

Systemy determinacji płci u zwierząt i roślin

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Grafika interaktywna
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela



Systemy determinacji płci u zwierząt i roślin

Lwy mają najsilniej zaznaczony dymorfizm płciowy wśród kotowatych.
Źródło: Tambako The Jaguar, Flickr, licencja: CC BY-ND 2.0.

Płcią określa się zespół cech, które umożliwiają podział osobników jednego gatunku na męskie i żeńskie. Obecność różnic morfologicznych lub fizjologicznych pomiędzy osobnikami męskimi i żeńskimi tego samego gatunku to dymorfizm płciowy. Jest on słabo zaznaczony u roślin – wykazują one jedynie dymorfizm sezonowy, związany z wytwarzaniem charakterystycznych dla danej płci organów generatywnych. Dymorfizm sezonowy ujawnia się również w świecie zwierzęcym, np. u kaczki krzyżówki (*Anas platyrhynchos*) czy zająca bielaka (*Lepus timidus*), u których tylko w sezonie godowym odróżnić można samca od samicy. W naturze występują także osobniki obupłciowe – obojnaki (hermafrodyty), które mają zarówno męskie, jak i żeńskie narządy (u zwierząt) lub organy (u roślin) reprodukcyjne. U niektórych gatunków trudno jest jednoznacznie rozróżnić płeć. Co powoduje, że powstający organizm rozwinie cechy żeńskie lub męskie?

Twoje cele

- Wyjaśnisz znaczenie determinacji płci dla rozmnażania organizmów.
- Scharakteryzujesz genetyczne sposoby determinacji płci.
- Omówisz wpływ temperatury środowiska na determinację płci organizmów.

Przeczytaj

Gamety

Zarówno rośliny, jak i zwierzęta mogą rozmnażać się płciowo, w wyniku czego osobniki potomne różnią się genetycznie od osobników rodzicielskich oraz między sobą. Zwiększenie różnorodności genetycznej danego gatunku ułatwia przystosowanie do zmieniającego się środowiska życia. Rozmnażanie płciowe jest możliwe dzięki wytwarzaniu komórek rozrodczych – gamet. U zwierząt gamety powstają w procesie podziału mejotycznego komórek macierzystych. Zjawiska zachodzące w trakcie mejozy, takie jak crossing-over oraz losowe rozchodzenie się chromosomów homologicznych, warunkują zróżnicowanie genetyczne gamet. Dodatkowo losowe łączenie się gamet podczas zapłodnienia zwiększa różnorodność genetyczną gatunku.

U zwierząt gamety powstają w gonadach i różnią się wielkością oraz zdolnością do poruszania. Gameta żeńska to duża komórka jajowa, która nie ma zdolności do ruchu. Gameta męska to mały plemnik ze zdolnością do ruchu. Często występuje rozdzielnopłciowość: osobniki żeńskie produkują komórki jajowe, natomiast osobniki męskie wytwarzają plemniki. W niektórych grupach zwierząt występuje obojnactwo (hermafrodytyzm), co oznacza, że jeden osobnik wytwarza oba rodzaje gamet.

Podstawowym determinantem płci jest obecność allosomów (chromosomów płciowych), charakterystycznych dla rozdzielnopłciowych organizmów eukariotycznych. Niekiedy płeć jest dodatkowo determinowana przez liczbę allosomów w stosunku do autosomów (pozostałych chromosomów).

Determinacja płci

Systemy determinacji płci

Stosunek liczby allosomów do autosomów

U muszki owocówki dodatkowym genetycznym determinantem płci może być już sam stosunek liczby allosomów do autosomów. W normalnych warunkach muszki mają 6 autosomów i 2 allosomy. Jeżeli liczba chromosomów płci będzie nieparzysta (brak chromosomu Y), powstanie osobnik męski. Ten system występuje także u niektórych roślin.

Samica i samiec muszki owocowej, czyli wywilżny karłowatej (*Drosophila melanogaster*). Kariotyp samicy (kompletny zestaw chromosomów w komórce diploidalnej) to 8,XX, a samca to 8,XY, gdzie 8 oznacza ogólną liczbę chromosomów, XX – chromosomy płci samicy, a XY – chromosomy płci samca.

Źródło: Madboy74, Julia Gracz-Sambor, Wikimedia Commons, licencja: CC 0 1.0.

Inne systemy determinacji płci

Determinacja autosomalna

Niekiedy płeć może być determinowana przez geny leżące na chromosomach autosomalnych. Pojedyncze autosomy determinują płeć u żab, niektórych ryb i wielu roślin.

Determinacja cytoplazmatyczna

Determinacja haplodiploidalna

Czynniki środowiskowe a determinacja płci

Determinantem powstającej płci mogą być również czynniki środowiskowe. Organizmy plastyczne fenotypowo charakteryzują się występowaniem jednego genotypu, który pod wpływem środowiska wytwarza kilka fenotypów. Jednym z podstawowych czynników środowiskowych determinujących płeć jest temperatura. Determinacja temperaturowa płci jest zjawiskiem charakterystycznym dla większości żółwi, niektórych jaszczurek, krokodylowatych i hatterii. W przypadku krokodyli przy temperaturze 32°C wylęga się tyle samo samic co samców. Jeżeli temperatura wzrośnie do 33–35°C, wyklują się tylko samce, a gdy spadnie do 28–31°C – tylko samice. U niektórych gatunków żółwi samice wylęgają się przy niższych lub wyższych temperaturach, natomiast w przedziale temperatur pośrednich wylęgają się samce. U innych gatunków żółwi przy wyższych temperaturach wylęgają się samice, a przy niższych – samce.

Słownik

> **autosomy**
>
> (gr. *autós* – sam; *sōma* – ciało) chromosomy odpowiadające za dziedziczenie cech niesprzężonych z płcią; u organizmów diploidalnych autosomy układają się w pary chromosomów o takim samym kształcie i wielkości, niosące te same geny; człowiek ma 22 pary autosomów

> **fenotyp**
>
> zespół cech organizmu powstających pod wpływem genotypu i czynników środowiskowych

> **genotyp**
>
> zespół genów danego organizmu

> **partenogeneza**

dzieworództwo; rodzaj rozmnażania, w którym osobnik powstaje z niezapłodnionej komórki jajowej

plastyczność fenotypowa

zdolność genotypu do wytworzenia różnych fenotypów w zależności od czynników środowiskowych

płeć heterogametyczna

płeć związana z obecnością różnych chromosomów płci (X i Y) lub tylko chromosomu X (X0); u większości organizmów jest płcią męską

płeć homogametyczna

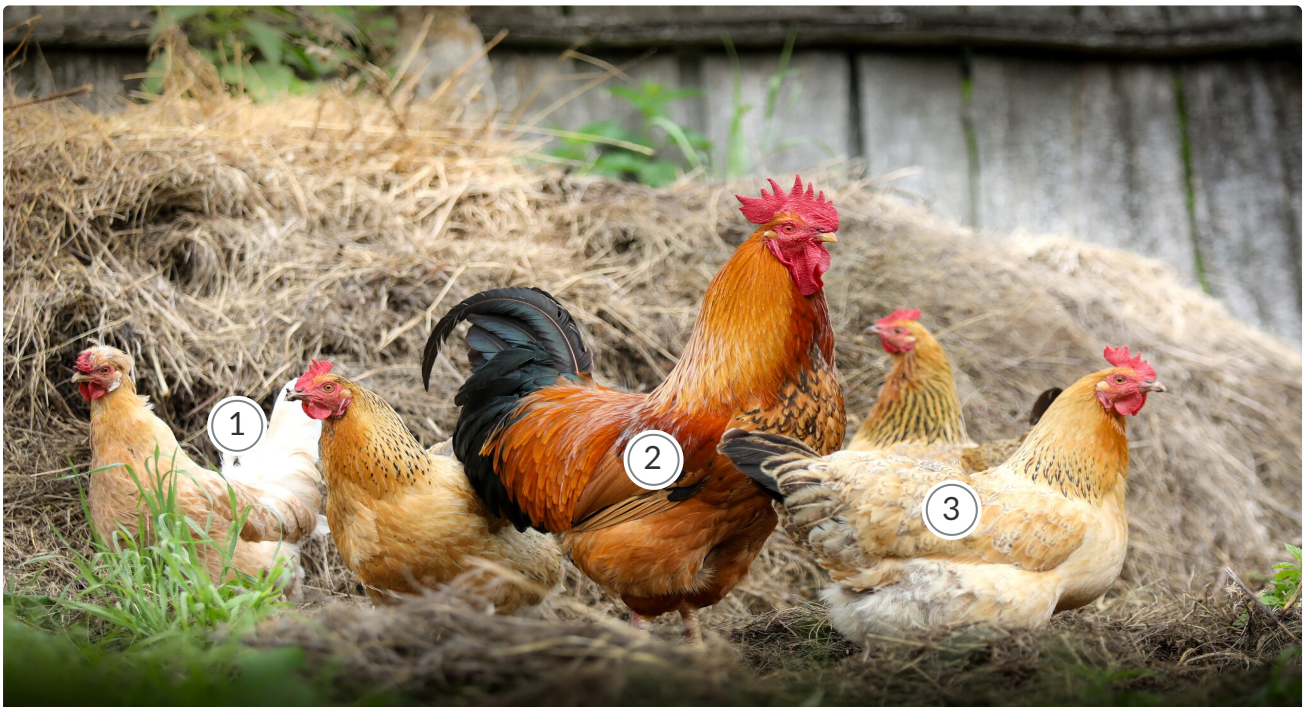
płeć związana z obecnością dwóch chromosomów płci X (XX); u większości organizmów jest płcią żeńską

rozdzielnopłciowość

zróżnicowanie osobników jednego gatunku na osobniki żeńskie (wytwarzające gamety żeńskie) i męskie (wytwarzające gamety męskie)

Grafika interaktywna

Różnorodność sposobów determinacji płci u zwierząt



1

Determinacja płci u ptaków

Ptasie chromosomy płci (Z i W) nie są homologiczne z chromosomami płciowymi ssaków (X i Y) i wyewoluowały z innej pary chromosomów autosomalnych wspólnych przodków obu grup, którymi były wymarłe gady.

2

Samiec



U ptaków płeć męska jest homogametyczna (ZZ), co oznacza, że gamety zawierają zawsze ten sam chromosom płci (Z). Genetyczny samiec rozwija się w wyniku połączenia się komórki jajowej Z z plemnikiem Z.

3

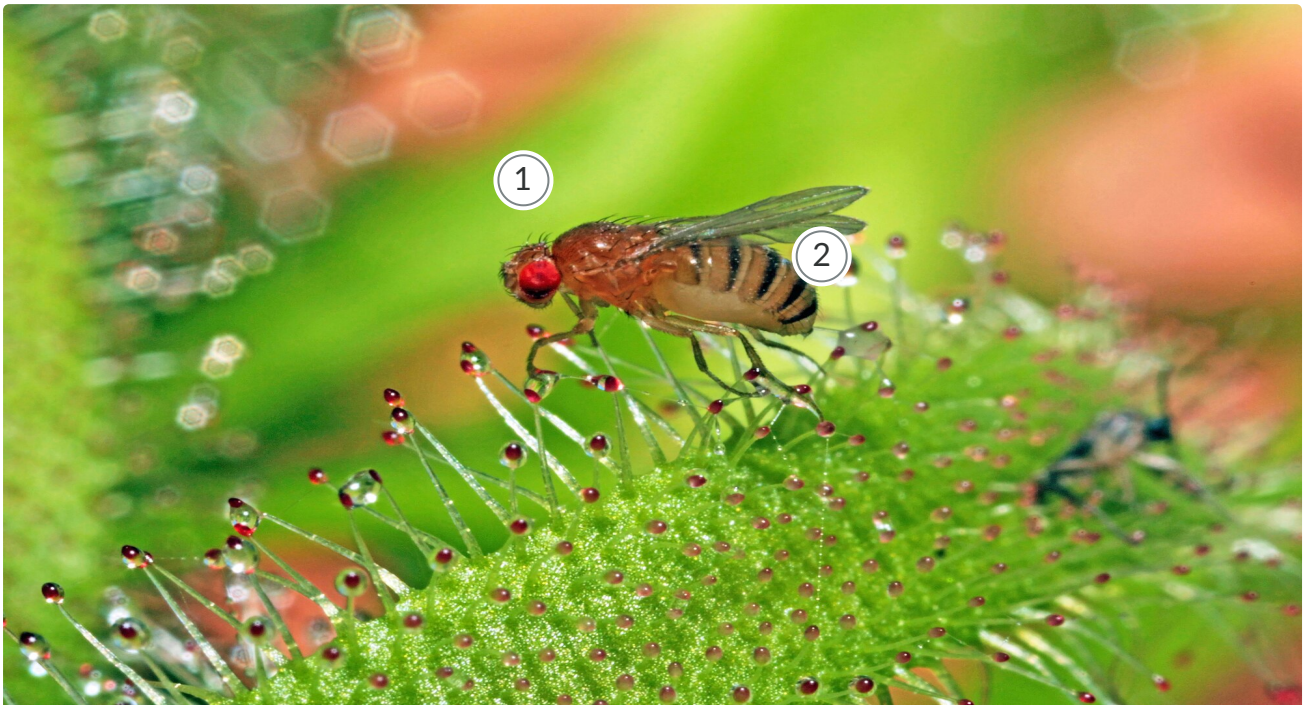
Samica



Płeć żeńska u ptaków jest heterogametyczna (ZW), co oznacza, że gamety zawierają po jednym z dwóch różnych chromosomów płci (W lub Z). Genetyczna samica rozwija się w wyniku połączenia się komórki jajowej W z plemnikiem Z.

System determinacji płci u ptaków (ZW) na przykładzie kury domowej (*Gallus gallus domesticus*).

Źródło: svklimkin, Chris Fleming, George Bayliss, Flickr, licencja: CC BY-NC 2.0.



1

Stosunek liczby allosomów do autosomów

U muszki owocówki o płci decyduje stosunek liczby allosomów (chromosomów X) do liczby kompletów autosomów (tj. chromosomów niebędących chromosomami płci) – 2A.

2

Samiec i samica

Samica powstaje z zygoty XX (stosunek allosomów do autosomów 2X : 2A = 1). Płodny samiec powstaje z zygoty XY (stosunek 1X : 2A = 0,5; obecność chromosomu Y warunkuje fenotyp – płodność samca). Z zygoty X0 powstaje samiec bezpłodny (w tym przypadku stosunek wynosi 1X : 2A = 0,5, ale nie występuje chromosom Y).

System determinacji płci u muszki owocówki (*Drosophila melanogaster*).
Źródło: Géry Parent, Flickr, licencja: CC BY-ND 2.0.



1

Determinacja środowiskowa



Dla krokodylowatych (Crocodylidae) charakterystyczny jest wpływ środowiska na determinację płci potomstwa, a konkretnie – wpływ temperatury.

2

Samiec i samica



W przypadku krokodyli (Crocodilia) przy temperaturze 32°C wylęga się tyle samo samic co samców. Jeżeli temperatura wzrośnie do 33–35°C, wyklują się tylko samce, a gdy spadnie do 28–31°C – tylko samice.

Wpływ środowiska na determinację płci na przykładzie krokodyla kubańskiego (*Crocodylus rhombifer*).
Źródło: Paul Hudson, Smithsonian's National Zoo, Flickr, licencja: CC BY-NC-ND 2.0.

Polecenie 1

Muszka nr 1 ma dwa chromosomy X i dwa zestawy chromosomów A, muszka nr 2 ma jeden chromosom X, jeden chromosom Y i dwa zestawy chromosomów A. Określ płeć muszki nr 1 i muszki nr 2.

Polecenie 2

Określ płeć krokodyli, które wylęgną się z jaj przebywających w temperaturze 33,5°C, 29,7°C i 32°C.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:

Ćwiczenie 1

Ćwiczenie 2

Ćwiczenie 3

Ćwiczenie 4

Ćwiczenie 5

Ćwiczenie 6

Ćwiczenie 7

U *Drosophila melanogaster*, podobnie jak u myszy i u człowieka, osobnik żeński posiada dwa jednakowe chromosomy płci, zaś męski – chromosom X i Y. Jednak zarówno w działaniu mechanizmu kompensacyjnego, jak i samego procesu determinacji płci występują zasadnicze różnice. Jednakowy u obu płci poziom aktywności genów zlokalizowanych w chromosomie X osiągnięty jest u *Drosophila* przez podwyższenie ekspresji tych genów w chromosomie X u osobników XY (...), a u ssaków przez inaktywację jednego z chromosomów X u osobników XX. Sygnałem wywoławczym u *Drosophila* (...) jest stosunek liczby chromosomów X do autosomów, u ssaków zaś obecność chromosomu Y. Ponadto większość procesów związanych z determinacją płci (np. rozpoznawanie stosunku X : A) odbywa się u *Drosophila* autonomicznie w każdej komórce, a rozwój w kierunku męskim lub żeńskim jest zdeterminowany od samego początku życia osobnika. U ssaków gonada jest początkowo niezróżnicowana, a o jej rozwoju w kierunku męskim decyduje obecność chromosomu Y w komórkach somatycznych gonady. Jeżeli komórki te zawierają chromosom Y, gonada przekształca się w jądro, a produkowane przez nie hormony płciowe męskie odpowiadają za zapoczątkowanie dalszych procesów związanych z wykształceniem cech męskich osobników. Przy braku chromosomu Y gonada różnicuje się w jajnik, co prowadzi do wykształcenia płci żeńskiej. Determinacja płci somatycznej jest koordynowana na poziomie całego organizmu przez układ hormonalny.

Źródło: Józef Styrna, *Genetyczne podstawy determinacji płci u zwierząt*, „Kosmos" 1998, t. 47, nr 2 (239), s. 183–190.

Ćwiczenie 8

Samice norników oregońskich (*Microtus oregoni*) mają pojedyncze chromosomy płciowe – X0 i produkują tylko komórki jajowe zawierające chromosomy X, podczas gdy u samców występują chromosomy X i Y, ale do plemników może trafić tylko jeden nich – Y. Genetycy z uniwersytetu w Edynburgu odkryli, że chromosom Y jest w rzeczywistości kopią chromosomu X, a pierwotny chromosom Y uległ u norników oregońskich scaleniu z chromosomem X. Taką tezę wysunięto, ponieważ fragmenty chromosomu Y, zawierające m.in. gen SRY, czyli gen determinujący płeć męską – rozwój jąder, odnaleziono zarówno na chromosomie X dziedziczonym po matce, jak i na wtórnym chromosomie determinującym płeć męską. Szczegółowy mechanizm determinacji płci u tych zwierząt nie jest jeszcze znany – zagadką pozostaje, dlaczego samice są samicami pomimo występowania kilku kopii genu SRY na ich jedynym chromosomie X.

Źródło: Brian Charlesworth, Naomi A. Dempsey, *A Model of the Evolution of the Unusual Sex Chromosome System of* Microtus oregoni, „Heredity" 2001, nr 86, s. 387–394.

Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan
Przedmiot: Biologia

Temat: Systemy determinacji płci u zwierząt i roślin

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

Podstawa programowa:

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

XIV. Genetyka klasyczna.

1. Dziedziczenie cech. Uczeń:

8) przedstawia determinację oraz dziedziczenie płci;

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):

- Wyjaśnisz znaczenie determinacji płci dla rozmnażania organizmów.
- Scharakteryzujesz genetyczne sposoby determinacji płci.
- Omówisz wpływ temperatury środowiska na determinację płci organizmów.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- ćwiczenia interaktywne;
- analiza grafiki interaktywnej;
- rozmowa kierowana;

- gra dydaktyczna.

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. **Przygotowanie do zajęć.** Nauczyciel loguje się na platformie i udostępnia uczniom e-materiał „Systemy determinacji płci u zwierząt i roślin". Prosi uczestników zajęć o rozwiązanie ćwiczenia nr 1 z sekcji „Sprawdź się" na podstawie treści w sekcji „Przeczytaj".

Przebieg lekcji

Faza wstępna:

1. Nauczyciel wyświetla i odczytuje temat lekcji oraz zawarte w sekcji „Wprowadzenie" cele zajęć. Prosi uczniów lub wybraną osobę o sformułowanie kryteriów sukcesu.
2. **Rozmowa wprowadzająca.** Nauczyciel inicjuje rozmowę na podstawie pytań zawartych we wprowadzeniu:
   – Dlaczego powstaje organizm o płci męskiej lub żeńskiej?
   – Co jest determinantem płci żywych organizmów?

Faza realizacyjna:

1. **Praca w grupach z treścią e-materiału.** Grupy losują po trzy kartki z zagadnieniami (zob. materiały pomocnicze). Zadaniem grup jest ułożenie pięciu pytań do wylosowanych zagadnień. Każda grupa zadaje pytania dla trzech pozostałych grup. Za poprawne udzielenie odpowiedzi grupa otrzymuje 1 punkt. Wygrywa grupa, która zdobędzie największą liczbę punktów.
2. **Praca z multimedium („Grafika interaktywna").** Nauczyciel wyświetla grafikę interaktywną i wspólnie z uczniami dokonuje jej analizy. Prosi podopiecznych, by pracując w parach, wykonali polecenia nr 1 i 2 – polegające na określeniu płci opisanych zwierząt. Następnie uczniowie konsultują swoje rozwiązania z inną, najbliżej siedzącą parą.

3. **Utrwalenie wiedzy i umiejętności.** Nauczyciel przechodzi do sekcji „Sprawdź się”. Uczniowie wykonują indywidualnie ćwiczenie interaktywne nr 7 (w którym mają za zadanie – na podstawie podanych informacji oraz własnej wiedzy – wymienić jedno podobieństwo i jedną różnicę w determinacji płci pomiędzy muszką owocówką a człowiekiem), a następnie porównują swoje odpowiedzi z kolegą lub koleżanką.

Faza podsumowująca:

1. Uczniowie rozwiązują ćwiczenie nr 6 (typu „prawda/fałsz”) z sekcji „Sprawdź się”. Następnie przygotowują podobne zadanie dla osoby z pary: tworzą trzy prawdziwe lub fałszywe zdania dotyczące tematu lekcji. Uczniowie wykonują ćwiczenie otrzymane od kolegi lub koleżanki.
2. Nauczyciel wyświetla na tablicy temat lekcji i cele zawarte w sekcji „Wprowadzenie”. W tym kontekście dokonuje podsumowania najważniejszych informacji przedstawionych na lekcji oraz wyjaśnia wątpliwości uczniów.

Praca domowa:

1. Wykonaj ćwiczenia od 2 do 5 z sekcji „Sprawdź się”.
2. Dla chętnych: Wykonaj ćwiczenie nr 8 z sekcji „Sprawdź się”.

Materiały pomocnicze:

- Jane B. Reece i in., „Biologia Campbella”, tłum. K. Stobrawa i in., Dom Wydawniczy REBIS, Poznań 2021.
- „Encyklopedia szkolna. Biologia”, red. Marta Stęplewska, Robert Mitoraj, Wydawnictwo Zielona Sowa, Kraków 2006.

Załącznik 1. Zagadnienia do losowania.
Plik o rozmiarze 199.42 KB w języku polskim

Dodatkowe wskazówki metodyczne:

- Uczniowie mogą wykorzystać multimedium z sekcji „Grafika interaktywna” jako inspirację do przygotowania własnej prezentacji multimedialnej.