Nowość 2024

# BIOLOGIA

## bez tajemnic

Oznaczono zmiany i wykreślenia

E-book na eduranga.pl

PODSTAWA 2024

WSiP

Podręcznik
Szkoła podstawowa

8 klasa

Drogi WSiP,

Nigdy bym nie publikowała publicznie książek wydawnictw, które działają na uczciwych zasadach.

Wasza firma jednak promuje masowy dodruk, całkowicie niepotrzebnych książek, które mogłyby być zastąpione wersjami elektronicznymi!

Co prawda e-booki są dostępne na waszej stronie, jednak:

- W przeciwieństwie do fizycznej książki, licencja na e-book kończy się po roku. Oznacza to,
- że jeżeli moja córka chciałaby powtórzyć sobie całą wiedzę do matury, musiałabym jej kupić wszystkie wasze książki od nowa.
- Waszych e-booków nie da się pobrać! Wymagają one dostęp do internetu, co uniemożliwia ich użycie na naszej wsi, gdzie zasięg jest ograniczony.
- Wasze e-booki nie działają na telefonach komórkowych!
- Wasze e-booki sprzedawane są po tej samej (albo wyższej) cenie co regulame książki. Cena e-booka powinna być niższa, gdyż e-booki wymagają elektronicznego czytnika (tabletu)!

Czas rozpocząć nową erę, w której papier nie jest bezczelnie marnowany dla pieniędzy.
Przedstawiam e-book, który spełnia wszystkie oczekiwania uczniów.

Dbajmy o środowisko, zróbmy to dla młodych pokoleń.

# Spis treści


## Dział I. Podstawy dziedziczenia

1. Rola DNA w dziedziczeniu cech ..... 8
2. Budowa materiału genetycznego ..... 13
3. Mechanizm kopiowania materiału genetycznego ..... 18
4. Znaczenie podziałów komórkowych ..... 22

**Podsumowanie działu I** ..... 28

## Dział II. Dziedziczenie cech

1. Dziedziczenie podstawowych cech ..... 36
2. Dziedziczenie grup krwi ..... 44
3. Dziedziczenie płci ..... 48
4. Mutacje genetyczne ..... 53

**Podsumowanie działu II** ..... 58

## Dział III. Ewolucja życia

1. Ewolucja – teoria z wieloma dowodami ..... 66
2. Procesy ewolucji ..... 74
3. Ewolucja człowieka ..... 79

**Podsumowanie działu III** ..... 84

## Dział IV. Oddziaływania w ekosystemie

1. Ekosystem i zależności pokarmowe w ekosystemie ..... 90
2. Konkurencja i pasożytnictwo ..... 97
3. Roślinożerność i drapieżnictwo ..... 104
4. Oddziaływania nieantagonistyczne ..... 111

**Podsumowanie działu IV** ..... 117

## Dział V. Struktura ekosystemu i jego ochrona

1. Budowa ekosystemu ..... 126
2. Populacja ..... 134
3. Różnorodność biologiczna ..... 140
4. Zasoby przyrody i racjonalne gospodarowanie nimi ..... 145
5. Ochrona przyrody ..... 154

**Podsumowanie działu V** ..... 163

Segregacja odpadów ..... 171
Dinozaury w Polsce ..... 172
Indeks najważniejszych pojęć ..... 173
Źródła ilustracji i fotografii ..... 174

# Jak korzystać z podręcznika

## W rozdziale

- Pod każdym tematem są umieszczone cele lekcji.

**A to ciekawe!**

Dodatkowe informacje poszerzą twoją wiedzę na dany temat.

Zmiany i wykreślenia według podstawy programowej 2024.

Tu znajdziesz najważniejsze informacje oraz definicje.

**Doświadczenie**

Proste doświadczenia ułatwią Ci w praktyce zrozumienie zagadnień omawianych na lekcji.

## Na koniec rozdziału

**Zapamiętaj! To ważne!**

Najważniejsze informacje z lekcji zostały zebrane na końcu każdego tematu.

**Sprawdź się!**

**1.** Zadania sprawdzające wiedzę.

• • •

**Pamiętaj!** Rozwiązania zadań zapisuj w zeszycie przedmiotowym, a nie w podręczniku.

## Na koniec działu

**PODSUMOWANIE DZIAŁU II**
**Dziedziczenie cech**

Krótkie powtórzenie całego działu, które pozwoli Ci na uporządkowanie wiedzy.

**Słowniczek pojęć, które warto znać**

Najważniejsze pojęcia z całego działu.

**Czas na zadania!**

**1.** Zadania pozwalające utrwalić wiedzę z całego działu.

• • •

**2.** Zadania o podwyższonym stopniu trudności.

• • •

**Pamiętaj!** Rozwiązania zadań zapisuj w zeszycie przedmiotowym, a nie w podręczniku.

DZIAŁ I

# PODSTAWY DZIEDZICZENIA

Chromosom

DNA

Replikacja

O czym to będzie?

# 1. Rola DNA w dziedziczeniu cech

Twoje cele:

- wyjaśnisz, co jest zapisane w materiale genetycznym;
- opiszesz rolę, jaką DNA odgrywa w procesie dziedziczenia cech;
- wskażesz różnicę między cechą dziedziczną a cechą nabytą.

Do dzieła!

## Przekazywanie cech

Zapewne nieraz ci mówiono, że masz kolor oczu po mamie albo jesteś bardzo podobny do taty. Patrzysz w lustro i rzeczywiście dostrzegasz pewne podobieństwo do rodziców. Naukowcy od wielu lat starali się odkryć mechanizm przekazywania cech potomstwu. Proces dziedziczenia udało im się opisać dopiero pod koniec XIX wieku. Niecałe sto lat później stworzono model struktury, która za nie odpowiada, czyli DNA. Nauka zajmująca się badaniem dziedziczenia cech oraz zmiennością organizmów to **genetyka**.

## Dziedziczenie

W momencie gdy komórki rozrodcze rodziców (komórka jajowa od matki i plemnik od ojca) połączą się w procesie zapłodnienia, dochodzi do scalenia ich materiałów genetycznych. W wyniku tego połączenia powstaje zygota, która zawiera pełną informację genetyczną potrzebną do ukształtowania nowego organizmu, informację o **cechach dziedzicznych**.

**Cechy dziedziczne** zostają przekazane przez rodziców potomstwu. Są zapisane w DNA w każdej komórce człowieka.

▲ Wybrane cechy dziedziczne człowieka

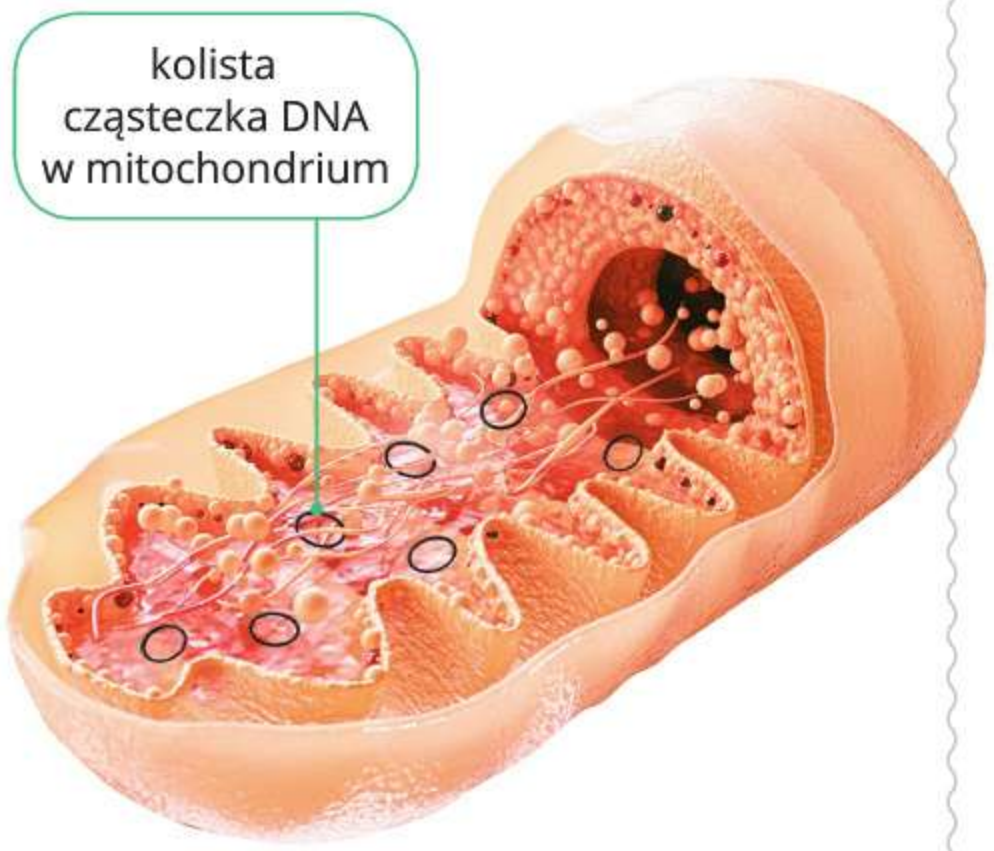
## Informacja genetyczna

**Informacja genetyczna** to informacja o wszystkich cechach dziedzicznych zapisana w materiale genetycznym. Zarówno u człowieka, jak i innych organizmów jest przechowywana w **DNA** (pełna nazwa tego związku chemicznego to kwas deoksyrybonukleinowy). DNA w komórce człowieka znajduje się w jądrze komórkowym. DNA jest instrukcją do produkcji białek, które odpowiadają m.in. za funkcjonowanie oraz budowę komórek tworzących organizm. Dzięki informacjom zawartym w DNA organizm może sprawnie funkcjonować.

**DNA znajduje się w jądrze komórkowym** i jest nośnikiem informacji genetycznej dotyczącej wszystkich cech dziedzicznych organizmu.

### A to ciekawe!

DNA w komórce jądrowej jest zawarte również w mitochondrium. Dodatkowo w komórce roślinnej DNA znajduje się w chloroplaście. DNA mitochondrialne oraz chloroplastowe zawiera informację genetyczną dotyczącą funkcjonowania struktury, w której występuje.




**DNA*** = kwas deoksyrybonukleinowy

*skrót pochodzi od nazwy w języku angielskim – deoxyribonucleic acid

## W ciągu życia pojawiają się cechy nabyte

W czasie naszego życia mamy kontakt z różnymi czynnikami zewnętrznymi, które mogą wywołać stałe zmiany w organizmie oraz wyglądzie zewnętrznym. Zmiany pojawiające się w wyniku działania środowiska to **cechy nabyte.** Nie są one dziedziczone przez potomstwo. Do cech nabytych należą m.in. blizny.

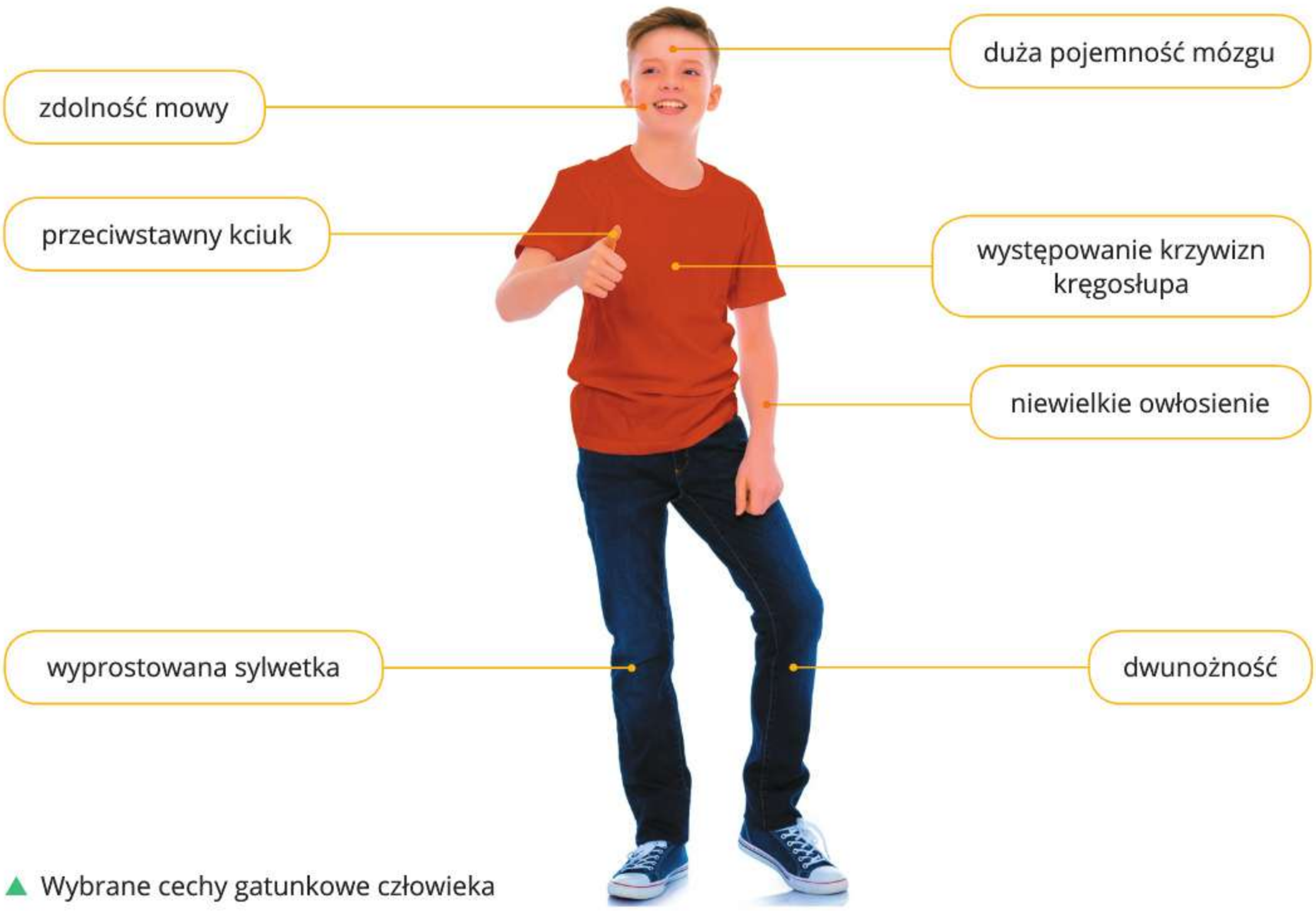
**Cechy nabyte** nie są dziedziczone, pojawiają się w trakcie życia organizmu, np.:

- blizny,
- tatuaże,
- zmiany po operacjach plastycznych,
- kolor włosów po zastosowaniu farby koloryzującej.

# Czy jesteśmy wyjątkowi?

Patrząc na kolegę lub koleżankę, uświadamiasz sobie, że są zbudowani podobnie jak ty. Tak samo macie parę oczu, parę uszu i zdolność mowy. Wyróżniają was pewne cechy wspólne, pomimo że nie jesteście spokrewnieni. W naszym DNA zapisana jest informacja dotycząca cech wspólnych dla każdego człowieka. Dlaczego? Ponieważ wszyscy ludzie należą do tego samego gatunku człowieka rozumnego – *Homo sapiens*. Skutkuje to występowaniem u wszystkich ludzi cech typowych dla naszego gatunku. Do **cech gatunkowych** człowieka należą m.in. wyprostowana sylwetka i zdolność mowy.

Każdy z nas chciałby być wyjątkowy, jedyny w swoim rodzaju. I tak właśnie jest! Za wyjątkowość odpowiadają **cechy indywidualne**. Są to unikatowe cechy osobnika. Do nich należą m.in. ton głosu, ułożenie linii papilarnych oraz rysy twarzy.




▲ Wybrane cechy gatunkowe człowieka

## A to ciekawe!

Układ linii papilarnych jest unikatowy nawet dla bliźniąt jednojajowych (powstałych z podziału jednej zapłodnionej komórki jajowej). To oznacza, że na podstawie śladów odcisków palców można zidentyfikować sprawcę zbrodni lepiej niż po cząsteczce DNA* zostawionej np. w plamie krwi na miejscu przestępstwa.

* DNA bliźniąt jednojajowych jest identyczne.

# Zmienność organizmów – zmiany w DNA oraz wpływ środowiska

W wyniku rozmnażania płciowego dziecko otrzymuje unikatowy zestaw genów od obojga rodziców. Dzięki temu rodzeństwo, mimo że ma tych samych rodziców, różni się od siebie. Te różnice między organizmami to **zmienność genetyczna**.

Na **zmienność organizmów** wpływa również otoczenie. W związku z tym osobniki o identycznym materiale genetycznym mogą inaczej wyglądać (np. bliźnięta jednojajowe mogą mieć inną masę ciała). Zmienność to zróżnicowanie cech w obrębie gatunku. Pozwala na zwiększenie szans na przeżycie osobników przy zmieniających się warunkach środowiskowych.

Przykładem zmienności genetycznej jest zróżnicowane umaszczenie kotów z jednego miotu.

## Wykorzystanie wiedzy genetycznej

Odkrycie DNA oraz jego roli umożliwiło rozwój wielu dziedzin nauki. Największych postępów dokonano m.in. w medycynie i ochronie zdrowia, kryminalistyce oraz w przemyśle spożywczym i rolniczym.

**Genetyka**

Nauka zajmująca się badaniem dziedziczenia cech i zmiennością organizmów

### Ochrona zdrowia

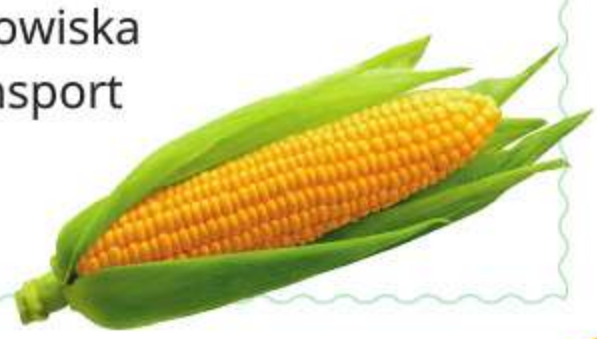
- tworzenie szczepionek i lekarstw
- badania nad nowotworami
- terapie genowe

### Działania prawne

- identyfikacja sprawcy przestępstwa
- identyfikacja osób zaginionych
- badanie śladów zbrodni
- testy na ustalenie ojcostwa

### Przemysł spożywczy i rolniczy

- tworzenie nowych odmian owoców i warzyw
- tworzenie nowych ras zwierząt o wybranych cechach, np. krowy mleczne, kury brojlery
- modyfikowanie roślin, aby były bardziej odporne na niekorzystne warunki środowiska i transport



## Zapamiętaj! To ważne!

**Cechy gatunkowe**

wspólne dla osobników tego samego gatunku, np. zdolność mowy, wyprostowana sylwetka u człowieka

**Cechy indywidualne**

unikatowe dla jednego osobnika, np. rysy twarzy, linie papilarne

**Cechy dziedziczne**

przekazywane z pokolenia na pokolenie, np. kolor oczu, kształt nosa

**Cechy nabyte**

pojawiające się w trakcie życia, niedziedziczone, np. blizny, zmiany po operacjach plastycznych

**Zmienność organizmów**

różnice występujące wśród osobników tego samego gatunku. Odpowiada za nią DNA i środowisko.

## Sprawdź się!

**1.** Podaj nazwę materiału genetycznego (wystarczy skrót), w którym zapisana jest informacja genetyczna.

• • •

**2.** Znajdź w zasobach internetowych informacje na temat terapii genowych.

• • •

**3.** Podaj trzy przykłady cech dziedziczonych przez człowieka.

• • •

**4.** Wymień trzy cechy nabyte występujące u ludzi.

• • •

**5.** Podaj różnicę między cechą dziedziczną a cechą nabytą.

• • •

**6.** Wskaż czynnik wpływający na zmienność organizmów.

# 2. Budowa materiału genetycznego

Twoje cele:

- przedstawisz strukturę DNA;
- opiszesz budowę chromosomu;
- podasz liczbę chromosomów znajdujących się w komórce człowieka.

Uwierz, dasz radę!

## Odkrycie tajemnicy DNA

W 1953 roku dokonano przełomowego odkrycia. Naukowcy James Watson i Francis Crick, na podstawie wnikliwych badań i odkryć m.in. Rosalind Franklin, skonstruowali trójwymiarowy model cząsteczki DNA. Poznanie budowy DNA umożliwiło rozwój wielu gałęzi przemysłu oraz medycyny, a także pozwoliło zrozumieć mechanizmy dziedziczenia cech.

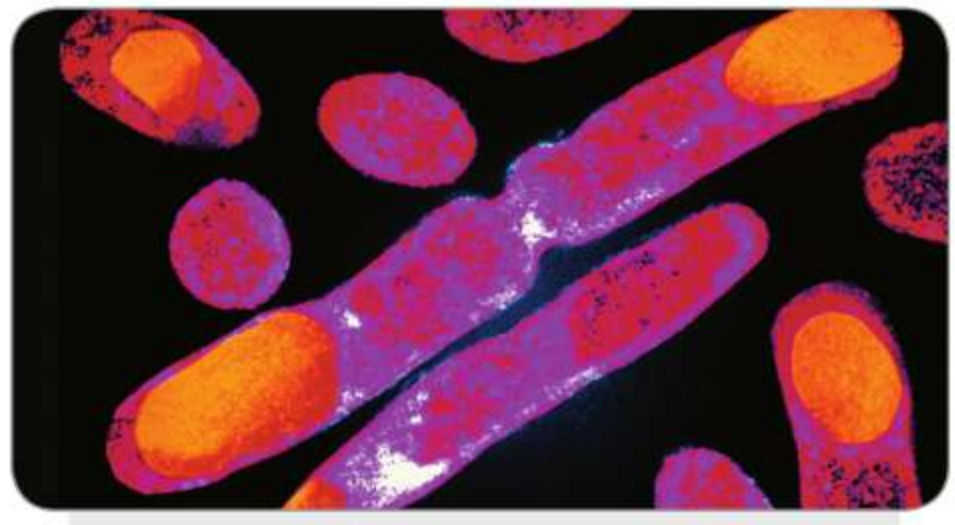
James Watson i Francis Crick przy modelu cząsteczki DNA

## Podwójna helisa DNA

DNA, czyli kwas deoksyrybonukleinowy, znajduje się głównie w jądrze komórkowym. Zapisane w nim informacje umożliwiają funkcjonowanie całej komórki. W DNA są zawarte odcinki o różnej długości zwane **genami**. W nich jest najczęściej zakodowana informacja o budowie białka. Cząsteczka DNA składa się z dwóch nici ułożonych równolegle i skręconych spiralnie względem siebie. Postać ta nosi nazwę **podwójnej helisy**. Dostęp do informacji zakodowanych w cząsteczce DNA jest możliwy po rozpleceniu podwójnej helisy.

### A to ciekawe!

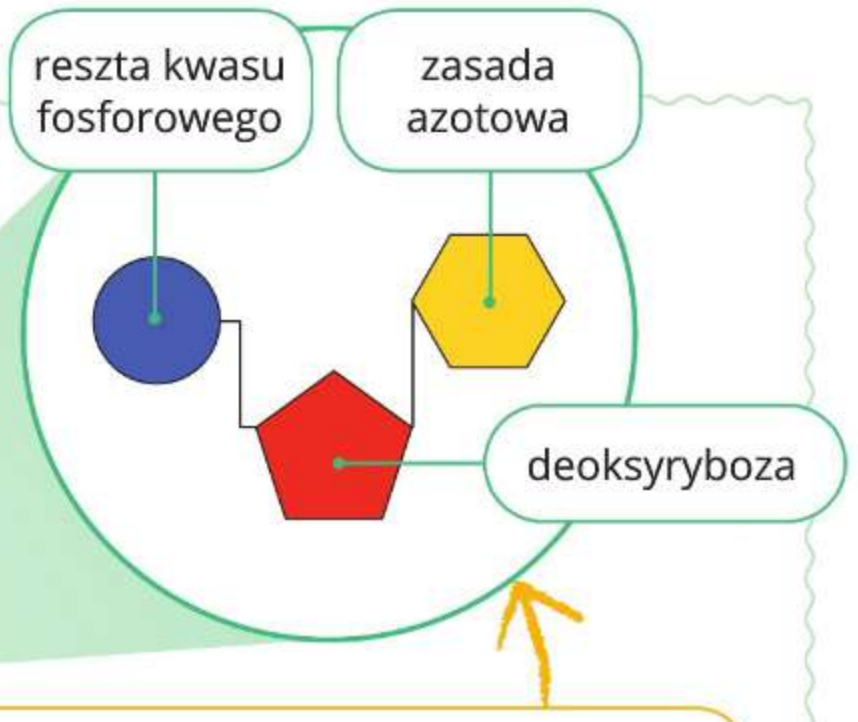
Dawniej insulinę (hormon obniżający poziom cukru we krwi) stosowaną w leczeniu cukrzycy pozyskiwano z trzustek zwierzęcych. Obecnie insulinę produkują bakterie, do których DNA wprowadzono ludzki gen odpowiadający za wytwarzanie tego hormonu. Ludzka insulina wyprodukowana przez zmodyfikowane genetycznie bakterie jest oczyszczana i wykorzystywana do tworzenia lekarstw dla chorych na cukrzycę.

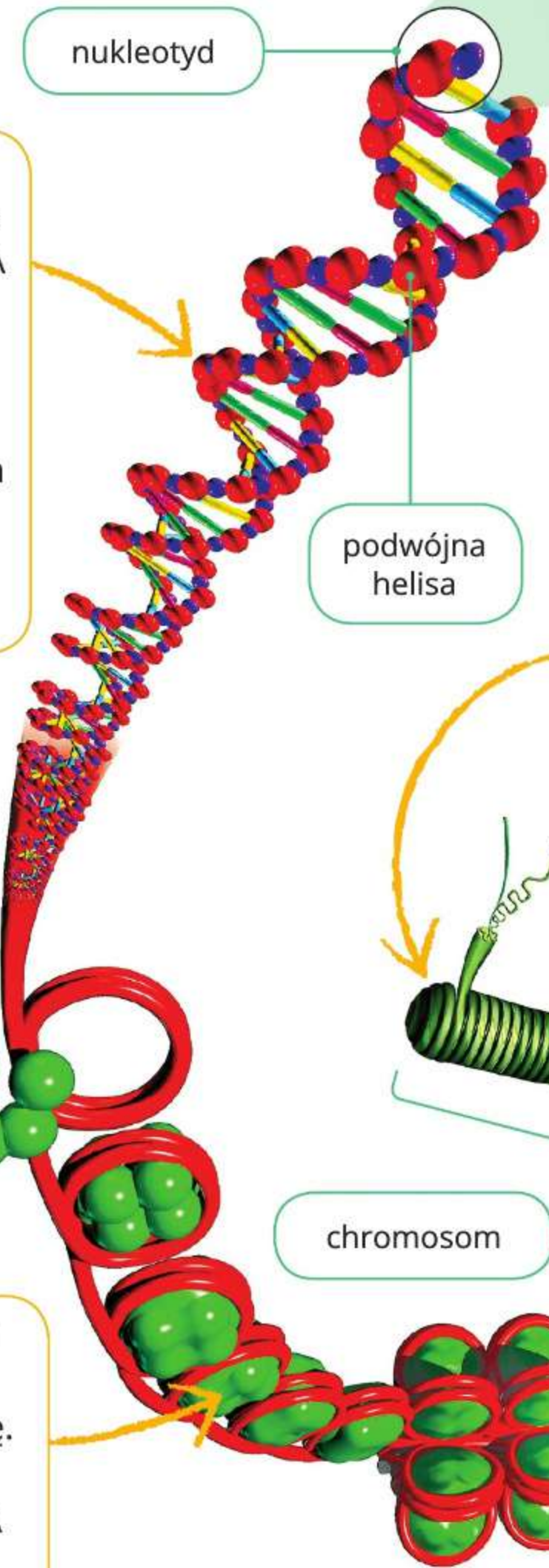


Insulina produkowana przez bakterie jest wybarwiona na pomarańczowo (widok z mikroskopu elektronowego).

## Struktura materiału genetycznego

Jednostkami budującymi nić DNA są **nukleotydy**. W nukleotydzie wyróżniamy następujące elementy: cukier (deoksyrybozę), zasadę azotową i resztę kwasu fosforowego.



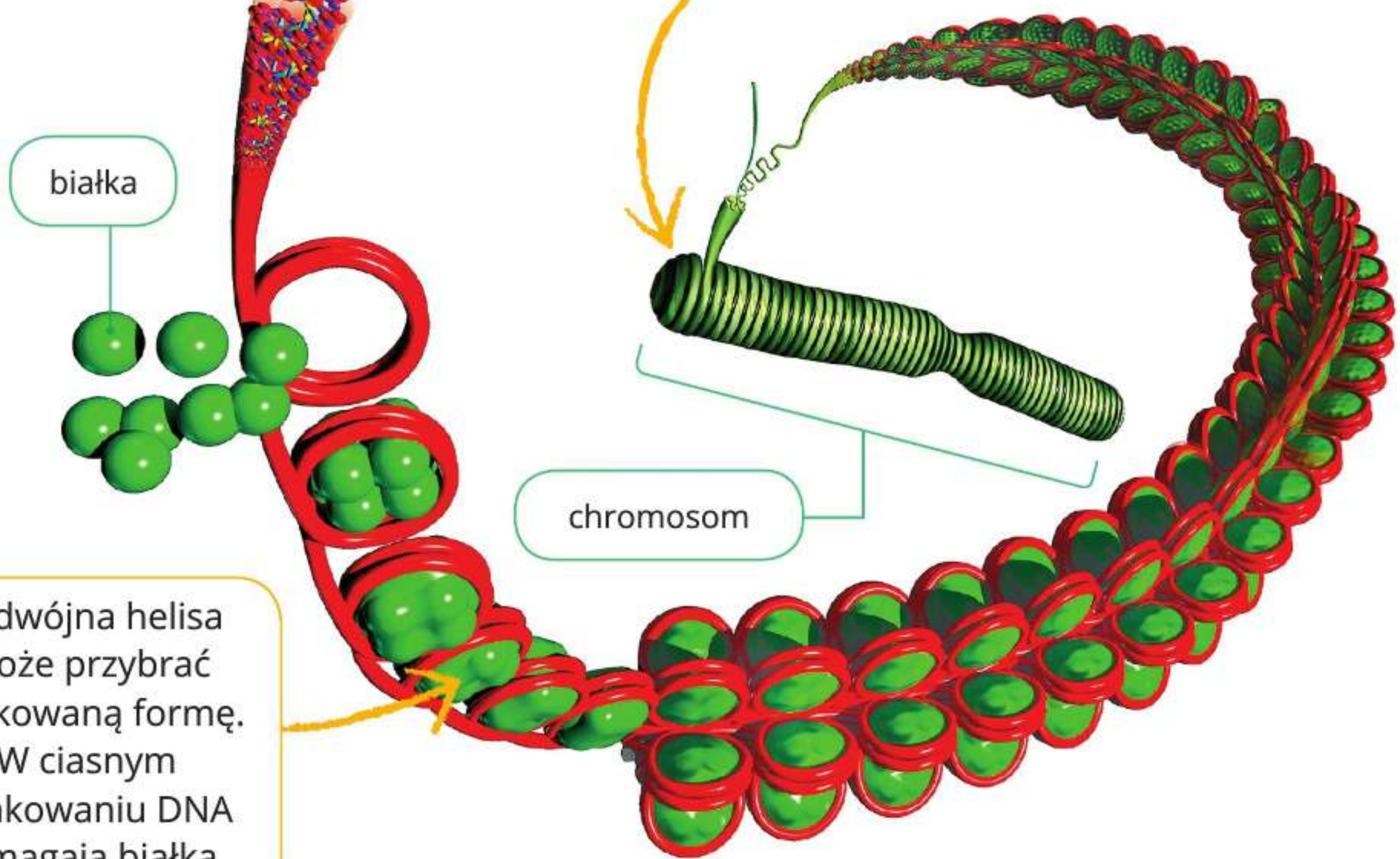

Zasady azotowe dwóch równolegle ułożonych nici DNA łączą się ze sobą.

Połączone nici DNA skręcają się spiralnie względem siebie – powstaje podwójna helisa DNA.

Nukleotydy różnią się od siebie rodzajem zasady azotowej. W DNA występują cztery zasady azotowe:

- adenina (A),
- guanina (G),
- tymina (T),
- cytozyna (C).

Chromosom (patrz s. 16) składa się z dwóch ramion połączonych centromerem, czyli przewężeniem chromosomu. Chromosom to zwinięte DNA z białkami.




Podwójna helisa może przybrać upakowaną formę. W ciasnym upakowaniu DNA pomagają białka.

**Struktura materiału genetycznego**

nukleotydy → podwójna helisa → chromosom

## Doświadczenie dodatkowe

# Wyizolowanie DNA z owoców

### Czas

15 minut.

### Problem badawczy:

Czy w komórkach badanych owoców znajduje się DNA?

### Hipoteza:

W komórkach badanych owoców znajduje się DNA.

### Sprzęt i materiały:

200 g owoców – najlepsze są: truskawki, kiwi, banany lub pomidory (to też owoce!), moździerz (albo blender), sól kuchenna, cylinder miarowy lub probówka (pożycz z pracowni chemicznej), szklanka, miska, miseczka, woda, 5 ml schłodzonego spirytusu, płyn do mycia naczyń, filtr do kawy lub gaza (materiał o cienkim splocie), łyżeczka.

### Przebieg doświadczenia:

1. Rozetrzyj owoce na jednolitą papkę. Możesz użyć do tego moździerza lub blendera.
2. Odmierz 100 ml wody za pomocą cylindra miarowego, przelej do szklanki, a następnie dodaj łyżeczkę soli.
3. Dodaj łyżeczkę płynu do mycia naczyń. Wymieszaj delikatnie, aby nie powstała piana.
4. Wlej zawartość szklanki do miski z papką owocową, powoli wymieszaj.
5. Przenieś otrzymaną papkę na filtr do kawy lub gazę i poczekaj, aż się przesączy sok do miseczki.
6. Do cylindra miarowego (lub innego wysokiego i wąskiego naczynia) wlej otrzymany płyn z punktu 5 (około 20 ml). Następnie powoli wlej schłodzony spirytus (około 5 ml). Uwaga! Spirytusu nie mieszaj z sokiem.
7. Odczekaj 10 minut – nie mieszaj, nie wstrząsaj. Obserwuj, co się stanie.

### Sprawdź wyniki i sformułuj wniosek.

## Chromosom

Komórki naszego organizmu mają zdolność do **podziału komórkowego,** którego efektem jest zwiększenie liczby komórek. W trakcie tego procesu do komórek potomnych musi zostać przekazana cała informacja genetyczna z komórki macierzystej. Na czas podziału komórkowego podwójna nić DNA zwija się, tworząc strukturę zwaną **chromosomem**. Stanowi on najbardziej upakowaną formę DNA, występującą w komórce tylko na czas podziałów komórkowych. Chromosom składa się z **dwóch ramion** łączących się w miejscu zwanym **centromerem**. Jest to przewężenie chromosomu.

## Kariotyp

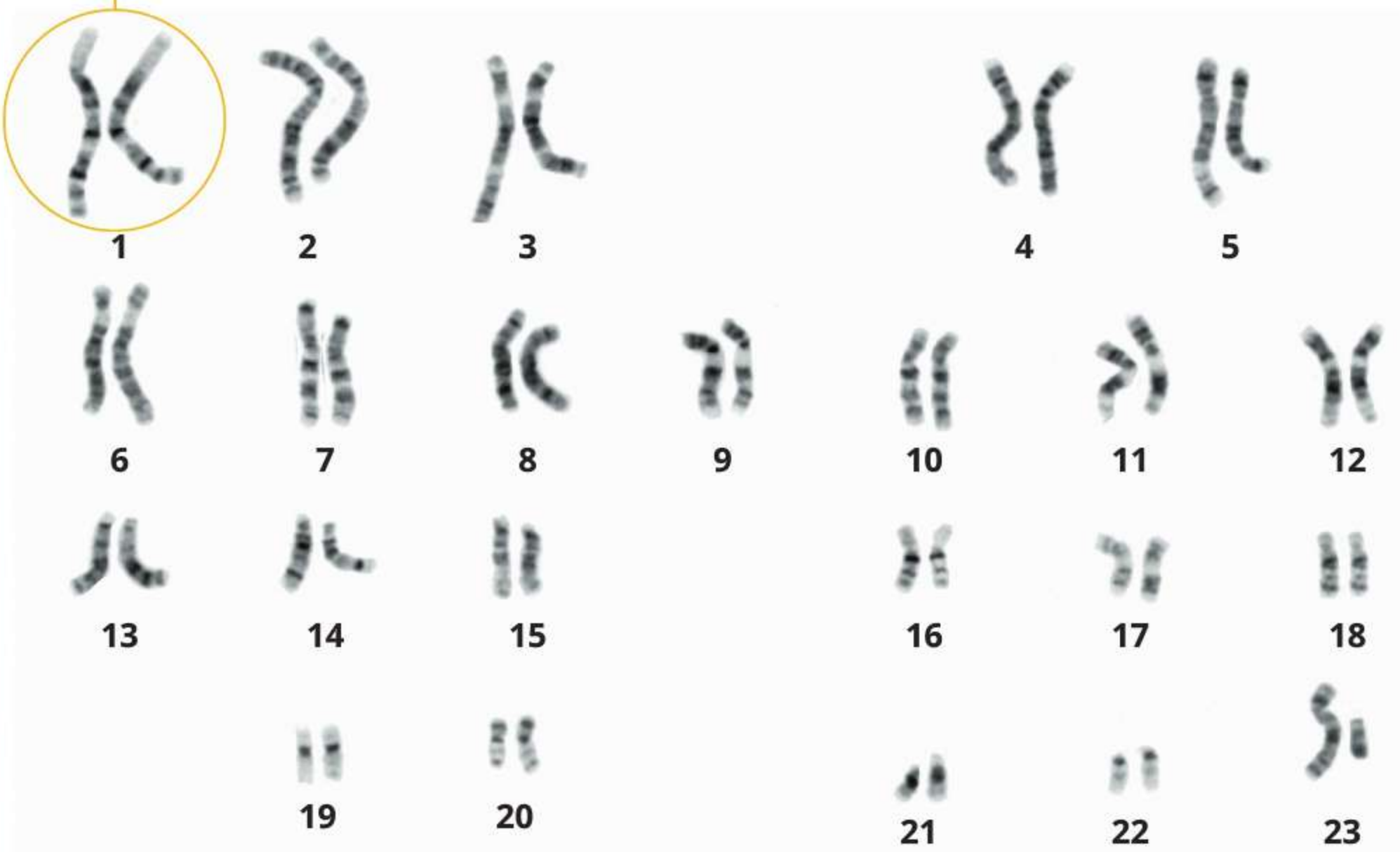
W komórkach ciała człowieka znajduje się 46 chromosomów. Te 46 chromosomów pochodzi z dwóch pakietów przekazanych przez gamety: połowa (23 chromosomy) z nich pochodzi od matki, a połowa (kolejne 23 chromosomy) – od ojca. W wyniku połączenia tworzą kompletny zestaw chromosomów, w których jest zapisana informacja genetyczna dotycząca budowy i funkcjonowania całego organizmu. Zestaw chromosomów charakterystyczny dla danego gatunku jest nazywany **kariotypem**.

### Kariotyp człowieka

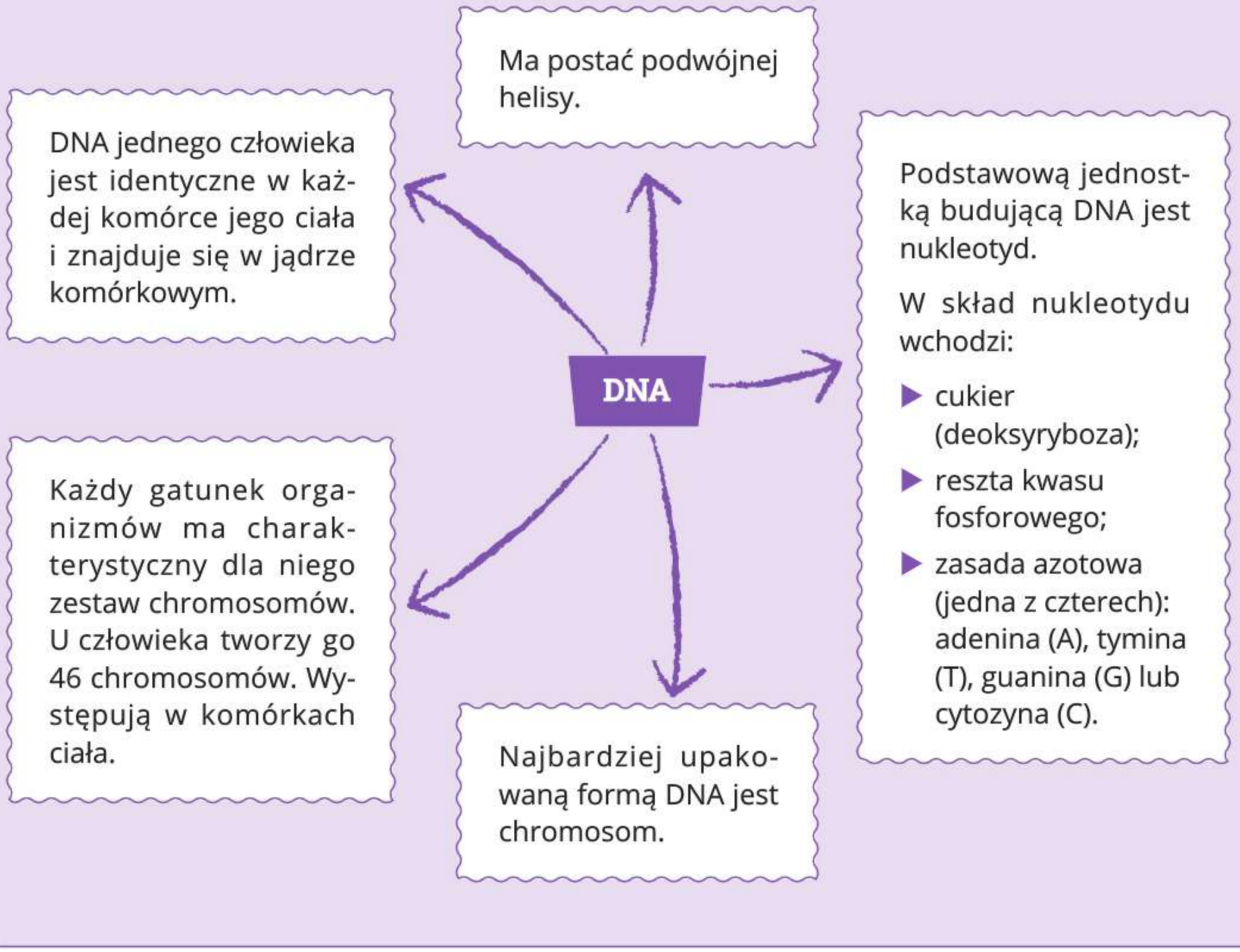
Zestaw chromosomów w komórce ciała człowieka można określić jako podwójny, ponieważ kariotyp człowieka składa się z 23 par chromosomów, czyli 46 chromosomów.

Człowiek ma po dwa chromosomy danego numeru – po jednym od każdego rodzica. Chromosomy tej samej pary nazywamy **chromosomami homologicznymi**.

Każda para chromosomów zawiera inne informacje. Pary chromosomów zostały **ponumerowane od 1 do 23**.



## Zapamiętaj! To ważne!




## Sprawdź się!

**1.** Określ, ile chromosomów znajduje się w komórce ciała człowieka.

**2.** Podaj nazwę podstawowej jednostki budującej DNA i opisz ją.

**3.** Przedstaw budowę chromosomu.

**4.** Wymień cztery zasady azotowe występujące w DNA.

**5.** Podaj jedno miejsce w komórce człowieka, w którym znajduje się DNA.

# 3. Mechanizm kopiowania materiału genetycznego

Twoje cele:

- określisz znaczenie reguły komplementarności w procesie kopiowania materiału genetycznego;
- podasz znaczenie procesu replikacji DNA;
- opiszesz różnicę w budowie chromosomu przed replikacją i po replikacji.

Skoncentruj się, a osiągniesz sukces!

## Od zygoty do zarodka

Człowiek to organizm wielokomórkowy. Jego rozwój rozpoczął się od jednej komórki – **zygoty** – powstałej w wyniku połączenia gamet rodziców: plemnika i komórki jajowej. Doszło wtedy do utworzenia kompletnego zestawu materiału genetycznego nowego organizmu. Zygota ulega podziałom komórkowym, przekształca się w zarodek, a następnie w płód złożony z jeszcze większej liczby komórek. Nasuwa się pytanie, co w tym czasie działo się z materiałem genetycznym.

## Jeden błąd – poważne konsekwencje

DNA człowieka jest bardzo długą nicią. Ma długość około dwóch metrów. Składają się na nią setki tysięcy nukleotydów. DNA zawiera tysiące genów. Brak całego genu lub jego fragmentu może mieć katastrofalne skutki zarówno w pracy pojedynczej komórki, jak i całego organizmu. Dlatego ważne jest, aby materiał w każdej komórce ciała był identyczny.

### A to ciekawe!

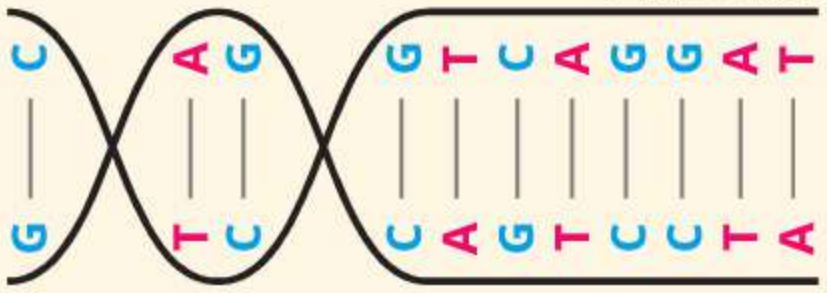
Na podstawie badania DNA można oznaczyć m.in. nasze pochodzenie, predyspozycje do zachorowania na różne choroby czy nawet reakcji na leki. Możemy np. oszacować ryzyko zachorowania na niektóre typy nowotworu piersi czy też jajnika. Możemy sprawdzić, czy mamy gen, który jest nieaktywny, ale może zwiększać szansę na zachorowanie, albo czy dany gen jest zmutowany. Uszkodzony w wyniku mutacji (patrz s. 53) gen może zwiększać ryzyko zachorowania nawet o około 40–50 %. Posiadanie nieaktywnego albo zmutowanego genu nie zawsze skutkuje zachorowaniem.

## Budowa DNA a proces jego kopiowania

DNA jest zbudowane z dwóch połączonych ze sobą nici. Nici DNA leżące naprzeciwko siebie łączą się za pomocą zasad azotowych wchodzących w skład nukleotydów. To połączenie zapewnia stabilność cząsteczki DNA. Zasady azotowe są do siebie dopasowane, co sprawia, że łączą się tylko w konkretnych parach, zgodnie z **regułą komplementarności**.

**Reguła komplementarności** tłumaczy dopasowanie się zasad azotowych:

- adenina (A) łączy się z tyminą (T),
- guanina (G) łączy się z cytozyną (C).




1 nić DNA

2 nić DNA

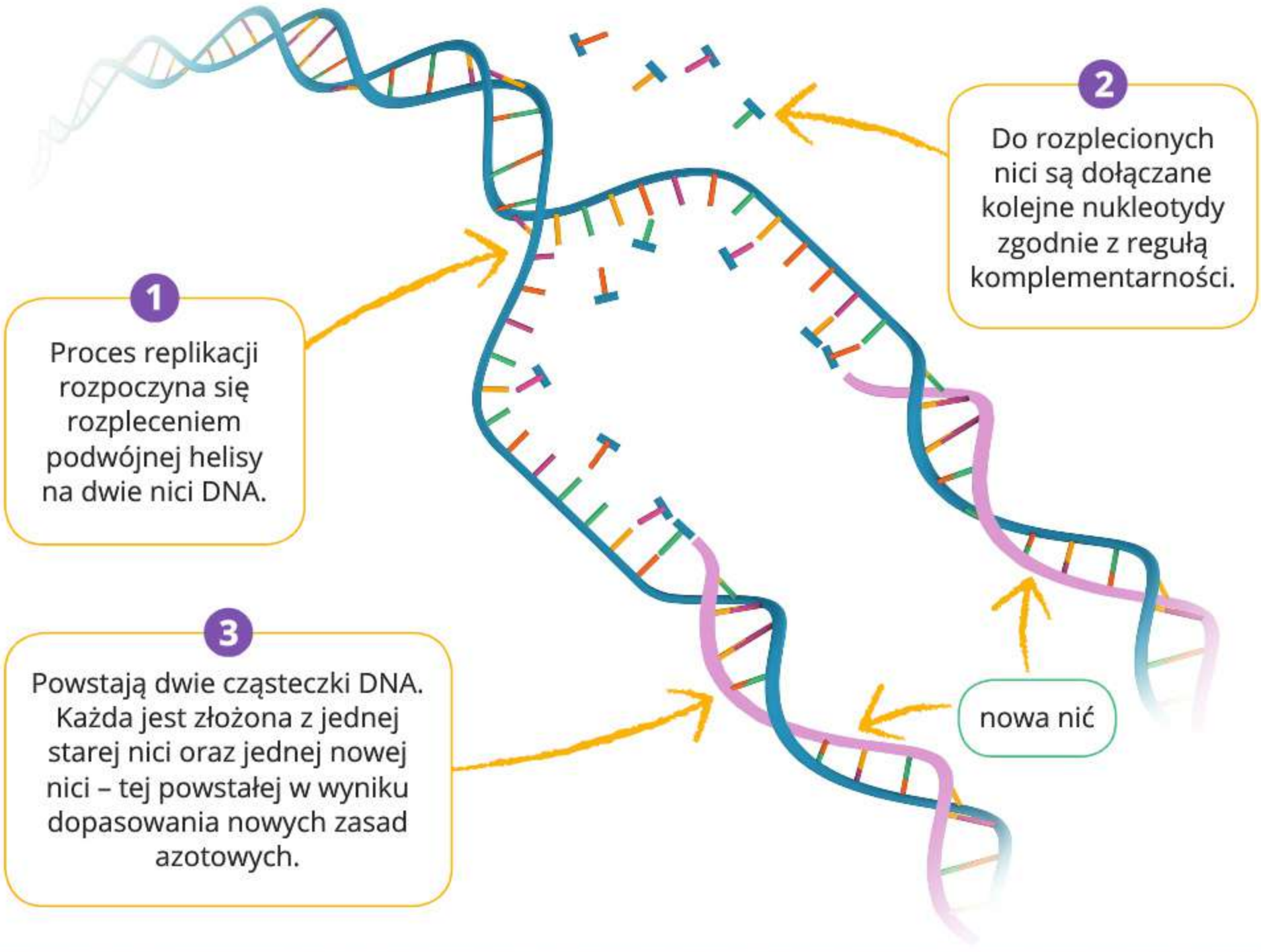
**Replikacja** to proces podwojenia materiału genetycznego zawartego w komórce.

## Proces replikacji

Wszystkie komórki budujące ciało powinny mieć taki sam materiał genetyczny, dlatego przed podziałem komórek organizmu dochodzi do podwojenia materiału genetycznego w procesie **replikacji**.

### Replikacja DNA

Kolejność nukleotydów w nowej nici DNA zależy od kolejności nukleotydów w nici DNA komórek ulegających podziałowi. Zgodnie z regułą komplementarności nowa cząsteczka DNA jest dokładną kopią pierwotnej cząsteczki.

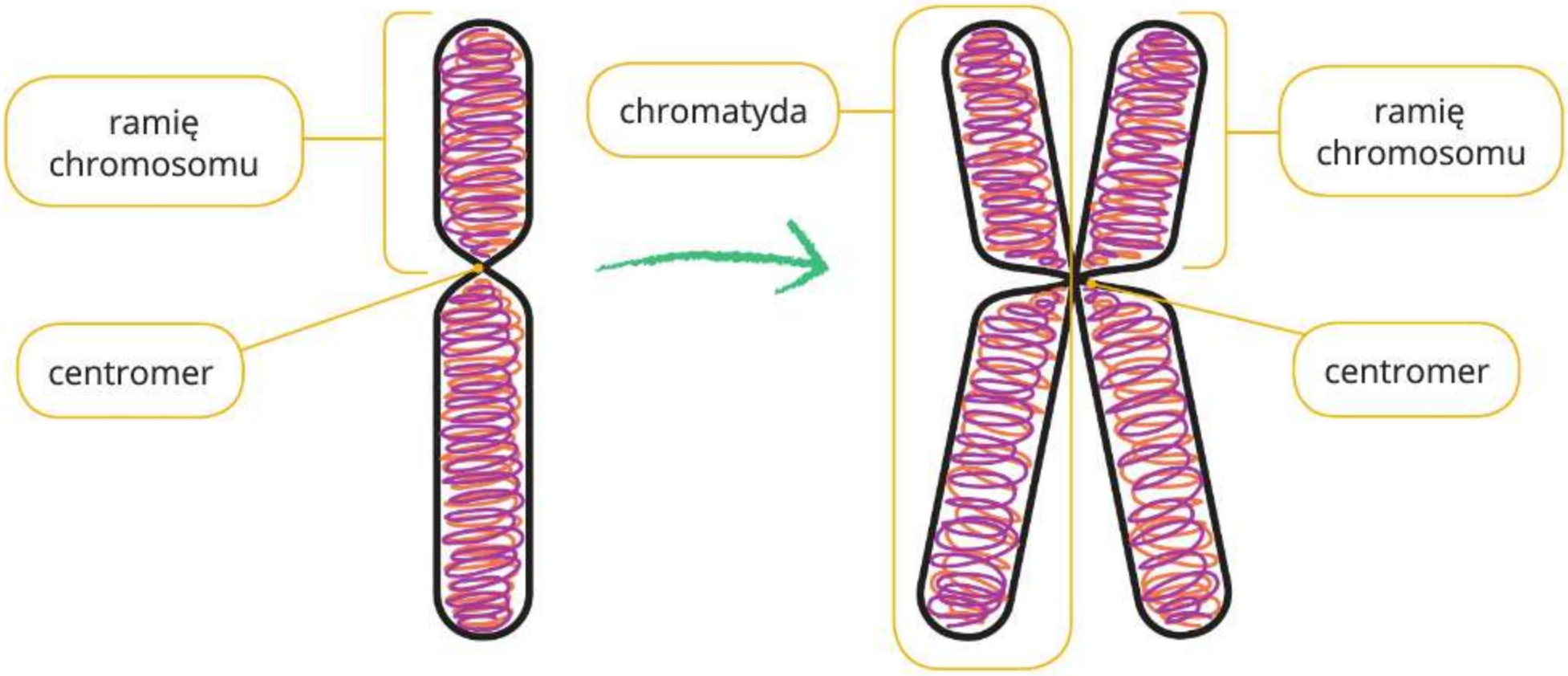


## Budowa chromosomu

Przypomnijmy, DNA w komórce dzielącej się przyjmuje formę najbardziej zagęszczoną – chromosomu.

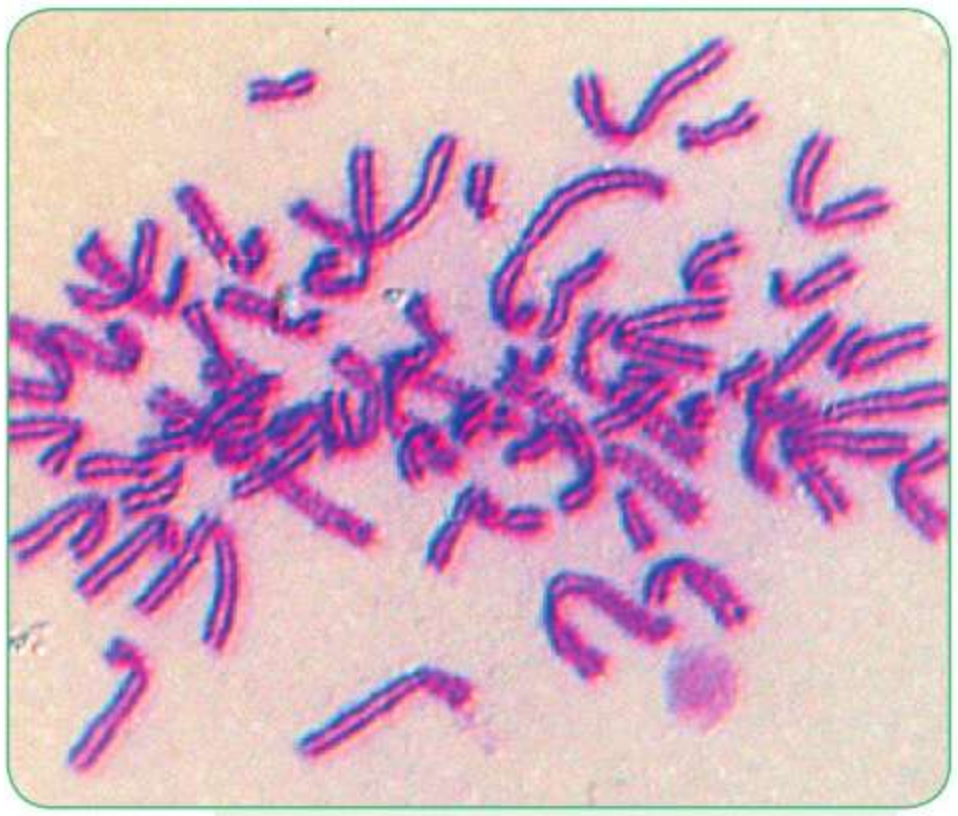
**Chromosom** ma postać chromatydy, zawierającej jedną cząsteczkę DNA. Na chromatydzie znajduje się przewężenie, które dzieli ją na dwa ramiona. To przewężenie to centromer.

Po replikacji chromosom składa się z dwóch chromatyd połączonych w centromerze, czyli zawiera dwie cząsteczki DNA. Centromer to miejsce przewężenia chromatydy.

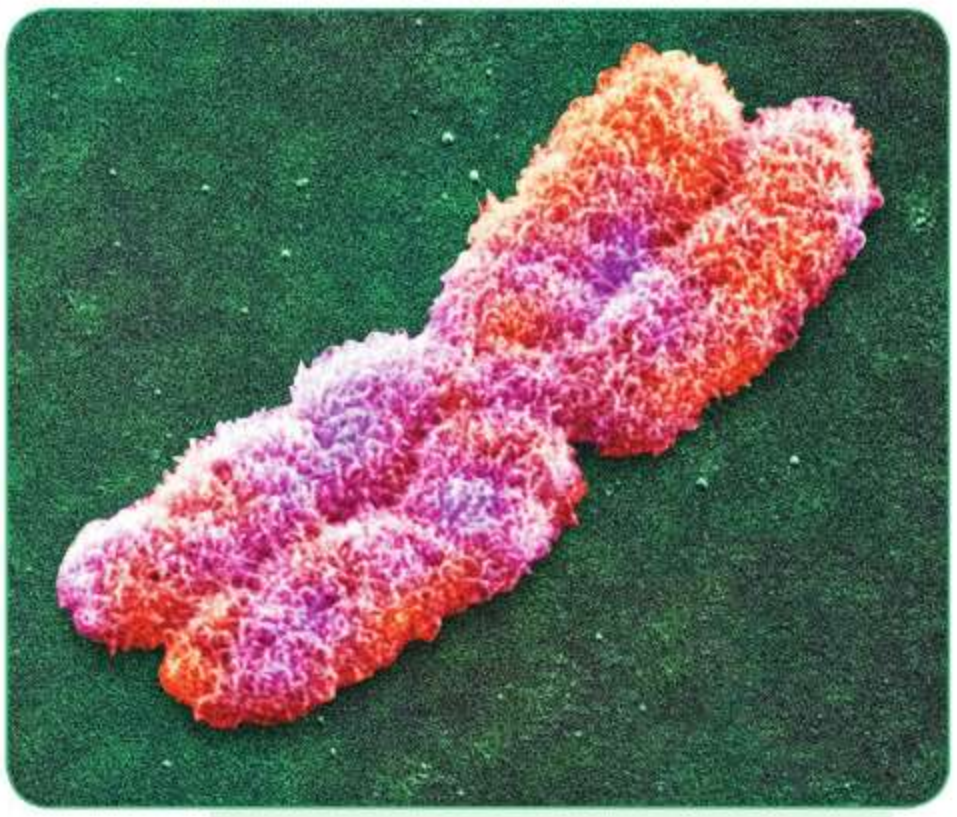



Chromosom z jedną cząsteczką DNA

Chromosom z podwojonym DNA po replikacji



chromosomy na początku podziału komórki (obraz spod mikroskopu świetlnego)

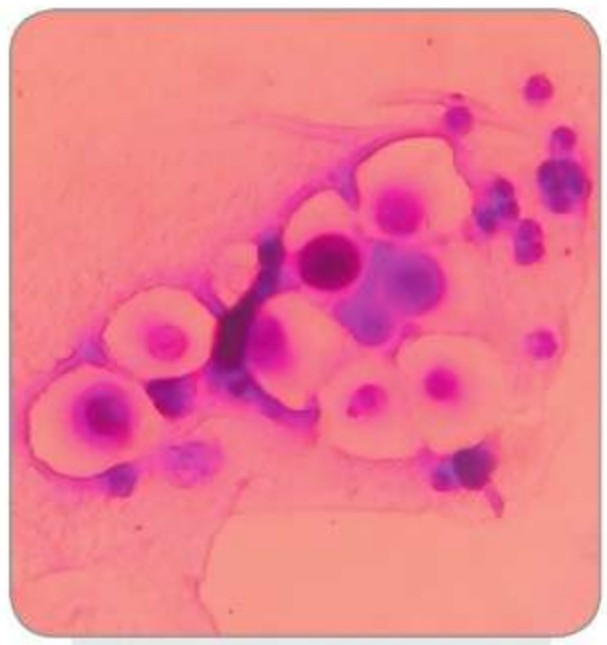


chromosom na początku podziału komórki (obraz spod mikroskopu elektronowego)

chromatyda = dwa ramiona chromosomu + centromer

## A to ciekawe!

Podczas procesu replikacji mogą powstawać błędy, które powodują mutacje (patrz s. 53). Badania naukowe pokazują, że wzrost temperatury otoczenia może przyspieszać mutacje zachodzące u patogennych grzybów *Cryptococcus deneoformans*. Porównywano grzyby tego gatunku rosnące w temp. 30 i 37 °C. Okazało się, że wyższa temperatura zwiększa liczbę zmian w materiale genetycznym grzyba. Szacuje się, że mutacje te mogą finalnie prowadzić do wyższej odporności na ciepło lub np. do większego potencjału chorobotwórczego tego gatunku.



Grzyby *Cryptococcus deneoformans*

## Zapamiętaj! To ważne!

**Replikacja DNA**

### Kiedy zachodzi

Zachodzi zawsze przed podziałem komórki.

### Co zachodzi

W czasie procesu replikacji zachodzi podwojenie DNA.

### Komplementarność

Dzięki regule komplementarności cząsteczki DNA, które powstają w procesie replikacji, są identyczne z cząsteczką macierzystą.

### Po procesie

Po procesie replikacji – na początku podziału komórki – chromosom jest zbudowany z dwóch chromatyd połączonych ze sobą w centromerze.

## Sprawdź się!

**1.** Wyjaśnij regułę komplementarności.

**2.** Określ, na czym polega proces replikacji, i wytłumacz jego znaczenie dla organizmu.

**3.** Opisz przebieg procesu kopiowania materiału genetycznego.

**4.** Opisz budowę chromosomu po replikacji, na początku podziału komórki.

# 4. Znaczenie podziałów komórkowych

Twoje cele:

- rozróżnisz komórki na podstawie ilości materiału genetycznego;
- opiszesz rolę podziałów komórkowych w rozwoju organizmu człowieka;
- określisz, jaki jest skutek niekontrolowanych podziałów komórkowych, oraz wymienisz czynniki wpływające na ten proces.

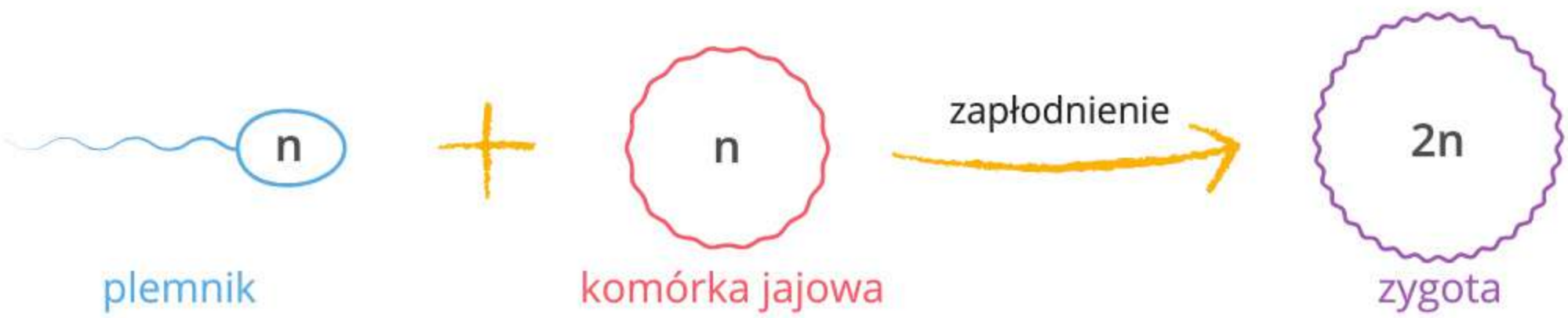
Jesteś na dobrej drodze, aby osiągnąć sukces!

## Ilość materiału genetycznego w komórkach człowieka

Nasz organizm składa się z miliardów komórek. Różnią się one ze względu na kształt, wielkość, ilość struktur komórkowych wewnątrz nich czy pełnione funkcje. Komórki możemy także rozróżnić na podstawie ilości materiału genetycznego w jądrze komórkowym.

## Komórki organizmu człowieka

Przypomnijmy raz jeszcze, na czym polega proces zapłodnienia. Zygota, czyli komórka, której podziały tworzą organizm, powstaje z połączenia komórki jajowej oraz plemnika. Obie gamety mają pojedynczy zestaw chromosomów, inaczej określany jako **n**. Takie komórki nazywamy **komórkami haploidalnymi**. W wyniku połączenia gamet dochodzi do scalenia materiału genetycznego, stąd w zygocie znajduje się podwójny zestaw chromosomów. Komórki mające podwójny zestaw chromosomów, oznaczane jako **2n**, to **komórki diploidalne**. Zygota jako pierwsza komórka organizmu ma podwójny zestaw chromosomów.



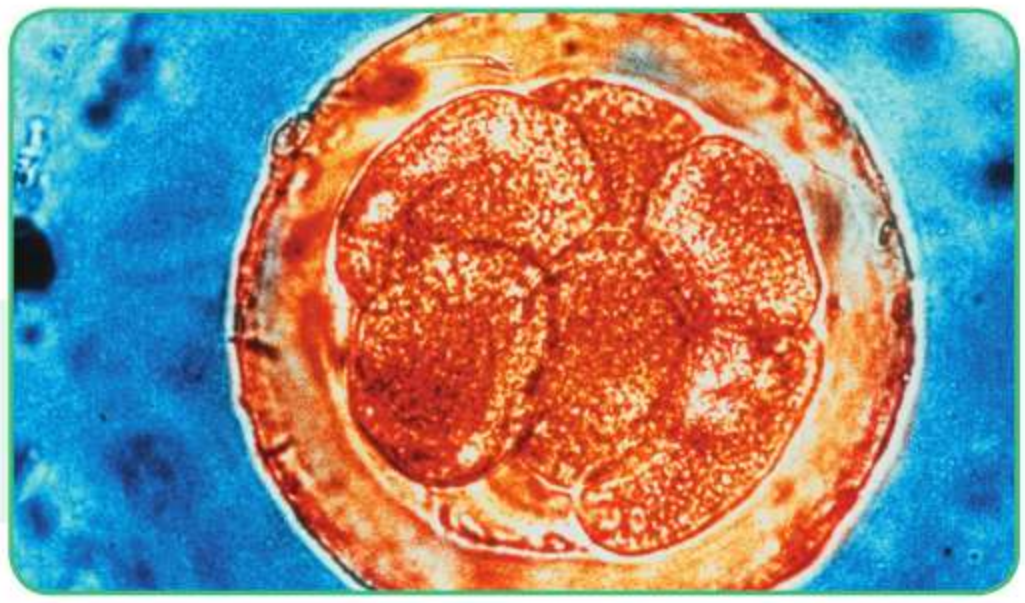

▲ Przedstawienie procesu zapłodnienia z uwzględnieniem ilości materiału genetycznego w komórkach

Ze względu na liczbę zestawów chromosomów komórki możemy podzielić na:

- **komórki haploidalne – n** – jeden zestaw chromosomów, u człowieka są to gamety (komórki rozrodcze), które mają 23 chromosomy,
- **komórki diploidalne – 2n** – dwa zestawy chromosomów, u człowieka są to wszystkie komórki ciała (oprócz gamet), które mają 46 chromosomów (23 pary chromosomów).

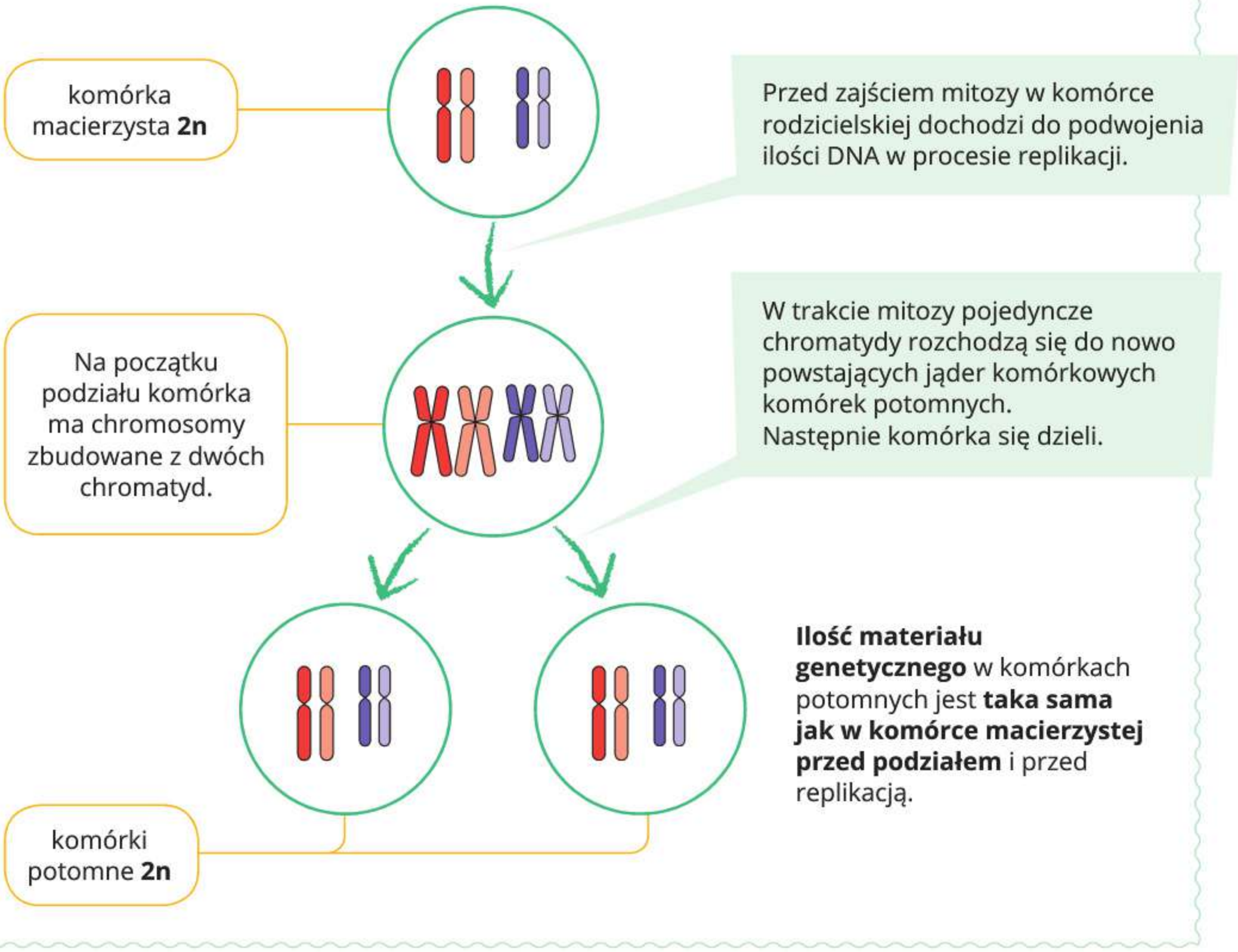
# Podział komórkowy – mitoza

Wiesz już, jak powstaje pierwsza komórka organizmu – zygota. A co z pozostałymi? Inne komórki ciała powstają w procesie **mitozy**.



Rozwój zarodka jest możliwy dzięki podziałom mitotycznym (obraz mikroskopowy).

## Przebieg procesu mitozy



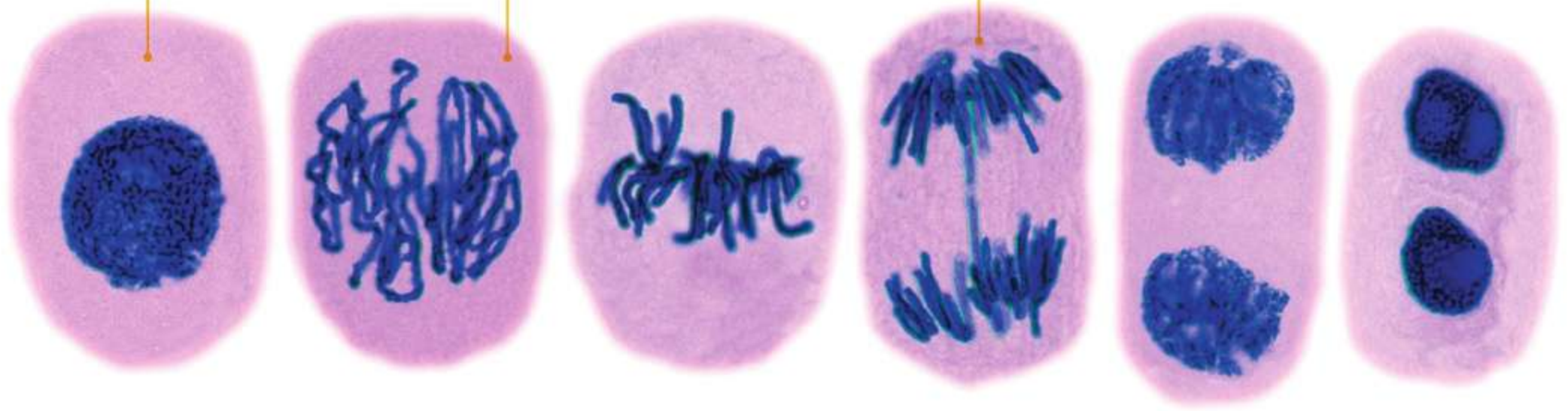

**Mitoza** jest podziałem komórkowym, w którym:

- powstają dwie komórki potomne;
- komórki potomne mają taką samą ilość materiału genetycznego jak komórka przed podziałem – komórka macierzysta.

Materiał genetyczny w komórce macierzystej (podwojony w procesie replikacji).

W kolejnych etapach mitozy materiał genetyczny przybiera formę chromosomów.

Chromatydy poszczególnych chromosomów rozdzielają się i trafiają do nowo powstających komórek.



kolejne stadia mitozy

▲ Zdjęcie mikroskopowe komórki przechodzącej kolejne stadia mitozy

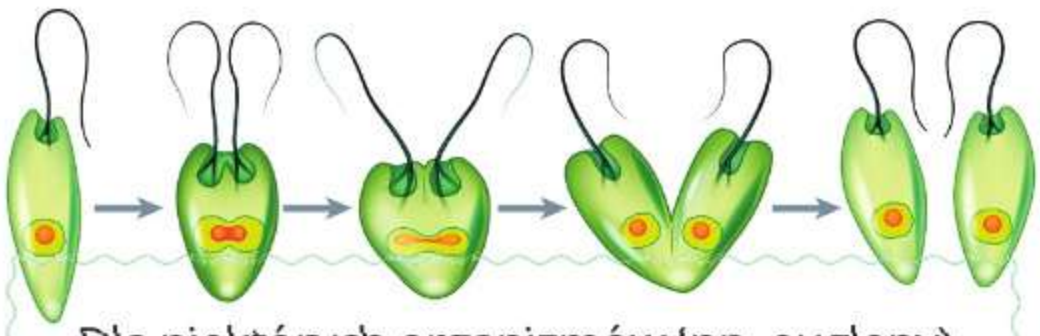
## Znaczenie mitozy

W organizmie człowieka dzięki mitozie dochodzi do wzrostu liczby komórek, co umożliwia wzrost organizmu oraz regenerację tkanek (np. zrastanie kości po ich złamaniu). Dla niektórych organizmów mitoza jest sposobem rozmnażania bezpłciowego. Organizmy potomne, które powstają w wyniku takiego podziału, mają identyczny materiał genetyczny.

Umożliwia regenerację organizmu.

Mitoza

Umożliwia wzrost liczby komórek ciała i wzrost organizmu.

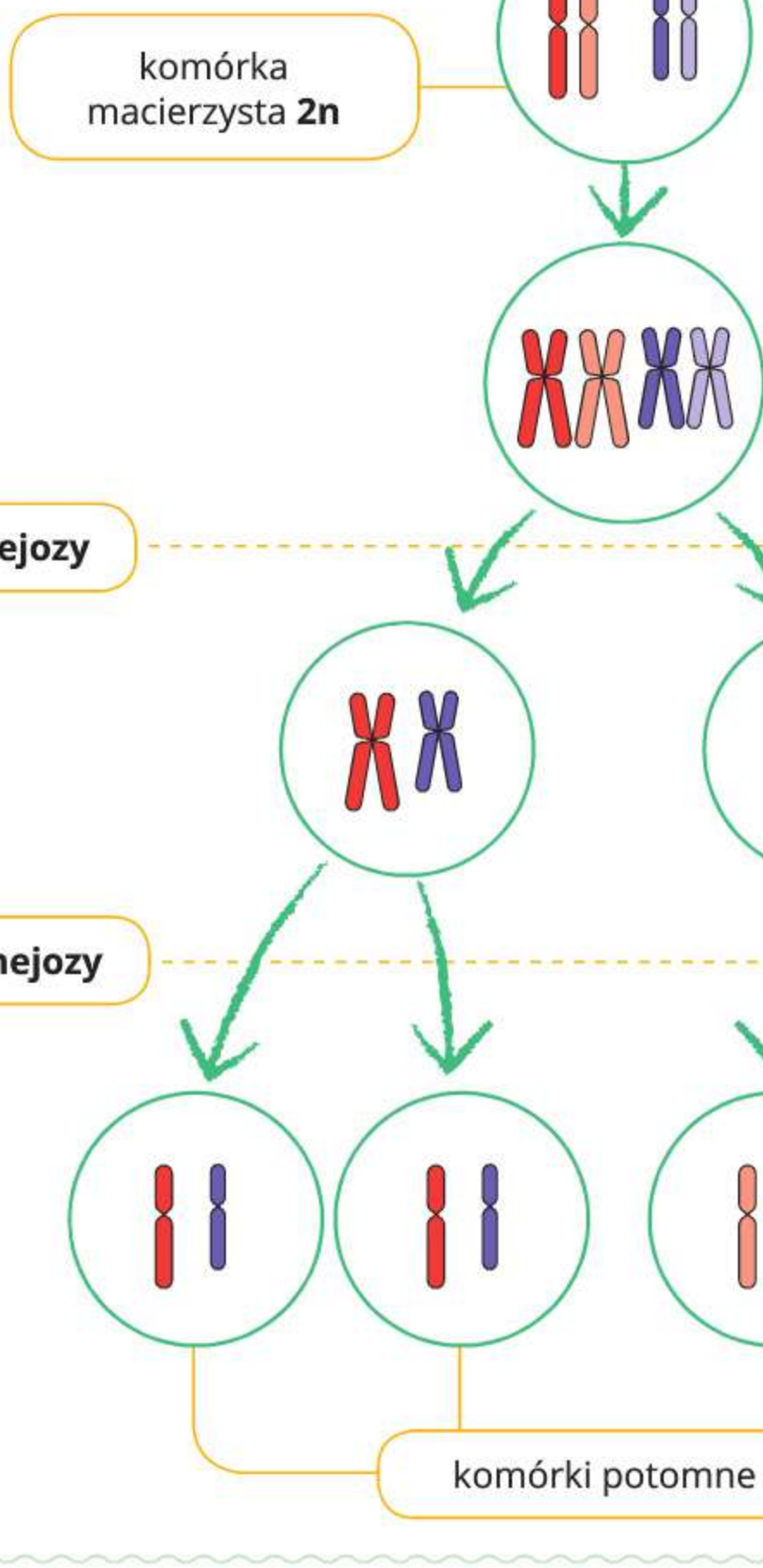


Dla niektórych organizmów (np. eugleny) jest to forma rozmnażania.

# Podział komórkowy – mejoza

**Mejoza** to podział komórkowy, który odpowiada za powstanie komórek o **zmniejszonej o połowę ilości materiału genetycznego**. W organizmie człowieka takie komórki powstają w narządach rozrodczych – jądrach u mężczyzn i jajnikach u kobiet. W wyniku mejozy powstają plemniki oraz komórki jajowe, czyli komórki potrzebne do powstania nowego organizmu. Komórki jąder i jajników tworzące gamety mają podwójny zestaw chromosomów (2n).

## Przebieg procesu mejozy




Zarówno przed mitozą, jak i przed mejozą zachodzi replikacja DNA.

**Mejoza jest procesem dwuetapowym.**

Podczas **pierwszego podziału mejotycznego** powstają dwie komórki, do których rozdzielają się chromosomy homologiczne (patrz s. 26).

Podczas **drugiego podziału mejotycznego** do komórek potomnych przechodzą losowo pojedyncze chromatydy chromosomów i powstają cztery komórki potomne o zredukowanej o połowę liczbie chromosomów.

**Mejoza** jest podziałem komórkowym, w którym:

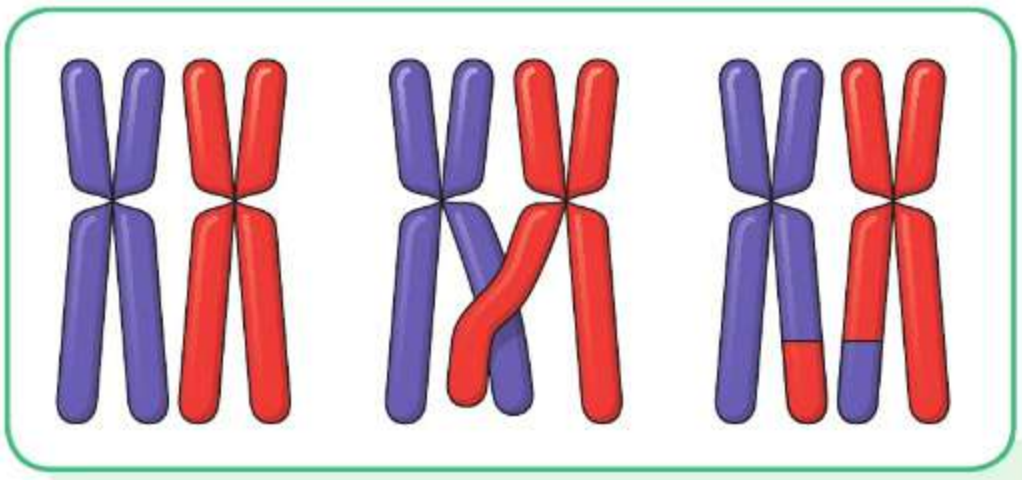
- powstają cztery komórki potomne;
- komórki potomne mają zmniejszoną o połowę ilość materiału genetycznego w porównaniu z komórką przed podziałem – komórką macierzystą.

W wyniku mejozy u człowieka powstają komórki rozrodcze (gamety): komórki jajowe oraz plemniki.

## Wpływ mejozy na zmienność genetyczną

W trakcie przebiegu mejozy (podczas pierwszego podziału mejotycznego) dochodzi do **rekombinacji genetycznej**. Proces ten dotyczy **chromosomów homologicznych**, czyli chromosomów z tej samej pary. Chromosomy homologiczne mają tę samą wielkość, kształt oraz zawierają informację genetyczną na ten sam temat.

W wyniku rekombinacji genetycznej między chromosomami homologicznymi dochodzi do wymiany fragmentów z tych samych odcinków, zawierających geny kodujące informacje o tych samych cechach. Proces ten wpływa na **zmienność genetyczną**, czyli zróżnicowanie cech w obrębie tego samego gatunku, np. rodzeństwo różni się między sobą, mimo że pochodzi od tych samych rodziców.



Proces wymiany fragmentów chromosomów homologicznych. Odbywa się podczas mejozy.

### Porównanie mitozy i mejozy

| Cechy podziału | Mitoza | Mejoza |
|---|---|---|
| Liczba chromosomów w komórkach potomnych w porównaniu z komórkami macierzystymi | Taka sama – 2n | O połowę mniejsza – n |
| Liczba powstałych komórek | 2 | 4 |
| Liczba etapów procesu | 1 | 2 |
| Rekombinacja genetyczna | Nie występuje | Występuje |
| Znaczenie dla człowieka | Powstawanie komórek ciała; umożliwia wzrost i regenerację organizmu | Powstawanie komórek rozrodczych: plemników oraz komórek jajowych |

## Niekontrolowany podział komórkowy

W zdrowym organizmie podziały komórkowe zachodzą w kontrolowany sposób, dzięki czemu powstaje odpowiednia ilość potrzebnych komórek. Czasami jednak dochodzi do sytuacji, w której komórki nadmiernie się dzielą. Przyczyną nadmiernych podziałów komórek mogą być zaburzenia genetyczne wywołane m.in. przez niektóre używki (np. alkohol, papierosy), promieniowanie UV, zanieczyszczenia środowiska, niewłaściwą dietę i tryb życia. Komórki powstające przez niekontrolowany podział nie funkcjonują prawidłowo, a na dodatek osłabiają zdrowe komórki znajdujące się w pobliżu. Konsekwencją tego procesu są **nowotwory**.

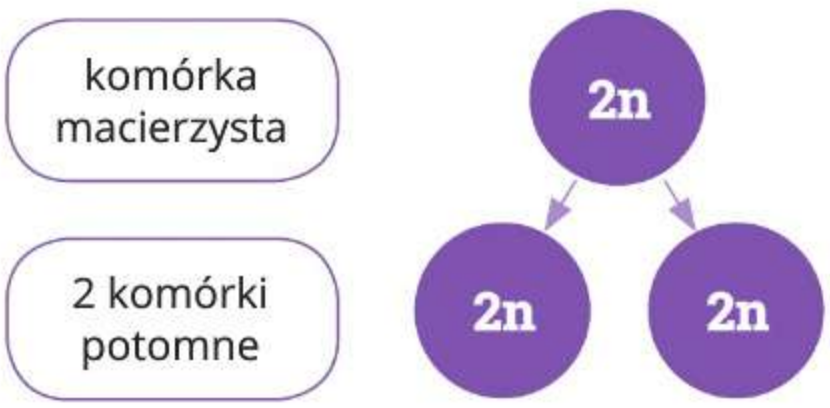
▲ Schemat przedstawiający przebieg powstawania choroby nowotworowej

## Zapamiętaj! To ważne!

### Podziały komórkowe

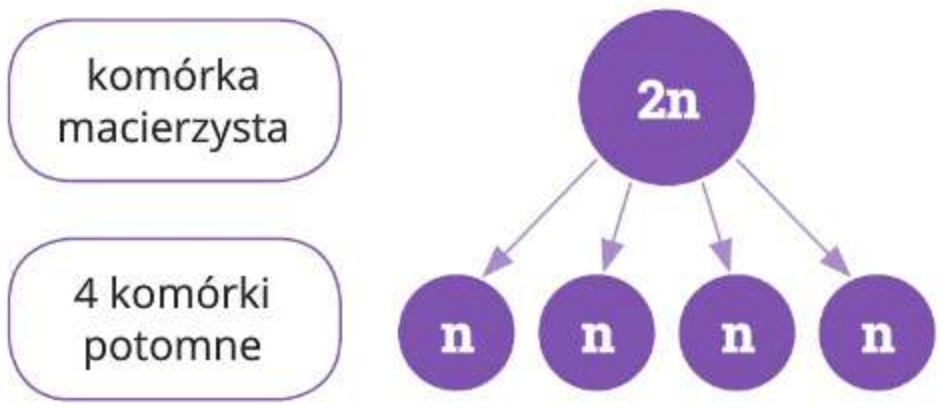
#### Mitoza

- Powstają dwie komórki o takiej samej ilości materiału genetycznego jak komórka macierzysta.
- Znaczeniem mitozy dla człowieka jest wzrost liczby komórek ciała (wzrost organizmu) oraz regeneracja tkanek.




#### Mejoza

- Powstają cztery komórki z mniejszą o połowę ilością materiału genetycznego niż komórka macierzysta.
- Zachodzi proces rekombinacji, który zwiększa zmienność genetyczną organizmów.
- W wyniku mejozy powstają komórki rozrodcze człowieka.




Rodzaje komórek ze względu na liczbę zestawów chromosomów:

- haploidalne – n
- diploidalne – 2n

Niekontrolowane podziały komórki wywołane przez niektóre używki, niewłaściwy tryb życia itp. mogą być wynikiem zaburzeń genetycznych i prowadzić do powstania **nowotworu**.

## Sprawdź się!

**1.** Wymień nazwy komórek mających pojedynczy zestaw chromosomów oraz komórek mających podwójny zestaw chromosomów.

**2.** Znajdź w zasobach internetowych informacje na temat trzech czynników, innych niż podane w podręczniku, które mogą być przyczyną nowotworów.

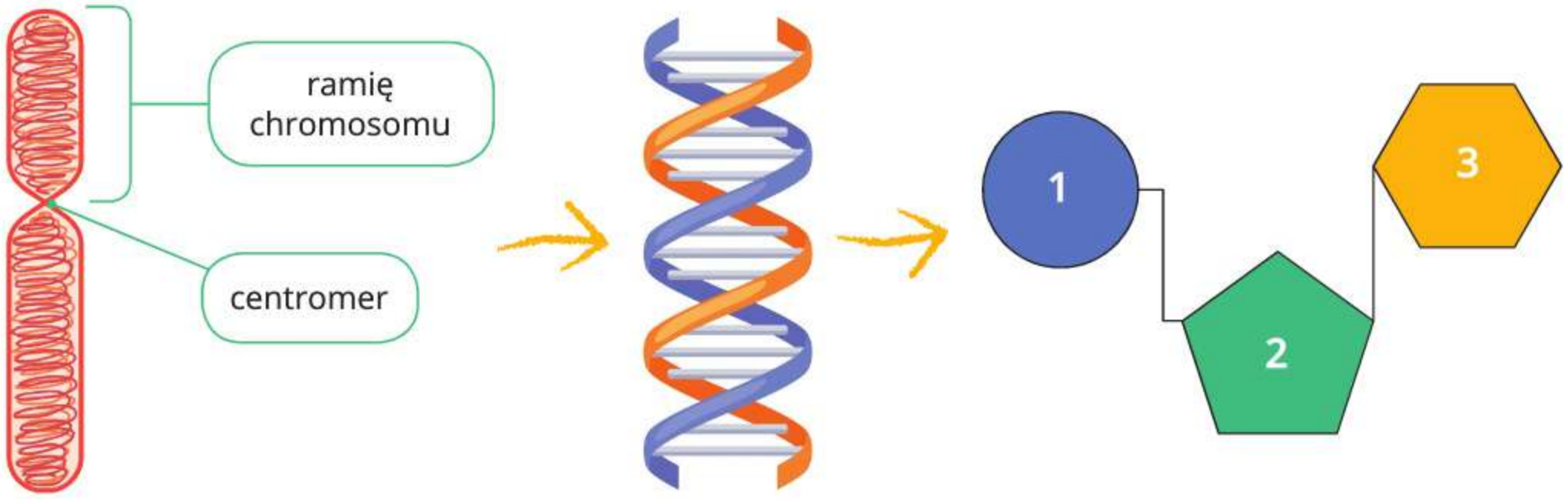
**3.** Wyjaśnij, na czym polega rekombinacja genetyczna i jakie jest jej znaczenie.

**4.** Podaj trzy różnice między mitozą a mejozą.

# PODSUMOWANIE DZIAŁU I
# Podstawy dziedziczenia

## Struktura DNA

W komórce ciała człowieka znajduje się 46 chromosomów (inaczej 23 pary chromosomów).




**Chromosom** to najbardziej upakowana forma materiału genetycznego. Zawiera jedną cząsteczkę DNA.

**Podwójna helisa DNA** jest zbudowana z dwóch nici. Jednostką budującą nici DNA jest nukleotyd.

**Nukleotyd** składa się z:
1) reszty kwasu fosforowego,
2) cukru (deoksyrybozy),
3) zasady azotowej.

## Kwas deoksyrybonukleinowy

Informacje na temat budowy DNA umożliwiły rozwój wielu dziedzin nauki i przemysłu.

Nie zawiera informacji na temat cech nabytych (np. blizn).

Zawiera informację genetyczną, na podstawie której są budowane białka.

Układ nukleotydów DNA jest indywidualny dla każdego człowieka (z wyjątkiem bliźniąt jednojajowych).

**DNA**

Materiał genetyczny otrzymujemy od obojga rodziców. Znajduje się on w jądrze komórkowym.

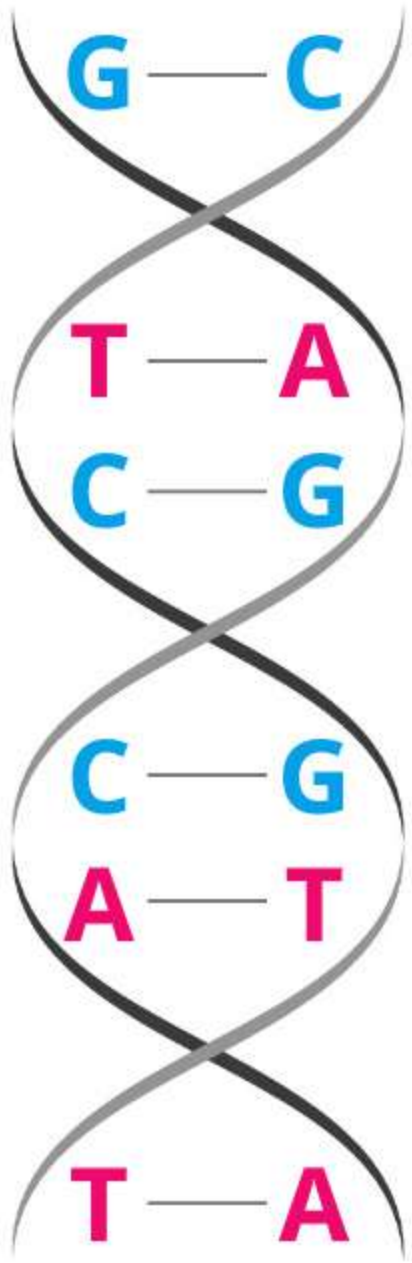
W DNA są zapisane cechy:

- dziedziczne, np. kolor oczu, kształt nosa;
- gatunkowe, np. dla człowieka są to dwunożność, zdolność mowy.

## Zasady azotowe

W DNA występują cztery zasady azotowe:

- adenina (A)
- tymina (T)
- guanina (G)
- cytozyna (C)




## Reguła komplementarności

Zasady azotowe nukleotydów leżących na przeciwległych niciach DNA łączą się ze sobą zawsze w ten sam sposób:

**adenina – tymina**

**cytozyna – guanina**

Zapewnia to stabilizację cząsteczki DNA oraz umożliwia proces kopiowania materiału genetycznego.

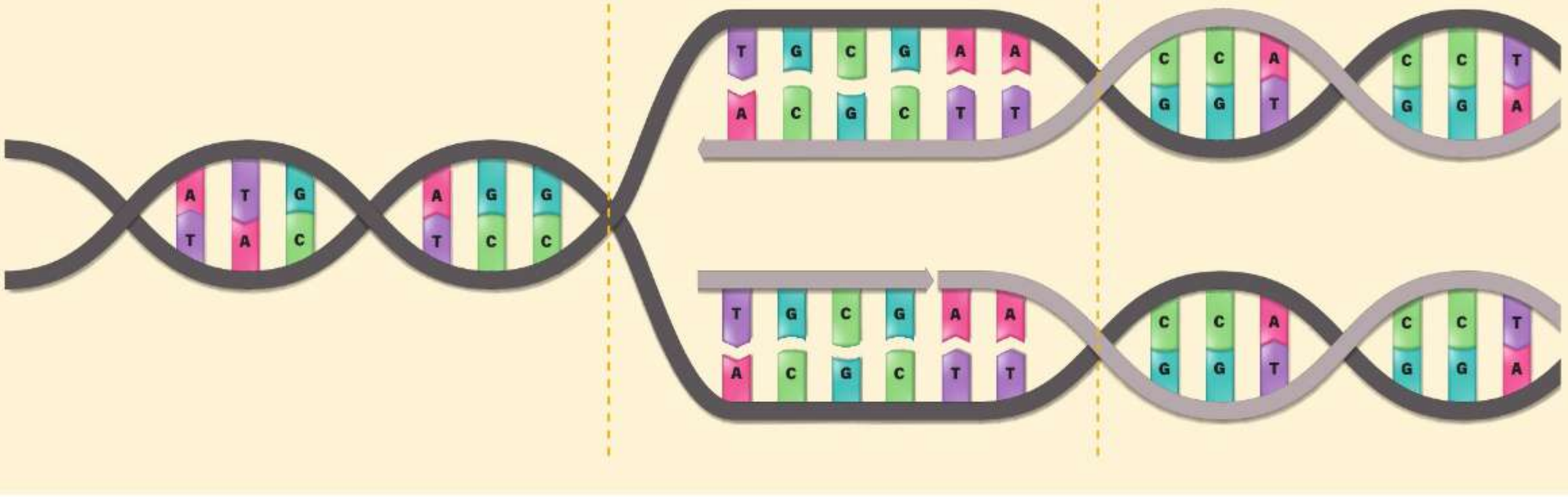
## Replikacja

Replikacja to proces podwojenia (kopiowania) materiału genetycznego. Dzięki replikacji komórki potomne mają taką samą ilość materiału genetycznego jak komórka macierzysta.

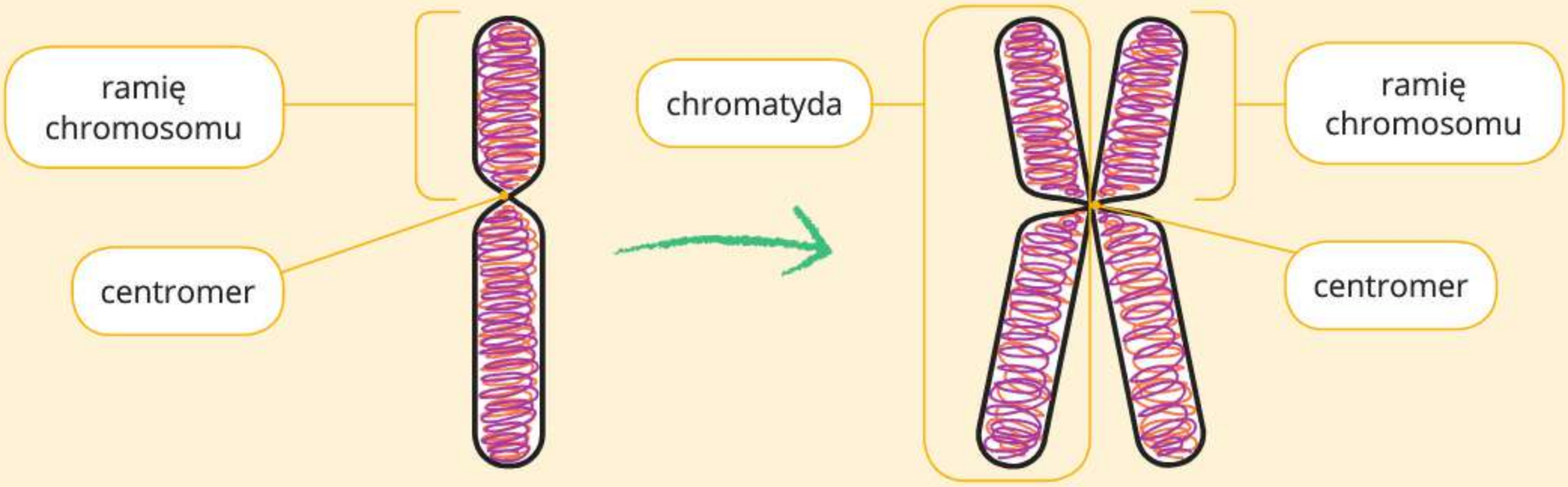
Rozplecenie podwójnej helisy DNA.

Dobudowanie nowej nici do każdej starej nici poprzez dopasowanie odpowiednich nukleotydów zgodnie z regułą komplementarności.

Powstanie dwóch nowych cząsteczek DNA – każdej złożonej z jednej starej nici i jednej nowej.



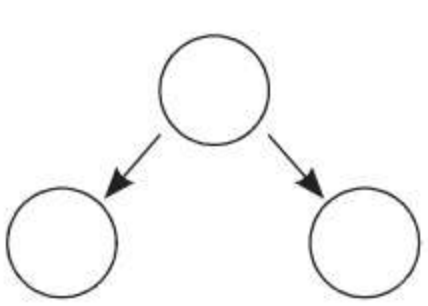
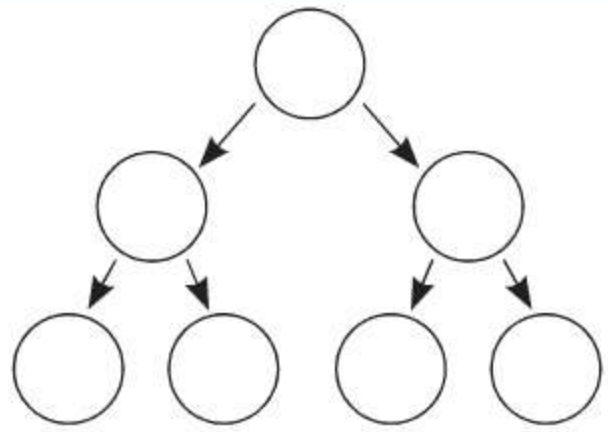
## Budowa chromosomu




Chromosom z jedną cząsteczką DNA

Chromosom z podwojonym DNA po replikacji

## Mitoza i mejoza

| CECHY | MITOZA | MEJOZA |
|---|---|---|
| Liczba komórek powstałych w wyniku podziału komórkowego | 2 komórki | 4 komórki |
| Ilość materiału genetycznego w komórkach potomnych | Taka sama jak w komórce macierzystej | O połowę mniejsza niż w komórce macierzystej |
| Rodzaj komórek powstałych w wyniku podziału | Komórki diploidalne (2n) **u człowieka 23 pary chromosomów (46 chromosomów)** | Komórki haploidalne (n) **u człowieka 23 chromosomy** |
| Liczba etapów podziału | 1 etap | 2 etapy |
| Replikacja przed podziałem | Tak | Tak |
| Rekombinacja genetyczna | Nie | Tak |
| Schemat podziału |  |  |
| Znaczenie podziału komórkowego dla człowieka | Powstanie komórek odpowiadających za wzrost ciała człowieka oraz regenerację | Powstanie komórek rozrodczych, potrzebnych do rozmnażania płciowego |

**Uwaga!** Niekontrolowane podziały komórkowe mogą powodować **nowotwory**. Czynnikami wywołującymi nowotworzenie mogą być m.in. niektóre używki, niewłaściwa dieta oraz promieniowanie UV.

## Słowniczek pojęć, które warto znać

**Cechy dziedziczne**
cechy przekazywane przez rodziców potomstwu, np. kolor oczu, kształt nosa.

**Cechy gatunkowe**
cechy wspólne dla osobników należących do jednego gatunku, np. zdolność mowy u człowieka.

**Cechy indywidualne**
cechy wyjątkowe dla jednego osobnika, np. układ linii papilarnych, ton głosu.

**Cechy nabyte**
cechy, które pojawiają się w trakcie życia, są niedziedziczne, np. blizny, zmiany po operacjach plastycznych.

**Centromer**
przewężenie w chromosomie.

**Chromatyda**
połówka chromosomu po replikacji; zawiera jedną cząsteczkę DNA.

**Chromosom**
najbardziej upakowana forma DNA, zbudowany z dwóch ramion i centromeru; zawiera jedną cząsteczkę DNA.

**DNA (kwas deoksyrybonukleinowy)**
związek chemiczny zawierający informację genetyczną.

**Gen**
odcinek DNA zazwyczaj kodujący informacje o budowie białka.

**Genetyka**
nauka zajmująca się dziedziczeniem cech oraz zmiennością organizmów.

**Informacja genetyczna**
informacja o wszystkich cechach dziedzicznych zapisana w materiale genetycznym.

**Komórka diploidalna**
komórka zawierająca podwójny zestaw chromosomów – 2n. U człowieka komórką diploidalną jest każda komórka ciała (oprócz gamet), zawiera 46 chromosomów.

**Komórka haploidalna**
komórka zawierająca pojedynczy zestaw chromosomów – n. U człowieka komórkami haploidalnymi są gamety (plemnik i komórka jajowa) zawierające 23 chromosomy.

**Mejoza**
podział komórkowy, w wyniku którego powstają komórki o zredukowanej o połowę liczbie chromosomów w porównaniu z komórką macierzystą; występuje u organizmów rozmnażających się płciowo.

**Mitoza**
podział komórkowy, w wyniku którego powstają komórki o takiej samej liczbie chromosomów jak komórka macierzysta. Mitoza umożliwia m.in. wzrost i regenerację organizmu oraz rozmnażanie bezpłciowe.

**Nukleotyd**
podstawowa jednostka budująca DNA, składa się z cukru (deoksyrybozy), zasady azotowej oraz reszty kwasu fosforowego.

**Reguła komplementarności**
tłumaczy łączenie zasad azotowych dwóch nici DNA. W podwójnej helisie DNA zawsze adenina łączy się z tyminą, a guanina z cytozyną.

**Rekombinacja genetyczna**
wymiana genów między chromosomami homologicznymi, zachodzi podczas mejozy.

**Replikacja**
proces podwojenia (kopiowania) DNA.

**Zasada azotowa**
wchodzi w skład nukleotydu, w DNA występują cztery zasady azotowe: adenina, tymina, guanina, cytozyna.

**Zmienność organizmów**
zróżnicowanie cech w obrębie grupy organizmów oraz gatunku. Zwiększa przeżywalność gatunku przy zmieniających się warunkach środowiskowych.

## Czas na zadania!

Odpowiedzi zapisz w zeszycie.

### Zadanie 1

Wskaż poprawne dokończenie zdania.

Podstawową jednostką budującą DNA jest

**A.** podwójna helisa.

**B.** nukleotyd.

**C.** chromosom.

### Zadanie 2

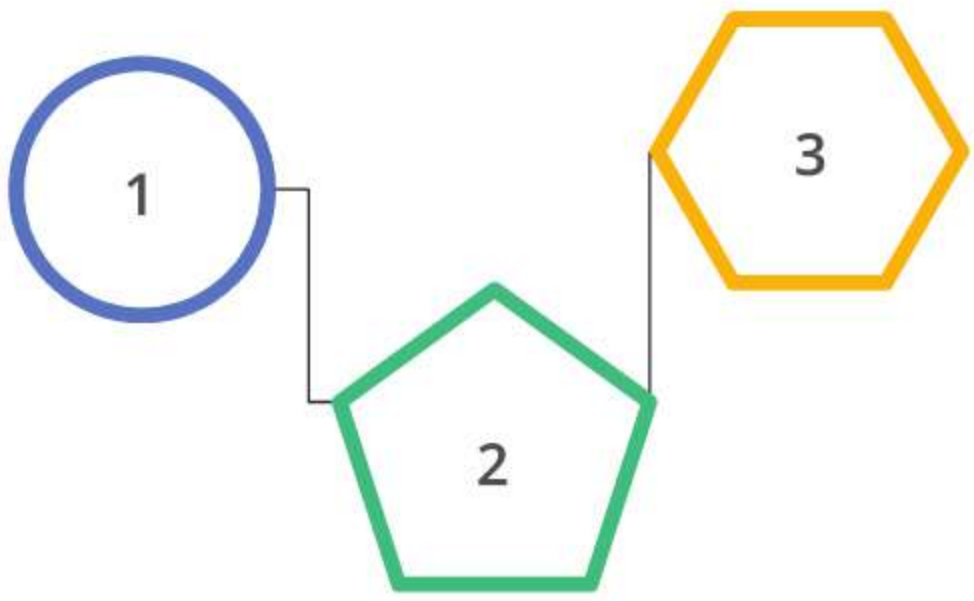
Na schemacie przedstawiono budowę nukleotydu DNA. Wskaż odpowiedź zawierającą prawidłowe oznaczenia 1–3.

**A.** 1 – cukier, 2 – zasada azotowa, 3 – reszta kwasu fosforowego

**B.** 1 – zasada azotowa, 2 – cukier, 3 – reszta kwasu fosforowego

**C.** 1 – reszta kwasu fosforowego, 2 – zasada azotowa, 3 – cukier

**D.** 1 – reszta kwasu fosforowego, 2 – cukier, 3 – zasada azotowa




### Zadanie 3

Znając regułę komplementarności, wskaż sekwencję komplementarną do zapisanej poniżej.

TCGAGATCAGA

**A.** ACGTACTGT **B.** CATGCGTAC **C.** AGCTCTAGTCT **D.** GATCGATG

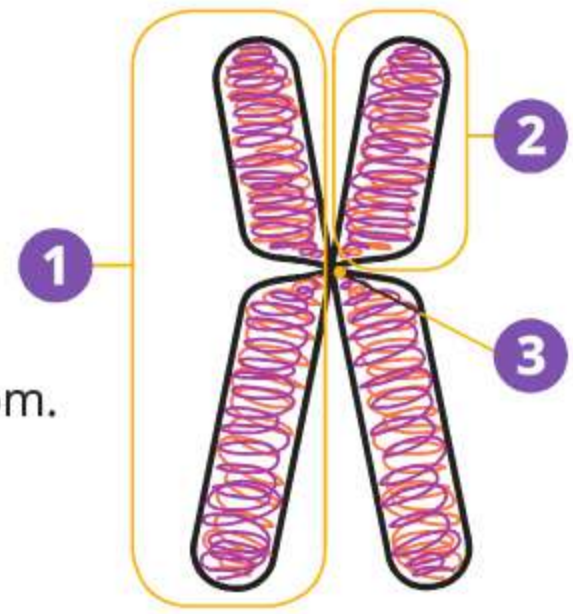
### Zadanie 4

Wykonaj poniższe polecenia. Skorzystaj z ilustracji chromosomu z początku podziału komórkowego.

**a)** Wskaż numer (1–3), jakim oznaczono chromatydę.

**b)** Podaj liczbę cząsteczek DNA, jaką zawiera pokazany chromosom.

**c)** Wyjaśnij, co oznacza proces replikacji.



## Zadanie 5

Wskaż poprawne dokończenie zdania.

Centromer to

**A.** inaczej chromatyda.
**B.** najbardziej upakowana forma DNA.
**C.** przewężenie chromosomu.
**D.** rodzaj zasady azotowej.

## Zadanie 6

Wskaż zdania zawierające prawdziwe informacje.

**A.** Kariotyp każdego organizmu ma 46 chromosomów.
**B.** Komórka haploidalna zawsze zawiera pojedynczy zestaw chromosomów.
**C.** Komórka ciała człowieka jest diploidalna.
**D.** Przykładem komórki haploidalnej jest zapłodniona komórka jajowa.

## Zadanie 7

Uzupełnij zdanie, tak aby zawierało prawdziwe informacje. Wybierz odpowiedź A albo B oraz odpowiedź C albo D.

Proces kopiowania materiału genetycznego to **A** / **B** i zachodzi **C** / **D**.

**A.** replikacja
**B.** reguła komplementarności
**C.** po podziale komórkowym
**D.** przed podziałem komórkowym

## Zadanie 8

Przyporządkuj opisy (A–G) do odpowiedniego podziału komórkowego (1 lub 2).

**1.** mitoza **2.** mejoza

**A.** Proces, w którym powstają komórki o takiej samej ilości materiału genetycznego jak komórka rodzicielska.
**B.** Proces, w którym powstają cztery komórki.
**C.** Podział komórkowy, w trakcie którego zachodzi rekombinacja genetyczna.
**D.** Proces, w którym powstają komórki o zmniejszonej ilości materiału genetycznego w porównaniu z komórką rodzicielską.
**E.** Proces, w którym powstają dwie komórki.
**F.** Proces, w którym u człowieka powstają komórki ciała.
**G.** Proces, w którym u człowieka powstają plemniki lub komórki jajowe.

## Zadanie 9

Wybierz przykłady cech dziedzicznych człowieka.

*kształt małżowiny usznej, tatuaż, farbowane włosy, obecność piegów, blizny, kolor oczu*

## Zadanie 10

Przeczytaj tekst, a następnie wykonaj polecenia.

Osoba poszukiwana – sprawca wypadku

Dnia 23 marca o godzinie 20.08 w Toruniu przy ulicy Olsztyńskiej zdarzył się wypadek. Poszukiwana jest kobieta, która spowodowała to zdarzenie.

Rysopis osoby poszukiwanej

Kobieta, około 165 centymetrów wzrostu, wiek szacowany na 25 lat, szczupła, długie jasnoróżowe włosy, niebieskie oczy, tatuaż na lewym ramieniu w kształcie serca.

Wszystkie informacje dotyczące wypadku oraz osoby poszukiwanej prosimy zgłaszać do najbliższego komisariatu policji.

**a)** Na podstawie powyższego opisu poszukiwanej kobiety wymień jej cechy nabyte.

**b)** Wykonaj opis wybranej przez siebie osoby, w którym zawrzesz minimum trzy cechy nabyte, dwie cechy dziedziczne i jedną cechę indywidualną.

## Zadanie 11

Połącz pojęcia (A–D) z ich definicjami (1–4).

**A.** komórka haploidalna
**B.** komórka diploidalna
**C.** podwójna helisa
**D.** chromosom

**1.** skręcony łańcuch DNA, złożony z dwóch nici
**2.** najbardziej upakowana forma DNA
**3.** komórka zawierająca podwójny zestaw chromosomów
**4.** komórka zawierająca pojedynczy zestaw chromosomów

## Zadanie 12

Wskaż zdania fałszywe, a następnie popraw je tak, aby zawierały prawdziwe informacje.

**A.** Reguła komplementarności tłumaczy dopasowanie się cukrów w DNA.
**B.** Efektem końcowym mitozy jest powstanie dwóch komórek.
**C.** W każdej komórce haploidalnej znajduje się podwójny zestaw chromosomów.
**D.** Informacja genetyczna jest zapisana w tłuszczach.

DZIAŁ II

# DZIEDZICZENIE CECH

Allele

Genotyp

Mutacja

O czym to będzie?

# 1. Dziedziczenie podstawowych cech

Twoje cele:

- wyjaśnisz pojęcia dotyczące dziedziczenia cech;
- skonstruujesz krzyżówkę genetyczną;
- rozwiążesz zadania związane z dziedziczeniem jednogenowym.

Zaczynamy!

## Geny a cechy

Gdy patrzymy na organizm, jesteśmy w stanie dostrzec wiele jego **cech**. Część z nich widzimy od razu, u człowieka to np. kolor włosów, kolor oczu, kształt uszu czy obecność piegów. Czy nasz wygląd zawdzięczamy wyłącznie genom odziedziczonym po rodzicach?

**GENOTYP** Cechy, które dziedziczymy po rodzicach, są zapisane w **genach** przenoszonych na chromosomach. Przykład stanowią grupy krwi, zapisane na jednym genie odziedziczonym po rodzicach. Jednak rzadko się zdarza, aby jedna cecha była warunkowana wyłącznie przez jeden gen. Zespół wszystkich genów organizmu nazywamy **genotypem**.

**FENOTYP** Większość cech zależy od zespołu genów (np. kolor skóry, kolor oczu, wysokość ciała). Niektóre cechy są warunkowane nie tylko genami, lecz także czynnikami środowiska (np. masa ciała zależy w znacznym stopniu od diety). To wszystko składa się na twój obecny wygląd. Zespół cech organizmu (warunkowanych przez genotyp i czynniki środowiskowe) to **fenotyp**.

gen w DNA → białko → cecha

Geny zawierają informację o białkach, a białka umożliwiają ujawnianie się cech.

**Genotyp** (wszystkie geny organizmu) + **czynniki środowiskowe** = **fenotyp** (wszystkie cechy organizmu)

## Allele – różne wersje jednego genu

Aby łatwiej zrozumieć dziedziczenie cech, prześledźmy ten proces na grochu zwyczajnym. Jedną z cech grochu stanowi kolor jego kwiatów. Ponieważ ta cecha jest warunkowana tylko przez jeden gen, łatwo zaobserwować jej przekazywanie między pokoleniami. Właśnie ta roślina była przedmiotem badań Grzegorza Mendla, zwanego ojcem genetyki, w XIX wieku.

Groch zwyczajny, na którym Mendel przeprowadzał eksperymenty, miał kwiaty w kolorze czerwonym lub białym.

**ALLELE** Zauważ, że gen warunkujący kolor kwiatów grochu ma dwie wersje – może warunkować czerwony lub biały kolor kwiatów. Różne wersje tego samego genu nazywamy **allelami.** Allele jednej cechy (np. koloru kwiatów) oznaczamy tą samą literą alfabetu (np. A, a).

Allele genu odpowiadającego za kolor płatków kwiatów grochu zwyczajnego:

**A** – kwiaty czerwone

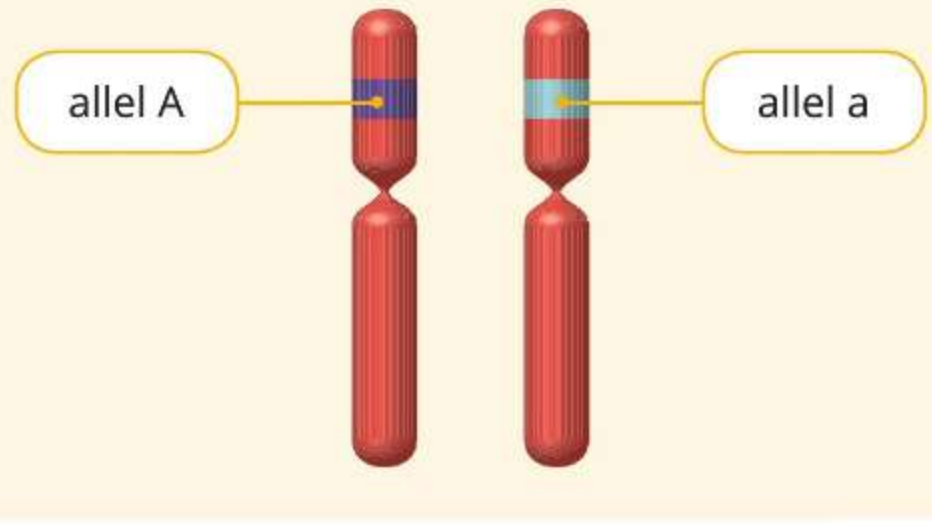
**a** – kwiaty białe

Każdy organizm, który powstał w wyniku rozmnażania płciowego, ma dwa allele każdego genu – po jednym od każdego rodzica.

Zygota powstała po połączeniu się plemnika i komórki jajowej może zawierać dwa identyczne allele (aa, AA) lub dwa różne allele (Aa) każdego genu. Osobnik, który ma dwa identyczne allele danego genu, nazywany jest **homozygotą** (przedrostek *homo* oznacza: taki sam, jednakowy). Osobnik, który ma dwa różne allele, jest **heterozygotą** (przedrostek *hetero* oznacza: inny, niejednorodny). Groch może więc mieć:

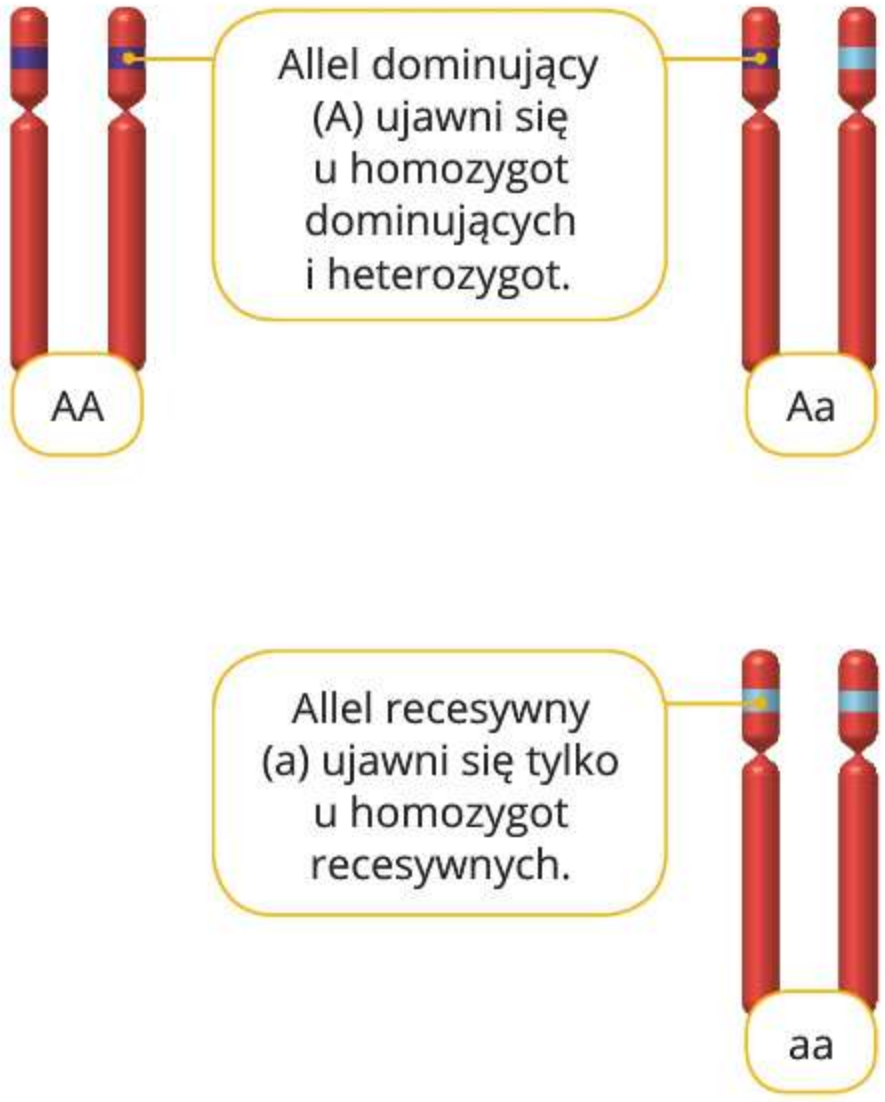
- AA – dwa allele kwiatów czerwonych,
- aa – dwa allele kwiatów białych,
- Aa – jeden allel kwiatów czerwonych i jeden allel kwiatów białych.

**Allele** to **wersje genu** warunkujące jeden z wariantów danej cechy. Każdy organizm, który powstał w wyniku rozmnażania płciowego, ma dwa allele każdego genu – po jednym na chromosomie każdej pary od matki i od ojca. Allele zapisujemy za pomocą liter alfabetu, np. A, a lub B, b.



**ALLEL DOMINUJĄCY** Niektóre allele są silniejsze od innych, co oznacza, że jeśli wystąpią w genotypie, to zawsze ujawnią się w fenotypie. Takie allele nazywamy **dominującymi.** Zapisujemy je dużą literą (np. A). Tego typu allel ujawni się nie tylko u homozygot dominujących o genotypie AA, lecz także u heterozygot o genotypie Aa z allelem kwiatów czerwonych A i allelem kwiatów białych a. Cechą dominującą u grochu są kwiaty czerwone i właśnie ta barwa ujawni się w przypadku heterozygoty (Aa).

**ALLEL RECESYWNY** Wariant cechy przenoszony przez allel recesywny ujawni się tylko u homozygot recesywnych, czyli u organizmów posiadających oba allele recesywne. Groch o genotypie aa będzie miał fenotyp kwiatów białych. Allele recesywne zapisujemy małą literą (np. a).




## Wybrane cechy dominujące i recesywne u grochu

| Cecha | Powierzchnia nasion | Kolor kwiatów | Kolor strąka | Wysokość rośliny |
|---|---|---|---|---|
| Recesywna | pomarszczona | biały | żółty | niska |
| Dominująca | gładka | czerwony | zielony | wysoka |

## A to ciekawe!

W tabeli podano kilka **cech człowieka**. Zastanów się, które z twoich cech są dominujące, a które – recesywne.

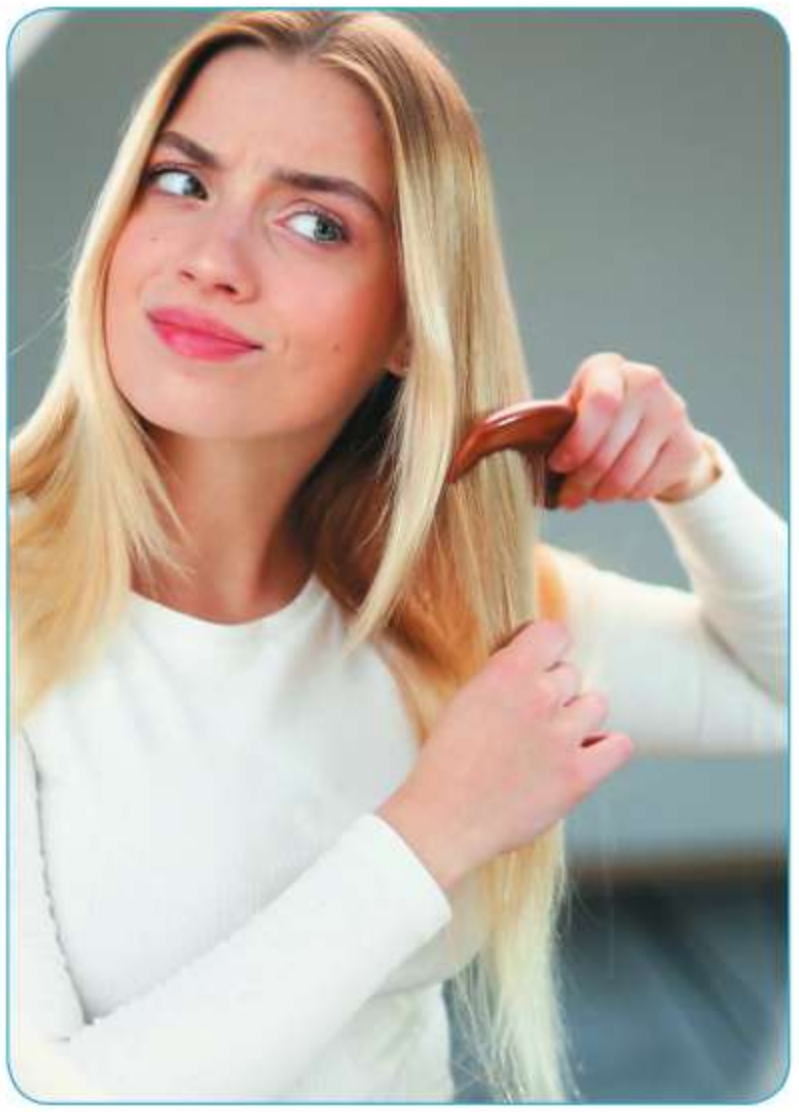
| Cecha | Ręka dominująca | Kolor oczu | Obecność piegów | Umiejętność zwijania języka w rurkę |
|---|---|---|---|---|
| Recesywna | lewa | jasne | brak | nie potrafi |
| Dominująca | prawa | ciemne | obecne | potrafi |

## Obserwacja dodatkowa

# Dziedziczenie koloru włosów w rodzinie

### Czas

15 minut.



### Sprzęt i materiały:

Zeszyt, długopis
(do zanotowania obserwacji).

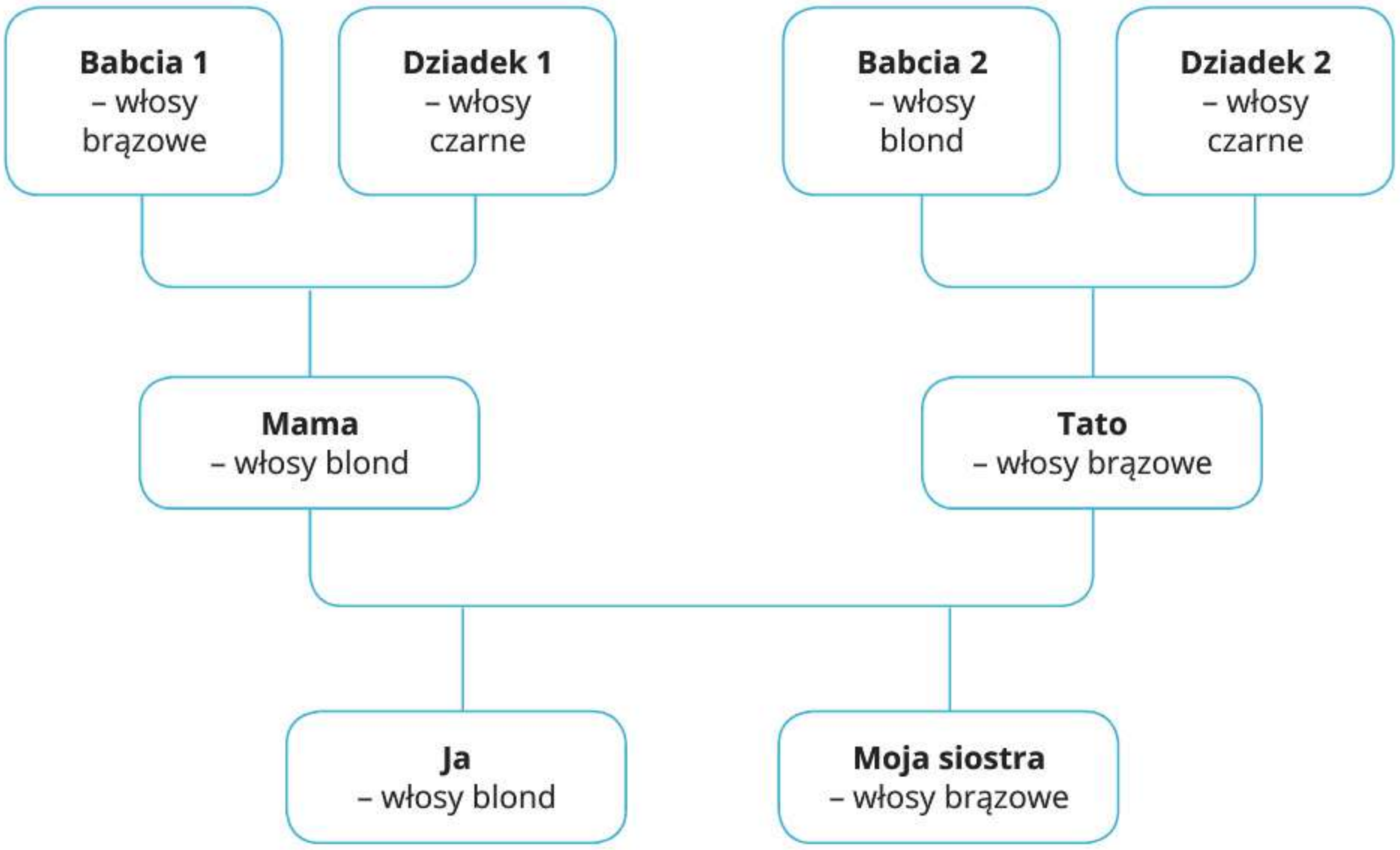
### Przebieg obserwacji:

Zapytaj członków najbliższej rodziny o ich naturalny kolor włosów.

Włosy ciemne (brązowe i czarne) to cecha dominująca, a włosy jasne (blond i rude) – recesywna.

Narysuj schemat dziedziczenia koloru włosów w rodzinie i zastanów się, jaki możesz mieć genotyp.

**Przykładowy schemat:**



# Dziedziczenie jednogenowe

Dziedziczenie cech warunkowanych jednym genem jest łatwo prześledzić w kolejnych pokoleniach.

Jeśli wiemy, które cechy są dominujące, a które – recesywne, możemy obliczyć prawdopodobieństwo wystąpienia poszczególnych cech u organizmów potomnych. Twoje zadanie będzie dotyczyć **dziedziczenia jednogenowego**, czyli dziedziczenia cechy warunkowanej jednym genem (np. struktury powierzchni nasiona grochu albo koloru kwiatów grochu). Przeanalizuj metodę rozwiązywania tego typu zadań, a później przećwicz kilka razy dla utrwalenia wiedzy. Do wykonania zadań związanych z dziedziczeniem jednogenowym służą **krzyżówki genetyczne**.

### Jak rozwiązywać krzyżówki genetyczne?

1. Przeczytaj uważnie polecenie, zastanów się, jakie informacje zostały w nim podane. Określ i oznacz allele warunkujące określoną cechę (np. A – kwiaty czerwone, a – kwiaty białe) – litera może być podana w zadaniu lub, jeśli nie jest, możesz ją wybrać samodzielnie.
2. Zapisz genotypy pokolenia rodzicielskiego (P), jeśli to możliwe, zaznacz płeć przy genotypie. Zapisz poniżej w kółkach gamety (G) pokolenia rodzicielskiego.
3. Stwórz krzyżówkę genetyczną.
4. Zapisz, jak wyglądają genotypy pokolenia potomnego ($F_1$).
5. Zastanów się, jaki może być fenotyp pokolenia potomnego. Zapisz odpowiedź na pytanie postawione w zadaniu.

## Przykład 1

**Pomarszczona** powierzchnia nasion grochu to cecha **recesywna** (b), a nasiona **gładkie** są cechą **dominującą** (B). Skrzyżowano roślinę o nasionach **pomarszczonych** z rośliną o nasionach **gładkich (homozygota)**. Jakie jest **prawdopodobieństwo**, że pokolenie potomne będzie mieć nasiona **gładkie?**

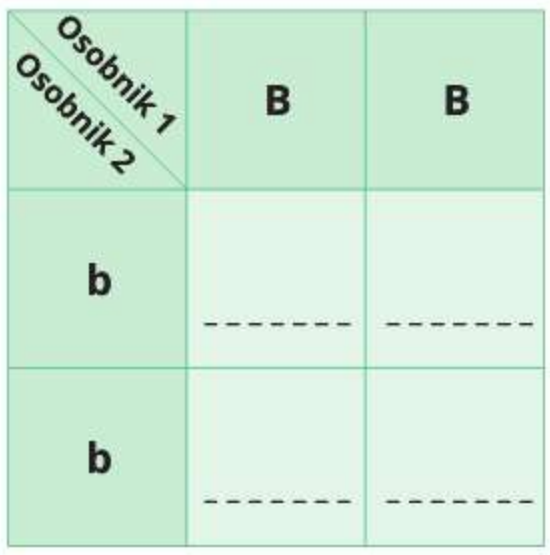
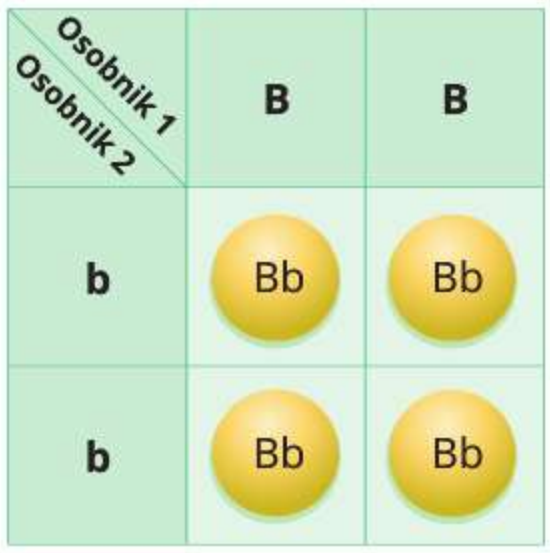
**Krok 1**

Określ i oznacz allele (w poleceniu podano literę B).

**Allele:**

**B** – nasiona gładkie 

**b** – nasiona pomarszczone 

| | | |
|---|---|---|
| **Krok 2** | Zapisz genotypy pokolenia rodzicielskiego (P).<br>Zapisz w kółkach gamety (G) pokolenia rodzicielskiego. | **P:** **BB** x **bb**<br>**G:** **B** **B** **b** **b** |
| **Krok 3** | Stwórz krzyżówkę genetyczną – w nagłówkach (ciemniejsze pola) wpisz gamety, a na jaśniejszych polach wpisz możliwe kombinacje gamet. |  |
| **Krok 4** | Zapisz, jak wyglądają genotypy pokolenia potomnego ($F_1$), i zastanów się, jaki może być fenotyp tego pokolenia. |  |
| **Krok 5** | Zapisz odpowiedź na postawione pytanie, prawdopodobieństwo podawaj w %. Każde z czterech pól szachownicy obrazuje 25 % potomstwa. | **Odpowiedź:**<br>Prawdopodobieństwo, że pokolenie potomne będzie mieć nasiona gładkie, wynosi 100 %. |

**Jeśli krzyżujemy homozygotę dominującą z homozygotą recesywną, w pierwszym pokoleniu zawsze ujawni się wyłącznie cecha dominująca.**

## Przykład 2

Skrzyżowano roślinę o strąkach **zielonych** (**heterozygota**) z rośliną o strąkach **żółtych** (cecha **recesywna**). Jakie jest **prawdopodobieństwo**, że pokolenie potomne będzie mieć strąki **żółte?**

Określ i oznacz allele (wybierz literę do oznaczenia).

**Allele:**

**E** – zielone strąki

**e** – żółte strąki

**P:** **Ee** x **ee**

**G:** **E** **e** **e** **e**

| Osobnik 1 / Osobnik 2 | **E** | **e** |
|---|---|---|
| **e** | Ee | ee |
| **e** | Ee | ee |

**Odpowiedź:**

Prawdopodobieństwo, że pokolenie potomne będzie mieć żółte strąki, wynosi 50 %.

**Jeśli krzyżujemy homozygotę recesywną z heterozygotą, cechy w pierwszym pokoleniu zawsze będą rozłożone z prawdopodobieństwem po 50 %.**

## Przykład 3

Skrzyżowano dwie rośliny o kwiatach **czerwonych** (A) będące **heterozygotami**, jednak w tej hodowli pojawiają się czasem rośliny o kwiatach białych (a). Jakie jest **prawdopodobieństwo**, że pokolenie potomne będzie mieć kwiaty białe?

**Allele:**

**A** – kwiaty czerwone **a** – kwiaty białe

**P:** **Aa** x **Aa**

**G:** **A** **a** **A** **a**

| Osobnik 1 / Osobnik 2 | **A** | **a** |
|---|---|---|
| **A** | AA | Aa |
| **a** | Aa | aa |

**Odpowiedź:**

Prawdopodobieństwo, że pokolenie potomne będzie mieć kwiaty białe, wynosi 25 %.

**Jeśli krzyżujemy dwie heterozygoty, prawdopodobieństwo wystąpienia cechy dominującej u potomstwa zawsze wynosi 75 %, a recesywnej – 25 %.**

## Zapamiętaj! To ważne!

Allel dominujący – silniejszy allel, zapisywany dużą literą (np. A)

Allel recesywny – słabszy allel, zapisywany małą literą (np. a)

**Allele**

Każdy organizm ma dwa allele danego genu. Jeden otrzymuje od matki, a drugi – od ojca

Homozygota – takie same allele genu

Heterozygota – różne allele genu

Przykładowe allele grochu zwyczajnego:
A – kwiaty czerwone a – kwiaty białe

| GENOTYP | | FENOTYP u grochu | |
|---|---|---|---|
| AA | homozygota dominująca | kwiaty czerwone | występują dwa **allele dominujące** |
| Aa | heterozygota | kwiaty czerwone | **allel dominujący** jest silniejszy |
| aa | homozygota recesywna | kwiaty białe | są dwa **allele recesywne** |

## Sprawdź się!

**1.** Wyjaśnij zależność między genem a cechą.

**2.** Podaj różnicę między genotypem a fenotypem.

**3.** Rozstrzygnij i uzasadnij, czy w przypadku heterozygoty ujawni się cecha dominująca czy recesywna.

**4.** Określ, jaki genotyp muszą mieć osobniki rodzicielskie grochu zwyczajnego o czerwonych kwiatach (cecha dominująca), aby po ich skrzyżowaniu otrzymać osobniki o kwiatach białych (cecha recesywna).

# 2. Dziedziczenie grup krwi

Twoje cele:

- określisz genotypy osób z czynnikiem Rh oraz grupą krwi A, B, AB i 0;
- skonstruujesz krzyżówki genetyczne dotyczące dziedziczenia grup krwi;
- rozwiążesz zadania związane z dziedziczeniem grup krwi.

To nie będzie trudne!

## Dziedziczenie czynnika Rh

W klasie siódmej poznaliście grupy krwi oraz czynnik Rh. Osoba, która ma na powierzchni krwinek czerwonych białko zwane czynnikiem Rh, określana jest jako Rh+, jeśli go nie posiada – nazywa się ją Rh–. Allele genu czynnika Rh zapisujemy przy użyciu litery D, ponieważ antygen warunkujący czynnik Rh nazywamy antygenem D. Zadania dotyczące dziedziczenia czynnika Rh rozwiązuje się tak samo jak zadania z kolorem kwiatów grochu zwyczajnego. Allel D warunkujący obecność antygenu D na powierzchni erytrocytów (krwinek czerwonych) jest allelem dominującym, natomiast allel d jest recesywny (d – brak białka, czyli antygenu, czynnika Rh).

### Przykład 1

Kobieta jest Rh–, a mężczyzna to Rh+ (heterozygota). Jakie jest prawdopodobieństwo, że u kobiety, która zajdzie w ciążę z tym mężczyzną, wystąpi konflikt serologiczny?

**Allele:**

**D** – Rh+ ♂ oznaczenie płci męskiej

**d** – Rh– ♀ oznaczenie płci żeńskiej

**P:** **dd** ♀ x **Dd** ♂

**G:** **d** **d** **D** **d**

| ♀ \ ♂ | **D** | **d** |
|---|---|---|
| **d** | Dd | dd |
| **d** | Dd | dd |

**Odpowiedź:** Prawdopodobieństwo, że wystąpi konflikt serologiczny, wynosi 50 %.

**Przypomnienie:** konflikt serologiczny może wystąpić, gdy kobieta jest Rh–, a dziecko to Rh+. Jeśli krew płodu przedostanie się do krwiobiegu matki, jej układ odpornościowy zareaguje na obce białko Rh na powierzchni erytrocytów płodu. Ciąża mogłaby być w takiej sytuacji zagrożona, gdyby kobieta nie była pod opieką lekarską.

## Przykład 2

Kobieta jest Rh–, a mężczyzna to Rh+ (homozygota). Jakie jest prawdopodobieństwo wystąpienia konfliktu serologicznego między matką a dzieckiem tej pary?

**Allele:**

**D** – Rh+ **d** – Rh–

**P:** **dd** ♀ x **DD** ♂

**G:** **d** **d** **D** **D**

| ♀ \ ♂ | **D** | **D** |
|---|---|---|
| **d** | Dd | Dd |
| **d** | Dd | Dd |

**Odpowiedź:** Prawdopodobieństwo, że wystąpi konflikt serologiczny, wynosi 100 %.

# Dziedziczenie grup krwi

Wiesz już, że u ludzi występują cztery grupy krwi: A, B, AB i 0*. Ich występowanie, podobnie jak w przypadku czynnika Rh, zależy od białka (antygenu) na powierzchni krwinek czerwonych. Osoba z grupą krwi A posiada antygeny A, osoba z grupą krwi B – antygeny B, osoba z grupą krwi AB ma oba te antygeny, a osoba z grupą krwi 0 nie posiada żadnego z tych antygenów, ma allel recesywny. W przypadku grup krwi również używamy konkretnej litery alfabetu do oznaczenia alleli – I. Symbol grupy krwi zapisujemy w górnym indeksie litery I lub jako i.

**Kodominacja** oznacza równoczesną dominację dwóch alleli. Allele $I^A$ oraz $I^B$ są dominujące, allel i jest recesywny.

| FENOTYP | MOŻLIWE GENOTYPY |
|---|---|
| Grupa krwi A | $I^AI^A$ lub $I^Ai$ |
| Grupa krwi B | $I^BI^B$ lub $I^Bi$ |
| Grupa krwi AB | $I^AI^B$ |
| Grupa krwi 0 | ii |

## A to ciekawe!

Podczas rozwiązywania zadań związanych z dziedziczeniem cech uczniowie często zastanawiają się, czy to możliwe, aby mogli mieć cechy inne niż ich rodzice. W przypadku grup krwi zdarzają się sytuacje, w których istnieje pewność, że dziecko nie mogło odziedziczyć grupy krwi po swoich rodzicach i najprawdopodobniej zostało adoptowane. Jeśli oboje rodzice mają grupę krwi 0, nie mogą posiadać dziecka o grupie krwi innej niż 0. Gdy co najmniej jeden z rodziców ma grupę krwi AB, para nie może posiadać dziecka o grupie krwi 0. Czy jesteś w stanie podać jeszcze inne przykłady?

Woreczki z krwią do transfuzji

* Istnieje również druga forma zapisu tej grupy krwi: z literą O, na którą zwraca uwagę uszczuplona podstawa programowa kształcenia ogólnego z 2024 r.

## Przykład 3

Kobieta ma grupę krwi 0, a mężczyzna – grupę krwi AB. Jakie grupy krwi może mieć ich dziecko?

**Allele:**

$I^A$ – grupa krwi A $I^B$ – grupa krwi B **i** – grupa krwi 0

**P:** **ii** ♀ x $I^AI^B$ ♂

**G:** **i** **i** $I^A$ $I^B$

| ♀ \ ♂ | $I^A$ | $I^B$ |
|---|---|---|
| **i** | $I^Ai$ | $I^Bi$ |
| **i** | $I^Ai$ | $I^Bi$ |

**Odpowiedź:** Ich dziecko może mieć grupę krwi A lub grupę krwi B.

## Przykład 4

Kobieta ma grupę krwi AB, a mężczyzna – grupę krwi B i jest heterozygotą. Jakie jest prawdopodobieństwo, że tej parze urodzi się dziecko z grupą krwi B?

**Allele:**

$I^A$ – grupa krwi A $I^B$ – grupa krwi B **i** – grupa krwi 0

**P:** $I^AI^B$ ♀ x $I^Bi$ ♂

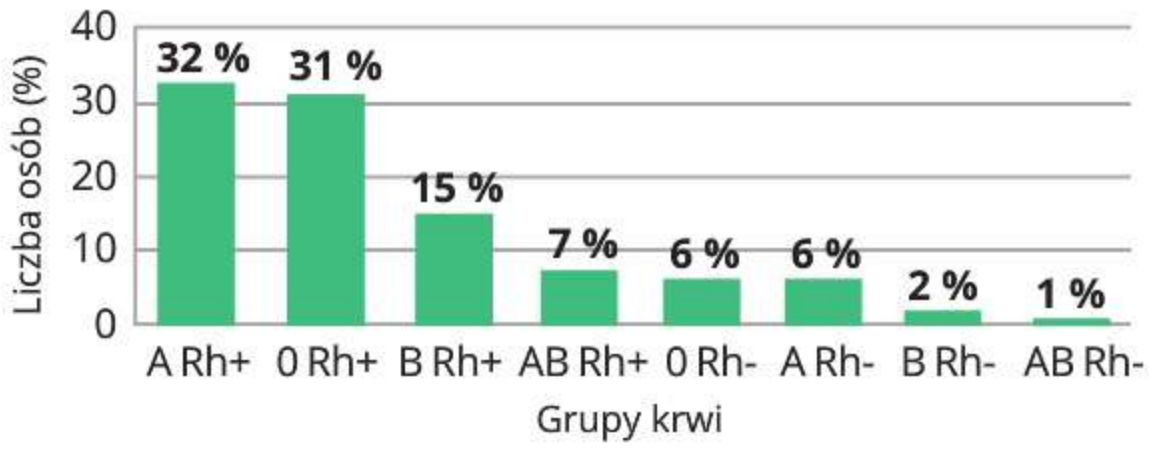
**G:** $I^A$ $I^B$ $I^B$ **i**

| ♀ \ ♂ | $I^B$ | **i** |
|---|---|---|
| $I^A$ | $I^AI^B$ | $I^Ai$ |
| $I^B$ | $I^BI^B$ | $I^Bi$ |

**Odpowiedź:** Prawdopodobieństwo, że parze urodzi się dziecko z grupą krwi B, wynosi 50 %.

## A to ciekawe!

W Polsce najwięcej jest osób z grupą krwi A, a dokładniej: A Rh+ – 32 %. Na drugim miejscu jest grupa 0, a ściślej 0 Rh+ – 31 %. Natomiast najrzadszą grupą krwi w Polsce jest grupa AB, a dokładniej AB Rh–, ma ją tylko 1 % mieszkańców Polski.



## Zapamiętaj! To ważne!

**Allel D dominuje, natomiast allel d jest recesywny.**

| Fenotyp | Możliwe genotypy |
|---|---|
| Rh+ | DD lub Dd |
| Rh– | dd |

Literą D oznaczamy allele genu czynnika Rh.

**Allele $I^A$ i $I^B$ są dominujące, natomiast allel i jest recesywny.**

| Fenotyp | Możliwe genotypy |
|---|---|
| Grupa krwi A | $I^AI^A$ lub $I^Ai$ |
| Grupa krwi B | $I^BI^B$ lub $I^Bi$ |
| Grupa krwi AB | $I^AI^B$ |
| Grupa krwi 0 | ii |

Literą I oznaczamy allele genu warunkującego grupę krwi A, B, AB i 0, symbol grupy krwi zapisujemy w indeksie górnym lub jako i.

## Sprawdź się!

**1.** Rozstrzygnij, czy obecność czynnika Rh jest cechą dominującą czy recesywną.

**2.** Podaj dwa możliwe genotypy osoby z grupą krwi B.

**3.** Określ, ile możliwych genotypów może mieć osoba z grupą krwi 0.

**4.** Rozstrzygnij i uzasadnij za pomocą krzyżówki genetycznej czy kobieta z grupą krwi A (homozygota) i mężczyzna z grupą krwi B (homozygota) mogą mieć dziecko z grupą krwi AB.

**5.** Określ przykładowy genotyp rodziców – kobiety z grupą krwi A i mężczyzny z grupą krwi B, którzy mogą mieć dziecko z grupą krwi 0.

# 3. Dziedziczenie płci

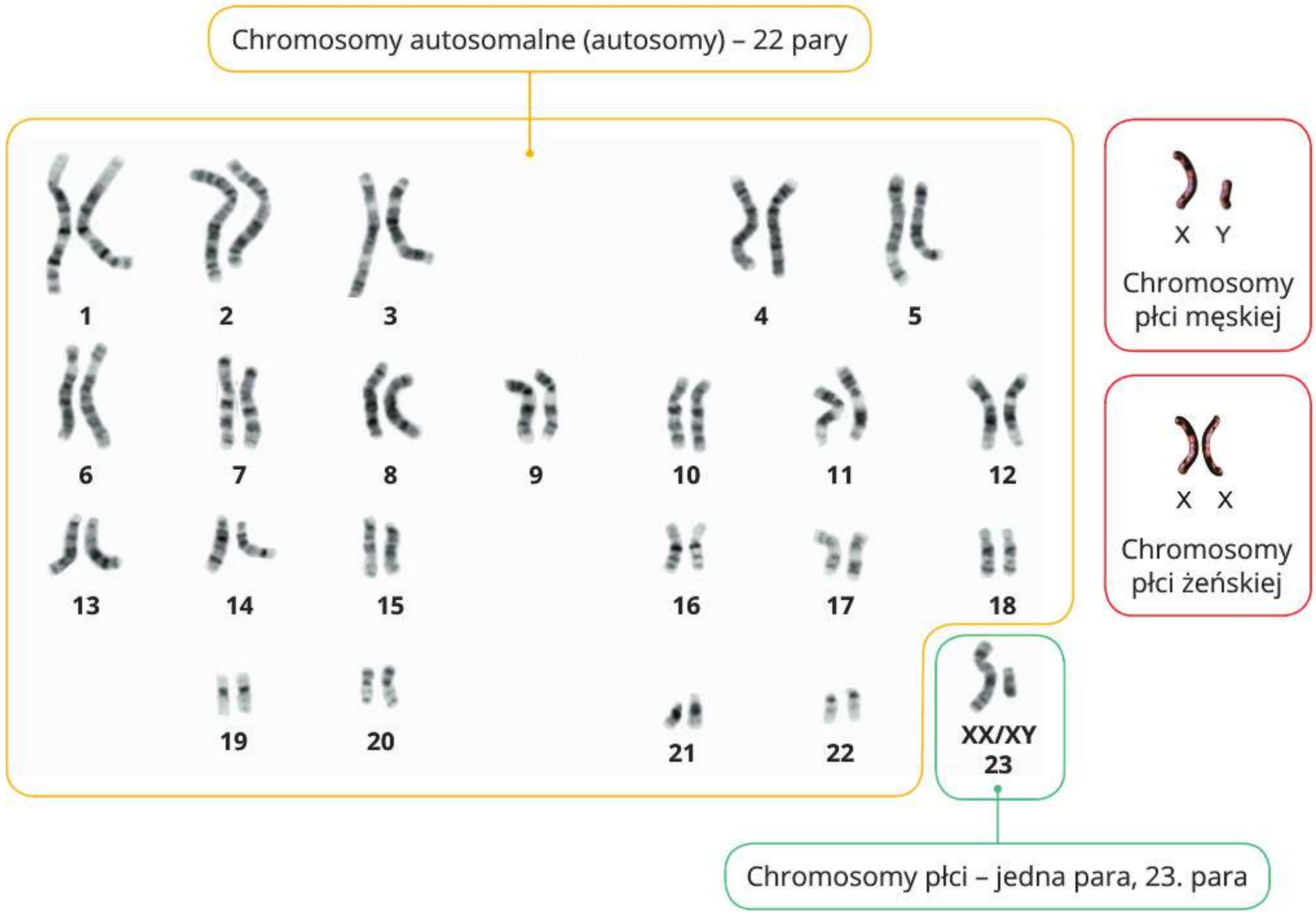
Twoje cele:

- określisz prawdopodobieństwo urodzenia się chłopca lub dziewczynki;
- wymienisz choroby sprzężone z płcią;
- rozwiążesz zadania związane z dziedziczeniem hemofilii i daltonizmu.

Zaczynamy!

## Chłopiec czy dziewczynka?

W pierwszym dziale został omówiony kariotyp człowieka. Tworzy go zbiór 23 par chromosomów (w każdej parze jeden chromosom pochodzi od matki, a drugi – od ojca). Chromosomy te można podzielić na dwie grupy.




**CHROMOSOMY AUTOSOMALNE (AUTOSOMY)** To chromosomy, w których znajduje się informacja genetyczna dotycząca budowy i działania organizmu człowieka, z wyjątkiem informacji o jego płci.

**CHROMOSOMY PŁCI** To 23. para chromosomów człowieka, decydująca o jego płci. U mężczyzn są to chromosomy **XY,** u kobiet – chromosomy **XX.**

Do tej pory rozwiązywane zadania dotyczyły cech zapisanych w genach znajdujących się na chromosomach autosomalnych. Teraz zajmiemy się chromosomami płci i sposobem dziedziczenia genów, które są na nich zlokalizowane.

**Chromosomy płci** to ostatnia, 23. para chromosomów w kariotypie człowieka. Chromosomy XX warunkują płeć żeńską, a chromosomy XY – męską.

## Przykład 1

Aby dowiedzieć się, jaka jest szansa na urodzenie się chłopca, a jaka na urodzenie dziewczynki wystarczy wykonać bardzo łatwą krzyżówkę genetyczną. Dla uproszczenia uwzględniamy w niej wyłącznie chromosomy 23. pary (chromosomy płci).

**Krok 1**

**P:** XX ♀ x XY ♂

**G:** X X X Y

**Krok 2**

| ♀ \ ♂ | X | Y |
|---|---|---|
| X | XX | XY |
| X | XX | XY |

**Krok 3**

**Odpowiedź:**

Istnieje po 50 % szans na urodzenie się chłopca lub dziewczynki.

Zauważ, że u kobiety w gamecie (czyli komórce jajowej) zawsze będzie znajdował się chromosom X, natomiast w plemniku (gamecie męskiej) może znajdować się chromosom X lub chromosom Y. Od tego, jaki plemnik połączy się z komórką jajową, zależy, czy urodzi się chłopiec czy dziewczynka. Pamiętaj, że w przypadku par, które mają wiele dzieci, przy każdej kolejnej ciąży prawdopodobieństwo nadal wynosi 50 %, niezależnie od tego, ile córek lub synów ma para.

# Choroby sprzężone z płcią

Istnieją choroby, których obecność lub brak są zapisane właśnie na chromosomach płci, a dokładniej na **chromosomie X**. Poznasz dwie takie choroby: **hemofilię** i **daltonizm**. Obie są warunkowane przez **allel recesywny**. Co to oznacza w praktyce? Przyjrzyj się tabelom.

Hemofilia i daltonizm to choroby sprzężone z płcią. Choroby te są recesywne, a gen za nie odpowiedzialny znajduje się na chromosomie X.

**Uproszczone genotypy i fenotypy kobiet oraz mężczyzn chorych na hemofilię i zdrowych**

| GENOTYP | FENOTYP |
|---|---|
| $X^HX^H$ | zdrowa |
| $X^HX^h$ | zdrowa (nosicielka) |
| $X^hX^h$ | chora |

| GENOTYP | FENOTYP |
|---|---|
| $X^HY$ | zdrowy |
| $X^hY$ | chory |

**HEMOFILIA** To choroba objawiająca się zaburzonym krzepnięciem krwi. Osoba chora, która nie przyjmuje leków, może wykrwawić się nawet z powodu skaleczenia. Zwróć uwagę, że w przypadku chorych kobiet na obydwu chromosomach X musi znajdować się gen recesywny warunkujący hemofilię (h). Oznacza to, że tylko w przypadku, gdy kobieta odziedziczy gen hemofilii od obojga rodziców, ujawni się u niej ta choroba. Jeśli kobieta ma gen warunkujący hemofilię tylko na jednym chromosomie X, nie będzie ona chorować. Nazywa się ją wtedy **nosicielką**, ponieważ sama nie choruje, ale może przekazać ten gen swoim dzieciom.

Hemofilia częściej dotyka mężczyzn, ponieważ do ujawnienia się jej wystarczy, aby chromosom X od matki miał allel recesywny warunkujący tę chorobę. Od ojca mężczyzna dziedziczy chromosom Y, na którym nie znajduje się gen odpowiedzialny za hemofilię. Pamiętaj, że mężczyzna może odziedziczyć hemofilię lub daltonizm tylko od matki.

**DALTONIZM** To choroba objawiająca się zaburzonym rozpoznawaniem barw. Mechanizm dziedziczenia daltonizmu jest taki sam jak w przypadku hemofilii. Allel warunkujący daltonizm zapisujemy małą literą d.

## A to ciekawe!

Hemofilia to jedna z najwcześniej opisanych w historii chorób, jest jednak najczęściej kojarzona jako choroba królewska za sprawą brytyjskiej królowej Wiktorii, która była też nosicielką genu hemofilii. Chorobę przekazała synowi Leopoldowi, który zmarł w wieku 31 lat, oraz córkom Alicji i Beatrycze, które jako nosicielki przekazały ten gen królewskim rodzinom z Rosji, Prus i Hiszpanii.

Królowa Wiktoria (1819–1901)

## Przykład 2

Hemofilia jest cechą recesywną sprzężoną z płcią. Kobieta, nosicielka hemofilii, poślubiła zdrowego mężczyznę. Jakie jest prawdopodobieństwo, że ich dziecko będzie chore?

**Allele:** $X^H$ – brak hemofilii $X^h$ – występowanie hemofilii

**P:** $X^HX^h$ ♀ x $X^HY$ ♂

**G:** $X^H$ $X^h$ $X^H$ $Y$

| ♀ \ ♂ | $X^H$ | $Y$ |
|---|---|---|
| $X^H$ | $X^HX^H$ | $X^HY$ |
| $X^h$ | $X^HX^h$ | $X^hY$ |

$X^HX^H$ – zdrowa
$X^HY$ – zdrowy
$X^HX^h$ – zdrowa (nosicielka)
$X^hY$ – chory

**Odpowiedź:** Prawdopodobieństwo, że dziecko tej pary będzie chore, wynosi 25 %, i wyłącznie wtedy, gdy będzie to chłopiec.

## Przykład 3

Daltonizm jest cechą recesywną sprzężoną z płcią. Jakie jest prawdopodobieństwo, że dziecko ojca, który jest daltonistą, oraz matki, która jest homozygotą prawidłowo rozpoznającą barwy, również będzie właściwie rozpoznawało barwy?

**Allele:**

$X^D$ – brak daltonizmu
$X^d$ – występowanie daltonizmu

**P:** $X^DX^D$ ♀ x $X^dY$ ♂

**G:** $X^D$ $X^D$ $X^d$ $Y$

| ♀ \ ♂ | $X^d$ | $Y$ |
|---|---|---|
| $X^D$ | $X^DX^d$ | $X^DY$ |
| $X^D$ | $X^DX^d$ | $X^DY$ |

**Odpowiedź:** Ich dziecko na 100 % będzie prawidłowo rozpoznawało barwy.

## Zapamiętaj! To ważne!

Za płeć odpowiada ostatnia, 23. para chromosomów w kariotypie człowieka (tzw. chromosomy płci). Pozostałe chromosomy nazywane są autosomami.

W każdej ciąży istnieje 50 % szans na urodzenie się chłopca (gdy w plemniku zostanie przekazany chromosom Y) i 50 % szans na urodzenie się dziewczynki (gdy w plemniku zostanie przekazany chromosom X).

### Dziedziczenie płci

**Recesywne choroby** sprzężone z płcią, których gen znajduje się na chromosomie X

**Hemofilia** (choroba związana z zaburzonym krzepnięciem krwi).

**Daltonizm** (choroba związana z zaburzonym widzeniem barw).

## Sprawdź się!

**1.** Zapisz krzyżówkę genetyczną pokazującą prawdopodobieństwo narodzin dziecka płci żeńskiej oraz narodzin dziecka płci męskiej.

**2.** Podaj genotyp mężczyzny chorego na daltonizm oraz genotyp kobiety, która jest nosicielką daltonizmu.

**3.** Wyjaśnij, dlaczego na daltonizm częściej chorują mężczyźni.

**4.** Znajdź w zasobach internetowych informacje na temat problemów, z jakimi daltoniści muszą się zmagać na co dzień.

**5.** Rozstrzygnij i uzasadnij za pomocą krzyżówki genetycznej, czy kobieta będąca nosicielką hemofilii i mężczyzna chorujący na hemofilię mogą mieć zdrowe dziecko.

# 4. Mutacje genetyczne

Twoje cele:

- wyjaśnisz, czym jest mutacja;
- wymienisz czynniki mutagenne;
- podasz przykłady chorób genetycznych uwarunkowanych mutacjami.

Zobaczysz, że sobie poradzisz!

## Rodzaje mutacji

**Mutacja** to nagła, trwała, losowa zmiana w materiale genetycznym. Organizm dysponuje mechanizmami naprawiającymi mutacje, nie zawsze jednak one działają. Mutacje mogą zachodzić na etapie powstawania gamet (wtedy są one dziedziczne) lub w komórkach ciała organizmu innych niż gamety (wtedy nie muszą być przekazywane potomstwu).

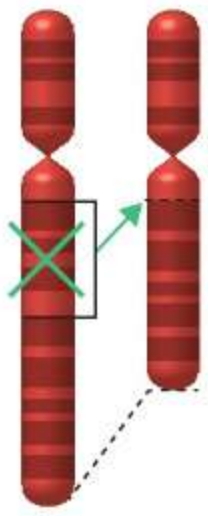
### Genowe (punktowe)

To zmiany dotyczące jednego lub kilku nukleotydów, najczęściej dotyczą usunięcia, wstawienia dodatkowego lub niewłaściwego nukleotydu.

**ACTCCGATT**
↓
**ACGCCGATT**

### Chromosomowe

To zmiany na poziomie chromosomów, mogą dotyczyć fragmentu chromosomu, całego chromosomu lub liczby chromosomów w kariotypie (np. występowanie dodatkowego chromosomu w kariotypie).



### A to ciekawe!

Chorobą uwarunkowaną mutacją genową jest albinizm, czyli bielactwo. Wiąże się ona z niedoborem pigmentu w skórze, a w konsekwencji – bardzo jasnym jej kolorem. Mutacja ta pojawia się nie tylko u ludzi, lecz także u innych organizmów. Obserwacje albinotycznych zwierząt w naturze są bardzo rzadkie.

Albinotyczny jeleń

# Skutki mutacji genowych

Do chorób spowodowanych mutacjami genowymi należą znane ci już hemofilia i daltonizm. To choroby recesywne sprzężone z płcią. Chorobami spowodowanymi mutacjami genowymi są również **mukowiscydoza** i **fenyloketonuria.** Obie choroby są chorobami recesywnymi, a geny za nie odpowiedzialne znajdują się na autosomach. Dziedziczone są podobnie jak kolor kwiatów u grochu zwyczajnego.

**MUKOWISCYDOZA** Jest najczęściej występującą chorobą genetyczną u ludzi. Organizm chorego produkuje w zbyt dużych ilościach lepki śluz, który powoduje zaburzenia w działaniu narządów (głównie w układach oddechowym, pokarmowym i rozrodczym). Jeśli żadne z rodziców nie choruje na mukowiscydozę, ale oboje są nosicielami tego genu, istnieje 25 % prawdopodobieństwa, że urodzi im się chore dziecko.

**Allele:**

**M** – brak mutacji

**m** – występowanie mutacji

**P:** **Mm** x **Mm**

**G:** **M** **m** **M** **m**

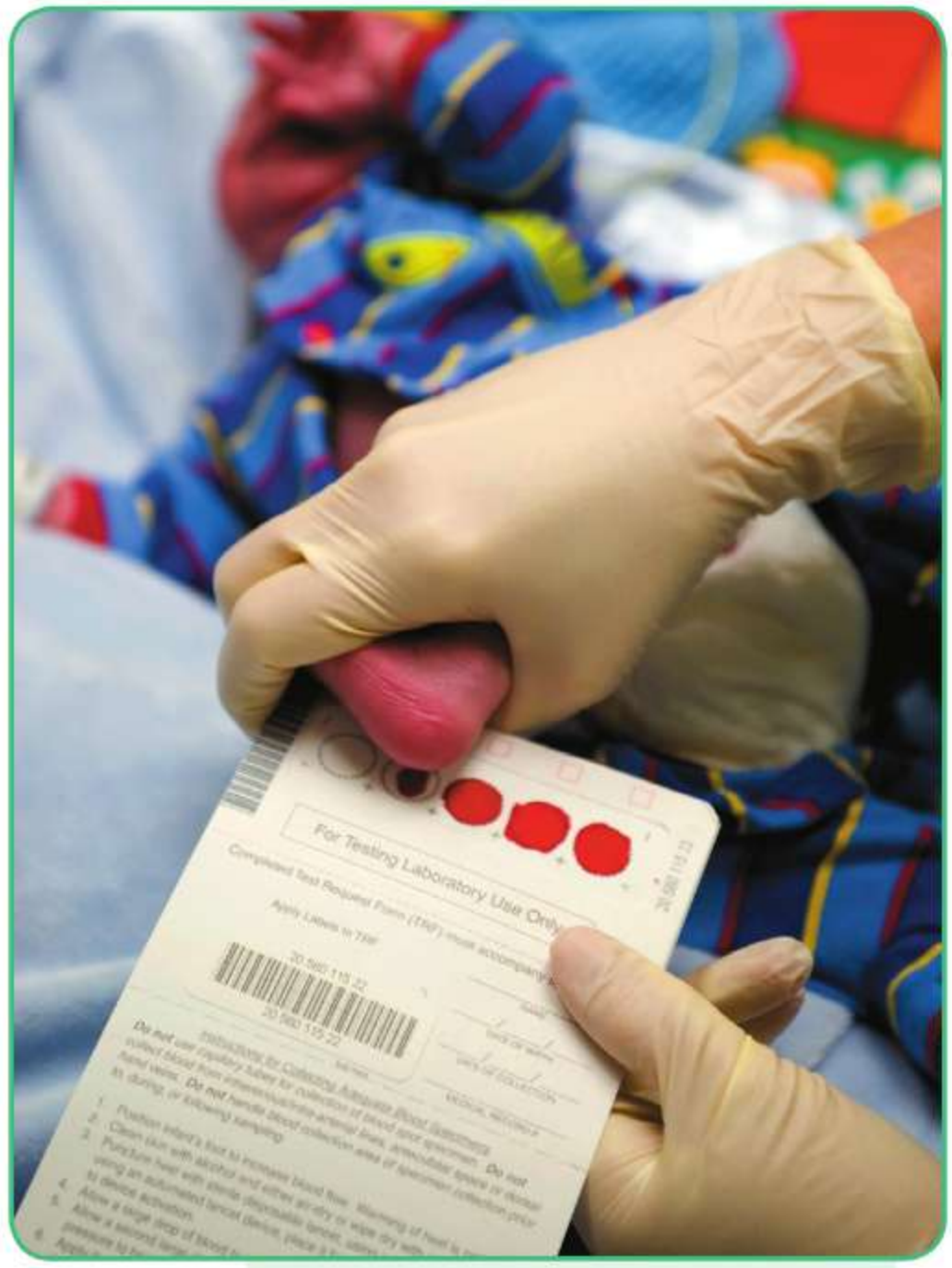
| ♀ \ ♂ | **M** | **m** |
|---|---|---|
| **M** | MM | Mm |
| **m** | Mm | mm |

25 % prawdopodobieństwa zachorowania na mukowiscydozę

Mukowiscydoza i fenyloketonuria to choroby recesywne, wywoływane przez mutację genową na autosomach.

**FENYLOKETONURIA** To częsta choroba związana z nieprawidłowym metabolizmem, która prowadzi do nieodwracalnego uszkodzenia mózgu. Na szczęście szybkie rozpoznanie i wprowadzone właściwe leczenie (m.in. odpowiednia dieta) pozwalają całkowicie uchronić dzieci przed upośledzeniem ich rozwoju intelektualnego, które jest głównym objawem tej choroby.

Mukowiscydoza i fenyloketonuria należą do chorób uwzględnionych w programie badań przesiewowych noworodków. Badania wykonuje się każdemu noworodkowi urodzonemu w Polsce już w pierwszej dobie jego życia. Pozwala to na szybkie wykrycie chorób i wdrożenie leczenia.



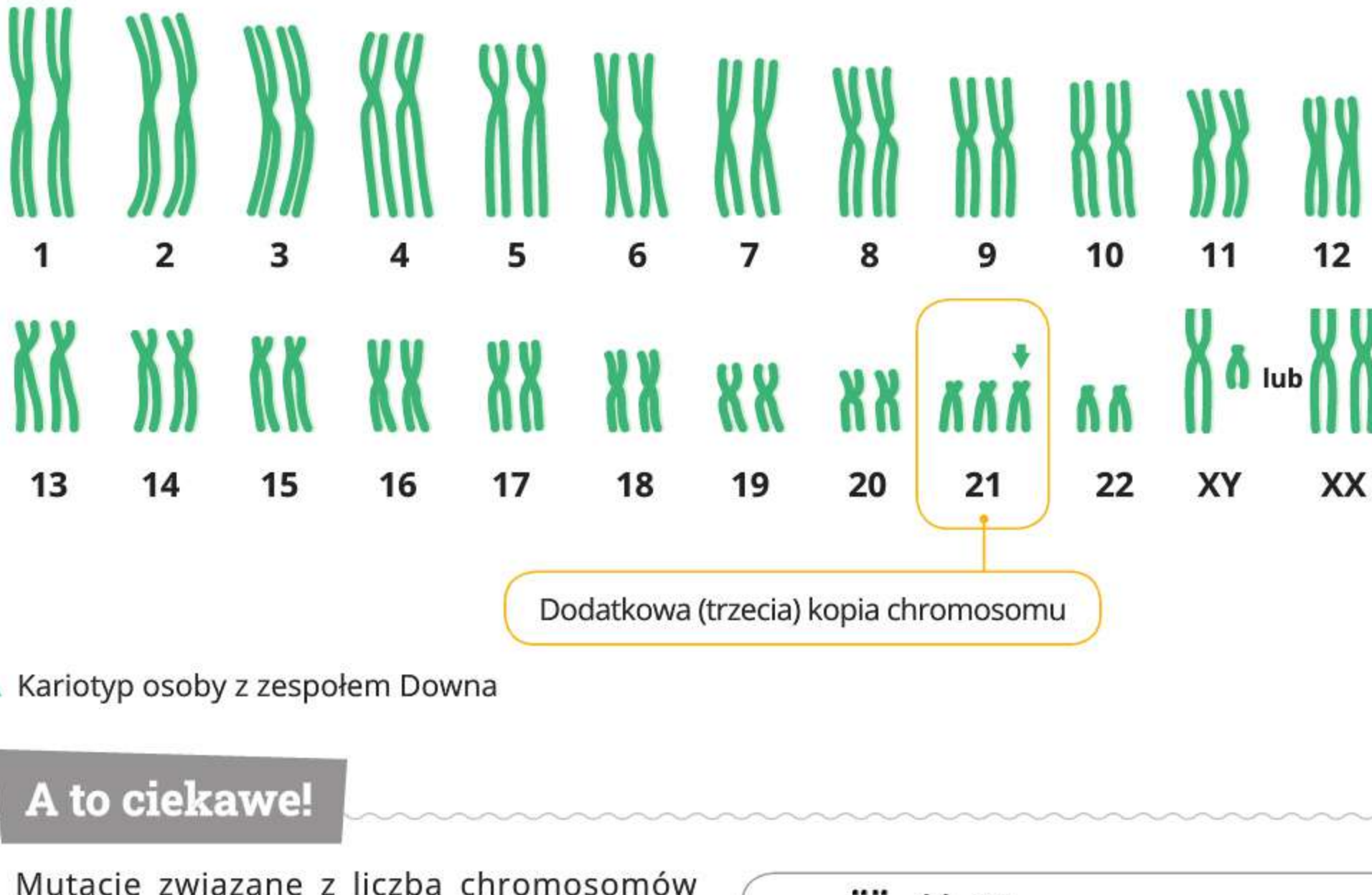

Badanie przesiewowe w celu wykrycia fenyloketonurii w krwi pobranej z pięty noworodka

# Skutki mutacji chromosomowych

**Zespół Downa** to choroba warunkowana genetycznie spowodowana dodatkowym, trzecim, chromosomem 21. pary. Najbardziej dostrzegalne cechy to m.in. skośnie w górę ustawione powieki, krótki grzbiet nosa, nisko położone, małe małżowiny uszne. Zdolności intelektualne osób z zespołem Downa są obniżone, jednak w dużej mierze mogą być kształtowane przez warunki środowiskowe. Dlatego należy poszerzać świadomość społeczeństwa dotyczącą zespołu Downa.

Dziewczynka z zespołem Downa

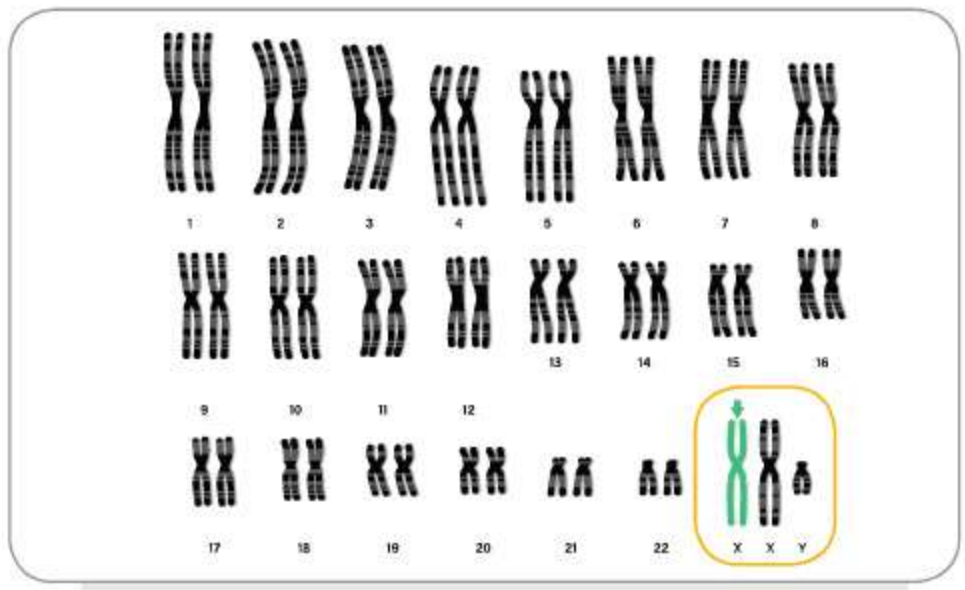
Zespół Downa jest spowodowany wystąpieniem dodatkowego (trzeciego) chromosomu 21. pary.




▲ Kariotyp osoby z zespołem Downa

## A to ciekawe!

Mutacje związane z liczbą chromosomów mogą istnieć również w przypadku chromosomów płci. Przykład stanowi zespół Klinefeltera. Choroba polega na występowaniu dodatkowego chromosomu X u mężczyzny (ma on wówczas chromosomy XXY). Mężczyzna z zespołem Klinefeltera jest niepłodny. Można zauważyć nieznaczne zmiany w jego wyglądzie, przede wszystkim charakteryzuje się bardziej kobiecą sylwetką.



Kariotyp osoby z zespołem Klinefeltera

# Przyczyny mutacji

Mutacje mogą powstawać spontanicznie (nie są wywołane działaniem żadnego czynnika zewnętrznego) lub z powodu czynników mutagennych. Nagłe, spontaniczne mutacje mogą być spowodowane np. nienaprawionym błędem w trakcie replikacji materiału genetycznego przed podziałem komórkowym.

**Czynniki mutagenne** przyczyniają się do wystąpienia mutacji. Należy ich unikać, ponieważ nagromadzenie mutacji może doprowadzić do niekontrolowanych podziałów komórkowych, czyli **nowotworów**.

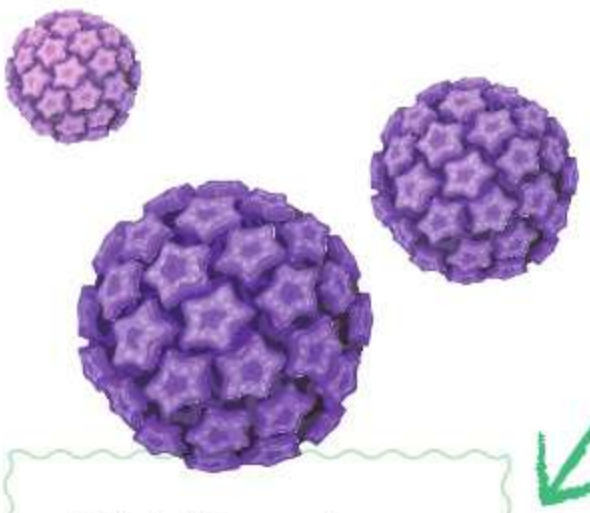
Grzyby pleśniowe

Promieniowanie X

**Czynniki mutagenne**

Składniki dymu tytoniowego

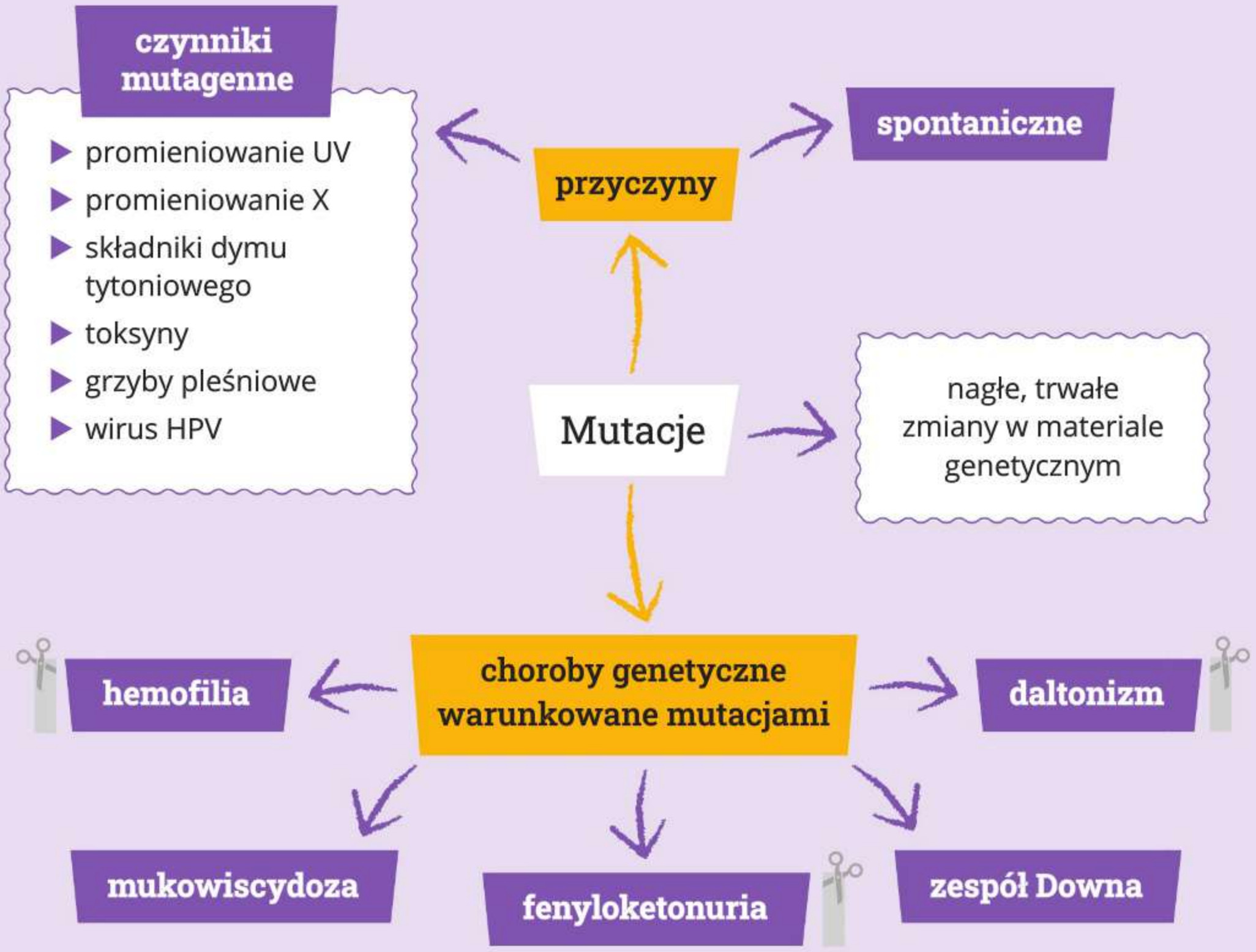
Toksyny uwalniane np. podczas spalania plastiku, opon czy oleju



Niektóre wirusy, np. HPV

Promieniowanie UV

## Zapamiętaj! To ważne!




## Sprawdź się!

**1.** Wymień co najmniej cztery czynniki mutagenne i wyjaśnij, dlaczego należy ich unikać.

**2.** Określ, jaka mutacja warunkuje wystąpienie zespołu Downa.

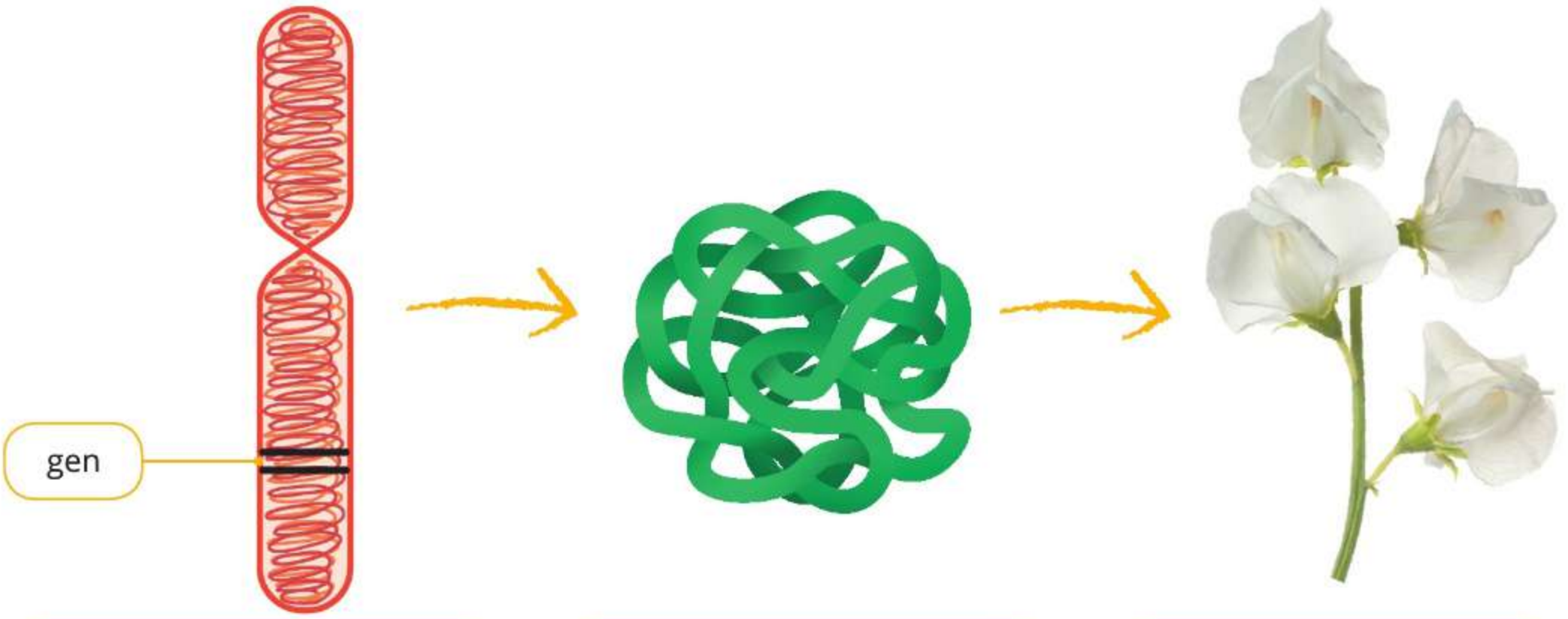
**3.** Zaproponuj swojej rodzinie cztery zasady, które pomogą uchronić ją przed chorobami nowotworowymi.

**4.** Rozstrzygnij, czy daltonizm jest chorobą wywoływaną przez czynnik mutagenny.

**5.** Rozstrzygnij i uzasadnij za pomocą krzyżówki genetycznej, czy kobieta będąca nosicielką fenyloketonurii i zdrowy mężczyzna mogą mieć dziecko chore na tę chorobę.

# PODSUMOWANIE DZIAŁU II
# Dziedziczenie cech

## Gen a cecha




gen w DNA odpowiadający za syntezę białka

białko wpływające na cechę organizmu

barwa kwiatów (cecha) zależna od syntezy białka

## Dziedziczenie jednogenowe

**Genotyp**

**Fenotyp**

Organizmy rozmnażające się płciowo mają po dwa allele każdego genu: jeden pochodzi z plemnika, drugi – z komórki jajowej.

**AA**

homozygota dominująca

**Aa**

heterozygota

**aa**

homozygota recesywna

## Jak rozwiązywać zadania z krzyżówką genetyczną?

**Przykładowe zadanie**

Skrzyżowano groch o kwiatach **czerwonych** (cecha dominująca) i groch o kwiatach **białych** (cecha recesywna). W tej hodowli pojawiają się czasem rośliny o kwiatach białych. Jakie jest **prawdopodobieństwo**, że pokolenie potomne będzie mieć kwiaty białe?

Przeczytaj uważnie polecenie, zastanów się, jakie informacje zostały w nim podane. **1**

**Allele:**
**A** – kwiaty czerwone
**a** – kwiaty białe

Określ i oznacz allele warunkujące określoną cechę. **2**

P: Aa x aa

G: A a a a

- Zapisz genotypy pokolenia rodzicielskiego (P).
- Zapisz w kółkach gamety (G) pokolenia rodzicielskiego. **3**

| Osobnik 1 / Osobnik 2 | **A** | **a** |
|---|---|---|
| **a** | Aa | aa |
| **a** | Aa | aa |

- Stwórz krzyżówkę genetyczną – w nagłówkach (ciemniejsze pola) wpisz gamety.
- Na jaśniejszych polach wpisz możliwe kombinacje gamet – tak powstaną genotypy pokolenia potomnego ($F_1$). **4**
- Zastanów się, jaki może być fenotyp pokolenia potomnego.

**Odpowiedź:**

Prawdopodobieństwo, że pokolenie potomne będzie mieć kwiaty białe, wynosi 50 %.

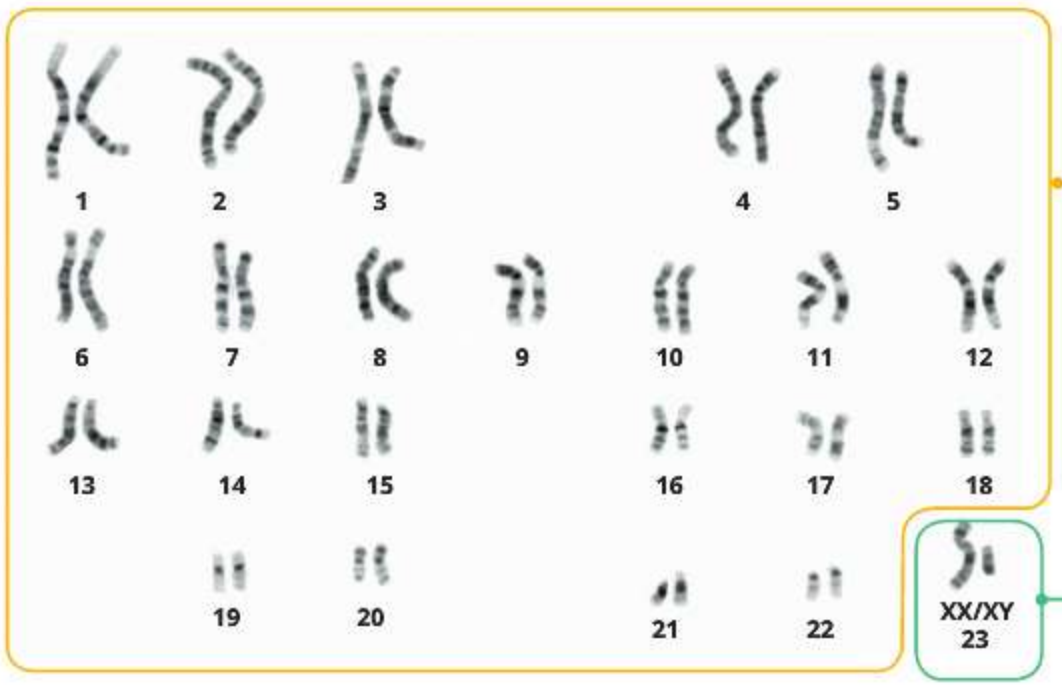
Zapisz odpowiedź na pytanie postawione w zadaniu. **5**

## Dziedziczenie czynnika Rh i grup krwi

| Fenotyp | Możliwe genotypy |
|---|---|
| Rh+ | DD lub Dd |
| Rh– | dd |

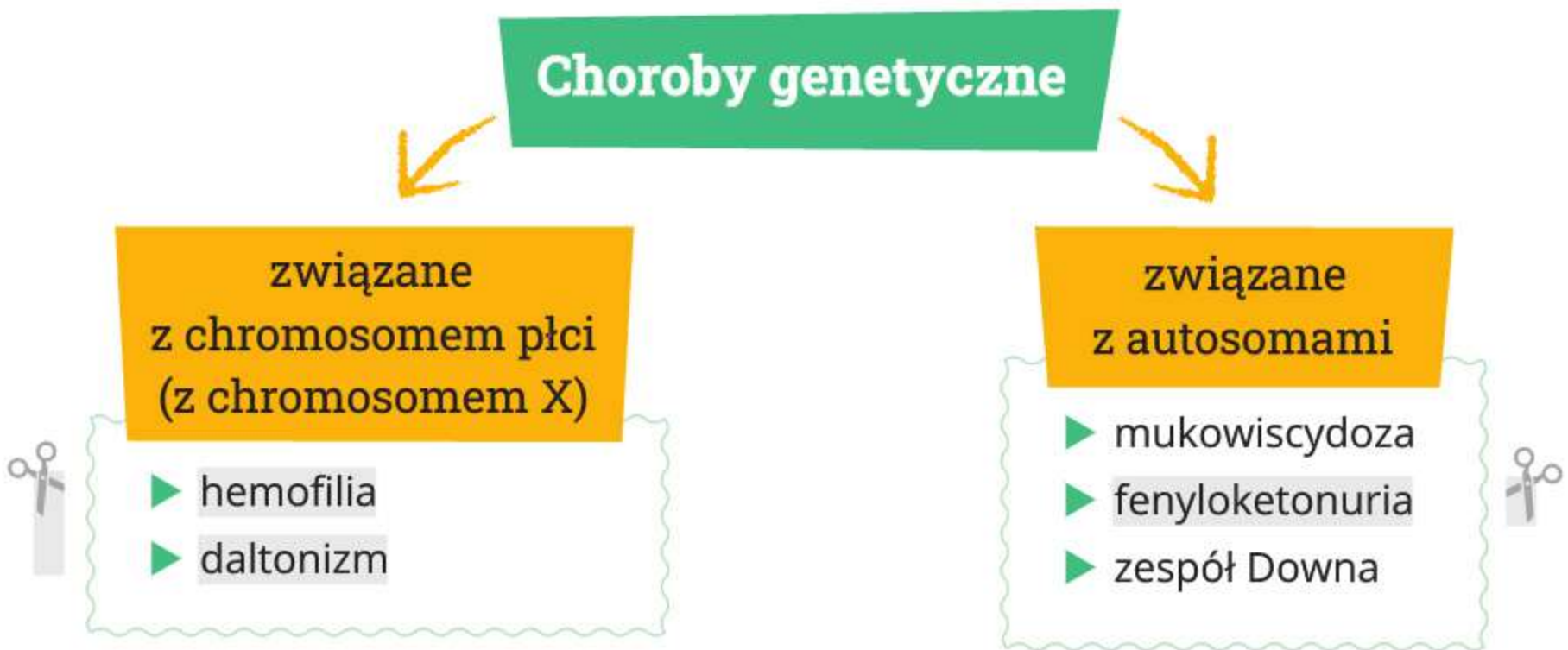
| Fenotyp | Możliwe genotypy |
|---|---|
| Grupa krwi A | $I^AI^A$ lub $I^Ai$ |
| Grupa krwi B | $I^BI^B$ lub $I^Bi$ |
| Grupa krwi AB | $I^AI^B$ |
| Grupa krwi 0 | ii |

## Kariotyp człowieka




## Czynniki mutagenne

## Choroby genetyczne człowieka



## Słowniczek pojęć, które warto znać

**Allel**
wersja genu odpowiedzialnego za daną cechę.

**Allel dominujący**
allel ujawniający się u homozygoty dominującej i heterozygoty. Zapisywany dużą literą, np. A, D.

**Allel recesywny**
allel ujawniający się wyłącznie u homozygoty recesywnej. Zapisywany małą literą, np. a, d.

**Choroby autosomalne**
choroby, za które odpowiada gen znajdujący się na chromosomie autosomalnym (każdy chromosom, z wyjątkiem chromosomu płciowego).

**Choroby sprzężone z płcią**
choroby, za które odpowiada gen znajdujący się na chromosomie płci (chromosomie X).

**Chromosomy autosomalne (autosomy)**
chromosomy zawierające informację genetyczną dotyczącą budowy i działania organizmu, bez uwzględnienia płci. Są to wszystkie chromosomy, z wyjątkiem chromosomów płciowych.

**Chromosomy płci**
ostatnia, 23. para chromosomów u człowieka. Decydują o płci. U mężczyzn są to chromosomy XY, u kobiet – chromosomy XX.

**Czynniki mutagenne**
zwiększają prawdopodobieństwo wystąpienia mutacji. Są to np. składniki dymu tytoniowego, promieniowanie UV i toksyny.

**Daltonizm**
choroba recesywna sprzężona z płcią, za którą odpowiada gen znajdujący się na chromosomie X. Jest związana z zaburzonym rozpoznawaniem barw.

**Fenotyp**
zestaw cech osobnika; w dużym stopniu warunkuje go genotyp.

**Fenyloketonuria**
choroba recesywna autosomalna wywołana mutacją genową; nieleczona prowadzi do nieodwracalnego uszkodzenia mózgu.

**Genotyp**
zestaw genów osobnika; w dużym stopniu jest odpowiedzialny za fenotyp.

**Hemofilia**
choroba recesywna sprzężona z płcią, za którą odpowiada gen znajdujący się na chromosomie X. Związana z zaburzonym krzepnięciem krwi.

**Heterozygota**
organizm, który ma dwa różne allele danego genu, np. Aa, Dd.

**Homozygota**
organizm, który ma dwa identyczne allele danego genu (dominujące lub recesywne), np. AA, dd.

**Kodominacja**
równoczesna dominacja dwóch alleli, np. w przypadku dziedziczenia grup krwi: zarówno allel $I^A$, jak i allel $I^B$ są dominujące.

**Mukowiscydoza**
choroba recesywna autosomalna wywołana mutacją genową, związana z produkowaniem przez organizm w zbyt dużych ilościach lepkiego śluzu.

**Mutacja**
nagła zmiana materiału genetycznego; może być genowa lub chromosomowa.

**Mutacja chromosomowa**
mutacja obejmująca fragment chromosomu, cały chromosom lub liczbę chromosomów.

**Mutacja genowa (punktowa)**
mutacja obejmująca gen, dotyczy najczęściej jednego lub kilku nukleotydów.

**Zespół Downa**
choroba warunkowana genetycznie, spowodowana dodatkowym (trzecim) chromosomem w 21. parze.

## Czas na zadania

Odpowiedzi zapisz w zeszycie.

### Zadanie 1

Dokończ zdanie. Wybierz odpowiedź spośród oznaczonych literami A–D.

Allel to

**A.** kolor oczu.

**B.** jedna z wersji genu.

**C.** cecha dominująca.

**D.** zestaw wszystkich cech osobnika.

### Zadanie 2

Wskaż wszystkie możliwe genotypy, jakie mogą powstać w wyniku krzyżowania homozygoty recesywnej i heterozygoty. Wybierz z poniżej podanych odpowiedzi, oznaczonych literami A–C.

**A.** Homozygota dominująca

**B.** Heterozygota

**C.** Homozygota recesywna

### Zadanie 3

Uzupełnij zdania tak, aby zawierały informacje prawdziwe. Wybierz odpowiedzi spośród oznaczonych literami A–J.

Mutacje to **A** / **B**. Mogą one być genowe lub **C** / **D**. Przykładem choroby, która stanowi efekt mutacji genowej, jest **E** / **F**. Choroba ta objawia się **G** / **H**. Przykładem choroby wynikającej z mutacji chromosomowej jest **E** / **F**. Jej przyczyną jest dodatkowy chromosom w **I** / **J** parze chromosomów kariotypu człowieka.

**A.** odcinki DNA, kodujące informacje na temat białek

**B.** nagłe, trwałe zmiany w materiale genetycznym

**C.** chromosomowe

**D.** dominujące

**E.** mukowiscydoza

**F.** zespół Downa

**G.** zaburzonym krzepnięciem krwi

**H.** produkowaniem przez organizm w zbyt dużych ilościach lepkiego śluzu

**I.** 23.

**J.** 21.

## Zadanie 4

Przeprowadzono doświadczenie na grochu zwyczajnym. Oba krzyżowane osobniki miały kwiaty czerwone, lecz jeden z nich był homozygotą, a drugi – heterozygotą względem tej cechy. Jakie jest prawdopodobieństwo pojawienia się kwiatów białych (cechy recesywnej) w pokoleniu potomnym? Odpowiedź uzasadnij krzyżówką genetyczną.

## Zadanie 5

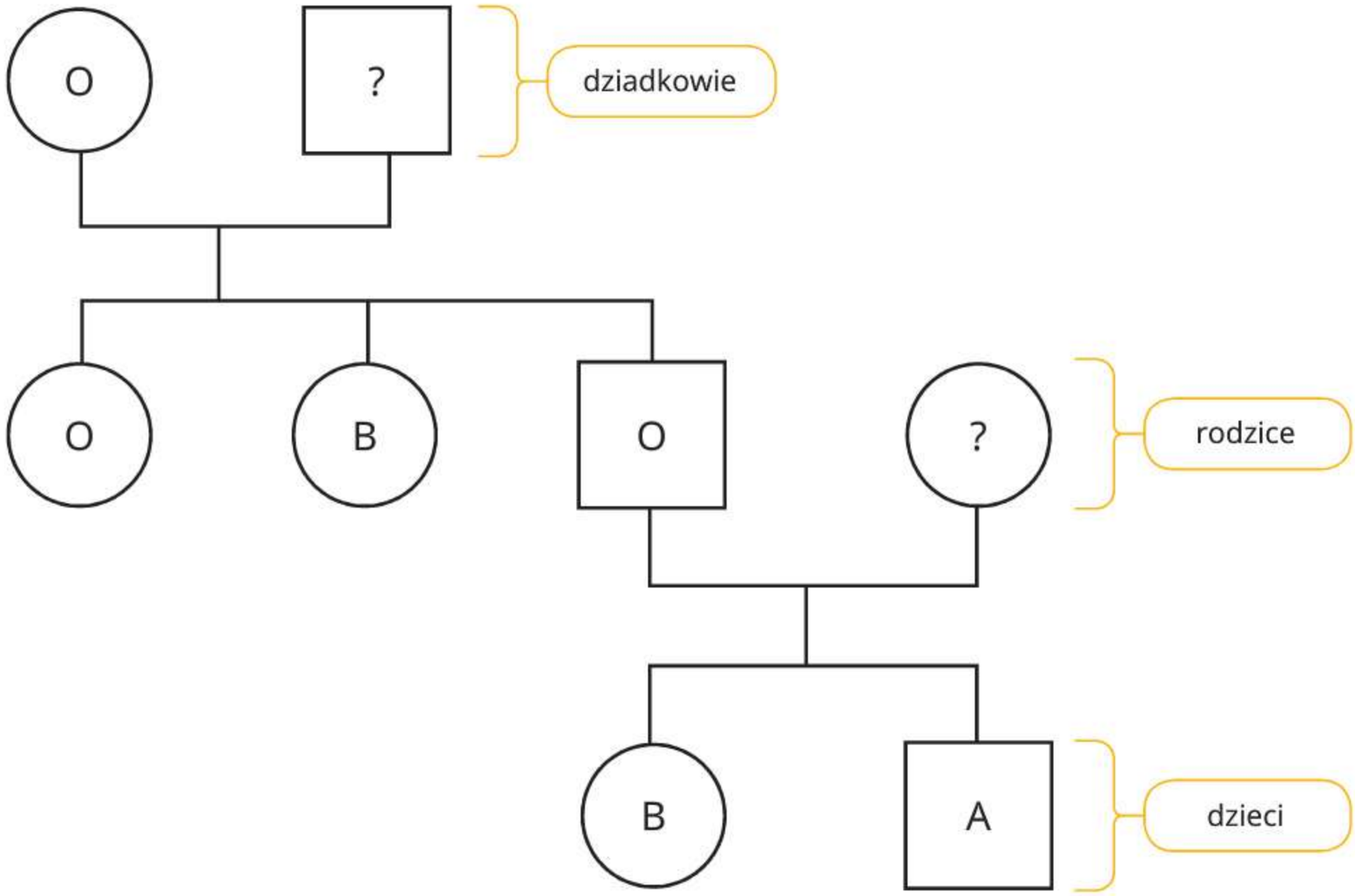
Matka ma grupę krwi A, ojciec – B. Na świat przychodzi ich dziecko z grupą krwi 0. Czy to możliwe? Odpowiedź uzasadnij krzyżówką genetyczną.

## Zadanie 6

Kobieta jest nosicielką daltonizmu, a mężczyzna ma daltonizm. Jakie występuje prawdopodobieństwo ujawnienia się tej choroby u ich potomstwa? Odpowiedź uzasadnij krzyżówką genetyczną.

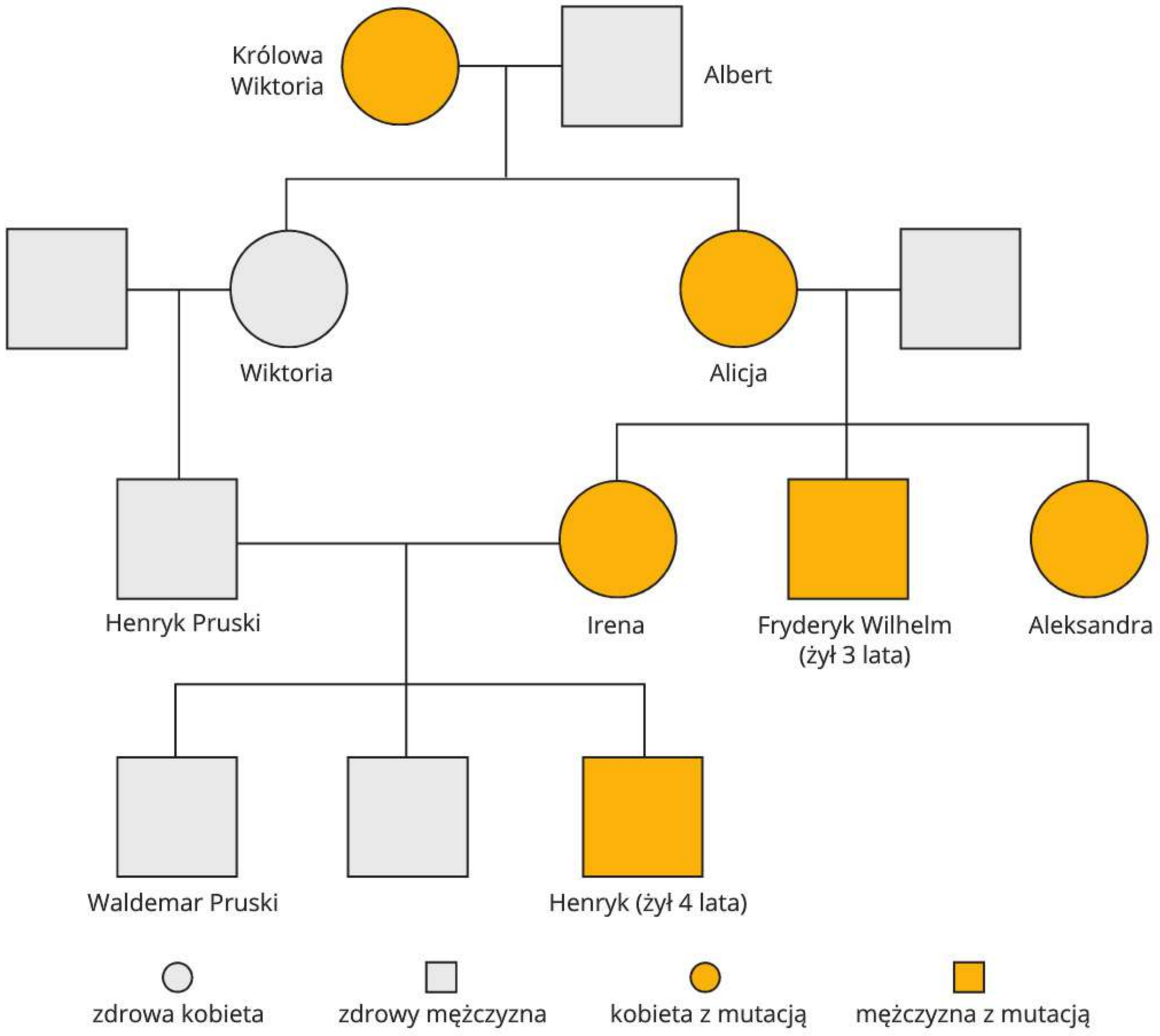
## Zadanie 7

Po lekcji dotyczącej genetyki Ania postanowiła narysować schemat dziedziczenia krwi w swojej rodzinie. Kwadratami zaznaczyła mężczyzn, a kółkami – kobiety. Niestety, nie znała grup krwi wszystkich osób. Na podstawie poniższego schematu ustal, jaki **genotyp** mają mama i dziadek Ani.



## Zadanie 8

Na poniższym schemacie przedstawiono elementy drzewa genealogicznego królowej Wiktorii, która od 1837 roku rządziła Imperium Brytyjskim. Królowa miała dziewięcioro dzieci, schemat przedstawia wybranych członków rodzin dwóch jej córek: Alicji i Wiktorii. Kolorem zaznaczono wystąpienie mutacji hemofilii w genach, jednak nie określono, czy osoba była nosicielem genu, czy też chorowała na hemofilię. Przeanalizuj schemat, a następnie wykonaj polecenia.




**a)** Określ genotypy Królowej Wiktorii, Alicji, Waldemara Pruskiego oraz Fryderyka Wilhelma.

**b)** Fryderyk Wilhelm i Henryk żyli bardzo krótko. Na podstawie wiedzy o hemofilii wyjaśnij, dlaczego tak się stało.

**c)** Rozstrzygnij i uzasadnij, czy gdyby w tamtych czasach w rodzinie królewskiej nie zawierano małżeństw z blisko spokrewnionymi osobami, to Henryk Pruski mógł uniknąć mutacji hemofilii w genach swoich dzieci.

• • •

## Zadanie 9

Kobieta, która jest Rh–, i mężczyzna, który jest Rh+, mają czworo dzieci. Troje z nich jest Rh–, a jedno Rh+. Jaki genotyp ma mężczyzna?

DZIAŁ III

# EWOLUCJA ŻYCIA

Dobór naturalny

Ewolucja

Skamieniałości

O czym to będzie?

# 1. Ewolucja – teoria z wieloma dowodami

Twoje cele:

- wymienisz źródła wiedzy informujące o przebiegu procesu ewolucji;
- wyjaśnisz rolę ewolucji w procesie powstawania i kształtowania się nowych gatunków.

Czas na nową porcję wiedzy. Dasz radę!

## Proces powolnych zmian

Wiele rzeczy zmienia się w czasie, np. gąsienice przeobrażają się w motyle, pasma górskie wypiętrzają się i ulegają erozji. Niektóre zmiany zachodzą szybko, a inne bardzo powoli.

Ziemia powstała około 4,6 mld lat temu i wyglądała wtedy zupełnie inaczej niż teraz. Życie na naszej planecie również stopniowo się zmieniało. Organizmy żyjące miliony lat temu różniły się od występujących obecnie, ponieważ panowały wówczas inne warunki środowiskowe.

Wyznacznikiem przeżycia organizmów jest ich przystosowanie się do środowiska. Brak przystosowań może spowodować wymarcie osobników, a nawet całego gatunku.

Za pojawianie się stopniowych zmian w budowie organizmów odpowiada zmieniające się **środowisko.**

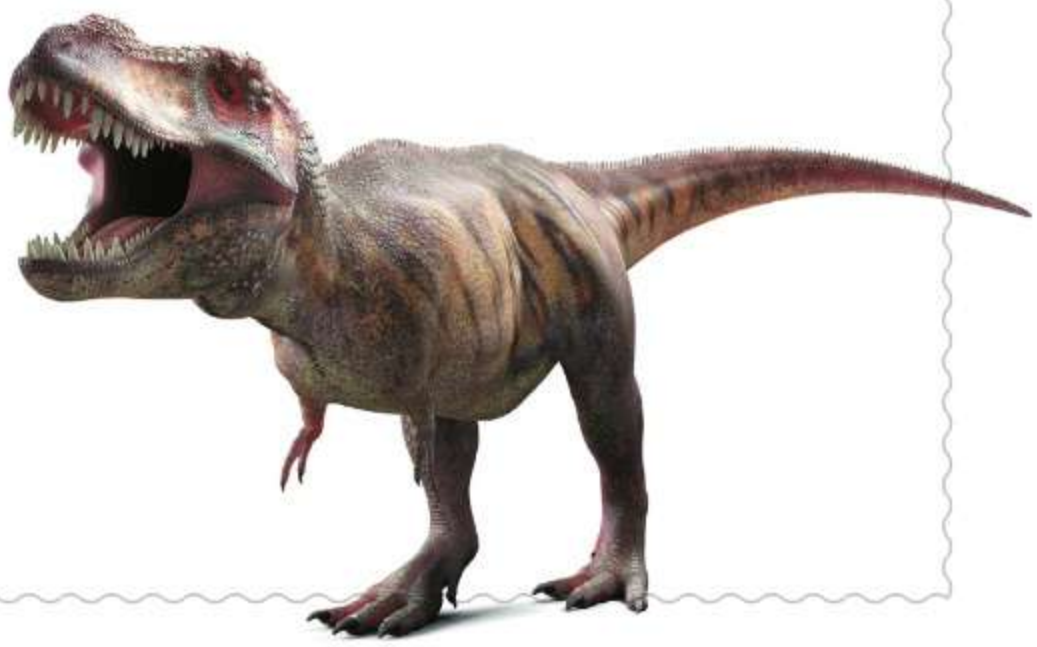
## Ewolucja

**Ewolucja biologiczna** to proces bardzo powolnych zmian cech organizmów (np. budowy organów / narządów, a w następstwie tego również ich funkcji). Zmiany te zachodzą w wyniku oddziaływań środowiska i mają na celu dostosowanie się organizmów do zmieniających się warunków. Ewolucja pozwala na wyjaśnienie podobieństw i różnic między organizmami żyjącymi w całej historii Ziemi. Nie można jej zaobserwować, że się właśnie odbywa. W jaki sposób zatem biologom udało się poznać ten proces?

**Ewolucja biologiczna** to proces stopniowych zmian cech organizmów i sposobu ich życia, w wyniku których część gatunków wymiera bądź daje początek innym.

### A to ciekawe!

Około 66 mln lat temu w Ziemię uderzyła planetoida. Warunki życia (temperatura, dostęp do światła) gwałtownie się zmieniły, co spowodowało wymarcie około 75 % gatunków roślin i zwierząt, w tym nieptasich dinozaurów. Największym z nich był tyranozaur.



# Dowody na zmiany – skamieniałości, formy przejściowe

**SKAMIENIAŁOŚCI** Wiele informacji na temat dawno wymarłych organizmów czerpiemy z odnalezionych przez paleontologów **skamieniałości.** Najczęściej są to szczątki organizmów utrwalone w osadach skalnych, np. kości, zęby, muszle, ślady aktywności życiowej, a także fragmenty roślin, m.in. odciski liści, lub rzadziej – całe organizmy. Na ich podstawie naukowcy analizują budowę wymarłych organizmów oraz określają ich naturalne środowisko oraz tryb życia, a także przebieg ewolucji obecnie żyjących gatunków. Warunkiem powstania skamieniałości jest szybkie zakrycie szczątków przez osady skalne, zanim zostaną całkowicie zniszczone, przy odpowiednich warunkach środowiskowych i jak najszybszym odcięciu od dostępu tlenu. Skamieniałości datuje się, czyli określa się ich wiek. Najczęściej wykorzystuje się naturalny rozpad izotopów promieniotwórczych, np. węgla-14. Najdokładniejsze jest datowanie skamieniałości za pomocą kilku technik jednocześnie.

**Skamieniałości** to zachowane do naszych czasów pozostałości dawno żyjących organizmów lub ich fragmentów, a także pozostawione przez organizmy odciski lub inne ślady ich działalności.

▲ Skamieniałość: owad uwięziony w bursztynie (utwardzonej żywicy drzew sprzed milionów lat)

## Obserwacja dodatkowa

15 MIN

# Obserwacja samodzielnie przygotowanych „skamieniałości”

### Sprzęt i materiały:

Lupa, plastelina (możesz użyć także np. modeliny lub piankoliny), ołówek, muszle.

### Przebieg obserwacji:

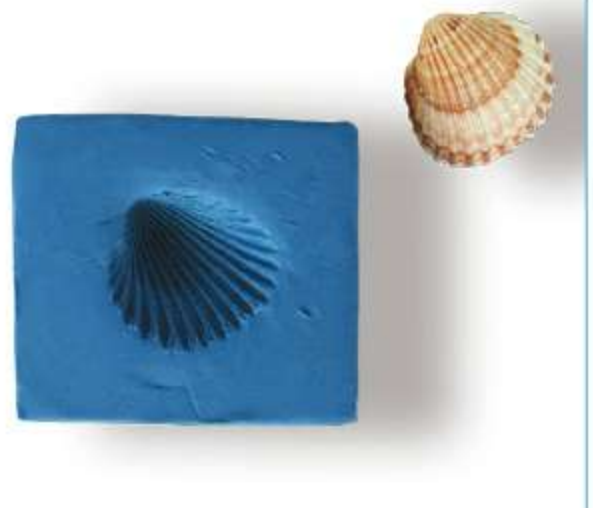
**1**

Rozwałkuj ołówkiem plastelinę na grubość około 1 cm. Następnie odciśnij w plastelinie wybraną muszlę. Użyj lupy do obserwacji powstałego odcisku i porównaj go z powierzchnią odciśniętej muszli.

**2**

Dzięki tej aktywności możesz częściowo odtworzyć mechanizm powstawania skamieniałości i przygotować jej własny model.

**3**



Wykonaj obserwację muszli odciśniętej przez inną uczennicę / innego ucznia oraz spróbuj dopasować do tego odcisku odpowiednią muszlę.

**FORMY PRZEJŚCIOWE** Wśród skamieniałości wyróżnia się **formy przejściowe**, czyli organizmy o cechach dwóch grup systematycznych. Przykładem formy przejściowej jest **praptak**, mający cechy budowy zarówno gadów, jak i ptaków. Skamieniałości praptaka stanowią dowód na pochodzenie (wyewoluowanie) ptaków od gadów.

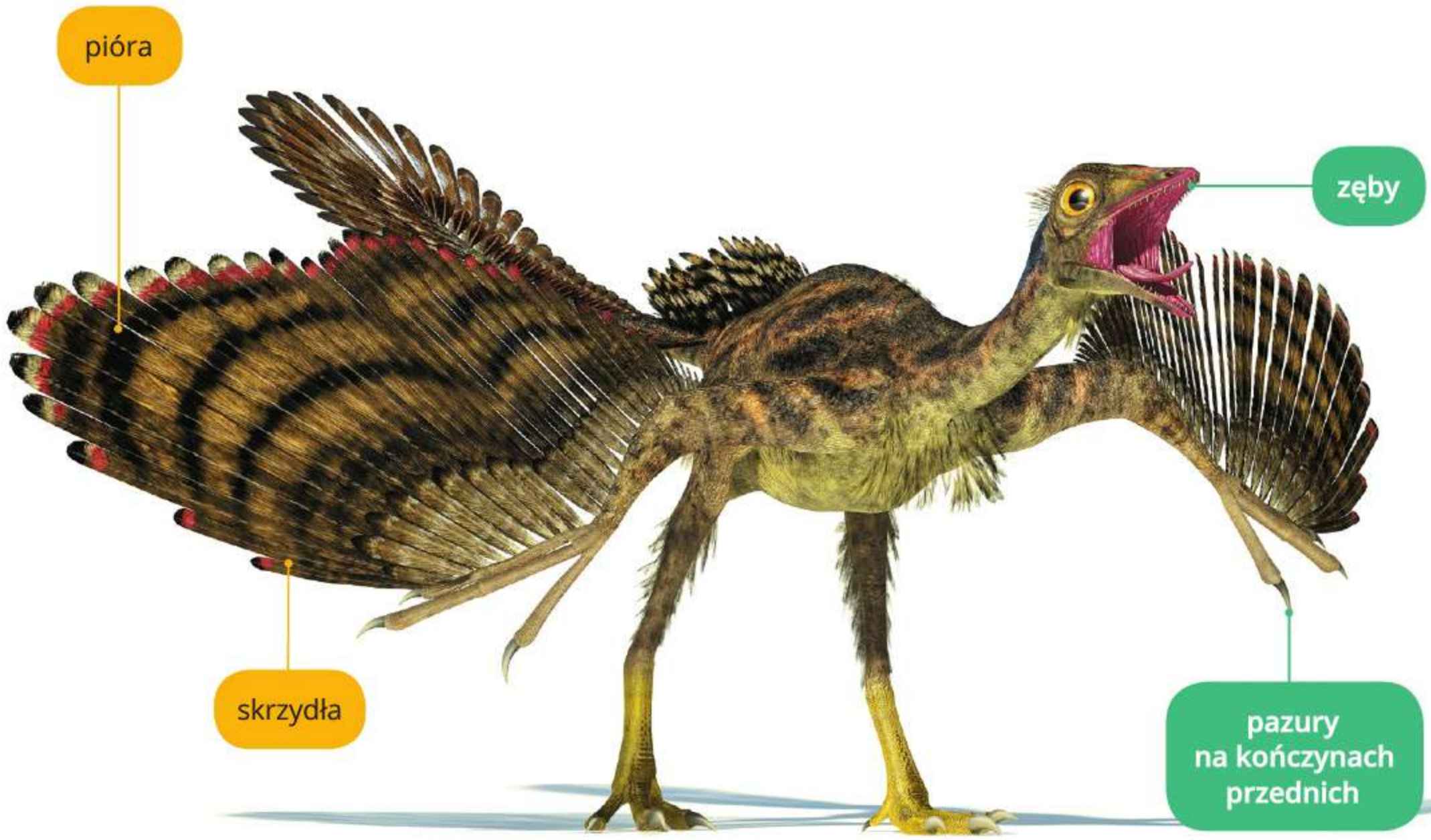
**Wybrane cechy ptasie:**

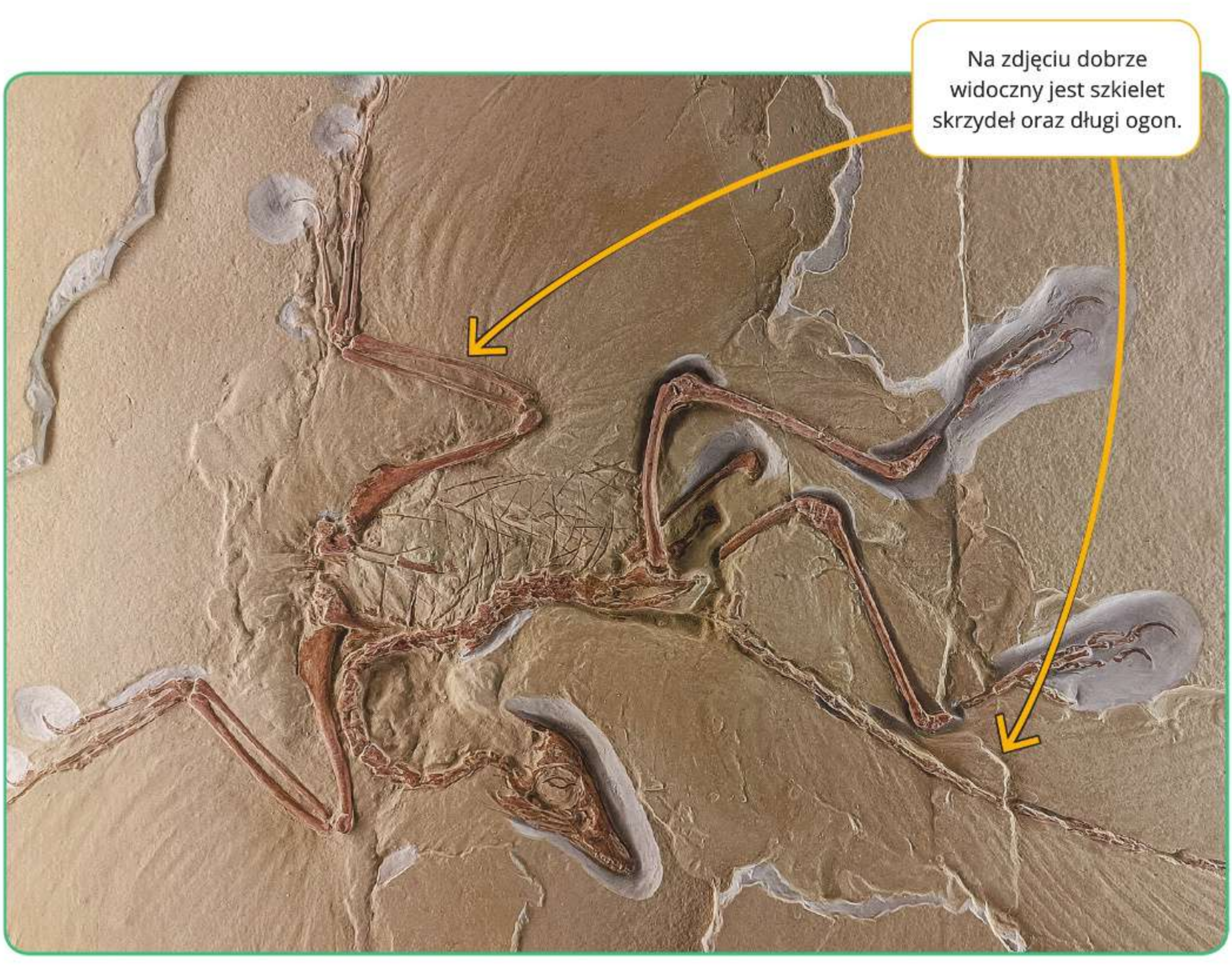
- skrzydła
- pióra

**Praptak**

**Wybrane cechy gadzie:**

- zęby
- pazury na kończynach przednich




▲ Praptak – skamieniałość szkieletu i rekonstrukcja wyglądu na podstawie odkrytych skamieniałości

# Żywe skamieniałości

Żyjący współcześnie **dziobak** to nietypowy ssak, wyróżniający się cechami właściwymi zarówno dla gadów (składanie jaj), jak i ssaków (pokrycie ciała włosami i wydzielanie mleka). Należy on do tzw. **żywych skamieniałości**, czyli gatunków, które przetrwały do naszych czasów, ale nie mają bliskich żyjących krewnych. Organizmy określane tym terminem przeżyły masowe wymieranie w przeszłości i z reguły ich występowanie ogranicza się do jednego czy kilku gatunków. Dziobaki budową przypominają swoich dawno wymarłych przodków. Odkryte skamieniałości, datowane na 100 tys. lat, przypominają wyglądem żyjącego obecnie dziobaka. Do żywych skamieniałości zalicza się także **latimerię**, **łodzika**, **skrzyp** i **miłorząb**.

Dziobak – prymitywny ssak z grupy stekowców

Latimeria – ryba z płetwami osadzonymi na umięśnionych trzonach

Łodzik – głowonóg z muszlą zewnętrzną

Miłorząb – roślina nagonasienna o płaskich liściach (a nie szpilkach)

Skrzyp – roślina o pędach z łuskowatymi liśćmi

# Taka sama budowa, inna funkcja

Porównywanie cech budowy organizmów pozwala określić, czy dwa współcześnie żyjące gatunki są blisko czy daleko spokrewnione, lub zrozumieć ewolucyjne powiązania między gatunkami. Podobna budowa może być homologiczna – wspólna ze względu na pochodzenie.

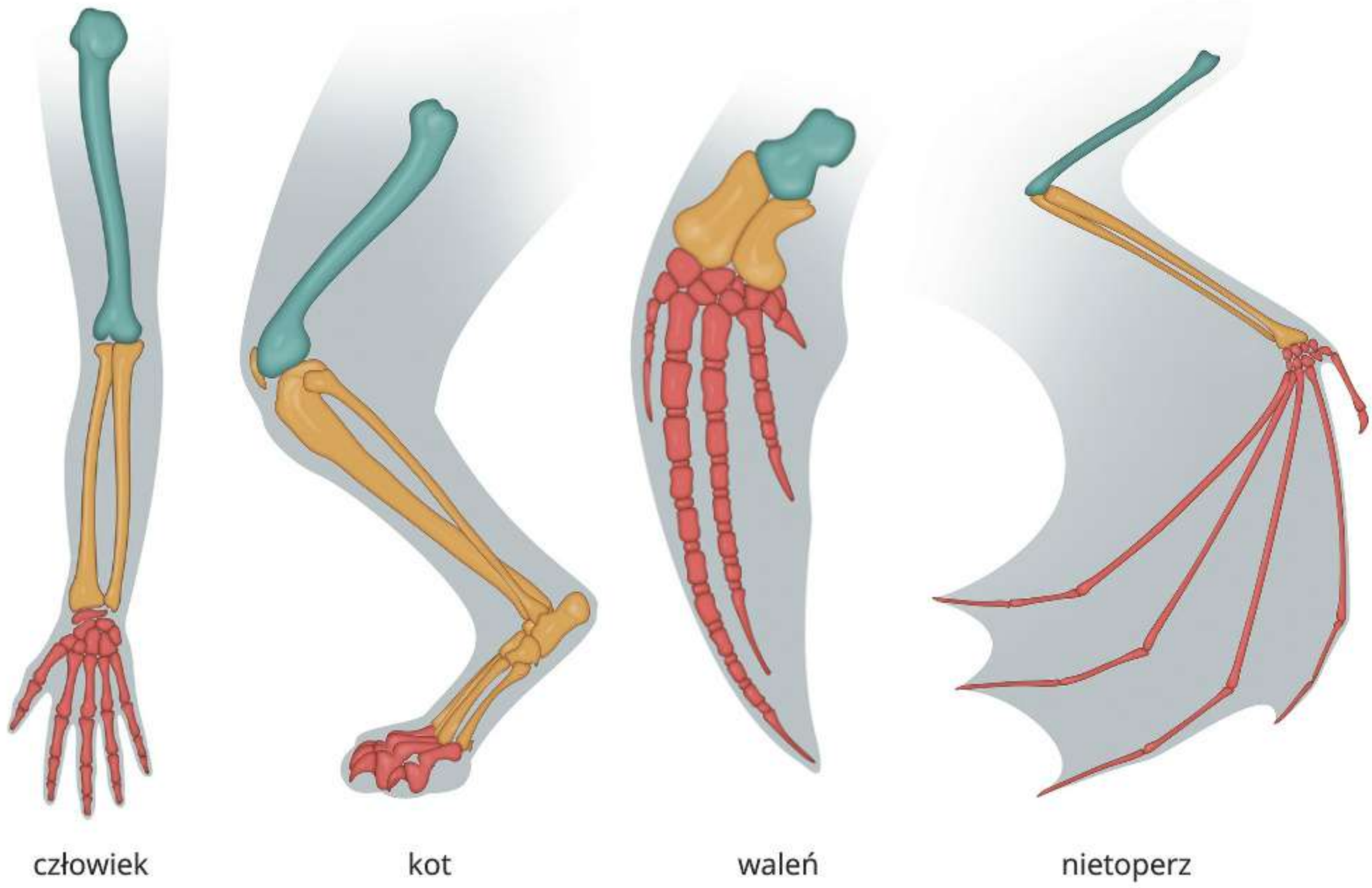
Jeśli dwa gatunki (lub więcej) mają wspólną unikalną cechę fizyczną, taką jak zbliżony układ kości lub plan budowy ciała, to mogły odziedziczyć tę cechę po wspólnym przodku. W przypadku ssaków jest to np. szkielet. U człowieka, kota, walenia i nietoperza szkielet kończyny górnej składa się z tych samych kości, mimo że kończyny te wyglądają zupełnie inaczej i pełnią odmienne funkcje, które wynikają z przystosowania tych gatunków do życia w różnych środowiskach. Jest to przykład **narządów homologicznych** i stanowi dowód na wspólne pochodzenie ssaków.

**Homologia** w biologii – podobieństwo budowy (np. kończyn kręgowców), ale niekoniecznie funkcji, między różnymi organizmami, wskazujące na wspólne pochodzenie ewolucyjne.

Struktury szczątkowe są homologiczne do użytecznych struktur występujących u innych gatunków i mogą dostarczyć informacji na temat pochodzenia organizmu. Na przykład maleńkie, szczątkowe kończyny, które zachowały się u niektórych węży, wskazują na czworonożnych przodków.

## Budowa kończyn wybranych ssaków

Kończyny ssaków różnią się wyglądem, ale ich szkielet zawiera te same kości, ponieważ mają to samo pochodzenie ewolucyjne. Te same kości oznaczono na rysunku tymi samymi kolorami.



człowiek kot waleń nietoperz

## Pozostałości po przodkach

Niektóre narządy nie pełnią istotnej funkcji. U człowieka są to np. mięśnie poruszające małżowiną uszną, kość ogonowa oraz ostatnia para zębów trzonowych (czasami nazywanych zębami mądrości, z którą nie mają nic wspólnego). Określa się je jako **narządy szczątkowe,** czyli pozostałości po przodkach, u których pełniły ważną funkcję, potrzebną do przetrwania organizmu. W toku ewolucji przestały ją pełnić, co spowodowało ich powolne zanikanie.

### Wybrane narządy szczątkowe człowieka

**Mięśnie poruszające małżowiną uszną** – w przeszłości pozwalały lepiej usłyszeć dźwięk zbliżającego się drapieżnika.

**Kość ogonowa** – przodkom człowieka ogon był potrzebny do utrzymania równowagi na drzewach.

**Ostatnia para zębów trzonowych** – dawniej te zęby służyły do rozcierania pokarmu roślinnego (to dowód, że przodek człowieka żywił się głównie roślinami).

## Taka sama funkcja, a inna budowa

Nie wszystkie cechy fizyczne, m.in. podobnie wyglądające narządy, świadczą o wspólnym pochodzeniu. Przykładem takiego narządu są skrzydła. Myszołów i pszczoła to organizmy niespokrewnione, lecz oba mają skrzydła i potrafią latać.

Myszołów

Pszczoła

## Zapamiętaj! To ważne!

### Ewolucja

To proces powolnych zmian w budowie organizmów, skutkujących powstawaniem nowych gatunków. Ich przyczyną jest zmieniające się środowisko.

### Dowody na istnienie procesu ewolucji

**Skamieniałości:**
szczątki organizmów lub całe organizmy oraz ślady ich aktywności życiowej znalezione w skałach.

**Żywe skamieniałości:**
żyjące do dziś gatunki organizmów, należące do wymarłych grup systematycznych.

**Formy przejściowe:**
organizmy o cechach wspólnych dwóch grup systematycznych, np. praptak.

**Narządy szczątkowe:**
narządy, które utraciły swoje funkcje, np. kość ogonowa u człowieka.

## Sprawdź się!

**1.** Wymień trzy dowody świadczące o ewolucji organizmów.

**2.** Wyjaśnij wpływ środowiska na proces ewolucji.

**3.** Podaj przykład dwóch organizmów (o wspólnym pochodzeniu), których narząd ma podobną budowę, ale różną funkcję.

**4.** Znajdź w zasobach internetowych dwa przykłady organów homologicznych roślin.

**5.** Oceń poprawność poniższego zdania oraz uzasadnij swoją odpowiedź.
*Ewolucja to proces gwałtownych zmian w budowie organizmu, na które środowisko nie ma wpływu.*

# 2. Procesy ewolucji

Twoje cele:

- przedstawisz mechanizmy procesu ewolucji;
- wyjaśnisz pojęcia doboru naturalnego oraz doboru sztucznego;
- wymienisz różnice między doborem naturalnym a doborem sztucznym.

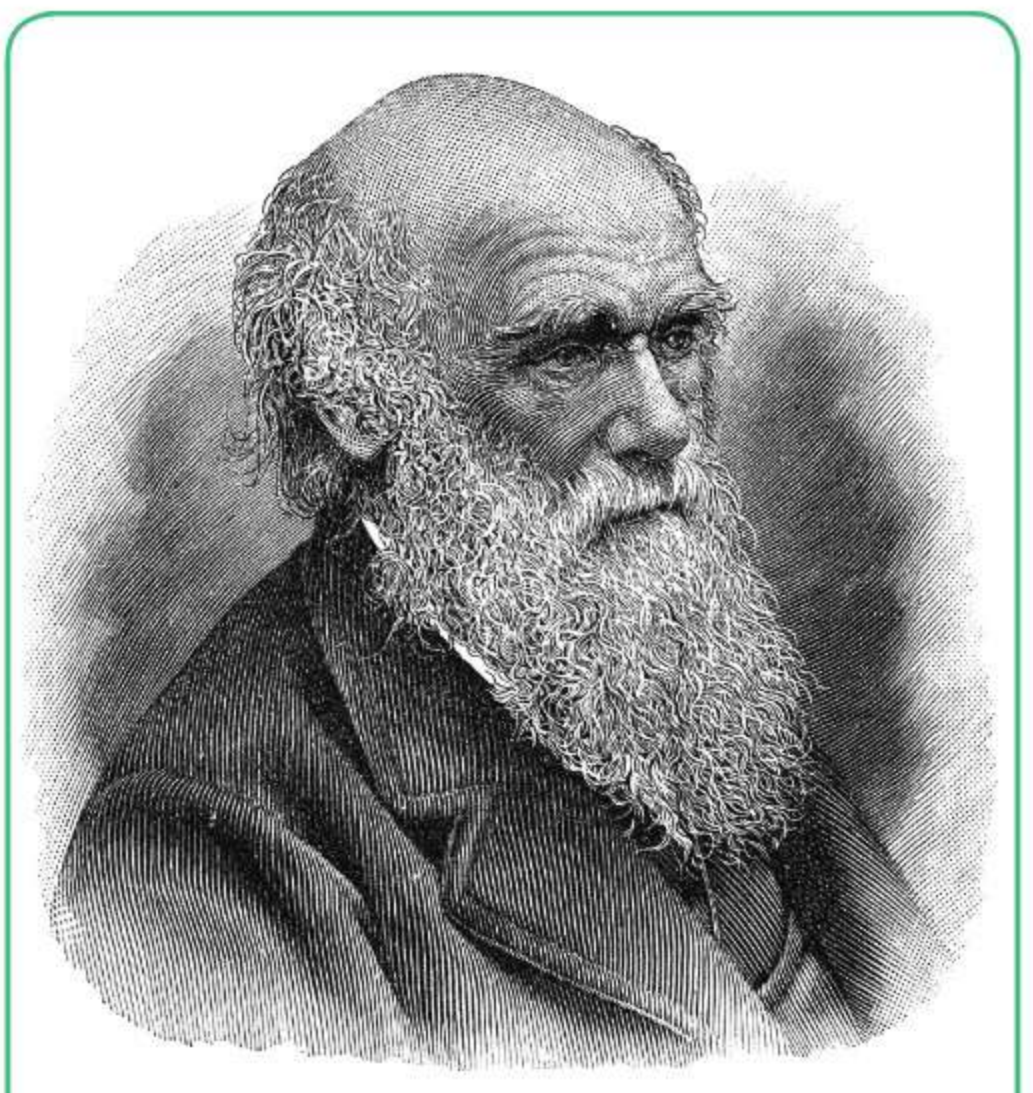
Zaczynamy!

## Wspólna historia genetyki i ewolucjonizmu

W 1859 roku ukazała się przełomowa publikacja brytyjskiego przyrodnika **Karola Darwina,** ***O powstawaniu gatunków drogą doboru naturalnego, czyli o utrzymaniu się doskonalszych ras w walce o byt***, w której przedstawił teorię ewolucji. Ogłoszona teoria spowodowała przewrót w naukach przyrodniczych. Zerwała z ogólnie przyjętymi poglądami dotyczącymi świata istot żywych, ponieważ dotychczas uważano, że wszystkie występujące na Ziemi gatunki powstały jednocześnie i od tego czasu pozostają niezmienne.

Teoria Darwina zainspirowała do badań wielu naukowców. Świat nauki zaakceptował odkrycia i tezy dotyczące ewolucji dopiero pod koniec lat 50. XX wieku.

Rozwój genetyki przyczynił się do lepszego poznania ewolucji organizmów. Identyfikacja DNA pozwoliła na dokładniejszą klasyfikację gatunków i określenie między nimi pokrewieństw.



Karol Darwin – twórca teorii ewolucji

## Dobory naturalny i sztuczny jako mechanizmy ewolucji

Darwin w trakcie pięcioletniej wyprawy badawczej, m.in. wzdłuż wybrzeży Ameryki Południowej, dotarł do wysp Galapagos. Obserwacje występujących tam organizmów stały się punktem wyjścia do stworzenia przez niego teorii ewolucji. Naukowiec odkrył m.in. nieznane dotąd gatunki oraz dostrzegł różnice między zwierzętami zamieszkującymi poszczególne wyspy archipelagu. Żyjące na Galapagos tzw. zięby Darwina, mimo wielu wspólnych cech, różniły się kształtem i wielkością dziobów, co było wynikiem przystosowania tych ptaków do zdobywania różnego rodzaju pokarmu. Darwin na podstawie swoich obserwacji oraz później przeprowadzonych badań sformułował teorię **doboru naturalnego.**

**DOBÓR NATURALNY** To proces, w wyniku którego przeżywają i wydają na świat potomstwo osobniki najlepiej przystosowane do aktualnie panujących warunków środowiska życia.

**Mechanizmy doboru naturalnego:**

- osobniki jednego gatunku są naturalnie zmienne – różnią się od siebie wieloma cechami; ta zmienność oznacza, że niektóre mają cechy lepiej przystosowujące do środowiska niż inne;
- zasoby każdego środowiska są ograniczone i nie wszystkie rodzące się w nim osobniki mają szanse przeżycia, dlatego dochodzi do bardzo silnej konkurencji w obrębie gatunku – wszystkie organizmy prowadzą **walkę o byt**, w której zwyciężają osobniki najlepiej dostosowane do swojego środowiska (mają większe szanse na przeżycie i rozmnażanie się);
- cechy, które odpowiadają za lepsze przystosowanie organizmów do określonych warunków środowiskowych, są przekazywane potomstwu i utrwalane.

## Dobór naturalny na wyspach Galapagos

Wyspy Galapagos to archipelag znajdujący się około tysiąca kilometrów na zachód od wybrzeży Ameryki Południowej. Tzw. **zięby Darwina** ze względu na liczne cechy wspólne mają wspólne pochodzenie ewolucyjne. Dowodzi to, że mają wspólnego przodka, który przybył na wyspy z kontynentu (z Ameryki Południowej). W wyniku ograniczonej ilości pokarmu na archipelagu ptaki te zaczęły się specjalizować w zdobywaniu jego różnych rodzajów. W walce o zasoby środowiska przetrwały osobniki **najlepiej przystosowane**. Ich cechy zostały przekazane następnym pokoleniom. Poniżej zostały przedstawione trzy wybrane gatunki tzw. zięb Darwina z wysp Galapagos.

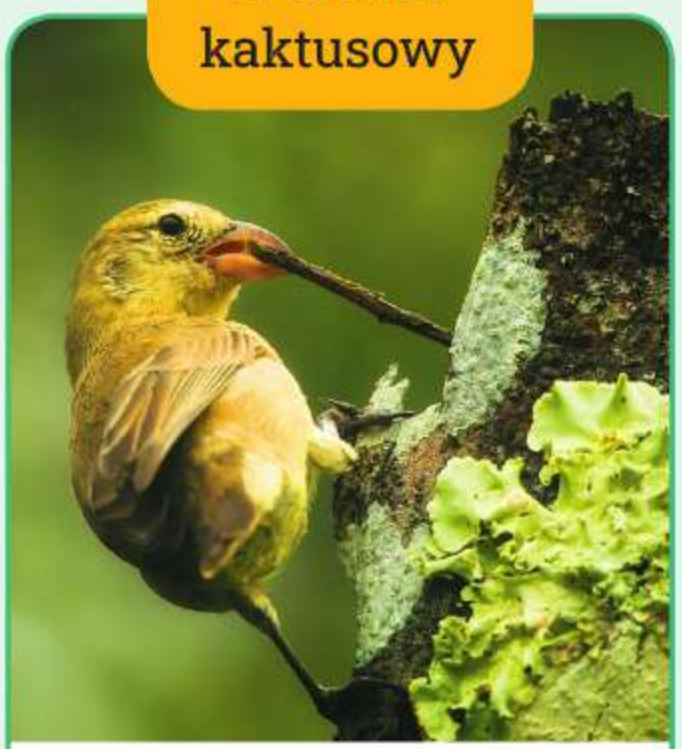
**Darwinka kaktusowa**

Żywi się miąższem kaktusów, a z kwiatów niektórych z nich pozyskuje nektar i pyłek.

**Darwinka wielkodzioba**

Zjada nasiona – ma masywny dziób, który wykorzystuje do zgniatania twardych łupin nasiennych.

**Kłowacz kaktusowy**



Ptak owadożerny, w celu dotarcia do zdobyczy używa „narzędzi", np. cierni kaktusów, gałązek, którymi wydłubuje ofiarę spod kory drzew i ze szczelin.

▲ Różne rasy psów często mają odmienny wygląd i rozmiary.

**DOBÓR SZTUCZNY** To selekcja organizmów dokonywana przez człowieka. Ludzie od tysięcy lat wybierają i krzyżują ze sobą osobniki, które wykazują **pożądane przez człowieka cechy**, np. wysoka mleczność krów, nietypowe umaszczenie psów, duże plony zbóż. W ten sposób powstają **nowe rasy zwierząt i odmiany roślin**. Zwykle pożądane cechy są nieprzydatne w środowisku przyrodniczym. Niestety czasami w wyniku doboru hodowlanego zostają utrwalane wady genetyczne, np. wady serca u niektórych ras psów.

## Obserwacja dodatkowa

5 MIN

### Obserwacja ras psów jako efektu doboru sztucznego

#### Sprzęt i materiały:

Zeszyt, długopis (do zanotowania wyników obserwacji).

#### Przebieg obserwacji:

Przyjrzyj się zamieszczonym zdjęciom wilka oraz psa rasy yorkshire terrier (york). Zastanów się i zanotuj, jakie cechy musiały być preferowane przez człowieka, aby powstała ta rasa. Wymień co najmniej pięć cech. Zakładamy, że „rasą" wyjściową był wilk.

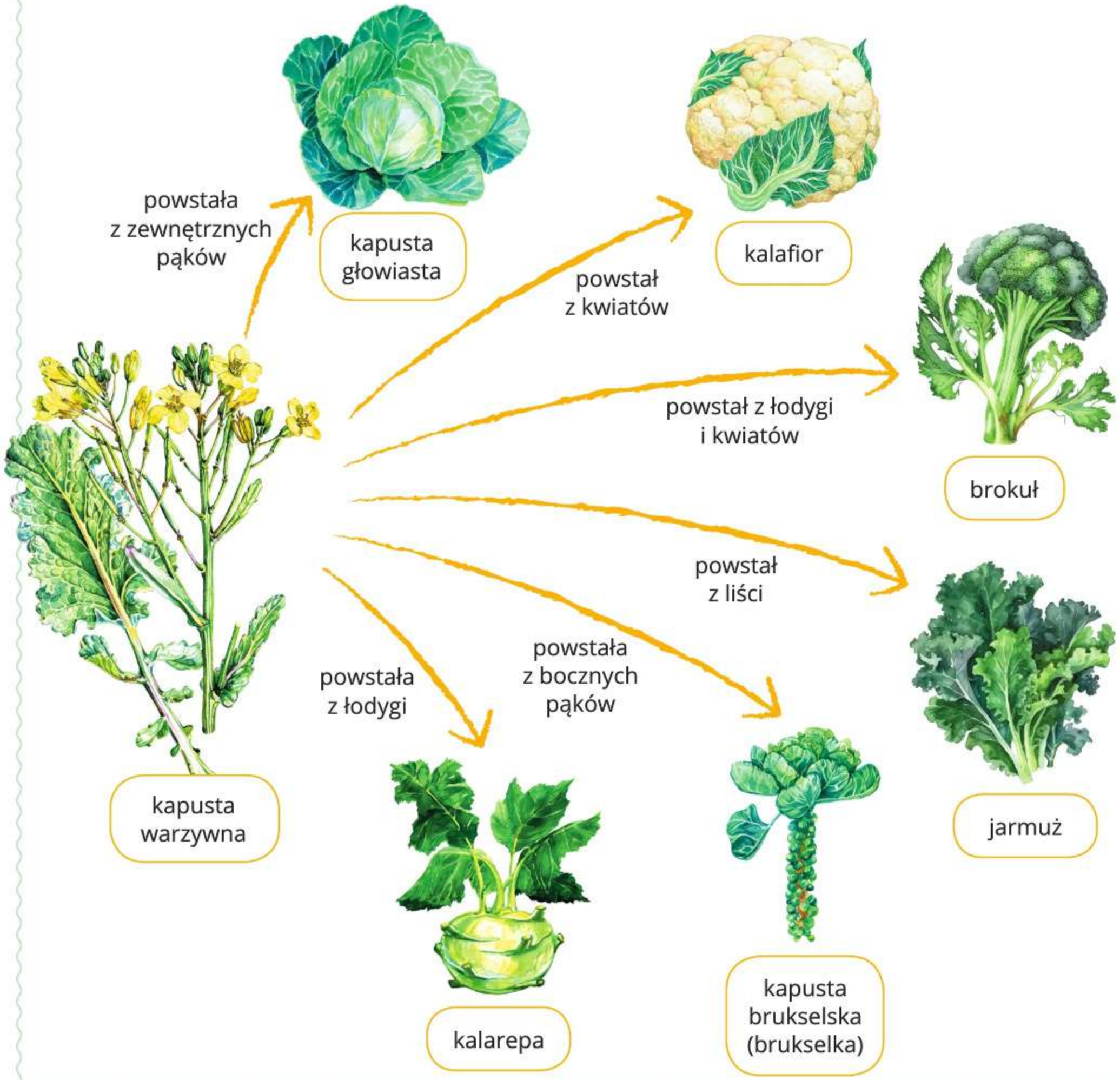
## A to ciekawe!

W trakcie udomowienia wilka (proces rozpoczął się 20 tys. lat temu) człowiek dobierał osobniki ze względu na użyteczność tego zwierzęcia. Dopiero od niedawna (około XIX wieku) zaczęto selekcjonować psy ze względu na wygląd.

Przykładem rasy użytkowej psa jest border collie – pies pasterski

## Rezultaty doboru sztucznego

W wyniku doboru sztucznego człowiek uzyskał m.in. z kapusty warzywnej takie warzywa kapustne, jak: kapusta głowiasta, kalafior, brokuł, jarmuż, kapusta brukselska i kalarepa.




## Porównanie doborów naturalnego i sztucznego

| Właściwość | Dobór naturalny | Dobór sztuczny |
|---|---|---|
| **Czynnik selekcjonujący** | Środowisko przyrodnicze | Człowiek |
| **Charakter selekcjonowanej cechy** | Ułatwiająca przetrwanie w środowisku | Pożądana przez człowieka |
| **Przykłady doboru** | Jasny kolor sierści zwierząt żyjących na północy (ułatwiający m.in. maskowanie się w śniegu) | Kury nioski wyselekcjonowane ze względu na wysoką nieśność (dużą liczbę znoszonych jaj) |

## Zapamiętaj! To ważne!

### Mechanizmy ewolucji

#### dobór naturalny

- Środowisko selekcjonuje najlepiej przystosowane osobniki.
- W wyniku konkurencji (walki o byt) przeżywają osobniki o cechach korzystnych w danym środowisku.

#### dobór sztuczny

- Człowiek selekcjonuje organizmy ze względu na pożądaną cechę, która nie stanowi adaptacji do środowiska przyrodniczego.
- W jego wyniku powstają nowe odmiany roślin i rasy zwierząt.

## Sprawdź się!

**1.** Wymień podstawowe mechanizmy ewolucji.

**2.** Wyjaśnij, jak działa dobór naturalny.

**3.** Oceń wpływ konkurencji na selekcję organizmów.

**4.** Podaj dwa przykłady organizmów powstałych w wyniku działania doboru sztucznego.

**5.** Stwórz na podstawie biografii Karola Darwina krótki wywiad z tym przyrodnikiem na temat jego życia, np. podróży i badań.

**6.** W laboratorium wyhodowano nową roślinę zielną, która pomoże zmniejszyć zanieczyszczenie powietrza pyłami. Roślina ta zakwita tylko w nocy, ma krótkie korzenie oraz zużywa bardzo dużo soli mineralnych. Zastanów się, czy ta roślina może przetrwać po zasadzeniu jej w naturalnym środowisku. Na co Twoim zdaniem powinni zwrócić uwagę hodowcy podczas doboru sztucznego w dalszej hodowli tej rośliny?

# 3. Ewolucja człowieka

Twoje cele:

- przedstawisz podobieństwa między człowiekiem a małpami człekokształtnymi;
- wskażesz różnice między człowiekiem a małpami człekokształtnymi jako wynik procesów ewolucyjnych.

Łatwo to zrozumiesz!

## Wspólna historia

Dokładne pochodzenie współczesnych ludzi od dawna jest tematem dyskusji. Najstarsze szczątki przodka człowieka współczesnego datowane są na około 6,5 miliona lat. Według antropologów i biologów wcześniejsi przodkowie to zarówno przodkowie człowieka, jak i obecnie żyjących małp człekokształtnych. Zmiany zachodzące w środowisku przyrodniczym spowodowały powstanie odrębnych linii ewolucyjnych. Mimo to współcześnie żyjące małpy człekokształtne oraz człowiek mają ze sobą wiele wspólnego.

## Tacy sami, a całkiem inni

Człowiek jako gatunek (człowiek rozumny) zaliczany jest do małp człekokształtnych. Na pierwszy rzut oka widać, jak wiele cech odróżnia człowieka od innego przedstawiciela tej rodziny – szympansa. Naukowcy wykazali jednak aż 98–99-procentowe podobieństwo materiału genetycznego obu gatunków. Świadczy to o tym, że człowiek i szympans mają wspólnych przodków. Szympans przystosowany jest do poruszania się po drzewach. Podczas chodzenia zużywa cztery razy więcej energii niż człowiek.

## Współczesne małpy człekokształtne

Do **małp człekokształtnych**, oprócz człowieka i szympansa, należą także gibony, orangutany oraz goryle. Małpy człekokształtne (poza człowiekiem) występują wyłącznie w **lasach tropikalnych**.

Człowiek zaliczany jest do małp człekokształtnych, do których należą również szympansy, goryle, gibony i orangutany. Najwięcej podobieństw istnieje między informacją genetyczną człowieka a szympansa.

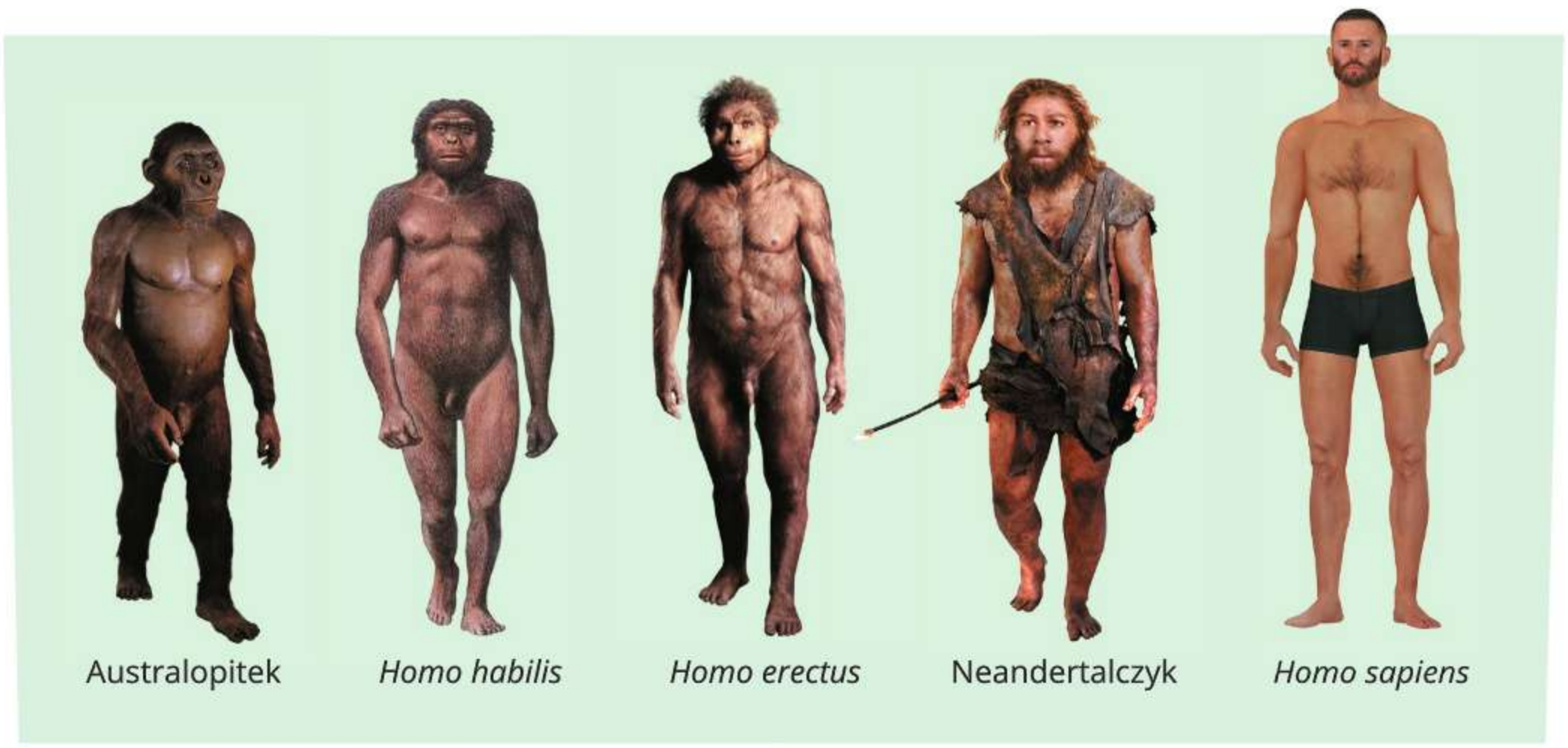
Orangutan

## Porównanie cech

| Człowiek | | Szympans |
|---|---|---|
| | | |
| Wyprostowana | **Postawa ciała** | Pochylona |
| Na dwóch nogach | **Sposób poruszania się** | Z wykorzystaniem czterech kończyn |
| Dłuższe kończyny dolne od górnych | **Stosunek długości kończyn** | Dłuższe kończyny górne od dolnych |
| Większa mózgoczaszka, spłaszczona twarzoczaszka | **Czaszka** | Mniejsza mózgoczaszka, rozwinięta twarzoczaszka (masywna żuchwa) |
| Zredukowane | **Owłosienie** | Gęste na całym ciele, pełniące funkcję ochronną |
| Palce są skierowane w tę samą stronę (równoległe) | **Budowa stopy** | Jeden palec jest szerzej rozstawiony (przeciwstawny); ułatwia to poruszanie się po drzewach |
| Tak | **Zdolność mowy** | Nie |

## Historia powstania człowieka

W ewolucyjnej historii człowieka rozumnego jako gatunku istniało kilku przedstawicieli rodzaju człowiek *(Homo)*. Od prawie 28 tys. lat wszyscy ludzie to reprezentanci jednego gatunku – człowieka rozumnego *(Homo sapiens)*. Pełne, chronologiczne połączenie kolejnych gatunków prowadzących do *Homo sapiens* wydaje się obecnie niemożliwe (nie ma zgodnych opinii wśród ekspertów). Podstawowe źródło szczegółowego opisu ewolucji człowieka stanowią okazy kopalne. Znaczącymi etapami w ewolucji człowieka były: pionizacja ciała, zmiana sposobu odżywiania się oraz zdobycie umiejętności wytwarzania narzędzi.




▲ Przedstawiciele istot przedludzkich i ludzkich. Wygląd zrekonstruowany na podstawie odnalezionych szczątków.

# Chronologia przodków człowieka

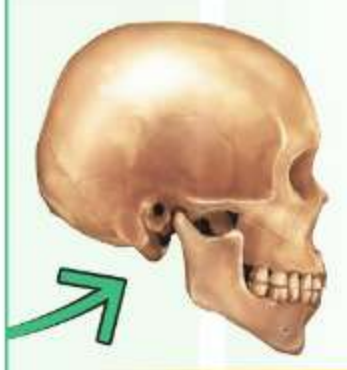
***Australopithecus afarensis***, czyli australopitek, miał około 1,2 m wysokości, wyprostowaną postawę i był dwunożny. Większość czasu spędzał na ziemi. Jego mózg był około trzy razy mniejszy od mózgu człowieka rozumnego. Korzystał z prostych narzędzi do zdobywania pokarmu.

***Homo habilis***, czyli człowiek zręczny, żył w Afryce Wschodniej, około 2,5–1,7 mln lat temu. Żył równolegle z australopitekami przez prawie milion lat. Najprawdopodobniej był pierwszym twórcą narzędzi kamiennych i stąd pochodzi jego nazwa.

***Homo erectus***, czyli człowiek wyprostowany, początkowo żył w Afryce, skąd rozprzestrzenił się na tereny Europy oraz Azji. Posługiwał się ogniem, który służył mu m.in. do ogrzewania jaskiń oraz obróbki termicznej pokarmu.

***Homo neanderthalensis***, czyli neandertalczyk, wytwarzał skomplikowaną broń z kamieni i drewna. Neandertalczycy pojawili się co najmniej 200 tys. lat temu. Mieli rozwiniętą kulturę, tworzyli narzędzia, malowidła, miejsca pochówku zmarłych. Żyli do około 25 tysięcy lat temu.

***Homo sapiens***, czyli człowiek rozumny, najprawdopodobniej pojawił się około 200 tys. lat temu w Afryce. Z kopalnych znalezisk wynika, że u człowieka rozumnego rozwinęło się myślenie abstrakcyjne. Świadczą o tym odkryte dzieła sztuki datowane na około 77 tys. lat.



**3 mln lat temu** | **2 mln lat temu** | **1 mln lat temu** | **dziś**

▲ Chronologia występowania niektórych gatunków przedludzkich oraz ludzkich

## A to ciekawe!

Przyczyna wyginięcia neandertalczyka nie jest do końca poznana. Niektórzy naukowcy sugerują, że powodem jego wyginięcia stała się rywalizacja między osobnikami dwóch jednocześnie żyjących gatunków ludzi. Nie ma jednak na to jednoznacznych dowodów.

Neandertalczyk – rekonstrukcja wyglądu

## Zapamiętaj! To ważne!

### Człowiek a szympans

**podobieństwa**

- Zredukowany ogon
- Przeciwstawny kciuk
- Obecność paznokci
- Rozróżnianie barw
- Silne więzy społeczne (u większości)
- Długi okres dzieciństwa

**różnice**

- Postawa ciała u człowieka wyprostowana, a u szympansa pochylona
- Sposób poruszania się u człowieka dwunożny, a u szympansa z wykorzystaniem czterech kończyn
- U człowieka dolne kończyny dłuższe od górnych, a u szympansa dłuższe górne kończyny
- U człowieka owłosienie zredukowane, a u szympansa gęste, na całym ciele
- U człowieka w stopie palce równoległe, a u szympansa jeden palec przeciwstawny
- U człowieka występuje porozumiewanie się za pomocą mowy, myślenie abstrakcyjne oraz tworzenie skomplikowanych narzędzi, a u szympansa brak tych cech

## Sprawdź się!

**1.** Wymień przedstawicieli małp człekokształtnych.

• • •

**2.** Podaj trzy cechy wspólne małp człekokształtnych.

• • •

**3.** Wymień trzy różnice między człowiekiem a szympansem.

• • •

**4.** Wykaż związek między długością kończyn a sposobem poruszania się szympansa i człowieka.

• • •

**5.** Wyjaśnij, dlaczego łacińska nazwa obecnie żyjącego gatunku człowieka brzmi *Homo sapiens*.

• • •

**6.** Wyobraź sobie, że mamy rok 3500. Badasz wymarłe kultury. Przylatujesz na planetę Ziemia. Sporządź raport na temat cech gatunku *Homo sapiens*.

# PODSUMOWANIE DZIAŁU III
# Ewolucja życia

## Dowody ewolucji organizmów

- **Skamieniałości** — szczątki organizmów, a także ślady ich aktywności życiowej utrwalone w skałach, np. kości, zęby, muszle, tropy.
- **Formy przejściowe** — organizmy łączące cechy dwóch grup systematycznych, np. praptak.
- **Żywe skamieniałości** — współczesne gatunki roślin i zwierząt, niemające bliskich żyjących krewnych, np. dziobak, latimeria.
- **Narządy homologiczne** — narządy różnych organizmów o podobnej budowie wewnętrznej i wspólnym pochodzeniu, ale mogące pełnić różne funkcje, np. kończyny przednie ssaków.
- **Narządy szczątkowe** — narządy o uproszczonej budowie, które utraciły pierwotne funkcje, a występowały i były ważne u przodków, np. u człowieka kość ogonowa, mięśnie poruszające małżowiną uszną oraz ostatnia para zębów trzonowych (tzw. zęby mądrości).

## Podstawowe mechanizmy ewolucji

### Rodzaje doboru

**dobór naturalny**

Główny czynnik procesu ewolucji powodujący, że przeżywają organizmy najlepiej przystosowane i przekazują cechy swojemu potomstwu.

Darwinka

**dobór sztuczny**

Selekcja organizmów dokonywana przez człowieka; do rozmnażania wybierane są osobniki mające pożądane przez człowieka cechy.

Pies (Jack Russell terrier)

# Podobieństwa i różnice między człowiekiem a pozostałymi małpami człekokształtnymi

Kończyny górne dłuższe od dolnych

Poruszanie się z wykorzystaniem czterech kończyn

Pochylona sylwetka

Brak zdolności mowy

Rozwinięta twarzoczaszka

**Człekokształtne**

Owłosienie ciała

- Przeciwstawny kciuk
- Zredukowany ogon (u większości)
- Palce chronione przez paznokcie, a nie pazury
- Zdolność rozróżniania barw
- Silne związki społeczne (u większości)
- Stosunkowo długi okres dzieciństwa

Wyprostowana sylwetka

**Człowiek**

Zredukowane owłosienie

Dwunożność

Zdolność mowy

Kończyny dolne dłuższe od górnych

Większa pojemność mózgoczaszki

## Słowniczek pojęć, które warto znać

**Dobór naturalny**
proces polegający na przeżyciu najlepiej przystosowanych do środowiska organizmów, które mogą przekazać korzystne cechy potomstwu.

**Dobór sztuczny**
selekcja roślin i zwierząt hodowanych przez człowieka ze względu na ich przydatność, np. zbóż dających duże plony.

**Ewolucja**
proces powolnych zmian w budowie i funkcjonowaniu organizmów, wywołanych zmianami środowiska.

**Formy przejściowe**
organizmy znane ze skamieniałości, łączące cechy dwóch grup systematycznych, np. praptak.

**Małpy człekokształtne**
grupa organizmów, do której należą ludzie, szympansy, goryle, orangutany oraz gibony.

**Narządy homologiczne**
narządy różnych organizmów o podobnej budowie wewnętrznej i wspólnym pochodzeniu, ale mogące pełnić różne funkcje, np. kończyny przednie ssaków.

**Narządy szczątkowe**
narządy, które nie spełniają istotnych funkcji u współczesnych organizmów, ale stanowią pozostałości po przodkach, np. kość ogonowa u człowieka.

**Skamieniałości**
zmineralizowane pozostałości lub inne ślady dawno żyjących organizmów zachowane w skałach, np. kości, liście.

**Żywe skamieniałości**
organizmy, które nie mają żyjących współcześnie bliskich krewnych, np. latimeria, miłorząb.

## Czas na zadania!

Odpowiedzi zapisz w zeszycie.

### Zadanie 1

Dopasuj opisy (**1**–**4**) do odpowiednich pojęć (**A**–**D**).

**A.** narządy homologiczne
**B.** narządy szczątkowe
**C.** formy przejściowe
**D.** żywe skamieniałości

**1.** Narządy, które nie pełnią istotnej funkcji i są pozostałością po przodkach.
**2.** Organizmy, których bliscy krewni nie przetrwali do współczesności.
**3.** Narządy o podobnej budowie wewnętrznej występujące u różnych organizmów, odziedziczone po wspólnym przodku.
**4.** Organizmy mające cechy dwóch grup systematycznych.

## Zadanie 2

Przyporządkuj odpowiedni rodzaj doboru do opisu.

**A.** Za selekcję organizmów odpowiada człowiek. **dobór naturalny / sztuczny**

**B.** Ten rodzaj doboru nie zawsze utrwala cechy przystosowujące do środowiska. **dobór naturalny / sztuczny**

**C.** Między osobnikami występuje walka o byt, co umożliwia przetrwanie tych najlepiej przystosowanych do panujących warunków. **dobór naturalny / sztuczny**

**D.** Utrwalana jest cecha zwiększająca przeżywalność osobników danego gatunku. **dobór naturalny / sztuczny**

• • •

## Zadanie 3

Uzupełnij zdania tak, aby zawierały prawdziwe informacje. Użyj poniższych wyrazów (pamiętaj o odpowiedniej formie gramatycznej).

*skamieniałość, narząd szczątkowy, forma przejściowa, żywa skamieniałość*

**A.** Dziobak jest przykładem _____ .

**B.** Przodek człowieka potrzebował mięśni poruszających małżowiną uszną do lepszego zlokalizowania poruszającego się drapieżnika w otoczeniu. Dla człowieka żyjącego współcześnie jest to _____ .

**C.** Praptak miał cechy gadów i ptaków, stanowi przykład _____ .

**D.** _____ to ślady, szczątki organizmów lub całe organizmy odnalezione w osadach skalnych.

• • •

## Zadanie 4

Dopasuj poniższe cechy (**1**–**10**) do człowieka, szympansa lub do obydwu z nich.

**A.** Człowiek

**B.** Szympans

**1.** Dłuższe kończyny górne od dolnych

**2.** Poruszanie się z wykorzystaniem jednej pary kończyn

**3.** Przeciwstawny paluch stopy

**4.** Zdolność mowy

**5.** Rozróżnianie barw

**6.** Duża mózgoczaszka

**7.** Gęste owłosienie tworzące futro

**8.** Obecność paznokci

**9.** Wyprostowana sylwetka

**10.** Rozbudowana żuchwa

## Zadanie 5

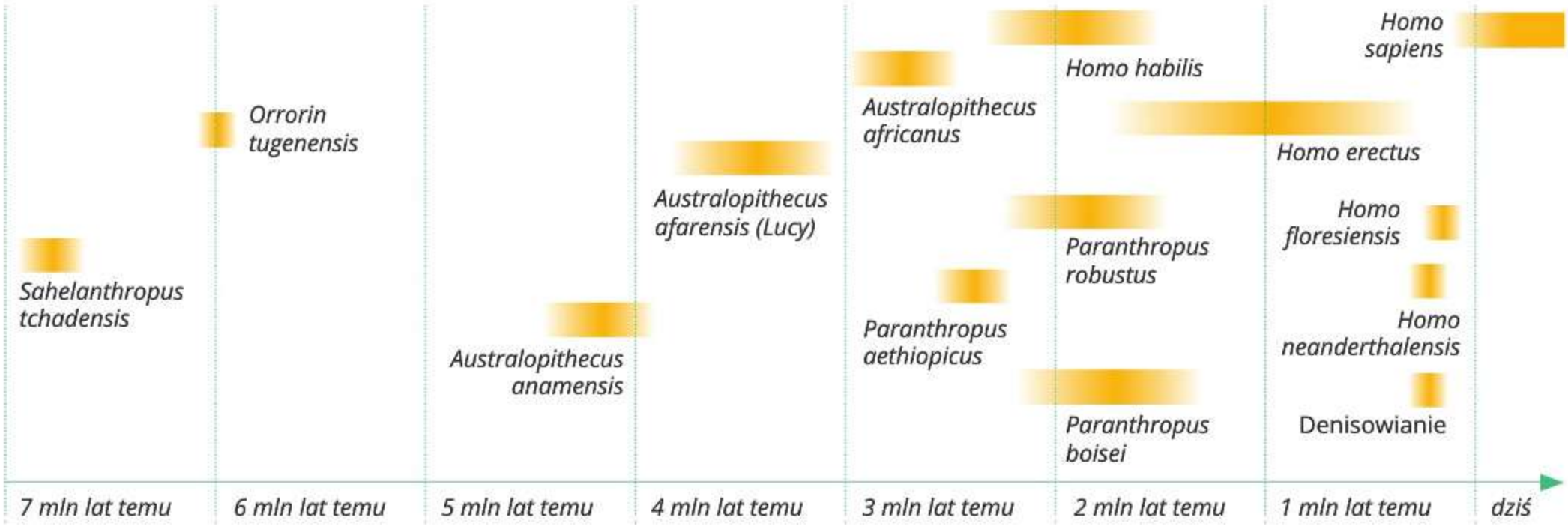
Przeczytaj tekst, a następnie oceń prawdziwość poniższych zdań. Wybierz **P**, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo **F** – jeśli jest fałszywe.

W środowisku naturalnym przeżywają osobniki najlepiej przystosowane. Przekazują potomstwu swoje cechy, umożliwiające mu przeżycie. Od wielu lat ludzie wybierają spośród zwierząt i roślin osobniki do rozmnażania, po to aby powielić wybrane cechy u ich potomstwa. W ten sposób dochodzi do modyfikacji cech u organizmów. Takich cech, które są inne niż u dzikich przodków wybranych przez człowieka gatunków. Nie oznacza to jednak, że w środowisku naturalnym wybrane przez człowieka cechy umożliwiłyby im przeżycie.

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1. | Dobór naturalny zachodzi wyłącznie w środowisku naturalnym. | **P** | **F** |
| 2. | Za dobór sztuczny odpowiada człowiek. | **P** | **F** |
| 3. | W doborze sztucznym do rozrodu wybierane są osobniki o cechach ważnych dla człowieka. | **P** | **F** |
| 4. | Cechy wybrane przez człowieka umożliwiają organizmom przeżycie w środowisku naturalnym. | **P** | **F** |

## Zadanie 6

Przeanalizuj schemat chronologii występowania niektórych istot przedludzkich oraz ludzkich, a następnie wykonaj polecenia.




**a)** Oceń, czy w tym samym czasie występował więcej niż jeden gatunek człowieka. Uargumentuj swoje zdanie, podając odpowiedni przykład.

**b)** Porównaj budowę czaszki *Australopithecus afarensis* oraz *Homo sapiens*. Przedstaw dwie różnice.

*Australopithecus afarensis*

*Homo sapiens*

DZIAŁ IV

# ODDZIAŁYWANIA W EKOSYSTEMIE

Ekosystem

Łańcuch pokarmowy

Konkurencja

O czym to będzie?

?

# 1. Ekosystem i zależności pokarmowe w ekosystemie

Twoje cele:

- wyjaśnisz, co to jest ekosystem;
- przedstawisz strukturę pokarmową w wybranym ekosystemie;
- rozróżnisz producentów, konsumentów i destruentów;
- opiszesz wpływ zależności pokarmowych na przepływ energii i obieg materii w ekosystemie;
- przeanalizujesz, a następnie skonstruujesz prosty łańcuch pokarmowy.

Zacznij, bo to połowa sukcesu!

## Życie w ekosystemie

**Ekosystem** składa się składa się z **elementów nieożywionych** i **elementów żywych**. Nieożywione elementy ekosystemu to np. gleba, woda, światło, a organizmy to jego żywe elementy. Ekosystemem możemy nazwać łąkę, jezioro, las czy przydomowy ogródek. W każdym ekosystemie dochodzi do oddziaływań między organizmami, a wszystkie jego elementy są ze sobą bezpośrednio lub pośrednio powiązane. **Zależności pokarmowe** to najczęstsze powiązania między organizmami żyjącymi w tym samym ekosystemie.

Ekosystem = elementy żywe (organizmy) + elementy nieożywione (np. gleba, woda, światło)

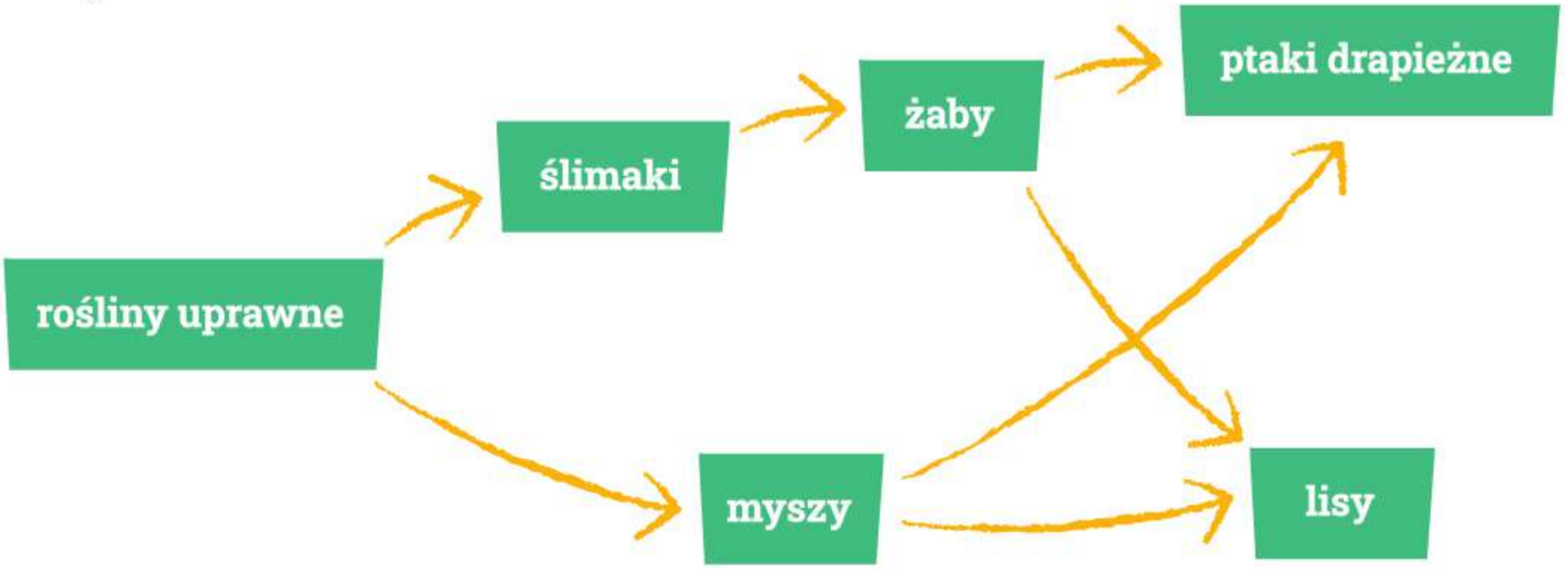
## Zależności pokarmowe w ekosystemach

Relacja, w której jeden organizm stanowi pożywienie dla innego, nazywana jest **zależnością pokarmową**. Organizmy uszeregowane w kolejności od zjadanego do zjadającego tworzą **łańcuch pokarmowy (troficzny)**. Graficznie zależności te są przedstawiane za pomocą strzałek: od zjadanego w kierunku zjadającego.

**Zależności pokarmowe** pomiędzy organizmami mogą być zobrazowane za pomocą **łańcucha pokarmowego** oraz **sieci pokarmowej.**

▲ Przykładowy łańcuch pokarmowy z ekosystemu pola uprawnego

**SIEĆ POKARMOWA** W ekosystemie łańcuchy pokarmowe się krzyżują, tworząc **sieć pokarmową (troficzną)**. W sieci pokarmowej widoczne są relacje żywieniowe między organizmami w danym ekosystemie.




▲ Przykładowa sieć pokarmowa z ekosystemu pola uprawnego

**POZIOM TROFICZNY** Pozycja, jaką organizm zajmuje w łańcuchu pokarmowym lub sieci pokarmowej, nosi nazwę **poziomu troficznego**. W łańcuchu pokarmowym można wyróżnić kilka poziomów troficznych, czyli grup organizmów pozyskujących pokarm w podobny sposób:

- **producenci** – organizmy samożywne (m.in. przeprowadzające proces fotosyntezy), np. rośliny; stanowią podstawę łańcucha spasania;
- **konsumenci** – organizmy cudzożywne: roślinożercy, drapieżniki, padlinożercy lub wszystkożercy;

  zwierzęta zjadające rośliny są **konsumentami I (pierwszego) rzędu**, a kolejne organizmy zjadające roślinożerców itd. to **konsumenci II (drugiego) rzędu**, **III (trzeciego) rzędu** itd.;
- **destruenci** – organizmy cudzożywne, rozkładają martwe szczątki roślin oraz zwierząt – powstają związki nieorganiczne wykorzystywane potem przez rośliny; należą do nich m.in. bakterie, niektóre grzyby.

**ŁAŃCUCH SPASANIA** Rodzaj łańcucha troficznego, w którym pierwsze ogniwo stanowią producenci, następne to zwierzęta roślinożerne (konsumenci I rzędu), a kolejne tworzą konsumenci wyższych rzędów.

**Łańcuch spasania** to łańcuch pokarmowy rozpoczynający się od producenta, a kończący na ostatnim konsumencie (np. III rzędu).

## A to ciekawe!

Do **organizmów przeprowadzających fotosyntezę** zalicza się nie tylko rośliny, lecz także niektóre bakterie (np. sinice) oraz protisty roślinopodobne (np. euglenę). Sinice występujące w oceanach są producentami połowy tlenu dostępnego na naszej planecie.



Euglena

producent

**I poziom troficzny**
kostrzewa łąkowa (trawa)

konsument I rzędu

**II poziom troficzny**
konik łąkowy

konsument II rzędu

**III poziom troficzny**
żaba trawna

▲ Przykładowy łańcuch spasania

myszołów zwyczajny

zaskroniec zwyczajny

żaba trawna

mysz leśna

konik łąkowy

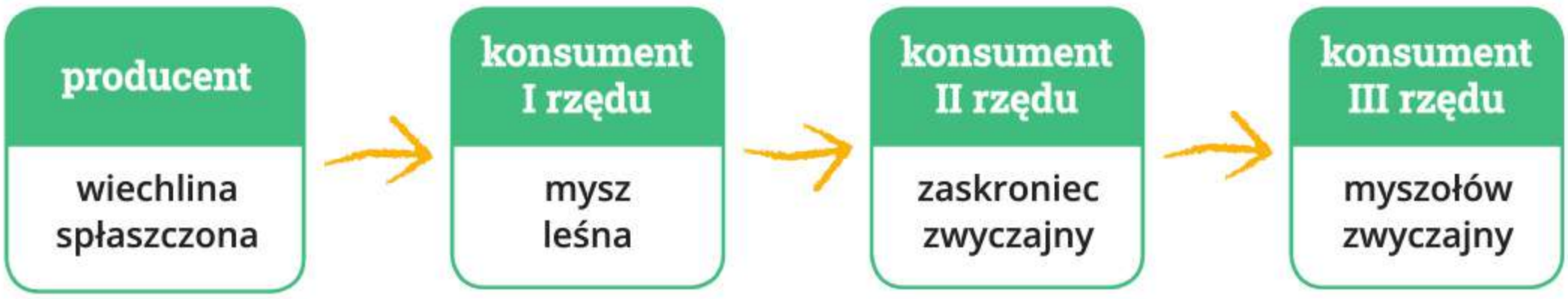
wiechlina spłaszczona (trawa)

▲ Przykładowa sieć pokarmowa lasu (dla uproszczenia pominięto poziom destruentów)

## Analiza sieci pokarmowej

Rośliny, np. wiechlina spłaszczona, należą do producentów ze względu na możliwość przeprowadzania procesu fotosyntezy. Konika łąkowego oraz mysz jako roślinożerców zalicza się do konsumentów I rzędu. Drapieżnik zjadający mysz lub konika łąkowego jest konsumentem II rzędu. Myszołów i zaskroniec mogą rywalizować o mysz. Jeśli myszołów zje zaskrońca, staje się konsumentem III rzędu. Tym sposobem zmienia swój poziom troficzny. Większość organizmów ma zróżnicowaną dietę, dlatego trudno jest określić ich przynależność do konkretnego poziomu troficznego.

▲ Najkrótszy łańcuch pokarmowy z sieci pokarmowej z ilustracji



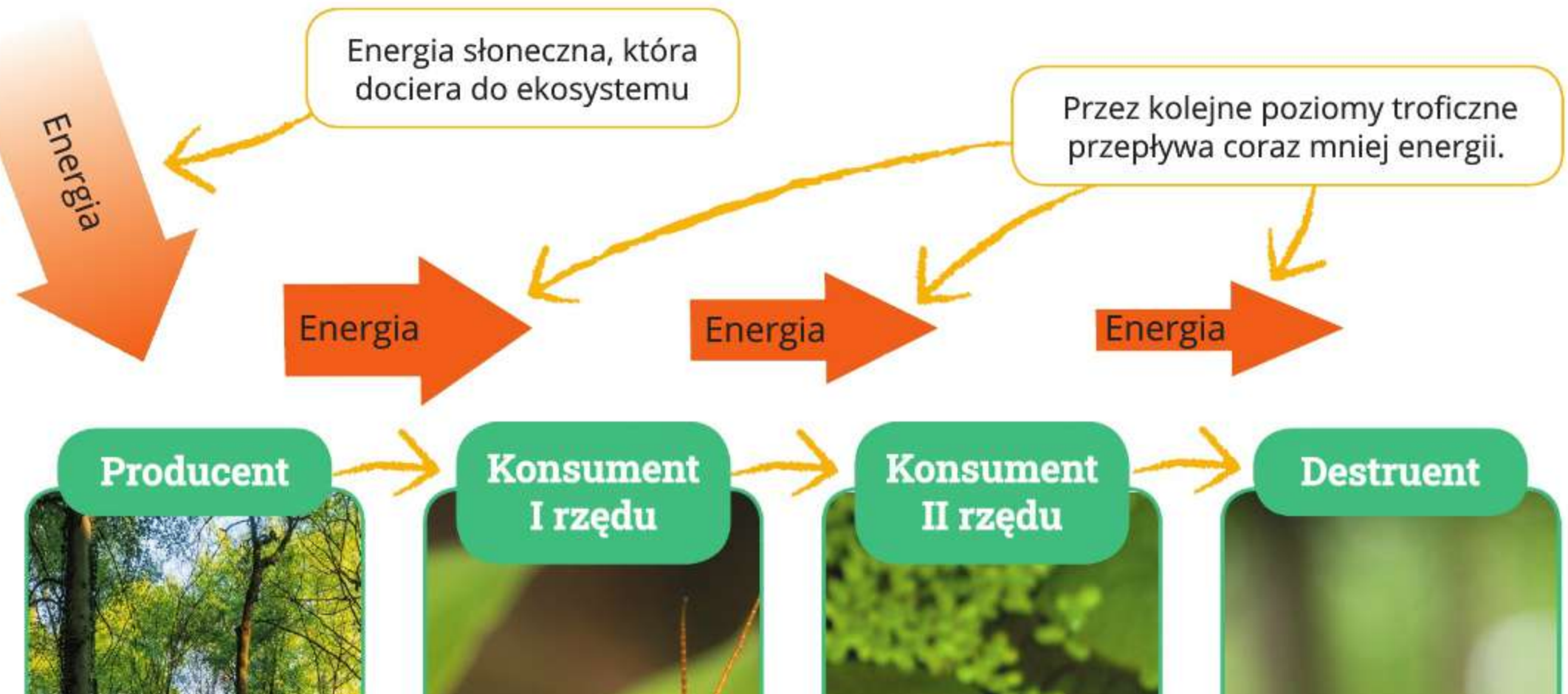

▲ Najdłuższy łańcuch pokarmowy z sieci pokarmowej z ilustracji

## Przepływ energii przez ekosystem

**Energia przepływa przez ekosystem.** Energia słoneczna, która dociera do ekosystemu, jest wykorzystywana przez producentów do przeprowadzania procesu fotosyntezy. Do przebiegu tej reakcji rośliny potrzebują dwutlenku węgla oraz wody. Efektem tego procesu jest wytworzenie cukru – glukozy, a produktem ubocznym jest tlen. Energia z promieni słonecznych umożliwia powstanie ze związków nieorganicznych (dwutlenku węgla oraz wody) związku organicznego (cukru – glukozy). Glukoza jest głównym źródłem energii potrzebnej do funkcjonowania i wzrostu organizmów. Ta energia przepływa następnie przez kolejne poziomy troficzne, ponieważ organizmy cudzożywne nie potrafią same wykorzystywać energii słonecznej.

Energia przepływająca przez kolejne poziomy troficzne łańcucha pokarmowego jest częściowo zużywana na czynności życiowe organizmów (m.in. wzrost, ruch, rozmnażanie się). Część energii rozprasza się i wraca do środowiska jako ciepło. W związku z tym energii tej jest coraz mniej i trzeba ją stale uzupełniać. Staje się to możliwe dzięki roślinom wykorzystującym energię słoneczną. Dlatego do prawidłowego funkcjonowania ekosystemu konieczny jest stały dopływ energii słonecznej.

Energia słoneczna umożliwia przekształcenie materii nieorganicznej w organiczną w procesie fotosyntezy. **Energia przepływa przez ekosystem. Jej ilość zmniejsza się** wraz z kolejnymi poziomami troficznymi.




▲ Schemat przepływu energii w ekosystemie

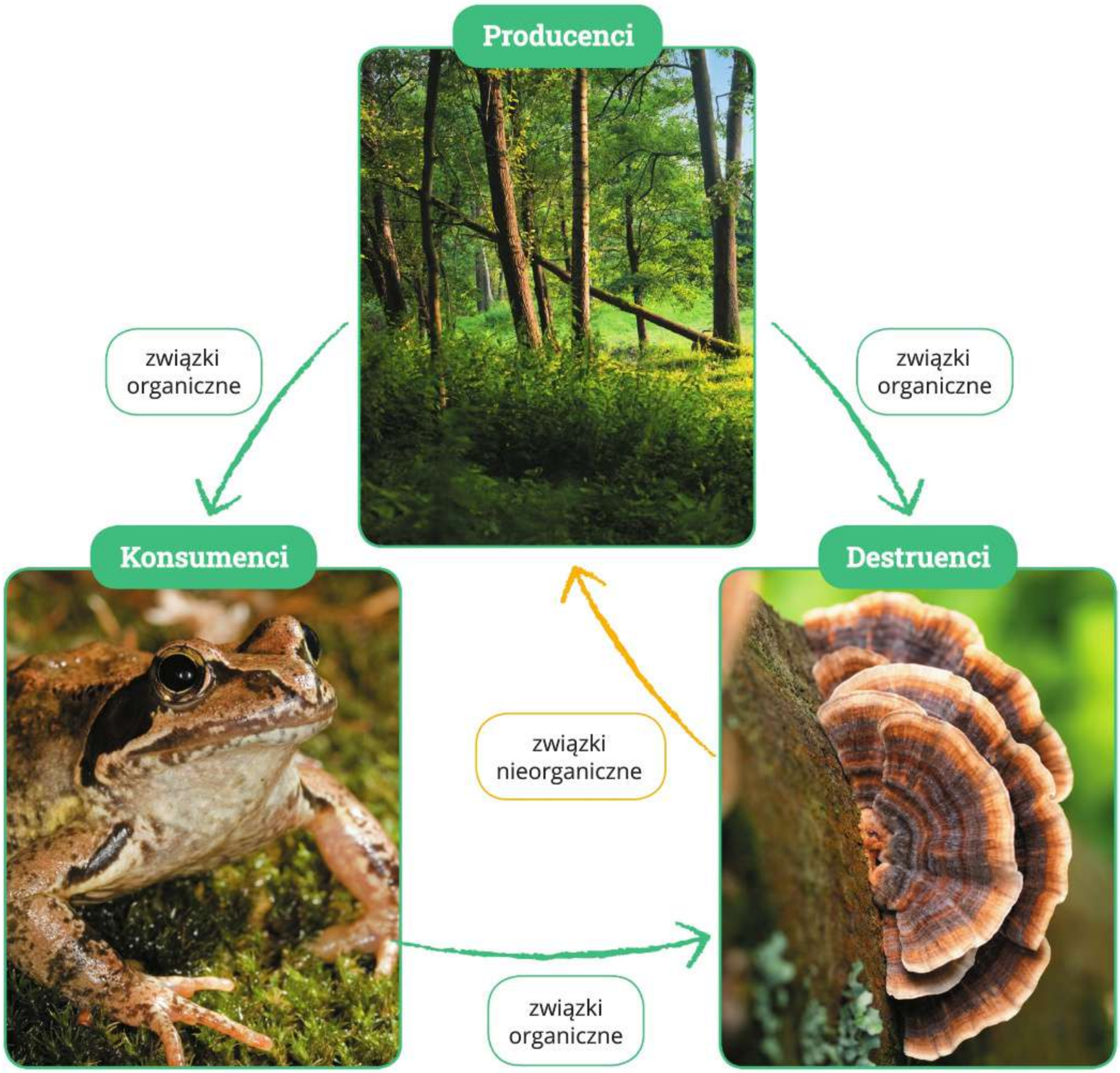
## Obieg materii w ekosystemie

Materia wytworzona przez producentów służy jako pokarm konsumentom, do których należą także destruenci. Destruenci rozkładają szczątki organizmów (np. uschłą roślinę, martwe zwierzę) do prostych składników mineralnych wykorzystywanych przez rośliny. Materia w ekosystemie występuje w postaci:

- związków nieorganicznych,
- związków organicznych.

W wyniku działania producentów ze związków nieorganicznych (np. soli mineralnych) powstają związki organiczne (np. białka, cukry), a destruenci rozkładają szczątki organizmów (związki organiczne) do związków nieorganicznych. Materia zmienia swoją postać, lecz ilość pierwiastków chemicznych zostaje taka sama. Dlatego **materia krąży w ekosystemie,** w odróżnieniu od energii, która przez niego przepływa.

**Materia krąży w ekosystemie, zmieniając swoją postać** (materia nieorganiczna / materia organiczna) w wyniku działań producentów oraz destruentów.




▲ Krążenie materii w ekosystemie

## A to ciekawe!

Gdyby zabrakło destruentów, doszłoby do nagromadzenia martwych organizmów. Obieg materii zostałby przerwany i zabrakłoby pierwiastków do wytworzenia związków organicznych. Życie na Ziemi przestałoby istnieć.

Grzyby rozkładające martwe drzewo

## Zapamiętaj! To ważne!

**Energia słoneczna**

Obieg materii i przepływ energii

**producent**
Organizm samożywny

**konsument**
Organizm cudzożywny

**destruent**
Rozkłada martwe organizmy

**materia organiczna**

**materia nieorganiczna**

docierająca i przepływająca energia

straty energii

## Sprawdź się!

**1.** Wymień poziomy troficzne łańcucha pokarmowego.

**2.** Wyjaśnij, jakie funkcje pełnią producent oraz destruent w łańcuchu pokarmowym.

**3.** Podaj dwie różnice między łańcuchem pokarmowym a siecią pokarmową.

**4.** Utwórz łańcuch pokarmowy złożony z czterech poziomów troficznych.

**5.** Wytłumacz stwierdzenie, że materia krąży w ekosystemie, a energia przez niego przepływa.

# 2. Konkurencja i pasożytnictwo

Twoje cele:

- przedstawisz przyczyny i skutki konkurencji wewnątrz- i międzygatunkowej;
- przeanalizujesz relację między pasożytem a żywicielem;
- wymienisz skutki pasożytnictwa.

To nie będzie trudne!

## Interakcje między organizmami

Pomiędzy organizmami żyjącymi w ekosystemie występują różnego rodzaju zależności. Mogą być one  korzystne (nieantagonistyczne) lub niekorzystne (antagonistyczne), krótkotrwałe (np. zapylanie i drapieżnictwo) lub długoterminowe (np. ich konsekwencją może być wymieranie organizmów należących do jednego gatunku).

**Oddziaływania antagonistyczne** to relacje między organizmami, w których przynajmniej jedna ze stron ponosi stratę. Należą do nich: konkurencja, pasożytnictwo, roślinożerność oraz drapieżnictwo.

## Rodzaje konkurencji

**Konkurencja**, inaczej współzawodnictwo, zachodzi, gdy organizmy walczą o te same zasoby środowiska, których ilość jest ograniczona. Zależność ta wynika z podobnych wymagań życiowych. Może pojawić się między organizmami tego samego gatunku **(konkurencja wewnątrzgatunkowa)** lub różnych gatunków **(konkurencja międzygatunkowa)**. Konkurujące ze sobą osobniki lub gatunki zawsze ponoszą straty (żaden nie ma tyle, ile by „chciał").

### Wewnątrzgatunkowa

Zachodzi między osobnikami należącymi do tego samego gatunku

Rywalizacja tulipanów o zasoby środowiska, m.in. wodę i światło, to konkurencja wewnątrzgatunkowa

### Międzygatunkowa

Zachodzi między osobnikami należącymi do różnych gatunków

Rywalizacja żyta i chabra o zasoby środowiska, m.in. wodę i światło, na polu uprawnym to konkurencja międzygatunkowa

Konkurencja powstaje w wyniku podobnych wymagań życiowych osobników. Wyróżnia się:

- konkurencję wewnątrzgatunkową (między osobnikami tego samego gatunku),
- konkurencję międzygatunkową (między osobnikami różnych gatunków).

## Przyczyny konkurencji

Celem każdego organizmu jest przetrwanie oraz wydanie na świat potomstwa. Każdy gatunek ma swoje wymagania wobec środowiska. Organizmy rywalizują ze sobą o wszystko, co jest im potrzebne do życia, np. zwierzęta o pokarm, wodę i miejsce do rozrodu, a rośliny o światło, wodę i sole mineralne.

# O co konkurują organizmy?

## Rośliny

Przestrzeń do życia

Dostęp do światła

Woda i sole mineralne

Zwierzęta zapylające i rozprzestrzeniające nasiona (niektóre rośliny okrytonasienne)

## Zwierzęta

Dominacja wśród zwierząt stadnych

Partner do rozrodu

Pokarm i woda

Przestrzeń do życia (m.in. schronienie, terytorium do polowań, miejsce do wychowywania potomstwa)

## Skutki konkurencji wewnątrzgatunkowej

Najsilniejsza rywalizacja występuje między osobnikami tego samego gatunku, ponieważ potrzeby życiowe organizmów i zasoby środowiska, o które konkurują, są podobne. Konkurencja wewnątrzgatunkowa może prowadzić do:

- eliminacji najsłabszych, najmniej przystosowanych osobników;
- podziału przestrzeni na terytoria, w których mogą funkcjonować rywalizujące osobniki (granice terytorium są oznaczane i bronione przed innymi osobnikami);
- migracji w poszukiwaniu nowych miejsc nadających się do zasiedlenia;
- ustalenia hierarchii w stadzie (osobniki zajmujące wysokie miejsca w tej hierarchii mają lepszy dostęp do pożywienia, pierwszeństwo w wyborze partnera);
- rozmnażania się osobników najlepiej przystosowanych do środowiska.

Celem konkurencji wewnątrzgatunkowej jest wyselekcjonowanie cech umożliwiających przetrwanie danego gatunku.

Rywalizacja jeleni o samicę podczas rykowiska

Altanniki przystrajają gniazdo znalezionymi przedmiotami, aby zwabić samice

## Skutki konkurencji międzygatunkowej

Jeśli potrzeby życiowe osobników dwóch różnych gatunków są podobne, to przy ograniczonej dostępności danego zasobu środowiska dojdzie między nimi do rywalizacji. Skutkiem tego współzawodnictwa między gatunkami może być:

- zmiana wymagań życiowych u osobników słabszego gatunku, np. przeniesienie się na inne terytorium lub zmiana preferencji pokarmowych;
- wyparcie osobników słabszego gatunku, co może doprowadzić do jego wyginięcia.

Zarówno konkurencja wewnątrzgatunkowa, jak i międzygatunkowa jest przyczyną selekcji, która prowadzi do ewolucji gatunków.

# Pasożytnictwo

To typ relacji antagonistycznej między dwoma organizmami, w której jeden organizm – **pasożyt** – odnosi korzyści, a drugi – **żywiciel** – ponosi straty. Pasożyt żyje kosztem żywiciela (pobiera od niego substancje odżywcze), ale na ogół go nie zabija, ponieważ pozbawiłby się środowiska życia i źródła pokarmu. Ze względu na miejsce bytowania pasożyta wyróżnia się **pasożyty zewnętrzne** oraz **pasożyty wewnętrzne**.

**Pasożytnictwo** to relacja antagonistyczna, w której jeden organizm **(pasożyt)** żyje kosztem drugiego **(żywiciela).**

## Pasożyty

### Zewnętrzne

- Przebywają stale lub okresowo na powierzchni ciała żywiciela, np. wesz, kleszcz, komar, pijawka
- Odżywiają się płynami ustrojowymi żywiciela (np. kleszcze, pchły, komary i pijawki żywią się krwią) lub wytworami jego naskórka (np. wszoły żywią się piórami ptaków lub sierścią ssaków)

Pijawka

Wesz

### Wewnętrzne

- Żyją wewnątrz ciała żywiciela, m.in. w układzie pokarmowym, np. tasiemiec, glista, owsik

Tasiemiec

Owsik

## Wybrane przystosowania pasożytów

Wszystkie pasożyty wykazują szczególne przystosowania do przetrwania i czerpania korzyści kosztem swojego żywiciela.

**Przykłady przystosowań**:

- aparaty czepne, ułatwiające przytwierdzanie się do żywiciela, w postaci przyssawek, haczyków, pazurków;
- produkowanie dużej liczby jaj, co zwiększa prawdopodobieństwo przetrwania pasożyta;
- u pasożytów zewnętrznych aparat do przebicia zewnętrznej powłoki ciała żywiciela i pobierania płynów ustrojowych (kłujki, sztyleciki, ssawki);
- wytwarzanie ochronnej powłoki przez pasożyty wewnętrzne, która chroni ich ciało przed działaniem enzymów trawiennych w przewodzie pokarmowym żywiciela;
- u pasożytów wewnętrznych uproszczona budową ciała, zredukowany przewód pokarmowy, brak niektórych narządów zmysłów;
- oddychanie beztlenowe u pasożytów wewnętrznych;
- obojnactwo, zdolność do samozapłodnienia.

Niektóre zwierzęta są pasożytami roślin, np. mszyce wysysają sok z roślin. Pasożytami są również rośliny, np. kanianka oplatająca łodygi lnu czy słonecznika, wrasta za pomocą ssawek (zmodyfikowanego korzenia) w żywiciela i pobiera od niego substancje odżywcze.

## Znaczenie pasożytnictwa

Pasożyt w sposób pośredni lub bezpośredni może przyczynić się do śmierci żywiciela. Nie jest to jednak jego celem, ponieważ utrata żywiciela zwiększa prawdopodobieństwo śmierci pasożyta. Osłabiony organizm gospodarza staje się łatwą zdobyczą dla drapieżnika. Niektóre pasożyty potrafią wpłynąć na zachowanie swojego żywiciela nawet na bardziej ryzykowne. Celem zmiany zachowania może być znalezienie kolejnego żywiciela, który stanie się dopełnieniem cyklu rozwojowego pasożyta, jeżeli potrzebuje on dwóch żywicieli.

Główną rolą pasożytów w środowisku jest kontrolowanie liczebności żywicieli – mają wpływ na ich rozrodczość oraz śmiertelność. Kleszcze potrafią osłabić organizm łosia na tyle, że staje się on łatwym łupem dla wilków.

Pasożyty mogą mieć negatywny wpływ na działalność i życie człowieka. Niektóre pasożyty zmniejszają plony zbóż, np. buławinka czerwona. Czasami pasożyty mogą odpowiadać za przenoszenie niebezpiecznych chorób, np. w ślinie kleszczy może znajdować się bakteria wywołująca boreliozę lub wirus powodujący kleszczowe zapalenie mózgu.

### A to ciekawe!

**Wesz łososiowa** to pasożyt, który atakuje łososie hodowlane i dziko żyjące. Pasożyt ten przyczepia się do skóry ryby i żywiąc się jej tkankami, doprowadza do śmierci. Dotychczas nie udało się znaleźć sposobu na zwalczanie tych szkodników.

Wesz łososiowa

## Zapamiętaj! To ważne!

### Relacje antagonistyczne

Przynajmniej jedna ze stron ponosi straty

#### konkurencja

To rywalizacja między osobnikami tego samego gatunku lub różnych gatunków o ograniczone zasoby środowiska

Skutkiem konkurencji jest np.:

- śmierć słabszego osobnika
- zmiana wymagań życiowych

#### pasożytnictwo

- To relacja między pasożytem a żywicielem
- Żywiciel zapewnia pasożytowi środowisko życia i substancje odżywcze. Pasożyt osłabia jego organizm, może go doprowadzić nawet do śmierci

#### roślinożerność

patrz następna lekcja

#### drapieżnictwo

patrz następna lekcja

## Sprawdź się!

**1.** Wyjaśnij, na czym polegają antagonistyczne relacje między organizmami.

**2.** Wymień rodzaje oddziaływań antagonistycznych.

**3.** Wśród podanych na s. 102 przystosowań pasożytów wskaż co najmniej trzy, które dotyczą tasiemca.

**4.** Przedstaw skutki konkurencji wewnątrzgatunkowej oraz międzygatunkowej.

**5.** Opisz relację między pasożytem a żywicielem.

# 3. Roślinożerność i drapieżnictwo

Twoje cele:

- opiszesz relację między rośliną a roślinożercą;
- wymienisz przykłady roślinożerców i drapieżników, a następnie omówisz ich przystosowania do zdobywania pokarmu;
- przedstawisz zależność między ofiarą a drapieżnikiem.

Uda Ci się to zrozumieć!

## Zysk i strata

Oddziaływania antagonistyczne wpływają na przeżywalność organizmów. Drapieżnictwo i roślinożerność to mechanizmy kontroli liczebności osobników. W tego typu zależnościach jedna ze stron zyskuje, a druga traci.

## Roślinożerca

**Roślinożerność** to relacja między **rośliną** a **roślinożercą**. Roślinożercy są organizmami, które żywią się głównie roślinami, całymi lub ich fragmentami, np. owocożercy zjadają owoce, a ziarnojady – nasiona. Zwierzęta roślinożerne stanowią konsumentów I rzędu, co oznacza, że zjadają producentów, takich jak rośliny. Do roślinożerców należą zarówno bezkręgowce, np. szarańcza, motyle, mięczaki, jak i kręgowce, np. ssaki (m.in. przeżuwacze) i ptaki (m.in. zięby, kolibry, papugi).

**Roślinożerność** to związek pokarmowy między rośliną (producentem) a roślinożercą (konsumentem I rzędu). Roślinożercy to jedno z ważniejszych ogniw łańcucha pokarmowego ekosystemu, od którego są uzależnione pozostałe ogniwa.

## Przystosowania roślinożerców do zjadania roślin

Nie wszyscy roślinożercy jedzą to samo. Każdy z nich wyspecjalizował się w zdobywaniu określonego pokarmu. Na przykład owady wykształciły specjalne aparaty gębowe, m.in.:

- gryzący (np. szarańcza) do zjadania fragmentów liści,
- ssący (motyl) do spożywania płynnego nektaru.

Ptaki roślinożerne zjadające nasiona i owoce zwykle mają grube, mocne dzioby.

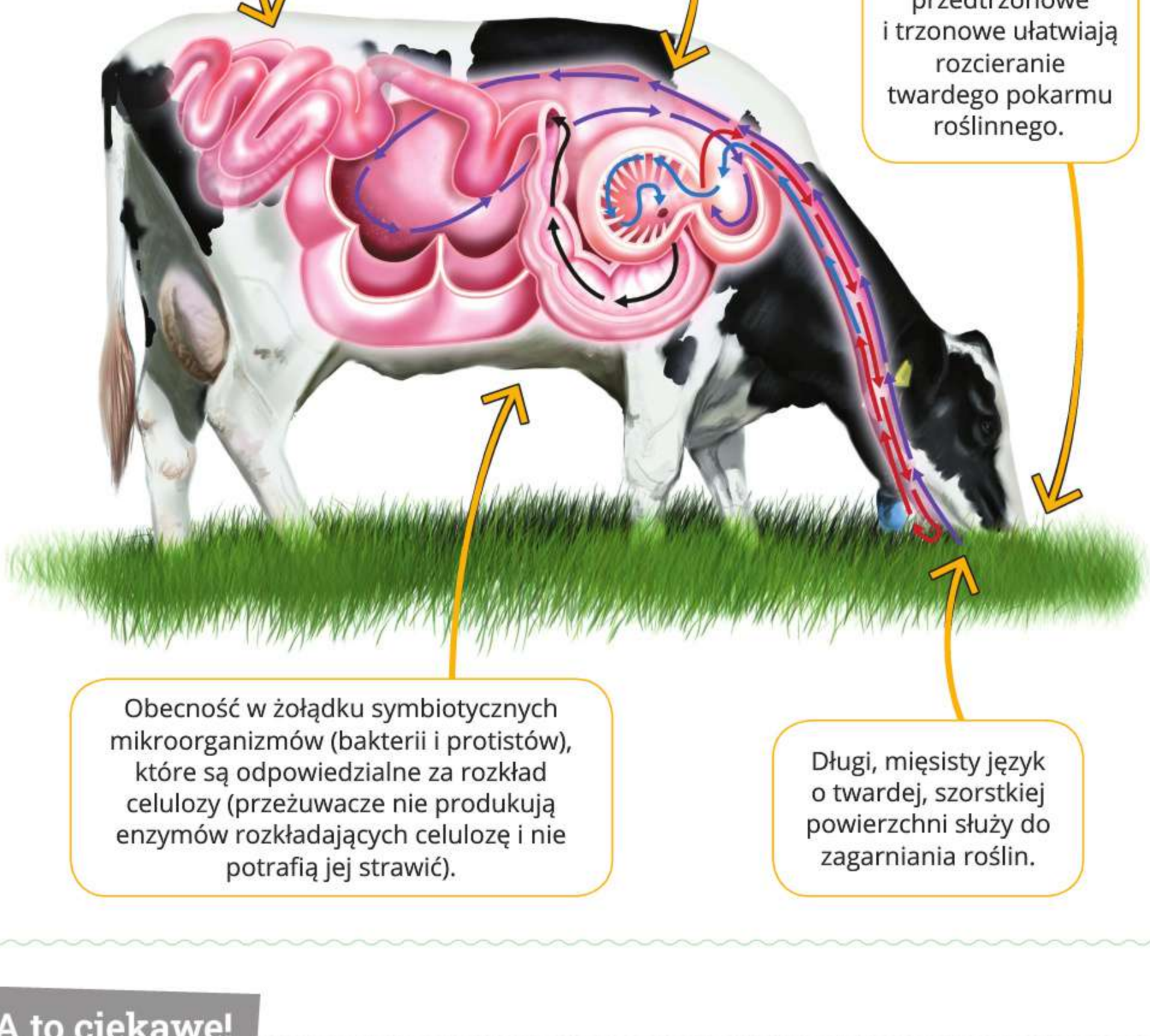
Latolistek cytrynek ma aparat gębowy ssący

## Przystosowania przeżuwaczy

Przystosowania ssaków roślinożernych do spożywania pokarmu roślinnego na przykładzie przeżuwaczy (m.in. bydło, jelenie, żyrafy)

Długi przewód pokarmowy (dłuższy niż u mięsożerców) – umożliwia efektywniejsze trawienie oraz wchłanianie pokarmu.

Czterokomorowy żołądek – zachodzi w nim trawienie ciężkostrawnej celulozy – cukru złożonego wchodzącego w skład ścian komórkowych roślin.



Szerokie zęby przedtrzonowe i trzonowe ułatwiają rozcieranie twardego pokarmu roślinnego.

Obecność w żołądku symbiotycznych mikroorganizmów (bakterii i protistów), które są odpowiedzialne za rozkład celulozy (przeżuwacze nie produkują enzymów rozkładających celulozę i nie potrafią jej strawić).

Długi, mięsisty język o twardej, szorstkiej powierzchni służy do zagarniania roślin.

## A to ciekawe!

Ptaki nie mają zębów, ale gęś kanadyjska ma elementy, które je przypominają. U tego ptaka na krawędzi dzioba powstały krótkie, ząbkowane struktury przypominające zęby. Te specyficzne ząbki pomagają gęsi kanadyjskiej uchwycić i wyrwać z podłoża rośliny zarówno z gleby na lądzie, jak i w wodzie, np. z dna stawów. Gęś jednak nie przeżuwa pożywienia – połyka żwir, który pomaga w rozdrobnieniu pokarmu.

Gęś kanadyjska

# Przystosowania roślin do obrony przed roślinożercami

Wprawdzie rośliny nie mają możliwości ucieczki przed roślinożercami, ale wytworzyły pewne formy obrony.

Bylica piołun

Nieprzyjemne: smak i zapach, np. bylica piołun, pelargonia.

Ciernie (np. u głogu), kolce (np. u jeżyny), twarde liście, włoski zniechęcające do zjadania roślin.

Głóg

Tojad mocny

Wytwarzanie substancji o charakterze:

- toksycznym (np. tojad mocny);
- drażniącym (np. pokrzywa).

Upodabnianie się do roślin niebezpiecznych, np. jasnota biała przypomina pokrzywę.

Jasnota biała

Litopsy

Kamuflaż, czyli maskowanie się, np. niektóre rośliny (litopsy) przypominają kamienie.

## Znaczenie roślinożerności

Zwierzęta roślinożerne odgrywają ważną rolę w utrzymaniu równowagi ekosystemu. Obecność roślinożerców zapobiega zarastaniu łąk oraz pozwala rozwijać się roślinom, które rosną w wolniejszym tempie. Jednak upodobania pokarmowe zwierząt roślinożernych mogą prowadzić do zaniku części gatunków roślin.

Niektóre rośliny wykorzystują roślinożerców, np. ptaki, do rozsiewania nasion.

Krowy w Biebrzańskim Parku Narodowym – zjadają rośliny i zapobiegają w ten sposób zarastaniu łąk

## Drapieżnictwo i jego znaczenie dla ekosystemu

**Drapieżnictwo** to relacja antagonistyczna **między ofiarą** a **drapieżnikiem**. Pozwala ona na regulowanie liczebności zarówno ofiar, jak i drapieżników w ekosystemie. Drapieżniki, zjadając ofiary, ograniczają ich liczbę (dotyczy to zwłaszcza osobników starych lub chorych), a mniejsza liczba ofiar (po pewnym czasie) powoduje spadek liczebności drapieżników. Drapieżnictwo ma wpływ na kondycję zarówno ofiar, jak i drapieżników. Przeżywają najlepiej przystosowane osobniki (to je preferuje dobór naturalny).

**Drapieżnictwo** to antagonistyczne oddziaływanie międzygatunkowe, w którym osobnik jednego gatunku (drapieżnik) zabija i zjada przedstawiciela drugiego gatunku (ofiarę).

### A to ciekawe!

Zaobserwowano, że jeden gatunek ośmiornicy (*Thaumoctopus mimicus*) potrafi naśladować kilkanaście zwierząt morskich. Ułatwia jej to nie tylko zdobycie ofiary (np. zbliżając się do kraba, udaje kraba), lecz także obronę przed innymi drapieżnikami.

Ośmiornica *Thaumoctopus mimicus*

## Sposoby drapieżników na schwytanie ofiary

Drapieżniki wykształciły cechy, które pomagają im zdobyć pokarm. Zwykle są to: ostre pazury, kły, mocne i zakrzywione (haczykowate) dzioby, gruczoły jadowe. Oprócz tych cech drapieżnik potrzebuje bardzo wyostrzonych zmysłów (węchu, słuchu i wzroku), aby zlokalizować ofiarę (np. drapieżne ptaki mają doskonały wzrok). Nietoperze i delfiny wykorzystują fale dźwiękowe do nawigacji i lokalizowania potencjalnej ofiary. Drapieżniki charakteryzują się również w większości zwinnością i szybkością. Wykształciły też różne techniki polowania, takie jak pościg za ofiarą czy atak z ukrycia.

Ostre pazury, kły (niedźwiedzie), mocne i zakrzywione dzioby (pustułki)

Wzbudzanie zainteresowania (przywabianie, np. ryby głębinowe)

**Przystosowania drapieżników do schwytania ofiary**

Wytwarzanie jadu (węże, skorpiony)

Tworzenie pułapek (pająki)

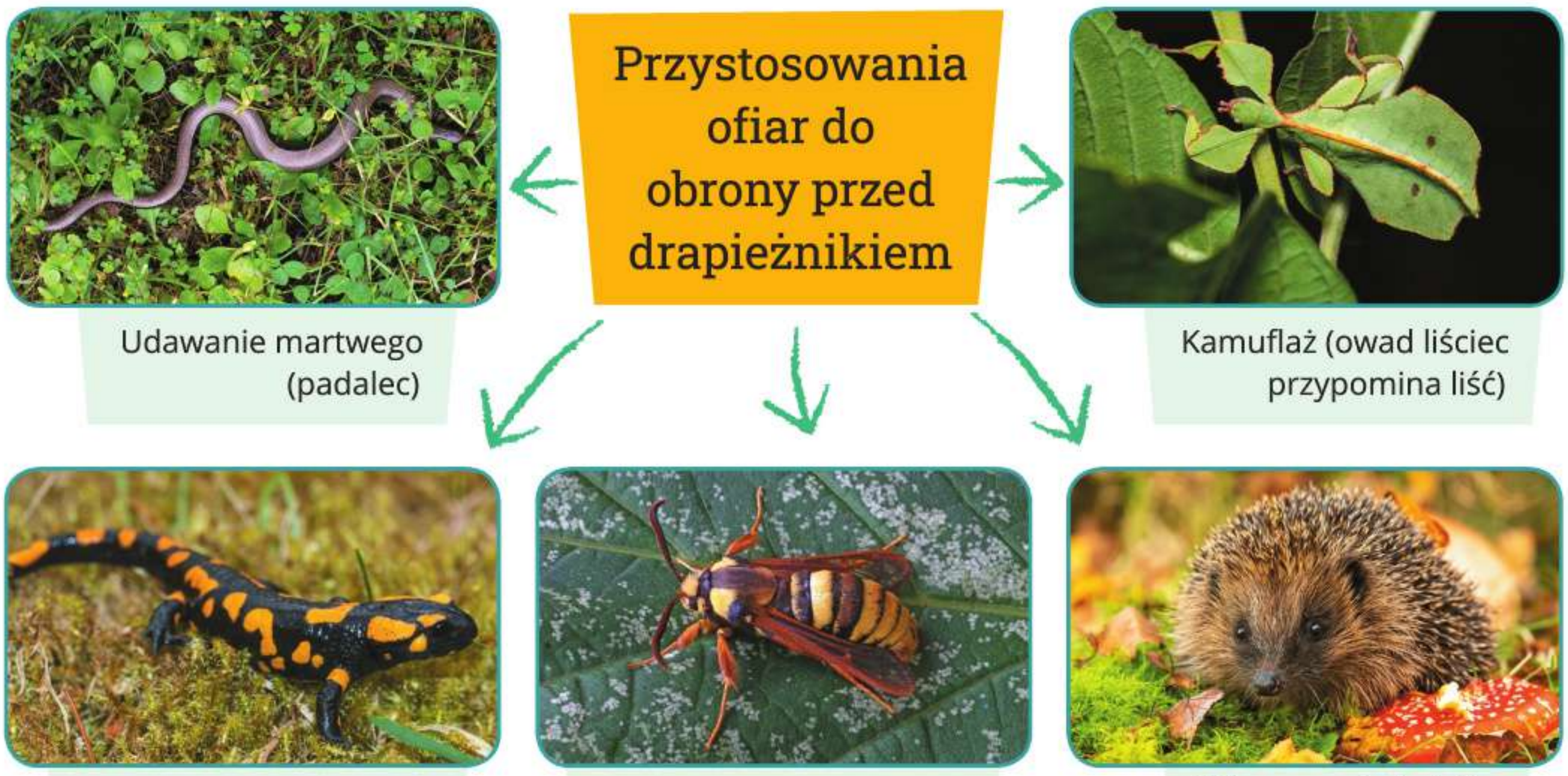
Kamuflaż, czyli maskowanie się (kameleony)

Wyostrzone zmysły (jastrząb, lew)

Polowanie w stadzie (wilki, lwy)

## Strategie obronne ofiar – unikanie drapieżnika

**Ofiary drapieżników** również wykształciły liczne przystosowania i strategie obronne pomagające uniknąć schwytania. Niektóre gatunki używają kamuflażu, czyli wtapiają się w otoczenie, aby stać się niezauważalnym dla drapieżnika, np. patyczaki, małe jaszczurki, ćmy, żaby. Inne zastygają w jednej pozycji. Brak ruchu utrudnia drapieżnikowi poszukiwania ofiary. Niektóre zwierzęta mylą lub zaskakują drapieżniki, aby zyskać trochę czasu na ucieczkę, np. jaszczurki odrzucają ogony (drapieżnik łapie ogon, a jaszczurka ucieka). Taka taktyka nie zawsze jednak działa i ofiary muszą uciekać, w czym pomaga im np. zwinność i szybkość. Innym sposobem obrony jest przebywanie w stadzie (np. jelenie) lub ławicach (np. śledzie). Zwiększa to szanse na ochronę słabych i młodszych osobników.




Udawanie martwego (padalec)

Kamuflaż (owad liściec przypomina liść)

Wydzielanie toksycznych substancji (salamandra plamista)

Upodabnianie się do niebezpiecznego gatunku (przeziernik osowiec)

Wytwarzanie kolców (jeż), pancerzy (żółw)

## Rośliny mięsożerne

Drapieżnictwo obserwuje się nie tylko u zwierząt, lecz także u roślin. Przykładami roślin mięsożernych są dzbaneczniki i rosiczki, które polują głównie na owady. Wabią je i chwytają za pomocą różnie przystosowanych do tego liści pułapkowych, a następnie wydzielają enzymy trawiące zdobycz. Tak uzupełniają sole mineralne, aby móc przeprowadzać fotosyntezę.

Dzbanecznik

Rosiczka

## Zapamiętaj! To ważne!

### Roślinożerność

Roślinożerca kontra roślina

Wybrane przystosowania roślinożercy:

- Długi przewód pokarmowy
- Wielokomorowy żołądek
- Szerokie zęby przedtrzonowe i trzonowe
- Mikroorganizmy w przewodzie pokarmowym pomagające w trawieniu celulozy

Wybrane przystosowania rośliny:

- Wytwarzanie kolców, cierni
- Produkowanie toksyn
- Upodabnianie się do niebezpiecznych roślin
- Kamuflaż (maskowanie się)

### Drapieżnictwo

Drapieżnik kontra ofiara

Wybrane przystosowania drapieżnika:

- Szybkość, zwinność, kły i pazury
- Rozwinięte narządy zmysłów
- Produkowanie toksyn
- Kamuflaż (maskowanie się)
- Tworzenie pułapek
- Wzbudzanie zainteresowania (przywabianie)
- Polowanie w stadzie
- Atak z ukrycia

Wybrane przystosowania ofiary:

- Wytwarzanie skorup, pancerzy, kolców
- Produkowanie toksyn
- Upodabnianie się do niebezpiecznych zwierząt
- Kamuflaż (maskowanie się)
- Przebywanie w stadzie lub ławicy
- Udawanie martwego

## Sprawdź się!

**1.** Wymień po trzy przykłady roślinożerców i drapieżników.

• • •

**2.** Podaj trzy przystosowania roślin, które chronią je przed zjedzeniem przez roślinożercę.

• • •

**3.** Przedstaw sposób polowania dowolnej ryby drapieżnej oraz dowolnego pajęczaka.

# 4. Oddziaływania nieantagonistyczne

Twoje cele:

- opiszesz różnicę między relacjami antagonistycznymi a nieantagonistycznymi;
- wymienisz przykłady oddziaływań nieantagonistycznych;
- przeanalizujesz na wybranych przykładach relacje nieantagonistyczne.

Zaczynamy!

## Nikt nie traci

**Oddziaływania nieantagonistyczne** to rodzaj zależności międzygatunkowych, w których oba gatunki, lub przynajmniej jeden z nich, odnoszą korzyści, a żadna ze stron nie ponosi szkody. Relacje te ułatwiają zdobycie pokarmu, pozwalają uniknąć zagrożenia, zwiększają rozrodczość oraz szanse na przeżycie obu współpracujących ze sobą organizmów.

Relacje nieantagonistyczne to oddziaływania, w których żaden organizm nie ponosi strat. Są to: **mutualizm* obligatoryjny**, **mutualizm fakultatywny** oraz **komensalizm**.

Relacja człowieka z psem to przykład oddziaływania nieantagonistycznego

### Relacje nieantagonistyczne

**Mutualizm obligatoryjny (symbioza)**

Ścisła, obowiązkowa relacja dwóch gatunków, czerpiących obopólne korzyści, w której oba organizmy są całkowicie zależne od siebie

**Mutualizm fakultatywny (protokooperacja)**

Relacja nieobowiązkowa, przynosząca korzyści obu organizmom, nie jest jednak konieczna do przeżycia – organizmy mogą żyć oddzielnie

**Komensalizm (współbiesiadnictwo)**

Relacja, w której jeden organizm odnosi korzyści, a drugi nie odnosi korzyści ani nie ponosi strat

* W uszczuplonej podstawie programowej kształcenia ogólnego z 2024 r. znajduje się mutualizm bez podziału na obligatoryjny i fakultatywny.

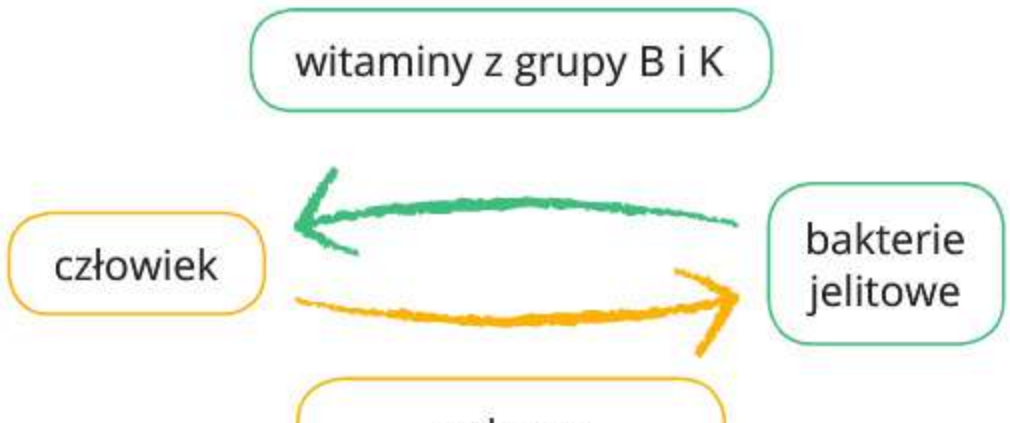
# Mutualizm obligatoryjny (symbioza)

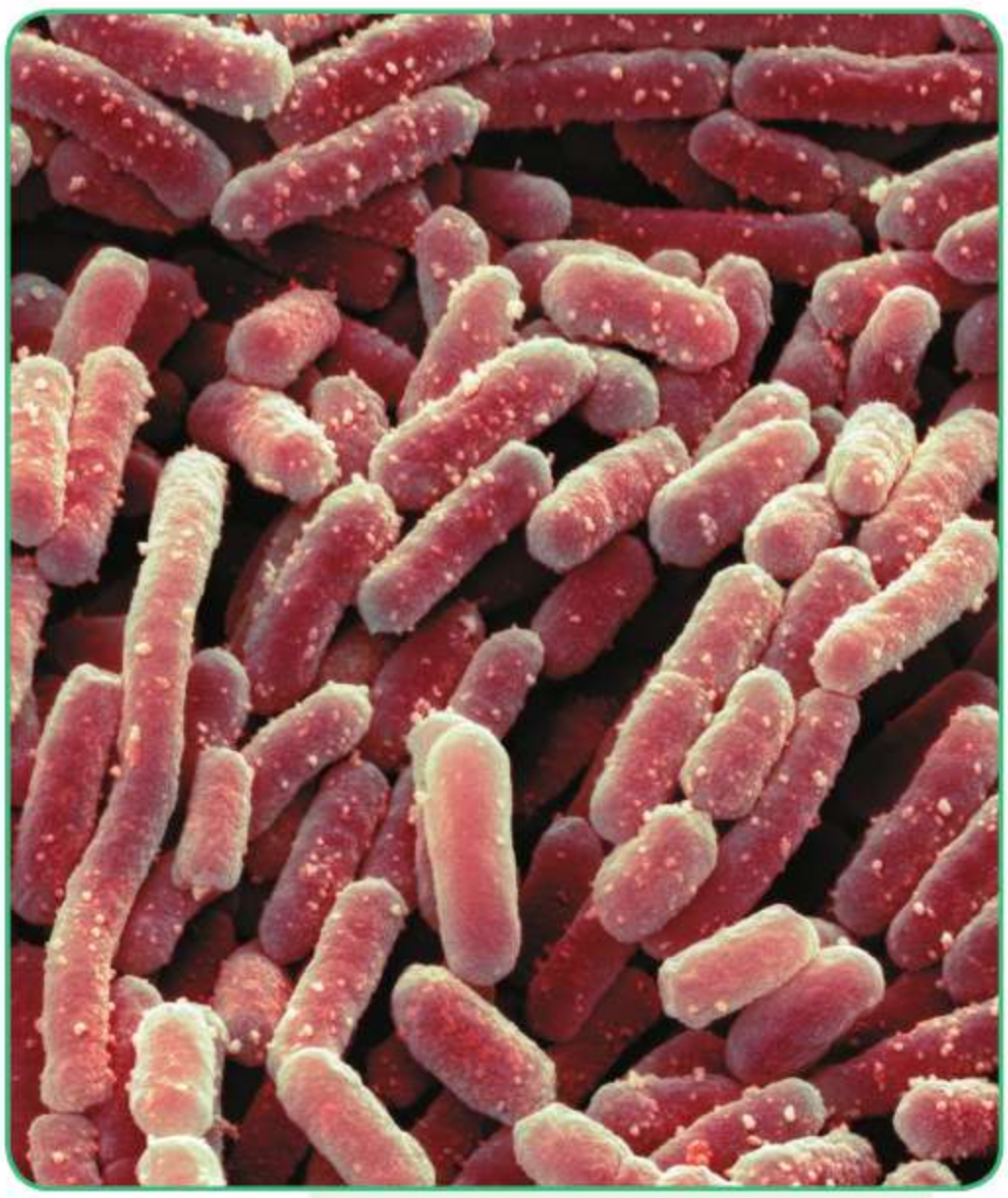
To ścisła współpraca organizmów, dzięki której możliwe jest ich przeżycie. Na przykład w przewodzie pokarmowym człowieka występuje ok. 400 gatunków symbiotycznych bakterii jelitowych.

**Mutualizm obligatoryjny** to nieodzowna relacja między organizmami. Oba organizmy (symbionty) nie są w stanie przetrwać bez siebie.

## Przykłady mutualizmu obligatoryjnego

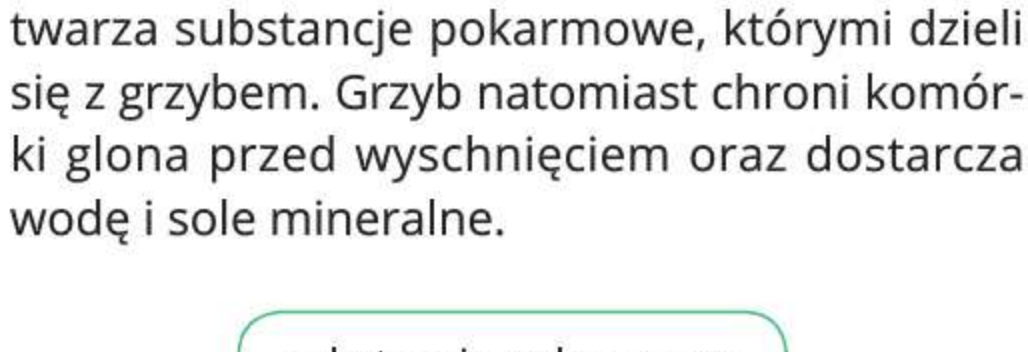
**CZŁOWIEK I BAKTERIE JELITOWE** W jelitach człowieka żyją bakterie jelitowe. Człowiek zapewnia im pokarm i miejsce bytowania, a one wytwarzają witaminy z grupy B oraz K, niezbędne do prawidłowego funkcjonowania organizmu człowieka.

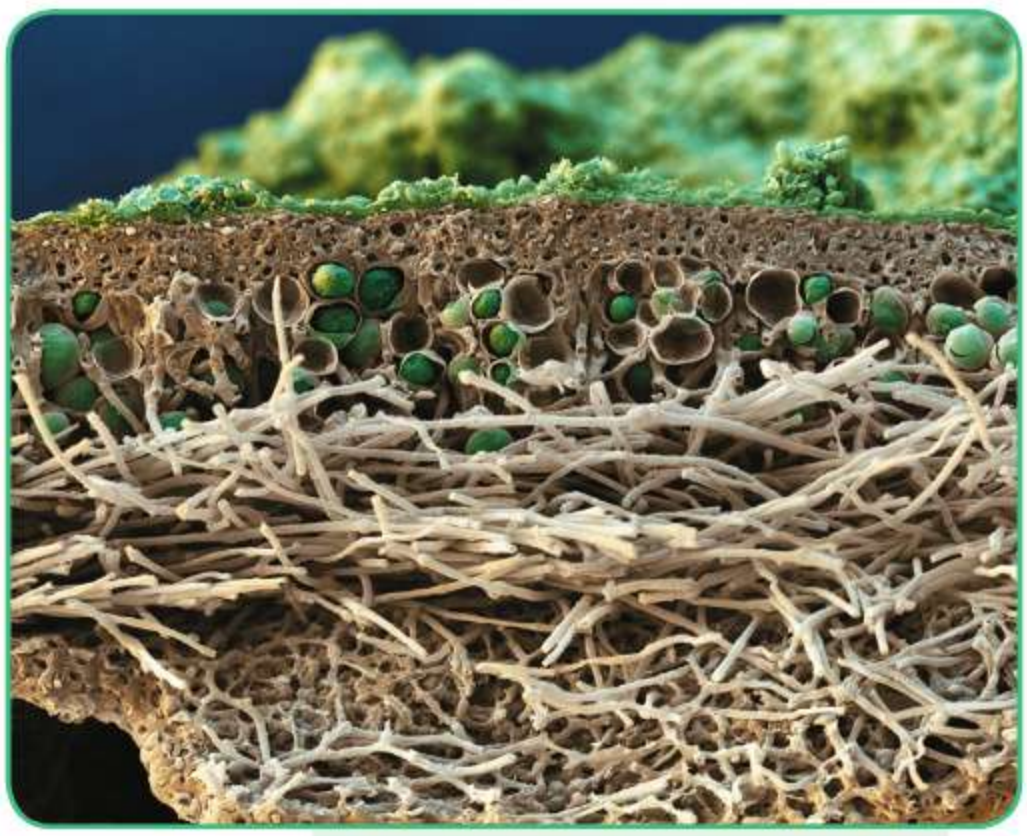


Bakterie jelitowe (obraz z mikroskopu elektronowego)

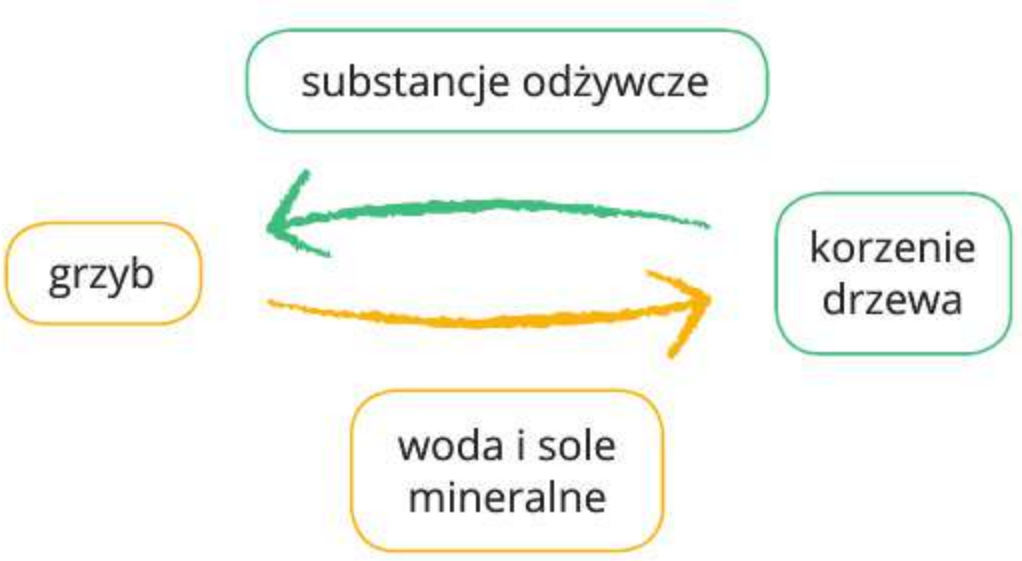
**GRZYB I GLON TWORZĄCE POROST** Ścisła współpraca między osobnikami dwóch gatunków widoczna jest w przypadku porostów. Ten symbiotyczny związek tworzą glony z grzybami. Każdy z nich umożliwia przetrwanie drugiego w warunkach, w których samodzielnie nie mógłby przeżyć. Glon przeprowadza fotosyntezę i wytwarza substancje pokarmowe, którymi dzieli się z grzybem. Grzyb natomiast chroni komórki glona przed wyschnięciem oraz dostarcza wodę i sole mineralne.

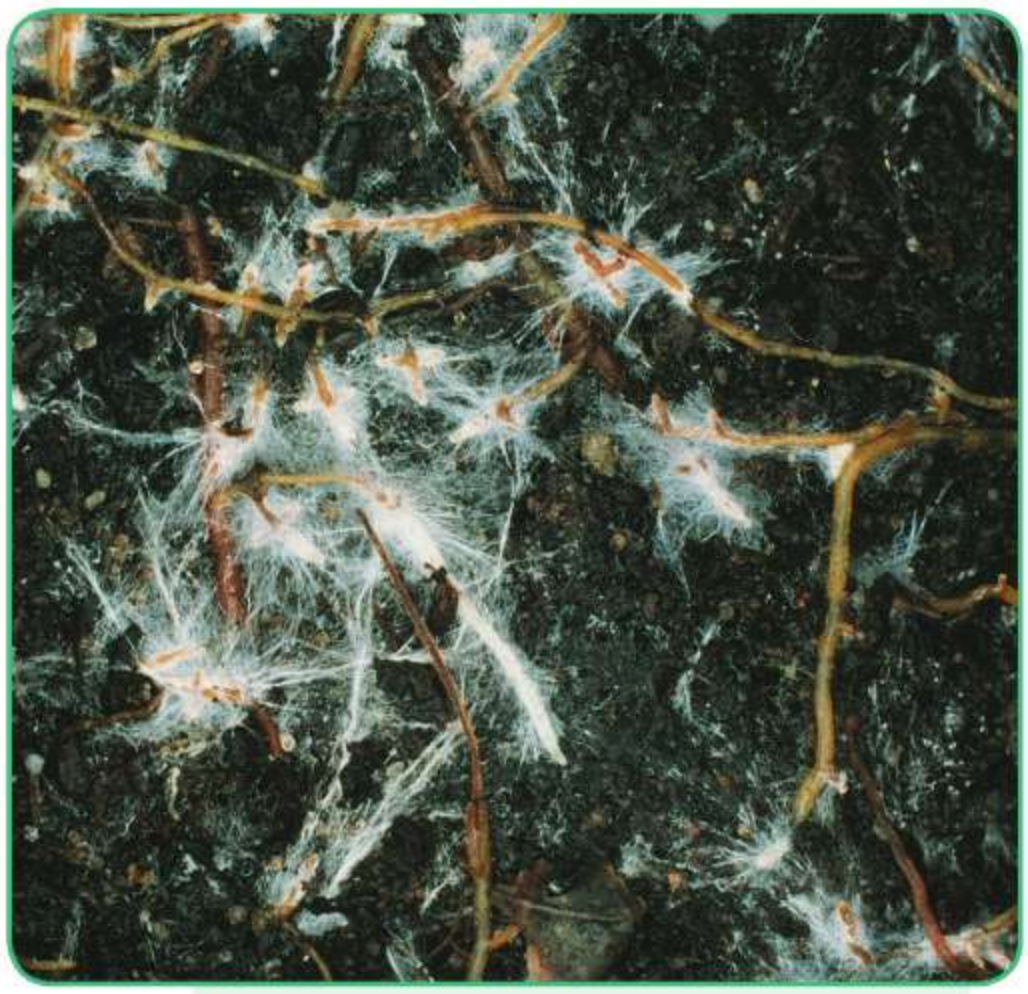


Porost (obraz z mikroskopu elektronowego)

**GRZYB MIKORYZOWY I DRZEWO – MIKORYZA** Mikoryza to relacja między grzybami mikoryzowymi (np. maślaki, koźlarze) a korzeniami drzew (np. sosny, brzozy). Celem tego oddziaływania jest przekazywanie sobie substancji umożliwiających przetrwanie. (Dla niektórych gatunków nie jest obligatoryjna – mogą żyć oddzielnie).



Grzyb mikoryzowy i korzenie drzewa

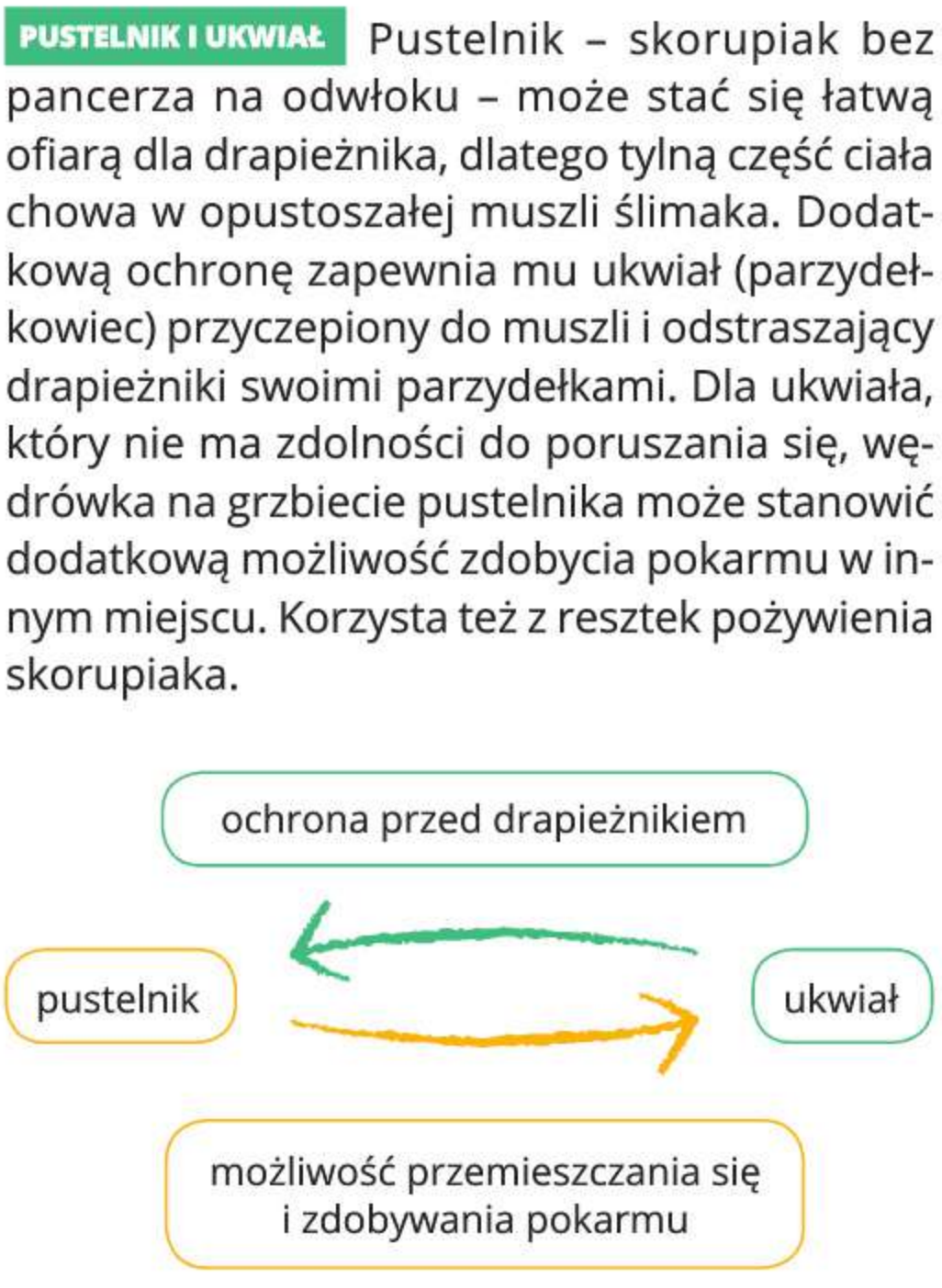
## Mutualizm fakultatywny (protokooperacja)

To relacja, która nie jest konieczna do przeżycia obu organizmów. Współpraca między nimi może być czasowa i przynosi korzyść obu gatunkom.

**Mutualizm fakultatywny** – to relacja, w której oba oddziałujące na siebie organizmy odnoszą korzyści ze współpracy, ale nie jest ona dla nich niezbędna do przeżycia.

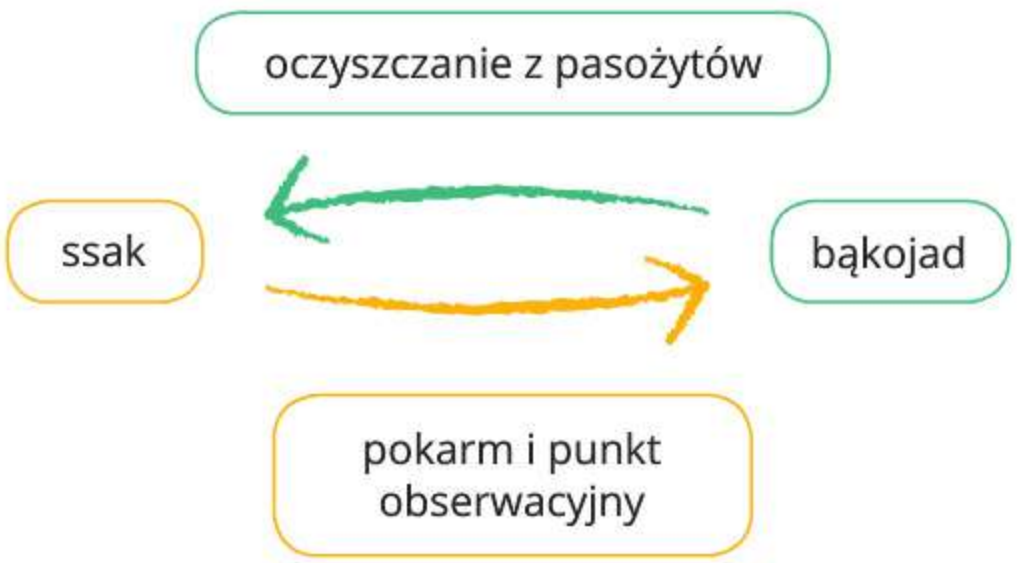
### Przykłady mutualizmu fakultatywnego

**PUSTELNIK I UKWIAŁ** Pustelnik – skorupiak bez pancerza na odwłoku – może stać się łatwą ofiarą dla drapieżnika, dlatego tylną część ciała chowa w opustoszałej muszli ślimaka. Dodatkową ochronę zapewnia mu ukwiał (parzydełkowiec) przyczepiony do muszli i odstraszający drapieżniki swoimi parzydełkami. Dla ukwiała, który nie ma zdolności do poruszania się, wędrówka na grzbiecie pustelnika może stanowić dodatkową możliwość zdobycia pokarmu w innym miejscu. Korzysta też z resztek pożywienia skorupiaka.



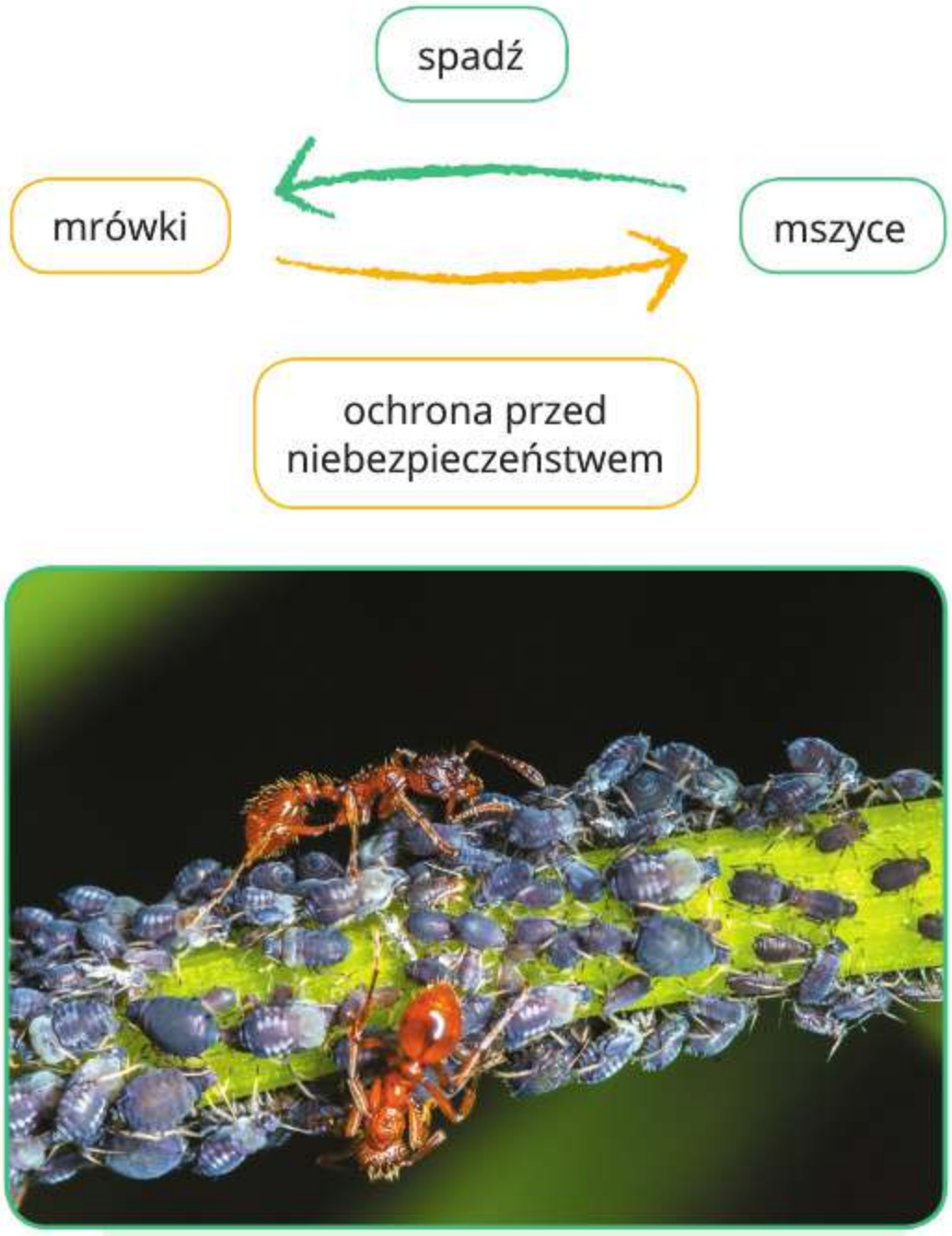
Pustelnik i ukwiał

**SSAK I BĄKOJAD** Bąkojady to ptaki, które zjadają pasożyty (np. kleszcze, larwy owadów) żyjące na skórze ssaków (np. bawołów, żyraf, zebr). Dzięki tej współpracy bąkojad ma zapewnione pożywienie, a ssak oczyszczanie skóry. Oprócz tego bąkojad ostrzega ssaka przed niebezpieczeństwem, które zazwyczaj dostrzega pierwszy.




Żyrafa i żerujące bąkojady

**MSZYCE I MRÓWKI** Mszyce to owady, które są szkodnikami roślin (żywią się ich sokami). Ponieważ soki roślinne zawierają dużo cukrów, mszyce wydalają ich nadmiar w postaci słodkiej substancji zwanej spadzią. Dla mrówek stanowi ona przysmak (nie jest to ich główny pokarm), dlatego chronią mszyce przed niebezpieczeństwem. Mszyce i mrówki odnoszą ze swojej obecności wzajemną korzyść, jednak oba gatunki mogą żyć bez siebie.




Mrówki zapewniające ochronę mszycom

## A to ciekawe!

Dzięcioł czarny ma mocny dziób, którym wykuwa dziuple nie tylko w obumarłych pniach, ale i w zdrowych drzewach. W dziupli zakłada gniazdo i samica składa jaja. Każdego roku dzięcioł czarny wykuwa dziuplę od nowa i zajmuje mu to ok. dwóch tygodni. Opuszczone dziuple wykorzystują inne ptaki, np. kawki, szpaki czy włochatki. To przykład komensalizmu.

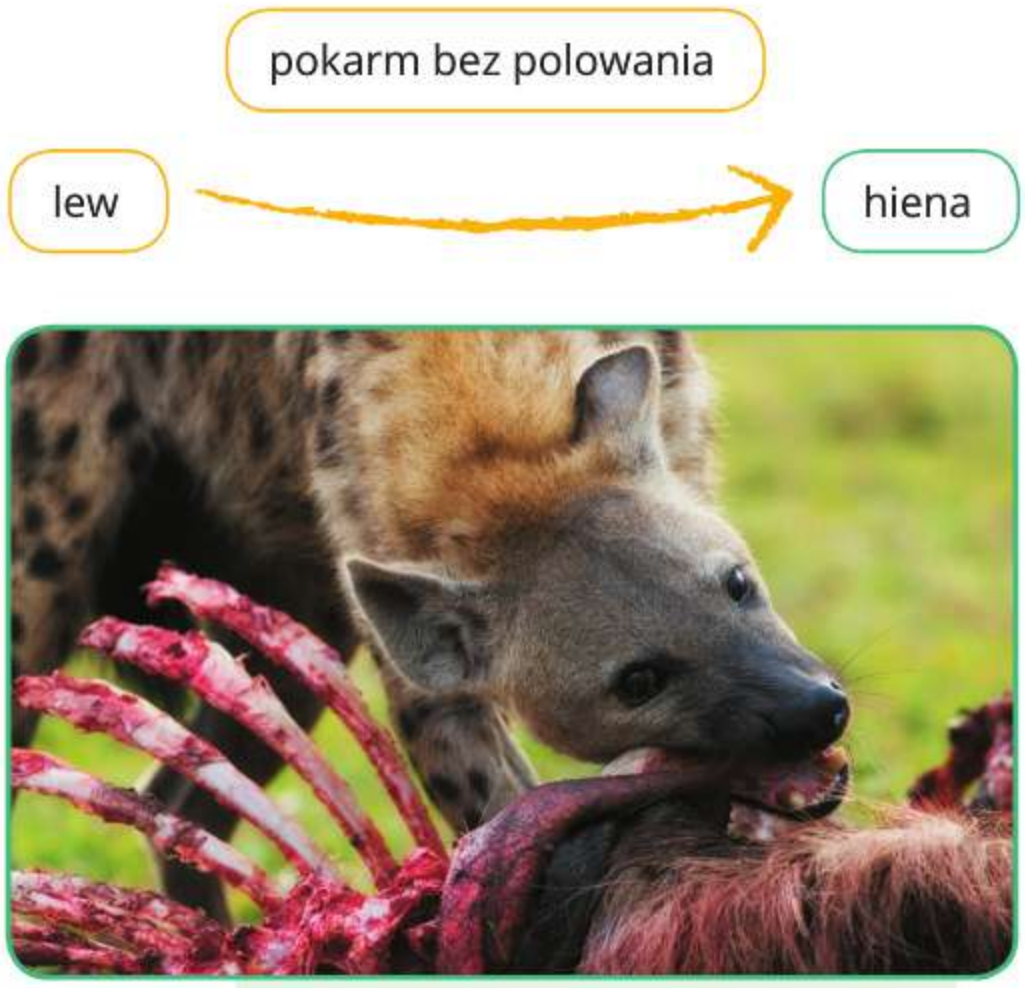
Dzięcioł czarny

# Komensalizm (współbiesiadnictwo)

To związek między osobnikami dwóch gatunków, w którym jeden z nich uzyskuje pożywienie lub inne korzyści (np. schronienie), a drugiemu z nich to nie szkodzi ani nie przynosi korzyści. Oba organizmy mogą egzystować niezależnie od siebie.

**Komensalizm** to relacja, w której jeden organizm odnosi korzyści, a dla drugiego ta relacja jest zupełnie obojętna (nie odnosi ani korzyści ani nie ponosi strat).

**LEW I HIENA** Lew pozostawia niezjedzone resztki upolowanej ofiary, którymi żywią się hieny. Obecność tego padlinożercy jest dla lwa obojętna.

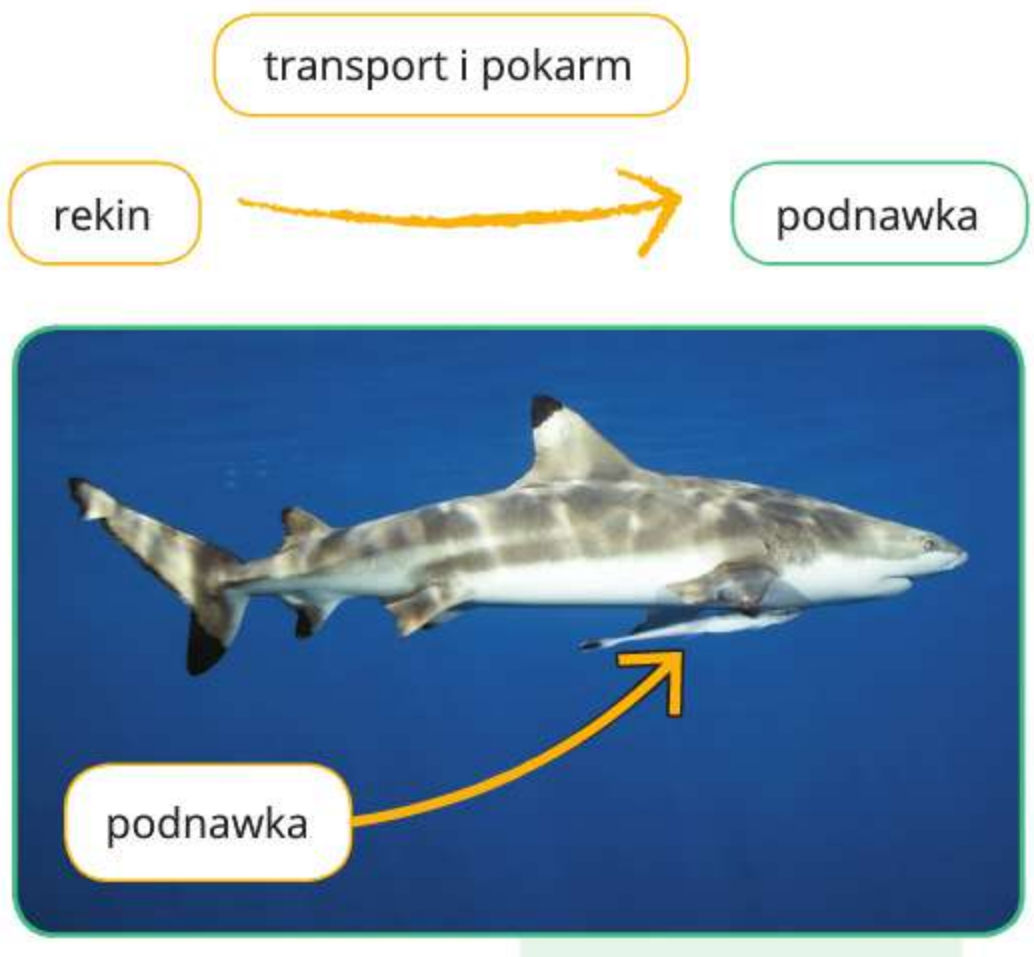



Hiena spożywająca resztki ofiary pozostawione przez lwa

**DRZEWA I EPIFITY** Epifity to rośliny żyjące na innych roślinach, np. na pniach i konarach drzew. Korzystają z wody i składników mineralnych spływających z liści i powierzchni kory. Mają lepszy dostęp do światła potrzebnego do procesu fotosyntezy. Przykład epifitu stanowi storczyk, który rośnie na drzewach w lasach równikowych. Dla drzew obecność epifitów jest obojętna.

Storczyk rosnący na drzewie

**REKIN I PODNAWKA** Podnawki to ryby mające na głowie przyssawkę, którą wykorzystują do przyczepienia się do ciała rekina. Korzystają w ten sposób z transportu bez wydatkowania na niego energii, a dodatkowo zjadają resztki pożywienia rekina. Obecność podnawek nie wpływa na funkcjonowanie rekina.




Rekin z podnawką

## Zapamiętaj! To ważne!

### Relacje nieantagonistyczne

Zależności, w których żaden z organizmów nie ponosi strat

**Mutualizm obligatoryjny (symbioza) + +**

Relacja ścisła, niezbędna dla przeżycia obu organizmów

- człowiek i bakterie jelitowe
- glon i grzyb w poroście
- mikoryza między grzybami a korzeniami drzew (u części gatunków)

**Mutualizm fakultatywny (protokooperacja) + +**

Relacja korzystna dla obu organizmów, ale nie jest potrzebna do ich przetrwania

- pustelnik i ukwiał
- ssak i bąkojad
- mszyce i mrówki

**Komensalizm (współbiesiadnictwo) + 0**

Relacja korzystna dla jednego organizmu, a dla drugiego obojętna

- lew i hiena
- drzewo i epifit
- rekin i podnawka

## Sprawdź się!

**1.** Wymień rodzaje relacji nieantagonistycznych.

**2.** Podaj różnicę między mutualizmem obligatoryjnym a mutualizmem fakultatywnym.

**3.** Opisz dwa przykłady mutualizmu obligatoryjnego.

**4.** Przeanalizuj wybrany przez siebie przykład mutualizmu fakultatywnego. Rozstrzygnij, czy analizowane dwa organizmy mogą żyć oddzielnie.

**5.** Opisz jeden przykład komensalizmu.

# PODSUMOWANIE DZIAŁU IV
# Oddziaływania w ekosystemie

## Struktura ekosystemu

**Ekosystem**

**elementy nieożywione:**
np. gleba, woda, światło

+

**elementy żywe:**
organizmy

## Zależności pokarmowe w ekosystemie

**Łańcuch pokarmowy**

### Producent

- Jest samożywny
- Ze związków nieorganicznych tworzy związki organiczne przy wykorzystaniu głównie energii słonecznej
- Wytwarza np. w procesie fotosyntezy pokarm, z którego uzyskuje energię potrzebną do procesów życiowych

### Konsument

- Jest cudzożywny
- Roślinożercy to konsumenci I rzędu
- Mięsożercy to konsumenci wyższych rzędów
- Energię do procesów życiowych uzyskują ze zjadanych organizmów

### Destruent

- Jest cudzożywny
- Żywi się szczątkami martwych organizmów
- Ze związków organicznych powstają związki nieorganiczne, które są później wykorzystywane przez producentów
- W trakcie przemiany materii dochodzi do uwolnienia energii

**Sieć pokarmowa** — zbiór powiązanych łańcuchów pokarmowych ekosystemu.

# Przepływ energii i obieg materii w ekosystemie

| EKOSYSTEM | |
|---|---|
| **Przepływ energii** | **Obieg materii** |
| Energia przepływa przez ekosystem | Materia krąży w ekosystemie |
| Energia przepływa przez łańcuchy i sieci pokarmowe: od producentów do konsumentów kolejnych rzędów | Obieg pierwiastków przez żywe i nieożywione elementy ekosystemów |
| Tylko niewielka część energii jest przenoszona z jednego poziomu troficznego na drugi, a większość zostaje uwolniona do atmosfery w postaci ciepła lub zużyta na czynności życiowe organizmów | Materia podlega ciągłemu krążeniu, nie rozprasza się, zmienia jedynie postać. Destruenci przekształcają związki organiczne w nieorganiczne, które są wykorzystywane przez producentów |

# Oddziaływania w ekosystemie

**Relacje między organizmami**

**Oddziaływania antagonistyczne**

- Konkurencja
- Pasożytnictwo
- Roślinożerność
- Drapieżnictwo

**Oddziaływania neutralne**

**Oddziaływania nieantagonistyczne**

- Mutualizm obligatoryjny (symbioza)
- Mutualizm fakultatywny (protokooperacja)
- Komensalizm (współbiesiadnictwo)

# Relacje antagonistyczne

| Rodzaj oddziaływania | Gatunek 1 | Gatunek 2 | Przykład |
|---|---|---|---|
| **Konkurencja międzygatunkowa (istnieje również konkurencja wewnątrzgatunkowa)** | – | – | Żyto i chaber na polu uprawnym rywalizujące o zasoby środowiska (np. o światło i wodę) |
| **Pasożytnictwo** | + | – | Tasiemiec i człowiek: pasożyt – odnosi korzyści, a żywiciel – ponosi straty |
| **Roślinożerność** | + | – | Bydło i wiechlina (trawa): roślinożerca odnosi korzyści, a roślina straty |
| **Drapieżnictwo** | + | – | Wilk i jeleń: drapieżnik odnosi korzyści, a ofiara ginie |

## Konkurencja

**Konkurencja = rywalizacja**

### Rodzaje

**wewnątrzgatunkowa**
między osobnikami należącymi do tego samego gatunku

**międzygatunkowa**
między osobnikami należącymi do różnych gatunków

### Przyczyny

**Zwierzęta – rywalizacja o:**
- pokarm
- schronienie
- miejsce przy wodopoju
- partnera do rozrodu
- terytorium

**Rośliny – rywalizacja o:**
- wodę
- przestrzeń do życia
- światło

### Skutki

- utrata terytorium
- utrata samicy
- zmiana hierarchii w stadzie
- śmierć słabszego osobnika

## Pasożytnictwo

**Pasożyty żyją kosztem żywicieli**

### Zewnętrzne

zwykle żywią się krwią, naskórkiem czy piórami. Mogą być przyczepione (stale lub czasowo) do ciała żywiciela (np. kleszcz) lub swobodnie się po nim poruszać (np. wszy).

### Wewnętrzne

mogą występować w różnych częściach organizmu żywiciela, m.in. w układzie pokarmowym (np. owsiki, tasiemiec uzbrojony i nieuzbrojony, glista ludzka).

Zwykle nie doprowadzają żywicieli do śmierci.

Są wysoko wyspecjalizowane.

Osłabiają organizm żywiciela.

Mają liczne przystosowania do pasożytniczego trybu życia, np. są wyposażone w narządy czepne (przyssawki, haczyki) i aparat do przebicia skóry żywiciela, wytwarzają powłokę ochronną, oddychają beztlenowo, cechuje je bardzo duża rozrodczość.

## Roślinożerność

### Roślinożerca

**Przystosowania do zjadania roślin:**

- długi przewód pokarmowy
- wielokomorowy żołądek
- szorstki, mięsisty język
- obecność w żołądku mikroorganizmów trawiących celulozę
- szerokie zęby przedtrzonowe i trzonowe

### Roślina

**Przystosowania obronne przed roślinożercami:**

- ciernie, kolce
- toksyny, substancje drażniące
- nieprzyjemny smak i zapach
- upodabnianie się
- kamuflaż

## Drapieżnictwo

### Drapieżnik

**Przystosowania do zjadania ofiar:**

- dobrze rozwinięte narządy zmysłów
- ostre kły i pazury
- wytwarzanie toksyn
- wzbudzanie zainteresowania (przywabianie) ofiary
- szybkość, zwinność
- atak z ukrycia
- kamuflaż
- wytwarzanie pułapek
- polowanie w stadzie

### Ofiara

**Przystosowania obronne przed drapieżnikami:**

- wytwarzanie skorup, pancerzy, kolców
- upodabnianie się do niebezpiecznych zwierząt
- kamuflaż
- wytwarzanie toksyn
- przebywanie w stadzie
- udawanie martwego

## Relacje nieantagonistyczne

| Mutualizm obligatoryjny (symbioza) | Mutualizm fakultatywny (protokooperacja) | Komensalizm |
|---|---|---|
| Relacja niezbędna do przeżycia obu organizmów | Organizmy nie są od siebie uzależnione | Organizmy pozostające w relacji mogą egzystować niezależnie od siebie |
| Oba gatunki odnoszą korzyści<br>+ + | Oba gatunki odnoszą korzyści<br>+ + | Tylko jeden gatunek odnosi korzyści, a drugi nie ponosi strat<br>+ 0 |
| Przykłady: człowiek i bakterie jelitowe, glon i grzyb w poroście | Przykłady: pustelnik i ukwiał, żyrafa i bąkojad | Przykłady: lew i hiena, drzewa i epifity |

## Słowniczek pojęć, które warto znać

**Destruent**
organizm cudzożywny rozkładający martwe szczątki innych organizmów; ze związków organicznych powstają związki nieorganiczne.

**Drapieżnictwo**
relacja antagonistyczna między ofiarą a drapieżnikiem; drapieżnik odnosi korzyści, a ofiara ginie.

**Komensalizm**
relacja nieantagonistyczna przynosząca korzyść jednemu organizmowi, a dla drugiego neutralna.

**Konkurencja**
niekorzystna relacja między osobnikami należącymi do tego samego gatunku (wewnątrzgatunkowa) lub do dwóch różnych gatunków (międzygatunkowa) rywalizującymi o te same zasoby środowiska.

**Konsument**
organizm cudzożywny; konsument I rzędu (roślinożerca), konsumenci kolejnych rzędów – np. II, III (mięsożercy).

**Łańcuch pokarmowy**
relacja między organizmami zjadanymi a zjadającymi, uszeregowanymi zawsze od zjadanego do zjadającego; może być przedstawiana graficznie.

**Łańcuch spasania**
łańcuch pokarmowy rozpoczynający się od producenta, a kończący na konsumencie ostatniego rzędu.

**Mikoryza**
relacja nieantagonistyczna (mutualizm obligatoryjny) między grzybem mikoryzowym a drzewem (dla niektórych gatunków nie jest obligatoryjna – mogą żyć oddzielnie).

**Mutualizm fakultatywny**
relacja nieantagonistyczna, przynosząca korzyści obu organizmom, nie jest konieczna do ich przeżycia.

**Mutualizm obligatoryjny**
relacja nieantagonistyczna, przynosząca korzyści obu organizmom, jest konieczna do ich przeżycia.

**Obieg materii**
krążenie związków chemicznych (organicznych i nieorganicznych) w ekosystemie.

**Pasożytnictwo**
relacja antagonistyczna między pasożytem a żywicielem, w której pasożyt odnosi korzyści kosztem gospodarza (żywiciela), zwykle bez jego zabijania.

**Poziom troficzny**
grupa organizmów odżywiająca się podobnym pokarmem i zajmująca tę samą pozycję w łańcuchu pokarmowym.

**Producent**
organizm samożywny, ze związków nieorganicznych tworzy związek organiczny, np. przy wykorzystaniu energii z promieni świetlnych w procesie fotosyntezy.

**Przepływ energii**
przemieszczanie się energii skumulowanej w związkach organicznych przez łańcuch pokarmowy; jej ilość zmniejsza się wraz z kolejnymi poziomami troficznymi.

**Relacje antagonistyczne**
oddziaływania, w których co najmniej jedna ze stron ponosi straty.

**Relacje nieantagonistyczne**
oddziaływania, w których żadna ze stron nie ponosi strat, a przynajmniej jedna z nich osiąga korzyści.

**Roślinożerność**
relacja antagonistyczna między rośliną a roślinożercą, w której roślinożerca odnosi korzyści, a roślina ponosi straty.

**Sieć pokarmowa**
sieć zależności pokarmowych utworzona z krzyżujących się łańcuchów pokarmowych w ekosystemie.

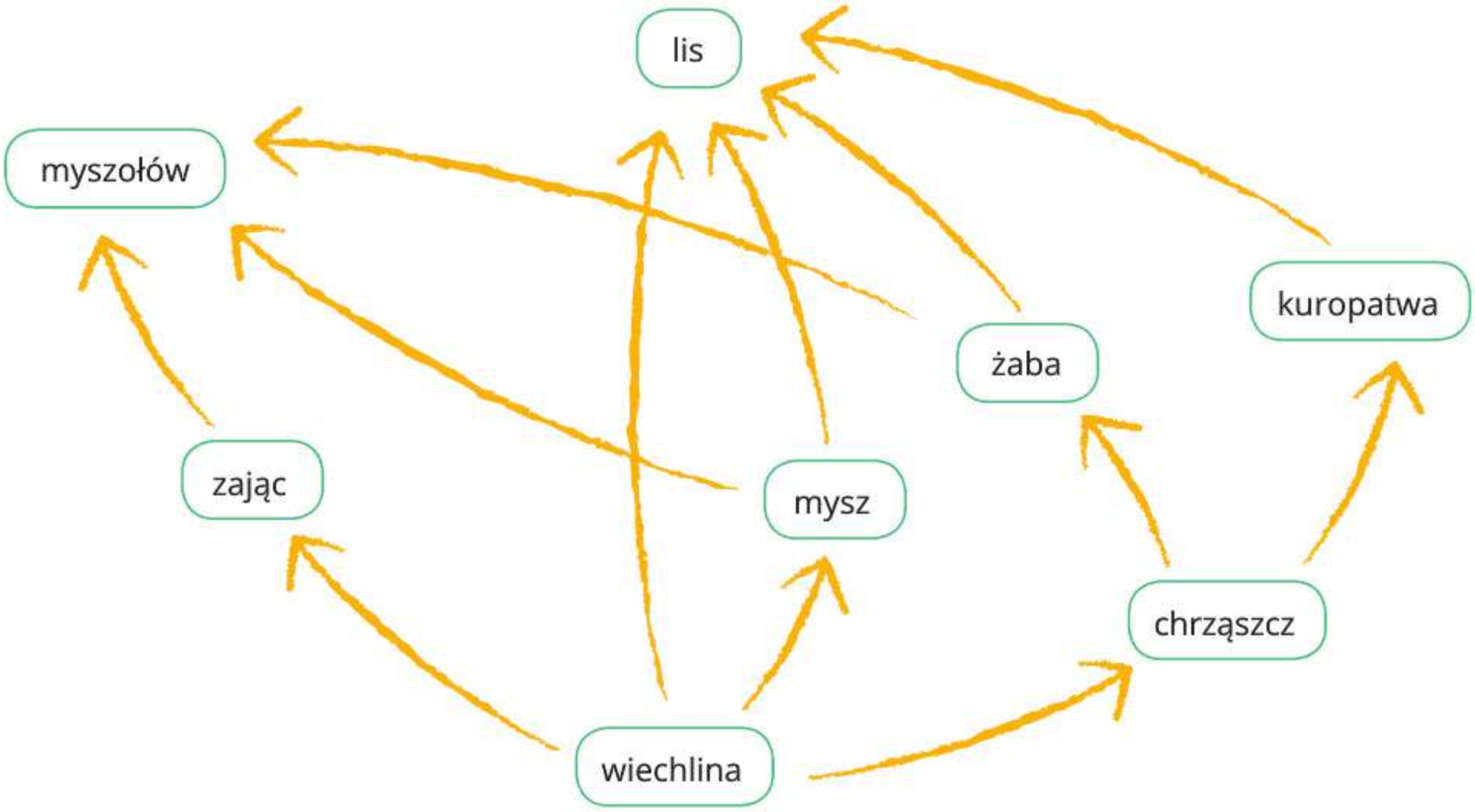
**Zależność pokarmowa**
zależność między zjadanym a zjadającym.

## Czas na zadania

Odpowiedzi zapisz w zeszycie.

### Zadanie 1

Poniżej przedstawiono schemat sieci pokarmowej. Przeanalizuj go, a następnie wykonaj polecenia.




**a)** Wskaż wszystkich konsumentów I rzędu.

**b)** Podaj przykład konsumentów rywalizujących o pokarm.

**c)** Przedstaw najkrótszy i najdłuższy łańcuch pokarmowy w tej sieci pokarmowej.

• • •

### Zadanie 2

Uzupełnij zdanie tak, aby zawierało prawdziwą informację. Wybierz odpowiedź A albo B.

Wraz z kolejnym poziomem troficznym łańcucha pokarmowegoo **A** / **B** ilość energii.

**A.** zwiększa się

**B.** zmniejsza się

• • •

### Zadanie 3

Oceń prawdziwość zdania. Odpowiedź uzasadnij.

*W ekosystemie producentami określamy organizmy cudzożywne, które same wytwarzają pokarm, np. w procesie fotosyntezy.*

## Zadanie 4

Oceń prawdziwość podanych zdań. Wybierz **P**, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo **F** – jeśli jest fałszywe.

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1. | Materia przepływa przez ekosystem. | **P** | **F** |
| 2. | Z każdym kolejnym obiegiem materii ubywa jej w ekosystemie. | **P** | **F** |
| 3. | Destruenci przekształcają związki nieorganiczne w organiczne. | **P** | **F** |
| 4. | Producenci pod wpływem energii słonecznej przekształcają związki nieorganiczne w organiczne. | **P** | **F** |

• • •

## Zadanie 5

Dopasuj do poniższych opisów odpowiednie nazwy relacji między organizmami.

1. relacja między osobnikami należącymi do tego samego gatunku walczącymi o zasoby środowiska
2. forma współżycia dwóch organizmów, w której śmierć jednego organizmu spowoduje śmierć drugiego z nich
3. to oddziaływanie antagonistyczne, w którym jeden organizm czerpie korzyści kosztem drugiego, pobierając od niego substancje odżywcze

**A.** mutualizm obligatoryjny
**B.** mutualizm fakultatywny
**C.** pasożytnictwo
**D.** konkurencja międzygatunkowa
**E.** konkurencja wewnątrzgatunkowa

• • •

## Zadanie 6

Wskaż zachowania drapieżnika, które są przystosowaniem do schwytania ofiary.

1. Obecność kolców, muszli, pancerzy.
2. Kamuflaż.
3. Wytwarzanie pułapek.
4. Obecność aparatu czepnego.
5. Atakowanie z ukrycia.
6. Uproszczona budowa ciała.
7. Długi przewód pokarmowy i wielokomorowy żołądek.
8. Ostre kły i pazury.

## Zadanie 7

Wybierz poprawne dokończenie każdego zdania.

1. Przykładem mutualizmu fakultatywnego jest
   - **A.** relacja między mszycami a mrówkami.
   - **B.** epifit rosnący na drzewie.
   - **C.** tasiemiec znajdujący się w jelicie człowieka.
2. Człowiek w relacji z bakteriami jelitowymi czerpie korzyść, ponieważ
   - **A.** uzyskuje pokarm.
   - **B.** chronią go przed niebezpiecznymi drobnoustrojami.
   - **C.** wytwarzają witaminy z grupy B i K.
3. Przykładem komensalizmu jest
   - **A.** relacja między hieną a lwem.
   - **B.** oddziaływanie występujące między organizmami budującymi porost.
   - **C.** interakcja między mszycami a mrówkami.
4. Pustelnik w relacji z ukwiałem zyskuje
   - **A.** wodę i sole mineralne.
   - **B.** pożywienie.
   - **C.** dodatkową ochronę przed drapieżnikiem.

• • •

## Zadanie 8

Wskaż wszystkie możliwe przyczyny konkurencji roślin.

- **A.** Przestrzeń do życia.
- **B.** Pokarm.
- **C.** Schronienie.
- **D.** Zwierzęta zapylające oraz rozprzestrzeniające nasiona.
- **E.** Woda i sole mineralne.
- **F.** Hierarchia w stadzie.
- **G.** Światło.
- **H.** Partner do rozrodu.

• • •

## Zadanie 9

Z każdej pary wyrażeń wybierz jedno tak, aby zdania zawierały prawdziwe informacje.

Tasiemiec jest przykładem *roślinożercy / pasożyta*. Osobnik dorosły bytuje *wewnątrz / na zewnątrz* ciała swojego *konkurenta / żywiciela*. Czerpie korzyść w postaci *pokarmu / tlenu*.

DZIAŁ V

# STRUKTURA EKOSYSTEMU I JEGO OCHRONA

Różnorodność biologiczna

Populacja

Zasoby przyrody

O czym to będzie?

# 1. Budowa ekosystemu

Twoje cele:

- wskażesz elementy żywe i nieożywione ekosystemu;
- wykażesz związek między żywymi a nieożywionymi elementami ekosystemu;
- opiszesz zakres tolerancji organizmów na wybrane czynniki (np. światło, wilgotność, temperaturę);
- wyjaśnisz, dlaczego porosty są organizmami wskaźnikowymi.

Czas na kolejną porcję wiedzy!

## Struktura ekosystemu

**Ekosystem** obejmuje wszystkie żywe istoty (rośliny, zwierzęta i inne organizmy) występujące na danym obszarze i wchodzące w interakcje między sobą oraz ze środowiskiem nieożywionym. W ekosystemie organizmy mają różne wymagania odnośnie do warunków środowiska, w których żyją i odgrywają rolę w jego funkcjonowaniu.

Ekosystem = elementy żywe (organizmy) + elementy nieożywione (np. gleba, woda, światło)

Ekosystem

**Elementy żywe**
(biotyczne), czyli wszystkie organizmy, np.

- rośliny
- zwierzęta
- bakterie
- grzyby

**Elementy nieożywione**
(abiotyczne)

- woda
- światło
- temperatura
- ciśnienie atmosferyczne
- gleba (podłoże)

Ekosystemy różnią się wielkością — od mikroekosystemów (np. kałuża, drzewo) do największych ekosystemów, takich jak oceany. Ekosystem może być naturalny lub sztuczny. Rozróżnia się cztery podstawowe jego rodzaje: lądowy (np. las, pustynia), słodkowodny (np. jezioro, rzeka), morski (morze, ocean) oraz sztuczny, czyli stworzony przez człowieka (np. pole uprawne, park, ogród, terrarium).

**Elementy żywe**, czyli biotyczne (producenci, konsumenci, destruenci), i **nieożywione**, inaczej abiotyczne, oddziałują na siebie i dzięki temu zostaje zachowana równowaga w ekosystemie. Oznacza to, że ekosystem jest układem samoregulującym się. Usunięcie lub zmiana jednego z czynników może spowodować negatywne skutki dla całego ekosystemu.

Bez wątpienia istotną rolę odgrywają czynniki nieożywione, które wpływają bezpośrednio na przeżywalność organizmów, ich rozwój i rozmnażanie. Na przykład zmiana temperatury w ekosystemie często decyduje o tym, jakie rośliny będą w nim występowały. W efekcie oddziałuje też na inne gatunki, dla których te rośliny stanowią pożywienie lub schronienie.

## Doświadczenie dodatkowe

15 DNI

### Badanie wpływu ilości wody na rozwój pszenicy

#### Problem badawczy:

Jaka ilość wody jest optymalna do wzrostu pszenicy?

#### Hipoteza:

Optymalna ilość wody do wzrostu pszenicy to 10 ml dziennie.

#### Sprzęt i materiały:

Trzy garście nasion pszenicy, 3 talerzyki lub miseczki, wata lub lignina, woda.

#### Przebieg doświadczenia:

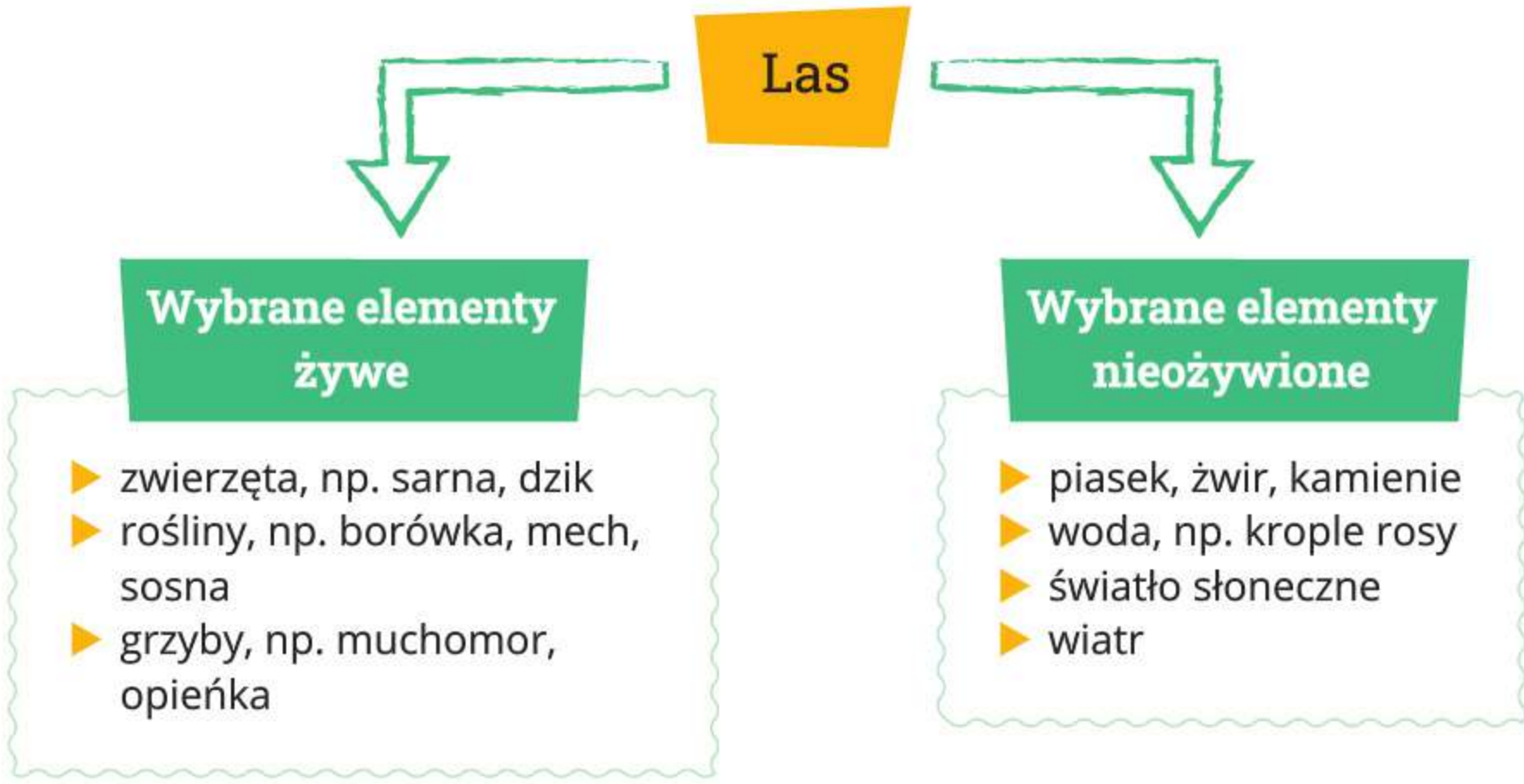
1. Do każdej miseczki włóż watę, tak aby dobrze przykryć dno naczyń. Nasiona pszenicy rozmieść równomiernie na wacie we wszystkich miseczkach. Opisz miseczki.
2. Nasiona w miseczce nr 1 podlewaj codziennie 1 ml wody, nasiona w miseczce nr 2 podlewaj codziennie 10 ml wody, a nasiona w miseczce nr 3 podlewaj codziennie 50 ml wody.

#### Wyniki:

Porównaj wygląd pszenicy w trzech miseczkach.

#### Wniosek:

Na podstawie uzyskanych wyników, sformułuj wniosek.




## Siedlisko oraz nisza ekologiczna

Organizm związany z danym ekosystemem zajmuje **siedlisko** – określoną przestrzeń do życia, czyli miejsce, które spełnia jego wymagania życiowe, np. zapewnia odpowiednie nasłonecznienie, temperaturę, wilgotność.

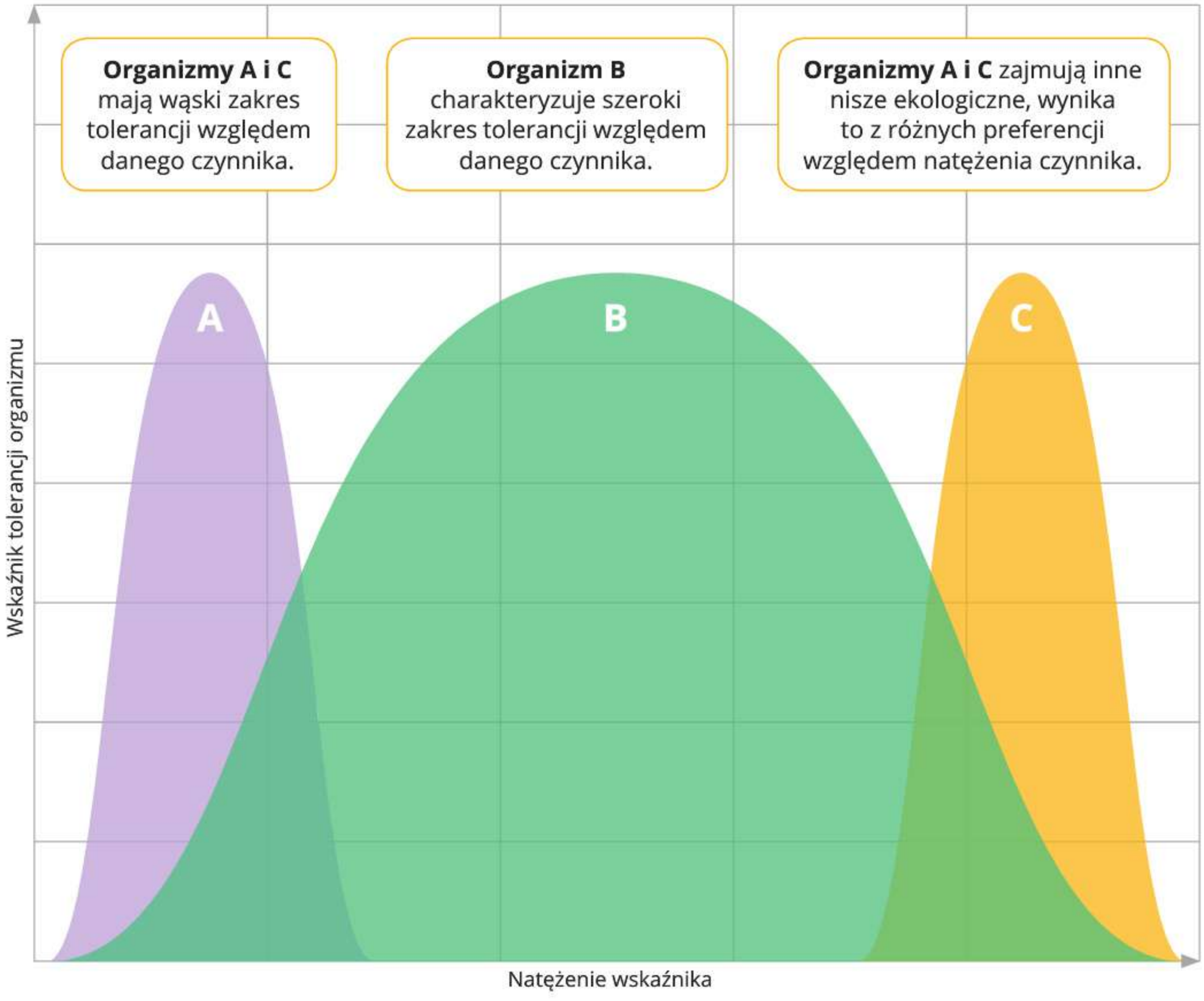
Z kolei **nisza ekologiczna** to wszystkie wymagania danego organizmu w stosunku do otoczenia, umożliwiające mu rozwój i rozmnażanie. Zwierzęta mogą zajmować te same siedliska i ekosystemy, ale nie będą miały identycznych nisz ekologicznych. Zwyczaje żywieniowe i inne adaptacje określają niszę zwierzęcia w ekosystemie. Na przykład gepardy i lwy polują w inny sposób, więc mogą współistnieć w tym samym siedlisku.

**Siedlisko** to miejsce odpowiednie do życia określonego organizmu, **nisza ekologiczna** zaś to jego wymagania oraz powiązania między nim a czynnikami żywymi i nieożywionymi siedliska, które zajmuje.

# Tolerancja ekologiczna

Każdy gatunek żyje i rozmnaża się w określonych warunkach środowiskowych, np. temperaturze czy wilgotności. Może tolerować pewien zakres zmian określonego czynnika środowiskowego, ale nie przetrwa, jeśli jest go za dużo lub za mało. Przykładowo niedźwiedzie polarne poradzą sobie w niskich temperaturach, ale nie przeżyją w razie znacznego wzrostu temperatury i wilgotności z powodu przegrzania. Zdolność dostosowania się organizmów do zmian w środowisku nazywamy **tolerancją ekologiczną**. Jej granice są wyznaczane przez minimalne i maksymalne wartości czynnika, w obrębie których osobnik może funkcjonować. Organizmy różnią się od siebie zakresem tolerancji ekologicznej. Gatunki powszechnie występujące z reguły mają **szeroki zakres tolerancji ekologicznej** względem danego czynnika, np. temperatury. Z kolei organizmy o **wąskim zakresie tolerancji ekologicznej** są wrażliwe nawet na nieduże wahania danego czynnika. Znajomość zakresów tolerancji ekologicznej organizmów wykorzystuje się do oceny, czy w środowisku zachodzą zmiany. Organizmy o wąskim zakresie tolerancji względem danego czynnika są wykorzystywane jako **organizmy wskaźnikowe (bioindykatory)**.

**Organizm wskaźnikowy** ma wąski zakres tolerancji ekologicznej względem danego czynnika. Dzięki temu może być cennym źródłem informacji o zmianach parametrów tego czynnika.

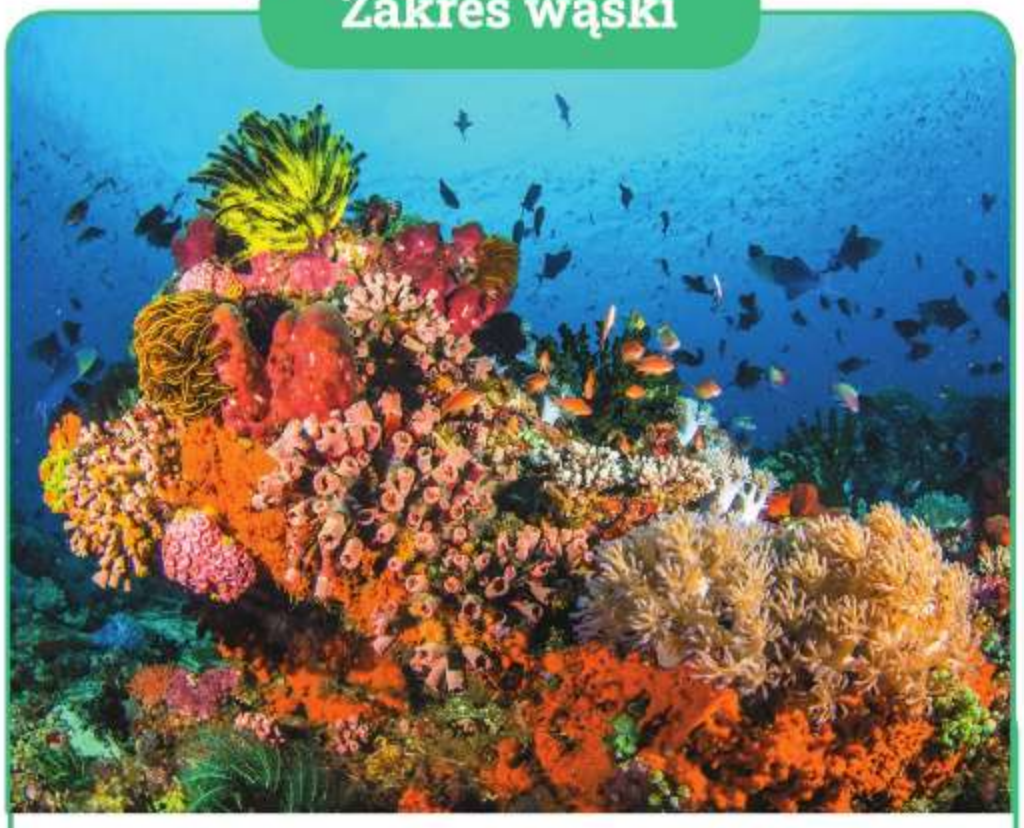



▲ Zakresy tolerancji ekologicznej trzech gatunków względem natężenia czynnika

## Przykłady organizmów o wąskim i szerokim zakresie tolerancji względem podanego czynnika środowiska

### Temperatura

**Zakres wąski**



Organizmy wrażliwe na zmiany temperatury, np. koralowce, preferujące wodę o stałej temperaturze. Zmiana o 1–2 °C może spowodować ich obumieranie.

**Zakres szeroki**

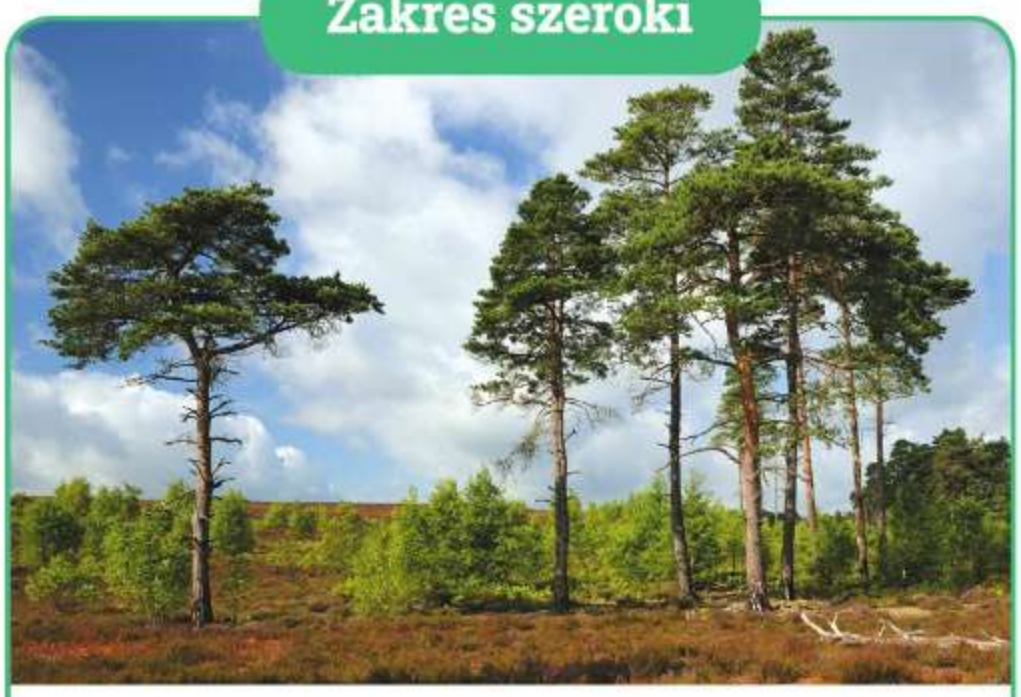
Organizmy powszechnie występujące w każdej strefie klimatycznej, zarówno w niższej, jak i wyższej temperaturze powietrza, np. wróbel domowy.

### Wilgotność

**Zakres wąski**

Organizmy wrażliwe na zmiany wilgotności, np. mech torfowiec, który potrzebuje do wzrostu bagnistych terenów.

**Zakres szeroki**



Rośliny występujące na stanowiskach zarówno suchych, jak i wilgotnych, o dużej tolerancji zmian wilgotności, np. sosna.

# Stężenie dwutlenku siarki w powietrzu

Dwutlenek siarki (siarki(IV), $SO_2$) jest jednym z najbardziej rozpowszechnionych gazów zanieczyszczających powietrze atmosferyczne, emitowanym w wyniku działalności człowieka. Wysokie stężenie $SO_2$ wpływa niekorzystnie na układ oddechowy człowieka. Do organizmów wrażliwych na jego obecność należą też porosty. To organizmy wskaźnikowe, czyli naturalne wskaźniki stężenia dwutlenku siarki w powietrzu. Na podstawie stopnia ich wrażliwości stworzono **skalę porostową**, która pozwala ocenić jakość powietrza. Porosty w tej skali ustawione są od najbardziej odpornych na stężenie dwutlenku siarki, występujących w strefach silnie zanieczyszczonych, do najbardziej wrażliwych.

**Strefa I**
Powietrze bardzo silnie zanieczyszczone

Brak porostów

**Strefa II**
Powietrze silnie zanieczyszczone

Misecznica jaśniejsza

**Strefa III**
Powietrze zanieczyszczone

Złotorost ścienny

**Strefa IV**
Powietrze średnio zanieczyszczone

Tarczownica bruzdkowana

**Strefa V**
Powietrze mało zanieczyszczone

Mąklik otrębiasty

**Strefa VI**
Powietrze nieznacznie zanieczyszczone

Brodaczka zwyczajna

**Strefa VII**
Powietrze prawie zupełnie czyste

Granicznik płucnik

**Obserwacja**

## Monitoring stanu powietrza w Twojej okolicy

1-2 DNI

### Problem badawczy:

Jaki jest stan powietrza w mojej okolicy?

### Hipoteza:

W mojej okolicy powietrze jest zanieczyszczone dwutlenkiem siarki.

### Sprzęt i materiały:

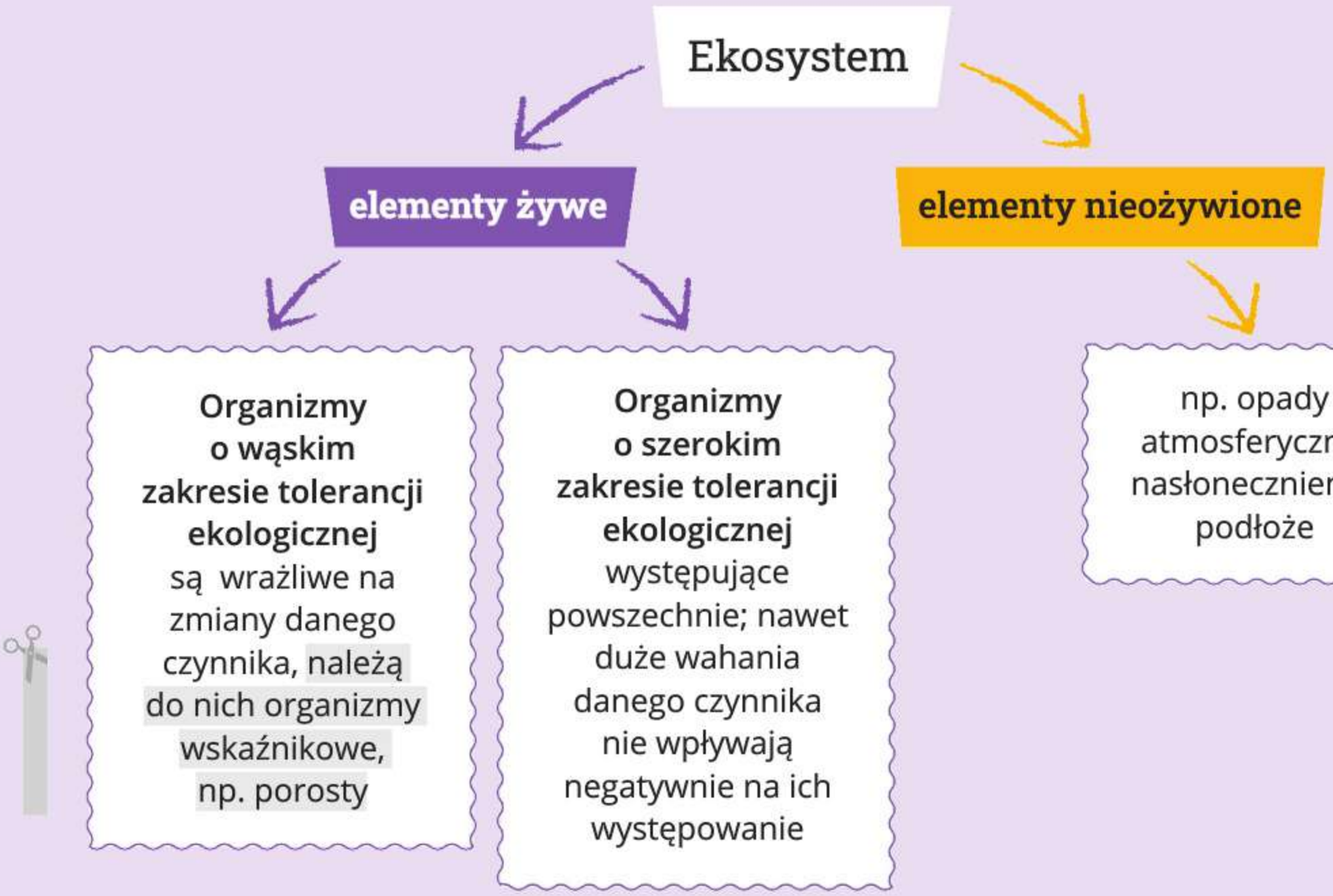
Skala porostowa (podręcznik – patrz: s. 131), wydrukowana mapa okolicy lub stworzony własnoręcznie plan, lupa, zeszyt, długopis (do zanotowania obserwacji).

### Przebieg obserwacji:

1. Dokonaj obserwacji porostów występujących na drzewach w wybranych przez siebie miejscach (mogą to być okolice szkoły, domu, droga do szkoły lub sklepu itp.).
2. Na podstawie wnikliwej obserwacji za pomocą lupy dopasuj każdy obserwowany porost do strefy ze skali porostowej.
3. Następnie oceń stan zanieczyszczania powietrza.
4. Zanotuj wynik obserwacji.
5. Wyciągnij wniosek.

| MIEJSCE WYSTĘPOWANIA | WYGLĄD POROSTU | STREFA |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |

## Zapamiętaj! To ważne!




## Sprawdź się!

**1.** Wymień elementy tworzące ekosystem.

**2.** Przedstaw po trzy elementy żywe i nieożywione ekosystemu jeziora.

**3.** Wyjaśnij, czym jest organizm wskaźnikowy.

**4.** Wyjaśnij, co oznacza stwierdzenie, że organizm ma wąski / szeroki zakres tolerancji ekologicznej.

**5.** Użyj skali porostowej i określ jakość powietrza w Twojej okolicy.

**6.** Podaj skutki wyginięcia koralowców, jeśli nastąpi ocieplenie wód oceanów.

# 2. Populacja

Twoje cele:

- wyjaśnisz, co to jest populacja;
- opiszesz cechy populacji: liczebność, zagęszczenie, rozrodczość, śmiertelność, strukturę przestrzenną, wiekową i płciową;
- zaplanujesz obserwację liczebności, rozmieszczenia i zagęszczenia populacji wybranego gatunku rośliny zielnej w terenie.

Nie poddawaj się!

## Czym jest populacja?

Zazwyczaj myślimy o niej jako o liczbie ludzi żyjących w danym miejscu. Populacja Polski w lipcu 2023 roku wynosiła 37 691 000, a populacja jednego z miast w Chinach – Szanghaju – w 2023 roku przekroczyła 29 211 000. Szacuje się, że populacja ludzi na całym świecie w 2022 roku przekroczyła 8 miliardów.

W ekologii **populacja** to wszystkie organizmy tego samego gatunku zasiedlające pewien teren w określonym czasie. Przykład populacji stanowią wszystkie łosie na terenie Kampinoskiego Parku Narodowego.

Ten sam gatunek tworzy wiele populacji, np. wilki żyjące w koszalińskich lasach oraz te zasiedlające Puszczę Bydgoską są odrębnymi populacjami jednego gatunku. Przedstawiciele populacji pozostają pod wpływem podobnych czynników środowiskowych, korzystają ze wspólnych zasobów, kontaktują się w obrębie populacji oraz krzyżują ze sobą.

**Populacja** jest grupą osobników tego samego gatunku, która żyje na tym samym obszarze w tym samym czasie.

Łosie w Puszczy Kampinoskiej to populacja

## Cechy populacji

Ekolodzy badania nad populacją zaczynają zwykle od ustalenia granic jej terytorium. Mogą one być naturalne, tak jak w przypadku wyspy, rzeki czy jeziora, albo określone przez badacza, np. w przypadku populacji łosi w Puszczy Kampinoskiej. Aby lepiej poznać i zrozumieć zależności między populacjami, ekolodzy opisują cechy charakterystyczne dla populacji: **liczebność**, **zagęszczenie**, **śmiertelność**, **rozrodczość**, **strukturę przestrzenną**, **wiekową i płciową**.

**LICZEBNOŚĆ POPULACJI** To liczba wszystkich osobników danego gatunku żyjących w danym czasie na określonym obszarze. Właściwość ta zmienia się w czasie i zależy od cech gatunkowych i indywidualnych osobników danej populacji, zajmowanego poziomu troficznego oraz warunków środowiska. Liczebność populacji nie jest stała i ściśle wiąże się z rozrodczością, śmiertelnością i migracją.

**ROZRODCZOŚĆ POPULACJI** Określa się ją jako liczbę potomstwa urodzonego w danym czasie w populacji. W Polsce w 2022 roku liczba urodzeń dzieci wyniosła 331 500.

**ŚMIERTELNOŚĆ POPULACJI** To liczba osobników umierających w danym czasie w populacji. W 2022 roku w Polsce zmarło 448 000 osób.

**STRUKTURA WIEKOWA** Przedstawia liczbę osobników w populacji w poszczególnych okresach życia. Strukturę wiekową populacji prezentuje się zazwyczaj za pomocą piramid wieku.

**STRUKTURA PŁCIOWA** To liczba osobników żeńskich i liczba osobników męskich w populacji. Struktura płciowa dotyczy gatunków rozdzielnopłciowych, czyli takich, u których występują dwie płcie. Nie dotyczy organizmów obojnaczych, np. ślimaków.

**ZAGĘSZCZENIE POPULACJI** To liczba osobników, która przypada na jednostkę powierzchni lub objętości, np. liczba sosen na $km^2$, liczba zawilców na $m^2$ w lesie lub liczba bakterii w mililitrze roztworu w probówce.

## Od czego zależy liczebność populacji?

Liczebność populacji zależy od rozrodczości i śmiertelności oraz migracji, czyli przemieszczania się osobników. Wzrost liczby osobników w populacji następuje w wyniku rozrodczości oraz imigracji, czyli napływu nowych osobników z innych obszarów do populacji. Śmiertelność oraz emigracja, czyli przemieszczanie się osobników z populacji na inne obszary, wpływają na zmniejszenie liczebności populacji.

Rozrodczość i imigracja powodują wzrost liczby osobników populacji.

Śmiertelność i emigracja powodują spadek liczby osobników populacji.

## Struktura wiekowa populacji – piramidy wieku

### Populacja ustabilizowana

Liczby osobników młodych i w wieku rozrodczym w populacji ustabilizowanej są do siebie zbliżone. W perspektywie czasu liczebność populacji będzie się utrzymywać na jednakowym poziomie.

### Populacja rozwijająca się

W populacji rozwijającej się najwięcej jest osobników młodych. Liczebność takiej populacji będzie rosła w czasie.

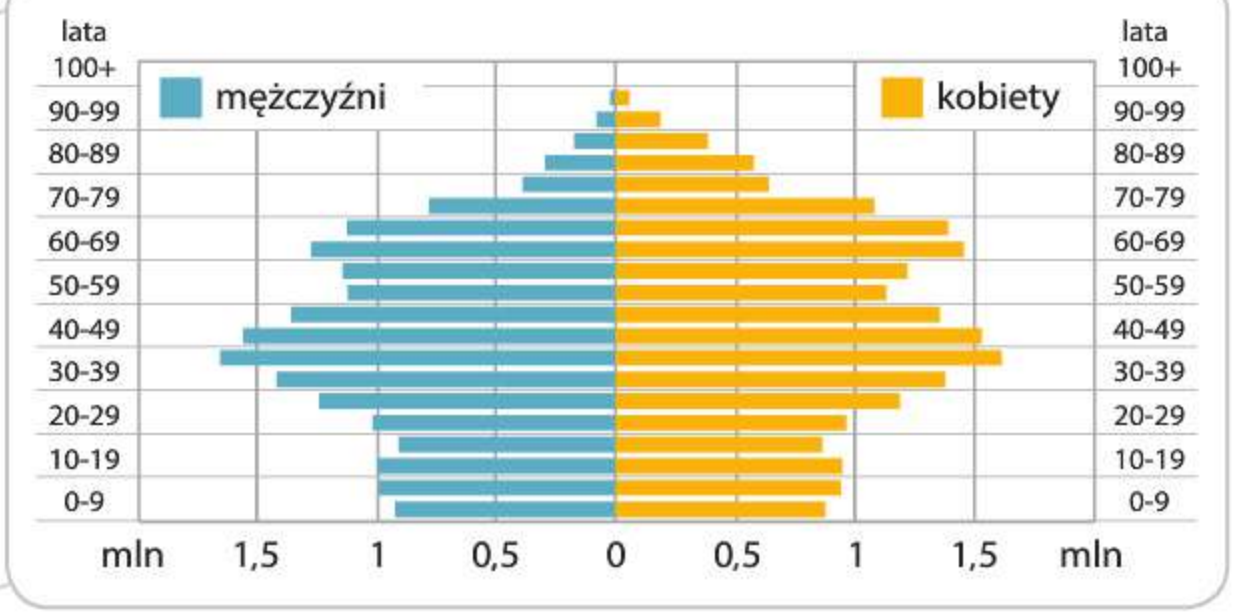
### Populacja wymierająca

W populacji wymierającej najwięcej jest osobników starych, co prowadzi do zmniejszenia liczebności populacji.

osobniki młode | zdolne do rozrodu | stare

### A to ciekawe!

W postaci piramidy można przedstawić graficznie jednocześnie strukturę wiekową i płciową organizmów, np. ludzi. Wtedy jedna część piramidy pokazuje liczbę osobników męskich (mężczyzn) w poszczególnych grupach wiekowych, a druga – liczbę osobników żeńskich (kobiet).




## Jak określić liczebność i zagęszczenie populacji?

Czy można policzyć wszystkie organizmy należące do populacji, żeby poznać jej liczebność? Odpowiedź tylko z pozoru wydaje się oczywista. Policzenie wszystkich osobników w niewielkiej populacji w obrębie jej granic nie stanowi problemu. W taki sposób możemy się dowiedzieć, jak liczna jest populacja skalarów bądź gupików w akwarium albo populacja mniszka lekarskiego (błędnie nazywanego mleczem) w przydomowym ogródku. Duże ssaki żyjące w stadach, takie jak słonie, można czasami dokładnie policzyć z samolotu. Często jednak policzenie wszystkich osobników w populacji bywa trudne (istnieje ryzyko kilkukrotnej obserwacji tego samego osobnika), zbyt kosztowne i niepraktyczne (czy chcesz spróbować policzyć każdą roślinę na trawniku?) lub wręcz niemożliwe. W celu oszacowania liczebności populacji i jej zagęszczenia ekolodzy stosują różne metody pobierania prób.

# Metoda kwadratów

W przypadku nieruchomych organizmów, takich jak rośliny, lub bardzo małych i wolno poruszających się osobników do ustalenia liczebności i zagęszczenia populacji używa się wydzielonych fragmentów terenu nazywanych kwadratami. Każdy kwadrat wyznacza obszar takiej samej wielkości w obrębie siedliska. Można go wydzielić z użyciem drewnianego, plastikowego kwadratu, który należy ułożyć na ziemi.

Po wyznaczeniu kwadratów badacze liczą osobniki w obrębie każdego z nich. W granicach siedliska bada się wiele kwadratów w kilku różnych, przypadkowych miejscach, co sprawia, że otrzymane wyniki obliczeń są reprezentatywne dla całego siedliska. Dane mogą być potem użyte do oszacowania liczebności i zagęszczenia populacji w całym siedlisku.

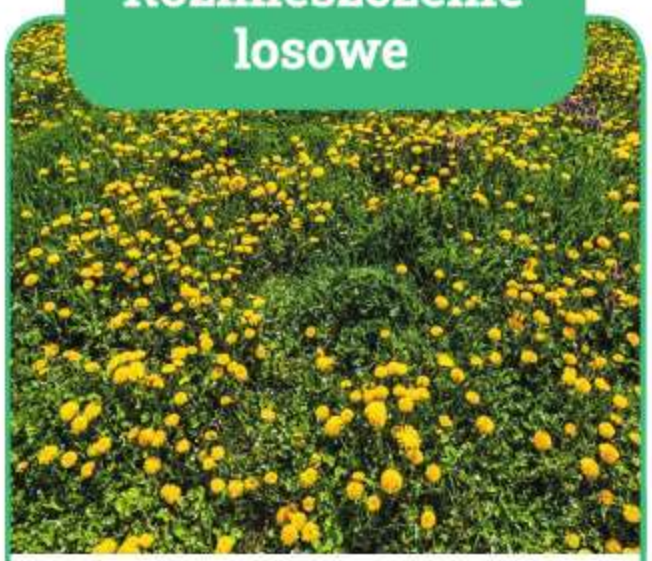
## Rozmieszczenie populacji

Każda populacja ma charakterystyczny przestrzenny rozkład osobników w obrębie swoich granic. To **struktura przestrzenna**, czyli sposób rozmieszczenia osobników w populacji.

### Rozmieszczenie równomierne

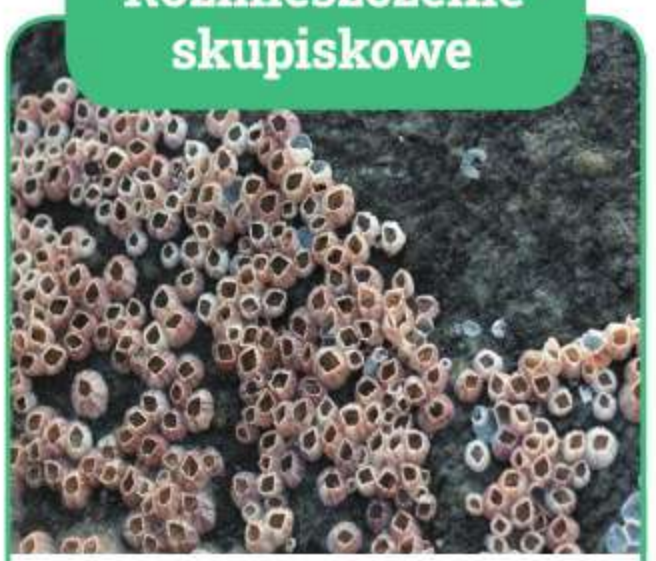
**Rozmieszczenie równomierne** albatrosów zapobiega agresywnym interakcjom między osobnikami, które bronią swojego terenu.

### Rozmieszczenie losowe



**Rozmieszczenie losowe** mniszka jest efektem rozsiewania nasion przez wiatr; nasiona następnie kiełkują w przypadkowych miejscach.

### Rozmieszczenie skupiskowe



**Rozmieszczenie skupiskowe** pąkli wynika z nierównomiernego rozkładu zasobów środowiska.

## Obserwacja w terenie

60 MIN

### Określenie liczebności, zagęszczenia i rozmieszczenia wybranego gatunku rośliny zielnej, np. mniszka pospolitego

Sprzęt i materiały:
Taśma miernicza, kołki i sznurek (do zaznaczenia powierzchni), notatnik, długopis.

Przebieg obserwacji:

1. Wybierz miejsce, w którym dokonasz obserwacji. Ważne, żeby był to fragment zieleni (np. łąka, przyszkolny zieleniec) na tyle duży, by można było wydzielić na nim 4 obszary (kwadraty), każdy o powierzchni 1 $m^2$ (1 m x 1 m). Wyznacz te obszary.
2. Na każdym wyznaczonym obszarze policz wszystkie osobniki obserwowanego gatunku rośliny zielnej – to liczebność gatunku na każdym z kwadratów. Gdy każdą z liczebności odniesiesz do powierzchni kwadratu, to otrzymasz zagęszczenie (na każdym badanym $m^2$). Zapisz wyniki.

3. Określ sposób rozmieszczenia osobników analizowanego gatunku. W tym celu narysuj w notatniku w każdym z 4 kwadratów położenie wszystkich osobników w postaci kropek.
4. W taki sposób możesz samodzielnie przeprowadzić obserwację liczebności, zagęszczenia i rozmieszczenia również innej rośliny, np. stokrotki pospolitej czy babki zwyczajnej.

Kwadrat wyznaczony za pomocą kołków i sznurka

## Zapamiętaj! To ważne!

**Populacja**

to grupa osobników tego samego gatunku, która żyje na tym samym obszarze w tym samym czasie.

## Sprawdź się!

**1.** Wyjaśnij, co to jest populacja, i podaj dwa przykłady populacji wybranych gatunków występujących w Twoim najbliższym otoczeniu.

• • •

**2.** Podaj cechy populacji.

• • •

**3.** Wyjaśnij, jaka jest przyczyna rozmieszczenia skupiskowego organizmów w populacji. Podaj przykład gatunku, który charakteryzuje się tym typem rozmieszczenia.

• • •

**4.** Określ, jaką strukturę wiekową ma populacja, w której najwięcej jest osobników starych. Rozważ, jakie będą jej dalsze losy.

• • •

**5.** Wymień czynniki, od których zależy liczebność populacji.

# 3. Różnorodność biologiczna

Twoje cele:

- wyjaśnisz, czym jest różnorodność biologiczna;
- przeanalizujesz wpływ człowieka na różnorodność biologiczną;
- uzasadnisz konieczność ochrony różnorodności biologicznej.

Będzie ciekawie!

## Czym jest różnorodność biologiczna?

Różnice w budowie i funkcjonowaniu organizmów wykształcone w wyniku ewolucji pozwoliły im opanować wszystkie środowiska na Ziemi.

**Różnorodność biologiczna** to rozmaitość wszystkich organizmów naszej planety, która inaczej jest zwana bioróżnorodnością.

**Różnorodność biologiczna** (bioróżnorodność) to rozmaitość form życia, która przejawia się w zróżnicowaniu organizmów występujących na Ziemi.

**RÓŻNORODNOŚĆ GATUNKOWA** Różnorodność może być widoczna także między osobnikami tego samego gatunku. Mogą się one różnić pod względem wyglądu lub zachowania. Dzięki temu możliwa jest adaptacja do zmian środowiska, a tym samym przetrwanie gatunku.

Do tej pory naukowcy nazwali i opisali ok. 1,8 mln gatunków różnych organizmów. Największą grupę stanowią zwierzęta, a wśród nich najliczniej reprezentowane są gatunki owadów. Niektórzy biolodzy uważają, że na świecie żyje ponad 10 mln gatunków organizmów, inni szacują, że występuje ich aż 100 mln.

Wilgotne lasy równikowe cechują się niezwykłym bogactwem gatunkowym. Ponadto w tropikalnych lasach deszczowych w Afryce żyją inne gatunki niż w lasach Ameryki Południowej.

**RÓŻNORODNOŚĆ GENETYCZNA** Wśród organizmów tego samego gatunku widać zmienność genetyczną, która objawia się zróżnicowaniem ich fenotypów.

**RÓŻNORODNOŚĆ EKOSYSTEMÓW** Ze względu na ukształtowanie terenu i warunki klimatyczne na niektórych obszarach Ziemi jest większa różnorodność ekosystemów i siedlisk niż na innych.

Pustynie to obszary, na których występuje niewielkie zróżnicowanie gatunków zwierząt i roślin.

### Krępak nabrzozak i wstężyk gajowy

Motyl krępak nabrzozak zawsze występował w dwóch różnych ubarwieniach. Początkowo odmiana jasna była liczniejsza, a należące do niej osobniki nie wyróżniały się na korze drzew, na której rosły porosty. Dzięki takiemu kamuflażowi rzadziej stawały się ofiarami ptaków. Na skutek rozwoju przemysłu i zanieczyszczenia środowiska zmniejszyła się ilość porostów występujących na drzewach. Sprawiło to, że ciemniejsza odmiana motyli maskowała się lepiej od jasnej, i takie osobniki zaczęły występować częściej. Obecnie, w wyniku polepszenia stanu środowiska, obserwuje się ponownie dominację motyli o jasnym ubarwieniu.

Wstężyk gajowy to ślimak powszechnie występujący w Polsce. Osobniki tego samego gatunku różnią się wyglądem muszli.

## Wpływ człowieka na różnorodność biologiczną

Wymieranie gatunków to proces naturalny, podczas którego słabe i nieprzystosowane osobniki giną. W dziejach naszej planety wielokrotnie dochodziło do masowego wymierania różnych gatunków. Częstym powodem występowania tego zjawiska były naturalne zmiany klimatyczne. Obecnie to człowiek zmienia środowisko przyrodnicze Ziemi i przyczynia się do wyginięcia organizmów. Codziennie około 20 gatunków zwierząt, roślin i grzybów przestaje istnieć z powodu zniszczenia ich naturalnych siedlisk, nadmiernej eksploatacji zasobów przyrody oraz zanieczyszczenia powietrza, wody i gleby. Szacuje się, że w ciągu najbliższych 30 lat tempo to wzrośnie do ponad 100 gatunków dziennie.

# Eliminowanie organizmów przez człowieka

Wiele gatunków ginie wskutek bezpośredniej i nadmiernej eksploatacji zasobów przyrody przez człowieka.

**ŁOWIECTWO** To dla wielu osób forma spędzania wolnego czasu, która doprowadziła do wymarcia części gatunków. W Polsce wyginęły tury i tarpany, a np. w Nowej Zelandii – moa.

Łowiectwo przyczyniło się do wytępienia żubrów; w 1919 roku w Puszczy Białowieskiej padł ostatni wolno żyjący żubr. Populację żubra udało się odtworzyć nie tylko w Puszczy Białowieskiej, ale także w innych miejscach w Polsce. Wciąż jednak żubr ma status gatunku bliskiego zagrożenia wyginięciem.

Moa

**RYBOŁÓWSTWO** Rozumiane jako niezrównoważone, czyli intensywne, a często i nielegalne połowy, zagrażające wielu gatunkom, także ssakom, m.in. humbakowi, waleniom, płetwalowi błękitnemu. Najbardziej destrukcyjne praktyki w poławianiu ryb polegają na wykorzystaniu cyjanku lub ładunków wybuchowych. Cyjanek odurza ryby i wtedy łatwiej je złowić. Środki wybuchowe, np. dynamit, używane są do zabicia ryb. Martwe zwierzęta wypływają na powierzchnię i łatwiej je zebrać sieciami.

Humbak

**KOLEKCJONERSTWO** Jest zagrożeniem dla gatunków egzotycznych, które stają się m.in. pamiątkami z dalekich wypraw. Motyle, które po śmierci nie tracą swoich barw, są częstym obiektem zainteresowania kolekcjonerów.

Kolekcja motyli

**KŁUSOWNICTWO** To bezprawne zabijanie, chwytanie zwierząt w niedozwolonym miejscu i czasie. Powodem są cenne surowce, takie jak futra, skóry, rogi, które pozyskuje się z tych zwierząt.

Nosorożec

**ZAWLECZENIE** Różnorodności biologicznej szkodzi także świadome lub nieświadome (np. tzw. zawleczenie) wprowadzanie przez człowieka do ekosystemu gatunków obcych (inwazyjnych), np. nawłoci kanadyjskiej, barszczu Sosnowskiego czy raka pręgowanego. Przyczyniają się one do wyginięcia gatunków miejscowych i mogą być zagrożeniem dla zdrowia człowieka.

Nawłoć kanadyjska

# Dlaczego powinniśmy chronić różnorodność biologiczną?

Zachowanie różnorodności biologicznej powinno być ważne dla każdego człowieka. Przekonanie, że wszystkie gatunki mają prawo do życia, jest elementem wielu religii i podstawowym argumentem do ochrony różnorodności biologicznej.

**KONTAKT Z PRZYRODĄ SPRZYJA ZDROWIU.** Lasoterapia jest popularna w Japonii, polega ona na odczuwaniu uroków lasu wszystkimi zmysłami podczas spokojnego spaceru. Wpływa na dobrostan całego organizmu.

**ZRÓŻNICOWANIE BIOLOGICZNE JEST ŹRÓDŁEM KORZYŚCI EKONOMICZNYCH.** Organizmy dziko żyjące zapewniają człowiekowi usługi przeliczalne w skali globu na biliony złotych. Najlepiej poznana jest rola dzikich zapylaczy. Plony roślin uprawnych owadopylnych drastycznie maleją, gdy w środowisku spada liczebność i różnorodność biologiczna owadów zapylających, zwłaszcza pszczołowatych.

**WIEDZA O GATUNKACH ORGANIZMÓW** Pozwala dobrze planować działania w wielu dziedzinach, np. w rolnictwie czy medycynie.

**HODOWANE ROŚLINY I ZWIERZĘTA** Różnią się one od swoich dzikich przodków. Często utrzymuje się tylko odmiany dające największe i najszybsze przyrosty masy, najwyższe plony. Zanikają tradycyjne odmiany i rasy. Jeśli stracimy dzikie populacje, to zmarnujemy zasoby genetyczne, które mogłyby być użyte do poprawy jakości upraw poprzez zwiększenie odporności na choroby wirusowe czy pasożytnicze.

Przykładem jest choroba panamska bananów powodowana przez gatunek grzyba *Fusarium oxysporum*. Uprawa bananów na ogromnych plantacjach kontrolowanych przez wielkie koncerny, które wyeliminowały mniejsze gospodarstwa, zmniejszyła różnorodność genetyczną bananów. Utrata starszych odmian, które mają prawdopodobnie geny odporności na ten patogen, może sprawić, że przyszłe pokolenia nie poznają smaku tych owoców.

## Zapamiętaj! To ważne!

### Różnorodność biologiczna

**korzyści**

- zdrowotne
- ekonomiczne
- gospodarcze

**zagrożenia**

- łowiectwo
- kolekcjonerstwo
- rybołówstwo
- kłusownictwo

### Zagrożenia bioróżnorodności

- zmiany klimatyczne
- zanieczyszczenie środowiska
- nadmierna eksploatacja zasobów przyrody
- wprowadzenie do środowiska naturalnego gatunków inwazyjnych
- zanikanie siedlisk i ekosystemów naturalnych

## Sprawdź się!

**1.** Wyjaśnij pojęcie różnorodności biologicznej.

**2.** Wymień dwa przykłady gatunków zwierząt, w obrębie których osobniki różnią się wyglądem.

**3.** Wyjaśnij, w jaki sposób człowiek przyczynia się do zmniejszania różnorodności biologicznej.

**4.** Określ, co zagraża różnorodności biologicznej w okolicy Twojego miejsca zamieszkania.

# 4. Zasoby przyrody i racjonalne gospodarowanie nimi

Twoje cele:

- wyjaśnisz, czym są odnawialne i nieodnawialne zasoby przyrody, i podasz ich przykłady;
- zaproponujesz, w jaki sposób racjonalnie gospodarować zasobami przyrody zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju;
- wymienisz przykłady gospodarczego użytkowania ekosystemów.

Zrozumiesz i zastosujesz!

## Zasoby przyrody

Wszystkie elementy środowiska wykorzystywane przez człowieka to **zasoby przyrody**.

Zasoby przyrody dzieli się na odnawialne i nieodnawialne. **Odnawialne zasoby przyrody** są odtwarzane podczas naturalnych procesów zachodzących na Ziemi mimo ich użytkowania. **Nieodnawialne zasoby przyrody** bezpowrotnie ubywają w wyniku ich eksploatacji. Wykorzystywanie tych zasobów prowadzi do całkowitego ich wyczerpania.

**Zasoby przyrody**

**odnawialne**

- powietrze
- wody
- gleby

- zwierzęta
- rośliny, np. lasy

energia:
- wiatru
- Słońca
- wody

**nieodnawialne**

węgiel:
- kamienny
- brunatny

- ropa naftowa
- gaz ziemny

rudy:
- metali
- niemetali

sól

# Odnawianie się zasobów

Wskutek eksploatacji zasoby odnawialne się zużywają. Jeśli tempo ich wykorzystywania nie jest zbyt szybkie, mogą się odtworzyć dzięki naturalnym procesom.

Zwierzęta i inne organizmy odbudowują swoją liczebność poprzez rozmnażanie się.

Odnowienie lasów prowadzi się m.in. przez nasadzenia drzew.

Woda odzyskuje pierwotny skład dzięki chemicznym i biologicznym procesom (np. działalności mikroorganizmów).

Powietrze oczyszcza się dzięki roślinom, które pochłaniają dwutlenek węgla, zatrzymują pyły i produkują tlen.

Gleba odtwarza się dzięki wietrzeniu skał i działalności organizmów (np. żyjących w glebie).

Energia odnawialna, np. energia słoneczna, wiatru i płynącej wody, wciąż się odtwarza.

## A to ciekawe!

**Energia wnętrza Ziemi (geotermalna)**, czyli ciepło z głębi Ziemi, jest wykorzystywana głównie do ogrzewania, np. domów czy basenów. Ten rodzaj energii został zastosowany w geotermalnych pompach ciepła. Energia wnętrza Ziemi należy do odnawialnych zasobów przyrody.

Gejzer

**Odnawialne zasoby przyrody:**

- powietrze,
- wody,
- gleby,
- rośliny, np. lasy,
- zwierzęta,
- energia wiatru, Słońca, wody.

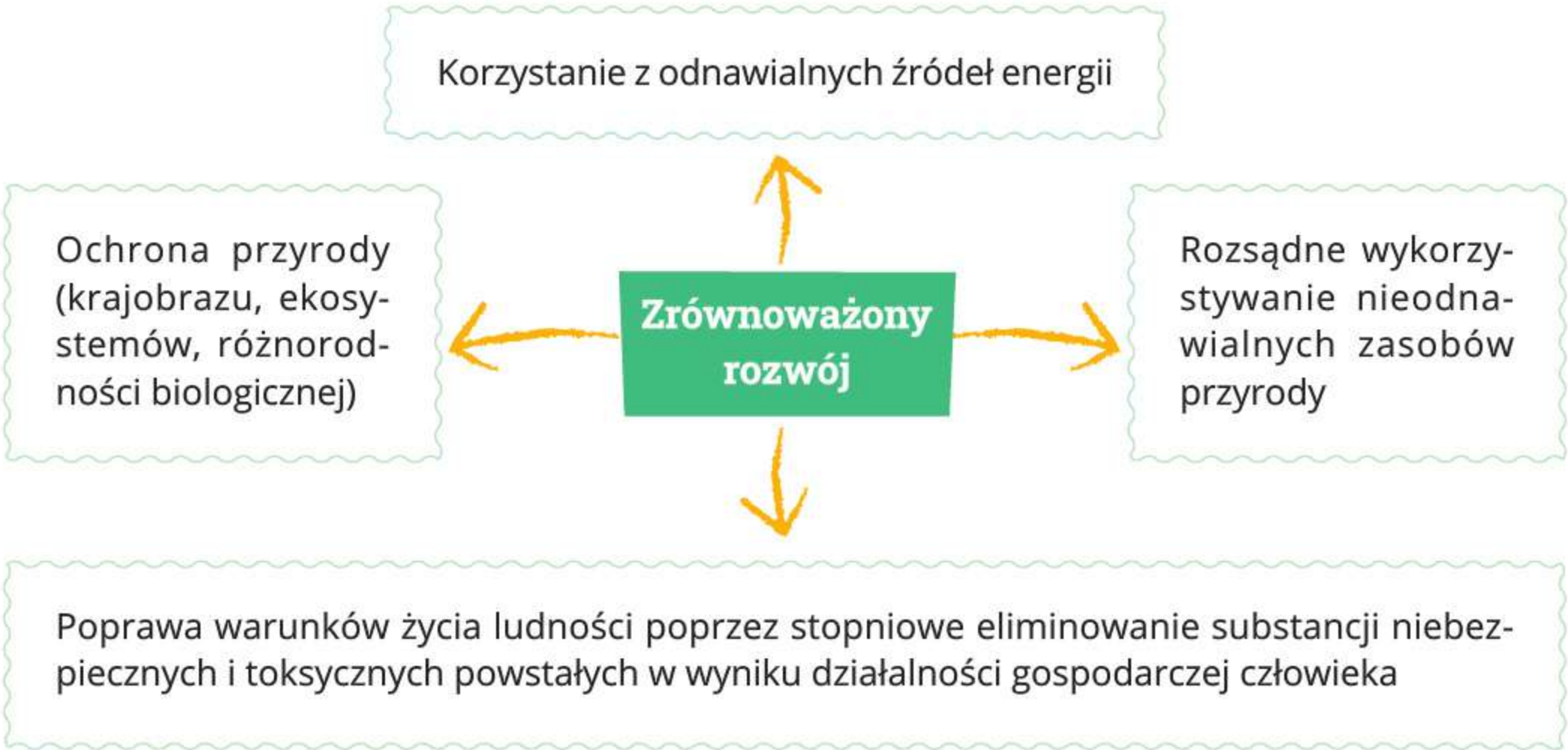
**Nieodnawialne zasoby przyrody:**

- węgiel kamienny i brunatny,
- ropa naftowa,
- gaz ziemny,
- rudy metali i niemetali,
- sól kamienna.

# Zrównoważony rozwój

To idea zakładająca taki rozwój społeczny i ekonomiczny, który zaspokaja potrzeby współczesnych społeczeństw, ale jednocześnie nie wyrządza szkód środowisku przyrodniczemu i nie ogranicza możliwości rozwoju przyszłych pokoleń.

W Polsce zasada zrównoważonego rozwoju ma rangę prawa podstawowego, wynikającego z zapisów Konstytucji Rzeczypospolitej Polskiej. Nakłada ono na państwo obowiązek długofalowego dbania o środowisko, również dla kolejnych pokoleń.




▲ Podstawowe koncepcje zrównoważonego rozwoju

## Racjonalne gospodarowanie zasobami przyrody zgodne z zasadą zrównoważonego rozwoju

Jednym z głównych wymagań wynikających z zasady zrównoważonego rozwoju jest oszczędzanie zasobów naturalnych i zastąpienie nieodnawialnych źródeł energii źródłami odnawialnymi.

Rozwój gospodarki i przemysłu wiąże się z nadmierną eksploatacją zasobów przyrody. W efekcie dochodzi do naruszenia równowagi ekologicznej, a następnie zmian, które zagrażają środowisku przyrodniczemu i człowiekowi. Aby zapobiec dalszemu wyniszczaniu środowiska przyrodniczego, trzeba ograniczać eksploatację zasobów naturalnych, a także wykorzystywać je w sposób racjonalny i przyjazny dla środowiska.

## Przykłady racjonalnego gospodarowania zasobami przyrody

### Ograniczenie zanieczyszczenia wód

Ograniczeniu zanieczyszczenia wód sprzyja wykorzystanie oczyszczalni ścieków i stacji recyklingu wody, a także oszczędne gospodarowanie wodą.

Nowoczesne oczyszczalnie ścieków filtrują wodę wieloetapowo. Dzięki temu woda powracająca do środowiska pozbawiona jest zanieczyszczeń nie tylko mechanicznych, lecz także chemicznych i biologicznych. W największej polskiej oczyszczalni ścieków, Czajka w Warszawie powstaje biogaz wykorzystywany do produkcji energii cieplnej i elektrycznej, która zaspokaja w całości potrzeby oczyszczalni.

Stacje recyklingu wody umożliwiają oczyszczanie i ponowne wykorzystywanie wody zanieczyszczonej w procesie produkcyjnym. Woda jest w tzw. obiegu zamkniętym. Pozwala to na zmniejszenie zużycia wody, co jest ważne w przedsiębiorstwach wodochłonnych, takich jak elektrociepłownie, baseny czy firmy produkujące kosmetyki.

# Ograniczenie zanieczyszczenia powietrza i wykorzystywania paliw kopalnych

Dzięki wykorzystywaniu odnawialnych źródeł energii elektrownie (np. wodne, wiatrowe i słoneczne) nie wydzielają do atmosfery szkodliwych gazów. Zmniejszają też zużycie paliw kopalnych i zanieczyszczenie powietrza.

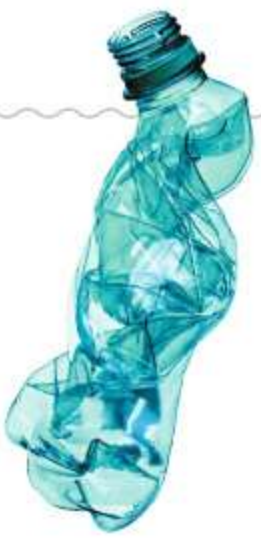
Elektrownie wiatrowe wykorzystują energię wiatru do produkcji energii elektrycznej.

Energia z płynącej wody jest przekształcana w energię mechaniczną przy użyciu turbin wodnych, a następnie zamieniana na energię elektryczną.

W fotoogniwie następuje przemiana energii słonecznej w energię elektryczną. Fotoogniwa wykorzystywane są w elektrowniach słonecznych, a także np. w kalkulatorach czy znakach drogowych.

## A to ciekawe!

Dzięki **recyklingowi** wykorzystuje się wiele odpadów i wytwarza różne produkty. Na przykład z **odpadów plastikowych** można wyprodukować odzież z polaru, pojemniki, torby foliowe, zabawki czy meble ogrodowe. Z **makulatury** robi się m.in. papier toaletowy, gazetowy i pakowy, koperty oraz brykiety opałowe. Niektóre przedmioty mogą nawet w całości pochodzić z recyklingu.



# Sposoby zmniejszenia negatywnego oddziaływania odpadów na środowisko

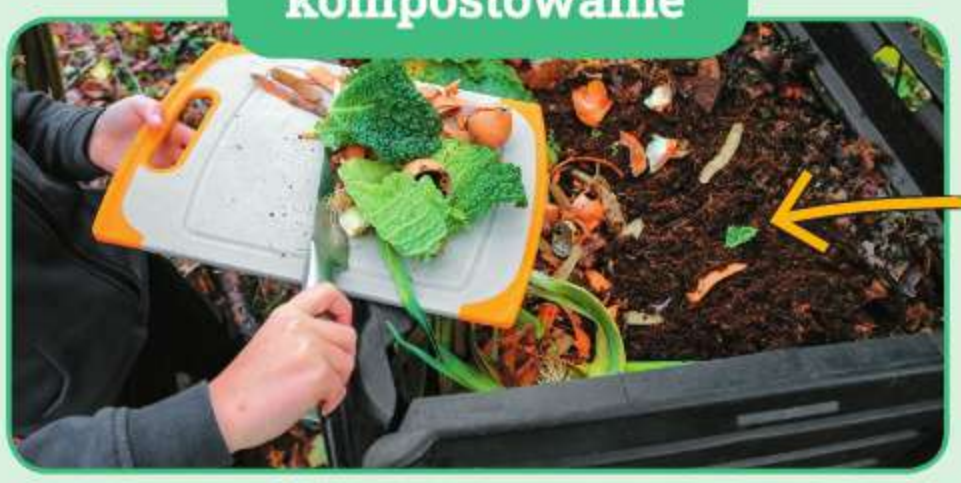
## składowanie

Polega na izolacji odpadów od środowiska na terenach specjalnie do tego przygotowanych.

## segregacja

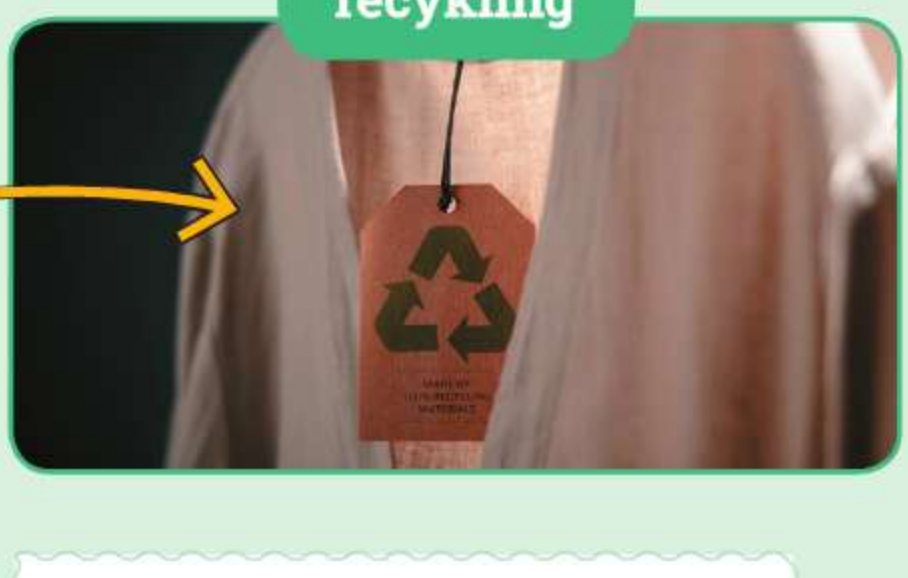
Polega na sortowaniu odpadów ze względu na materiały, z których są wykonane (osobno papier, szkło, plastik i metale, bioodpady), aby można je było poddać recyklingowi.

## kompostowanie



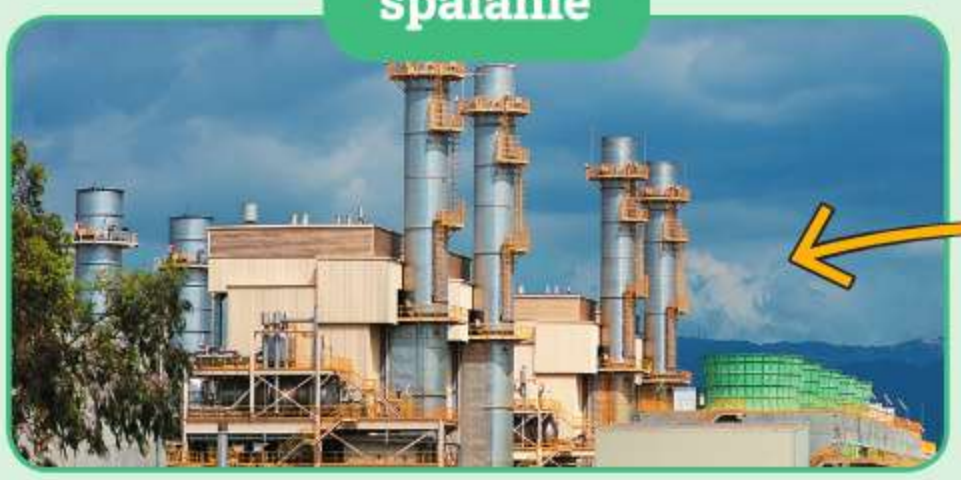
Polega na gospodarowaniu odpadami organicznymi (bioodpadami) w taki sposób, aby produkowały bezpieczny dla środowiska nawóz, który można wykorzystać np. w parkach czy przydomowych ogródkach.

## recykling



Polega na pozyskiwaniu z odpadów surowców wtórnych oraz ich ponownym wykorzystaniu do produkcji nowych wyrobów.

## spalanie



Polega na niszczeniu odpadów w specjalnych spalarniach (nie w domowych piecach!).

## Gospodarcze wykorzystanie ekosystemów leśnych

Człowiek korzysta z bogactwa zasobów naturalnych ekosystemów do celów gospodarczych. W Polsce najbardziej eksploatowane są ekosystemy leśne oraz wodne.

**Leśnictwo** to jedna z gałęzi gospodarki. Z ekosystemów leśnych pozyskuje się głównie drewno opałowe i budulcowe, korę, żywicę oraz igliwie. Drewno wykorzystuje się m.in. do produkcji domów, mebli, papieru. Człowiek pozyskuje z lasu także grzyby oraz owoce leśne – borówki, poziomki, maliny. Są one cennym surowcem dla przemysłu przetwórczego.

▲ Wykorzystanie lasów

## Gospodarcze wykorzystanie ekosystemów wodnych

Do **transportu pasażerów lub towarów** (szczególnie o wielkich gabarytach) wykorzystuje się statki lub promy. Niski koszt, duży zasięg i bezpieczeństwo dla środowiska to zalety transportu wodnego.

**Rybołówstwo morskie i śródlądowe** obejmuje poławianie ryb w morzach oraz wodach śródlądowych. Najczęściej łowione ryby morskie to śledzie i dorsze. Wśród ryb słodkowodnych przeważają pstrągi i karpie. Zanieczyszczenie wód powoduje ograniczenie zasobów i zmniejszone połowy.

**Sztuczne hodowle ryb i mięczaków,** głównie małży, prowadzi się w oceanie w specjalnych klatkach otoczonych siatkami, które pozwalają na swobodny przepływ wody i chronią hodowane zwierzęta przed atakami drapieżników. Sztuczne hodowle ograniczają naturalny połów.

▲ Wykorzystanie wód

## Co Ty możesz zrobić na co dzień, by racjonalnie korzystać z zasobów przyrody?

### Woda

- Zakręcaj wodę w kranie podczas mycia zębów.
- Bierz krótki prysznic zamiast kąpieli w wannie.

### Energia elektryczna

- Gaś światło, kiedy wychodzisz z pokoju.
- Wyłączaj komputer, telewizor, konsolę do gier, jeśli nie będziesz w najbliższym czasie z nich korzystać.

### Odpady

- Używaj obu stron kartki do rysowania lub pisania. Wtedy chronisz drzewa i wytwarzasz mniej śmieci!
- Chodź na zakupy z własną wielorazową torbą.
- Jeśli nie korzystasz już ze swoich gier czy książek, nie wyrzucaj ich, a oddaj innym.
- Segreguj odpady w domu. To cenne surowce wtórne, które można ponownie wykorzystać.
- Kupuj produkty oznaczone symbolem dotyczącym ich wpływu na środowisko, np. opakowanie nadaje się do recyklingu.

### Żywność

- Nie wyrzucaj żywności, która nadaje się do zjedzenia. Z pewnością jest ktoś, z kim możesz się podzielić. Możesz ją też zostawić w specjalnych lodówkach na terenie miast, tzw. jadłodzielniach.

### Świadomość ekologiczna

- Jeśli masz do pokonania krótki dystans, wybierz spacer lub jazdę rowerem.
- Rozmawiaj z bliskimi o tym, co wspólnie możecie zrobić dla ochrony zasobów przyrody.

## Zapamiętaj! To ważne!

### Zasoby przyrody

**odnawialne**

- powietrze
- gleby
- wody
- rośliny, np. lasy
- zwierzęta
- energia wiatru
- energia Słońca
- energia wody

**nieodnawialne**

- węgiel kamienny
- węgiel brunatny
- ropa naftowa
- gaz ziemny
- rudy metali
- rudy niemetali
- sól kamienna

**Przykłady wykorzystywania gospodarczego ekosystemów:**

- pozyskiwanie drewna, owoców oraz grzybów z lasów;
- poławianie i hodowla ryb w wodach;
- transportowanie drogą morską i śródlądową ludzi i towarów.

**Sposoby racjonalnego gospodarowania zgodne z zasadą zrównoważonego rozwoju:**

- wykorzystywanie odnawialnych źródeł energii;
- segregowanie odpadów;
- recykling;
- oszczędzanie wody i energii.

## Sprawdź się!

**1.** Wymień trzy odnawialne oraz trzy nieodnawialne zasoby przyrody.

**2.** Wyjaśnij, czym jest zrównoważony rozwój.

**3.** Podaj dwa sposoby racjonalnego gospodarowania zasobami przyrody.

**4.** Przedstaw dwa przykłady gospodarczego wykorzystywania zasobów naturalnych lasów.

**5.** Co Ty możesz zrobić na co dzień, by racjonalnie korzystać z zasobów przyrody? Podaj trzy przykłady dobrych nawyków.

# 5. Ochrona przyrody

Twoje cele:

- wymienisz formy ochrony przyrody stosowane w Polsce;
- uzasadnisz konieczność ochrony przyrody dla zachowania gatunków i ekosystemów.

Trzymamy kciuki!

## Czym jest ochrona przyrody?

O tym, jak ważne jest zachowanie w niezmienionym stanie elementów przyrody, wiedziano już w starożytności. Pierwsze zarządzenie dotyczące zakazu wycinania lasów wydano w Chinach 1000 lat p.n.e.

Do najstarszych aktów prawnych poświęconych ochronie zwierząt w Polsce należy zakaz polowania na bobry wydany przez Bolesława Chrobrego. Za sprawą Władysława Jagiełły z kolei ochroną zostały objęte cisy, których nie można było wycinać.

Intensywne działania w zakresie ochrony roślin i zwierząt zaczęto podejmować dopiero pod koniec XIX wieku, kiedy rozwój przemysłu doprowadził do wymierania gatunków.

Obecnie **ochrona przyrody** to działania zmierzające do zachowania środowiska przyrodniczego w stanie jak najmniej zmienionym. To także właściwe wykorzystywanie oraz odnawianie zasobów przyrody. Główne cele ochrony przyrody obejmują: zachowanie jej różnorodności biologicznej, zapewnienie niezakłóconego przebiegu procesów ekologicznych, utrzymanie ciągłości istnienia oraz trwałości ekosystemów.

Zachowanie różnorodności biologicznej jest ważne dla gospodarki i społeczeństwa, m.in. ze względu na ochronę przed powodziami, żyzność gleb, produkcję żywności czy leków.

### A to ciekawe!

Naukowcy w latach siedemdziesiątych XX wieku odkryli, że **katarantus różowy,** rosnący na Madagaskarze, zawiera substancje hamujące wzrost komórek nowotworowych. Odkrycie to umożliwiło produkcję leków, stosowanych m.in. w białaczce u dzieci. Wyginięcie takich gatunków roślin oznaczałoby stratę dla osób, które zmagają się z chorobami nowotworowymi.

Katarantus różowy

**Ochrona przyrody** to działania mające na celu zachowanie przyrody w niezmienionym stanie, odpowiedzialne korzystanie z jej zasobów oraz umożliwienie ich odnawiania.

## Motywy ochrony przyrody

**Motywy ochrony przyrody**, czyli powody jej ochrony, są różne i można je podzielić na kilka grup.

**MOTYWY ETYCZNE** Wynikają z przekonania, że człowiek jest moralnie odpowiedzialny za ochronę innych gatunków na Ziemi.

**MOTYWY ESTETYCZNE** Ludzie cenią piękno przyrody ze względu na jej barwy, dźwięki czy kształty, dlatego chcą ją chronić. Z tego powodu wiele gatunków organizmów stało się źródłem inspiracji dla artystów.

**MOTYWY EKONOMICZNE** Postrzeganie przyrody jako źródła dochodów stanowi powód do ochrony jej zasobów. Człowiek wykorzystuje m.in. wodę, drewno, bydło, ryby, owoce jadalne i grzyby.

**MOTYWY NAUKOWE** Wynikają z dążenia do zachowania gatunków, by odkrywać prawa rządzące naturą oraz pozyskiwać organizmy, które pomagają w leczeniu chorób.

**MOTYWY SPOŁECZNO-ETNICZNE** To działania zmierzające do zachowania etniczno-kulturowego zróżnicowania na danym terenie, z uwzględnieniem ochrony miejscowej przyrody przed skutkami działalności człowieka.

**MOTYWY PATRIOTYCZNE** Dotyczą przeświadczenia, że dbanie o przyrodę, która jest dobrem narodowym, stanowi powinność każdego patrioty.

**MOTYWY ZDROWOTNE** Uwzględniają pozytywny wpływ przyrody na zdrowie człowieka, jego dobrostan psychiczny i fizyczny wynikający z kontaktu z naturą.

**MOTYWY HISTORYCZNO-PAMIĄTKOWE** To zachowanie elementów przyrody (np. dębu Bartka czy Jaskini Łokietka) jako świadków ważnych dla człowieka wydarzeń.

▲ Liście koniczyny białej posłużyły złotnikom jako wzór do wyrobu biżuterii

## Sposoby ochrony przyrody w Polsce

Badacze poszukują skutecznych metod, które zapobiegłyby degradacji środowiska naturalnego oraz zmniejszeniu różnorodności biologicznej. Obecnie stosowane sposoby ochrony przyrody wyróżniono na podstawie poniższych kryteriów:

- elementy podlegające ochronie;
- stopień ingerencji człowieka w ekosystem;
- miejsce, w którym jest realizowana ochrona.

Ze względu na zakres objętych ochroną elementów można wyróżnić trzy sposoby ochrony przyrody:

- **ochronę obszarową** – dotyczącą całych ekosystemów;
- **ochronę gatunkową** – zachowującą poszczególne gatunki;
- **ochronę indywidualną** – odnoszącą się do pojedynczych osobników lub ich skupisk.

# Ochrona obszarowa

**PARKI NARODOWE** To obszary o szczególnych wartościach przyrodniczych, naukowych, społecznych, kulturowych i edukacyjnych. Powierzchnia każdego z nich obejmuje co najmniej 1000 ha. Celem tworzenia parków narodowych jest zachowanie różnorodności biologicznej, przyrody nieożywionej, walorów krajobrazowych na obszarze objętym granicami parku, a także odtworzenie zniszczonych ekosystemów, siedlisk zwierząt, roślin lub grzybów.

W Polsce wyodrębniono **23 parki narodowe**, które stanowią 1 % całkowitej powierzchni kraju. Największy obszar zajmuje Biebrzański Park Narodowy. Najstarszymi parkami narodowymi, powstałymi w 1932 roku, są Białowieski Park Narodowy oraz Pieniński Park Narodowy. Najmłodszym parkiem narodowym jest Park Narodowy Ujście Warty utworzony w 2001 roku.

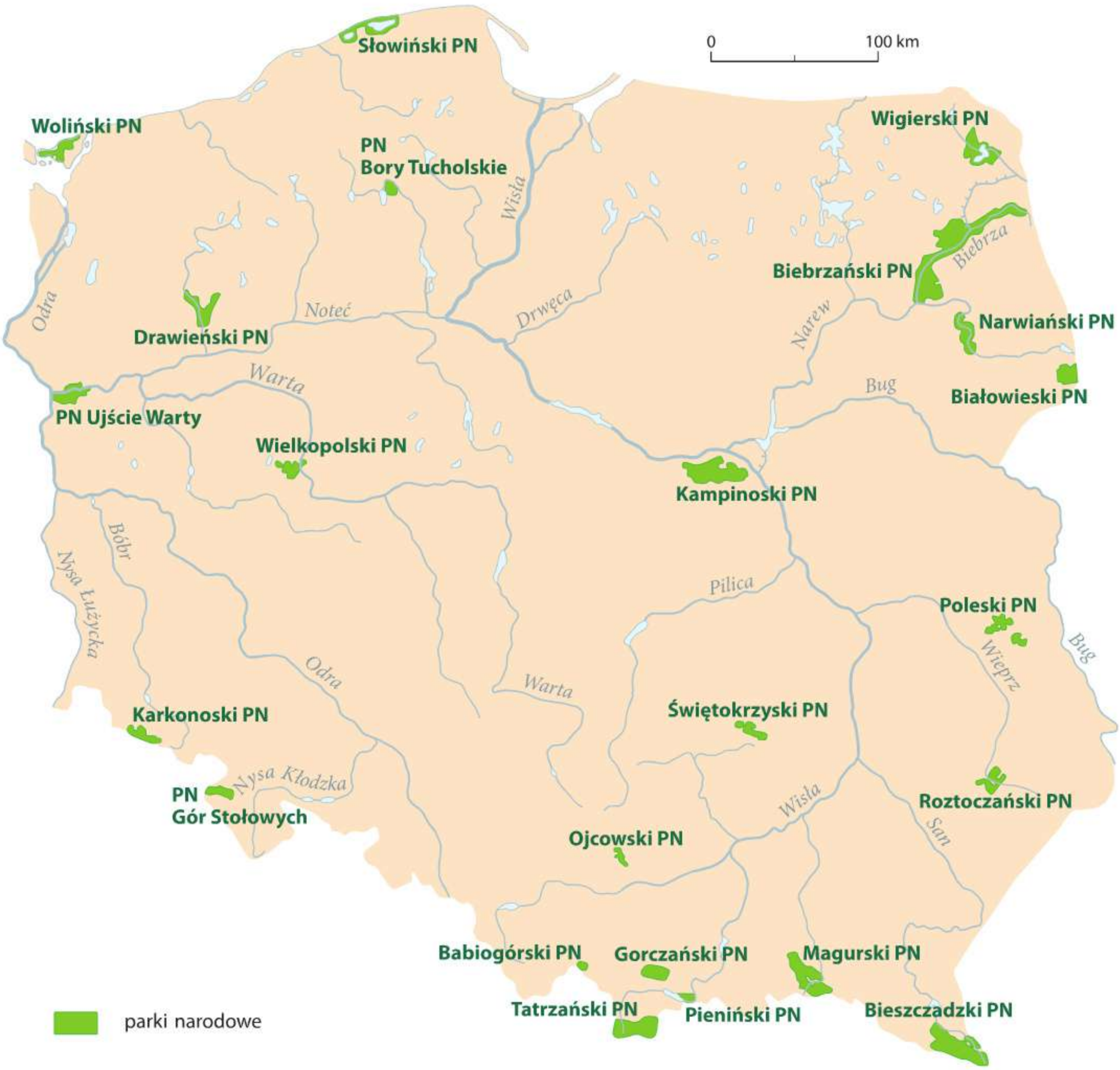
- Babiogórski Park Narodowy
- Białowieski Park Narodowy
- Biebrzański Park Narodowy
- Bieszczadzki Park Narodowy
- Drawieński Park Narodowy
- Gorczański Park Narodowy
- Kampinoski Park Narodowy
- Karkonoski Park Narodowy
- Magurski Park Narodowy
- Narwiański Park Narodowy
- Ojcowski Park Narodowy
- Park Narodowy Bory Tucholskie
- Park Narodowy Gór Stołowych
- Park Narodowy Ujście Warty
- Pieniński Park Narodowy
- Poleski Park Narodowy
- Roztoczański Park Narodowy
- Słowiński Park Narodowy
- Świętokrzyski Park Narodowy
- Tatrzański Park Narodowy
- Wielkopolski Park Narodowy
- Wigierski Park Narodowy
- Woliński Park Narodowy

**Biebrzański Park Narodowy** jest najważniejszą w Europie Środkowej i Zachodniej ostoją wielu gatunków ptaków. Stanowi też istotne miejsce postoju dla ptaków migrujących. Umieszczony w logo parku symbol to batalion – ptak, którego toki (zaloty) można podziwiać na biebrzańskich torfowiskach.

Biebrzański Park Narodowy

Park Narodowy Ujście Warty

Pieniński Park Narodowy




▲ Parki narodowe w Polsce

**REZERWATY PRZYRODY** To obszary mniejsze niż parki narodowe. Służą ochronie cennych i mało zmienionych ekosystemów, siedlisk roślin, zwierząt lub grzybów. Tworzą także miejsca ochrony elementów przyrody nieożywionej, które wyróżniają się szczególnymi wartościami przyrodniczymi, naukowymi, kulturowymi lub walorami krajobrazowymi.

**Rezerwat przyrody Czerwica**, położony na terenie Parku Krajobrazowego Pojezierza Iławskiego, powstał w celu ochrony kolonii kormoranów.

Kormoran jest chroniony w Rezerwacie przyrody Czerwica

**PARKI KRAJOBRAZOWE** To obszary chronione ze względu na wartości przyrodnicze, krajobrazowe, historyczne i kulturowe. Celem tego rodzaju parków jest nie tylko zachowanie krajobrazu, lecz także udostępnienie ich społeczeństwu do celów rekreacyjnych. Dopuszczalna jest również działalność człowieka zgodna z zasadami zrównoważonego rozwoju, np. uprawa pól.

**Mazurski Park Krajobrazowy** utworzono w 1977 roku w celu ochrony unikatowych, nie tylko na skalę regionalną, lecz także europejską, wartości przyrodniczych, historycznych i kulturowych. W granicach parku znajduje się największe w Polsce jezioro Śniardwy oraz malowniczy szlak kajakowy rzeki Krutyni, na którym można podziwiać pięknie ubarwione zimorodki.

Zimorodek występuje w Mazurskim Parku Krajobrazowym

**OBSZARY CHRONIONEGO KRAJOBRAZU** To obszary obejmujące tereny chronione ze względu na wyróżniający się krajobraz o zróżnicowanych ekosystemach. Uważa się je za cenne, ponieważ zaspokajają potrzeby człowieka związane z turystyką i wypoczynkiem. Mogą pełnić funkcję korytarzy ekologicznych (obszarów łączących dwa tereny), stanowią ważne miejsca migracji zwierząt.

Na terenie **Obszaru Chronionego Krajobrazu Doliny Wisły** występuje wiele elementów przyrody nieożywionej, związanych z doliną nieuregulowanej rzeki. Występują tu łachy i wyspy piaszczyste porośnięte roślinnością pionierską. Teren nadwodny sprzyja występowaniu i gniazdowaniu wielu gatunków ptaków. Obszary wodno-błotne są także idealne do życia dla płazów i gadów.

**OBSZARY NATURA 2000** To najmłodsza z form ochrony przyrody wprowadzona w Polsce w 2004 roku na podstawie przepisów Unii Europejskiej. Obszary Natura 2000 powstają we wszystkich państwach członkowskich i tworzą Europejską Sieć Ekologiczną Natura 2000. Celem programu jest objęcie ochroną około dwustu najcenniejszych i zagrożonych wyginięciem siedlisk przyrodniczych oraz ponad tysiąca rzadkich i zagrożonych gatunków.

Dolina Baryczy

Obszar Natura 2000 Ostoja nad Baryczą położony jest w województwie dolnośląskim i wielkopolskim. Dolina Baryczy to przykład krajobrazu kulturowo-przyrodniczego, kształtowanego przez człowieka, a jednocześnie zachowującego ogromną różnorodność biologiczną.

Dolina Baryczy to jeden z najcenniejszych obszarów ornitologicznych w Polsce, ptasia ostoja o znaczeniu europejskim

## A to ciekawe!

**Rezerwaty biosfery UNESCO** stanowią międzynarodową formę ochrony przyrody. W Polsce są to m.in. Rezerwat Biosfery Białowieża oraz Jeziora Mazurskie (wcześniejsza nazwa: Jezioro Łuknajno).

Żubry w Rezerwacie Biosfery Białowieża

# Ochrona gatunkowa

Ten rodzaj ochrony ma na celu zapewnienie przetrwania podatnych na zagrożenia i zagrożonych wyginięciem organizmów danego gatunku. Listę gatunków chronionych ustala minister odpowiedzialny za środowisko. Ochroną obejmuje się także siedliska i ostoje organizmów. Celem tej ochrony jest również zachowanie różnorodności gatunkowej i genetycznej. W jej ramach wprowadzane są zakazy zabijania i płoszenia chronionych gatunków zwierząt oraz zrywania i niszczenia chronionych gatunków roślin i grzybów.

## Przykłady chronionych organizmów

### Rośliny

pełnik alpejski

kukułka Fuchsa

### Zwierzęta

żołna zwyczajna

niepylak apollo

### Grzyby

soplówka jeżowata

włosojęzyk szorstki

## Ochrona indywidualna

Ma na celu ochronę niewielkich fragmentów przyrody, np. pojedynczych osobników, a także niewielkich fragmentów ekosystemów bądź obiektów przyrody nieożywionej.

Do form ochrony indywidualnej w Polsce należą:

- pomniki przyrody,
- stanowiska dokumentacyjne,
- użytki ekologiczne,
- zespoły przyrodniczo-krajobrazowe.

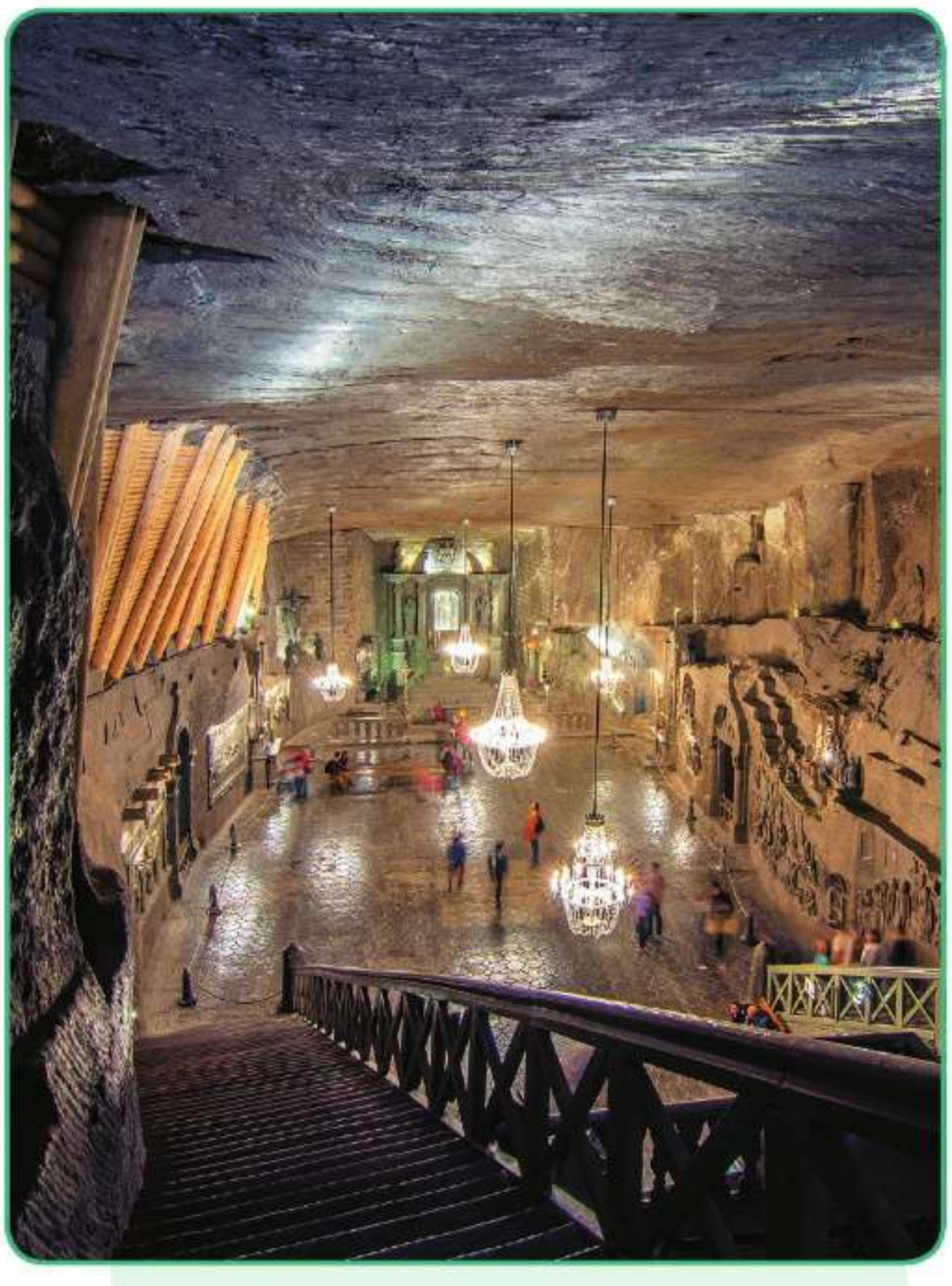
Pomniki przyrody oznakowuje się specjalnymi tabliczkami.

**POMNIKI PRZYRODY** To pojedyncze elementy przyrody żywej lub nieożywionej bądź ich skupiska o szczególnej wartości przyrodniczej, historycznej, kulturowej, naukowej lub krajobrazowej. Tworzą je np. okazałych rozmiarów drzewa, głazy narzutowe, źródła, wodospady.

Dąb Bartek to pomnik przyrody znajdujący się niedaleko Zagnańska

Brama Twardowskiego to skała – przykład nieożywionego pomnika przyrody

**STANOWISKA DOKUMENTACYJNE** To niewielkie obszary chroniące ze względów dydaktycznych i naukowych elementy przyrody nieożywionej. Wśród nich występują: formacje geologiczne, odkrywki, wyrobiska powierzchniowe i podziemne (np. w kamieniołomach czy kopalniach), a także jaskinie oraz nagromadzenia skamieniałości lub tworów mineralnych itp. Mogą mieć pochodzenie naturalne lub antropogeniczne (stworzone przez człowieka).



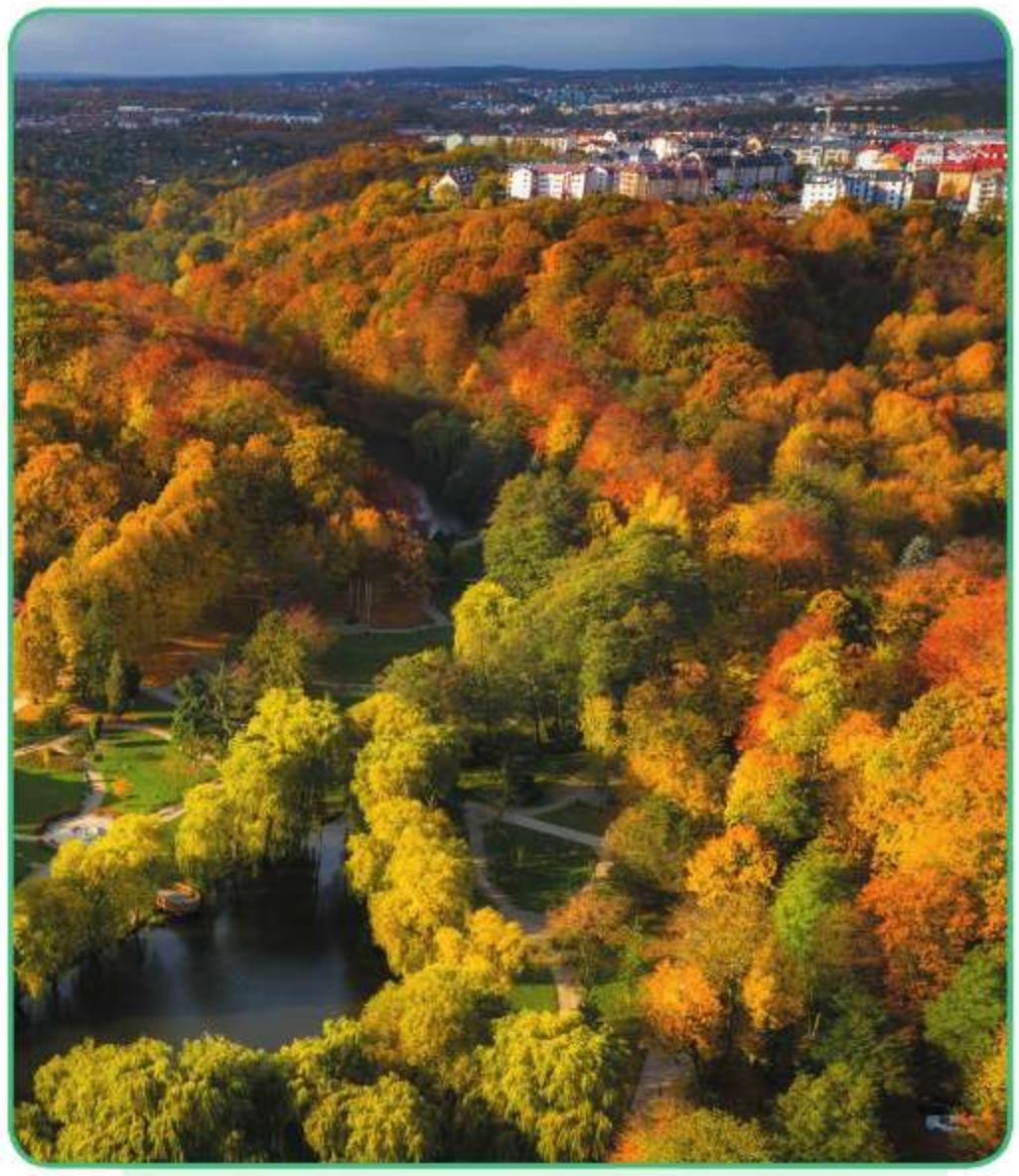
Kopalnia soli w Wieliczce – na jej terenie jest aż 40 stanowisk dokumentacyjnych.

**UŻYTKI EKOLOGICZNE** To niewielkie obszary ważne dla zachowania bioróżnorodności. Wśród nich występują: bagna, zbiorniki wodne, kępy drzew i krzewów, wydmy, płaty nieużytkowanej roślinności itp. Mogą to być także stanowiska rzadkich lub chronionych gatunków.

**Użytek ekologiczny Zakrzówek** znajduje się na terenie Krakowa, niedaleko nieczynnego kamieniołomu. Obejmuje siedliska oraz stanowiska rzadkich lub chronionych roślin i zwierząt, np. gniewosza plamistego oraz dwóch gatunków traszek i motyla modraszka.

Użytek ekologiczny Zakrzówek

**ZESPOŁY PRZYRODNICZO-KRAJOBRAZOWE** To fragmenty krajobrazu, które zasługują na ochronę ze względu na ich walory widokowe lub estetyczne. Mogą nimi być zarówno obszary niewielkie (np. pozostałości parków), jak i większe tereny zróżnicowane krajobrazowo i przyrodniczo (np. fragmenty dolin rzecznych).



Dolina Potoku Oruńskiego to zespół przyrodniczo krajobrazowy w Gdańsku

## Ochrona

Podział ze względu na stopień ingerencji człowieka w ekosystem

### Ochrona czynna

Polega na stosowaniu różnych zabiegów w celu zachowania bądź przywrócenia liczebności konkretnych gatunków w danym ekosystemie. Ten typ ochrony zakłada ingerencję człowieka w procesy zachodzące w środowisku.

### Ochrona bierna

Nie zezwala na ingerencję człowieka w elementy przyrody poddane ochronie. Ma na celu zachowanie cennych obszarów w niezmienionym stanie. Stosuje się ją w parkach narodowych i rezerwatach, aby zabezpieczyć elementy przyrody na chronionym obszarze przed wpływami z zewnątrz.

## A to ciekawe!

Włochatka to sowa z rodziny puszczykowatych. Prowadzi nocny tryb życia. Występuje w lasach iglastych, gniazduje zwykle w dziuplach dzięcioła czarnego. W Górznieńsko-Lidzbarskim Parku Krajobrazowym w celu zwiększenia liczby miejsc do gniazdowania rozwiesza się budki lęgowe tam, gdzie zaobserwowano włochatkę.

## Zapamiętaj! To ważne!

**Ochrona przyrody**

### Obszarowa

- Parki narodowe
- Rezerwaty przyrody
- Parki krajobrazowe
- Obszary chronionego krajobrazu
- Obszary Natura 2000

### Gatunkowa

- Roślin
- Zwierząt
- Grzybów

### Indywidualna

- Pomniki przyrody
- Stanowiska dokumentacyjne
- Użytki ekologiczne
- Zespoły przyrodniczo-krajobrazowe

## Sprawdź się!

**1.** Wymień formy ochrony obszarowej w Polsce.

. . .

**2.** Określ, który park narodowy znajduje się najbliżej Twojego miejsca zamieszkania i co jest w nim chronione.

. . .

**3.** Podaj przynajmniej trzy motywy ochrony przyrody.

. . .

**4.** Wyjaśnij znaczenie czynnej ochrony przyrody dla gatunków roślin i zwierząt.

# PODSUMOWANIE DZIAŁU V
# Struktura ekosystemu i jego ochrona

## Ekosystemy

**Ekosystem (przykłady)**

**Żywe elementy ekosystemu**

- zwierzęta
- rośliny
- grzyby

**Nieożywione elementy ekosystemu**

- woda
- nasłonecznienie
- podłoże

## Zakres tolerancji ekologicznej

| Czynnik | Zakres wąski | Zakres szeroki |
|---|---|---|
| **Temperatura** | Organizmy o wąskim zakresie tolerancji na temperaturę są wrażliwe na jej zmiany, np. koralowce | Organizmy o szerokim zakresie tolerancji na temperaturę występują we wszystkich strefach klimatycznych, np. wróbel domowy |
| **Wilgotność** | Organizmy o wąskim zakresie tolerancji na wilgotność są wrażliwe na jej zmianę, np. torfowce, które występują wyłącznie na terenach o dużej wilgotności | Organizmy o szerokim zakresie tolerancji na wilgotność w otoczeniu mogą prawidłowo rozwijać się na terenach zarówno suchych, jak i wilgotnych, np. sosna |

Skala porostowa (patrz s. 131)

pozwala ocenić jakość powietrza i jego zanieczyszczenie dwutlenkiem siarki. Porosty w tej skali ustawione są od najbardziej odpornego do najbardziej wrażliwego na zanieczyszczenie powietrza.

**Strefa I** Powietrze bardzo silnie zanieczyszczone

**Strefa II** Powietrze silnie zanieczyszczone

**Strefa III** Powietrze zanieczyszczone

**Strefa IV** Powietrze średnio zanieczyszczone

**Strefa V** Powietrze mało zanieczyszczone

**Strefa VI** Powietrze nieznacznie zanieczyszczone

**Strefa VII** Powietrze prawie zupełnie czyste

# Populacja

| CECHY POPULACJI | OPIS |
|---|---|
| **Liczebność** | Liczba wszystkich osobników tego samego gatunku w danym czasie na określonym obszarze |
| **Zagęszczenie** | Liczba osobników, która przypada na jednostkę powierzchni lub objętości |
| **Rozrodczość** | Liczba potomstwa urodzonego w danym czasie w populacji |
| **Śmiertelność** | Liczba osobników umierających w danym czasie w populacji |
| **Struktura wiekowa** | Stosunek liczby osobników w populacji w poszczególnych okresach życia |
| **Struktura płciowa** | Liczba samic i samców w populacji |
| **Struktura przestrzenna** | Sposób rozmieszczenia osobników w obrębie populacji |

| TYPY ROZMIESZCZENIA osobników w POPULACJI | | |
|---|---|---|
| **Równomierne** | | np. albatrosy |
| **Losowe** | | np. mniszek |
| **Skupiskowe** | | np. pąkle |

## Różnorodność biologiczna

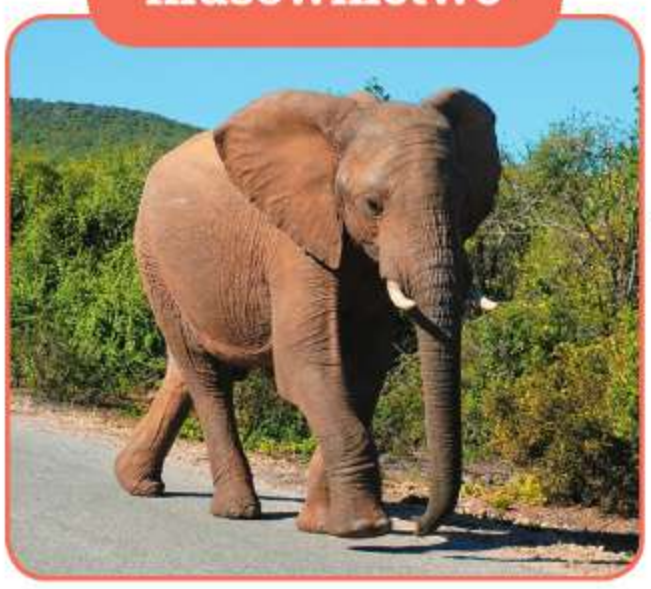
to rozmaitość form życia występujących na Ziemi (genetyczna, gatunkowa, ekosystemów)

### Korzyści

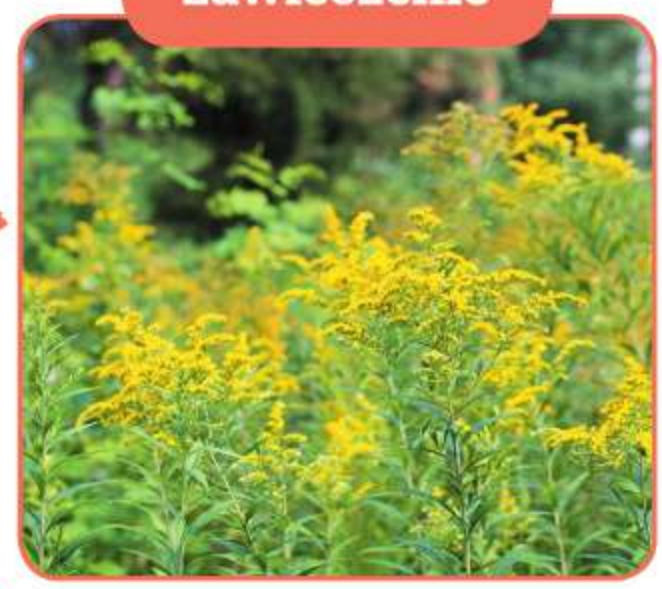
- zdrowotne
- ekonomiczne
- gospodarcze

### Zagrożenia

**kłusownictwo**



**zawleczenie**



**kolekcjonerstwo**

**łowiectwo**

**rybołówstwo**

## Zasoby przyrody

### Odnawialne

- powietrze
- wody
- gleby
- zwierzęta
- rośliny, np. lasy
- energia wiatru
- energia Słońca
- energia wody

### Nieodnawialne

- węgiel kamienny
- węgiel brunatny
- ropa naftowa
- gaz ziemny
- rudy metali
- rudy niemetali
- sól kamienna

**Racjonalne gospodarowanie zasobami przyrody zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju**

### Oszczędzanie wody

- Stosowanie tzw. zamkniętego obiegu wody
- Oszczędzanie wody na co dzień w domu (np. kąpiel pod prysznicem zamiast w wannie)

### Oszczędzanie energii elektrycznej

- Stosowanie energooszczędnych technologii
- Oszczędzanie prądu na co dzień w domu (np. wyłączanie światła przy wychodzeniu z pomieszczenia na dłużej niż kilka minut)

### Oszczędne gospodarowanie żywnością

- Racjonalne zakupy
- Mrożenie żywności
- Dzielenie się nadmiarem żywności z innymi

### Technologie wykorzystujące odnawialne źródła energii

- Elektrownie wiatrowe
- Elektrownie wodne
- Fotoogniwa

### Zmniejszenie ilości odpadów

- Segregowanie odpadów
- Recykling
- Spalanie odpadów w specjalnych spalarniach
- Kompostowanie odpadów organicznych
- Używanie wielorazowych produktów, np. toreb
- Korzystanie z transportu miejskiego, roweru

## Sposoby ochrony przyrody

**Ochrona przyrody**

### Obszarowa

- Parki narodowe
- Rezerwaty przyrody
- Parki krajobrazowe
- Obszary chronionego krajobrazu
- Obszary Natura 2000

### Gatunkowa

- Roślin
- Zwierząt
- Grzybów

### Indywidualna

- Pomniki przyrody
- Stanowiska dokumentacyjne
- Użytki ekologiczne
- Zespoły przyrodniczo-krajobrazowe

## Słowniczek pojęć, które warto znać

### Ekosystem
składa się z elementów żywych i nieożywionych. Pomiędzy elementami żywymi – organizmami – występują zależności pokarmowe.

### Liczebność populacji
liczba wszystkich osobników tego samego gatunku, które żyją w danym czasie na określonym obszarze.

### Nieodnawialne zasoby przyrody
zasoby stale i bezpowrotnie ubywające w wyniku ich wykorzystywania, które prowadzi do całkowitego ich wyczerpania. To np. węgiel kamienny, węgiel brunatny, ropa naftowa, gaz ziemny, rudy metali i niemetali, sól kamienna.

### Nisza ekologiczna
wszystkie wymagania organizmu, zbiór zasobów żywych i nieożywionych, które otaczają organizm i na niego wpływają.

### Obszar chronionego krajobrazu
obszar obejmujący tereny chronione ze względu na wyróżniający się krajobraz o zróżnicowanych ekosystemach. Obszar chronionego krajobrazu jest cenny ze względu na możliwość zaspokajania potrzeb związanych z turystyką i wypoczynkiem. Stanowi formę obszarową ochrony przyrody.

### Ochrona bierna
ochrona wykluczająca ingerencję człowieka w elementy przyrody poddane ochronie. Ma na celu zachowanie cennych obszarów w niezmienionym stanie. Stosuje się ją w parkach narodowych i rezerwatach, by zabezpieczyć elementy przyrody przed wpływami z zewnątrz.

### Ochrona czynna
ochrona zezwalająca na ingerencję człowieka w procesy zachodzące w środowisku przyrodniczym. Polega na stosowaniu różnych zabiegów w celu zachowania bądź przywrócenia liczebności konkretnych gatunków w danym ekosystemie.

### Ochrona gatunkowa roślin, zwierząt i grzybów
ochrona mająca na celu zapewnienie przetrwania podatnych na zagrożenia i zagrożonych wyginięciem organizmów danego gatunku. Listę gatunków chronionych ustala minister odpowiedzialny za środowisko.

### Ochrona przyrody
działania mające na celu zachowanie przyrody w niezmienionym stanie, właściwe wykorzystanie oraz odnawianie jej zasobów.

### Odnawialne zasoby przyrody
zasoby, które są odtwarzane w wyniku naturalnych procesów zachodzących na Ziemi mimo ich użytkowania. Należą do nich: powietrze, wody, gleby, energia wiatru, energia Słońca, energia wody, zwierzęta, rośliny.

### Organizm wskaźnikowy (bioindykator)
organizm mający wąski zakres tolerancji ekologicznej na dany czynnik, pozwalający na monitorowanie parametrów danego czynnika w środowisku.

### Park krajobrazowy
forma ochrony obszarowej, zapewniająca ochronę ze względu na wartości przyrodnicze, krajobrazowe, a także historyczne i kulturowe.

### Park narodowy
forma ochrony obszarowej, terenu wyróżniającego się szczególnymi wartościami przyrodniczymi, naukowymi, społecznymi, kulturowymi i edukacyjnymi. Powierzchnia parku narodowego obejmuje co najmniej 1000 ha.

### Pomnik przyrody
forma ochrony indywidualnej, obejmującej elementy przyrody żywej lub nieożywionej bądź ich skupiska o szczególnej wartości przyrodniczej, historycznej, kulturowej, naukowej lub krajobrazowej.

## Słowniczek pojęć, które warto znać

**Populacja**
grupa osobników tego samego gatunku, która żyje na określonym obszarze w tym samym czasie.

**Rezerwat przyrody**
forma ochrony obszarowej, mniejsza niż park narodowy. Służy ochronie cennych i mało zmienionych ekosystemów, siedlisk roślin, zwierząt i grzybów.

**Rozrodczość populacji**
liczba potomstwa urodzonego w danym czasie w populacji.

**Różnorodność biologiczna (bioróżnorodność)**
rozmaitość form życia występująca na Ziemi (genetyczna, gatunkowa i ekosystemowa).

**Różnorodność ekosystemowa**
bogactwo siedlisk i ekosystemów znajdujących się na danym obszarze.

**Różnorodność gatunkowa**
bogactwo gatunków występujących na Ziemi. Mierzy się ją liczbą gatunków żyjących w danym ekosystemie.

**Różnorodność genetyczna**
zmienność genetyczna organizmów tego samego gatunku, objawiająca się ich zróżnicowanym fenotypem (wyglądem).

**Siedlisko**
przestrzeń do życia, czyli miejsce, które spełnia wymagania życiowe organizmu (zbiór czynników nieożywionych, np. nasłonecznienie, temperatura).

**Skala porostowa**
skala pozwalająca określić jakość powietrza w zależności od występowania określonych form porostów, które są wrażliwe na zanieczyszczenia powietrza dwutlenkiem siarki.

**Stanowisko dokumentacyjne**
forma ochrony indywidualnej. Chroni ważne pod względem naukowym i dydaktycznym miejsca występowania formacji geologicznych, nagromadzeń skamieniałości lub tworów mineralnych.

**Struktura płciowa populacji**
liczba osobników męskich i żeńskich w populacji.

**Struktura wiekowa populacji**
liczba osobników w populacji w poszczególnych okresach życia.

**Śmiertelność populacji**
liczba osobników umierających w danym czasie w populacji.

**Tolerancja ekologiczna**
zdolność dostosowania się organizmów do zmian środowiska.

**Użytek ekologiczny**
niewielki obszar ochrony indywidualnej. Chroni ważne dla zachowania różnorodności biologicznej bagna, torfowiska, naturalne zbiorniki wodne, kępy drzew, a także stanowiska rzadkich lub chronionych gatunków zwierząt, roślin, grzybów i ich ostoje.

**Zagęszczenie populacji**
liczba osobników, która przypada na jednostkę powierzchni lub objętości.

**Zasoby przyrody**
wszystkie bogactwa naturalne wykorzystywane przez człowieka.

**Zespół przyrodniczo-krajobrazowy**
forma ochrony indywidualnej; fragment krajobrazu zasługujący na ochronę ze względu na walory widokowe lub estetyczne.

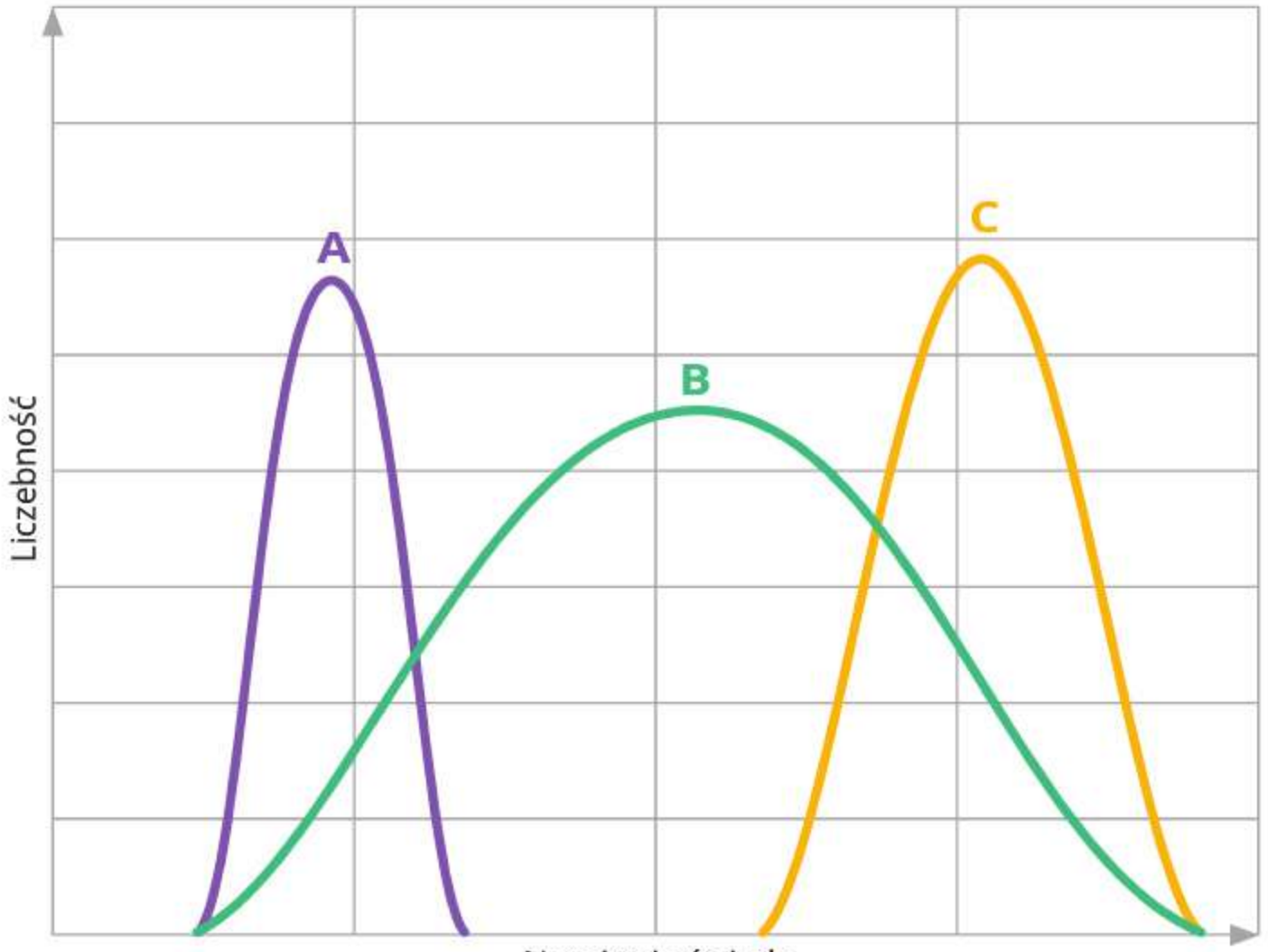
**Zrównoważony rozwój**
strategia polegająca na takim korzystaniu z zasobów przyrody, które nie spowoduje ich zniszczenia, wyczerpania i zachowa je dla następnych pokoleń bez degradacji środowiska.

## Czas na zadania

Odpowiedzi zapisz w zeszycie.

### Zadanie 1

Przeanalizuj wykres przedstawiający zakres tolerancji trzech gatunków roślin na natężenie światła. Wykonaj polecenia.




**A.** Gatunek A.

**B.** Gatunek B.

**C.** Gatunek C.

**a)** Rozstrzygnij, który gatunek ma najmniejszy zakres tolerancji na ten czynnik.

**b)** Określ, który gatunek reprezentuje rośliny cieniolubne.

**c)** Wskaż gatunek rośliny, który można znaleźć zarówno na słonecznej łące, jak i w zacienionym lesie.

**d)** Określ, który gatunek wymaga do życia dużego natężenia światła.

• • •

### Zadanie 2

Wskaż poprawne dokończenie zdania.

Sosny zwyczajne, które rosną w Kampinoskim Parku Narodowym oraz w Wigierskim Parku Narodowym, należą do

**A.** tej samej populacji i różnych gatunków.

**B.** różnych populacji tego samego gatunku.

**C.** tej samej populacji i tego samego gatunku.

**D.** różnych populacji i różnych gatunków.

## Zadanie 3

Oceń prawdziwość stwierdzeń. Wybierz **P**, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo **F** – jeśli jest fałszywe.

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1. | Łowiectwo jest sposobem na zmniejszenie liczebności organizmów przez człowieka. | **P** | **F** |
| 2. | Gaz ziemny i ropa naftowa to odnawialne zasoby przyrody. | **P** | **F** |
| 3. | Park narodowy jest formą ochrony przyrody. | **P** | **F** |
| 4. | Zwierzęta i grzyby to nieożywione elementy ekosystemu. | **P** | **F** |
| 5. | Torfowce mają szeroki zakres tolerancji na wilgotność. | **P** | **F** |

• • •

## Zadanie 4

Przyporządkuj poziomy różnorodności biologicznej (**A**–**C**) do odpowiednich opisów (**1**–**3**).

**A.** różnorodność ekosystemowa

**B.** różnorodność genetyczna

**C.** różnorodność gatunkowa

**1.** mierzy się ją liczbą gatunków występujących w danym ekosystemie

**2.** określa bogactwo siedlisk i ekosystemów na danym obszarze

**3.** wyraża się przez zmienność między organizmami / zróżnicowany fenotyp organizmów tego samego gatunku

• • •

## Zadanie 5

Przeczytaj opis jednej z form ochrony przyrody w Polsce.

Jest formą ochrony indywidualnej. Ochronie mogą podlegać elementy przyrody żywej lub nieożywionej albo ich skupiska o szczególnej wartości przyrodniczej, kulturowej, historycznej. Tą formą ochrony objęty jest Cis Henrykowski – najstarsze drzewo w Polsce.

Rozstrzygnij, którą formę ochrony przyrody opisano w tekście.

**A.** Pomniki przyrody.

**B.** Obszary Natura 2000.

**C.** Użytki ekologiczne.

**D.** Stanowiska dokumentacyjne.

# Segregacja odpadów

Polega na dzieleniu odpadów na poszczególne rodzaje i wyrzucaniu ich do specjalnych pojemników. Osobno zbiera się **papier**, **szkło**, **tworzywa sztuczne i metale** oraz **odpady ulegające biodegradacji**. Wszystkie te odpady można po przetworzeniu ponownie wykorzystać do produkcji nowych wyrobów.

papier

tworzywa sztuczne i metale

szkło

odpady ulegające biodegradacji

Pozostałe śmieci wyrzuca się razem jako **odpady zmieszane**.

Oddzielne pojemniki służą do zbierania odzieży używanej, pościeli, koców, obuwia itp.

Do pokazanych powyżej pojemników nie wolno wyrzucać odpadów niebezpiecznych, czyli zużytych **baterii**, **żarówek i świetlówek**, **przeterminowanych leków** oraz **elektroodpadów** (sprzętu elektrycznego i urządzeń elektronicznych).

## Odpady niebezpieczne

baterie

elektroodpady

żarówki i świetlówki

leki

# Dinozaury w Polsce

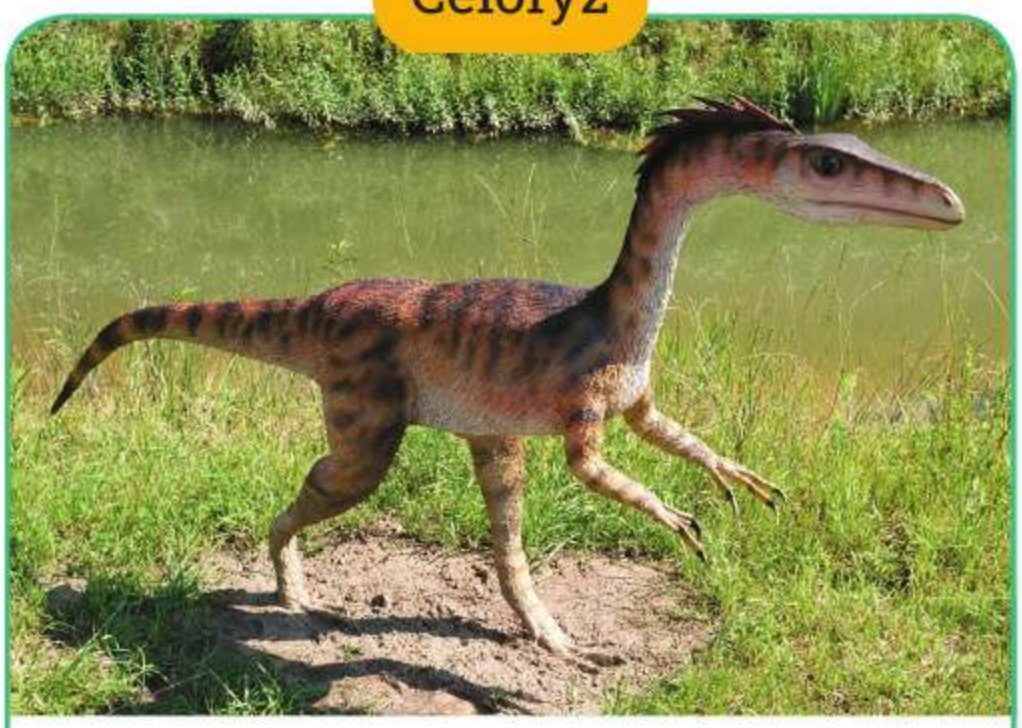
Dinozaury pojawiły się na Ziemi ok. 230 milionów lat temu w epoce triasu, a wymarły ok. 66 milionów lat temu – w epoce kredy. Dinozaury żyły również na terenie Polski. Ich tropy odkryto np. w Górach Świętokrzyskich. Żyły tam allozaury, celofyzy, dilofozaury i stegozaury.

Stosunkowo niedawno, bo w 2003 roku, w Krasiejowie zostały znalezione szczątki nowego gatunku dinozaura, który nazwano silezaur, a dokładnie *Silesaurus opolensis*. Nazwa ma związek z miejscem odkrycia tego dinozaura. Istnieją poglądy, że był bliskim krewnym dinozaurów, a nie dinozaurem.

Allozaur

**Allozaury** były drapieżnikami, które polowały najprawdopodobniej z ukrycia. Osiągały długość ciała do 15 m.

Celofyz

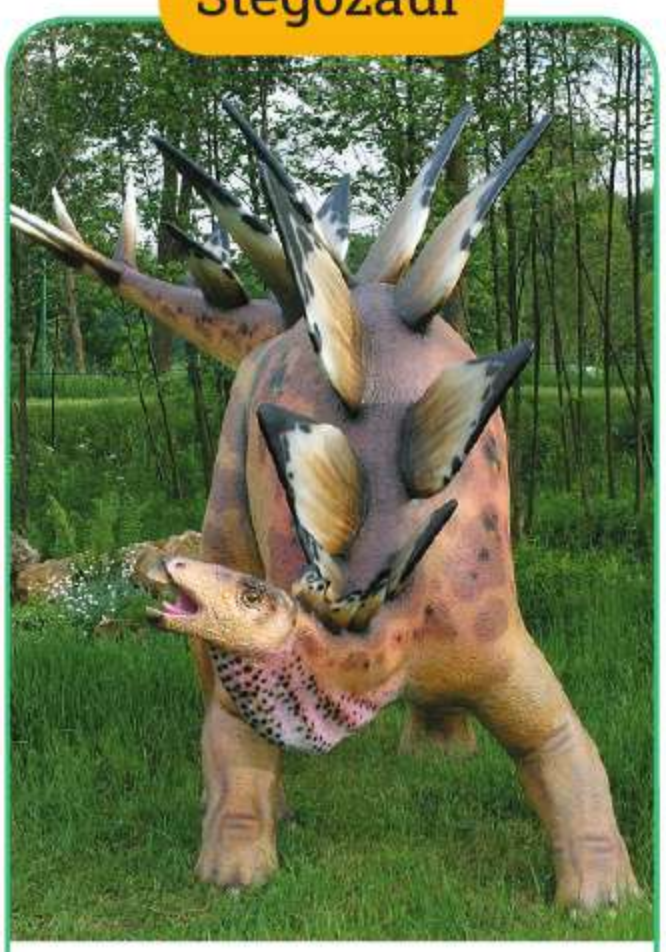


**Celofyzy** również były drapieżnikami, ale zjadały nawet padlinę. Potrafiły szybko biegać.

Dilofozaur

**Dilofozaury** są uznawane za najstarsze duże dinozaury mięsożerne. Wzdłuż głowy miały dwa równoległe grzebienie.

Stegozaur



**Stegozaury** były dla odmiany roślinożerne. Miały na grzbiecie charakterystyczne płyty, a na ogonie – kolce.

Silezaur

**Silezaur** (*Silesaurus opolensis*) był roślinożercą. Miał ok. metra wysokości i ok. 2 m długości; był zwinny i szybki.

# Indeks najważniejszych pojęć


**a**
allele 37–38, 44, 45, 50

**c**
cechy dziedziczne 8
cechy gatunkowe 10
cechy indywidualne 10
cechy nabyte 9
centromer 14, 16, 20
choroby genetyczne 50, 54–55
chromatyda 20
chromosom 14, 16, 20
czynniki mutagenne 56

**d**
daltonizm 50
destruenci 91, 94, 95
DNA (kwas deosyrybonukleinowy) 9, 13–14, 19, 36
dobór naturalny 74–75, 77
dobór sztuczny 76–77
drapieżnictwo 97, 107–109

**e**
ekosystem 90, 126–127
ewolucja biologiczna 66

**f**
fenotyp 36
fenyloketonuria 54
formy przejściowe 68

**g**
genetyka 8
genotyp 36
geny 13, 36

**h**
hemofilia 50
heterozygota 37
homologia 71
homozygota 37

**i**
informacja genetyczna 9

**k**
kariotyp 16, 55
kodominacja 45
komensalizm (protokooperacja) 111, 115
komórka macierzysta 23, 25
komórki diploidalne 22
komórki haploidalne 22
komórki potomne 23, 25
konkurencja 97, 98–100
konsumenci 91, 92, 93, 94, 95
krzyżówki genetyczne 40–42

**ł**
łańcuch pokarmowy (troficzny) 90, 91, 93

**m**
mejoza 25–26
mikoryza 113
mitoza 23–24, 26
mukowiscytoza 54
mutacje 53–56
mutualizm fakultatywny (protokooperacja) 111, 113–114
mutualizm obligatoryjny (symbioza) 111–113

**n**
narządy szczątkowe 72
nisza ekologiczna 128
nowotwory 26, 56
nukleotyd 14

**o**
obieg materii w ekosystemie 94–95
obszary chronionego krajobrazu 158
obszary Natura 2000 158
ochrona bierna 161
ochrona czynna 161
ochrona gatunkowa 159
ochrona indywidualna 155, 160–161
ochrona obszarowa 155, 156–158
ochrona przyrody 154
oddziaływania antagonistyczne 97–109
oddziaływania nieantagonistyczne 97, 111–115
organizm wskaźnikowy (bioindykator) 129

**p**
parki krajobrazowe 158
parki narodowe 156
pasożytnictwo 97, 101–102
podział komórkowy 16, 23–26
pomniki przyrody 160
populacja 134–137
poziom troficzny 91, 92, 94
producenci 91, 92, 93, 94, 95
przepływ energii przez ekosystem 93–94

**r**
reguła komplementarności 19
rekombinacja genetyczna 26
replikacja 19
rezerwaty przyrody 157
roślinożerność 97, 104–107
różnorodność biologiczna (bioróżnorodność) 140–143

**s**
sieć pokarmowa (troficzna) 90, 91, 93
siedlisko 128
skamieniałości 67
stanowiska dokumentacyjne 160

**t**
tolerancja ekologiczna 129

**u**
użytki ekologiczne 161

**w**
walka o byt 75

**z**
zasoby przyrody 145–152
zespoły przyrodniczo-krajobrazowe 161
zespół Downa 55
zmienność genetyczna 11
zmienność organizmów 11
zrównoważony rozwój 147–148
zygota 18, 23, 37

## Źródła ilustracji i fotografii

**Okładka:** (dziewczyna) Prostock-studio/Shutterstock.com, (motyl) Le Do/Shutterstock.com, (gołąb) Mrs_ya/Shutterstock.com, (gniazdo) Chaiwat Hemakom/Shutterstock.com, (kreskowe rysunki – gołąb) GooseFrol/Shutterstock.com, (kreskowe rysunki – rośliny) Shamanistik_art/Shutterstock.com, (kreskowe rysunki – komórki, dżdżownica) Sashatigar/Shutterstock.com, (kreskowe rysunki – biedronki) Fandorina Liza/Shutterstock.com, (kreskowe rysunki – inne zwierzęta) GooseFrol/Shutterstock.com.

**Tekst główny:**

**Dział I:** s. 7 (pendrive) ilikeyellow/Shutterstock.com; s. 8 (twarz) DenisMArt/Shutterstock.com; s. 9 (komórka) Marco G Faria/Shutterstock.com, (mitochondrium) Crevis/Shutterstock.com; s. 10 (chłopiec) Sergei Kolesnikov/Shutterstock.com, (odciski palców) Jeffrey Coolidge/Stone RF/Getty Images; s. 11 (koty) Rita_Kochmarjova/Shutterstock.com, (strzykawka) Lipskiy/Shutterstock.com, (lupa) Yuri Samsonov/Shutterstock.com, (kukurydza) Kovaleva_Ka/Shutterstock.com; s. 13 (J. Watson, F. Crick) Science Photo Library/East News, (bakterie) VOLKER STEGER/SCIENCE PHOTO LIBRARY/East News; s. 14 (budowa DNA) Science Photo Library/East News; s. 15 (kiwi w miseczce, probówka z DNA 1, 2) Sławomir Stachnik; s. 16 (kariotyp) Scott Camazine/Science Source/BE&W; s. 18 (kobieta przy planszy) CINDY CHARLES/SCIENCE PHOTO LIBRARY/East News; s. 19 (DNA) Arkadiusz Grabek, (replikacja DNA) MIKKEL JUUL JENSEN/Science Photo Library/East News; s. 20 (rysunek chromosomu) roccomontoya/DigitalVision Vectors/Getty Images, (zdjęcie chromosomów) DR. JUAN F. GIMENEZ-ABIAN/Science Photo Library/East News, (zdjęcie chromosomu) CPW/Science Photo Library/East News; s. 21 (mutacje grzybów) wimala namket/Shutterstock.com; s. 23 (zarodek) EDELMANN/SCIENCE PHOTO LIBRARY/East News, (mitoza) Arkadiusz Grabek; s. 24 (stadia mitozy) STEVE GSCHMEISSNER/Science Photo Library/East News, (dziewczyna) Pixel-Shot/Shutterstock.com, (podział eugleny) EreborMountain/Shutterstock.com, (dzieci z miarką) New Africa/Shutterstock.com; s. 25 (mejoza) Arkadiusz Grabek; s. 26 (chromosomy) Arkadiusz Grabek; s. 28 (chromosom) Arkadiusz Grabek, (DNA) Incomible/Shutterstock.com; s. 29 (DNA) Incomible/Shutterstock.com, (replikacja DNA) Dee-sign/Shutterstock.com; s. 30 (chromosomy) Arkadiusz Grabek; s. 32 (chromosom) Arkadiusz Grabek.

**Dział II:** s. 35 (marchew) NATALIA61/Shutterstock.com; s. 36 (chromosomy) Arkadiusz Grabek, (krew) whim_dachs/iStockphoto/Getty Images, (oko) sirtravelalot/Shutterstock.com; s. 37 (czerwone kwiaty grochu) Annerieke Schuurman/iStockphoto/Getty Images, (białe kwiaty grochu) Tim UR/iStockphoto/Getty Images, (chromosomy) Arkadiusz Grabek; s. 38 (chromosomy) Arkadiusz Grabek, (cechy grochu), ttsz/iStockphoto/Getty Images; s. 39 (kobieta) Tonuka Stock/Shutterstock.com; s. 40 (nasiona grochu) ttsz/iStockphoto/Getty Images; s. 41 (nasiona grochu) ttsz/iStockphoto/Getty Images; s. 42 (strąki grochu) ttsz/iStockphoto/Getty Images; s. 45 (krew) Marina Krisenko/iStockphoto/Getty Images; s. 48 (kariotyp) Scott Camazine/Science Source/BE&W; s. 50 (królowa Wiktoria) repro; s. 53 (chromosomy) Arkadiusz Grabek, (jeleń albinos) giannimarchetti/iStockphoto/Getty Images; s. 54 (test na fenyloketonurię) Spencer Grant/Science Source/East News; s. 55 (dziewczynka) DenKuvaiev/iStockphoto/Getty Images, (kariotyp osoby z zespołem Downa) Rujirat Boonyong/iStockphoto/Getty Images, (kariotyp osoby z zespołem Klinefeltera) Rujirat Boonyong/iStockphoto/Getty Images; s. 56 (lekarz) Africa Studio/Shutterstock.com, (dym) trancedrumer/Shutterstock.com, (okulary) clu/iStockphoto/Getty Images, (wirusy) spline_x/Shutterstock.com, (papieros) Chones/Shutterstock.com, (pleśń) Satirus/iStockphoto/Getty Images; s. 58 (chromosom) Arkadiusz Grabek, (białko) Rujirat Boonyong/iStockphoto/Getty Images, (białe kwiaty grochu 1) Vilor/Shutterstock.com, (czerwone kwiaty grochu) Ratikova/Shutterstock.com, (białe kwiaty grochu 2) vaivirga/Shutterstock.com; s. 60 (kariotyp) Scott Camazine/Science Source/BE&W.

**Dział III:** s. 65 (rakietka) Denis Pepin/Shutterstock.com; s. 65 (tyranozaur) SCIEPRO/Science Photo Library RF/Getty Images; s. 67 (bursztyn z owadem) PjrStudio/Alamy Stock Photo/East News, (skamieniałość trylobita) Dima Moroz/Shutterstock.com, (skamieniałość dinozaura) Natalia van D/Shutterstock.com; s. 68 (ołówek) studiovin/Shutterstock.com, (plastelina) andregric/Shutterstock.com, (lupa) kai keisuke/Shutterstock.com, (muszla) Sławomir Stachnik, (przygotowanie „skamieniałości" 1–3) Sławomir Stachnik; s. 69 (rekonstrukcja praptaka) leonello/iStockphoto/Getty Images, (skamieniałość szkieletu praptaka) turk_stock_photographer/iStockphoto/Getty Images; s. 70 (dziobak) slowmotiongli/iStockphoto/Getty Images, (latimeria) slowmotiongli/iStockphoto/Getty Images, (łodzik) DiveIvanov/Shutterstock.com, (miłorząb) Antares_NS/Shutterstock.com, (skrzyp) aga7ta/Shutterstock.com; s. 71 (szkielety kończyn ssaków) Aldona/iStockphoto/Getty Images; s. 72 (myszołów) Piotr Krzeslak/Shutterstock.com, (pszczoła) Daniel Prudek/Shutterstok.com; s. 74 (K. Darwin) Grafissimo/DigitalVision Vectors/Getty Images; s. 75 (darwinka kaktusowa) Gerald Corsi/E+/Getty Images, (darwinka wielkodzioba) Stubblefield Photography/Shutterstock.com, (kłowacz kaktusowy) Ole Jorgen Liodden/naturepl.com; s. 76 (psy) Dora Zett/Shutterstock.com, (york) Vicente Barcelo Varona/Shutterstock.com, (wilk) Eric Isselee/Shutterstock.com, (pies pasterski) apsimo1/E+/Getty Images; s. 77 (kapusta warzywna) Medici /Mary Evans/

East News, (kapusta głowiasta) Elena_Is/Digital Vision Vectors/Getty Images, (kalafior) Suchkova Anna/Shutterstock.com, (brokuł) Alex Desing/Shutterstock.com, (jarmuż) Fgraphix/Shutterstock.com, (brukselka) PYRAMIS/Shutterstock.com, (kalarepa) NLD Illustration/Shutterstock.com; s. 79 (orangutan) Al Carrera/Shutterstock.com; s. 80 (człowiek) New Africa/Shutterstock.com, (szympans) Eric Isselee/Shutterstock.com; s. 81 (australopitek) JAVIER TRUEBA/MSF/SCIENCE PHOTO LIBRARY/Easy News, (*Homo habilis*) MAURICIO ANTON/SCIENCE PHOTO LIBRARY/East News, (*Homo erectus*) S. ENTRESSANGLE/E. DAYNES/SCIENCE PHOTO LIBRARY/East News, (neandertalczyk) ELISABETH DAYNES/SCIENCE PHOTO LIBRARY/East News, (*Homo sapiens*) Nicolas Primola/Shutterstock.com; s. 82 (czaszki) Encyclopaedia Britannica/Universal Images Group Editorial/Getty Images, (rekonstrukcja neandertalczyka) frantic00/Shutterstock.com; s. 84 (darwinka) Agami Photo Agency/Shutterstock.com, (pies) Ammit Jack/Shutterstock.com; s. 88 (czaszki) EreborMountain/Shutterstock.com.

**Dział IV:** s. 89 (puchar) William Potter/Shutterstock.com; s. 91 (euglena) FRANK FOX/SCIENCE PHOTO LIBRARY/Wast News; s. 92 (trawa z tłem) Orest lyzhechka/Shutterstock.com, (konik łąkowy z tłem) Silvia Dubois/Shutterstock.com, (żaba z tłem) sdbower/iStockphoto/Getty Images, (trawa) Anest/Shutterstock.com, (konik łąkowy) Eric Isselee/Shutterstock.com, (mysz) Agami Photo Agency/Shutterstock.com, (żaba) Rudmer Zwerver/Shutterstock.com, (zaskroniec) Eric Isselee/Shutterstock.com, (myszołów) Marcin Perkowski/Shutterstock.com; s. 94 (rośliny) Guenter Albers/Shuuterstock.com, (konik łąkowy) Luc Pouliot/Shutterstock.com, (żaba) Lukas Gojda/Shutterstock.com, (muchomor) Honza Hruby/Shutterstock.com; s. 95 (rośliny) Honza Hruby/Shutterstock.com, (żaba) Marco Maggesi/Shutterstock.com, (grzyb) Joan Carles Juarez/Shutterstock.com, (grzyby na powalonym drzewie) Canetti/Shutterstock.com; s. 98 (tulipany) Niparat Phermariyasap/Shutterstock.com, (chabry) Sabine Hortebusch/iStockphoto/Getty Images; s. 99 (maki) penofoto/Shutterstock.com, (las) Don Pablo/Shutterstock.com, (krople wody) LedyX/Shutterstock.com, (pszczoły) MERCURY studio/Shutterstock.com, (konie) Smeerjewegproducties/Shutterstock.com, (indyki) Jeff Engel/Shutterstock.com, (zwierzęta nad wodą) Andrea Chiozzi/Shutterstock.com, (niedźwiedź w gawrze) Volodymyr Burdiak/Shutterstock.com; s. 100 (jelenie) Giedriius/Shutterstock.com, (altannik) IainStych/iStockphoto/Getty Images; s. 101 (pijawka) ASTRID & HANNS-FRIEDER MICHLER/SCIENCE PHOTO LIBRARY/East News, (wesz) STEVE GSCHMEISSNER/SCIENCE PHOTO LIBRARY/East News, (tasiemiec) Eric Grave/Science Source/BE&W, (owsik) JERZY GUBERNATOR/SCIENCE PHOTO LIBRARY/East News; s. 102 (wesz łososiowa) NatureDiver/Shutterstock.com; s. 104 (motyl) shuttertim82/Shutterstock.com; s. 105 (układ pokarmowy przeżuwacza) Nicolas Primola/Shutterstock.com, (gęś kanadyjska) Brian Reinke/iStockphoto/Getty Images; s. 106 (bylica) Mantonature/iStockphoto/Getty Images, (głóg) Burhan Oral GUDU/Shutterstock.com, (tojad) typo-graphics/iStockphoto/Getty Images, (jasnota) Elena Rostunova/Shutterstock.com, (litopsy) Aprily/Shutterstock.com; s. 107 (krowy) Dziorek Rafal/Shutterstock.com, (ośmiornica) Divefriday/Shutterstock.com; s. 108 (niedźwiedź) Scott E Read/Shutterstock.com, (ryba głębinowa) superjoseph/Shutterstock.com, (wąż) Maria Dryfhout/Shutterstok.com, (pająk) Arno van Dulmen/Shutterstock.com, (kameleon) Andrew Buckin/Shutterstock.com, (jastrząb) DariaGa/Shutterstock.com, (wilki) Michal Martinek/Shutterstock.com; s. 109 (padalec) Kajano/Shutterstock.com, (liściec) Matee Nuserm/Shutterstock.com, (salamandra) Viktor Loki/Shutterstock.com, (osowiec) neil bowman/iStockphoto/Getty Images, (jeż) Coatesy/Shutterstock.com, (dzbanecznik) Usanee/Shutterstock.com, (rosiczka) scaners3d/Shutterstock.com; s. 111 (kobieta z psem) ORION PRODUCTION/Shutterstock.com; s. 112 (bakterie jelitowe) STEVE GSCHMEISSNER/SCIENCE PHOTO LIBRARY/East News, (porost) EYE OF SCIENCE/SCIENCE PHOTO LIBRARY/East News; s. 113 (grzyb mikoryzowy) DR JEREMY BURGESS/SCIENCE PHOTO LIBRARY/East News, (pustelnik i ukwiał) Fiona Ayerst/Shutterstock.com; s. 114 (żyrafa i bąkojady) pilesasmiles/iStockphoto/Getty Images, (mrówki i mszyce) inkwelldodo/Shutterstock.com, (dzięcioły czarne) mauribo/E+/Getty Images; s. 115 (hiena) Ole Jorgen Liodden/naturepl.com/BE&W, (storczyk) Doikanoy/Shutterstock.com, (rekin z podnawką) cbpix/Shutterstock.com.

**Dział V:** s. 125 (piła) Rudchenko Liliia/Shutterstock.com; s. 127 (materiały i etapy doświadczenia 1–3) Sławomir Stachnik; s. 129 (wykres) Kamil Sknadaj; s. 130 (rafa koralowa) SARAWUT KUNDEJ/Shutterstock.com, (wróbel) SGR Wildlife Photography/Shutterstock.com, (torfowiec) Chrissi4788/Shutterstock.com, (sosny) Martin Fowler/Shutterstock.com; s. 131 (łuszczeniec klonowy) SergeyCo/Shutterstock.com, (kora drzewa) Kuzmenko Viktoria photografer/Shutterstock.com, (misecznica) DJTaylor/Shutterstock.com, (złotorost) Peter Fodor/Shutterstock.com, (tarczownica) meiningi/Shutterstock.com, (mąklik) HHelene/Shutterstock.com, (brodaczka) Serafin Nilmayanti sianda/iStockphoto/Getty Images, (granicznik) Jon Benedictus/iStockphoto/Getty Images; s. 132 (porost) Anatoliy Berislavskiy/Shutterstock.com; s. 134 (łoś) Szczepan Klejbuk/Shutterstock.com; s. 135 (ptak z robakiem) blickwinkel/Alamy Stock Photo/BE&W, (pisklęta) stanley45/E+/Getty Images, (ptak atakowany) Andrew_Howe/E+/Getty Images, (drapieżnik) Passakorn Umpornmaha/Shutterstock.com, (trzy ptaki) MriyaWildlife/iStockphoto/Getty Images, (ptaki przylatujące – oba) Jose A. Bernat Bacete/Moment/Getty Images, (ptak startujący) Martin Koebsch/iStockphoto/Getty Images, (ptak odlatujący) Bernd Wolter/Shutterstock.com; s. 136 (piramidy wieku) Michał Rosłoniec, (piramida wieku i płci) Arkadiusz Grabek; s. 137 (metoda kwadra-

tów) Sławomir Stachnik, (albatrosy) Mike Hill/Stone/Getty Images, (mniszki) olko1975/Shutterstock.com, (pąkle) sutatawat tongwong/Shutterstock.com; s. 138 (dwa zdjęcia do obserwacji) Sławomir Stachnik; s. 140 (las równikowy) sittitap/Shutterstock.com, (pustynia) panso/iStockphoto/Getty Images; s. 141 (krępak jasny) Marek R. Swadzba/Shutterstock.com, (krępak ciemny) Wirestock Creators/Shutterstock.com, (wstężyki gajowe) prill/iStockphoto/Getty Images, jaroon/iStockphoto/Getty Images, GlobalP/iStockphoto/Getty Images, thomaslenne/iStockphoto/Getty Images, Olga Vynnychenko/iStockphoto/Getty Images, (zieleń i wieżowce) N_Sakarin/Shutterstock.com; s. 142 (moa) MARK P. WITTON/Science Photo Library/East News, (humbak) Craig Lambert Photography/Shutterstock.com, (motyle) imv/E+/Getty Images, (nosorożec) WLDavies/E+/Getty Images, (nawłoć kanadyjska) KvitkaNastroyu/iStockphoto/Getty Images; s. 143 (las) Andrei F/Shutterstock.com, (sadzonka) Budimir Jevtic/Shutterstock.com, (banany) Hanna_photo/Shutterstock.com, (pszczoła) Jack Hong/Shutterstock.com; s. 145 (jezioro) wmaster890/iStockphoto/Getty Images, (borówka) Liudmyla Liudmyla/iStockphoto/Getty Images, (wiatraki i fotoogniwa) baona/iStockphoto/Getty Images, (węgiel) bjdlzx/iStockphoto/Getty Images, (szyby naftowe) Maksim Safaniuk/Shutterstock.com, (rudy metali) Phawat/Shutterstock.com; s. 146 (zwierzęta) WildMedia/Shutterstock.com, (sadzenie lasu) Robert Kneschke/Shutterstock.com, (rzeka) Denis Tabler/Shutterstock.com, (park) wat/iStockphoto/Getty Images, (gleba) Aggie 11/Shutterstock.com, (wiatraki i fotoogniwa) bombermoon/Shutterstock.com; s. 147 (gorące źródło) Creative Travel Projects/Shutterstock.com; s. 148 (oczyszczalnia ścieków) xijian/E+/Getty Images, (instalacja) milorad milankovic/Shutterstock.com; s. 149 (wiatraki) ljubaphoto/E+/Getty Images, (elektrownia wodna) merc67/iStockphoto/Getty Images, (fotoogniwa) Jenson/iStockphoto/Getty Images, (zgnieciona butelka) pics five/Shutterstock.com; s. 150 (składowanie odpadów) Belish/Shutterstock.com, (segregacja) Liudmila Chernetska/iStockphoto/Getty Images, (kompostowanie) Jerome.Romme/Shutterstock.com, (recykling) BlackSalmon/iStockphoto/Getty Images, (spalanie odpadów) M-Production/Shutterstock.com; s. 151 (drewno) Jonas Rönnbro/iStockphoto/Getty Images, (grzyby) sankai/iStockphoto/Getty Images, (poziomki) mrzazaz/iStockphoto/Getty Images, (kontenerowiec) DINphotogallery/iStockphoto/Getty Images, (kuter) gubernat/iStockphoto/Getty Images, (hodowla morska) Dudits/E+/Getty Images; s. 152 (woda) PeopleImages.com – Yuri A/Shutterstock.com, (wyłącznik prądu) eggeegg/Shutterstock.com, (torby na zakupy) j.chizhe/Shutterstock.com, (żywność) Ground Picture/Shutterstock.com, (ludzie na rowerze) gbh007/iStockphoto/Getty Images; s. 154 (katarantus różowy) Chuchawan/Shutterstock.com; s. 155 (czterolistna koniczyna) Leigh Prather/Shutterstock.com, (wisiorek) Utku Demirsoy/Shutterstock.com; s. 156 (Biebrzański Park Narodowy) Bernard Bialorucki/iStockphoto/Getty Images, (Park Narodowy Ujście Warty) Lukasz Barzowski/Shutterstock.com, (Pieniński Park Narodowy) ewg3D/E+/Getty Images; s. 157 (mapa) Adrian Bergiel, (kormoran) Richard Constantinoff/iStockphoto/Getty Images; s. 158 (zimorodek) Yuriy Balagula/iStockphoto/Getty Images, (Dolina Baryczy) Grzegorz Pajdo/Shutterstock.com, (czapla biała) MichaelWarrenPix/iStockphoto/Getty Images; s. 159 (żubry) Darek Kocurek/Shutterstock.com, (pełnik) Jacek Jacobi/iStockphoto/Getty Images, (storczyk kukułka) Rafael_Wiedenmeier/iStockphoto/Getty Images, (żołna) mauribo/E+/Getty Images, (niepylak) Andyworks/iStockphoto/Getty Images, (soplówka) Matthew Pennini/iStockphoto/Getty Images, (włosojęzyk) weinkoetz/iStockphoto/Getty Images; s. 160 (dąb Bartek) Sławomir Stachnik, (Brama Twardowskiego) Piotr Krzeslak/Shutterstock.com, (tabliczka Pomnik przyrody) Sławomir Stachnik, (kopalnia w Wieliczce) Gatsi/iStockphoto/Getty Images; s. 161 (Zakrzówek) Krzysztof Nahlik/iStockphoto/Getty Images, (Dolina Potoku Oruńskiego) Patryk_Kosmider/iStockphoto/Getty Images; s. 162 (włochatka) aseppa/iStockphoto/Getty Images; s. 165 (słoń) Anne Wiebke Kastenholz/Shutterstock.com, (nawłoć) aga7ta/iStockphoto/Getty Images, (owady) Vladimka production/Shutterstock.com, (wilk) kjekol/iStockphoto/Getty Images, (jesiotr) Prabodha D Herath/Shutterstock.com; s. 169 (wykres) Kamil Sknadaj.

**Tablice:** s. 171 (kubeł na papier) Thomas-Soellner/iStockphoto/Getty Images, (kubeł na szkło) Sergiy1975/Shutterstock.com, (kubeł na tworzywa sztuczne i metal) Sergiy1975/iStockphoto/Getty Images, (kubeł na bioodpady) PRILL/Shutterstock.com, (kubeł na odpady zmieszane) Iurii Garmash/iStockphoto/Getty Images, (kubeł na odzież używaną) Sławomir Stachnik, (pojemnik na baterie) Sławomir Stachnik, (kubeł na elektroodpady) Sławomir Stachnik, (pojemnik na świetlówki) Sławomir Stachnik, (pojemnik na leki) Natalia Marszałek/WSiP; s. 172 (allozaur) Sławomir Stachnik, (celofyz) Sławomir Stachnik, (dilofozaur) Sławomir Stachnik, (stegozaur) Sławomir Stachnik, (silezaur) La fotisto/Shutterstock.com.

Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne oświadczają, że podjęły starania, mające na celu dotarcie do właścicieli i dysponentów praw autorskich wszystkich zamieszczonych utworów. Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, przytaczając w celach dydaktycznych utwory lub fragmenty, postępują zgodnie z art. $27^1$ ustawy o prawie autorskim. Jednocześnie Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne oświadczają, że są jedynym podmiotem właściwym do kontaktu autorów tych utworów lub innych podmiotów uprawnionych w wypadkach, w których twórcy przysługuje prawo do wynagrodzenia.