podobnych.
- **Radiacja adaptacyjna** – szybkie powstanie wielu gatunków od jednego przodka, zajmujących różne nisze. Sprzyja jej zasiedlenie nowego obszaru lub wymarcie konkurentów: wolne nisze, mała konkurencja, zróżnicowane siedliska.

Drzewa filogenetyczne

- Węzeł to wspólny przodek, a gałęzie z jednego węzła to **grupy siostrzane**.
- Pokrewieństwo zależy od tego, jak niedawno taksony miały wspólnego przodka. Nie liczy się kolejność nazw na rysunku ani liczba gałęzi między nimi. Gałęzie można obracać wokół węzła.
- Cecha zaznaczona na odcinku drzewa pojawiła się u przodka i mają ją jego potomkowie (o ile jej nie utracili).
- Grupa **monofiletyczna** – przodek i wszyscy potomkowie; **parafiletyczna** – przodek i część potomków; **polifiletyczna** – taksony od różnych przodków, a ich najbliższy wspólny przodek do grupy nie należy.

Podgląd • Pierwsza Ławka

Pochodzenie człowieka

Człowiek należy do naczelnych, w obrębie człekokształtnych; najbliżej spokrewniony jest z szympansem (wspólny przodek ok. 6–7 mln lat temu), dalej z gorylem, orangutanem i gibonami.

Forma (kolejność)	Cechy
Ardipithecus ramidus	mózg ok. 300–350 cm³; chwytny paluch; chód dwunożny i wspinanie
Australopithecus afarensis	mózg ok. 400–500 cm³; dwunożny; długie kończyny górne
Homo habilis	mózg ok. 550–700 cm³; narzędzia kamienne
Homo erectus	mózg ok. 800–1100 cm³; pięściaki, ogień; pierwszy poza Afryką
Homo neanderthalensis	mózg ok. 1500 cm³; krępa budowa, wały nadoczodołowe; pochówki
Homo sapiens	mózg ok. 1350 cm³; wysokie czoło, bródka, słabe wały nadoczodołowe

Wspólne z małpami człekokształtnymi: chwytna dłoń z przeciwstawnym kciukiem, paznokcie, widzenie stereoskopowe i barwne, brak ogona, podobny kariotyp i DNA. **Tylko człowiek:** stała dwunożność (otwór potyliczny przesunięty do przodu, kręgosłup w kształcie litery S, szeroka i niska miednica, stopa wysklepiona z paluchem równoległym do reszty palców), duża mózgoczaszka wobec twarzoczaszki, małe kły, paraboliczny łuk zębowy.

Bariery rozrodcze i mieszańce

- **Przed zapłodnieniem:** rozród w różnych siedliskach lub porach, odmienne zachowania godowe.
- **Po zapłodnieniu:** mała żywotność lub bezpłodność mieszańców.
- Izolacja rozrodcza ogranicza przepływ genów, więc pule genowe gatunków mogą się dalej różnicować.
- Gdy bariera zanika, a gatunki znów się krzyżują, różnice między ich pulami genowymi mogą się zacierać. Dlatego w zadaniach o utracie gatunków ważne jest odwołanie do **krzyżowania i pul genowych**, a nie do „mieszania się ryb".

Jak czytać zadania z ewolucji

1. Najpierw ustal, co jest zmienną niezależną (np. wielkość populacji, rodzaj środowiska), a co zależną (częstość allelu, wartość cechy).
2. Przy wykresach i tabelach doboru odwołuj się do **przeżywalności lub liczby potomstwa** z danych, nie tylko do kształtu rozkładu.
3. Wniosek ogranicz do tego, co pokazują dane. Model dryfu, w którym allele są równocenne, nie wskazuje allelu „częściej utrwalanego".
4. W zadaniach z H–W sprawdź, co jest podane: częstość fenotypu (zacznij od q^2) czy liczby genotypów (licz p wprost) i o jaką grupę pytano: cała populacja czy tylko jeden fenotyp.

Słowa kluczowe z zasad oceniania

Polecenie / temat	Co musi paść w odpowiedzi, żeby dostać punkt
Rozstrzygnij (konwergencja czy dywergencja) i uzasadnij	rozstrzygnięcie plus argument z danych za niezależnym pochodzeniem: wiele różnych rodzin lub grup systematycznych albo izolowane obszary; sama definicja nie wystarcza
Wyjaśnij działanie doboru	zmienność dziedziczna → różna przeżywalność lub liczba potomstwa w warunkach z zadania → częstsze przekazywanie alleli → zmiana częstości w pokoleniach
Dziedziczenie	odwołanie do dziedziczenia cechy; „przyzwyczaiły się", „nauczyły się", „bo były potrzebne" nie daje punktu
Dryf, wąskie gardło, założyciel	mała liczba osobników → losowa utrata alleli lub zmiana częstości → mniejsza różnorodność genetyczna, więcej homozygot
Oblicz (H–W)	tok obliczeń od q^2 (lub z liczb genotypów), wynik bez przedwczesnego zaokrąglania; wynik odnosi się do tego, o co pytano (np. cała populacja, a nie jej część)
Wskaż niespełnione założenie H–W	konkretne założenie odniesione do opisu populacji, np. mała liczebność, migracje, działanie doboru
Gatunek / specjacja	izolacja rozrodcza i przepływ genów między pulami; przy sympatrycznej brak bariery geograficznej
Określ pokrewieństwo na drzewie	wskazanie najbliższego wspólnego przodka lub grupy siostrzanej, a nie podobieństwo wyglądu czy odległość nazw
Ewolucja zbieżna (warunki)	podobna presja doboru w podobnych warunkach przy braku wspólnego przodka z tą cechą
Radiacja adaptacyjna (warunki)	wolne nisze, mała konkurencja, zróżnicowane siedliska, izolacja

Podgląd • Pierwsza Ławka

CO JESZCZE JEST W ŚRODKU

Notatki do matury z biologii (poziom rozszerzony) – rozdział 13: Ewolucja, dla ucznia

Podgląd pokazał 3 z 4 stron. Pełna wersja: 4 stron A4, PDF do druku.

- Źródła wiedzy o ewolucji
- Homologia, analogia, dywergencja, konwergencja
- Zmienność i czynniki zmian częstości alleli
- Dobór naturalny
- Dryf genetyczny
- Prawo Hardy'ego–Weinberga
- Gatunek, specjacja, radiacja
- Drzewa filogenetyczne
- Pochodzenie człowieka
- Bariery rozrodcze i mieszańce
- Jak czytać zadania z ewolucji
- ramka „Słowa kluczowe z zasad oceniania" – czego wymaga klucz CKE przy poleceniach z tego działu,
- ramka „Najczęstsze błędy na maturze" – tak traci się punkty i tak jest dobrze,
- ramka „Zapamiętaj" – reguły i skróty do szybkiej powtórki.

Kup pełną wersję – plik od razu na e-mail

pierwszalawka.pl/material/biologia-matura-notatka-rozdzial-13-ewolucja