

8

Beata Sągin
Andrzej Boczarowski
Marian Sęktas

Puls życia

PODRĘCZNIK DO BIOLOGII
DLA KLASY ÓSMEJ SZKOŁY PODSTAWOWEJ

OZNACZENIA W E-PODRĘCZNIKU



Ikona na górze strony sygnalizuje zmiany,
które obowiązują od 2024 r.



W ten sposób oznaczono treści,
które nie są już wymagane.



Tak zaznaczono treści, o których
realizacji decyduje nauczyciel.



Twoje mocne strony

Puls życia

Podręcznik dopuszczony do użytku szkolnego przez ministra właściwego do spraw oświaty i wychowania i wpisany do wykazu podręczników przeznaczonych do kształcenia ogólnego do nauczania biologii w klasie ósmej, na podstawie opinii rzeczoznawców:

dr Eleonory Bobrzyńskiej, mgr. Adama Pukocza, dr hab. Anny Cegieły.

Etap edukacyjny: II

Typ szkoły: szkoła podstawowa

Rok dopuszczenia: 2021

Numer ewidencyjny w wykazie MEN: 844/4/2021/z1

Podręcznik został opracowany na podstawie *Programu nauczania biologii w szkole podstawowej. Puls życia* autorstwa Anny Zdziennickiej.

Nabyta przez Ciebie publikacja jest dziełem twórcy i wydawcy. Prosimy o przestrzeganie praw, jakie im przysługują. Zawartość publikacji możesz udostępnić nieodpłatnie osobom bliskim lub osobiście znanym, ale nie umieszczaj jej w internecie. Jeśli cytujesz jej fragmenty, to nie zmieniaj ich treści i koniecznie zaznacz, czyje to dzieło. Możesz skopiować część publikacji jedynie na własny użytek.

Szanujmy cudzą własność i prawo. Więcej na www.legalnakultura.pl

Wykorzystywanie treści niniejszego Utworu, w jakiejkolwiek formie lub w jakimkolwiek procesie, do celów eksploracji tekstu i danych, uczenia maszynowego, rozwoju i/lub szkolenia i/lub wzbogacania sztucznej inteligencji jakiegokolwiek rodzaju jest surowo zabronione.



© Copyright by Nowa Era Sp. z o.o. 2024

ISBN 978-83-267-4991-9

Koordinacja prac: Magdalena Bujnowska. **Redakcja merytoryczna:** Magdalena Bujnowska, Dorota Dąbrowska-Mróż, Lucyna Głębocka, Kinga Stachowiak. **Współpraca redakcyjna:** Małgorzata Bohdanowicz, Anna Kłopotek, Piotr Kosznik. **Redakcja językowa:** Aleksandra Kowalczyk-Przyckowska, Katarzyna Miller. **Autorzy testów sprawdzających:** Jacek Pawłowski, Monika Zaleska-Szczygieł. **Nadzór artystyczny:** Kaia Pichler. **Opieka graficzna:** Ewa Kaletyn. **Projekt okładki:** Maciej Galiński, Małgorzata Gregorczyk. **Projekt layoutu:** Klaudia Jarocka-Ciok, Ewa Kaletyn, Paulina Tomaszewska. **Opracowanie graficzne:** Marek Błoszko, Maciej Galiński, Klaudia Jarocka-Ciok, Agata Knajdek, Grażyna Truchlińska, Sławomir Włodarczyk. **Ilustracje:** Ewelina Baran, Andrzej Boczarowski, Elżbieta Buczkowska, Rafał Buczkowski, Marta Długokęcka, Zuzanna Dudzic, Wioleta Herczyńska, Ewa Kaletyn, Agata Knajdek, Adam Klodecki, Przemysław Kłosin, Marcin Oleksak, Joanna Ptak, Ewa Sowulewska, Laura Maziewska, Adam Gierasimiuk. **Fotoserwis:** Bogdan Wańkiewicz. **Realizacja projektu graficznego:** Piotr Socha, Aleksander Łopuszyński.

Wydawnictwo dołożyło wszelkich starań, aby odnaleźć posiadaczy praw autorskich do wszystkich utworów zamieszczonych w publikacji. Pozostałe osoby prosimy o kontakt z Wydawnictwem.

Nowa Era Sp. z o.o.
Aleje Jerozolimskie 146 D, 02-305 Warszawa
www.nowaera.pl, e-mail: nowaera@nowaera.pl
Centrum Kontaktu: 58 721 48 00

Druk i oprawa: Quad/Graphics Europe Sp. z o.o.

Wstęp

Podręcznik do biologii dla klasy ósmej składa się z czterech rozdziałów. Po każdym z nich znajduje się część „Wiesz, umiesz, zdasz”, w której skład wchodzi: „Podsumowanie”, „Sposób na zadania”, czyli zadanie rozwiązane krok po kroku, oraz zestaw zadań „Sprawdź, czy potrafisz”. Pozwolą Ci one uporządkować wiedzę z danego rozdziału oraz przygotować się do sprawdzianów.

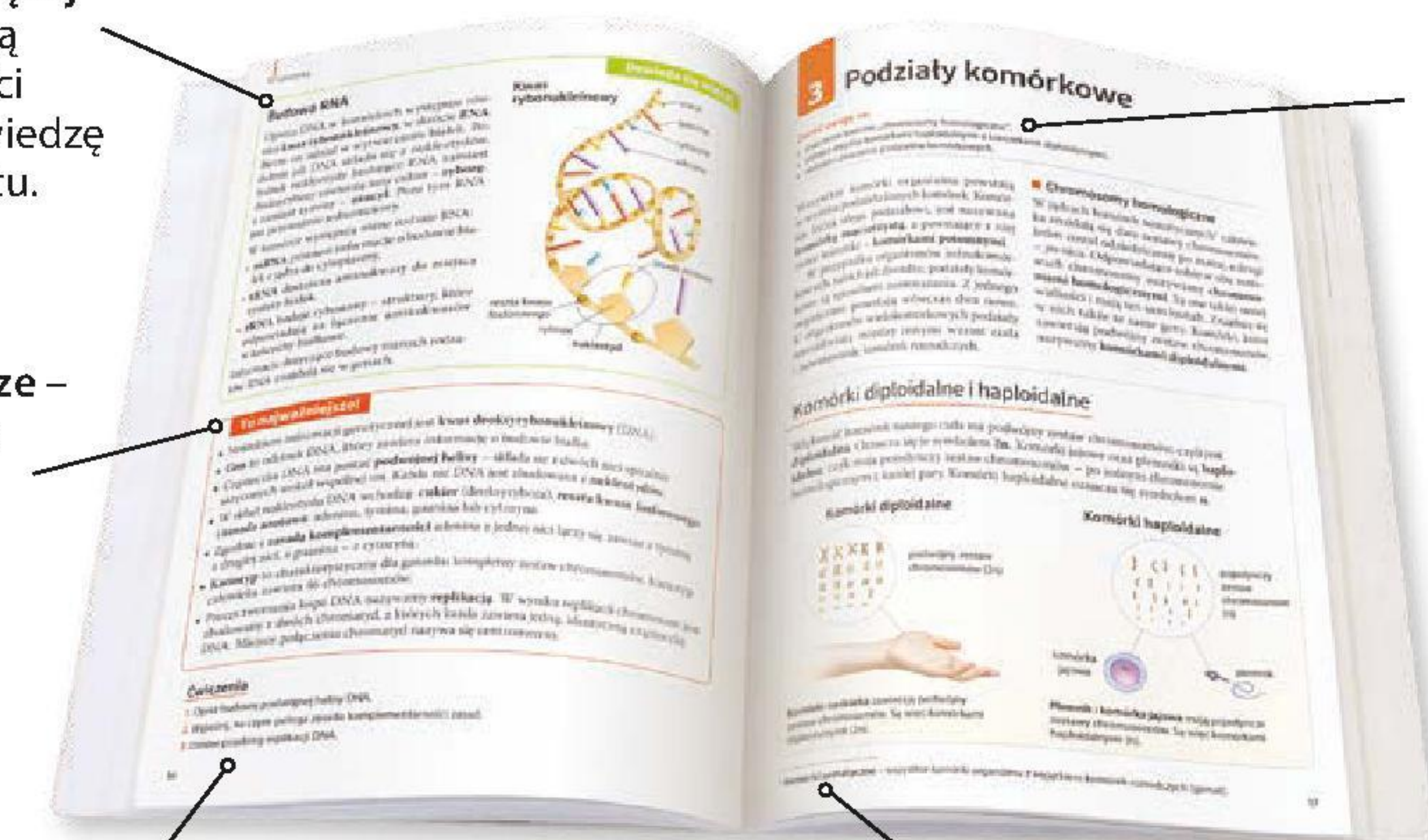
Dowiedz się więcej – w taki sposób są oznaczone treści rozszerzające wiedzę z danego tematu.

To najważniejsze – tutaj znajdziesz najistotniejsze informacje z danej lekcji.

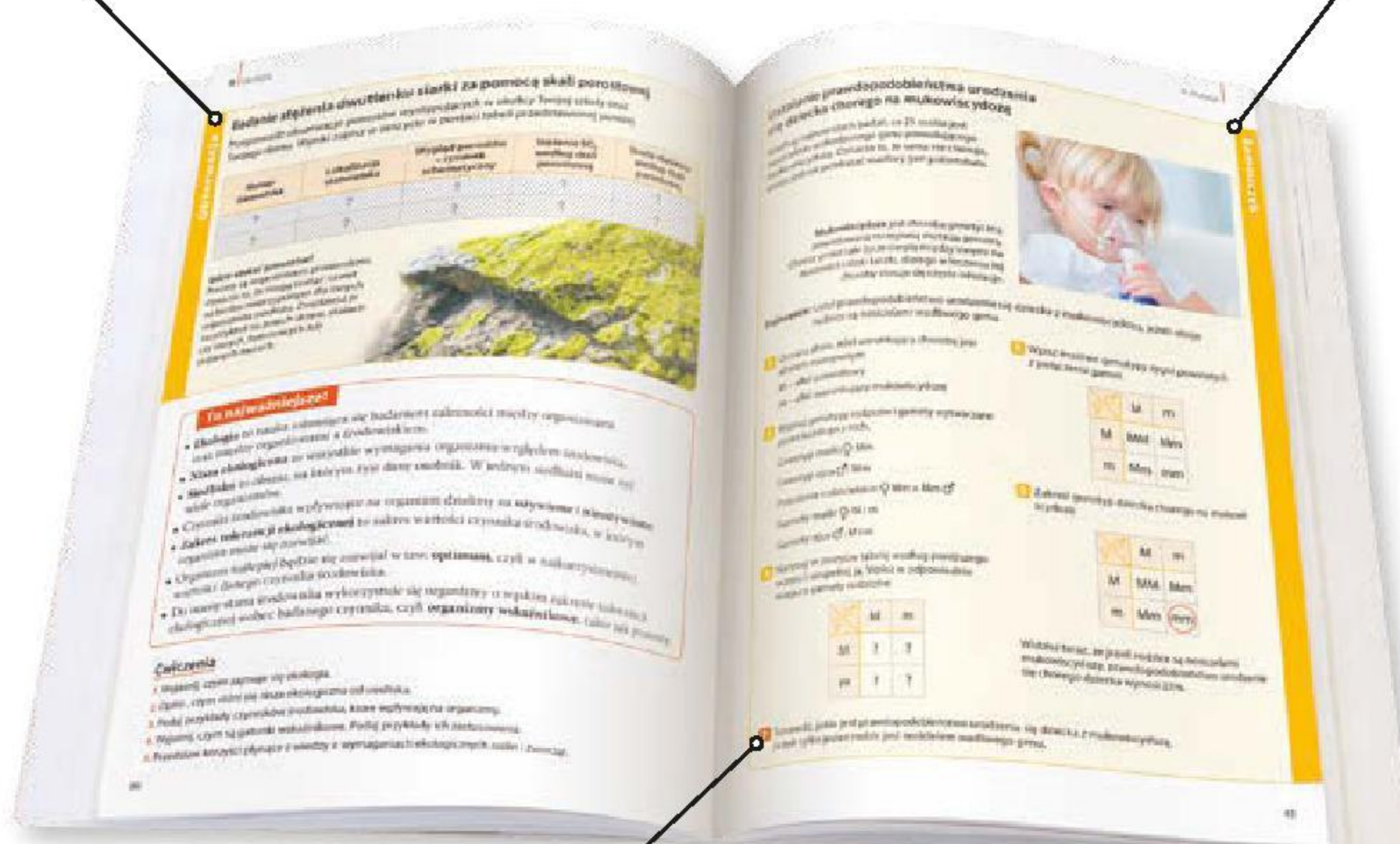
Na końcu lekcji znajdują się **ćwiczenia**, dzięki którym utrwalisz zdobytą wiedzę. Rozwiązania zapisuj w zeszycie.

Obserwacje pozwolą Ci w praktyczny sposób zdobywać wiedzę biologiczną.

Samouczek umożliwi Ci opanowanie ważnych i przydatnych umiejętności.



Dzięki elementowi **Zwróć uwagę na...** szybko zorientujesz się, jakie zagadnienia będą omawiane w danym temacie.



Pytajnik oznacza polecenia i zadania dotyczące ilustracji. Możesz na nie odpowiedzieć ustnie lub w zeszycie.

Spis treści

I Genetyka

1. Czym jest genetyka?	7
2. Nośnik informacji genetycznej – DNA	11
3. Podziały komórkowe	17
4. Podstawowe prawa dziedziczenia	23
5. Dziedziczenie cech u człowieka	28
6. Dziedziczenie płci u człowieka	32
7. Dziedziczenie grup krwi	36
8. Mutacje	40
Wiesz, umiesz, zdasz	46

II Ewolucja życia

1. Źródła wiedzy o ewolucji	55
2. Mechanizmy ewolucji	62
3. Pochodzenie człowieka	66
Wiesz, umiesz, zdasz	75

III Ekologia

1. Organizm a środowisko	83
2. Cechy populacji	91
3. Konkurencja	97
4. Drapieżnictwo. Roślinożerność	101
5. Pasożytnictwo	111
6. Nieantagonistyczne zależności między gatunkami	115
7. Czym jest ekosystem?	120
8. Zależności pokarmowe	125
9. Materia i energia w ekosystemie	129
Wiesz, umiesz, zdasz	133

IV Człowiek i środowisko

1. Różnorodność biologiczna	143
2. Wpływ człowieka na różnorodność biologiczną	149
3. Racjonalne gospodarowanie zasobami przyrody	158
4. Sposoby ochrony przyrody	163
Wiesz, umiesz, zdasz	175

Powtórz ważne terminy	182
Sprawdź, czy potrafisz – klucz odpowiedzi	186
Indeks	188

Genetyka





- 1** Czym jest genetyka?
- 2** Nośnik informacji genetycznej – DNA
- 3** Podziały komórkowe
- 4** Podstawowe prawa dziedziczenia
- 5** Dziedziczenie cech u człowieka
- 6** Dziedziczenie płci u człowieka
- 7** Dziedziczenie grup krwi
- 8** Mutacje
- ☐ Podsumowanie
- ☐ Sposób na zadania
- ☐ Sprawdź, czy potrafisz

Dzięki badaniom wielu naukowców wiemy, że instrukcja powstawania i działania każdego organizmu jest zapisana w materiale genetycznym, który znajduje się w każdej komórce. Jego konstrukcja przypomina dwie spiralnie skręcone wokół wspólnej osi nici, utworzone z wielu tysięcy elementów.

Zwróć uwagę na:

- znaczenie terminu „genetyka”,
- cechy dziedziczne i cechy niedziedziczne,
- zmienność organizmów.

Każdy z nas ma charakterystyczne cechy, takie jak kolor oczu, kształt nosa czy wzrost. Większość z nich odziedziczyliśmy po naszych rodzicach. Jak to się dzieje? Odpowiedzi na to pytanie udziela nam **genetyka** – nauka zajmująca się dziedziczeniem cech oraz zmiennością organizmów.

Cechy, które odziedziczyliśmy po rodzicach, nazywamy **cechami dziedzicznymi**. Są to między innymi kolor skóry, rysy twarzy czy umiejętność zwijania języka w rurkę. Każdy z nas ma też cechy, które nabył podczas swojego życia, na przykład blizny lub umiejętność czytania. Cechy te powstają pod wpływem działania na nasz organizm czynników środowiska. Nie przekazujemy ich potomstwu, dlatego są nazywane **cechami niedziedzicznymi**.

■ Dlaczego się różnimy?

Wszyscy ludzie należą do jednego gatunku – *Homo sapiens* (człowiek rozumny). Mają więc wspólne cechy gatunkowe, takie jak dwunożność, wyprostowana postawa ciała oraz zdolność mowy. Każdy ma także cechy typowe tylko dla siebie, czyli **cechy indywidualne**. Należą do nich między innymi: unikatowe rysy twarzy, określony wzrost, kolor oczu oraz brzmienie głosu. Te cechy różnią ludzi od siebie.

Występowanie różnic między osobnikami tego samego gatunku nazywa się **zmiennością**. Jest ona wynikiem zarówno rozmnażania płciowego, dzięki któremu potomstwo dziedziczy cechy po rodzicach, jak i wpływu środowiska.

Cechy dziedziczne

Osoby spokrewnione często mają wiele wspólnych cech. Dlatego, gdy patrzymy na fotografię rodziny, bez trudu jesteśmy w stanie znaleźć podobieństwo istniejące między widocznymi tam osobami.

Syn i najstarsza córka odziedziczyli po ojcu kształt nosa – lekko wydłużony i nieznacznie spłaszczony.



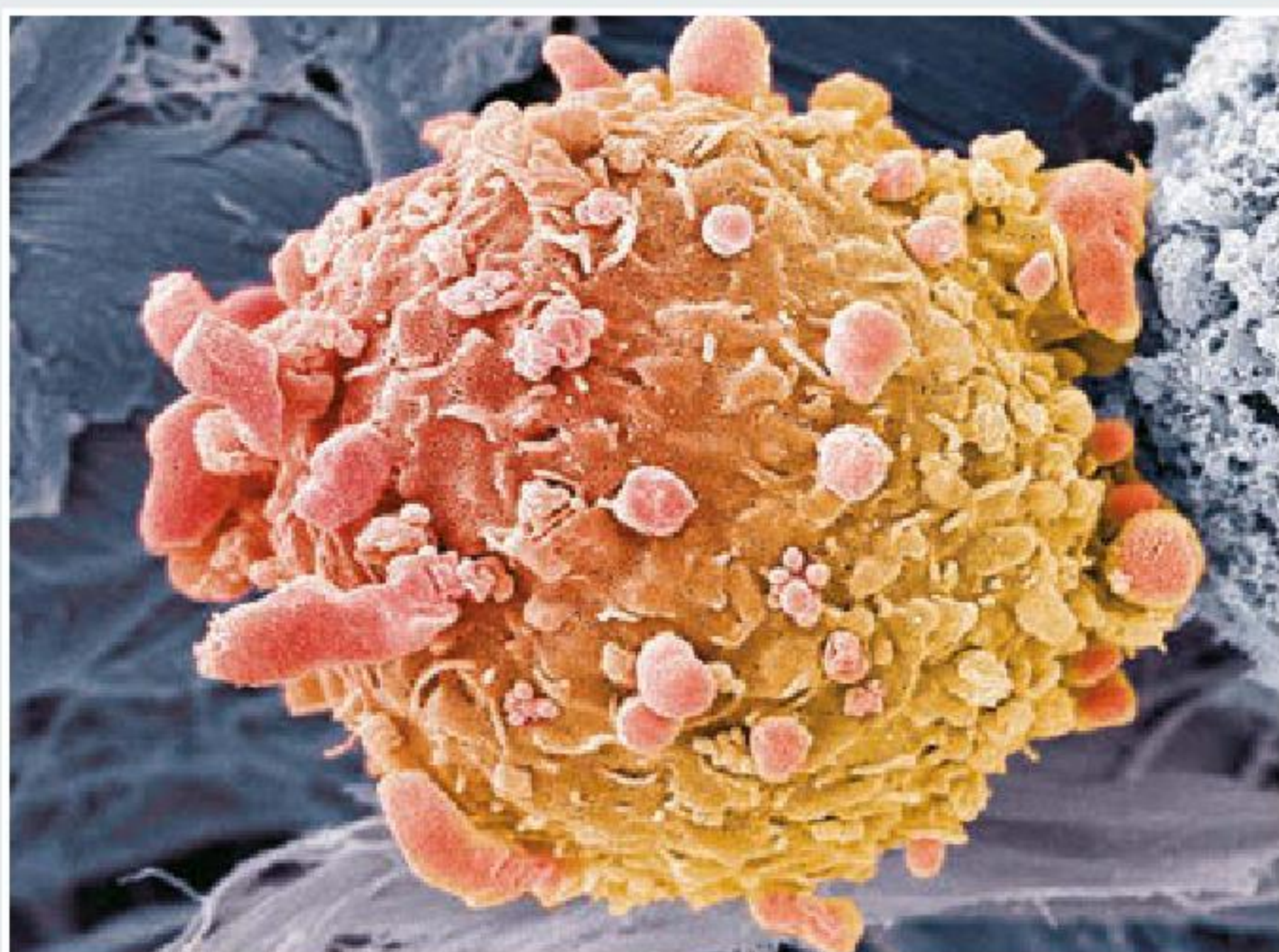
Jedno spośród czworga dzieci odziedziczyło po matce niebieski kolor oczu. Aż troje z nich ma też podobny – wąski – kształt oczu.

Genetyka w różnych dziedzinach

W połowie XX wieku odkryto, że za przekazywanie cech dziedzicznych jest odpowiedzialny obecny w jądrze komórkowym związek chemiczny – kwas deoksyrybonukleinowy, w skrócie DNA. Wydarzenie to okazało się dla nauki przełomowe. Pozwoliło dokonać następnych, niezwykle cennych odkryć w wielu dziedzinach życia.

■ Medycyna

Analiza DNA umożliwia stwierdzenie, czy dana osoba jest podatna na niektóre choroby, np. choroby nowotworowe. Dzięki temu może ona zmodyfikować tryb życia tak, aby zmniejszyć ryzyko zachorowania.



Podobieństwo między spokrewnionymi osobami zainspirowało człowieka do badań nad mechanizmem dziedziczenia.

■ Archeologia

Do niedawna badacze mogli analizować jedynie materiał genetyczny pobrany od żyjących organizmów. Obecnie można już badać kopalne DNA, pochodzące od osobników wymarłych setki, a nawet tysiące lat temu. Dostarcza ono informacji np. o cechach ludzi pierwotnych.



■ Kryminalistyka

Testy genetyczne wykonuje się, aby ustalić sprawców przestępstw. Często takie badania nazywa się genetycznym odciskiem palca, mimo że do ich przeprowadzenia nie są potrzebne linie papilarne z opuszka. Wystarczy włos, ślina czy plama krwi – zawierają one bowiem komórki, z których naukowcy uzyskują materiał genetyczny.



Dzięki analizie DNA możemy ustalić, czy materiał genetyczny z miejsca przestępstwa należy do danej osoby.

■ Hodowla zwierząt i uprawa roślin

Już od tysięcy lat człowiek intuicyjnie wykorzystywał genetykę w hodowli zwierząt i uprawie roślin. Najpierw obserwował zwierzęta, a następnie dopuszczał do rozrodu tylko osobniki wartościowe z punktu widzenia hodowli, np. mleczne krowy czy kury znoszące dużo jajek. Krzyżował też wybrane rośliny i otrzymywał osobniki o odpowiadających mu cechach. Na przykład dzięki skrzyżowaniu ze sobą roślin należących do różnych gatunków – pszenicy i żyta – otrzymał pszenżyto. Jest to zboże, które ma cechy zarówno pszenicy, jak i żyta. Obecnie w uprawie roślin wykorzystuje się również modyfikacje genetyczne. Dzięki nim można wyhodować rośliny o zupełnie nowych cechach, np. pomidory, których owoce dłużej zachowują świeżość czy kukurydzę o kolorowych, ozdobnych kolbach.



Zmienność wśród ludzi

Zmienność wśród ludzi możesz zaobserwować, gdy porównasz wybrane cechy dziedziczne u kolegów i koleżanek z klasy. Cechami dziedzicznymi są na przykład: umiejętność zwiniania języka w rurkę lub jej brak oraz prosty lub wygięty kciuk. Sprawdź, które z tych cech przeważają w Twojej klasie.

■ **Problem badawczy:** Które cechy dziedziczne przeważają w mojej klasie?

Uzupełnij hipotezę. Wybierz cechy, które uważasz za przeważające.

■ **Hipoteza:** Przeważającymi cechami w mojej klasie są: _____ oraz _____.

■ **Przebieg obserwacji:**

Do wykonania obserwacji będziesz potrzebował pomocy kolegów i koleżanek z klasy.

Cecha	Liczba osób
umiejętność zwiniania języka w rurkę	?
brak umiejętności zwiniania języka w rurkę	?
kciuk wygięty	?
kciuk prosty	?

1. Przerysuj tabelę do zeszytu.

2. Poproś, aby wszyscy uczniowie spróbowali zwinąć język w rurkę. Policz, ile osób w klasie to potrafi. Wyniki obserwacji zapisz w tabeli.

3. Następnie poproś kolegów, aby podnieśli lewą dłoń i szeroko rozstawili palce. Policz, ile osób ma prosty kciuk, a ile – wygięty. Wyniki obserwacji zapisz w tabeli.

■ **Wynik:** Porównaj liczbę osób potrafiących zwinąć język w rurkę z liczbą osób, które tego nie potrafią. Następnie porównaj liczbę osób, których kciuki są wygięte z liczbą osób, których kciuki są proste. Które z tych cech przeważają w Twojej klasie?

■ **Wniosek:** Na podstawie wyników zapisz w zeszycie wniosek dotyczący tego, które cechy dziedziczne przeważają w Twojej klasie.

To najważniejsze!

- **Genetyka** to nauka zajmująca się dziedziczeniem cech oraz zmiennością organizmów.
- Cechy, które odziedziczyliśmy po rodzicach, to **cechy dziedziczne**. Cechy dziedziczne są przekazywane potomstwu. **Cechy niedziedziczne** to te, które nabyliśmy podczas naszego życia. Cech niedziedzicznych nie przekazuje się potomstwu.
- **Zmienność** to występowanie różnic między osobnikami tego samego gatunku.

Ćwiczenia

1. Wyjaśnij, czym zajmuje się genetyka.
2. Wytłumacz, co to jest dziedziczność oraz podaj przykłady cech dziedzicznych.
3. Wyjaśnij, czym jest zmienność i jakie są jej źródła.

2

Nośnik informacji genetycznej – DNA

Zwróć uwagę na:

- budowę i rolę DNA,
- strukturę podwójnej helisy,
- znaczenie terminu „gen”,
- znaczenie replikacji DNA,
- budowę chromosomu,
- liczbę chromosomów w komórkach naszego ciała.

Wiesz już, że niektóre cechy są przekazywane potomstwu przez rodziców. Dzieje się to w momencie zapłodnienia, gdy jądra komórkowe plemnika i komórki jajowej się łączą. To w nich jest zawarta informacja o cechach, które odziedziczy organizm.

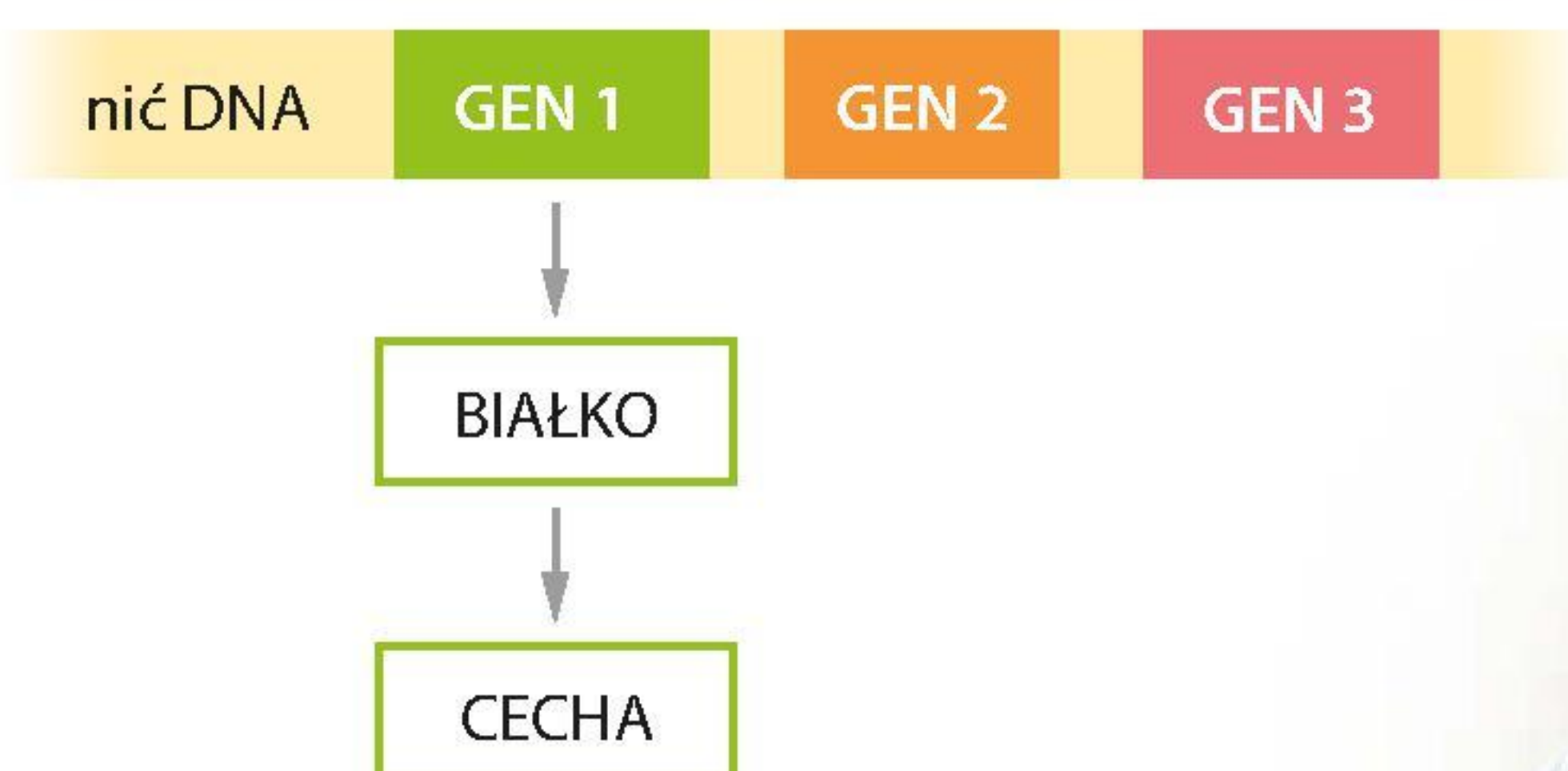
Zapis wszystkich cech dziedzicznych organizmu nazywamy **informacją genetyczną**. Jej nośnikiem jest materiał genetyczny, czyli **kwas deoksyrybonukleinowy**, w skrócie **DNA**. Informacja o cechach organizmu jest w nim zapisana w postaci genów.

Gen to odcinek DNA, który zawiera informację o budowie białka. Może to być na przykład informacja o budowie aktyny lub miozyny – białek umożliwiających skurcz mięśni – albo enzymu trawiennego żołądka.

Geny stanowią jedynie 2% całości DNA. Pozostałe 98% to odcinki, które nie kodują żadnych cech. Część z tych odcinków reguluje odczytywanie informacji zawartej w genach. Wciąż istnieją też fragmenty DNA, których funkcje nie są znane.

W jaki sposób cechy są zapisane w DNA?

Jedna cząsteczka DNA zawiera bardzo wiele różnych genów. Każdy z tych genów odpowiada za wytworzenie innego białka. Dzięki poszczególnym białkom organizm ma konkretne cechy.

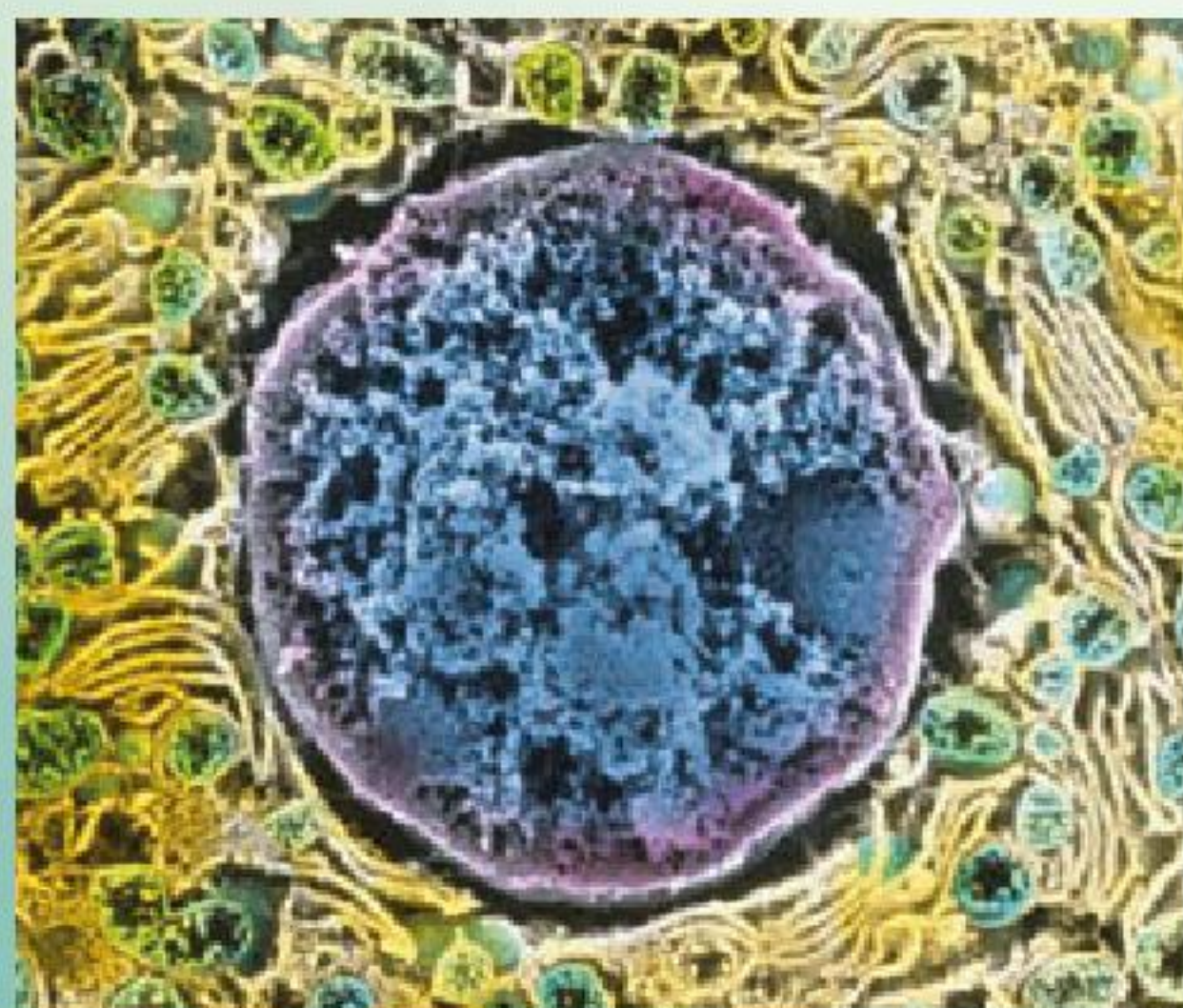


Melaniny to barwniki nadające kolor skórze, włosom i tęczówkom. W genach jest zapisana informacja dotycząca budowy enzymów odpowiedzialnych za ich wytworzenie.



Jak jest zbudowany DNA?

DNA składa się z mniejszych jednostek – nukleotydów. Połączone szeregowo nukleotydy tworzą nić. Jedna cząsteczka DNA składa się dwóch nici, ułożonych równolegle i spiralnie skręconych wokół wspólnej osi. Taka postać cząsteczki DNA nosi nazwę podwójnej helisy.



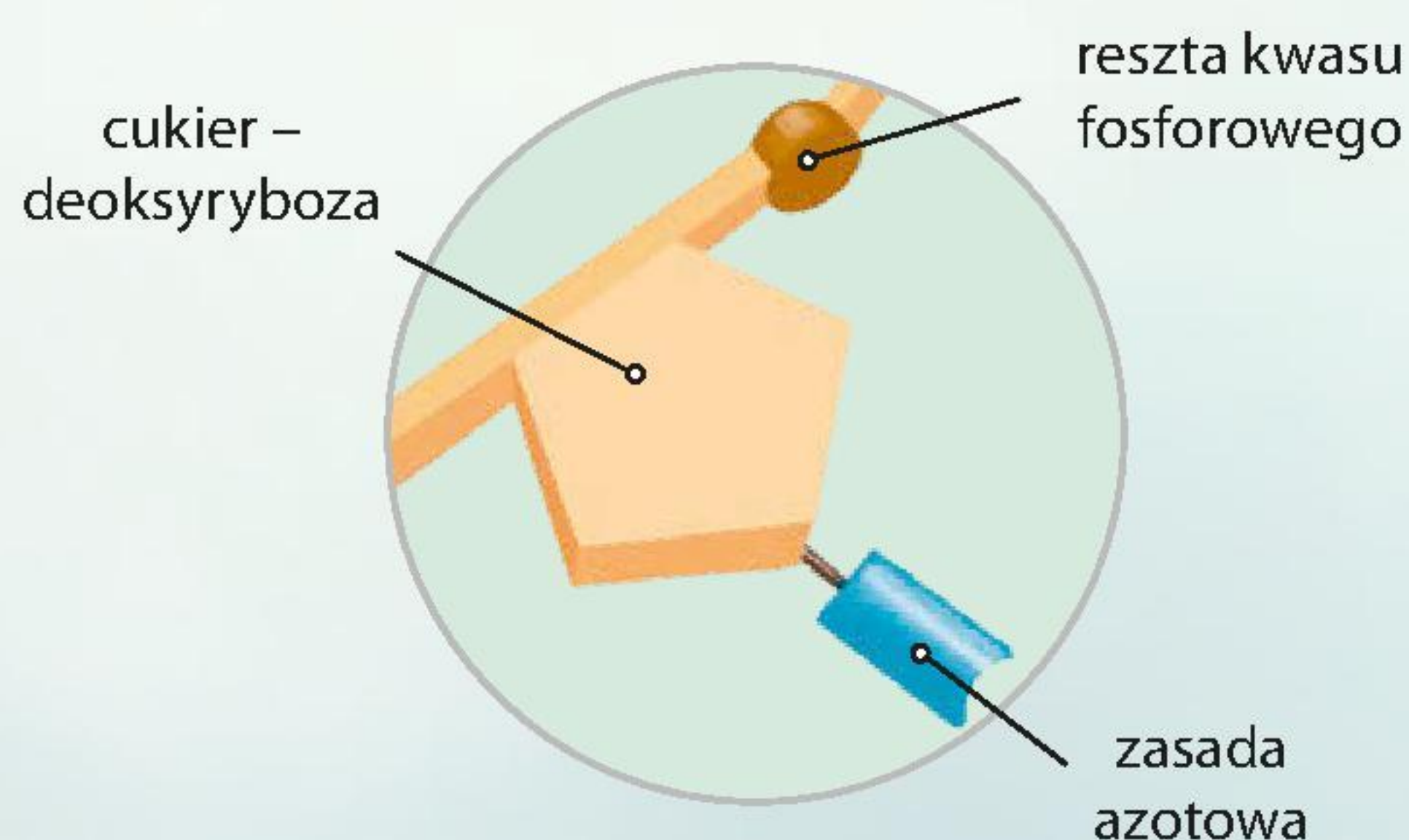
DNA znajduje się w jądrze komórkowym. **Jądro komórkowe** kieruje wszystkimi procesami zachodzącymi w komórce.



■ Budowa nukleotydu

Pojedynczy nukleotyd tworzą:

- cukier – **deoksyryboza**,
- **reszta kwasu fosforowego**,
- jedna z czterech **zasad azotowych**: **adenina** (w skrócie A), **tymina** (T), **cytozyna** (C) lub **guanina** (G).





Biała substancja znajdująca się w probówce to wyizolowany z komórek **DNA**.

■ Sekwencja DNA

Nukleotydy w nici DNA są połączone w ściśle określonej kolejności, nazywanej sekwencją DNA. Od tej sekwencji zależą cechy organizmu.



Sekwencja tej nici DNA to: TAACTGCAGGT.

■ Komplementarność zasad

Zasady azotowe z leżących naprzeciw siebie nici tworzą zawsze ściśle określone pary. To dopasowanie nazywamy komplementarnością zasad. Zgodnie z nią w cząsteczce DNA:

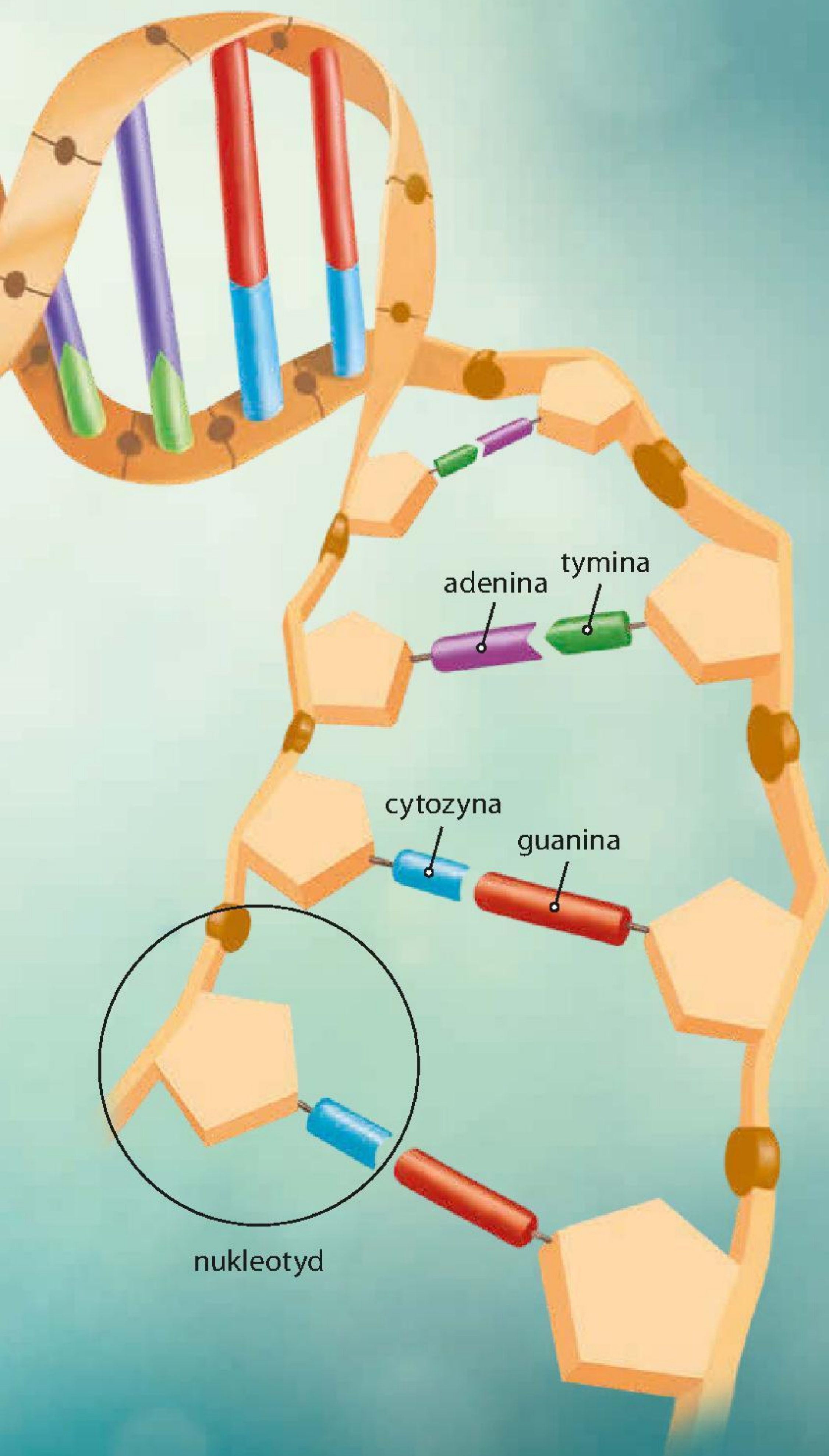
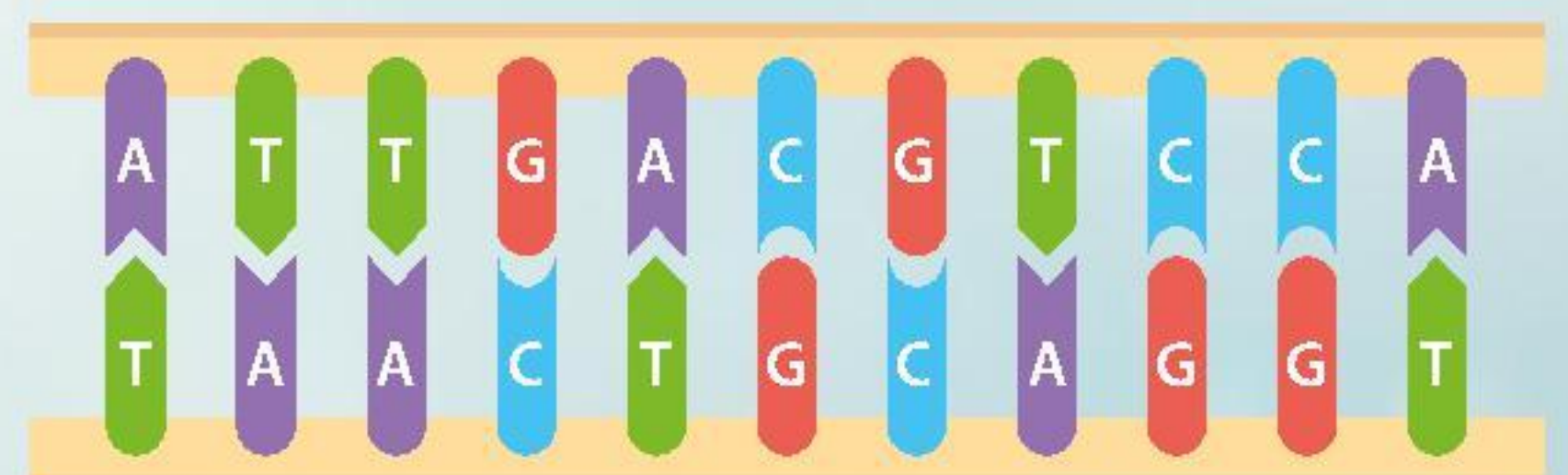
- **adenina** łączy się zawsze z **tyminą**,



- **cytozyna** łączy się zawsze z **guaniną**.



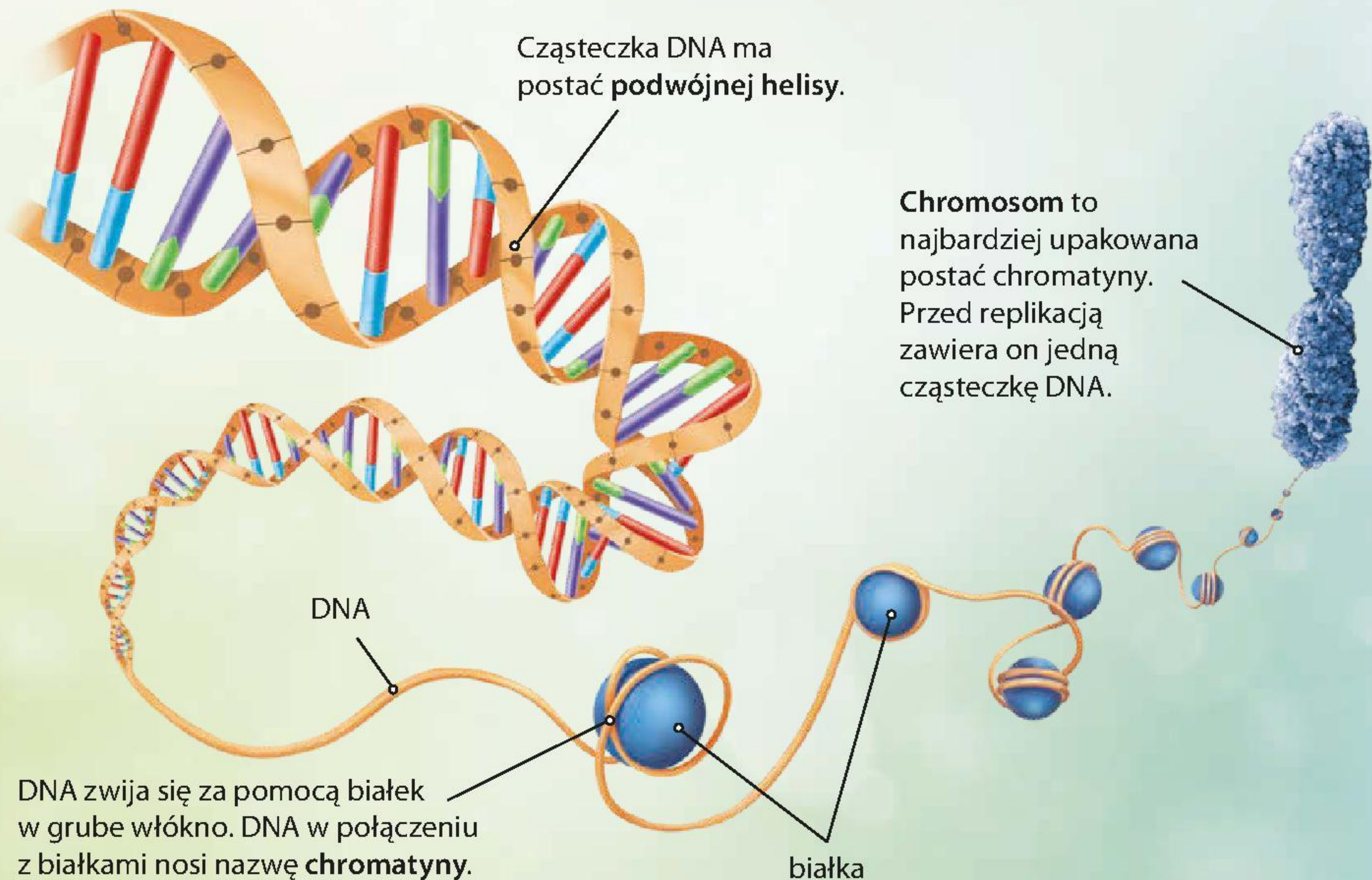
W ten sposób sekwencja jednej nici wyznacza sekwencję drugiej nici.



Dlaczego DNA przyjmuje postać chromosomów?

W jednej komórce człowieka znajdują się łącznie ponad dwa metry nici DNA. Aby zmieściły się w niewielkim jądrze komórkowym, muszą być odpowiednio zwinięte, czyli upakowane. Najbardziej zwartą strukturą jest **chromosom**.

■ Jak DNA mieści się w komórce?



■ Ile chromosomów mają nasze komórki?

Każdy gatunek ma określoną liczbę chromosomów w komórce. U człowieka jest ich 46. Kompletny zestaw chromosomów, charakterystyczny dla gatunku, nazywamy **kariotypem**.

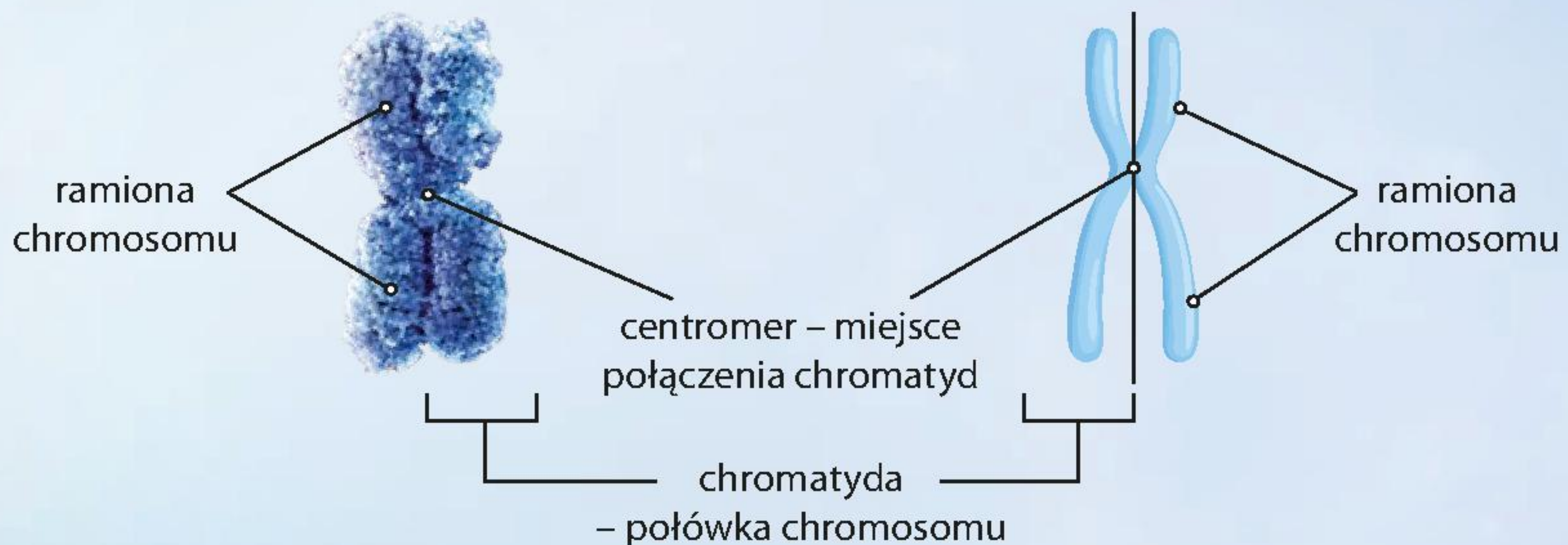


Kariotyp człowieka

Kariotyp człowieka zawiera 46 chromosomów, a kariotyp psa – 78 chromosomów.

■ Budowa chromosomu

DNA w jądrze komórkowym występuje zazwyczaj w formie nici. Postać chromosomu przyjmuje jedynie wtedy, gdy komórka się dzieli.



Chromosom w dzielącej się komórce składa się z połączonych ze sobą podłużnych połówek – **chromatyd**. Każda chromatyda zawiera jedną cząsteczkę DNA. Miejsce połączenia chromatyd jest nazywane **centromerem**.

■ Replikacja DNA

Komórki naszego ciała co jakiś czas się dzielą. Muszą więc wytwarzać kopie DNA, inaczej komórki potomne miałyby o połowę mniejszą zawartość materiału genetycznego. Proces tworzenia kopii DNA nazywamy replikacją.

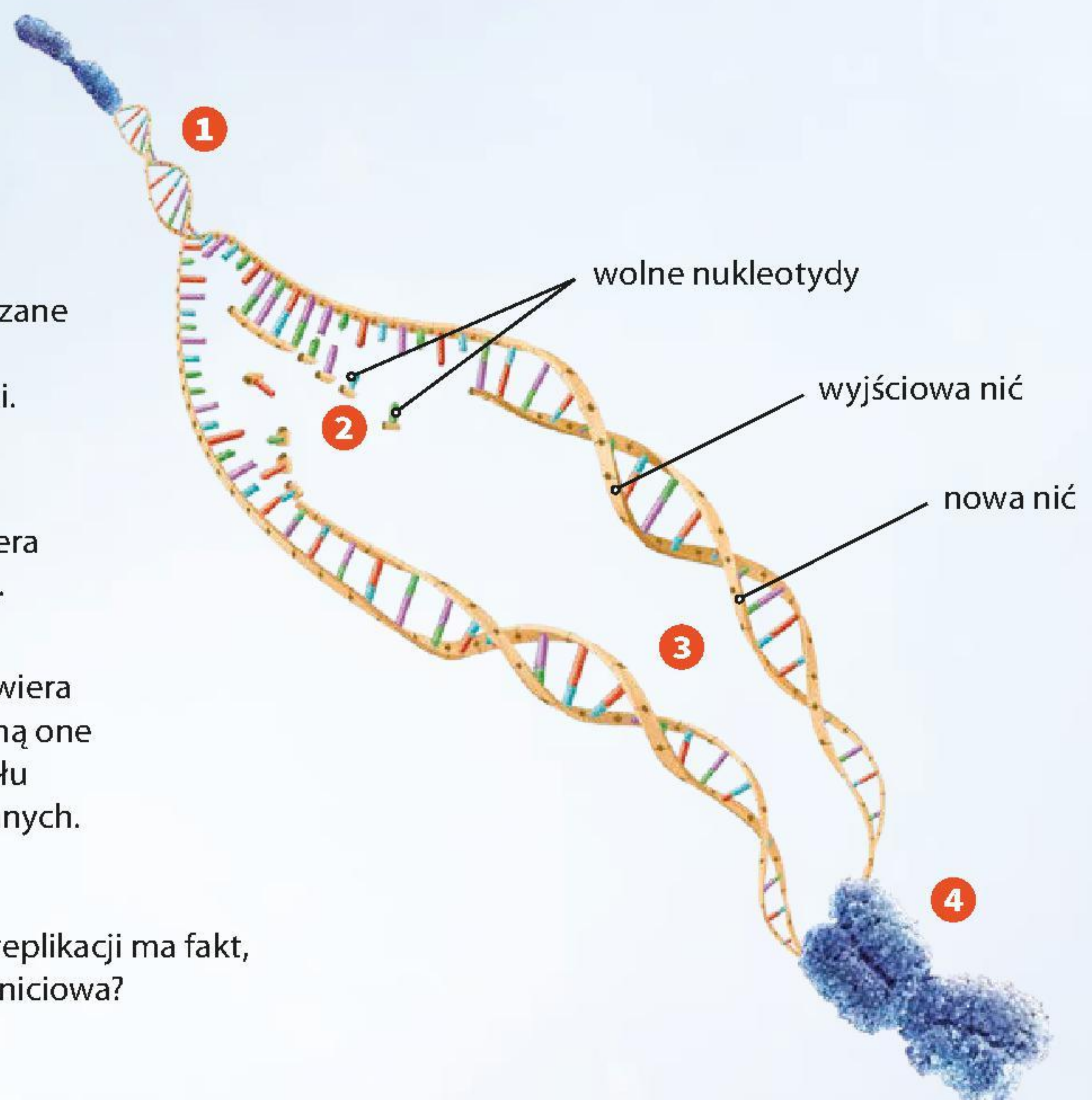
1 Na początku replikacji podwójna helisa jest rozplatana i nici DNA się rozdzielają.

2 Do każdej nici DNA są dołączane wolne nukleotydy zgodnie z regułą komplementarności.

3 Powstają dwie identyczne cząsteczki DNA. Każda zawiera jedną nić starą i jedną nową.

4 Po replikacji chromosom zawiera dwie cząsteczki DNA. Zostaną one rozdzielone podczas podziału komórki do komórek potomnych.

? Jakie znaczenie w procesie replikacji ma fakt, że cząsteczka DNA jest dwuniciowa?



Dowiedz się więcej

Budowa RNA

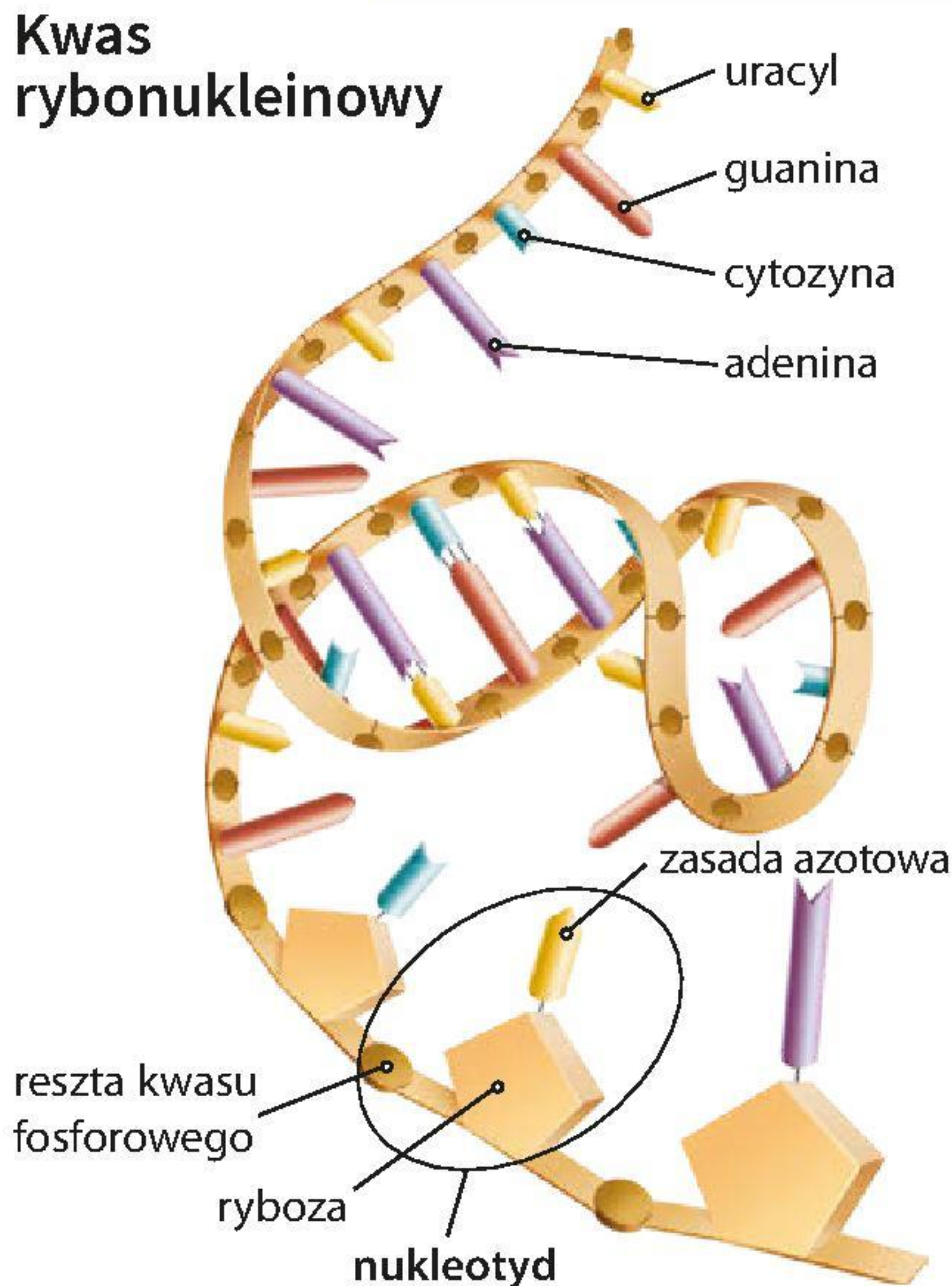
Oprócz DNA w komórkach występuje również **kwasy rybonukleinowy**, w skrócie **RNA**. Bierze on udział w wytwarzaniu białek. Podobnie jak DNA składa się z nukleotydów. Jednak nukleotydy budujące RNA zamiast deoksyrybozy zawierają inny cukier – **rybozę**, a zamiast tyminy – **uracyl**. Poza tym RNA jest przeważnie jednoniciowy.

W komórce występują różne rodzaje RNA:

- **mRNA** przenosi informacje o budowie białek z jądra do cytoplazmy,
- **tRNA** dostarcza aminokwasy do miejsca syntezy białek,
- **rRNA** buduje rybosomy – struktury, które odpowiadają za łączenie aminokwasów w łańcuchy białkowe.

Informacje dotyczące budowy różnych rodzajów RNA znajdują się w genach.

Kwas rybonukleinowy



To najważniejsze!

- Nośnikiem informacji genetycznej jest **kwasy deoksyrybonukleinowy (DNA)**.
- **Gen** to odcinek DNA, który zawiera informację o budowie białka.
- Częsteczka DNA ma postać **podwójnej helisy** – składa się z dwóch nici spiralnie skręconych wokół wspólnej osi. Każda nić DNA jest zbudowana z **nukleotydów**.
- W skład nukleotydu DNA wchodzi: **cukier** (deoksyryboza), **reszta kwasu fosforowego** i **zasada azotowa**: adenina, tymina, guanina lub cytozyna.
- Zgodnie z **zasadą komplementarności** adenina z jednej nici łączy się zawsze z tyminą z drugiej nici, a guanina – z cytozyną.
- **Kariotyp** to charakterystyczny dla gatunku kompletny zestaw chromosomów. Kariotyp człowieka zawiera 46 chromosomów.
- Proces tworzenia kopii DNA nazywamy **replikacją**. W wyniku replikacji chromosom jest zbudowany z dwóch chromatyd, z których każda zawiera jedną, identyczną cząsteczkę DNA. Miejsce połączenia chromatyd nazywa się centromerem.

Ćwiczenia

1. Opisz budowę podwójnej helisy DNA.
2. Wyjaśnij, na czym polega zasada komplementarności zasad.
3. Omów przebieg replikacji DNA.

Zwróć uwagę na:

- znaczenie terminu „chromosomy homologiczne”,
- różnice między komórkami haploidalnymi a komórkami diploidalnymi,
- rodzaje i znaczenie podziałów komórkowych.

Wszystkie komórki organizmu powstają w wyniku podziału innych komórek. Komórka, która ulega podziałowi, jest nazywana **komórką macierzystą**, a powstające z niej nowe komórki – **komórkami potomnymi**.

W przypadku organizmów jednokomórkowych, takich jak drożdże, podziały komórkowe są sposobem rozmnażania. Z jednego organizmu powstają wówczas dwa nowe. U organizmów wielokomórkowych podziały umożliwiają między innymi wzrost ciała i powstawanie komórek rozrodczych.

■ Chromosomy homologiczne

W jądrach komórek somatycznych¹ człowieka znajdują się dwa zestawy chromosomów. Jeden został odziedziczony po matce, a drugi – po ojcu. Odpowiadające sobie w obu zestawach chromosomy nazywamy **chromosomami homologicznymi**. Są one takiej samej wielkości i mają ten sam kształt. Znajdują się w nich geny warunkujące te same cechy. Komórki, które zawierają podwójny zestaw chromosomów, nazywamy **komórkami diploidalnymi**.

Komórki diploidalne i haploidalne

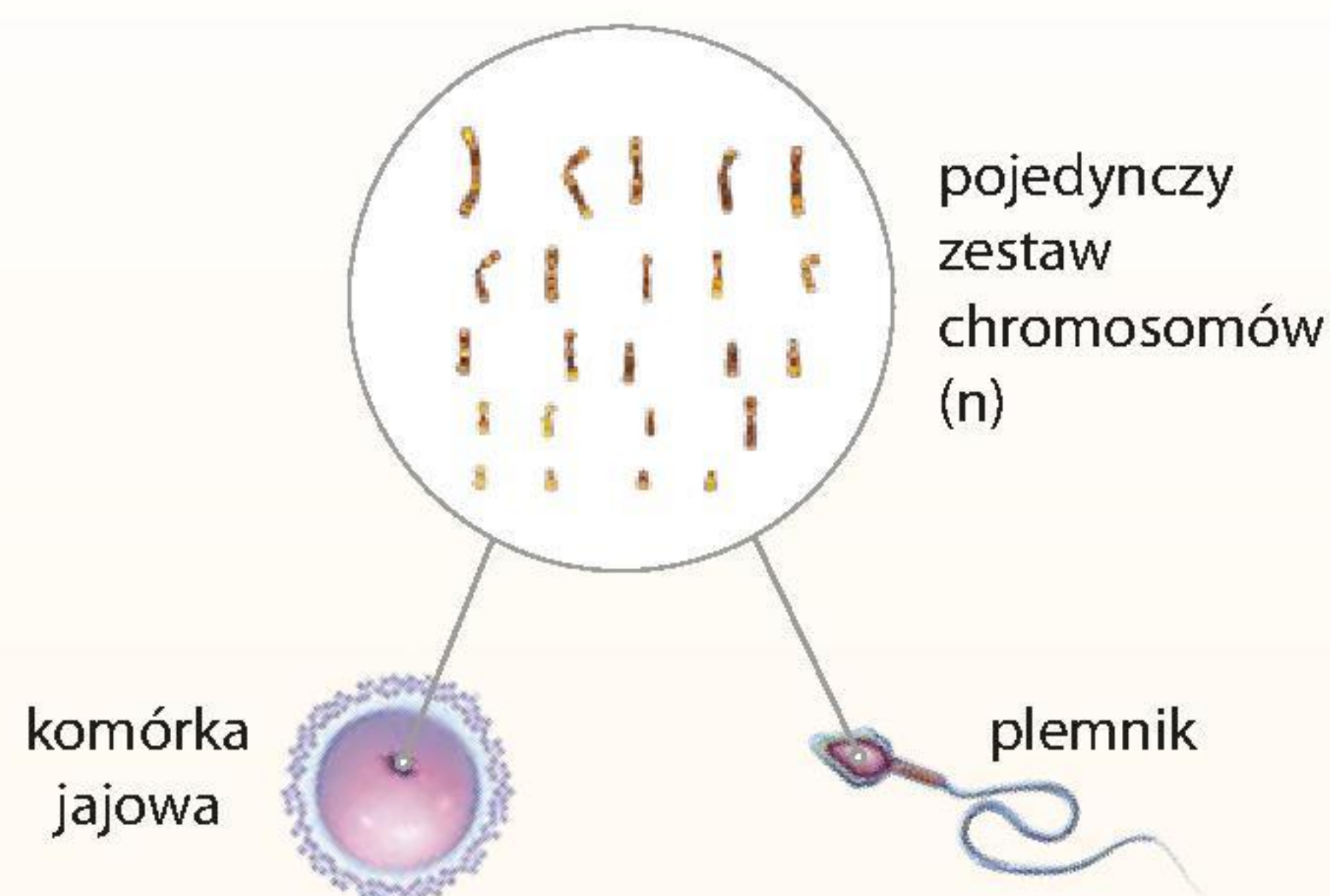
Większość komórek naszego ciała ma podwójny zestaw chromosomów, czyli jest **diploidalna**. Oznacza się je symbolem **2n**. Komórki jajowe oraz plemniki są **haploidalne**, czyli mają pojedynczy zestaw chromosomów – po jednym chromosomie homologicznym z każdej pary. Komórki haploidalne oznacza się symbolem **n**.

Komórki diploidalne



Komórki naskórka zawierają podwójny zestaw chromosomów. Są więc komórkami diploidalnymi (2n).

Komórki haploidalne



Plemnik i komórka jajowa mają pojedyncze zestawy chromosomów. Są więc komórkami haploidalnymi (n).

¹ Komórki somatyczne – wszystkie komórki organizmu z wyjątkiem komórek rozrodczych (gamet).

■ Podział komórki

Podział komórkowy obejmuje dwa główne etapy. Są to: **podział jądra komórkowego** oraz **podział cytoplazmy**.

Podział jądra komórkowego prowadzi do rozdzielania materiału genetycznego między powstające komórki. Zawsze poprzedza go replikacja, czyli wytworzenie kopii DNA. W wyniku replikacji każdy chromosom składa się z dwóch identycznych cząsteczek, które podczas podziału komórki są rozdzielane. Podział cytoplazmy umożliwia rozdzielanie komórki na dwie komórki potomne. W przyrodzie zachodzą dwa rodzaje podziałów: mitoza i mejoza.

■ Mitoza

Mitoza zachodzi w komórkach somatycznych organizmu. Komórki potomne powstające w wyniku tego procesu mają taką samą ilość materiału genetycznego jak komórka, z której powstały. To oznacza, że w wyniku mitozy z komórki diploidalnej powstają dwie komórki diploidalne, a z komórki haploidalnej – dwie komórki haploidalne. Materiał genetyczny w obu komórkach potomnych jest identyczny z tym, który występował w komórce macierzystej. Komórki potomne wytwarzają więc takie same białka i mają takie same cechy jak komórka, z której powstały.

Umożliwia rozmnażanie bezpłciowe organizmom jednokomórkowym, np. amebie.

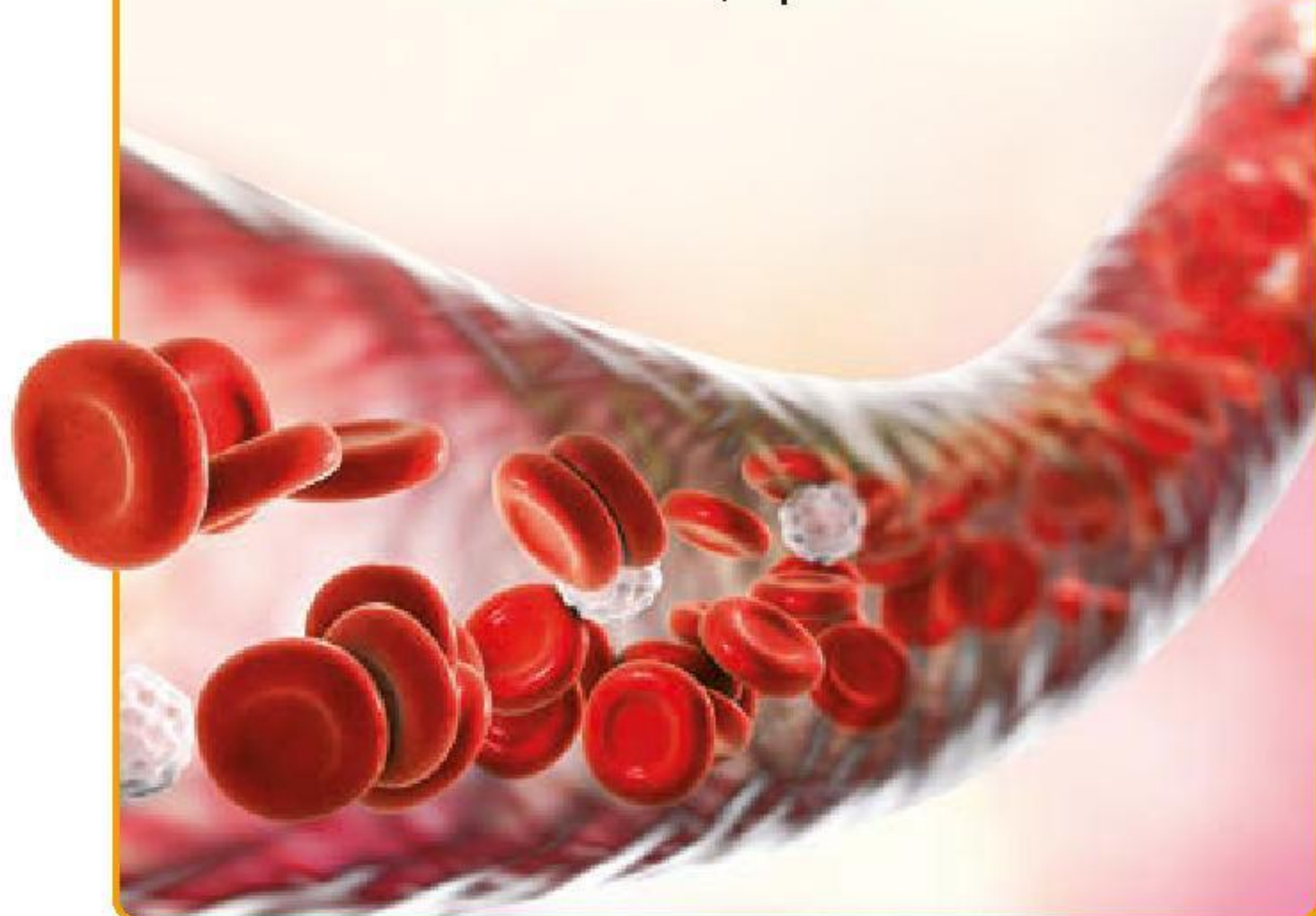


Umożliwia gojenie się ran, odtwarzanie złuszczonych komórek naskórka i uszkodzonych tkanek np. odrastanie ogona u jaszczurki.

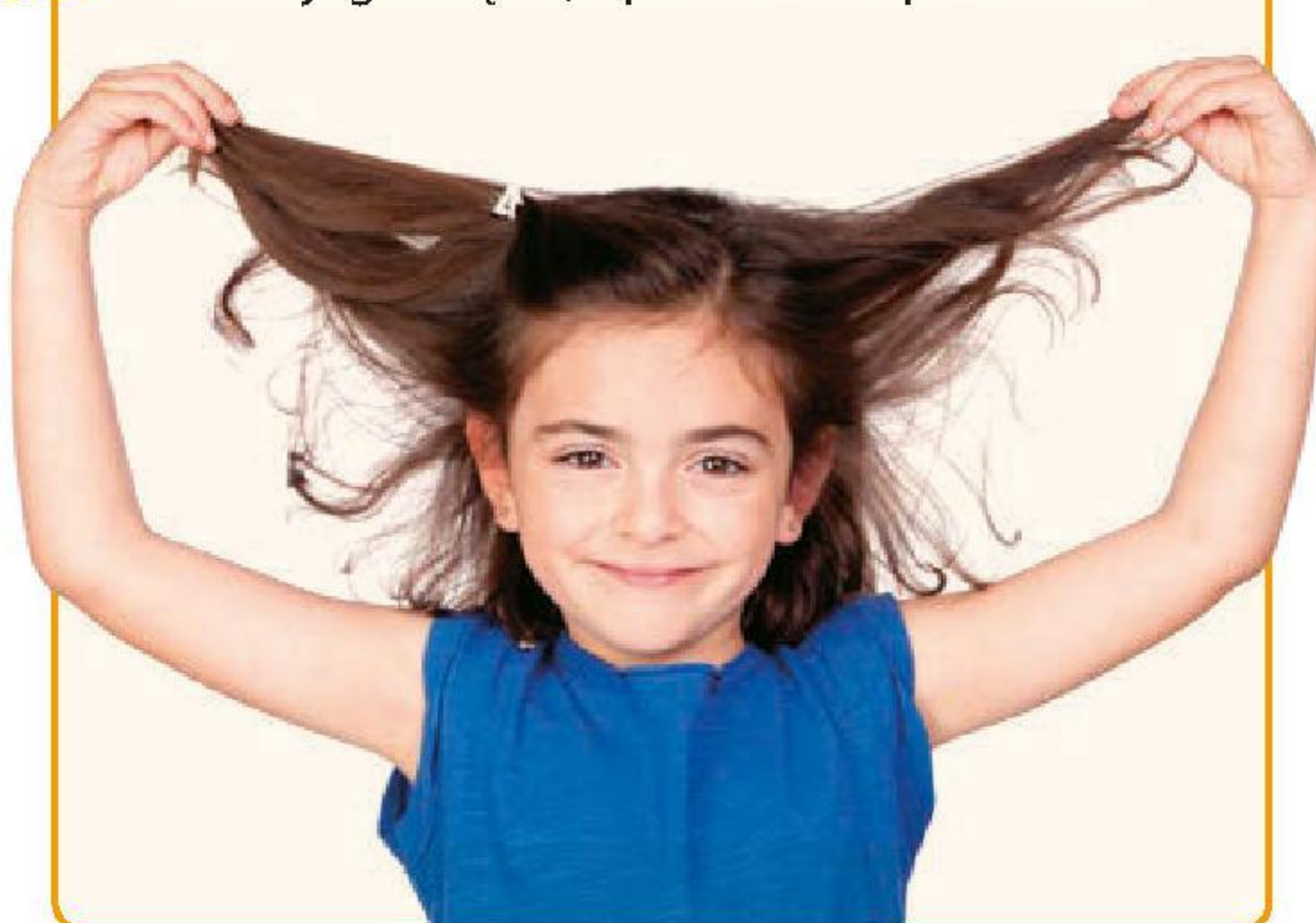


ZNACZENIE MITOZY

Umożliwia wytwarzanie komórek ciała, np. krwinek.



Umożliwia wzrost całego ciała oraz jego części, np. włosów i paznokci.

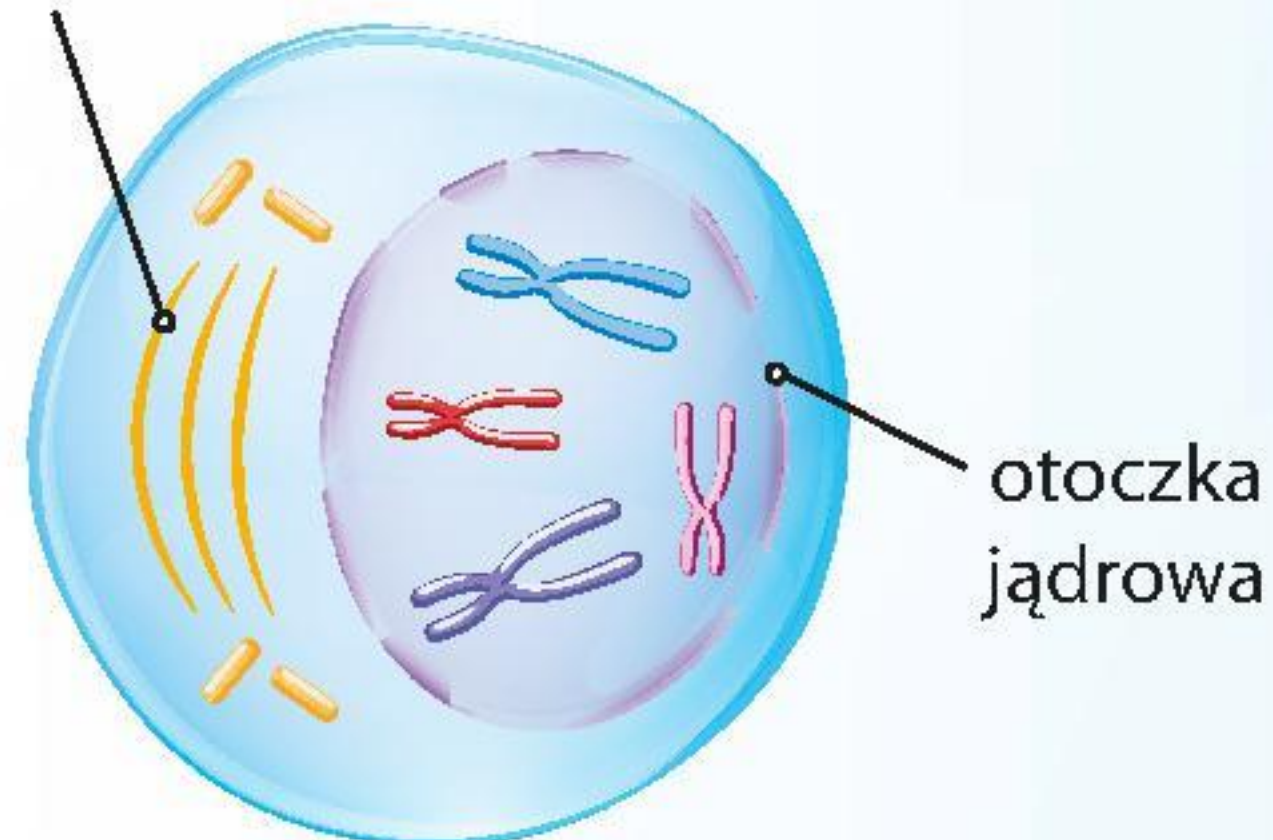


Jak przebiega mitoza?

Mitoza zachodzi w kilku etapach, podczas których materiał genetyczny w postaci chromosomów jest rozdzielany do komórek potomnych.

- 1 Kiedy komórka zaczyna się dzielić, DNA przyjmuje postać chromosomów. Każdy z nich składa się z dwóch identycznych chromatyd, które zawierają po jednej cząsteczce DNA. Znika otoczka jądrowa i zaczyna się tworzyć wrzeciono podziałowe – struktura, dzięki której chromosomy przemieszczają się podczas podziału komórki.

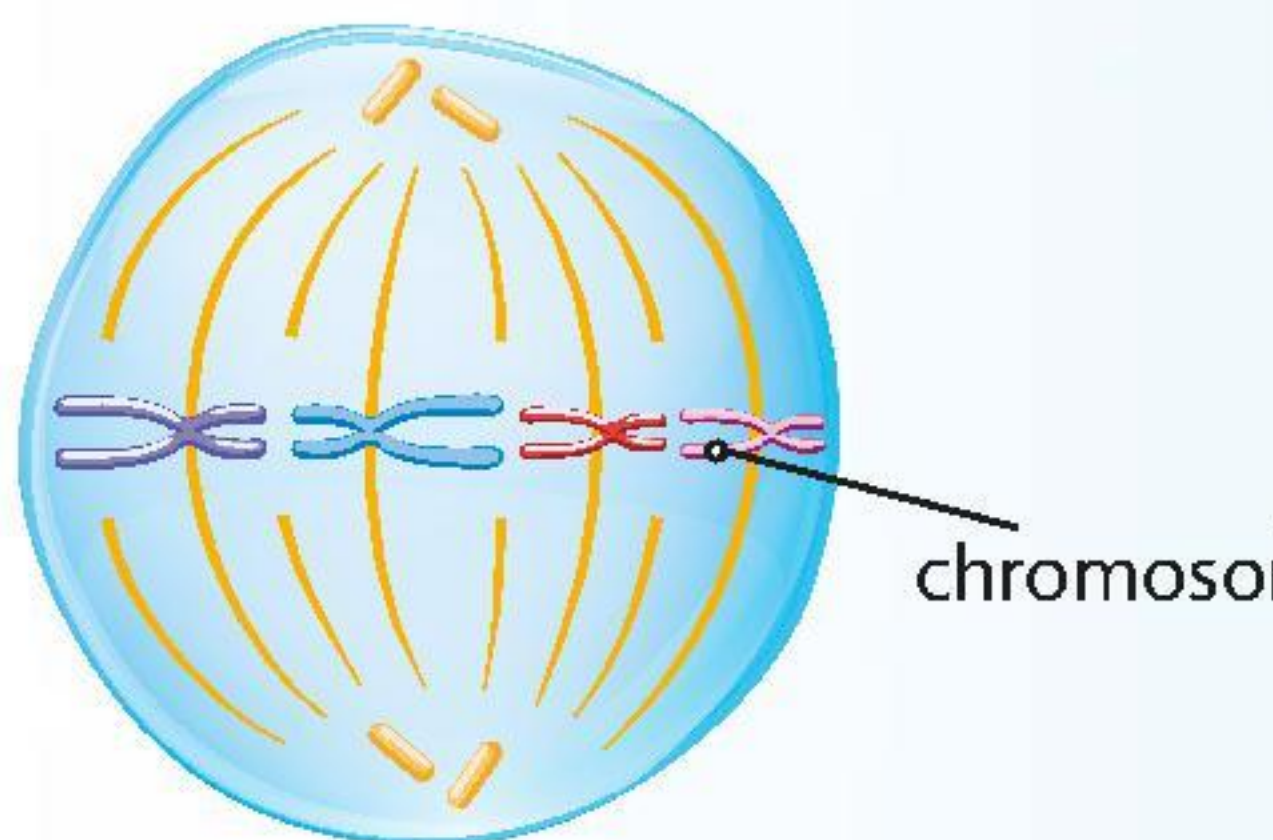
wrzeciono podziałowe



otoczka jądrowa



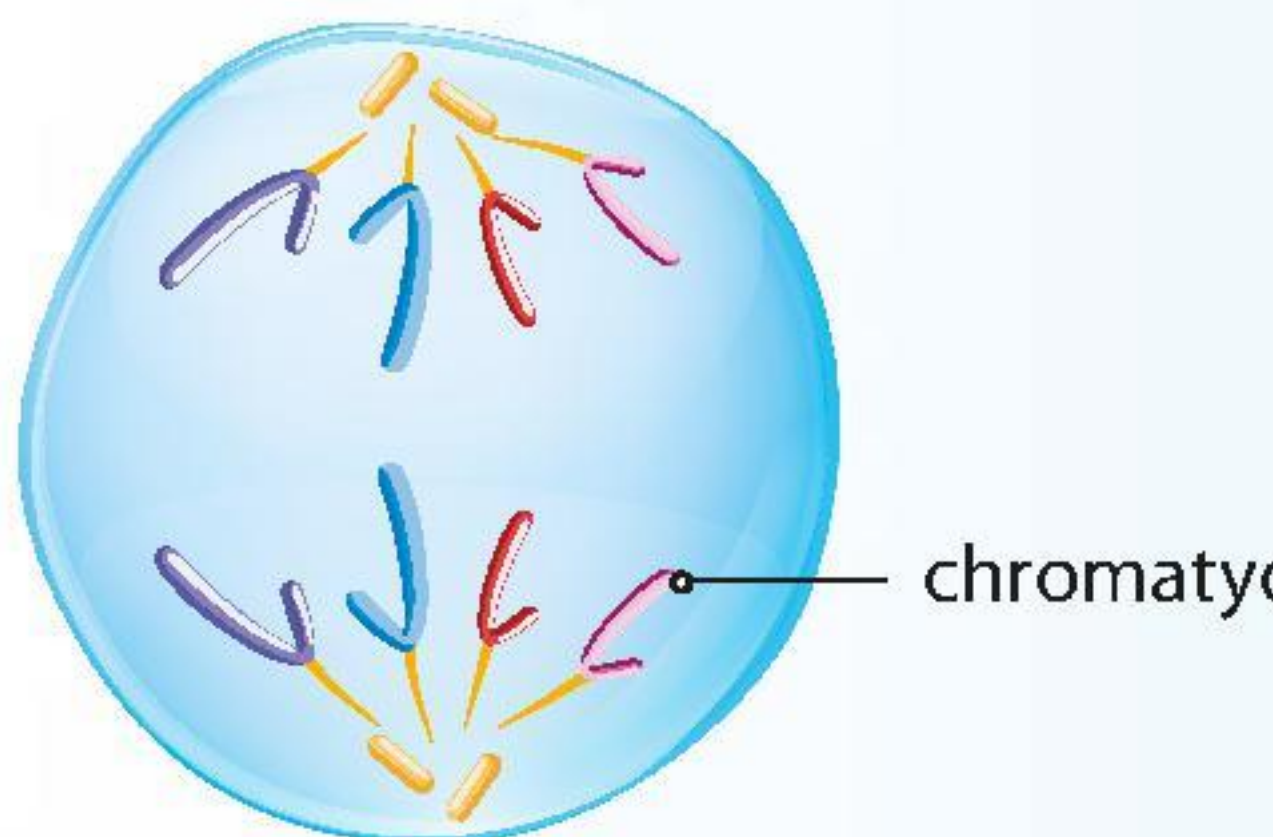
- 2 Włókna wrzeciona podziałowego łączą się z chromosomami. Następnie chromosomy ustawiają się w płaszczyźnie równikowej, czyli mniej więcej w środku komórki.



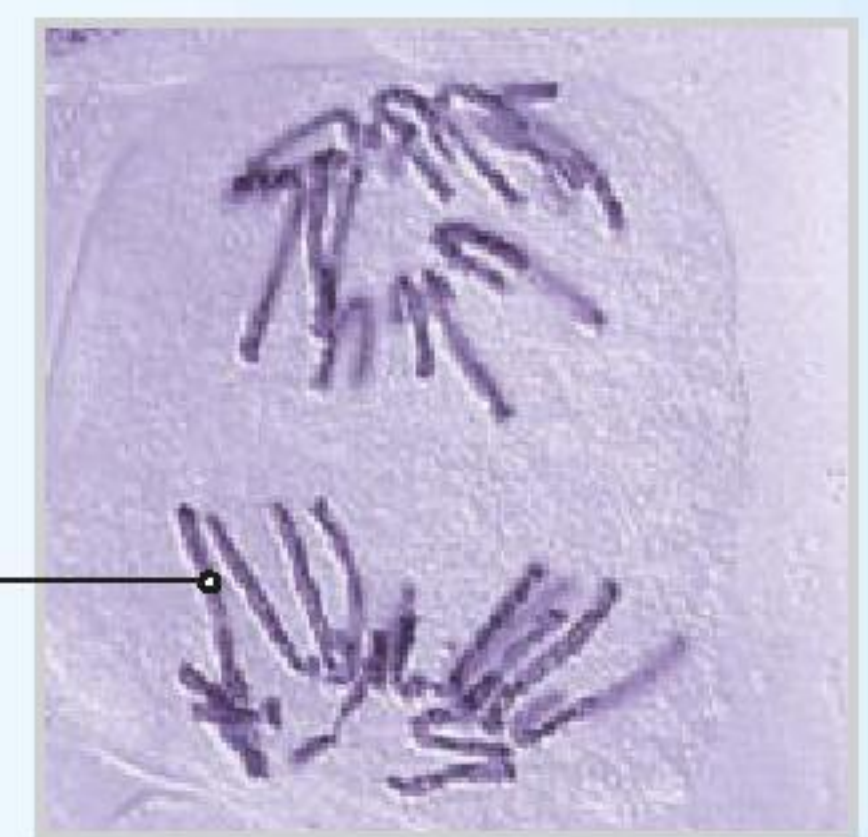
chromosom



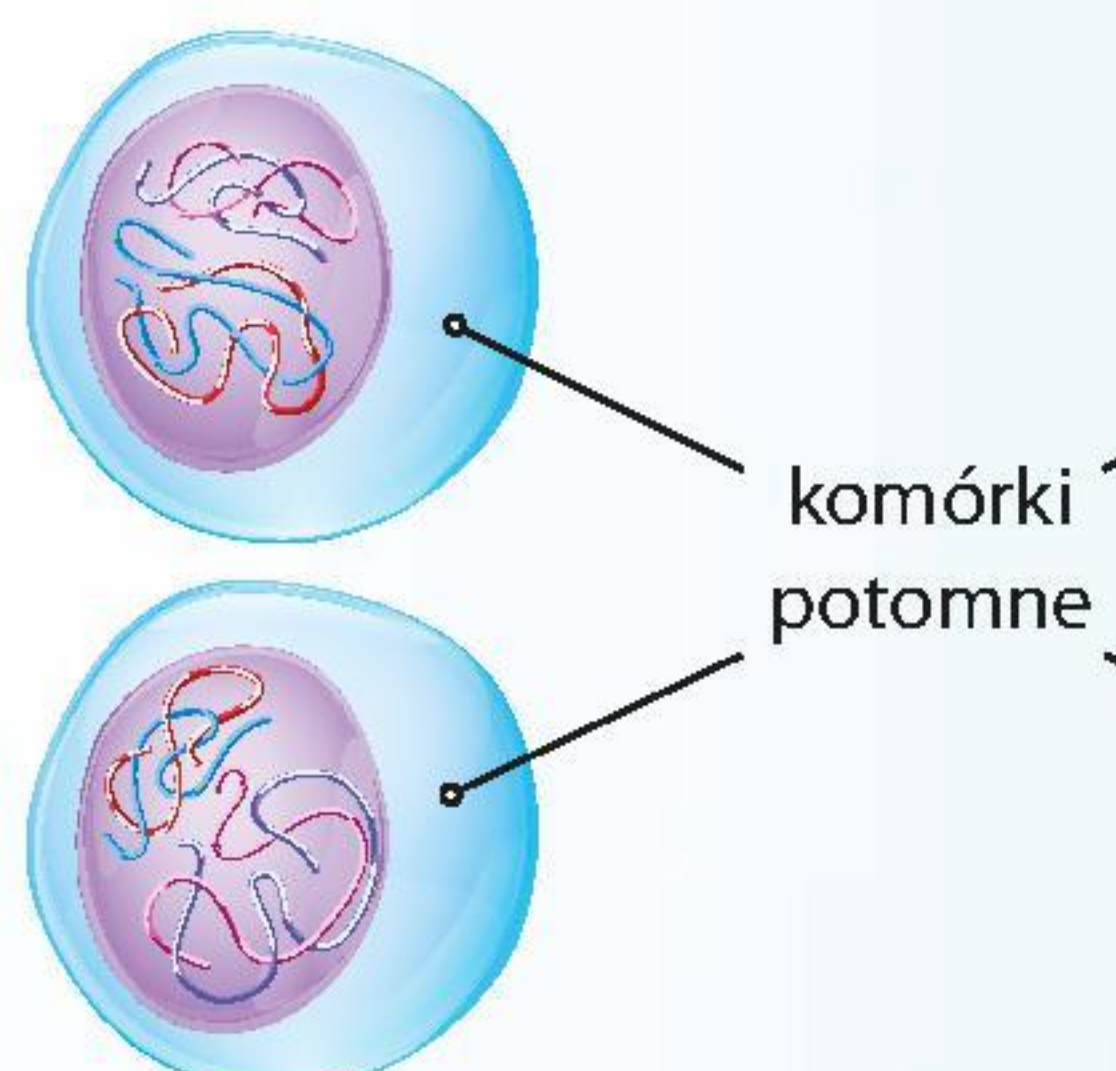
- 3 Chromatidy oddzielają się od siebie i są odciągane przez wrzeciono podziałowe do przeciwległych biegunów komórki. Od tego momentu każda chromatyda staje się odrębnym chromosomem.



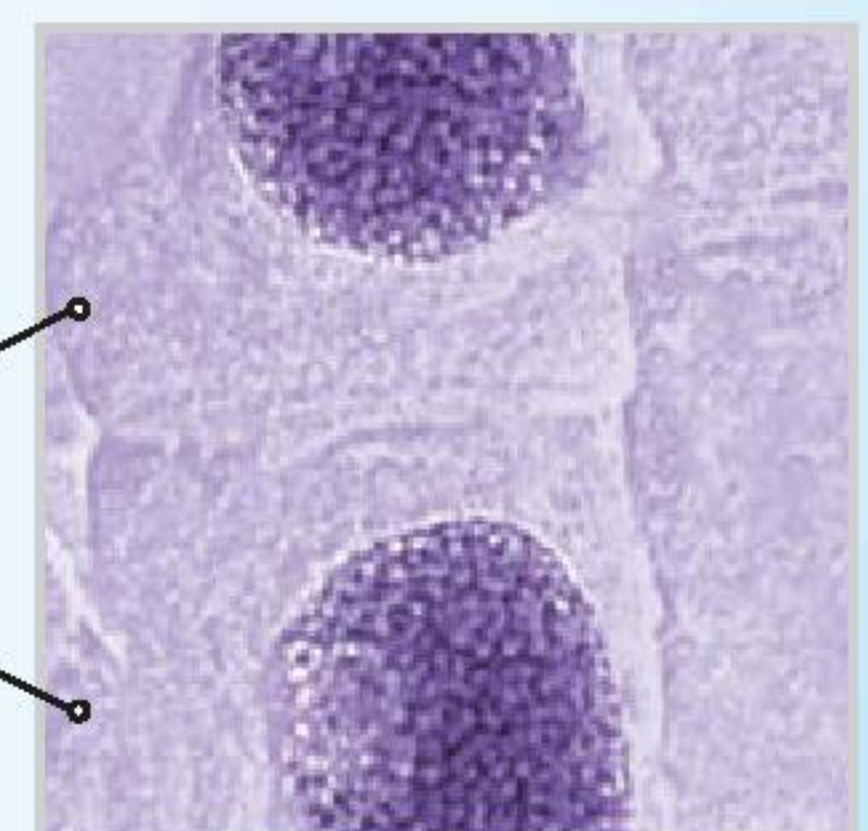
chromatyda



- 4 Wokół każdego zestawu chromosomów odtwarza się otoczka jądrowa. Potem następuje podział cytoplazmy. W jego wyniku powstają dwie komórki potomne o tej samej liczbie chromosomów, co w komórce macierzystej.



komórki potomne



■ Mejoza – podział redukcyjny

Gamety, podobnie jak wszystkie inne komórki naszego ciała, powstają w efekcie podziału komórkowego. Jednak komórki rozrodcze nie mogą zawierać tej samej ilości DNA co pozostałe komórki ciała. Gdyby tak było, powstała z ich połączenia zygota miałaby dwa razy więcej materiału genetycznego. Takiej sytuacji zapobiega powstawanie gamet w wyniku **podziału redukcyjnego**, czyli mejozy. Podobnie jak mitozę, poprzedza ją replikacja DNA.

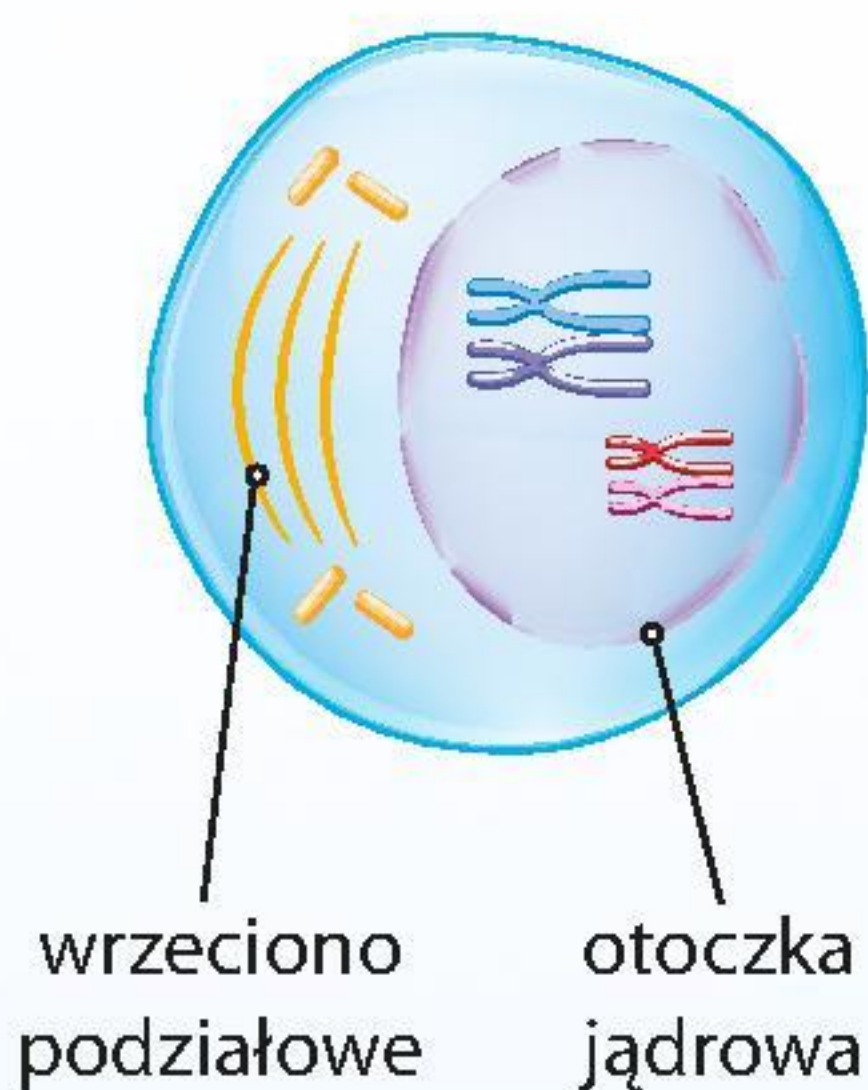
Mejoza składa się z **dwóch** następujących po sobie **podziałów**. Podczas pierwszego z nich powstają dwie komórki potomne ze zredukowaną o połowę liczbą chromosomów, czyli z ich pojedynczym zestawem. Dzięki replikacji, która nastąpiła przed podziałem, każdy z tych chromosomów składa się z dwóch chromatyd. Podczas drugiego podziału chromatyd te są rozdzielane do kolejnych komórek potomnych. Mejoza prowadzi więc do powstania czterech komórek haploidalnych z jednej komórki diploidalnej.

Dowiedz się więcej

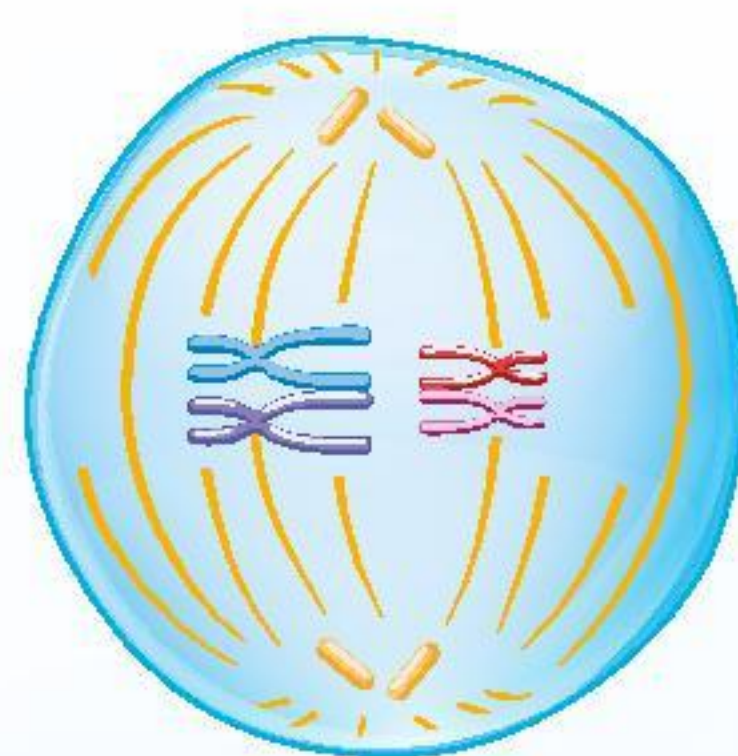
Jak przebiega mejoza?

Podczas mejozy komórka dzieli się dwukrotnie. W rezultacie z jednej diploidalnej komórki macierzystej powstają cztery haploidalne komórki potomne.

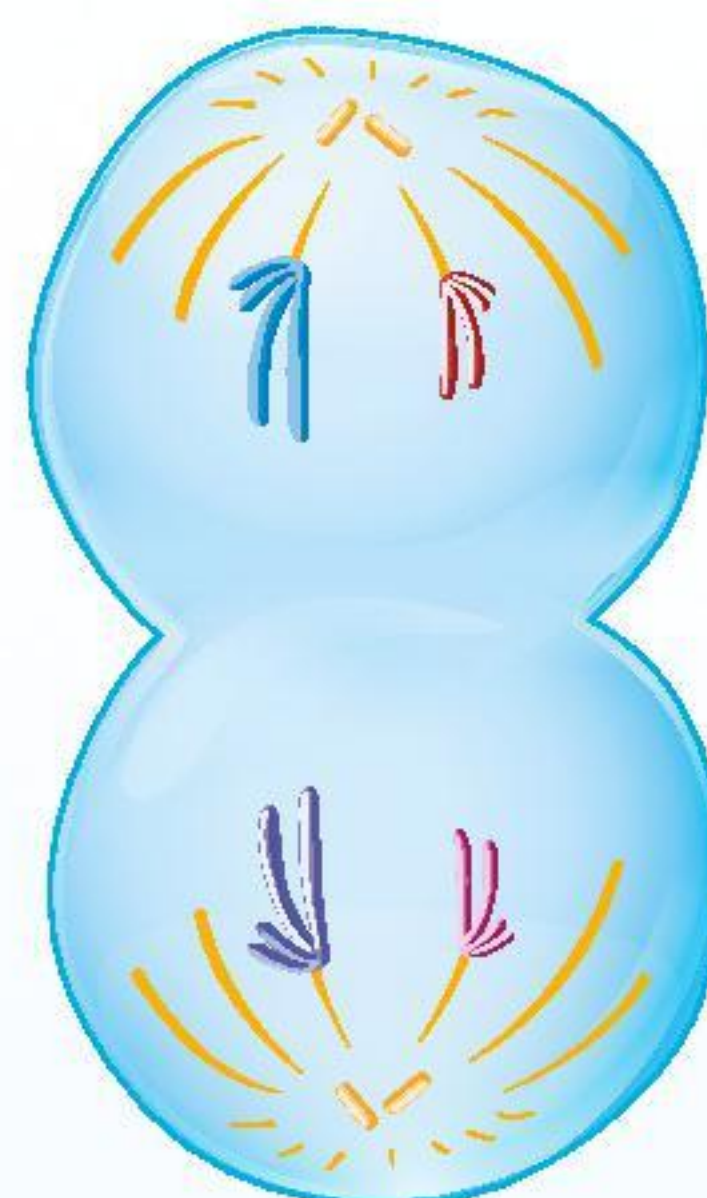
- 1 Kiedy komórka zaczyna się dzielić, DNA przyjmuje postać chromosomów. Każdy z nich składa się z dwóch identycznych chromatyd. Następnie chromosomy homologiczne łączą się w pary, zanika otoczka jądrowa i zaczyna się tworzyć wrzeciono podziałowe.



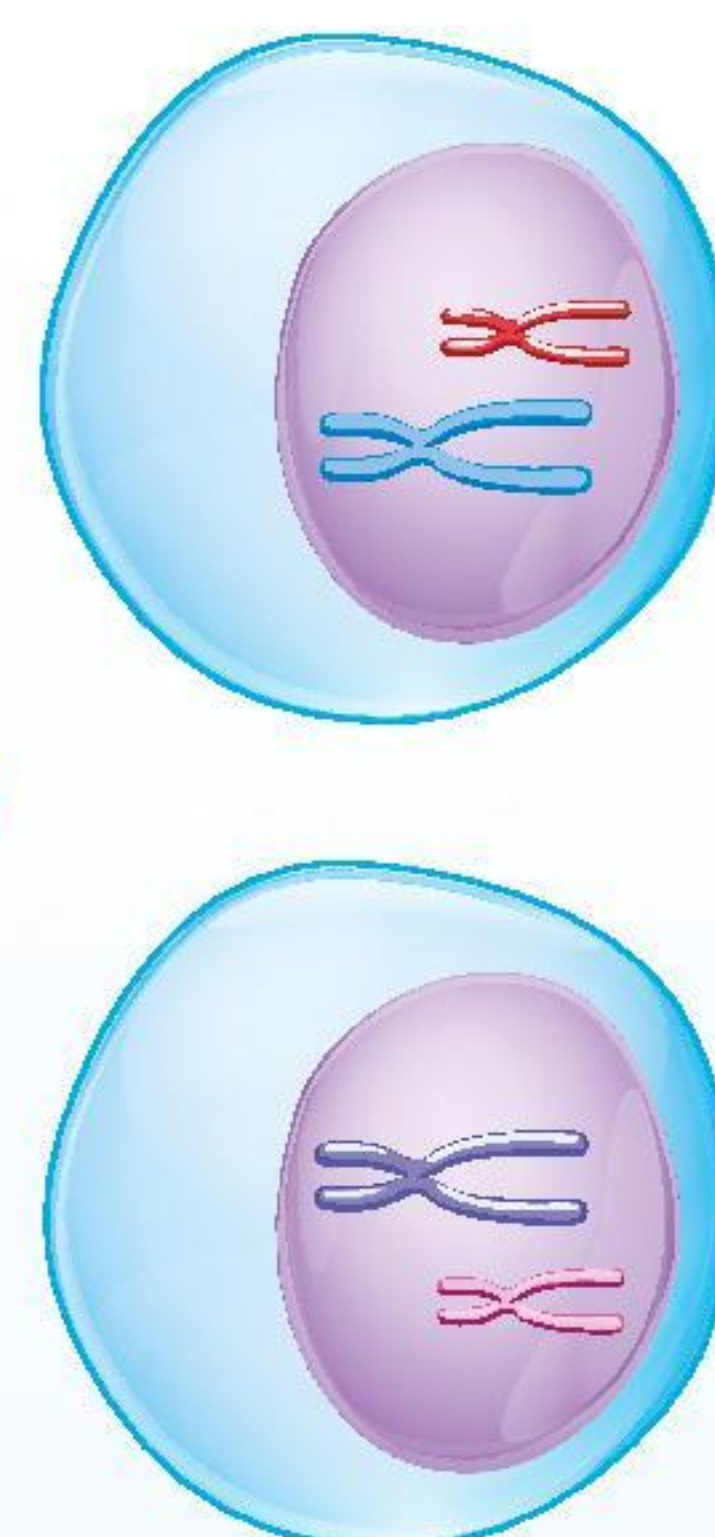
- 2 Pary chromosomów homologicznych łączą się z wrzecionem podziałowym i ustawiają się w płaszczyźnie równikowej komórki.



- 3 Każdy chromosom z pary jest odciągany do przeciwległego bieguna komórki.



- 4 Powstają dwie komórki potomne. W jądrach powstałych komórek znajduje się po jednym chromosomie homologicznym z każdej pary.

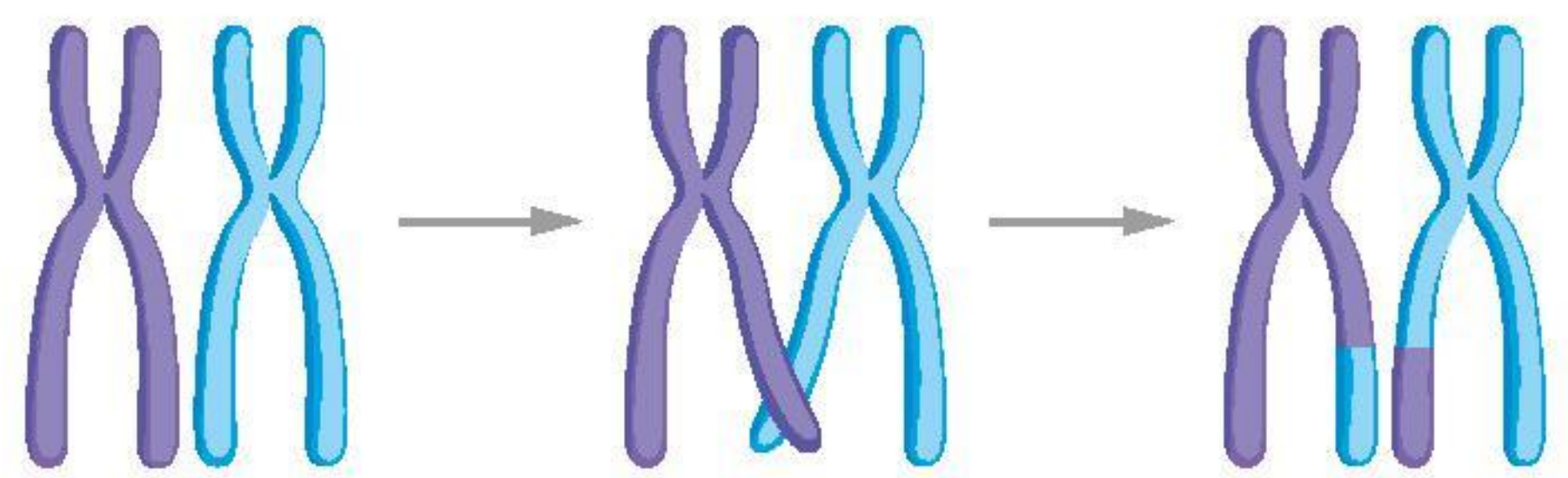


■ Znaczenie mejozy

Istotą mejozy jest wytwarzanie gamet. Każda powstała w wyniku tego procesu gameta ma:

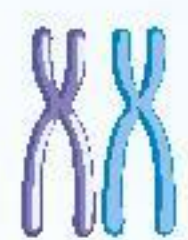
- zmniejszoną o połowę liczbę chromosomów,
- jedyną w swoim rodzaju kombinację cech.

Podczas powstawania gamet dochodzi do **rekombinacji genetycznej**, wskutek której mieszają się geny pochodzące od ojca i od matki. Wynika to z procesów, które zachodzą podczas mejozy: wymiany fragmentów



Wymiana fragmentów DNA między chromosomami homologicznymi sprawia, że do gamet trafiają chromosomy o nowych kombinacjach cech.

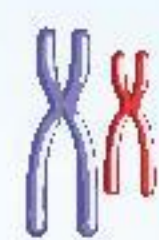
DNA między chromosomami homologicznymi oraz losowego rozdzielania chromosomów między komórki potomne. Dzięki temu każda gameta jest niepowtarzalna.



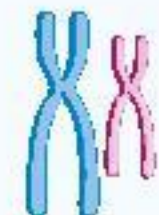
pierwsza para chromosomów homologicznych



druga para chromosomów homologicznych

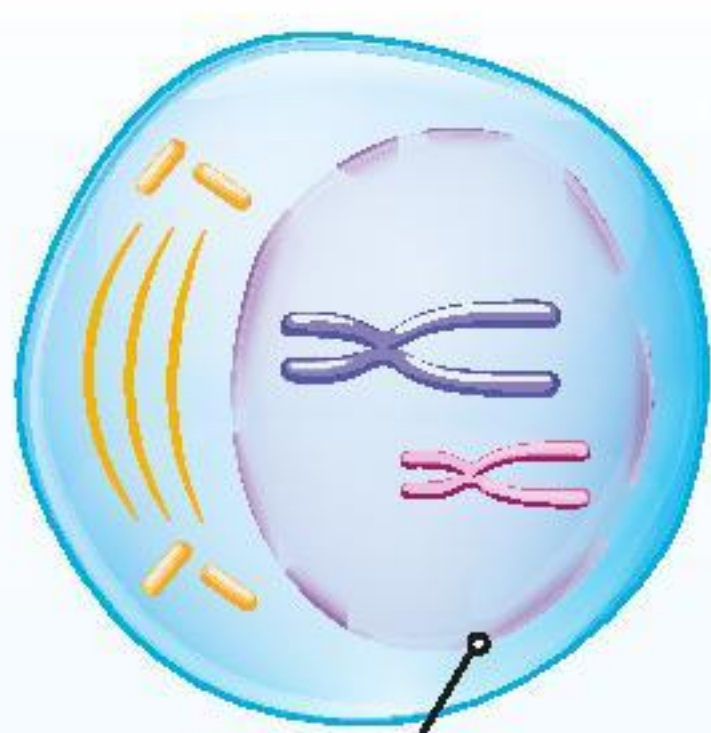
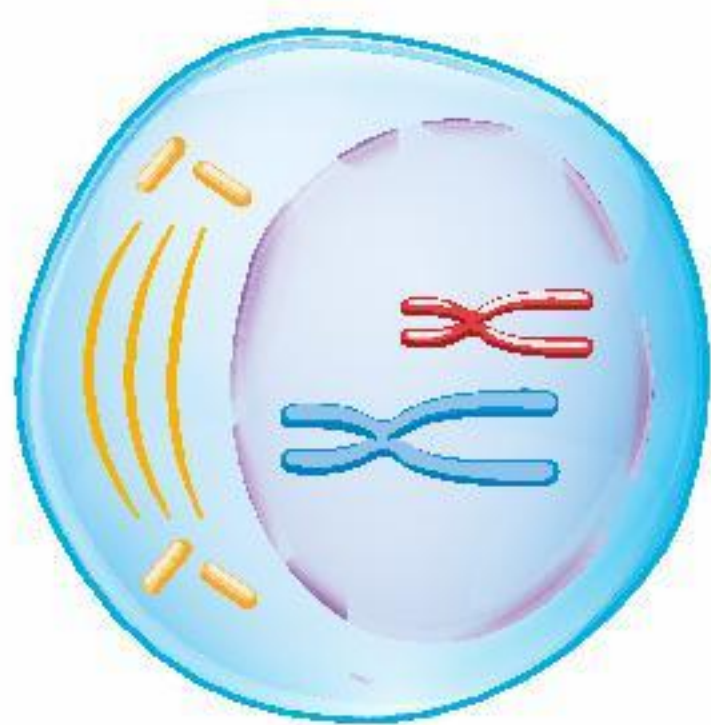


zestaw chromosomów od jednego rodzica



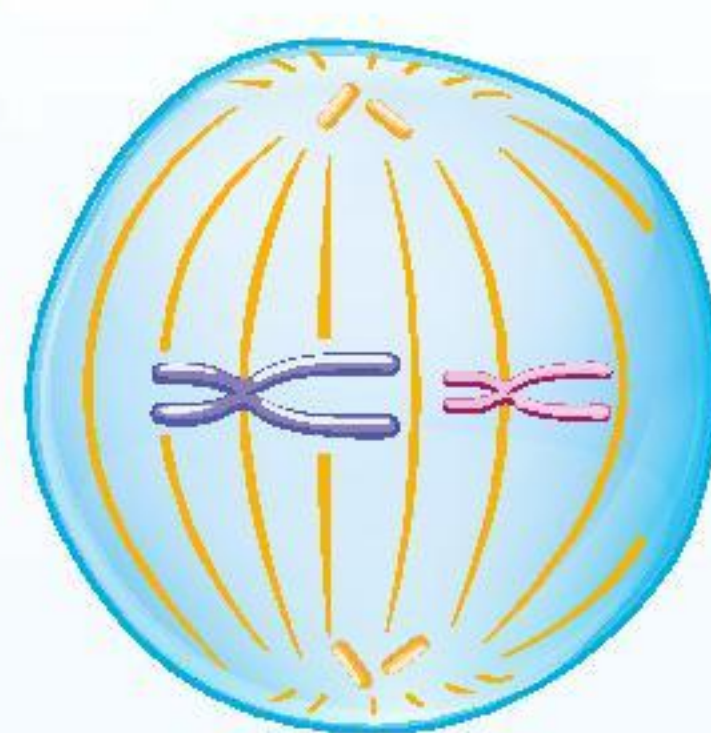
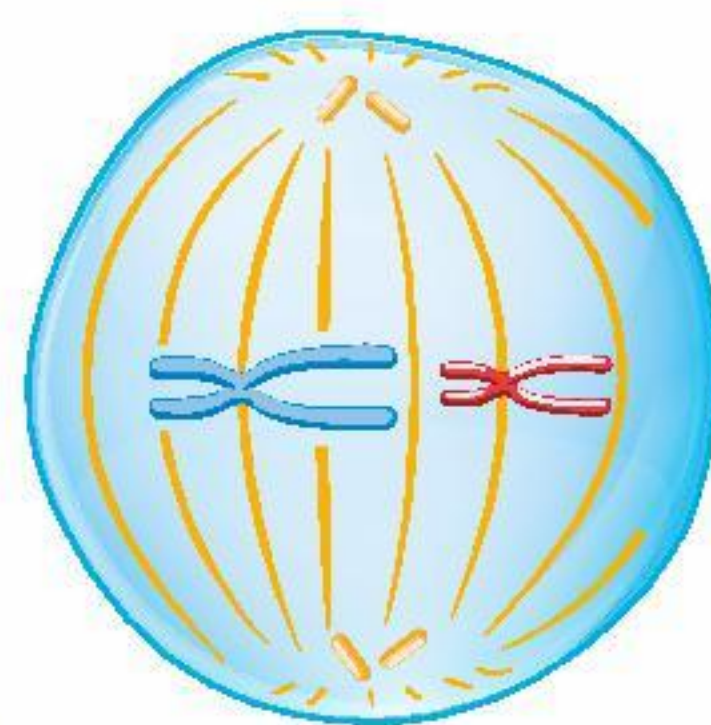
zestaw chromosomów od drugiego rodzica

- 5** Na początku drugiego podziału w komórkach potomnych ponownie zanikają otoczki jądrowe i tworzy się wrzeciono podziałowe.

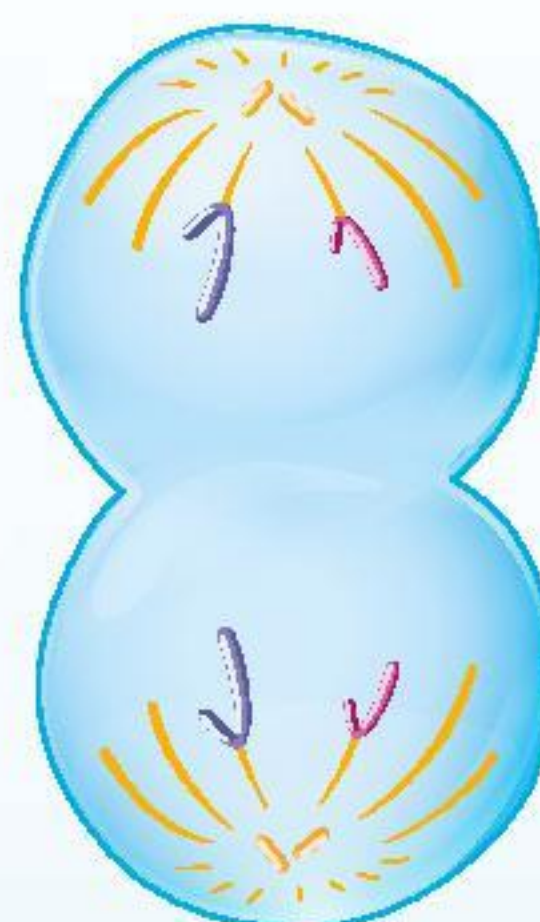
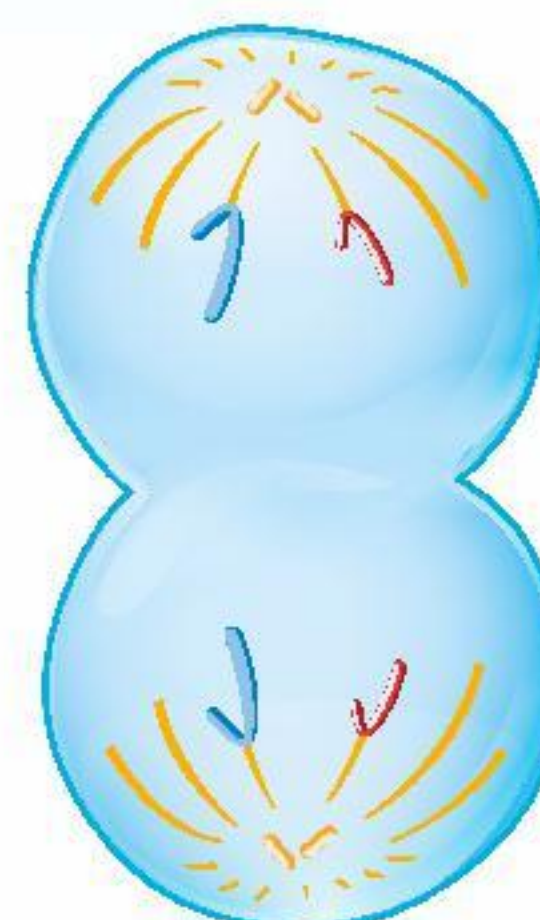


otoczka jądrowa

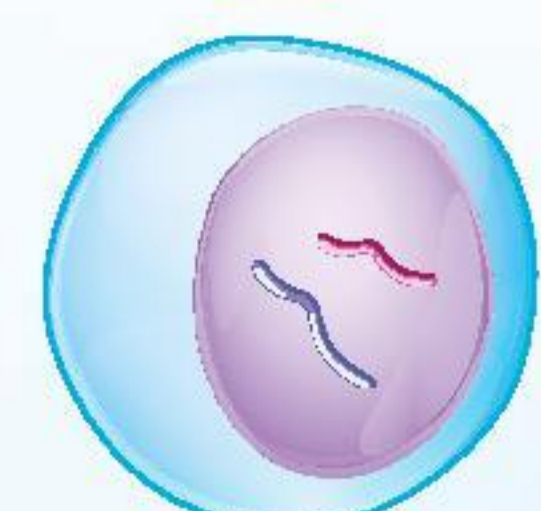
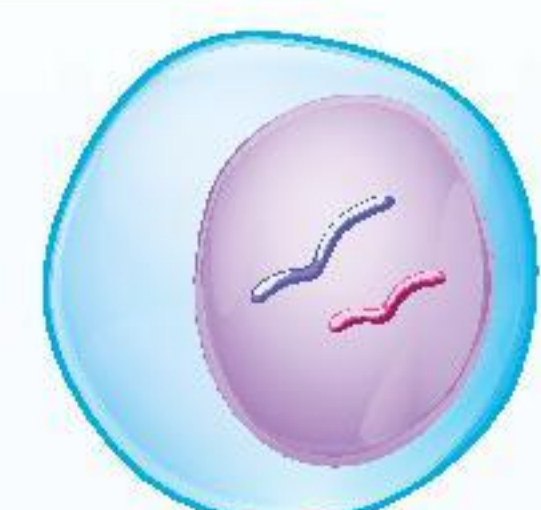
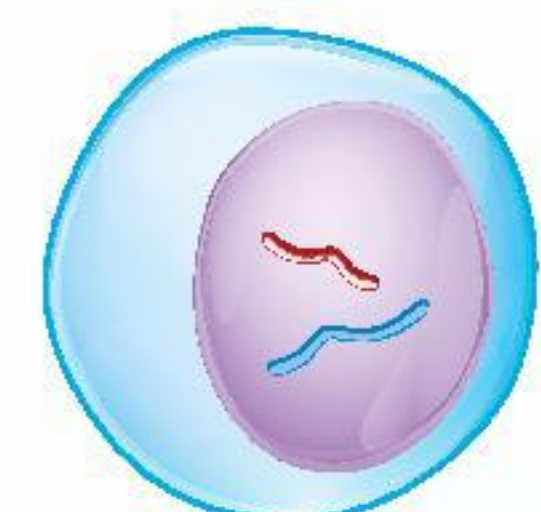
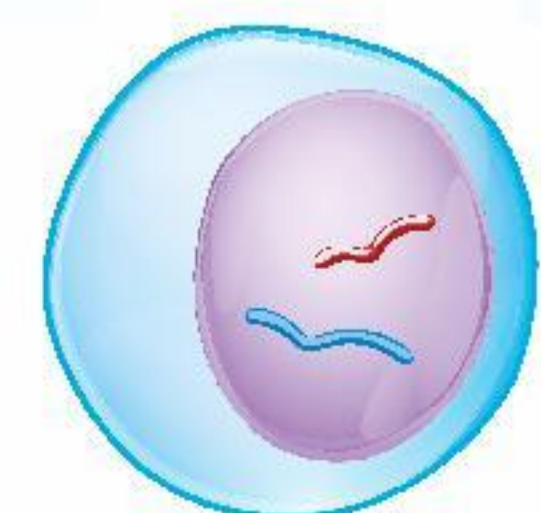
- 6** Chromosomy w każdej komórce łączą się z wrzecionem podziałowym i ustawiają w płaszczyźnie równikowej.



- 7** Chromatyd są odciągane do przeciwległych biegunów komórek.



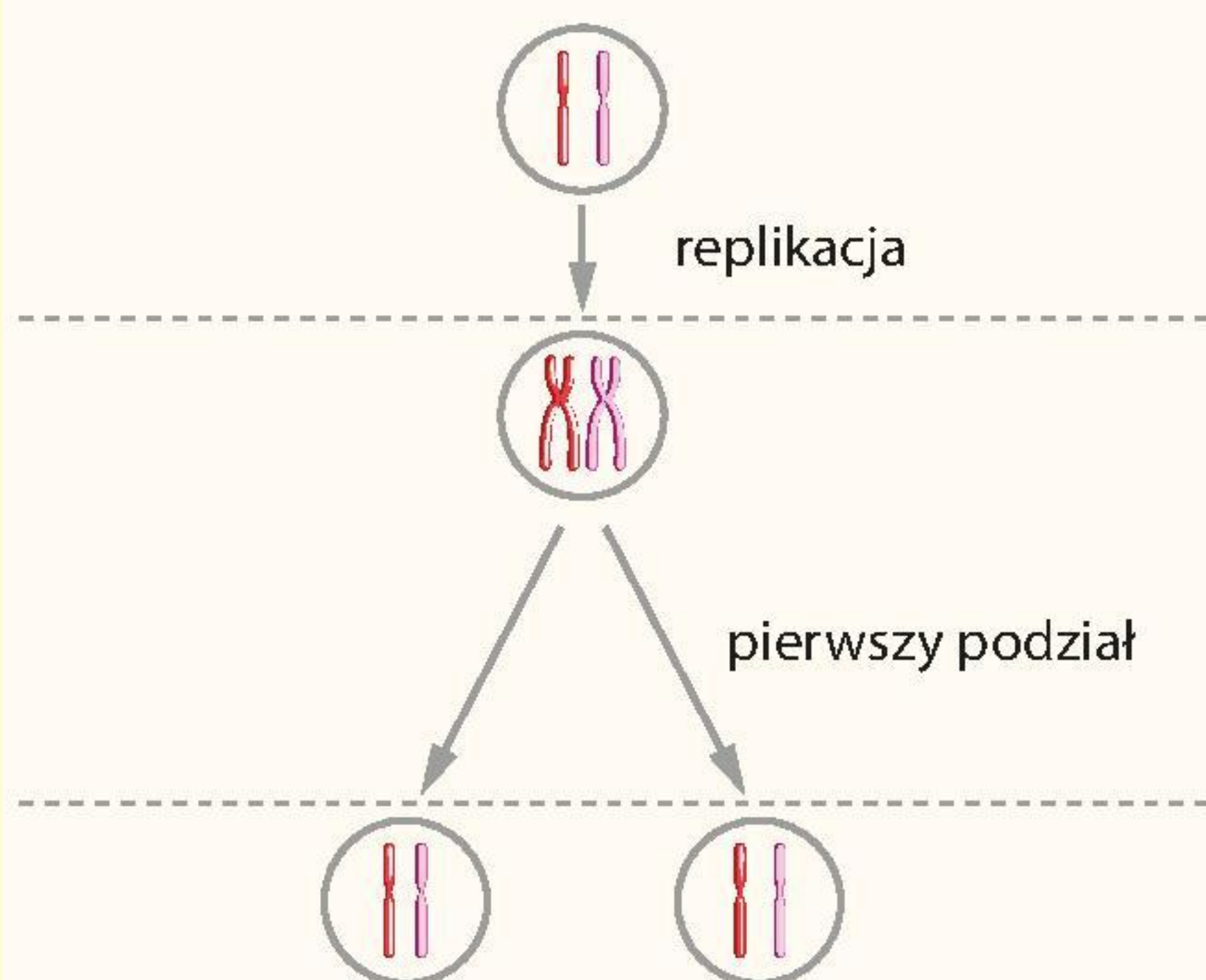
- 8** Ostatecznie powstają cztery komórki o zredukowanej o połowę liczbie chromosomów.



PORÓWNANIE MITOZY I MEJOZY

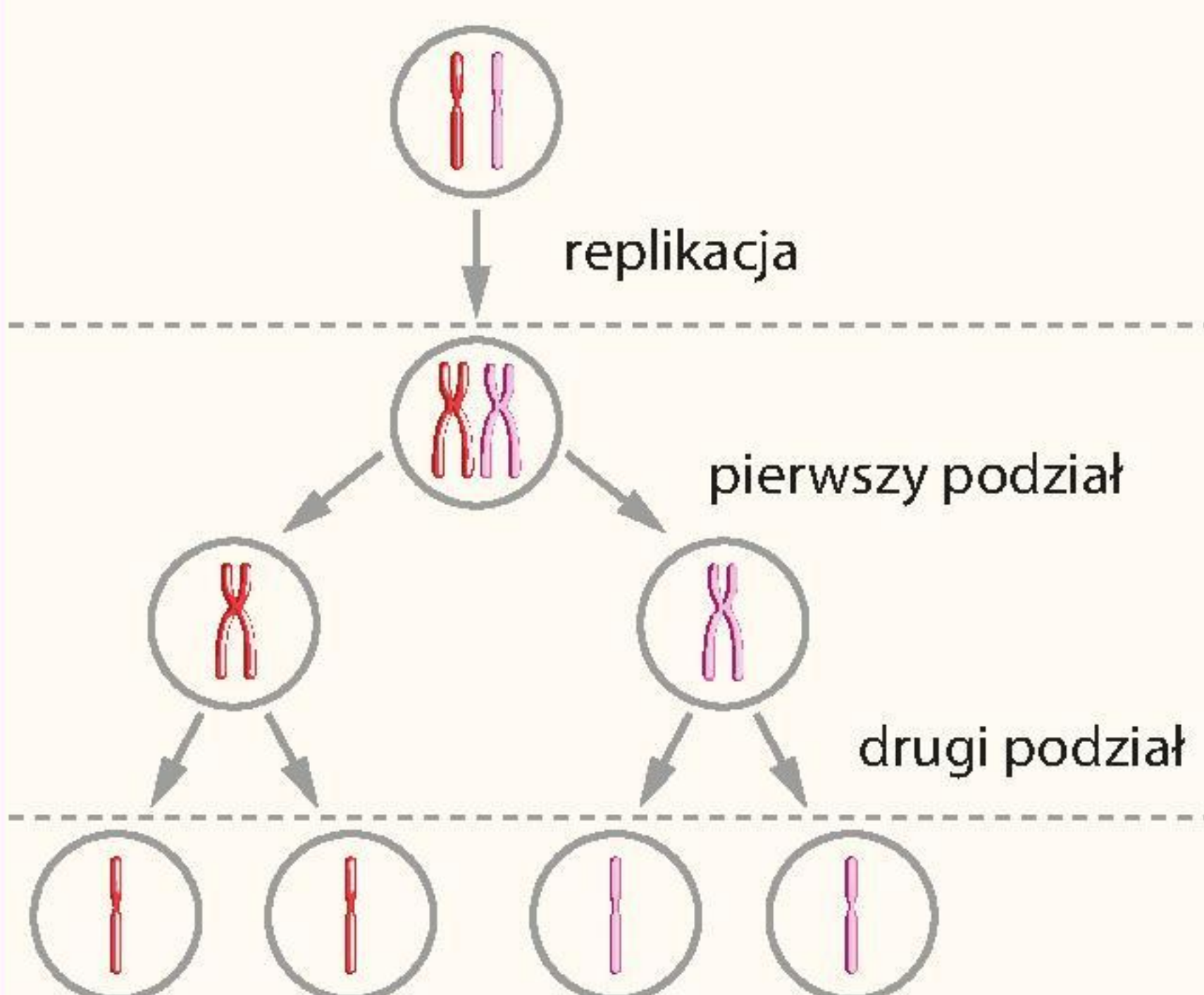
Mitoza

- Przed podziałem następuje replikacja.
- Podczas mitozy dochodzi do jednego podziału.
- Komórki potomne mają taką samą liczbę chromosomów jak komórka macierzysta.
- Służą do wytwarzania komórek somatycznych.



Mejoza

- Przed podziałem następuje replikacja.
- Podczas mejozy dochodzi do dwóch podziałów.
- Komórki potomne mają o połowę mniejszą liczbę chromosomów niż komórka macierzysta.
- Służą do wytwarzania gamet.



To najważniejsze!

- **Komórka diploidalna** w jądrze komórkowym ma podwójny zestaw chromosomów, a **komórka haploidalna** – pojedynczy.
- **Chromosomy homologiczne** mają taką samą wielkość i taki sam kształt, zawierają też geny warunkujące te same cechy.
- Wyróżnia się dwa rodzaje podziałów komórkowych: mitozę i mejozę.
- **Mitoza** prowadzi do powstania dwóch identycznych komórek potomnych z jednej komórki macierzystej.
- **Mejoza** prowadzi do powstania czterech komórek potomnych o zredukowanej o połowę liczbie chromosomów z jednej komórki macierzystej.

Ćwiczenia

1. Określ, czym są chromosomy homologiczne.
2. Wyjaśnij, czym się różnią komórki diploidalne od komórek haploidalnych.
3. Wyjaśnij, dlaczego DNA przed podziałem przyjmuje postać chromosomów.
4. Omów znaczenie mitozy i mejozy.

4

Podstawowe prawa dziedziczenia

Zwróć uwagę na:

- znaczenie terminów: „allel dominujący”, „allel recesywny”, „homozygota”, „heterozygota”, „fenotyp” i „genotyp”,
- prawo czystości gamet,
- sposób zapisu krzyżówki genetycznej.

Ludzie od dawna zastanawiali się, w jaki sposób rodzice przekazują swoje cechy potomstwu. Odpowiedź na to pytanie poznaliśmy dzięki pracy wielu naukowców. Pierwszym z nich był żyjący w XIX wieku **Gregor Mendel**. Sformułował on podstawowe prawa dziedziczenia, na których opiera się cała współczesna genetyka.

■ Różne wersje genu

Organizmy diploidalne mają dwa zestawy chromosomów – każdy odziedziczony po

jednym z rodziców. W zestawach tych znajdują się odpowiadające sobie chromosomy, czyli chromosomy homologiczne. Zawarte w nich geny są odpowiedzialne za te same cechy, na przykład za barwę włosów. Jednak w każdym chromosomie geny te mogą różnić się od siebie. Na przykład w jednym chromosomie może być wersja genu warunkująca wystąpienie ciemnych włosów, a w drugim chromosomie – wersja warunkująca wystąpienie jasnych włosów. Wersje tego samego genu nazywamy **allelami**.

Allele dominujące i recesywne

Chociaż w DNA możemy mieć dwa różne allele jednego genu, często występuje u nas cecha warunkowana tylko przez jeden z nich. Dzieje się tak, ponieważ niektóre allele – nazywane **dominującymi** – maskują obecność innych – zwanych **recesywnymi**. Allele dominujące odpowiadają za wystąpienie cech dominujących, natomiast allele recesywne – cech recesywnych.



Ciemny kolor włosów jest cechą dominującą, a jasny kolor włosów – cechą recesywną.

■ Heterozygoty i homozygoty

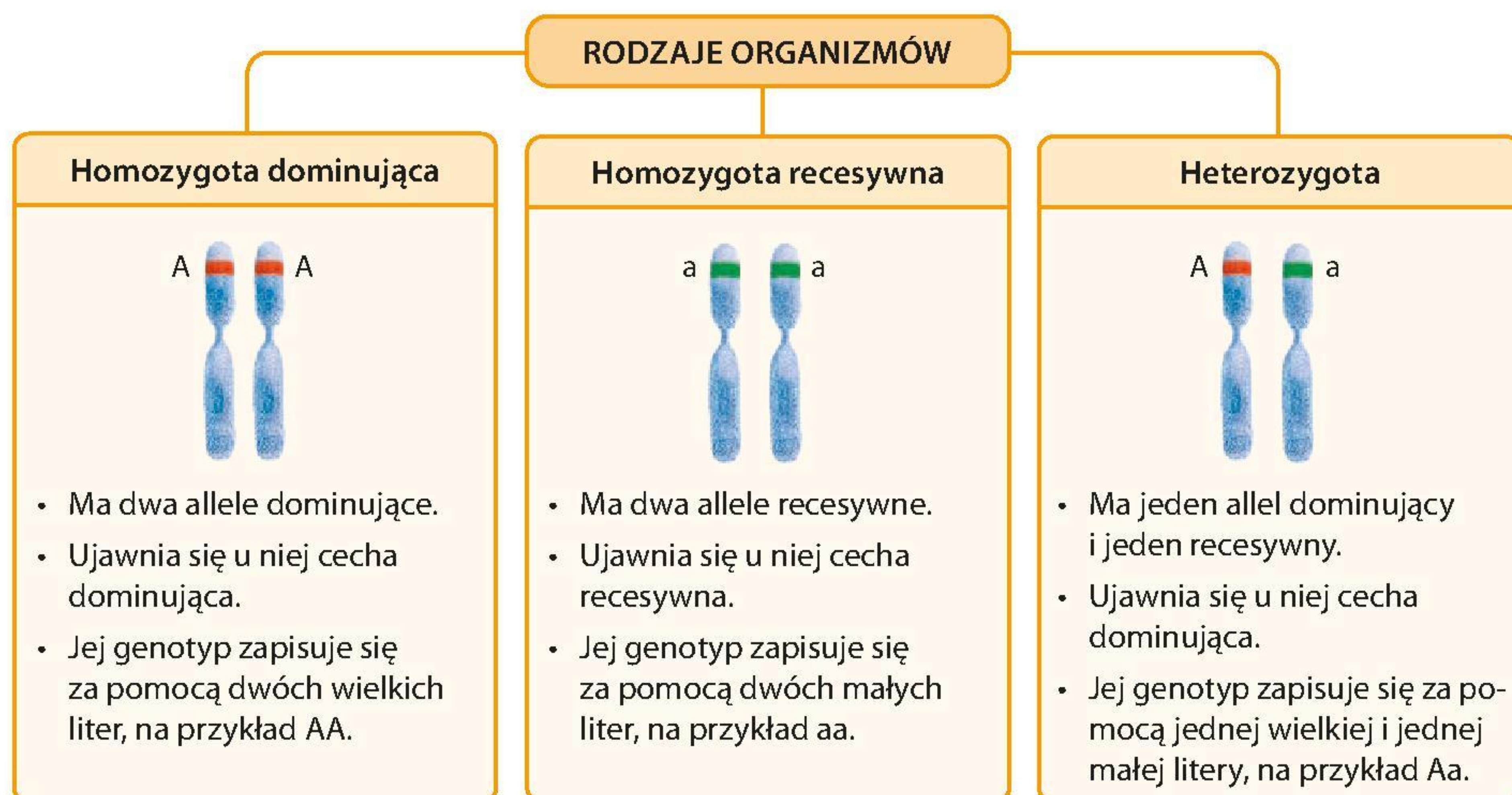
Organizm diploidalny może mieć dwa różne lub dwa identyczne allele jednego genu. Jeśli osobnik ma dwa różne allele, nazywamy go **heterozygotą**. Natomiast jeśli ma dwa identyczne allele, nazywamy go **homozygotą**.

W zależności od tego, jakie allele występują u homozygoty, wyróżniamy:

- **homozygotę dominującą**, czyli taką, która ma dwa allele dominujące,

- **homozygotę recesywną**, czyli taką, która ma dwa allele recesywne.

Określenia „homozygota” i „heterozygota” odnoszą się do pojedynczego genu. W komórkach organizmów występuje wiele tysięcy różnych genów. Organizm może więc być homozygotą (dominującą lub recesywną) pod względem jednego genu, a heterozygotą pod względem innego.



Fenotyp i genotyp

Możliwe do zaobserwowania cechy organizmu, na przykład kolor włosów, oczu czy kształt uszu, to jego **fenotyp**.

Powstają one pod wpływem działania genów oraz środowiska. **Genotyp** to zespół wszystkich genów organizmu. Nazywamy tak również zapis allele pojedynczych genów, na przykład Aa.

Fenotyp dziewczyny ze zdjęcia to m.in. rude, kręcone włosy, niebieskie oczy i jasny kolor skóry. Zależy on od genotypu i czynników środowiska, na przykład latem kolor skóry dziewczyny może być ciemniejszy, jeśli będzie się ona opalać.



Prawo czystości gamet

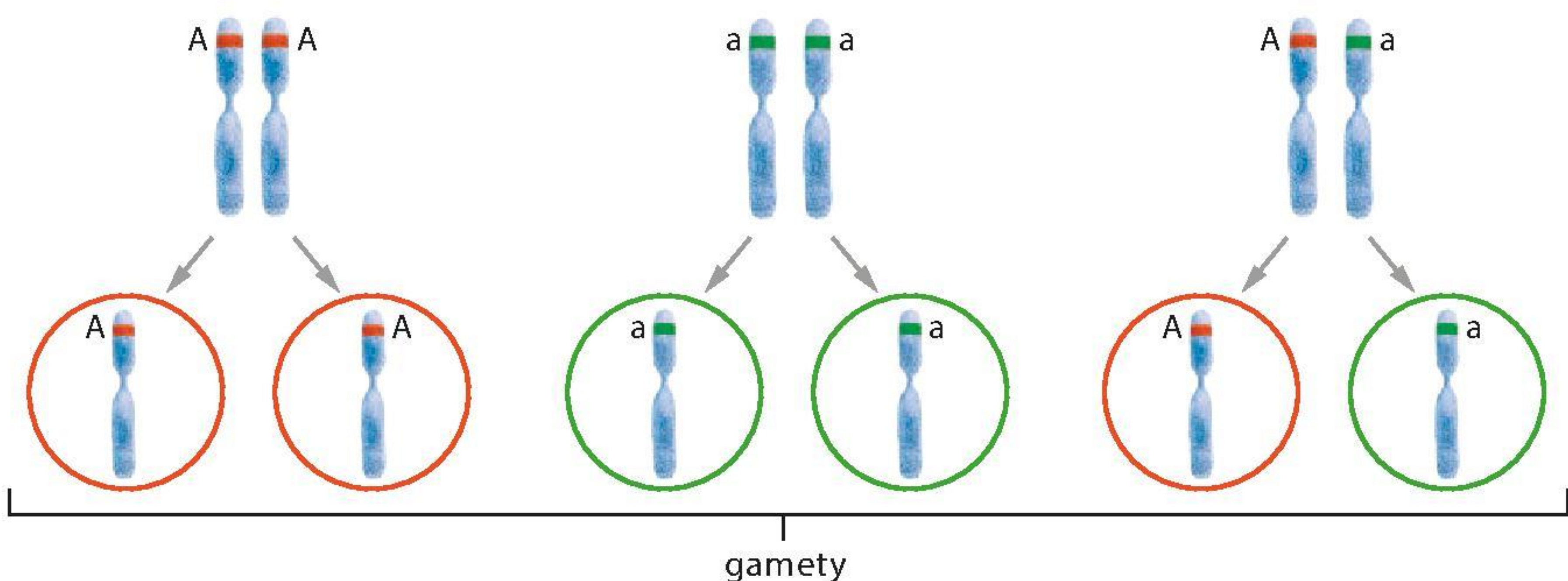
Podstawowe prawo dziedziczenia mówi, że w każdej gamecie organizmu diploidalnego (komórce jajowej i plemniku) znajduje się tylko jeden allel danego genu. Prawo to jest nazywane **prawem czystości gamet** lub **pierwszym prawem Mendla** – od nazwiska jego odkrywcy – Gregora Mendla.

Wytwarzanie gamet na przykładzie genu A

Homozygota dominująca wytwarza jeden rodzaj gamet. W każdej gamecie znajduje się allel dominujący A.

Homozygota recesywna wytwarza jeden rodzaj gamet. W każdej gamecie znajduje się allel recesywny a.

Heterozygota wytwarza dwa rodzaje gamet. Jeden rodzaj zawiera allel dominujący A, natomiast drugi – allel recesywny a.



Gregor Mendel – ojciec genetyki

Czeski zakonnik Gregor Mendel przez wiele lat prowadził badania na różnych odmianach **grochu zwyczajnego**. Rozpoczął od wyhodowania tzw. **czystych linii**, czyli osobników, u których konkretna cecha, na przykład biały kolor kwiatów, utrzymuje się z pokolenia na pokolenie. Następnie krzyżował, czyli kojarzył ze sobą, osobniki o odmiennych cechach i obserwował powstałe potomstwo.



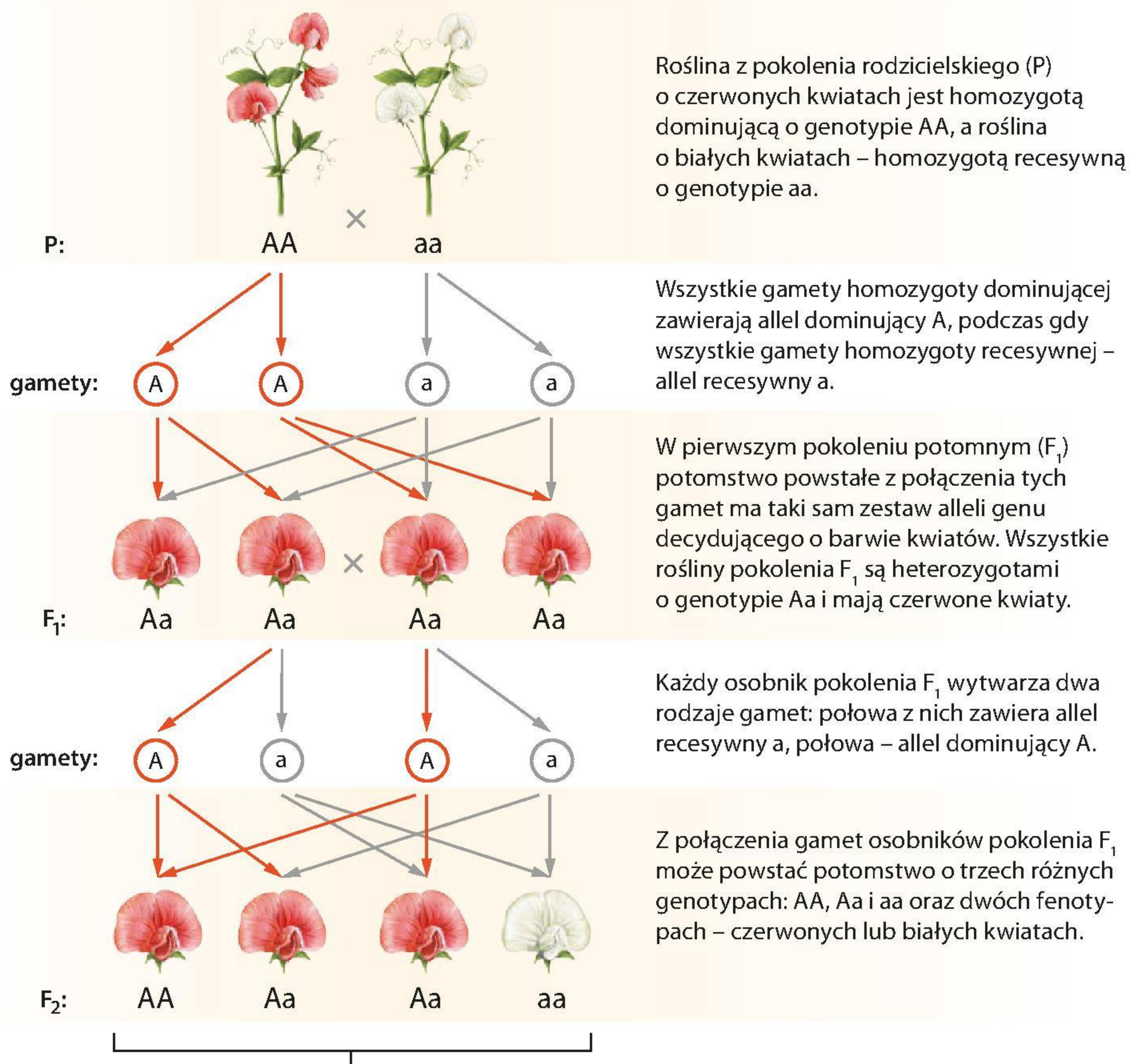
Gregor Mendel dziś jest nazywany ojcem genetyki, jednak doceniono go dopiero po jego śmierci.

Czerwona barwa kwiatów grochu zwyczajnego jest cechą dominującą, natomiast biała – recesywną.



Krzyżówka genetyczna

Genotyp i fenotyp potomstwa można ustalić na podstawie krzyżówki genetycznej¹. Pokolenie rodzicielskie, czyli pierwsze pokolenie krzyżowanych roślin, oznacza się literą P, natomiast pokolenia potomne – literą F. Zapis F_1 oznacza pierwsze pokolenie potomne, a F_2 – drugie pokolenie potomne.



Fenotyp osobnika wynika z jego genotypu. Wszystkie osobniki, które w swoim genotypie mają przynajmniej jeden allel dominujący A, mają czerwone kwiaty (3/4 potomstwa). Są to homozygoty dominujące i heterozygoty. Jedynie homozygoty recesywne mają białe kwiaty (1/4 potomstwa).

¹ **Krzyżówka genetyczna** – sposób przewidywania możliwych genotypów i wynikających z nich fenotypów potomstwa na podstawie rodzajów gamet produkowanych przez organizmy z pokolenia rodzicielskiego.

Jak zapisać krzyżówkę genetyczną?

Jeśli znane są genotypy rodziców, na przykład $Aa \times Aa$, to krzyżówkę genetyczną można zapisać za pomocą tabeli.

- 1** Narysuj w zeszycie tabelę, która będzie miała trzy wiersze i trzy kolumny.

W pierwszej komórce tabeli wpisz symbole rodziców: ♂ – symbol płci męskiej oraz ♀ – symbol płci żeńskiej.

♀ ♂	?	?
?	?	?
?	?	?

- 2** W odpowiednie miejsca wpisz gamety rodziców.

W pierwszym wierszu wpisz symbole gamet męskich.

W pierwszej kolumnie wpisz symbole gamet żeńskich.

♀ ♂	A	a
A	?	?
a	?	?

- 3** We właściwe miejsca wpisz genotypy zygot, które powstaną z połączenia gamet.

Zapisz obok siebie symbole alleli pochodzących od każdej z łączących się gamet.

♀ ♂	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

- 4** Na podstawie genotypów ustal fenotypy potomstwa.

Każdy osobnik, który odziedziczy allel dominujący, będzie miał czerwone kwiaty – 3/4 potomstwa. U 1/4 potomstwa kwiaty będą białe.

♀ ♂	A	a
A	 AA	 Aa
a	 Aa	 aa

To najważniejsze!

- **Allele** to różne wersje tego samego genu. **Allele dominujące** odpowiadają za wystąpienie cechy dominującej. **Allele recesywne** odpowiadają za wystąpienie cechy recesywnej.
- Zależnie od tego, jakie allele występują w genotypie danego osobnika, wyróżnia się: **homozygotę dominującą** (oba allele w genotypie są dominujące), **heterozygotę** (w genotypie jeden allel jest dominujący, a drugi – recesywny) i **homozygotę recesywną** (oba allele w genotypie są recesywne).
- U homozygot dominujących i heterozygot ujawnia się cecha dominująca, natomiast u homozygot recesywnych – cecha recesywna.
- Informacja genetyczna zawarta we wszystkich genach organizmu to jego **genotyp**. Możliwe do zaobserwowania cechy organizmu to jego **fenotyp**.
- **Prawo czystości gamet** (pierwsze prawo Mendla) mówi, że w każdej gamecie organizmu diploidalnego znajduje się tylko jeden allel danego genu.

Ćwiczenia

1. Wyjaśnij, na czym polega różnica między allelem dominującym a recesywnym.
2. Określ, czym różni się genotyp od fenotypu.
3. Podaj genotypy homozygoty recesywnej, homozygoty dominującej i heterozygoty na przykładzie genu B.
4. Wyjaśnij, na czym polega prawo czystości gamet.

Dziedziczenie cech u człowieka

Zwróć uwagę na:

- przykłady cech, które dominują u ludzi,
- sposób, w jaki ustala się prawdopodobieństwo wystąpienia u potomstwa określonej cechy.

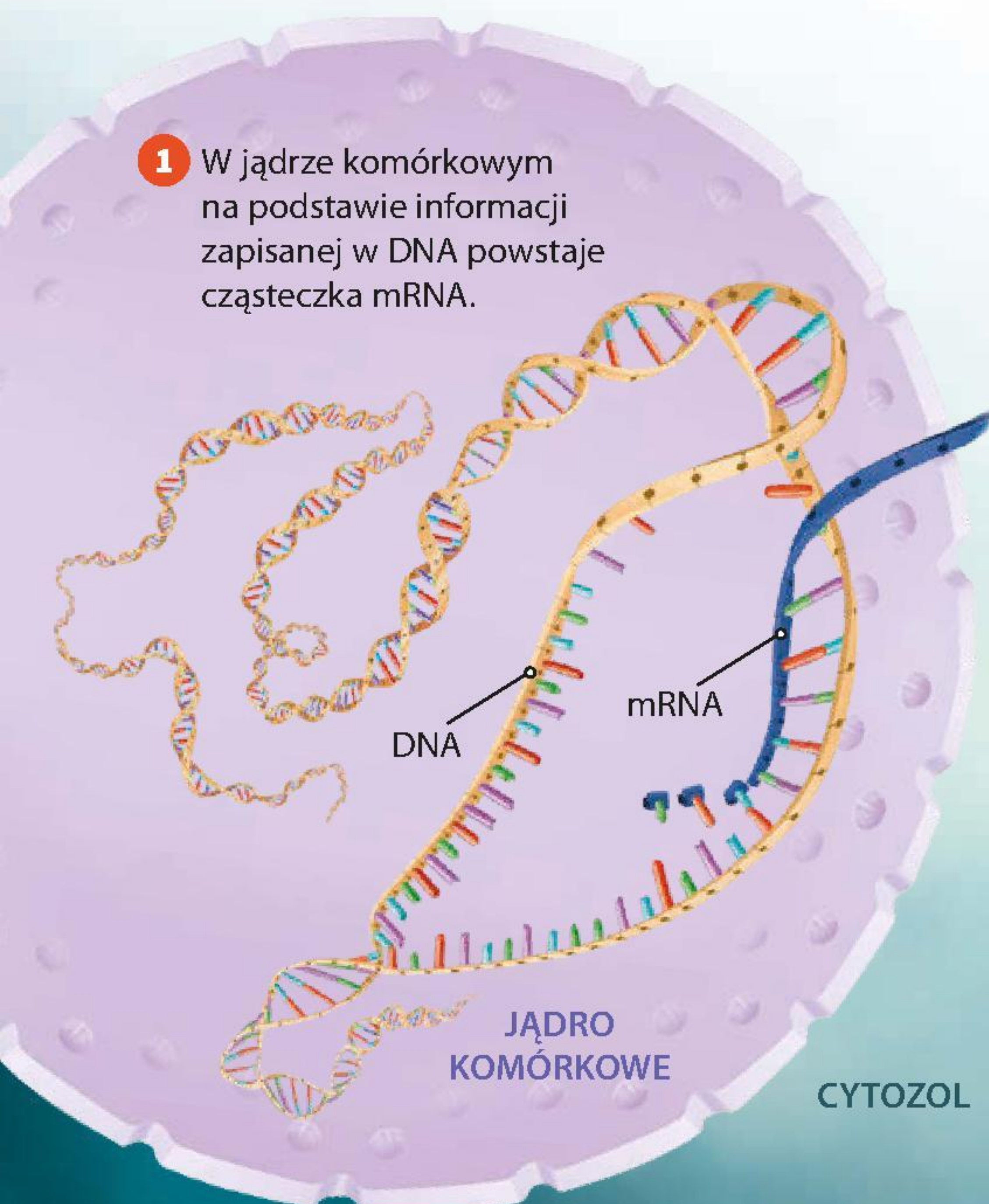
Tylko nieliczne cechy, które dziedziczymy po rodzicach, są zależne od jednego genu. Na przykład w ten sposób dziedziczymy niektóre choroby genetyczne. Takie cechy, jak barwa

oczu czy kształt uszu, są wynikiem współdziałania kilku genów. Na wiele naszych cech wpływają zarówno geny, jak i czynniki środowiska. Należą do nich na przykład wzrost i masa ciała.

Dowiedz się więcej

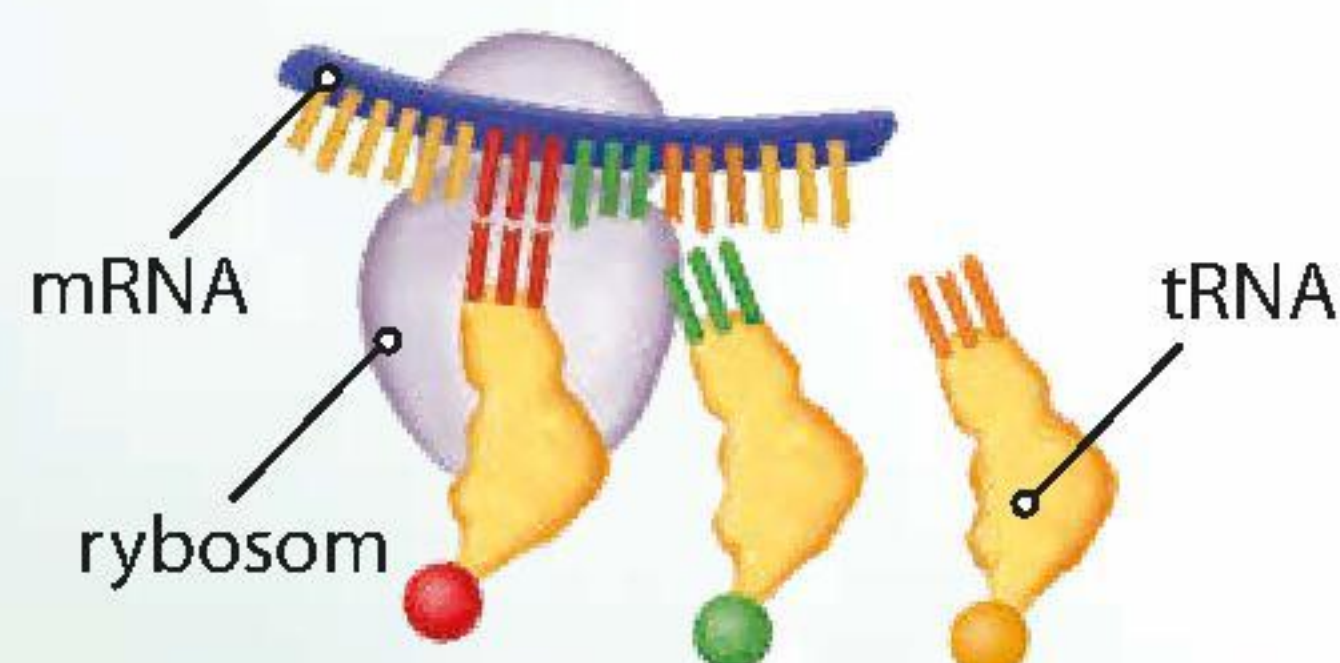
Od genu do cechy

Geny zawierają informacje o cechach organizmu, a dokładniej – o budowie białek, dzięki którym te cechy mogą się ujawnić. Do białek należą między innymi enzymy, które uczestniczą w wytwarzaniu melaninu – barwników odpowiedzialnych na przykład za barwę oczu.



- 1 W jądrze komórkowym na podstawie informacji zapisanej w DNA powstaje cząsteczka mRNA.

- 2 Z jądra mRNA przenika do cytozolu, gdzie służy jako matryca do budowy białka. Aminokwasy, transportowane przez cząsteczki tRNA, łączą się ze sobą w odpowiedniej kolejności przy udziale rybosomów.



- 3 Powstały łańcuch aminokwasów oddziela się od rybosomów i zwiija w określony sposób, dzięki czemu tworzy się w pełni funkcjonalne białko. W tym przypadku jest to enzym, który uczestniczy w produkcji melaniny odpowiedzialnej za brązową barwę oczu.



Które cechy dominują u ludzi?

Ciemna barwa włosów jest cechą dominującą, co oznacza, że ujawnia się ona u osób, które odziedziczyły po rodzicach allele dominujące. Odpowiadająca im cecha recesywna – jasne włosy – ujawnia się u homozygot recesywnych. Podobnie dziedziczy się takie cechy, jak na przykład kształt uszu czy umiejętność zwijania języka.

■ Cechy dominujące



- odstające uszy



- umiejętność zwijania języka w rurkę



- dołki w policzkach
- piegi



- ciemne włosy
- kręcone włosy
- ciemny kolor oczu

■ Cechy recesywne



- przylegające uszy



- brak umiejętności zwijania języka w rurkę



- policzki bez dołków
- brak piegów



- jasne włosy
- proste włosy
- jasny kolor oczu

Jak ustalić prawdopodobieństwo wystąpienia u potomstwa określonej cechy przy założeniu, że jest ona dziedziczona jednogenowo?

Aby sprawdzić, jakie jest prawdopodobieństwo wystąpienia u potomstwa wybranej cechy, sporządza się krzyżówkę genetyczną.

Przykład 1.

Ustalenie prawdopodobieństwa występowania cechy u potomstwa, jeśli znane są genotypy rodziców

Polecenie: Ustal, jakie jest prawdopodobieństwo urodzenia się dziecka bez piegów rodzicom, którzy mają piegi i są heterozygotami. Przykłady wykonaj w zeszycie.

W poleceniu podano zarówno fenotypy rodziców (osoby mające piegi), jak i ich genotypy (heterozygoty). Aby rozwiązać zadanie, należy poprawnie uzupełnić krzyżówkę genetyczną.

- 1 Oznacz allele. Allel warunkujący obecność piegów na skórze jest dominujący, natomiast allel odpowiedzialny za brak piegów jest recesywny. Zapisz to.

A – allel warunkujący obecność piegów

a – allel warunkujący brak piegów

- 2 Wypisz genotypy rodziców i gamety wytwarzane przez każdego z nich.

Pokolenie rodzicielskie: ♀ Aa × Aa ♂

Gamety matki ♀: A i a

Gamety ojca ♂: A i a

- 3 Narysuj tabelę składającą się z trzech wierszy i trzech kolumn, a następnie ją uzupełnij. Wpisz w odpowiednie miejsca gamety rodziców.

♀ \ ♂	A	a
A	?	?
a	?	?

- 4 Wpisz we właściwe miejsca możliwe genotypy zygot powstałych z połączenia poszczególnych gamet.

♀ \ ♂	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

- 5 Zakreśl genotyp dziecka, u którego ujawni się cecha recesywna, czyli brak piegów. Będzie to homozygota recesywna.

♀ \ ♂	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

Widzisz teraz, że prawdopodobieństwo urodzenia się dziecka, u którego ujawni się cecha recesywna – brak piegów – wynosi 1/4, czyli 25%.

Przykład 2.

Ustalenie prawdopodobieństwa występowania cechy u potomstwa, jeśli nie są znane genotypy obojga rodziców

Polecenie: Ustal prawdopodobieństwo urodzenia się dziecka bez dołków w policzkach kobiecie, która ma dołki, i mężczyźnie, który ich nie ma.

W poleceniu podano jedynie fenotypy rodziców. Jeśli wiemy, że obecność dołków w policzkach jest cechą dominującą, powinniśmy najpierw spróbować ustalić ich genotypy.

- 1 Oznacz allele. Allel warunkujący obecność dołków w policzkach jest dominujący, natomiast allel odpowiedzialny za brak dołków – recesywny. Zapisz to.

A – allel warunkujący obecność dołków w policzkach

a – allel warunkujący brak dołków w policzkach

- 2** Wypisz fenotypy rodziców. Ustal, jaka cecha – dominująca czy recesywna – ujawnia się u każdego z nich. Następnie podaj możliwe genotypy.

Fenotyp ojca – policzki bez dołków (cecha recesywna). Cecha recesywna ujawnia się jedynie u homozygot recesywnych, ojciec jest więc homozygotą recesywną.

Fenotyp matki – policzki z dołkami (cecha dominująca). Cecha dominująca ujawnia się zarówno u homozygot dominujących, jak i u heterozygot. Matka może więc być homozygotą dominującą lub heterozygotą.

Jeżeli nie wiadomo, czy osoba o cesze dominującej jest homozygotą czy heterozygotą, to aby ustalić prawdopodobieństwo wystąpienia jakiejś cechy u jej potomstwa, należy rozpatrzyć oba przypadki.

Przypadek a

Matka jest heterozygotą Aa

- 3a** Wypisz gamety wytwarzane przez matkę i ojca.

Gamety matki ♀: A i a

Gamety ojca ♂: a i a

- 4a** Narysuj tabelę i wpisz w odpowiednie miejsca gamety rodziców. Następnie wpisz możliwe genotypy zygot powstałych z połączenia poszczególnych gamet.

♀ \ ♂	a	a
A	Aa	Aa
a	aa	aa

Widzisz teraz, że jeżeli matka jest heterozygotą, to prawdopodobieństwo urodzenia się dziecka bez dołków w policzkach wynosi 50%.

Przypadek b

Matka jest homozygotą dominującą AA

- 3b** Wypisz gamety wytwarzane przez matkę i ojca.

Gamety matki ♀: A i A

Gamety ojca ♂: a i a

- 4b** Narysuj tabelę i wpisz w odpowiednie miejsca gamety rodziców. Następnie wpisz możliwe genotypy zygot powstałych z połączenia poszczególnych gamet.

♀ \ ♂	a	a
A	Aa	Aa
A	Aa	Aa

Widzisz teraz, że jeżeli matka jest homozygotą dominującą, to nie może urodzić dziecka bez dołków w policzkach.

To najważniejsze!

- Nieliczne cechy człowieka są warunkowane przez jeden gen. Tak są dziedziczone na przykład niektóre choroby genetyczne.
- Większość cech człowieka, między innymi barwa i struktura włosów oraz kształt uszu, jest warunkowana przez wiele genów.
- Niektóre cechy człowieka, na przykład wzrost czy masa ciała, są wynikiem zarówno działania genów, jak i czynników środowiska.

Ćwiczenia

- Sprawdź, jakie jest prawdopodobieństwo urodzenia się dziecka o kręconych włosach, jeśli jego mama ma kręcone włosy, a tata – proste włosy. Przyjmij, że ta cecha jest dziedziczona jednogenowo.
- Ustal, czy jest możliwe urodzenie się dziecka ze zdolnością zwijania języka w rurkę rodzicom, którzy nie potrafią tego zrobić. Przyjmij, że ta cecha jest dziedziczona jednogenowo.



6

Dziedziczenie płci u człowieka

Zwróć uwagę na:

- sposób, w jaki ludzie dziedziczą płęć,
- dziedziczenie hemofilii i daltonizmu.

Czy zastanawiałeś się, co decyduje o płci człowieka? Informacja ta znajduje się w jądrze komórkowym każdej komórki naszego ciała. Zostaje ustalona po połączeniu się dwóch gamet w zygotę.

Chromosomy płci

U kobiet i mężczyzn 22 pary chromosomów są takie same. Niezależnie od płci zawierają one geny warunkujące te same cechy związane z budową i funkcjonowaniem organizmu człowieka. Różnice dotyczą ostatniej – 23 pary chromosomów. Nazywamy je **chromosomami płci**, bo to od nich zależy płeć człowieka. U kobiet są to dwa chromosomy X, a u mężczyzn – jeden chromosom X i jeden Y.

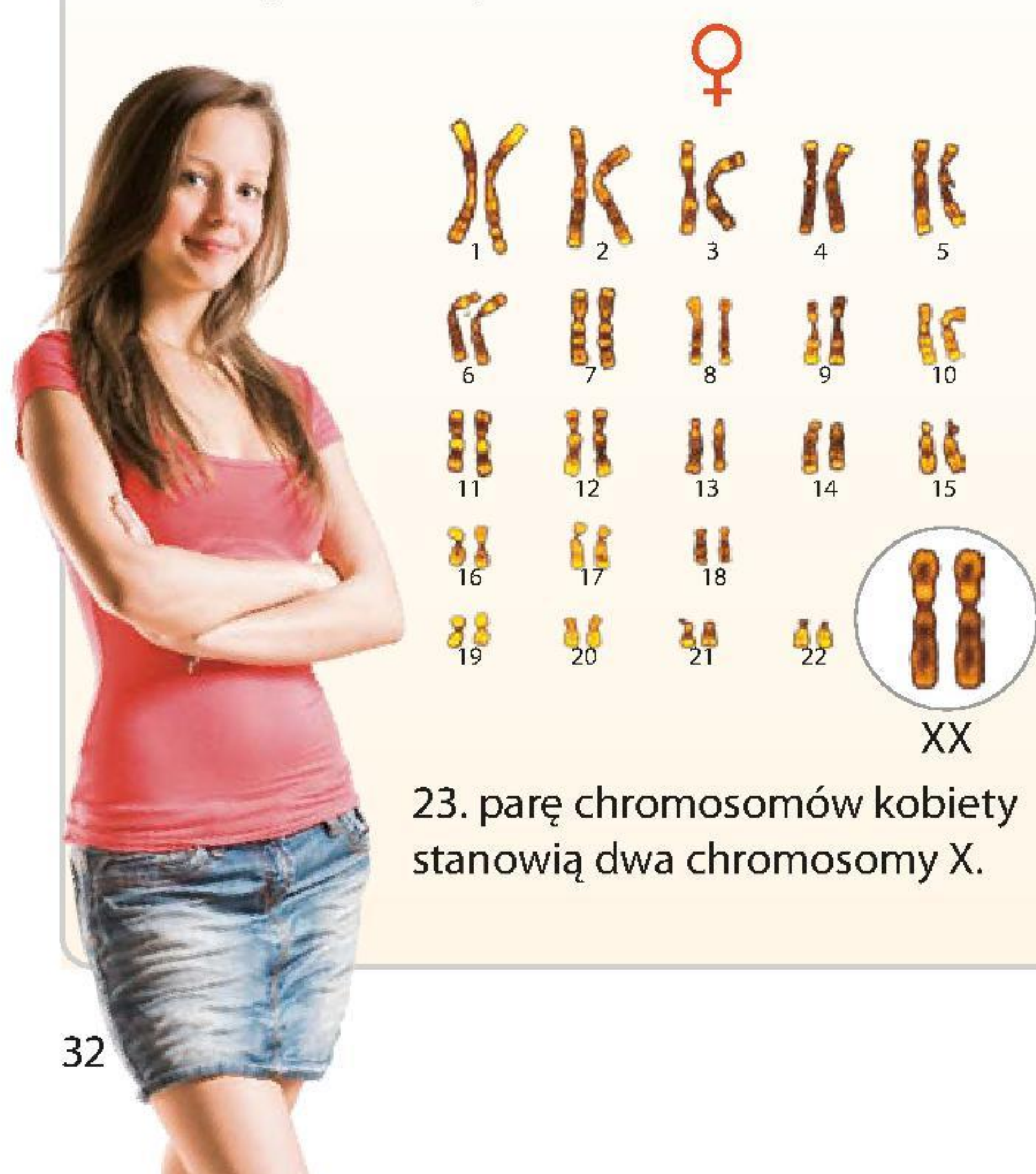
Wszystkie pozostałe chromosomy niezwiązane z płcią nazywamy **autosomalnymi**. Kariotyp człowieka, czyli zestaw 46 chromosomów, obejmuje więc:

- 22 pary chromosomów autosomalnych,
- jedną parę chromosomów płci.

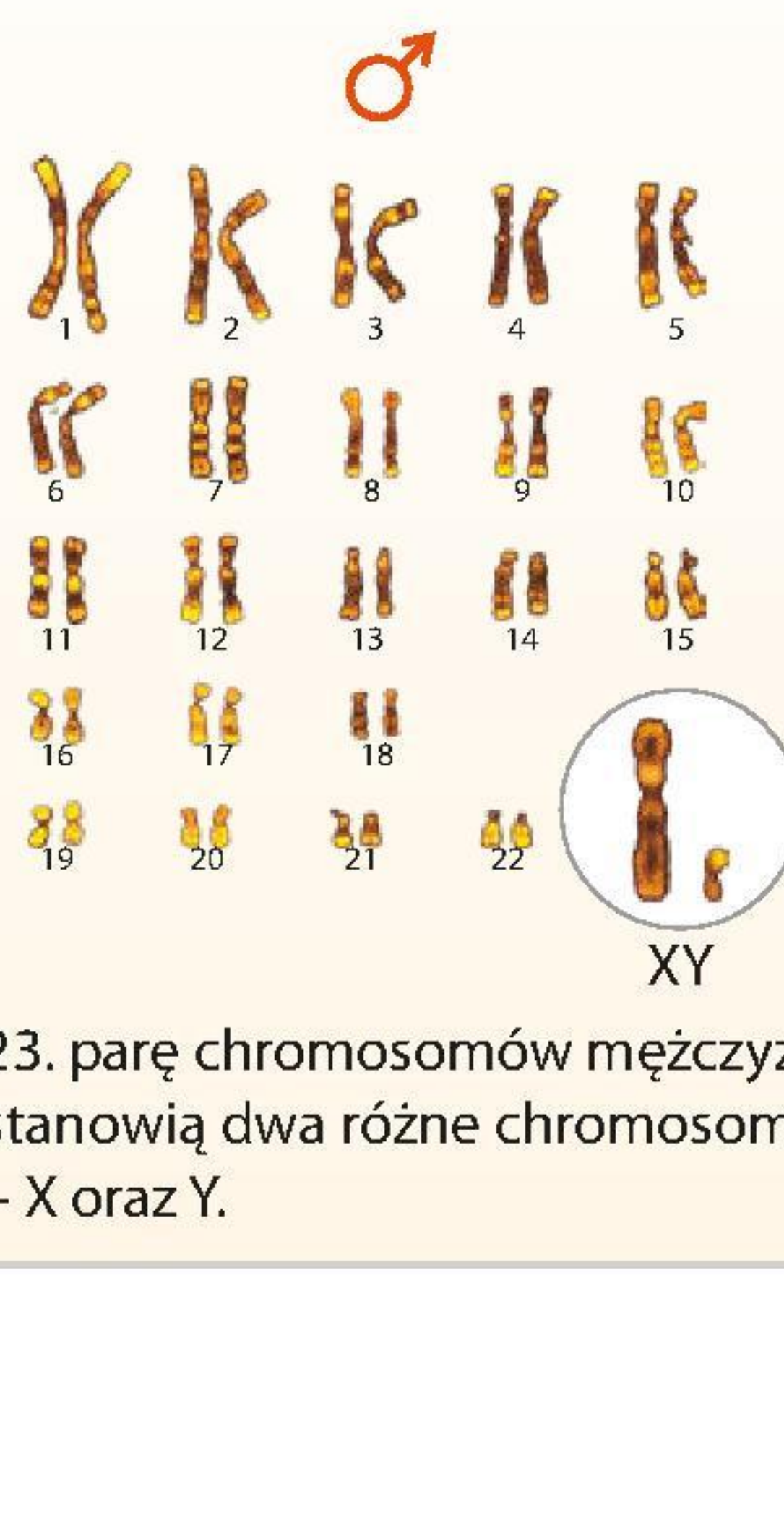
W chromosomie X zidentyfikowano dotychczas ponad 1000 genów, a wśród nich geny warunkujące krzepnięcie krwi, funkcjonowanie komórek mięśniowych i rozróżnianie barw oraz rozwój żeńskich cech płciowych u kobiet. W chromosomie Y zidentyfikowano ponad 100 genów. Warunkują one rozwój męskich cech płciowych.

Płeć zapisana w chromosomach

Kariotypy mężczyzny i kobiety różnią się od siebie. Można to zaobserwować na fotografii wszystkich chromosomów człowieka.



23. parę chromosomów kobiety stanowią dwa chromosomy X.



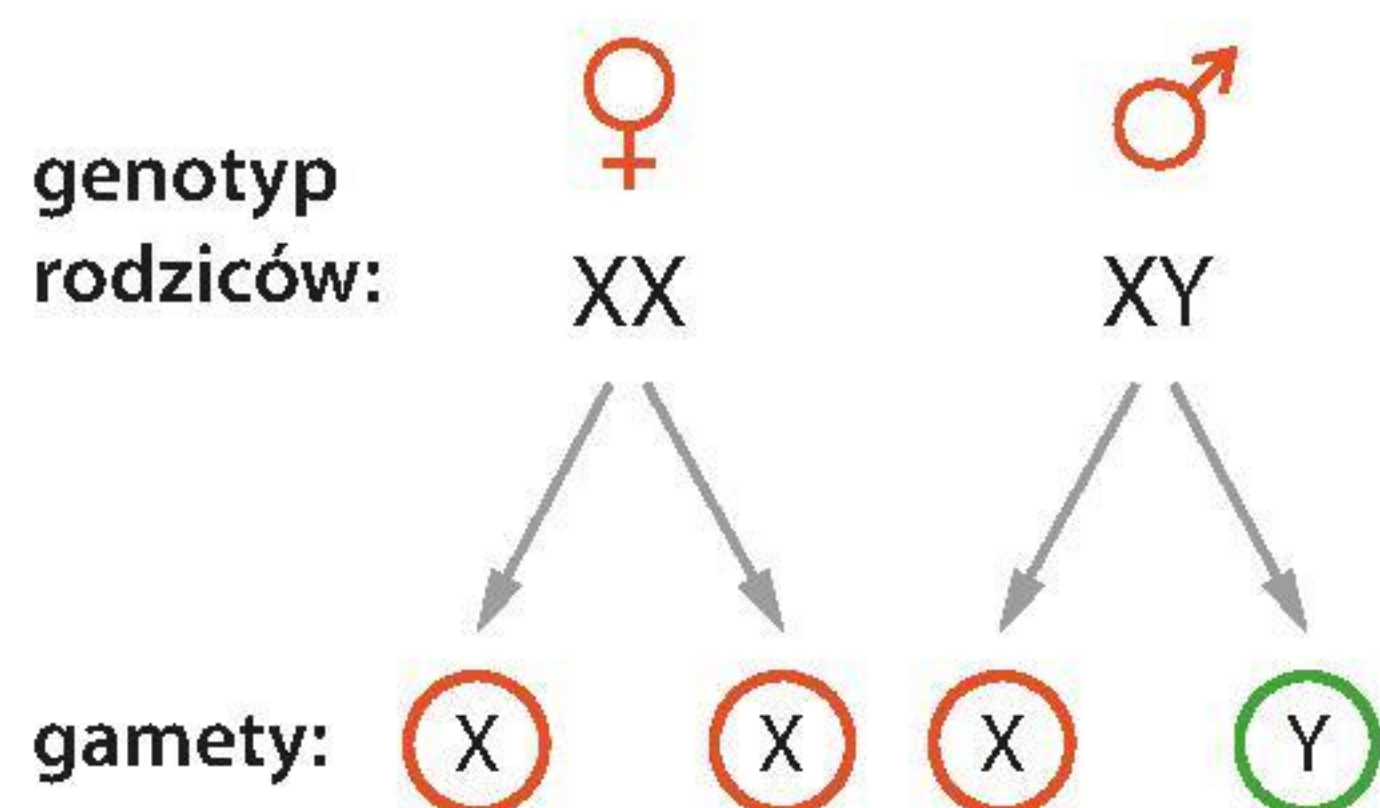
23. parę chromosomów mężczyzny stanowią dwa różne chromosomy – X oraz Y.



Kto się rodzi częściej – chłopcy czy dziewczynki?

W wyniku mejozy do każdej z gamet trafiają 23 chromosomy, w tym jeden z chromosomów płci. Komórka jajowa zawsze otrzymuje chromosom X, natomiast plemniki – chromosom X albo Y. Płeć dziecka zależy więc od tego, jaki plemnik połączy się z komórką jajową. Jeżeli będzie to plemnik zawierający chromosom X, z zygoty rozwinie się dziewczynka, a jeżeli plemnik będzie zawierał chromosom Y, urodzi się chłopiec.

Aby sprawdzić, czy rodzi się więcej dziewczynek, czy chłopców, wystarczy wykonać krzyżówkę genetyczną. Podobnie jak w przypadku krzyżówki dotyczącej genów, zapisuje się w niej genotypy rodziców, ale zamiast symboli alleli wpisuje się symbole chromosomów płci – X lub Y.



? Przerysuj tabelę do zeszytu i uzupełnij ją. Na jej podstawie ustal, kto rodzi się częściej – chłopcy czy dziewczynki.

♀ \ ♂	X	Y
X	?	?
X	?	?



✂ Cechy sprzężone z płcią

W chromosomie X znajdują się geny niezbędne do prawidłowego funkcjonowania organizmu kobiety oraz mężczyzny. Cechy nie dotyczące płci, a kodowane przez geny zlokalizowane w chromosomie X, nazywamy **cechami sprzężonymi z płcią**. U mężczyzn występuje tylko jeden chromosom X, odziedziczony po matce. Mają więc oni tylko jeden allel każdego genu znajdującego się w tym chromosomie. Niezależnie od tego, czy jest on dominujący, czy recesywny – ujawni się. W chromosomie Y, odziedziczonym po ojcu,

nie ma bowiem odpowiadającego mu allelu. Jest to niekorzystne dla mężczyzn ze względu na zwiększone prawdopodobieństwo wystąpienia u nich recesywnych chorób genetycznych sprzężonych z płcią. Natomiast u kobiety recesywne cechy sprzężone z płcią ujawniają się jedynie w przypadku, gdy jest homozygotą recesywną. Jeśli kobieta jest heterozygotą, cecha recesywna się u niej nie ujawni. Taka kobieta może jednak przekazać recesywny allel potomstwu, dlatego jest nazywana **nosicielką**.



■ Recesywne choroby sprzężone z płcią

Do recesywnych chorób sprzężonych z płcią należą między innymi hemofilia i daltonizm.

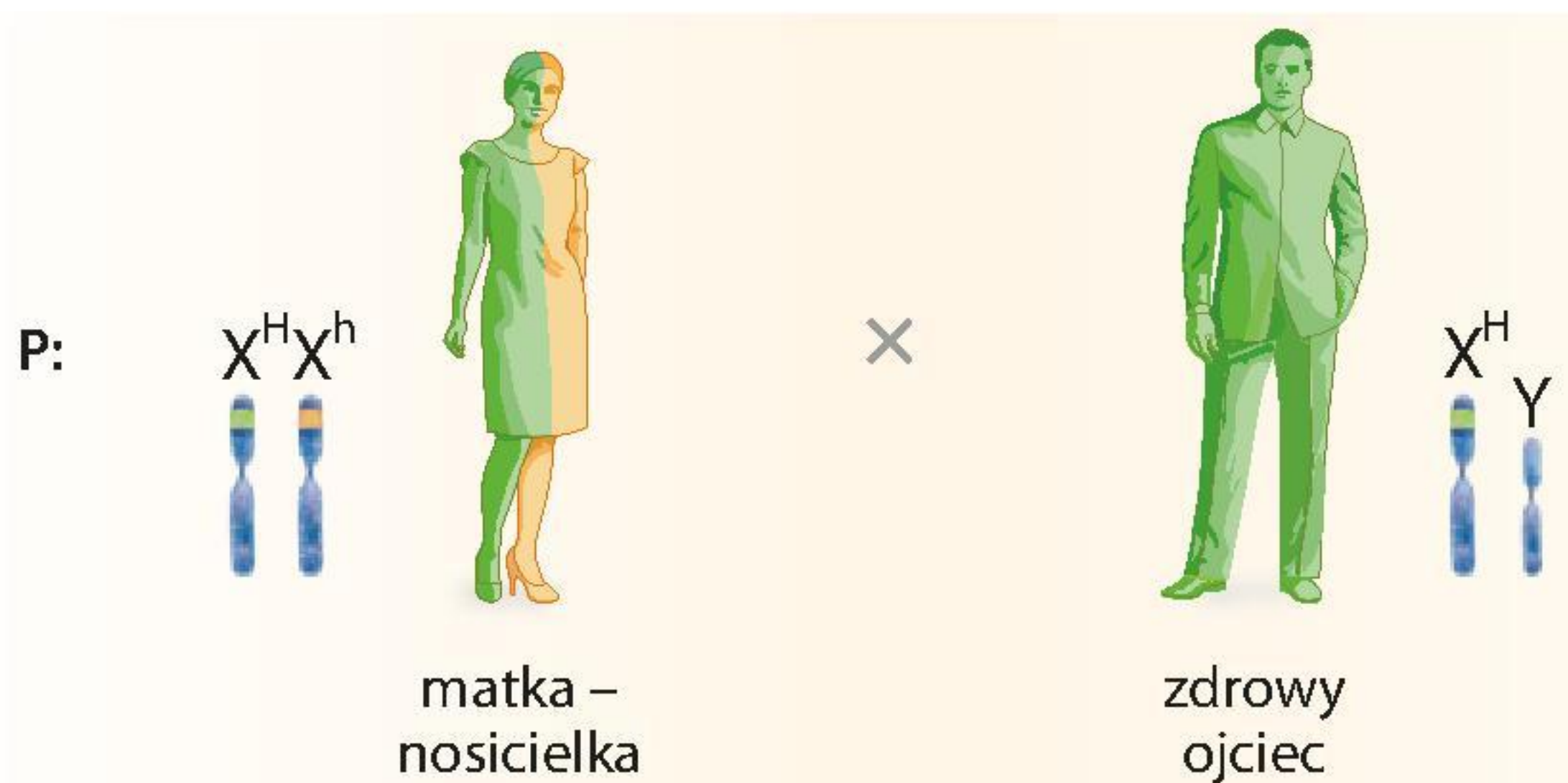
Hemofilia polega na zaburzeniu krzepliwości krwi. Osoby z hemofilią mogą wykrwawić się nawet z powodu lekkiego skaleczenia. Ich krew nie ma bowiem wystarczającej

ilości jednego z czynników umożliwiających krzepnięcie.

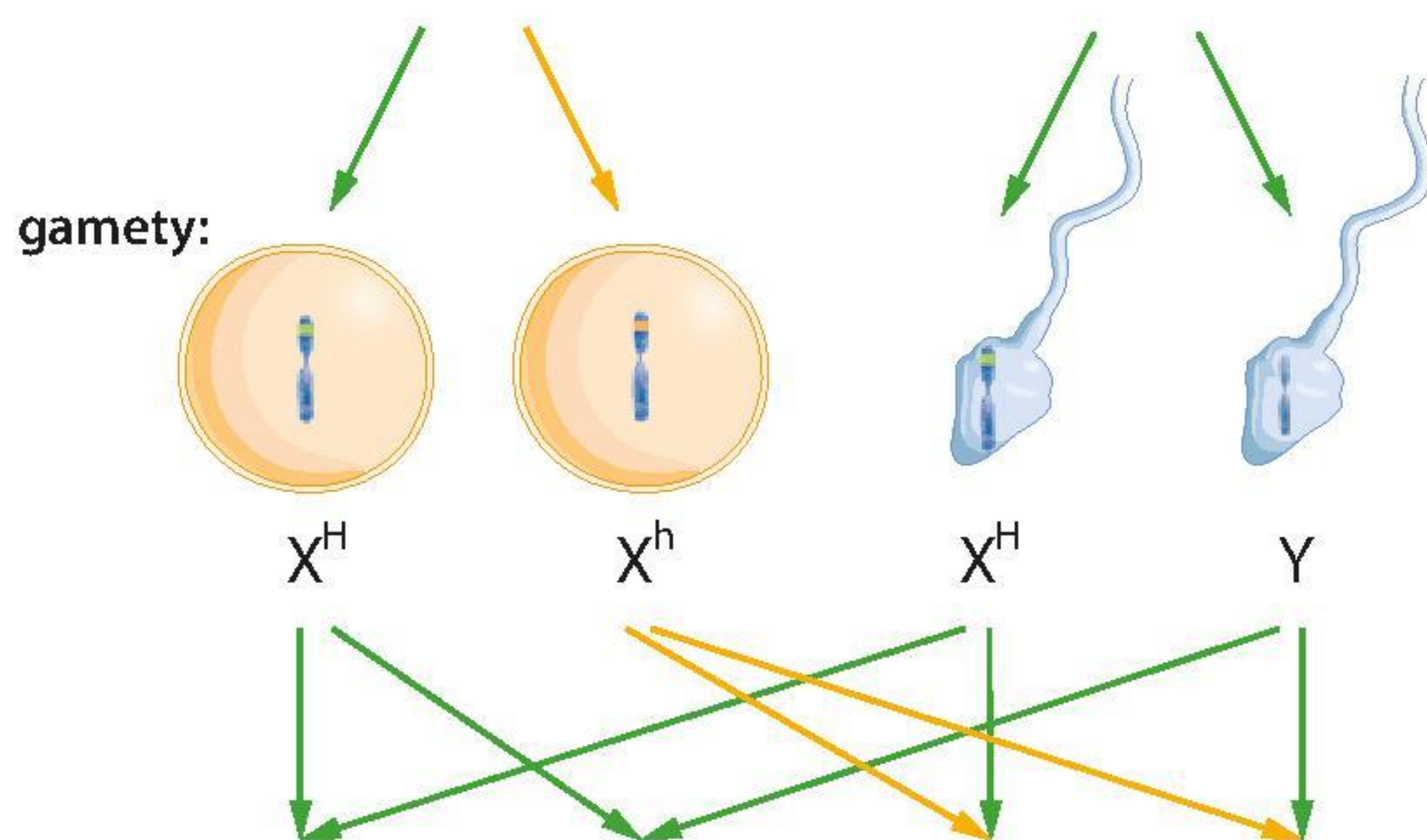
Daltonizm jest wadą polegającą na zaburzeniach w rozpoznawaniu barw, głównie czerwonej i zielonej. Powodem tych zaburzeń jest nieprawidłowa synteza zawartych w czopkach barwników wrażliwych na fale świetlne odpowiedniej długości.

Dziedziczenie hemofilii

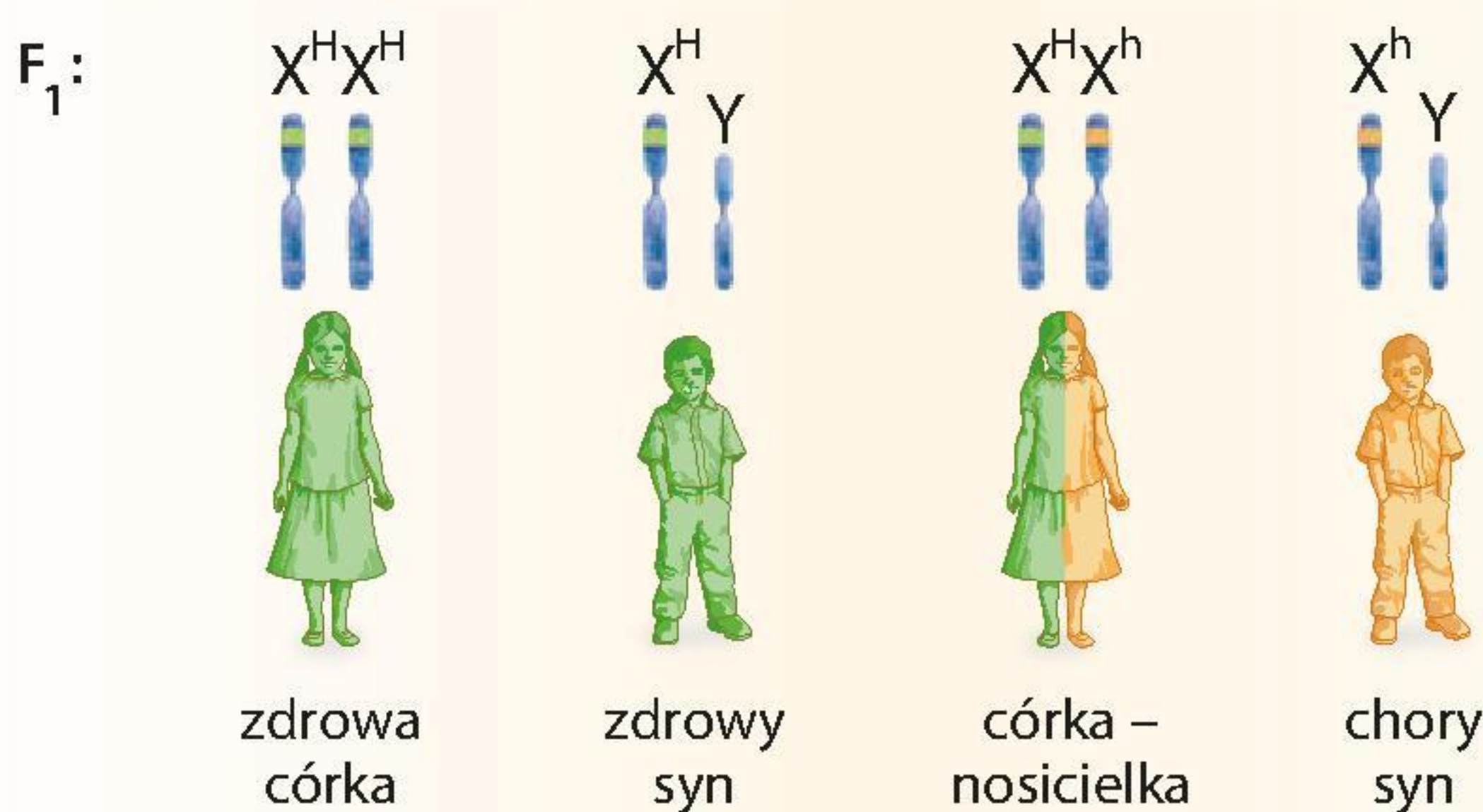
Na hemofilię chorują głównie mężczyźni. Choroba ujawnia się u nich zawsze, gdy odziedziczą wadliwy allel po matce.



Jeżeli kobieta jest nosicielką hemofilii, ma jeden chromosom X z prawidłowym allelem i jeden chromosom X z allelem, który warunkuje hemofilię. Jej genotyp zapisuje się jako $X^H X^h$. Zdrowy mężczyzna ma tylko chromosom X z allelem warunkującym prawidłowe krzepnięcie krwi. Jego genotyp zapisuje się jako $X^H Y$.



Połowa komórek jajowych nosicielki zawiera chromosom z genem warunkującym hemofilię.



Opisanej parze może urodzić się zdrowa córka. Istnieje jednak 50-procentowe prawdopodobieństwo, że będzie ona nosicielką hemofilii. Jeżeli urodzi im się syn, prawdopodobieństwo, że będzie zdrowy, wynosi 50%. Niestety, prawdopodobieństwo, że będzie chory, również wynosi 50%.



Dlaczego daltonistami częściej są mężczyźni niż kobiety?

Daltonizm jest recesywną cechą sprzężoną z płcią. Za pomocą krzyżówki genetycznej sprawdź, jakie jest prawdopodobieństwo urodzenia się dziecka, które będzie daltonistą, gdy tata i mama prawidłowo rozpoznają barwy, ale mama jest nosicielką wadliwego genu. Wykonaj polecenia w zeszycie.

- 1** Oznacz chromosomy. Allel warunkujący normalne widzenie barw jest dominujący, allel odpowiedzialny za nieprawidłowe widzenie barw jest recesywny.

X^D – chromosom z allelem prawidłowego widzenia barw

X^d – chromosom z allelem daltonizmu

- 2** Wypisz genotypy rodziców i rodzaje gamet wytwarzanych przez każdego z nich.

Genotyp mamy ♀: $X^D X^d$

Genotyp taty ♂: $X^D Y$

Gamety mamy ♀: X^D i X^d

Gamety taty ♂: X^D i Y

- 3** Narysuj tabelę i uzupełnij ją – wpisz gamety pokolenia rodzicielskiego.

♀ \ ♂	X^D	Y
X^D	?	?
X^d	?	?

- 4** Wpisz w tabeli możliwe genotypy zygot powstałych z połączenia gamet. Następnie zakreśl genotyp dziecka, które będzie daltonistą.

♀ \ ♂	X^D	Y
X^D	$X^D X^D$	$X^D Y$
X^d	$X^D X^d$	$X^d Y$

Widzisz teraz, że w tej rodzinie prawdopodobieństwo urodzenia się dziecka daltonisty wynosi 25%, przy czym może to być jedynie chłopiec. Takie samo jest prawdopodobieństwo urodzenia się dziewczynki, która będzie nosicielką genu daltonizmu.

To najważniejsze!

- Kariotyp człowieka obejmuje 22 pary **chromosomów autosomalnych** i jedną parę **chromosomów płci**. U kobiet chromosomami płci są dwa chromosomy X, a u mężczyzn – jeden chromosom X i jeden Y.
- Geny **cech sprzężonych z płcią** są zlokalizowane na chromosomie X. Do cech sprzężonych z płcią należą między innymi choroby, takie jak hemofilia i daltonizm.
- Na **recesywne choroby sprzężone z płcią** częściej chorują mężczyźni niż kobiety, ponieważ mają oni tylko jeden chromosom X w swoim kariotypie. Kobiety chorują na nie jedynie wtedy, gdy wadliwe allele występują na obu ich chromosomach X.
- Kobiety mogą być **nosicielkami** chorób sprzężonych z płcią. Dzieje się tak wówczas, gdy odziedziczą chromosom z wadliwym allelem od jednego z rodziców.

Ćwiczenia

1. Określ, jaki czynnik decyduje o płci dziecka.
2. Wyjaśnij, co to są cechy sprzężone z płcią i jak się je dziedziczy.
3. Sprawdź, jakie jest prawdopodobieństwo urodzenia się dziewczynki daltonistki w rodzinie, w której mama jest nosicielką genu daltonizmu, a tata jest daltonistą.



7

Dziedziczenie grup krwi

Zwróć uwagę na:

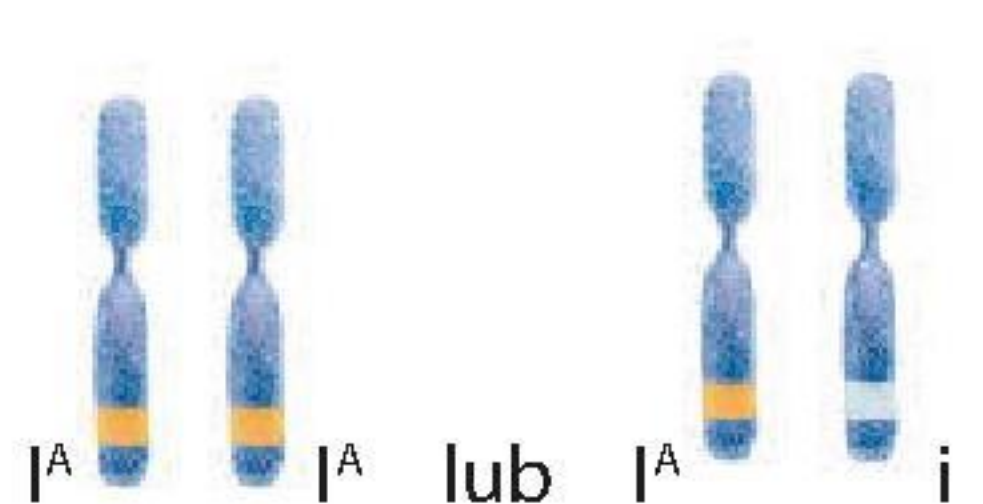
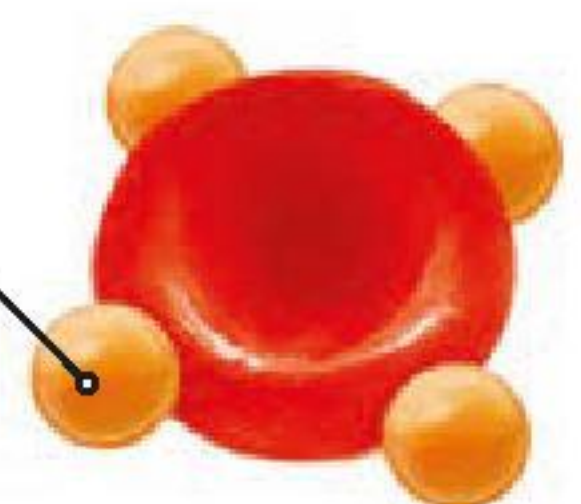
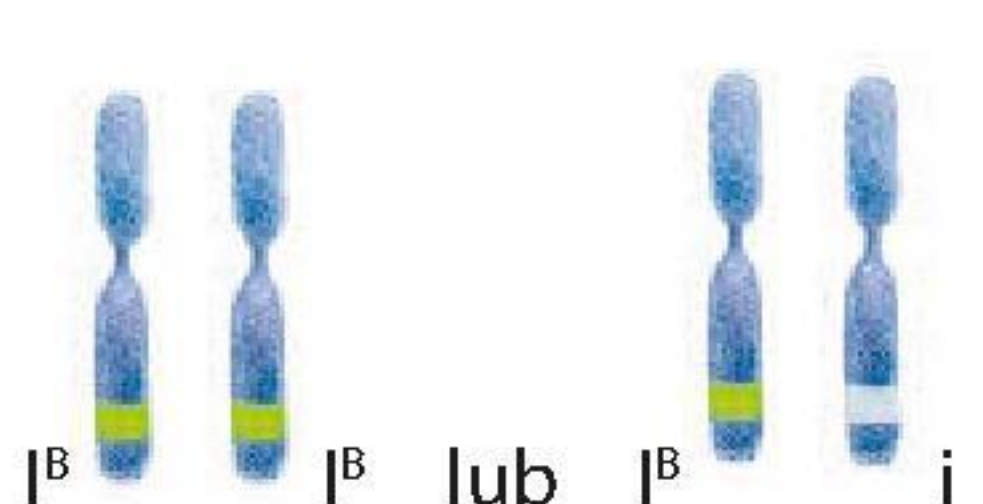
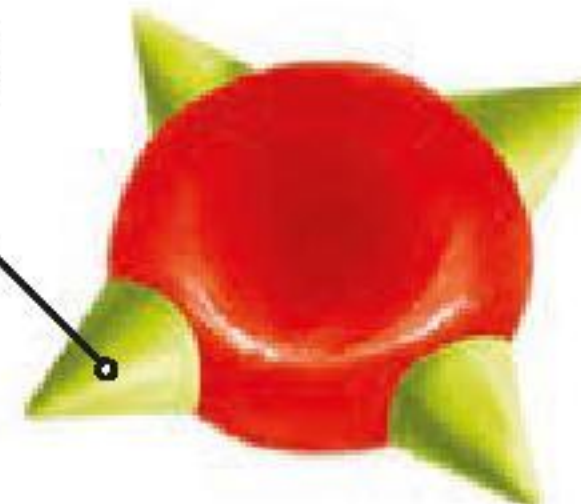
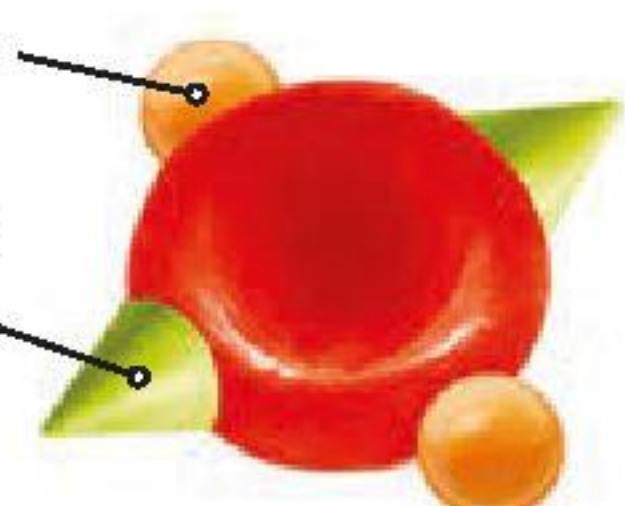
- sposób dziedziczenia głównych grup krwi,
- sposób dziedziczenia czynnika Rh,
- ✂ • przyczynę wystąpienia konfliktu serologicznego.

U ludzi występują cztery główne grupy krwi: A, B, AB oraz 0. W klasie siódmej dowiedzieliście się, że o grupie krwi decydują antygeny znajdujące się w krwinkach czerwonych. Za powstanie tych antygenów odpowiada jeden gen.

Dotychczas uczyliście się o genach, które występują w dwóch wersjach, na przykład za czerwony kolor kwiatów grochu odpowiadał allel dominujący A, natomiast za biały kolor – allel recesywny – a. Gen grupy krwi występuje aż w trzech odmianach. Są to:

- I^A – allel dominujący, który warunkuje powstanie antygeny A,
- I^B – allel dominujący, który warunkuje powstanie antygeny B,
- i – allel recesywny, który nie koduje żadnego antygeny.

Zależnie od tego, które allele znajdują się w chromosomach przekazanych Ci przez rodziców, możesz mieć jeden z sześciu genotypów: $I^A I^A$, $I^A i$, $I^B I^B$, $I^B i$, $I^A I^B$, ii . Warunkują one powstanie czterech różnych grup krwi.

Genotyp		Antygeny na powierzchni krwinek czerwonych		Grupa krwi
$I^A I^A$ lub $I^A i$		antygeny A		A
$I^B I^B$ lub $I^B i$		antygeny B		B
$I^A I^B$		antygeny A i B		AB
ii		brak antygenów		0

W jaki sposób dziedziczy się grupy krwi?

Dziedziczenie grup krwi u ludzi zachodzi zgodnie z pierwszym prawem Mendla. Dzięki tej wiedzy rodzice są w stanie przewidzieć, jaką grupę krwi mogą mieć ich dzieci.

Polecenie: Ustal, jaką grupę krwi może mieć dziecko, jeżeli jego matka ma grupę krwi A, natomiast ojciec – grupę krwi O.

1 Wypisz możliwe genotypy rodziców.

Uwaga 1: Matka ma grupę krwi A, więc może być homozygotą dominującą albo heterozygotą.

Genotyp matki ♀: $I^A I^A$ lub $I^A i$

Genotyp ojca ♂: ii

Uwaga 2: Nie można jednoznacznie określić genotypu matki, więc należy rozpatrzyć oba przypadki.

Przypadek a

Matka jest homozygotą dominującą $I^A I^A$

2a Wypisz gamety wytwarzane przez matkę i ojca.

Gamety matki ♀: I^A, I^A

Gamety ojca ♂: i, i

3a Narysuj tabelę, a następnie uzupełnij ją. Wpisz gamety rodziców oraz możliwe genotypy zygot powstałych z połączenia tych gamet.

♀ \ ♂	i	i
I^A	$I^A i$	$I^A i$
I^A	$I^A i$	$I^A i$

4a Zakreśl jednym kolorem genotypy dzieci, które miałyby grupę krwi A. Następnie zakreśl innym kolorem genotypy dzieci, które miałyby grupę krwi O, jeśli takie występują.

♀ \ ♂	i	i
I^A	$I^A i$	$I^A i$
I^A	$I^A i$	$I^A i$

Widzisz teraz, że jeżeli matka jest homozygotą, może urodzić tylko dzieci z grupą krwi A, ponieważ allel I^A dominuje nad allelem i .

? Sprawdź, jaką grupę krwi może mieć dziecko, jeżeli matka ma grupę krwi AB, a ojciec grupę krwi A i jest heterozygotą.

Przypadek b

Matka jest heterozygotą $I^A i$

2b Wypisz gamety wytwarzane przez matkę i ojca.

Gamety matki ♀: I^A, i

Gamety ojca ♂: i, i

3b Narysuj tabelę, a następnie uzupełnij ją. Wpisz gamety rodziców oraz możliwe genotypy zygot powstałych z połączenia tych gamet.

♀ \ ♂	i	i
I^A	$I^A i$	$I^A i$
i	ii	ii

4b Zakreśl jednym kolorem genotypy dzieci, które miałyby grupę krwi A. Następnie zakreśl innym kolorem genotypy dzieci, które miałyby grupę krwi O, jeśli takie występują.

♀ \ ♂	i	i
I^A	$I^A i$	$I^A i$
i	ii	ii

Widzisz teraz, że jeżeli matka jest heterozygotą, może urodzić dziecko z grupą krwi A lub O. Prawdopodobieństwo dla każdej z tych grup wynosi 50%.



■ Dziedziczenie czynnika Rh

Na wyniku badań obok grupy krwi znajduje się dopisek Rh+ lub Rh-. Znak „+” oznacza, że w naszej krwi jest obecny antygen D, a znak „-” wskazuje na jego brak. Gen odpowiadający za powstawanie lub brak tego antygeny, występuje w dwóch wersjach: allelu dominującego – R i recesywnego – r. Allel dominujący warunkuje wystąpienie we krwi antygeny D, natomiast allel recesywny – brak tego antygeny. Znajomość grup krwi i czynnika Rh przyszłych rodziców pozwala określić ryzyko wystąpienia konfliktu serologicznego.

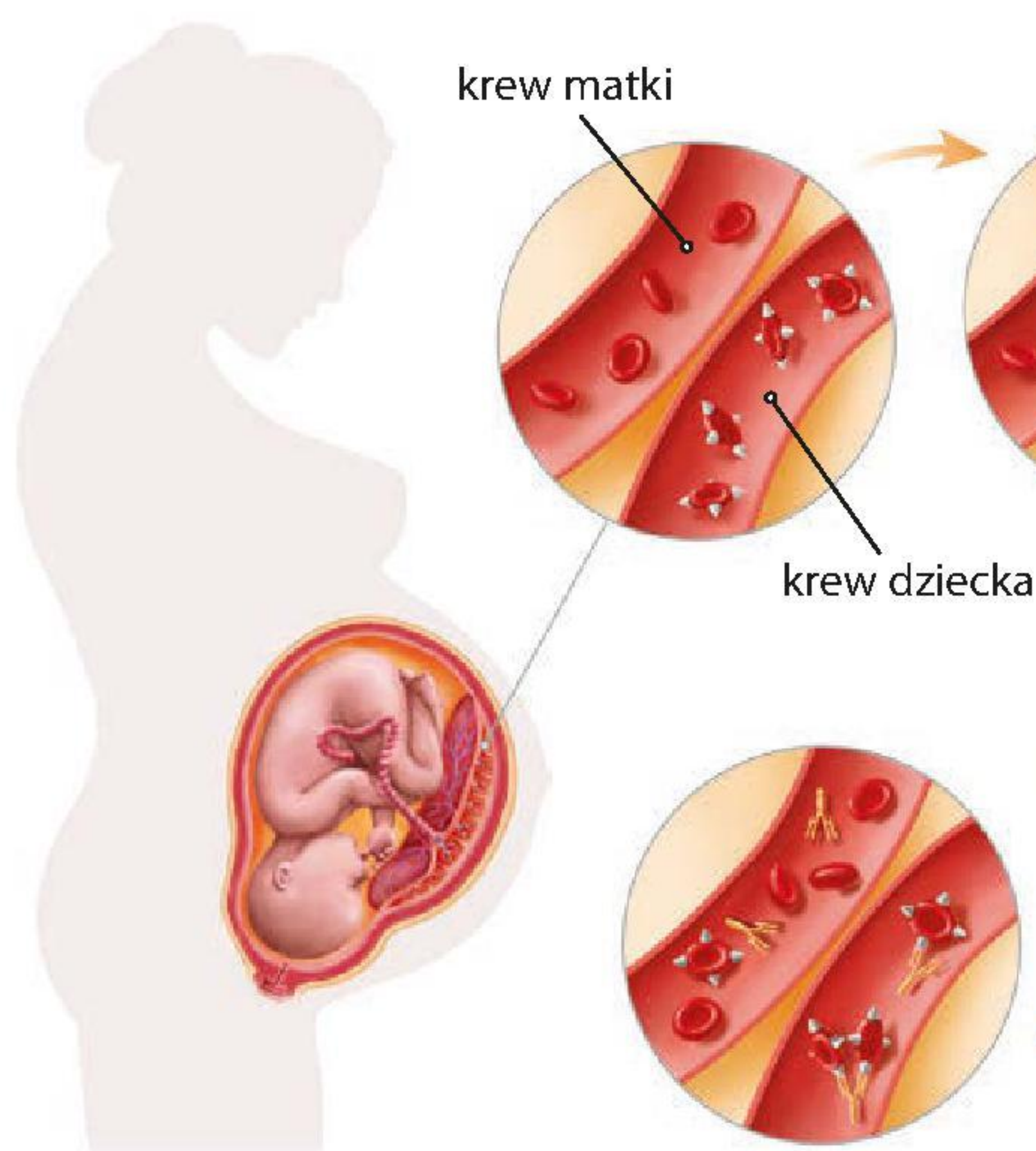
Konflikt serologiczny to sytuacja, w której przeciwciała z krwi matki atakują krwinki czerwone płodu. Dochodzi do niego wówczas, gdy matka ma grupę krwi Rh-, a ojciec Rh+. Jeśli dziecko odziedziczy grupę krwi po ojcu, w jego krwi będzie obecny antygen D, natomiast we krwi matki – nie. Jeżeli antygen D przedostanie się do krwi matki, jej organizm zacznie wytwarzać przeciwko niemu przeciwciała. Przez łożysko mogą się one przedostać do krwi dziecka i spowodować choroby krwi płodu lub poronienie.

✂ Kiedy może wystąpić konflikt serologiczny?

Konflikt serologiczny może wystąpić wówczas, gdy matka jest homozygotą recesywną rr, a ojciec homozygotą dominującą RR lub heterozygotą Rr. Matka ma wtedy grupę krwi Rh-, natomiast ojciec Rh+. Dziecko będzie miało grupę krwi Rh+, jeśli odziedziczy allel dominujący R po ojcu.

♀ \ ♂	R	r
r	Rr	rr
r	Rr	rr

- 1** Krew matki i dziecka podczas ciąży o prawidłowym przebiegu nie mają ze sobą styczności.



- 2** W trakcie porodu krwinki czerwone dziecka mogą przeniknąć do krwi matki.

- 3** Organizm matki pod wpływem obecności w nim krwinek z czynnikiem Rh, czyli antygenem D, wytwarza przeciwko niemu przeciwciała.

- 4** Podczas kolejnej ciąży przeciwciała matki przenikają przez łożysko do krwi dziecka i, jeżeli kolejne dziecko ma grupę krwi Rh+, powodują zlepianie się jego krwinek.

■ Wpływ środowiska na nasze cechy

Nie wszystkie cechy naszego wyglądu dziedziczy się w tak prosty sposób, jak cechy zależne od pojedynczych genów. Wiele z nich zależy od grup genów, które ze sobą współdziałają, oraz od wpływu środowiska. Oznacza to, że na wiele naszych cech ma wpływ nasze otoczenie oraz my sami. Do takich cech należą na przykład: wzrost, masa ciała, skłonność do zapadania na choroby serca czy cukrzycę. Dziecko, które odziedziczy skłonność do tycia, może być szczupłe, jeśli będzie wystarczająco aktywne ruchowo i będzie się zdrowo odżywiało. W podobny sposób zapisany w genach wysoki wzrost może się nie ujawnić, jeśli dziecko będzie niedożywione, na przykład w wyniku odchudzania się.



Bliźnięta jednojajowe mają taką samą informację genetyczną, dlatego w dzieciństwie wyglądają niemal identycznie. Jednak na skutek odmiennego trybu życia mogą się różnić wyglądem, stanem zdrowia czy kondycją fizyczną.

To najważniejsze!

- U ludzi występują **cztery główne grupy krwi: A, B, AB i 0**. Zależą one od tego, jakie antygeny występują na powierzchni krwinek czerwonych.
- Istnieją aż **trzy allele** genu odpowiedzialnego za wytwarzanie antygenów głównych grup krwi:
 - I^A – allel dominujący, odpowiada za wytwarzanie antygeny A,
 - I^B – allel dominujący, odpowiada za wytwarzanie antygeny B,
 - i – allel recesywny, nie zawiera informacji o budowie żadnego antygeny.
- W genotypie jednej osoby mogą się znaleźć **tylko dwa allele** genu odpowiedzialnego za główne grupy krwi.
- Czynniki Rh dotyczy obecności na powierzchni erytrocytów **antygeny D**. Osoba, u której na erytrocytach jest obecny antygen D, ma grupę krwi Rh+. Grupa krwi Rh- oznacza brak antygeny D na powierzchni erytrocytów.
- Czynniki Rh jest dziedziczony **jednogenowo**. Allel dominujący R jest odpowiedzialny za występowanie antygeny D na powierzchni erytrocytów, natomiast allel recesywny r – za brak tego antygeny.

Ćwiczenia

1. Przedstaw sposób dziedziczenia głównych grup krwi.
2. Wyjaśnij, dlaczego mimo istnienia trzech alleli warunkujących grupę krwi, każdy człowiek ma tylko dwa z nich.
3. Wypisz gamety produkowane przez osoby o następujących genotypach: RR, $I^A i$, $I^A I^B$, ii. Podaj fenotypy tych osób.
4. Wyjaśnij, w jaki sposób możesz wpływać na swoje cechy fenotypowe.



Zwróć uwagę na:

- znaczenie terminu „mutacja”,
- przykłady czynników mutagennych,
- ✂ • choroby genetyczne powodowane mutacjami: fenyloketonurię, mukowiscydozę, zespół Downa.

Geny to odcinki DNA, które zawierają instrukcję budowy niezbędnych komórce białek. W DNA, jak w każdej instrukcji, może pojawić się błąd. Wtedy powstałe białko może nie spełniać swoich funkcji.

Błędy, czyli zmiany w DNA, to zjawiska nagłe i losowe – mogą się pojawić w dowolnym momencie oraz dowolnym miejscu nici DNA. Takie zmiany w materiale genetycznym zdarzają się często, ale większość z nich jest nietrwała, ponieważ komórki mają mechanizmy, które naprawiają uszkodzenia. Nagła, trwała zmiana w materiale genetycznym komórki to **mutacja**.

■ Rodzaje mutacji

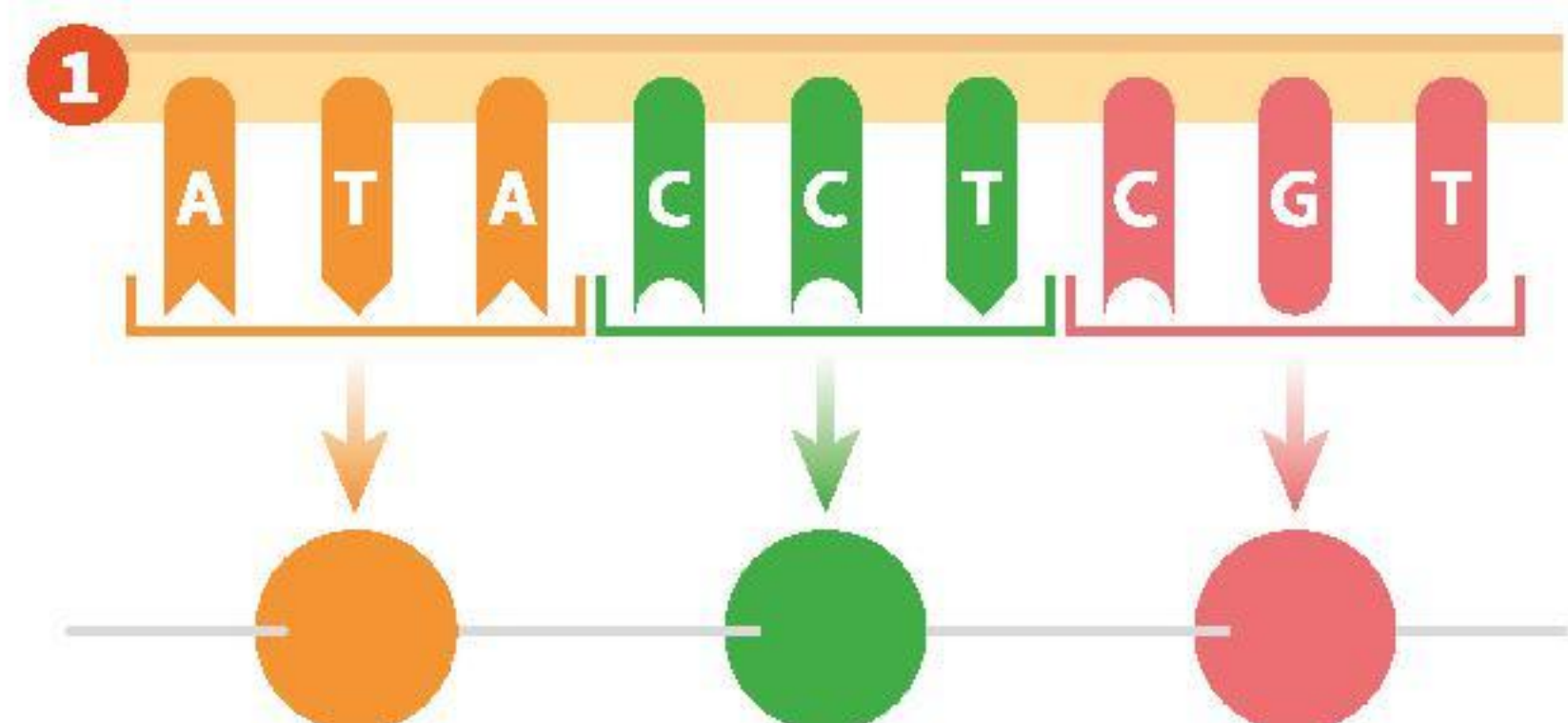
Mutacje dzieli się na dwie główne grupy: mutacje genowe i mutacje chromosomowe.

Mutacje genowe, zwane też punktowymi, to zmiany w kolejności, czyli sekwencji nukleotydów. Powstają na skutek zamiany, wypadnięcia lub dodania jednego albo kilku nukleotydów. Dochodzi do tego zwykle podczas replikacji.

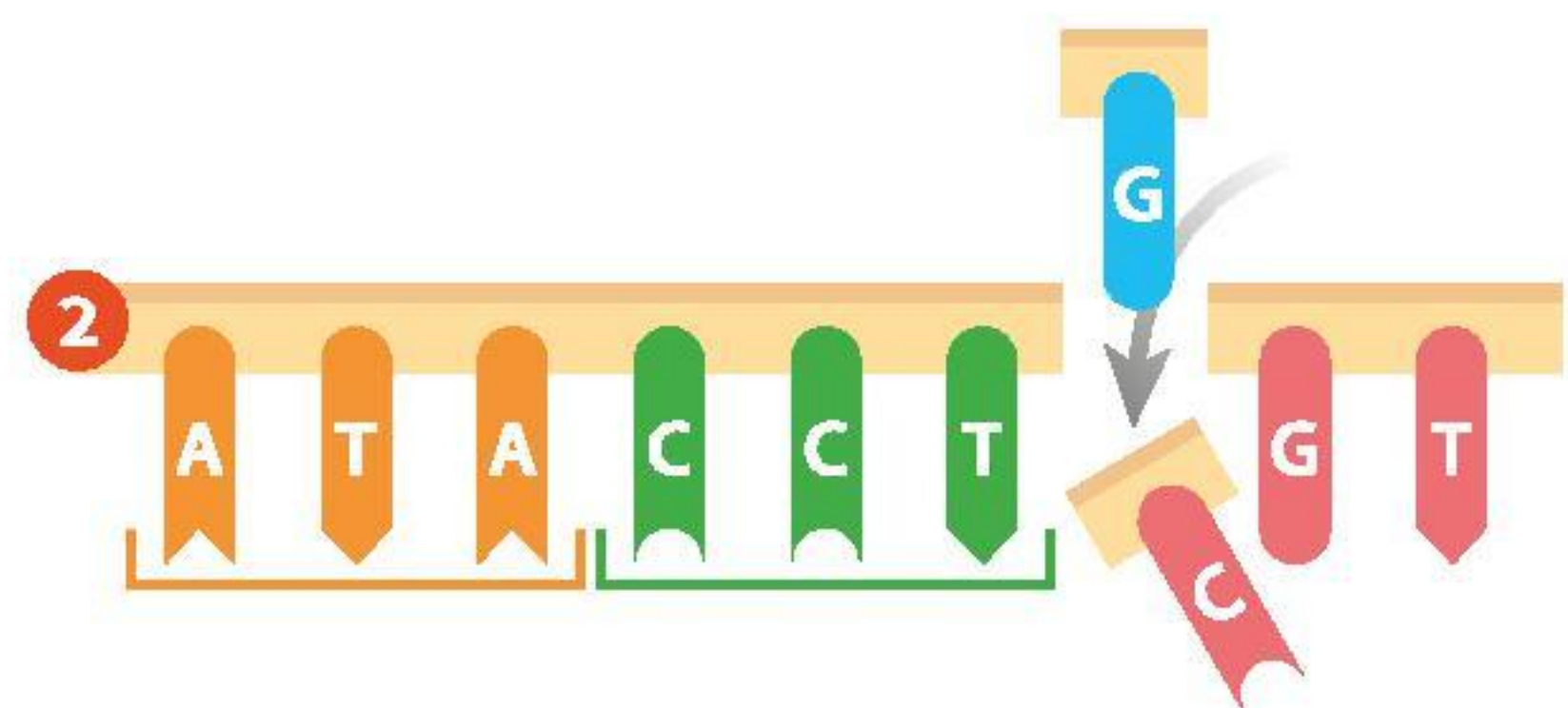
Mutacje chromosomowe obejmują zmiany w budowie lub liczbie chromosomów. Są najczęściej konsekwencją zaburzeń w przebiegu mitozy lub mejozy. Zmiany w **budowie chromosomów** mogą polegać na przykład na podwojeniu chromosomu lub utracie jego fragmentu, a niekiedy na oderwaniu fragmentu jednego chromosomu i połączeniu go z innym. Z kolei zmiany **liczby chromosomów** polegają na ich błędnym rozdzielaniu między komórki potomne.

Niewielka zmiana – poważne skutki

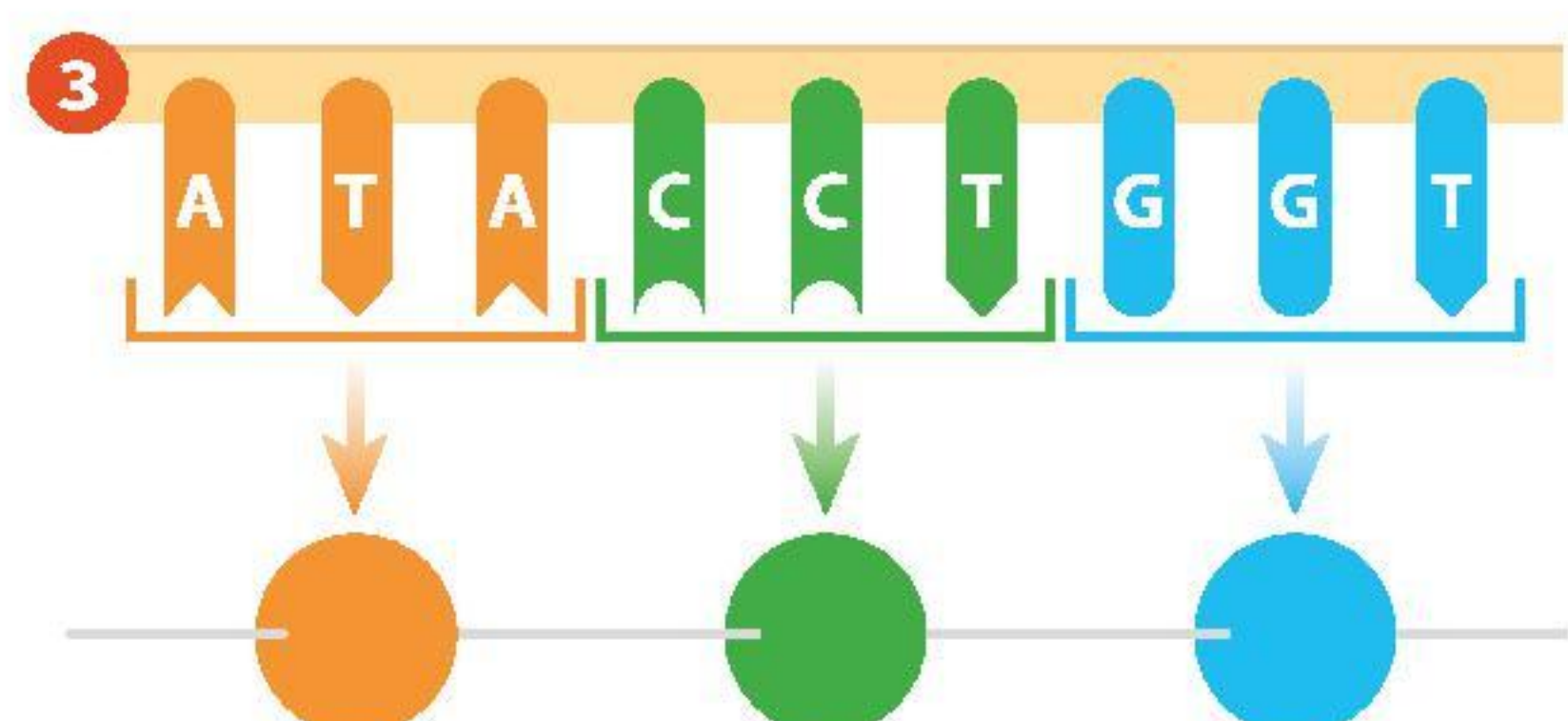
Konsekwencją mutacji genowych może być powstanie białka, które nie będzie pełniło odpowiednich funkcji.



Prawidłowa sekwencja nukleotydów w genie wyznacza kolejne aminokwasy w białku.



Jeśli dojdzie do zamiany jednego nukleotydu na inny, sekwencja w genie się zmieni.



W konsekwencji jeden z aminokwasów w białku będzie wstawiony błędnie, co może wpływać na pełnione przez to białko funkcje.

■ Przyczyny mutacji

Część zmian genetycznych powstaje **spontanicznie**, bez wpływu czynników zewnętrznych. Jednak większość mutacji to wynik działania różnych czynników, nazywanych **czynnikami mutagennymi**. Należą do nich:

- niektóre substancje syntetyczne zawarte w żywności, na przykład niektóre konserwanty i barwniki,
- część związków chemicznych zawartych w dymie papierosowym, spalinach samochodowych, zanieczyszczeniach przemysłowych czy przypalonych potrawach,
- czynniki fizyczne, takie jak promieniowanie ultrafioletowe (UV) czy promieniowanie rentgenowskie (X),
- toksyny wytwarzane przez niektóre gatunki grzybów pleśniowych,
- niektóre wirusy, na przykład HPV – wirus wywołujący raka szyjki macicy.

■ Skutki mutacji

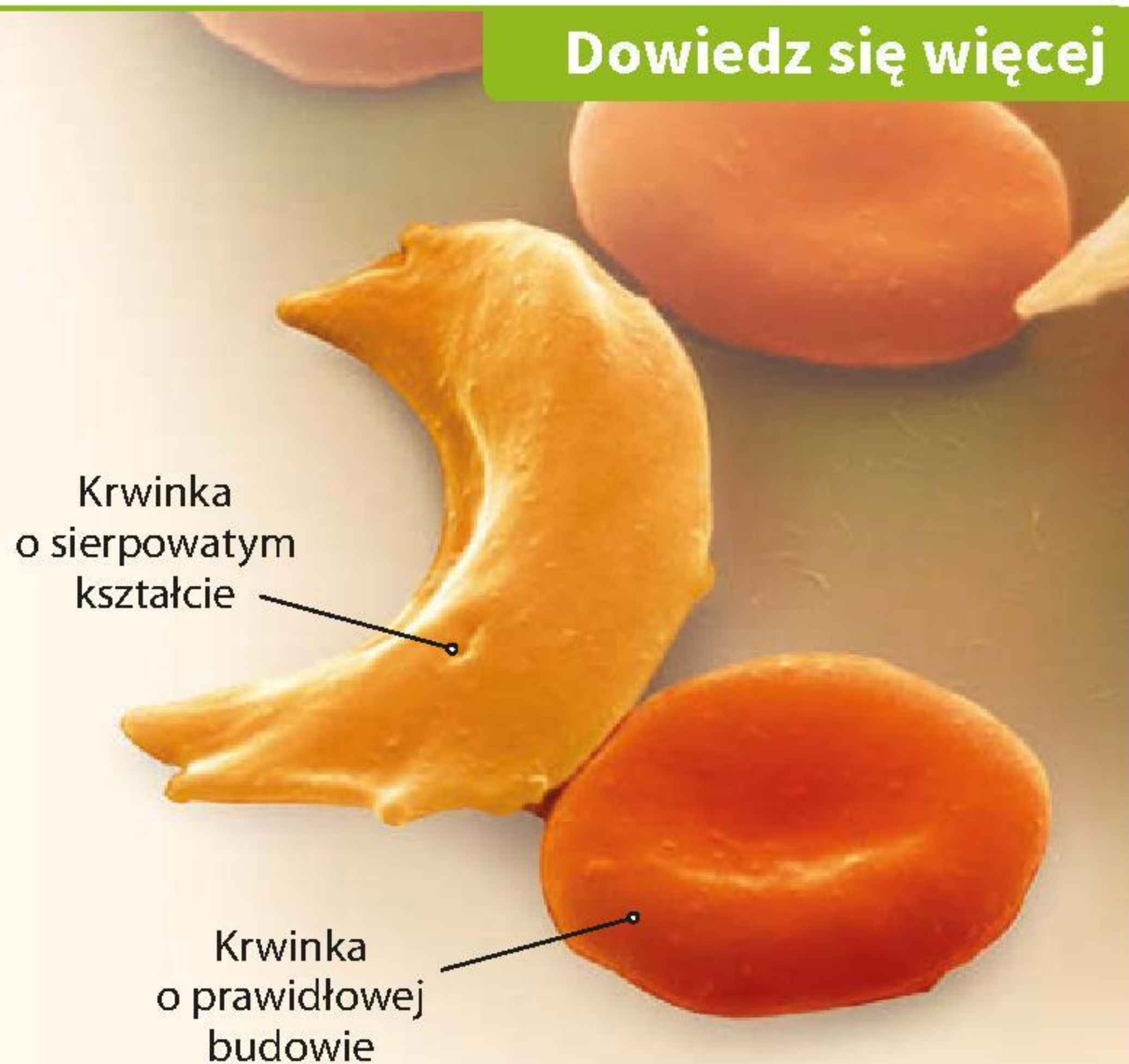
Mutacje mogą prowadzić między innymi do powstania nowotworów. **Nowotwór** to grupa komórek, które dzielą się w niekontrolowany sposób i nie działają jak prawidłowa tkanka.

Większość nowotworów nie zagraża życiu. Jednak niektóre szybko rosną i uszkadzają sąsiednie tkanki oraz narządy. Mogą również przenosić się do innych narządów, co utrudnia ich leczenie.

Aby zapobiec nowotworom, należy przede wszystkim unikać czynników mutagennych. Trzeba też dbać o dietę bogatą w błonnik oraz spożywać tylko świeże produkty. Należy również prowadzić aktywny tryb życia, ponieważ ruch pozytywnie wpływa na pracę całego organizmu. Powinno się także unikać intensywnego opalania i korzystania z solarium oraz stosowania używek, takich jak alkohol i papierosy.

Dwa oblicza mutacji

Mutacje niekorzystne w jednych warunkach, w innych stają się przydatne organizmowi. Przykładem jest mutacja genowa wywołująca **anemię sierpowatą**. Sprawia ona, że chorzy mają wadliwie zbudowaną hemoglobinę, przez co białko to transportuje mniej tlenu. Mimo że na anemię sierpowatą chorują jedynie heterozygoty – dla homozygot recesywnych choroba jest śmiertelna – mutacja ta w Afryce jest powszechna. Nieprawidłowa budowa hemoglobiny u chorych na anemię sierpowatą sprawia, że stają się oni mniej podatni na inną śmiertelną chorobę szerzącą się w Afryce – malarię.



U chorych na anemię sierpowatą wadliwa budowa hemoglobiny sprawia, że krwinki czerwone przyjmują sierpowaty kształt.



Do skutków mutacji zalicza się również choroby jednogenowe i zaburzenia genetyczne. Powstają one na skutek zmian w DNA gamet lub komórek, z których tworzą się gamety.

Choroby jednogenowe są spowodowane mutacją w pojedynczym genie. Do takich chorób zaliczamy na przykład mukowiscydozę i fenyloketonurię.

Zaburzenia chromosomowe powstają na skutek zmian liczby lub struktury chromosomów. Jednym z zaburzeń chromosomowych jest zespół Downa.

■ Choroby jednogenowe

Przykładem choroby jednogenowej jest **fenyloketonuria**. To choroba recesywna, więc ujawnia się jedynie u homozygot recesywnych. Organizm chorego nie produkuje enzymu odpowiedzialnego za przemianę jednego z aminokwasów. Gromadzi się on w organizmie, co prowadzi do uszkodzeń ośrodkowego układu nerwowego niemowląt.

Powoduje to niepełnosprawność intelektualną, a nawet śmierć. Obecnie, tuż po narodzinach dziecka przeprowadza się specjalne testy w celu wykrycia fenyloketonurii. Jeśli dziecko jest chore, wprowadza się odpowiednią dietę pozbawioną określonych białek, która zapobiega uszkodzeniom mózgu i daje mu szansę na normalne życie.

Inną chorobą jednogenową jest **mukowiscydoza**. Jest to choroba recesywna. Powoduje, że gruczoły śluzowe chorego produkują zbyt gęsty śluz, który zatyka drogi oddechowe, przez co utrudnia wymianę gazową. Sprzyja też rozwojowi chorobotwórczych bakterii. U chorych na mukowiscydozę występują: uciążliwy kaszel, nawracające infekcje, a także niedobór masy ciała. Śluz może również blokować przewody trzustkowe, co powoduje kłopoty z trawieniem. Chorzy przez całe życie muszą przyjmować leki rozrzedzające śluz i ułatwiające jego usuwanie, poddawać się inhalacjom oraz zabiegom fizjoterapeutycznym.

Inne choroby jednogenowe

Albinizm i choroba Huntingtona należą do chorób jednogenowych.

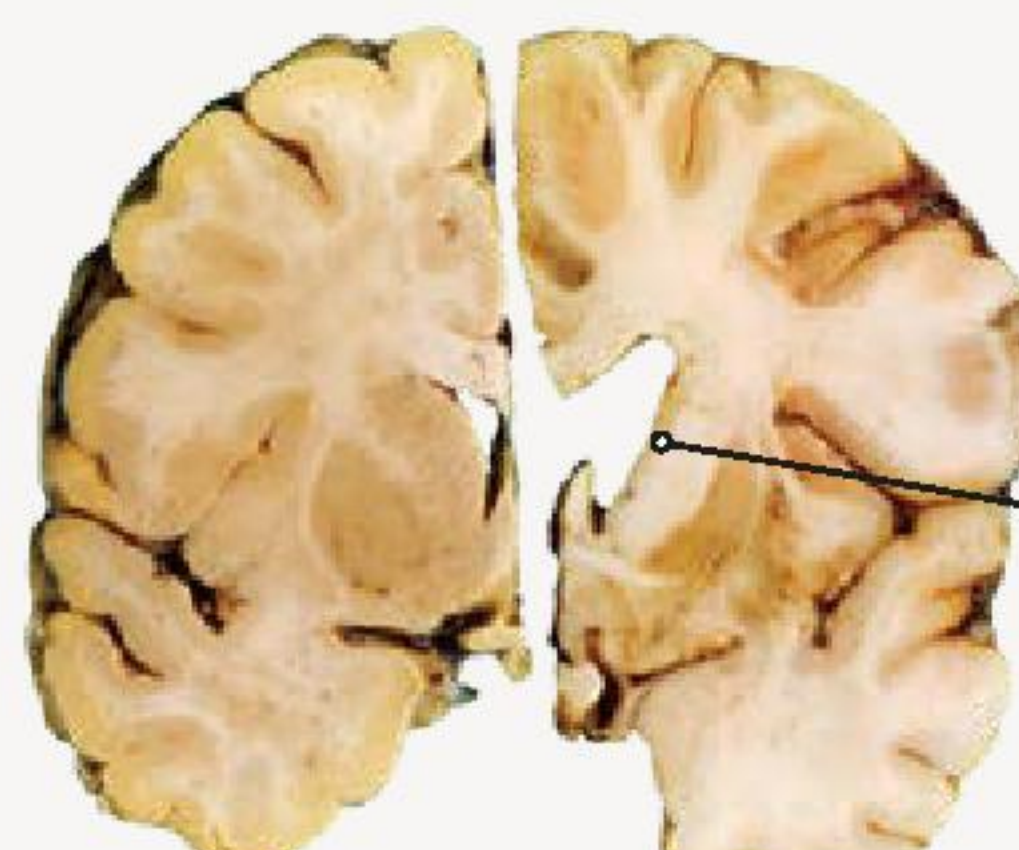
Dowiedz się więcej



Albinizm jest chorobą recesywną spowodowaną mutacją w genie, który odpowiada za syntezę melaninu. W konsekwencji chorzy, pozbawieni tego barwnika, są bardzo wrażliwi na szkodliwe działanie promieni słonecznych.

Półkula mózgu osoby zdrowej

Półkula mózgu osoby chorej



widoczne ubytki tkanki nerwowej

Choroba Huntingtona jest chorobą dominującą i wiąże się z obumieraniem komórek nerwowych w mózgu. Jej objawami są m.in. niekontrolowane ruchy ciała oraz stopniowa utrata pamięci. Choroba ujawnia się przeważnie dopiero po 30. roku życia.

Ustalanie prawdopodobieństwa urodzenia się dziecka chorego na mukowiscydozę

Według najnowszych badań, co 25 osoba jest nosicielem uszkodzonego genu powodującego mukowiscydozę. Oznacza to, że sama nie choruje, może jednak przekazać wadliwy gen potomstwu.

Mukowiscydoza jest chorobą genetyczną powodowaną recesywną mutacją genową. Chorzy przez całe życie cierpią między innymi na duszności i ataki kaszlu, dlatego w leczeniu tej choroby stosuje się częste inhalacje.



Polecenie: Ustal prawdopodobieństwo urodzenia się dziecka z mukowiscydozą, jeżeli oboje rodzice są nosicielami wadliwego genu.

- 1** Oznacz allele. Allel warunkujący chorobę jest allelem recesywnym.

M – allel prawidłowy

m – allel warunkujący mukowiscydozę

- 2** Wypisz genotypy rodziców i gamety wytwarzane przez każdego z nich.

Genotyp matki ♀: Mm

Genotyp ojca ♂: Mm

Pokolenie rodzicielskie: ♀ Mm × Mm ♂

Gamety matki ♀: M i m

Gamety ojca ♂: M i m

- 3** Narysuj w zeszycie tabelę według poniższego wzoru i uzupełnij ją. Wpisz w odpowiednie miejsca gamety rodziców.

♀ \ ♂	M	m
M	?	?
m	?	?

- 4** Wpisz możliwe genotypy zygot powstałych z połączenia gamet.

♀ \ ♂	M	m
M	MM	Mm
m	Mm	mm

- 5** Zakreśl genotyp dziecka chorego na mukowiscydozę.

♀ \ ♂	M	m
M	MM	Mm
m	Mm	mm

Widzisz teraz, że jeżeli rodzice są nosicielami mukowiscydozy, prawdopodobieństwo urodzenia się chorego dziecka wynosi 25%.

- ?** Sprawdź, jakie jest prawdopodobieństwo urodzenia się dziecka z mukowiscydozą, jeżeli tylko jeden rodzic jest nosicielem wadliwego genu.

■ Zaburzenia chromosomowe

Zmiany liczby chromosomów powodują bardzo poważne zaburzenia funkcjonowania organizmu, dlatego najczęściej prowadzą do śmierci jeszcze na etapie życia płodowego. Tylko w przypadku niektórych mutacji chromosomowych możliwe jest rozwinięcie się płodu i urodzenie dziecka. Przykładem takiej mutacji jest występowanie w komórkach dodatkowego, trzeciego chromosomu numer 21, co zwiększa ogólną liczbę chromosomów do 47. Zaburzenie to nosi nazwę **zespołu Downa**. Ludzie z zespołem Downa mają charakterystyczny wygląd: niski wzrost, krótką szyję, powiększony język, opuszczone kąćki ust oraz fałd skórny na powiekach, sprawiający wrażenie skośnych oczu. Często występują u nich także nieprawidłowości w budowie serca i narządów wewnętrznych oraz różny stopień niepełnosprawności intelektualnej.

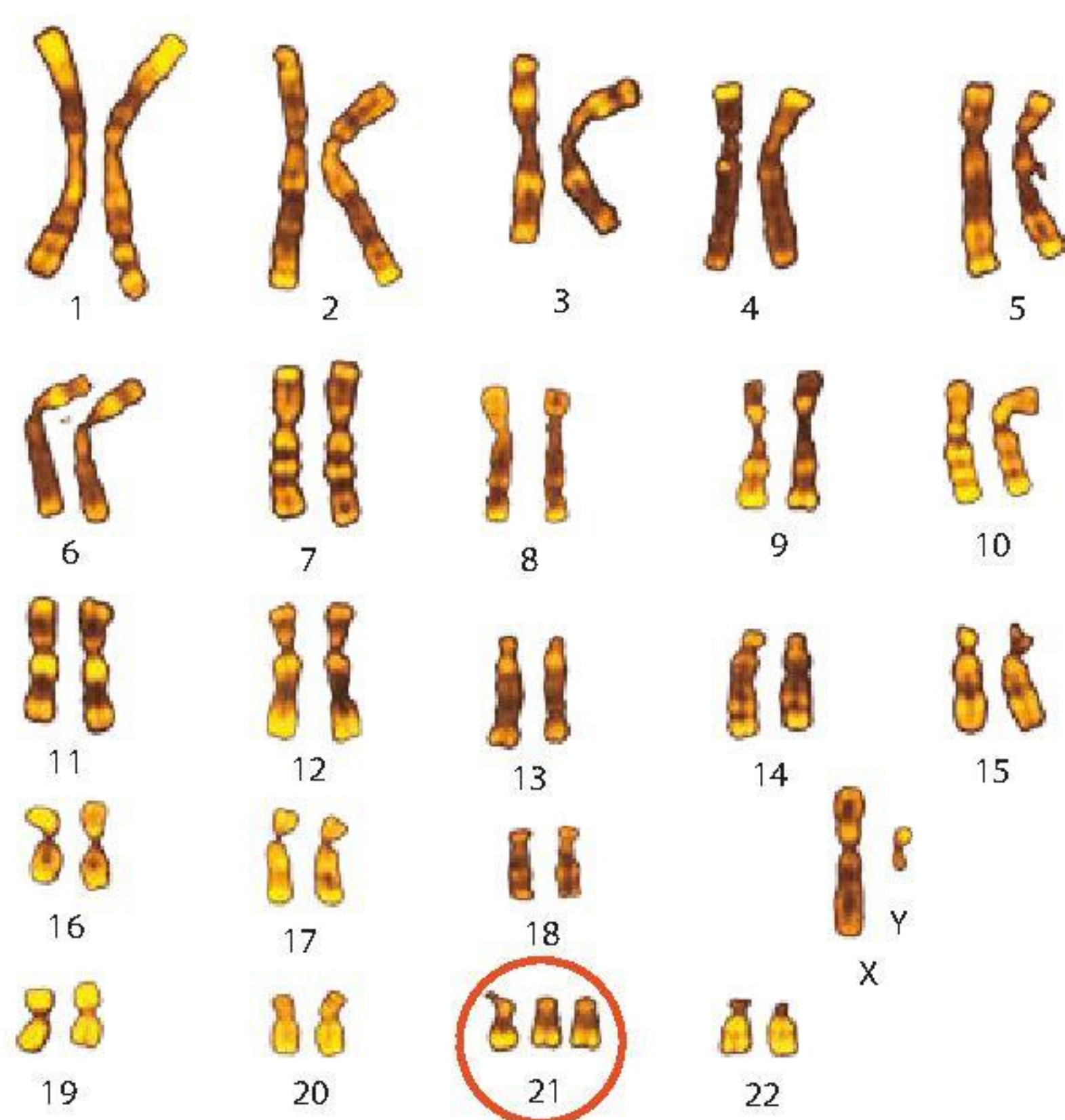
Osoby z zespołem Downa potrzebują wsparcia innych ludzi w codziennym funkcjonowaniu. Jednak mimo trudności mogą osiągać wiele sukcesów w sporcie, sztuce, nauce czy pracy.



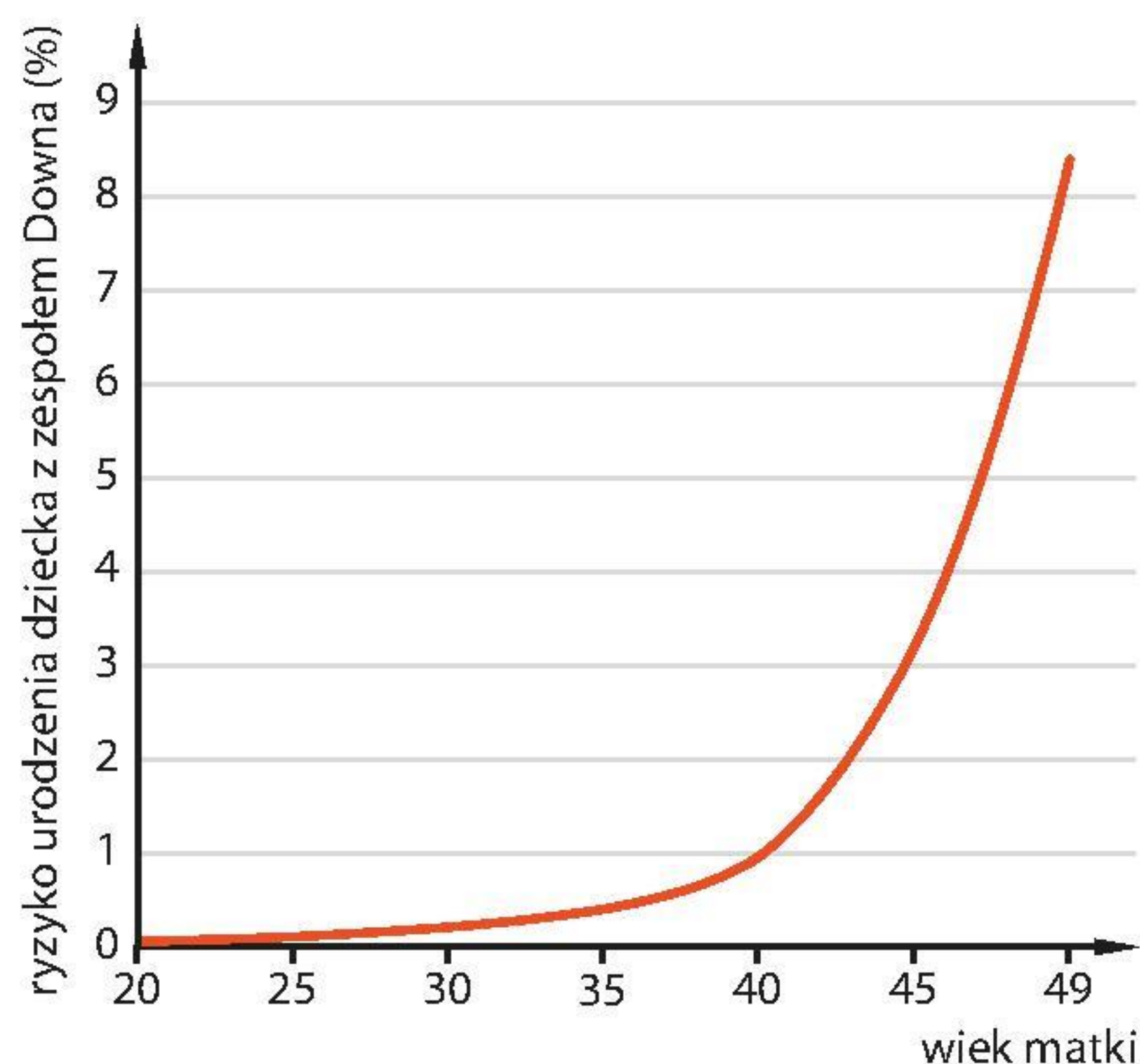
Osoby z zespołem Downa mogą przejawiać różne talenty i realizować swoje pasje.

■ Poradnictwo genetyczne

Osoby, które chcą założyć rodzinę, ale podejrzewają, że mogą być nosicielami choroby genetycznej, powinny zgłosić się do **poradni genetycznej**. Tam na podstawie badań DNA przyszłych rodziców można stwierdzić, jakie jest ryzyko wystąpienia choroby genetycznej u dziecka oraz dowiedzieć się, jakie są możliwości jego leczenia i rehabilitacji.



W wyniku błędu, podczas mejozy może powstać gameta zawierająca dwa chromosomy 21. Jeśli będzie ona uczestniczyć w zapłodnieniu, spowoduje wystąpienie u dziecka zespołu Downa.



W poradni genetycznej są analizowane czynniki wpływające na ryzyko wystąpienia chorób genetycznych u dziecka. Na przykład na ryzyko wystąpienia zespołu Downa wpływa wiek matki.



Badania prenatalne

Wykrywanie chorób genetycznych u nienarodzonych dzieci jest możliwe dzięki **badaniom prenatalnym**. Są to badania stanu zdrowia rozwijającego się zarodka lub płodu. Zalicza się do nich między innymi badanie biochemiczne krwi matki, amniopunkcję oraz USG. Amniopunkcja polega na pobraniu próbki płynu owodniowego, w którym znajdują się komórki płodu. Następnie z komórek tych izoluje się DNA płodu i przeprowadza jego analizę. Ta metoda daje najdokładniejsze wyniki, jednak niesie ze sobą ryzyko powikłań, z których najcięższym jest poronienie. Prawdopodobieństwo wystąpienia tego powikłania szacuje się na 0,2–1,0%.



Badanie krwi kobiety ciężarnej to podstawowe badanie diagnostyczne, które pozwala zmniejszyć ryzyko wystąpienia powikłań w czasie ciąży.



Badanie USG umożliwia wczesne wykrycie wielu chorób genetycznych dziecka. Pozwala również na obserwację jego rozwoju oraz określenie płci.

To najważniejsze!

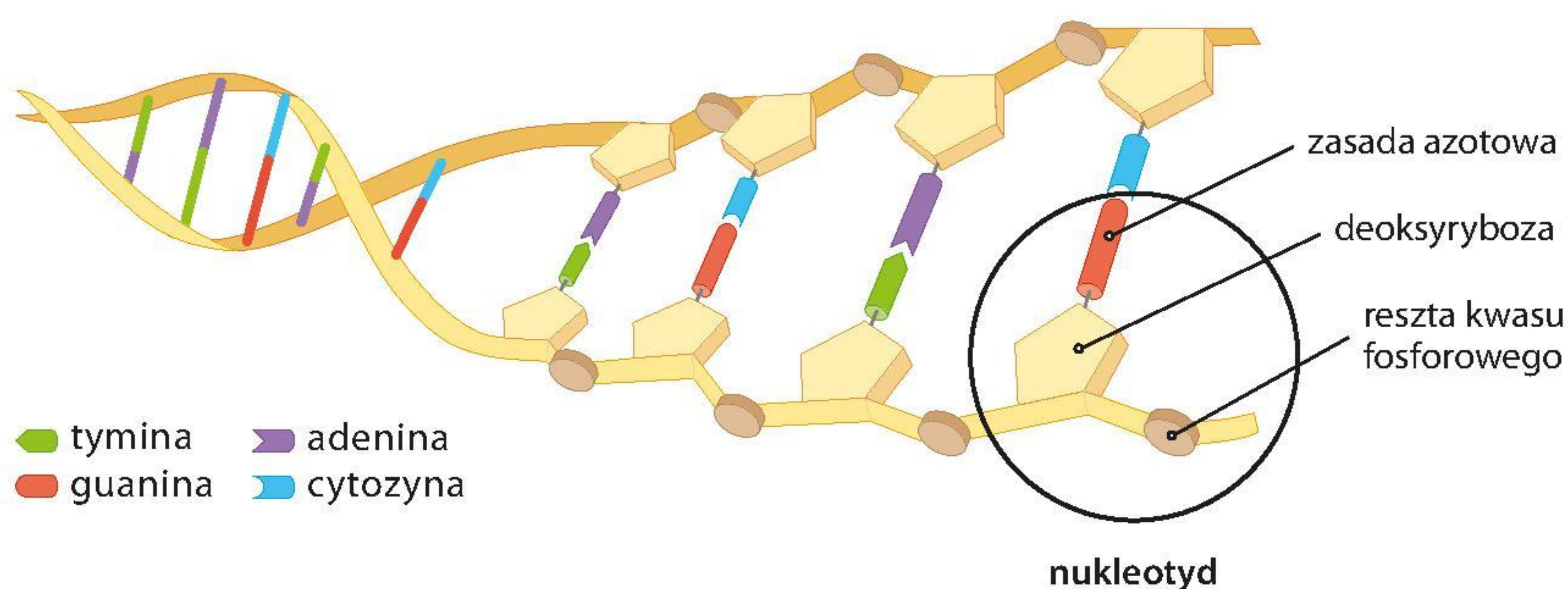
- **Mutacja** to nagła, trwała zmiana w materiale genetycznym komórki.
- Mutacje mogą powstawać spontanicznie lub być wywołane przez **czynniki mutagenne**. Do czynników mutagennych zalicza się między innymi: promieniowanie UV, promieniowanie X, składniki dymu tytoniowego, toksyny grzybów pleśniowych, niektóre wirusy.
- Mutacje mogą prowadzić do powstania **nowotworów**, a także chorób jednogennych, takich jak fenyloketonuria i mukowiscydoza, oraz zaburzeń chromosomowych, na przykład **zespołu Downa**.

Ćwiczenia

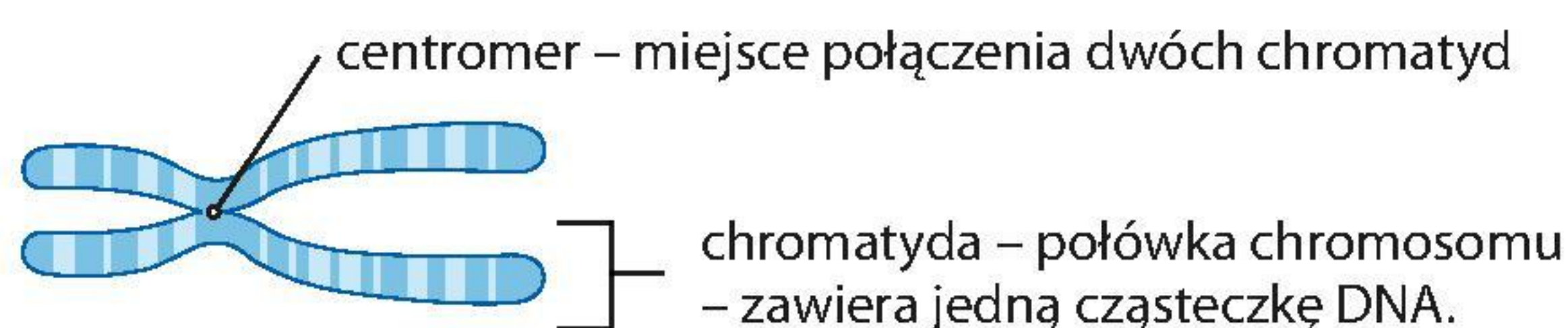
1. Wyjaśnij, czym są mutacje i w jaki sposób powstają.
2. Omów rolę mutacji w kształtowaniu zmienności organizmów.
- ✂ 3. Opisz przyczyny i objawy fenyloketonurii, mukowiscydozy oraz zespołu Downa.
4. Przeanalizuj wpływ wybranej choroby genetycznej na życie człowieka i jego samopoczucie.

Podsumowanie

- 1 Genetyka** to nauka zajmująca się dziedziczeniem cech i zmiennością organizmów.
- Cechy organizmów można podzielić na dziedziczne i niedziedziczne. **Cechy dziedziczne** są przekazywane potomstwu. **Cechy niedziedziczne** nabywa się pod wpływem czynników środowiska i nie przekazuje się ich potomstwu.
- Kwas deoksyrybonukleinowy (DNA)** jest nośnikiem informacji genetycznej. Składa się z mniejszych jednostek – nukleotydów. Każdy nukleotyd jest zbudowany z: cukru – deoksyrybozy, reszty kwasu fosforowego i zasady azotowej. W każdym nukleotydzie występuje jedna z czterech zasad azotowych: adenina (A), tymina (T), cytozyna (C) i guanina (G).
- Cząsteczka DNA ma postać **podwójnej helisy** – dwóch spiralnie skręconych nici. Są one połączone zgodnie z **regułą komplementarności zasad**, która polega na tym, że adenina z jednej nici zawsze tworzy parę z tyminą z drugiej nici, a guanina z jednej nici zawsze tworzy parę z cytozyną z drugiej nici.



- 5 Replikacja** to proces tworzenia kopii cząsteczki DNA. Zachodzi przed podziałem komórki. Dzięki replikacji komórki potomne mają taką samą zawartość materiału genetycznego jak komórka macierzysta.
- 6 Chromatyna** to nawinięte na białka nici DNA. Najbardziej upakowana postać chromatyny to **chromosom**. DNA przyjmuje postać chromosomu podczas podziału komórki.



- 7** Poza kwasem deoksyrybonukleinowym (DNA) w komórce występuje również **kwas rybonukleinowy (RNA)**. Bierze on udział w wytwarzaniu białek.

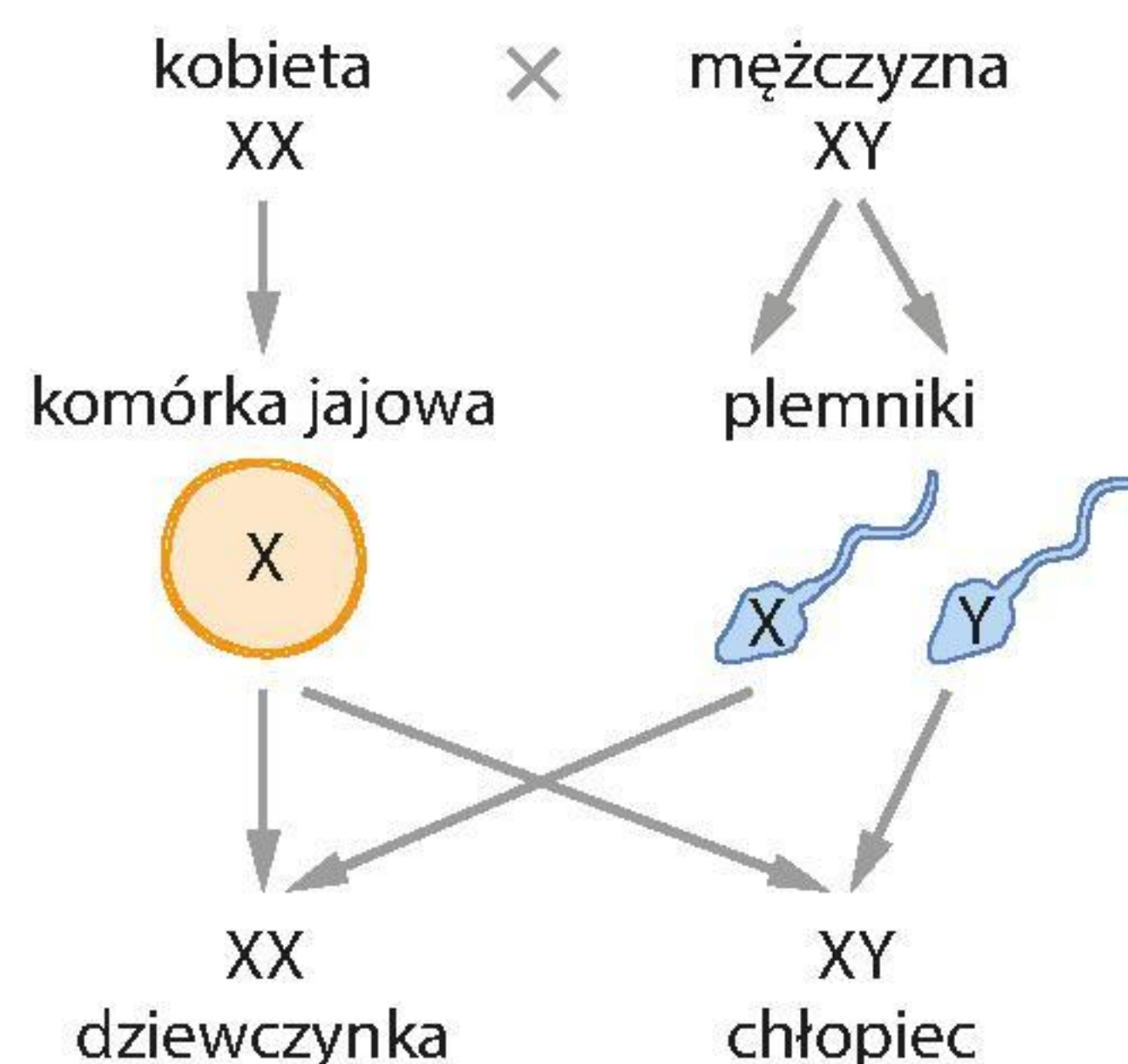
- 8** Wyróżnia się dwa rodzaje podziałów komórkowych – **mitozę** i **mejozę**.

Proces	Liczba komórek potomnych	Liczba chromosomów w komórkach potomnych	Komórki powstałe w wyniku podziału
Mitoza	2	taka sama jak w komórce macierzystej	komórki ciała
Mejoza	4	o połowę mniejsza niż w komórce macierzystej	gamety

9 Podstawowe pojęcia z genetyki

Gen	Odcinek DNA, który zawiera informację o budowie białka.
Genotyp	Informacja genetyczna zawarta we wszystkich genach organizmu lub zapis alleli pojedynczego genu.
Fenotyp	Możliwe do zaobserwowania cechy organizmu.
Kariotyp	Kompletny zestaw chromosomów charakterystyczny dla danego gatunku.
Allel	Jedna z wersji genu.
Allel dominujący	Allel odpowiedzialny za wystąpienie cechy, która ujawnia się zarówno u homozygot, jak i heterozygot.
Allel recesywny	Allel odpowiedzialny za wystąpienie cechy, która ujawnia się tylko u homozygot.
Homozygota	Organizm, który ma dwa identyczne allele danego genu. Wyróżnia się homozygoty recesywne i homozygoty dominujące.
Heterozygota	Organizm, który ma dwa różne allele danego genu.
Komórka diploidalna	Komórka, która w jądrze komórkowym ma podwójny zestaw chromosomów (2n). U człowieka są nimi wszystkie komórki somatyczne.
Komórka haploidalna	Komórka, która w jądrze komórkowym ma pojedynczy zestaw chromosomów (n). Są nimi komórki rozrodcze.

- 10** **Prawo czystości gamet**, czyli **pierwsze prawo Mendla**, mówi, że w każdej gamecie organizmu diploidalnego znajduje się tylko jeden allel danego genu.
- 11** **Kariotyp człowieka** obejmuje 23 pary chromosomów: 22 pary chromosomów autosomalnych i jedną parę chromosomów płci. U kobiet chromosomami płci są dwa chromosomy X, a u mężczyzn – jeden chromosom X i jeden Y.
- 12** **Płeć dziecka** zależy od tego, jaki plemnik połączy się z komórką jajową. W wyniku mejozy do każdej z gamet człowieka trafiają 23 chromosomy, w tym jeden z chromosomów płci. Komórka jajowa zawsze otrzymuje chromosom X, natomiast plemniki – chromosom X albo Y.





- 13** U ludzi występują **cztery główne grupy krwi**, za które odpowiadają trzy allele genu *I*: I^A , I^B , i. Grupa krwi zależy od tego, które dwa allele ma dana osoba.

Genotyp	Antygen	Grupa krwi
$I^A I^A$ lub $I^A i$	A	A
$I^B I^B$ lub $I^B i$	B	B
$I^A I^B$	A i B	AB
ii	brak	0

- 14** U osób z **grupą krwi Rh+** we krwi jest obecny antygen D, natomiast u osób z grupą krwi Rh– nie ma tego antygenu. Antygen D występuje we krwi osób, które w swoim genotypie mają przynajmniej jeden allel dominujący genu odpowiedzialnego za produkcję tego antygenu.
- 15** **Mutacje** to nagłe, trwałe zmiany w materiale genetycznym. Mogą powstawać spontanicznie lub być wywołane przez **czynniki mutagenne**. Do czynników mutagennych zalicza się między innymi:
- promieniowanie UV,
 - promieniowanie X,
 - składniki dymu tytoniowego,
 - toksyny grzybów pleśniowych,
 - niektóre wirusy, na przykład HPV.

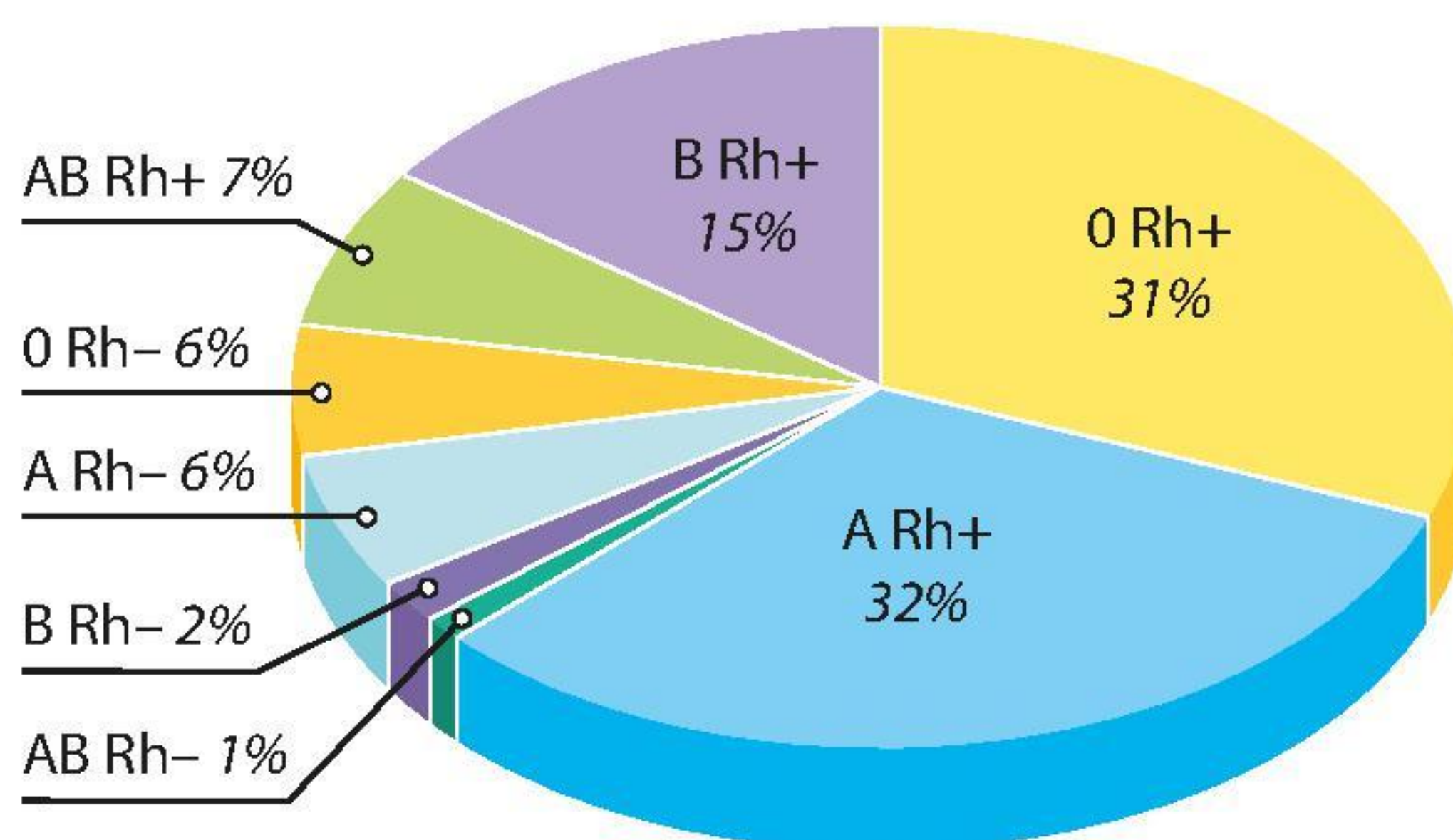
16 Przykłady chorób i zaburzeń genetycznych

Nazwa choroby lub zaburzenia	Objawy	Sposób dziedziczenia
 Fenylketonuria	niepełnosprawność intelektualna wynikająca z gromadzenia się jednego z aminokwasów w tkankach chorego, co jest spowodowane brakiem enzymu odpowiedzialnego za przemianę tego aminokwasu	choroba dziedziczona recesywnie
Mukowiscydoza	infekcje układu oddechowego spowodowane gromadzeniem się w drogach oddechowych gęstego śluzu, w którym mogą się rozwijać drobnoustroje chorobotwórcze; kłopoty z trawieniem spowodowane zablokowaniem przewodów trzustkowych	choroba dziedziczona recesywnie
 Daltonizm	nierozróżnianie barw, najczęściej kolorów czerwonego i zielonego	choroba dziedziczona recesywnie, sprzężona z płcią (wadliwy allel znajduje się w chromosomie X)
Hemofilia	zaburzenia procesu krzepnięcia krwi, powodujące krwawienia i wylewy wewnętrzne	choroba dziedziczona recesywnie, sprzężona z płcią (wadliwy allel znajduje się w chromosomie X)
Zespół Downa	niepełnosprawność intelektualna, niski wzrost, krótka szyja, szeroko rozstawione i nisko osadzone oczy, powiększony język, wady wrodzone serca	nieprawidłowe rozchodzenie się chromosomów 21 pary podczas powstawania komórek rozrodczych; ryzyko urodzenia chorego dziecka wzrasta wraz z wiekiem matki

Sposób na zadania

1. Wyróżniamy 4 główne grupy krwi: A, B, AB i 0. Wyodrębniono je na podstawie obecności lub braku antygenów na powierzchni krwinek czerwonych. Dodatkowo na powierzchni tych krwinek może występować czynnik Rh. Krew osób, które go mają, oznacza się Rh+, a tych które go nie mają – Rh–.

Na wykresie przedstawiono procentowy udział grup krwi w populacji ludzi żyjących w Polsce.



<https://krwiodawcy.org/grupy-krwi> (dostęp: 17.05.2021).

1.1. Na podstawie informacji przedstawionych na wykresie oceń prawdziwość podanych zdań. Wybierz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	Wśród populacji ludzi w Polsce osób z grupą krwi B jest pięć razy więcej niż osób z grupą krwi AB.	P	F
2.	Wśród populacji ludzi żyjących w Polsce więcej jest osób z czynnikiem Rh niż bez niego.	P	F

Wskazówka 1. Przeanalizuj wykres.

Zwróć uwagę na liczbę osób z poszczególnymi grupami krwi oraz z czynnikiem Rh.

Wskazówka 2. Przeczytaj uważnie zdania 1 i 2.

Aby ocenić prawdziwość zdania 1, należy porównać liczbę osób z grupami krwi B i AB. W przypadku zdania 2 należy porównać wszystkie główne grupy krwi pod kątem występowania czynnika Rh.

Wskazówka 3. Ponownie przeanalizuj wykres.

Zdanie 1. Odszukaj wartości procentowe dotyczące udziału osób z grupami B i AB w populacji. Weź pod uwagę zarówno osoby z czynnikiem Rh, jak i bez tego czynnika. Porównaj te wartości i oblicz, jaka jest między nimi różnica. Osoby z grupą krwi B stanowią 17% populacji, czyli około 2 razy więcej niż osoby z grupą AB (8%), więc zdanie 1 jest fałszywe.

Zdanie 2. Przeanalizuj po kolei wszystkie grupy krwi pod kątem występowania czynnika Rh. Liczniej reprezentowane są osoby z czynnikiem Rh, więc zdanie jest prawdziwe.

Poprawna odpowiedź: 1. F, 2. P

1.2. Rozstrzygnij, czy istnieje możliwość, że mężczyzna z grupą krwi AB jest ojcem dziecka z grupą krwi 0. Odpowiedź uzasadnij.

Wskazówka 1. Przeczytaj dokładnie polecenie.

Podkreśl czynności, które masz wykonać: rozstrzygnij, uzasadnij.

Wskazówka 2. Przypomnij sobie wiadomości na temat dziedziczenia grup krwi.

Jakie genotypy warunkują grupę krwi 0, a jakie grupę krwi AB. Zastanów się, jakie allele musiałyby mieć w swoim genotypie mężczyzna, aby mógł być ojcem tego dziecka. Jaka grupa krwi nie ma tych alleli?

Poprawna odpowiedź:

Rozstrzygnięcie: Mężczyzna z grupą krwi AB nie może być ojcem dziecka z grupą krwi 0.

Uzasadnienie: Grupa krwi 0 jest uwarunkowana obecnością dwóch alleli recesywnych (i, i) otrzymanych po jednym od każdego z rodziców. Mężczyzna z grupą krwi AB nie ma w genotypie allelu recesywnego i.

2. Uzupełnij zdania. Wybierz odpowiedź spośród oznaczonych literami A i B oraz odpowiedź spośród oznaczonych literami C i D.

Kobiety chorują na A/B rzadziej od mężczyzn. Aby rozwinęła się u nich choroba, muszą odziedziczyć chromosom C/D zarówno po matce, jak i po ojcu.

A. mukowiscydozę

C. X^d

B. daltonizm

D. X^M

Wskazówka 1. Przeczytaj uważnie zdania, które masz uzupełnić.

Zwróć uwagę, że poniżej znajdują się propozycje uzupełnienia tych zdań. Należy wybrać spośród nich dwie poprawne.

Wskazówka 2. Przypomnij sobie wiadomości na temat chorób dziedzicznych.

Obie wymienione w odpowiedziach choroby są chorobami dziedzicznymi, ale tylko daltonizm jest chorobą sprzężoną z płcią. Wadliwy allel recesywny (d) znajduje się na chromosomie X.

Poprawna odpowiedź: B, C

3. Mutacje chromosomowe dotyczą zmian w budowie lub liczbie chromosomów.

Spośród wymienionych komórek wybierz i zaznacz tę, która nie zostanie pobrana od pacjenta w celu wykluczenia choroby wywołanej mutacją chromosomową. Uzasadnij swój wybór.

A. komórka wątroby

C. krwinka biała

B. krwinka czerwona

D. komórka nabłonka jelita

Wskazówka 1. Przeczytaj dokładnie polecenie.

Zwróć uwagę na podkreślone zaprzeczenie oraz czynności, które masz wykonać: wybierz, zaznacz, uzasadnij.

Wskazówka 2. Przypomnij sobie wiadomości dotyczące chromosomów.

Przypomnij sobie, w którym organellum występują chromosomy. Jedna z wymienionych komórek nie zawiera tego organellum.

Poprawna odpowiedź: B

Uzasadnienie: Krwinki czerwone człowieka nie mają jądra komórkowego, w którym znajdują się chromosomy, dlatego nie mogą służyć do badań nad mutacjami.

Sprawdź się – rozwiąż zadania 10, 11 ze s. 52 ➡



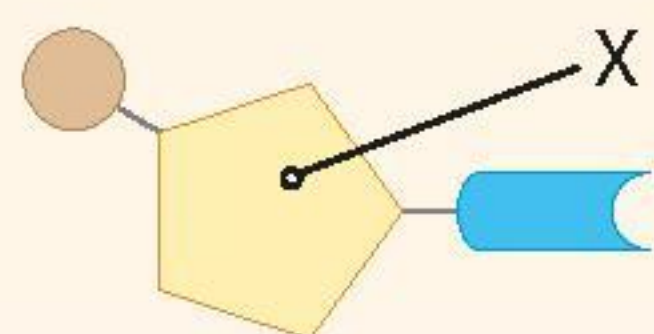
Sprawdź, czy potrafisz

- 1** Zapisz w zeszycie literę P, jeśli zdanie (A–D) jest prawdziwe, lub literę F, jeśli jest fałszywe. (4 p.)

- A. Piwne i niebieskie oczy w rodzinie Kowalskich są przykładem zmienności.
B. Po replikacji chromosom zawiera dwie cząsteczki DNA.
C. U pewnego gatunku diploidalna liczba chromosomów wynosi 18, zatem jego gamety mają również 18 chromosomów.
D. U kobiety oba chromosomy 23 pary są identyczne.

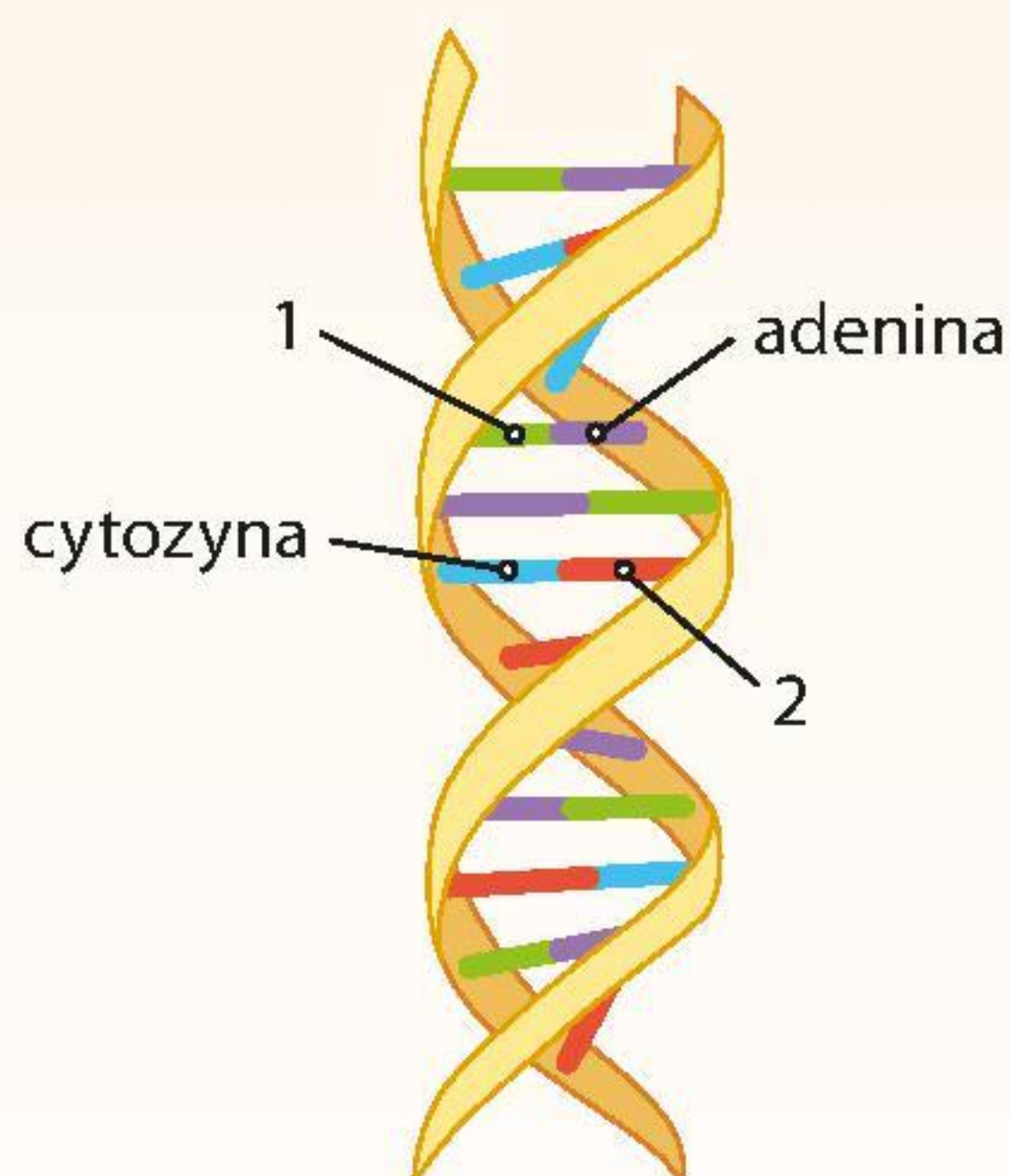
- 2** Wybierz poprawne dokończenie zdania. (1 p.)

Na rysunku przedstawiającym nukleotyd DNA literą X oznaczono



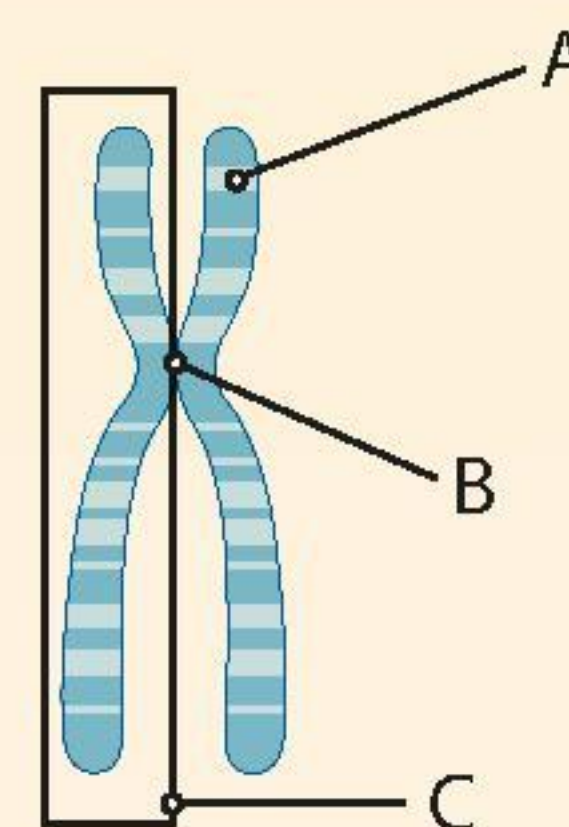
- A. resztę kwasu fosforowego.
B. zasadę azotową.
C. deoksyrybozę.
D. resztę kwasu azotowego.

- 3** Podaj nazwy zasad azotowych oznaczonych cyframi. (2 p.)



1.
2.

- 4** Wpisz nazwy elementów chromosomu oznaczonych literami. (3 p.)



- 5** Spośród podanych niżej genotypów wybierz genotypy heterozygot. (1 p.)

BB, $X^H X^h$, cc, $I^A i$, Aa, $I^B I^B$, Mm

- 6** Skrzyżowano osobniki pokolenia rodzicielskiego o genotypach $X^D X^d$ i $X^d Y$. Wszystkie możliwe genotypy osobników pokolenia F_1 to (1 p.)

- A. $X^D X^D$, $X^d X^d$, $X^D Y$, $X^d Y$.
B. $X^D X^d$, $X^d X^d$, $X^D Y$, $X^d Y$.
C. $X^d X^d$, $X^D Y$, $X^d Y$.
D. $X^D X^D$, $X^d X^d$, $X^D Y$.

- 7** Która krzyżówka przedstawia w prawidłowy sposób dziedziczenie hemofilii? Wybierz odpowiedź spośród podanych poniżej. (1 p.)

A.			X^h	Y^H
	X^h	$X^h X^h$	$X^h Y^H$	
	X^H	$X^H X^h$	$X^H Y^H$	
B.			X^H	Y
	X^H	$X^H X^H$	$X^H Y$	
	X^h	$X^H X^h$	$X^h Y$	
C.			B	b
	B	BB	Bb	
	b	Bb	bb	
D.			X^H	Y^h
	X^H	$X^H X^H$	$X^H Y^h$	
	X^h	$X^H X^h$	$X^h Y^h$	



8 Wpisz do tabeli brakujące allele. (4 p.)

A.	I ^A ?	Grupa krwi A
B.	?i	Grupa krwi B
C.	I ^A ?	Grupa krwi AB
D.	?i	Grupa krwi 0

1. i

2. I^A

3. I^B

9 Które genotypy rodziców mogą być przyczyną konfliktu serologicznego? Wybierz odpowiedź spośród podanych poniżej. (1 p.)

- A. Matka Rr, ojciec Rr.
- B. Matka rr, ojciec RR.
- C. Matka Rr, ojciec rr.
- D. Matka RR, ojciec Rr.

10 Pewna choroba genetyczna jest spowodowana recesywną mutacją w genie położonym w chromosomie 12. Organizm chorego nie wytwarza enzymu przetwarzającego jeden z aminokwasów. Aminokwas ten gromadzi się w organizmie i około 3 miesiąca życia pojawiają się objawy choroby, między innymi nadpobudliwość i drgawki.

10.1. Spośród wymienionych chorób wybierz i zaznacz tę, która została opisana w tekście. (1 p.)

- A. fenylketonuria
- B. mukowiscydoza
- C. hemofilia
- D. daltonizm

10.2. Dokończ zdanie. Wybierz odpowiedź A lub B i jej uzasadnienie 1 lub 2. (1 p.)

Rodzice, którzy nie wykazują objawów opisanej choroby, a mają chore dziecko, są

A.	heterozygotami,	ponieważ do wystąpienia objawów chorobowych konieczna jest obecność	1.	obu alleli recesywnych.
B.	homozygotami,		2.	tylko jednego allelu recesywnego.

11 Uzupełnij zdanie. Wybierz odpowiedzi spośród oznaczonych literami A i B oraz C i D. (1 p.)

U dzieci chorych na fenylketonurię stosuje się dietę pozbawioną wybranych A/B, aby zmniejszyć ryzyko uszkodzenia układu C/D.

- A. białek
- B. cukrów
- C. hormonalnego
- D. nerwowego

12 Która z wymienionych chorób jest chorobą sprzężoną z płcią? Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych poniżej. (1 p.)

- A. fenylketonuria
- B. mukowiscydoza
- C. albinizm
- D. hemofilia

13 Na podstawie danych z tabeli podaj wniosek dotyczący ryzyka urodzenia dziecka z zespołem Downa. (1 p.)

Wiek matki [lata]	Ryzyko
20	1/1925
25	1/1206
30	1/885
35	1/365
40	1/110
45	1/32
50	1/12

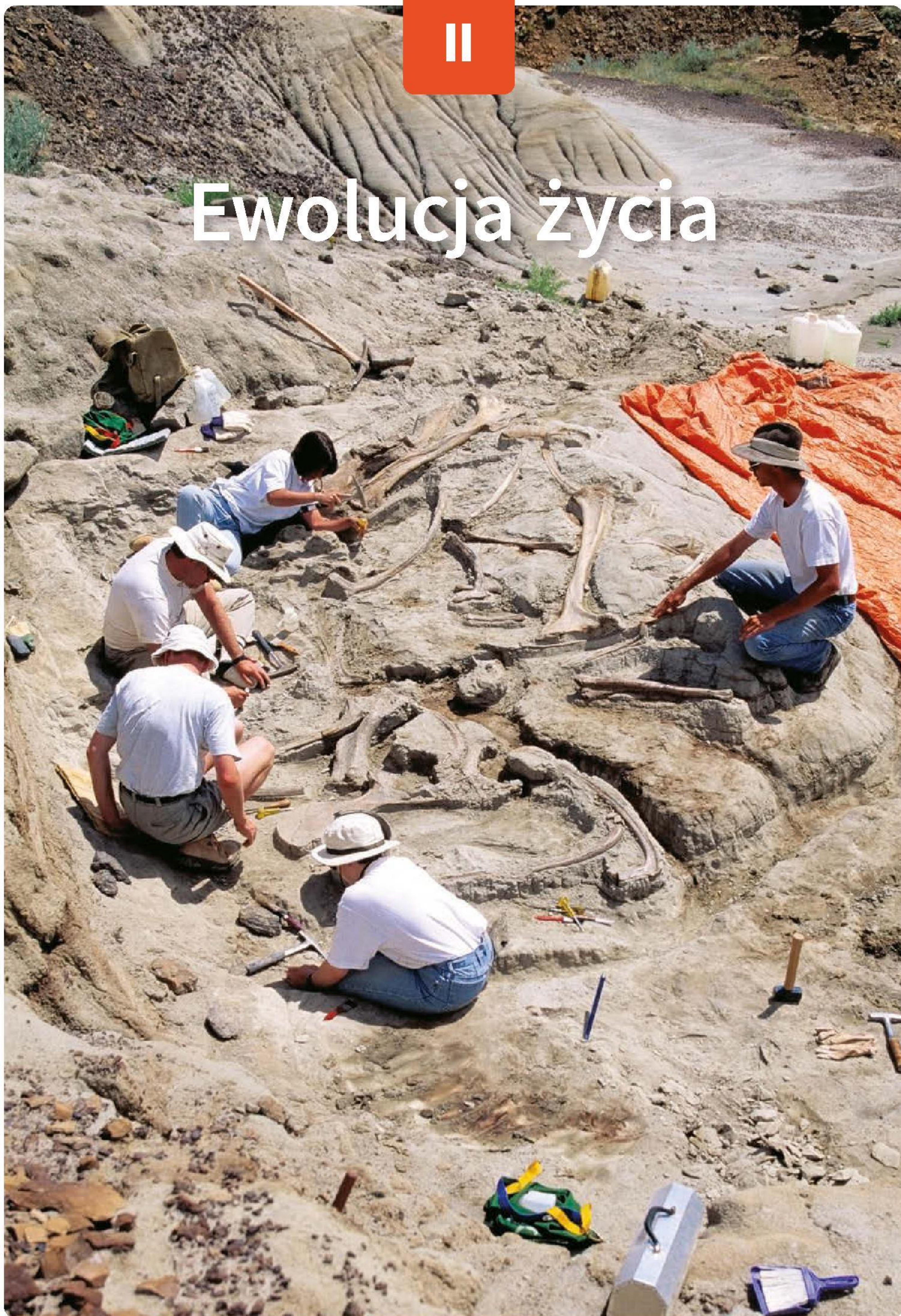
Wniosek: Ryzyko urodzenia dziecka z zespołem Downa jest wysokie.

Policz uzyskane punkty. Wystaw sobie odpowiednią ocenę.

- 0–7 niedostateczny
- 8–12 dopuszczający
- 13–16 dostateczny
- 17–19 dobry
- 20–22 bardzo dobry
- 23 celujący

II

Ewolucja życia





- 1** Źródła wiedzy o ewolucji
- 2** Mechanizmy ewolucji
- 3** Pochodzenie człowieka
- ☐ Podsumowanie
- ☐ Sposób na zadania
- ☐ Sprawdź, czy potrafisz

Szacuje się, że obecnie na Ziemi żyje niemal 9 milionów gatunków organizmów. Jest to tylko część wszystkich gatunków zamieszkujących naszą planetę od czasów jej powstania. Wiedzę o organizmach, które żyły na Ziemi w przeszłości, czerpiemy między innymi ze śladów w postaci skamieniałości. To dzięki nim możemy odkryć wspólnych przodków organizmów występujących współcześnie na naszej planecie.

Zwróć uwagę na:

- istotę procesu ewolucji organizmów,
- pośrednie i bezpośrednie dowody ewolucji.

Porównując organizmy występujące na Ziemi, naukowcy zaobserwowali, że niektóre gatunki są do siebie podobne i można je połączyć w większe grupy. Na przykład kot domowy, tygrys i lew należą do rodziny kotowatych, ponieważ mają podobną budowę ciała. W ten sam sposób wyodrębniono inne rodziny ssaków oraz wyższe grupy – gromady, typy czy królestwa.

Badacze stwierdzili również, że gatunki bardziej do siebie podobne, są ze sobą bliżej spokrewnione, czyli miały wspólnego przodka stosunkowo niedawno. Większe różnice świadczą o odleglejszych wspólnych korzeniach. Nawet słoń i bakteria są ze sobą w pewnym stopniu spokrewnione. Wszystkie organizmy wywodzą się bowiem od wspólnego praprzodka, od jednej najprostszej formy życia.

Na podstawie tego odkrycia naukowcy wysnuli wniosek, że wszystkie organizmy podlegają **ewolucji**. Jest to proces stopniowych zmian budowy ciała, sposobu życia, upodobań pokarmowych lub innych cech gatunkowych, prowadzący do powstania nowego gatunku. Zmiany te wynikają ze zmian

zachodzących w środowisku. Z czasem z gatunku wyjściowego, zwanego przodkiem, powstaje kilka gatunków potomnych. Następstwem tych procesów jest ogromna różnorodność istot żywych.

Ewolucję potwierdzają **bezpośrednie** oraz **pośrednie dowody**, dostarczane przez różne dziedziny nauki, między innymi paleontologię, anatomię oraz genetykę.

DOWODY EWOLUCJI

Bezpośrednie

pozwalają śledzić kolejność pojawiania się poszczególnych form organizmów.

- skamieniałości
- formy pośrednie
- żywe skamieniałości

Pośrednie

opierają się na analizie podobieństw oraz różnic w budowie i sposobie funkcjonowania.

- jedność budowy i funkcjonowania
- narządy szczątkowe
- rozmieszczenie organizmów na kuli ziemskiej
- struktury homologiczne i analogiczne

U niektórych gatunków węży, na przykład z rodziny żmijowatych, występuje więcej niż jedna barwna forma. Zmienność wśród osobników jednego gatunku jest pierwszym krokiem do powstania nowych gatunków.



Skamieniałości

Skamieniałości to szczątki i ślady działalności organizmów zachowane w osadach skorupy ziemskiej. Stanowią one ważne źródło wiedzy o przeszłości.

■ Skamieniałe szczątki organizmów

W skałach osadowych kuli ziemskiej znajdują się skamieniałe szczątki organizmów, między innymi fragmenty roślin, kości i zęby. Pozwalają one odtworzyć przypuszczalny wygląd nieżyjących od dawna organizmów.

W skałach zachowały się fragmenty wymarłych roślin, na przykład paproci.



Skamieniałe muszle amonitów z grupy głowonogów zachowały się, mimo że pochodzą sprzed wielu milionów lat.

■ Zmumifikowane ciała organizmów

Zmumifikowane zwłoki całych organizmów zachowują się do naszych czasów niezwykle rzadko. Stanowią cenny materiał, ponieważ umożliwiają dokładną analizę budowy ciała, zwłaszcza jego miękkich części.

Zachowane w całości mamucie niemowlę odkryto w wiecznej zmarzlinie na Syberii.



Owady uwięzione w żywicy przed wieloma milionami lat przetrwały do dziś dzięki konserwującym właściwościom bursztynu.

■ Ślady działalności organizmów

Szczególnym rodzajem skamieniałości są ślady działalności organizmów, na przykład gniazda, nory, skamieniałe odchody i tropy. Pozwalają one poznać tryb życia wymarłych zwierząt.

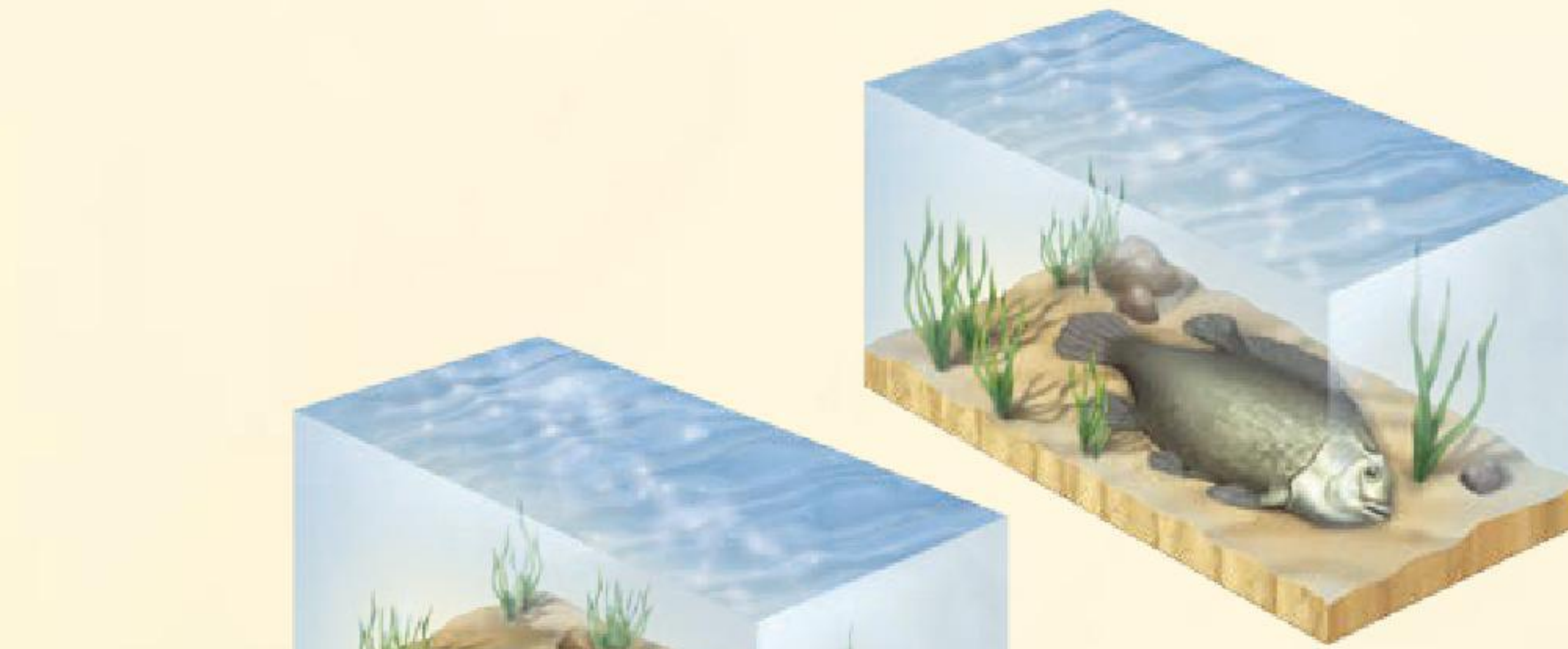
W skamieniałym gnieździe dinozaura można m.in. sprawdzić liczbę składanych jaj. Czasem zachowują się w nich szczątki embrionów.



W rejonie Gór Świętokrzyskich zachowały się tropy najstarszego znanego czworonoga, który mógł poruszać się poza środowiskiem wodnym.

Jak powstaje skamieniałość?

Po śmierci organizmu jego ciało zwykle rozkłada się w ciągu kilkunastu miesięcy lub kilku lat. Aby utworzyła się skamieniałość, martwy organizm musi zostać szybko pogrzebany na przykład w osadach przynoszonych przez wodę. Następuje wówczas proces skamienienia, polegający na zastąpieniu muszli, kości lub innych części ciała przez minerały, takie jak krzemionka czy węglan wapnia.



1 Martwa ryba opada na dno morza. Miękkie części jej ciała są rozkładane przez bakterie.



2 Z czasem szczątki ryby przykrywa warstwa osadu. Twarde części organizmu ulegają przemianom chemicznym – skamienieniu.



3 Skamieniały szkielet ryby pod wpływem nacisku przykrywających go warstw osadów ulega sprasowaniu. Dodatkowo w wyniku ruchów skorupy ziemskiej może zmieniać swoje położenie.



4 Po ustąpieniu morza skały tworzące jego dno są narażone na działanie temperatury powietrza, wiatru i opadów. Pod wpływem tych czynników ulegają erozji, która niszczy ich kolejne warstwy.



5 Długotrwała erozja doprowadza do odsłonięcia skamieniałego szkieletu z otaczających go skał.

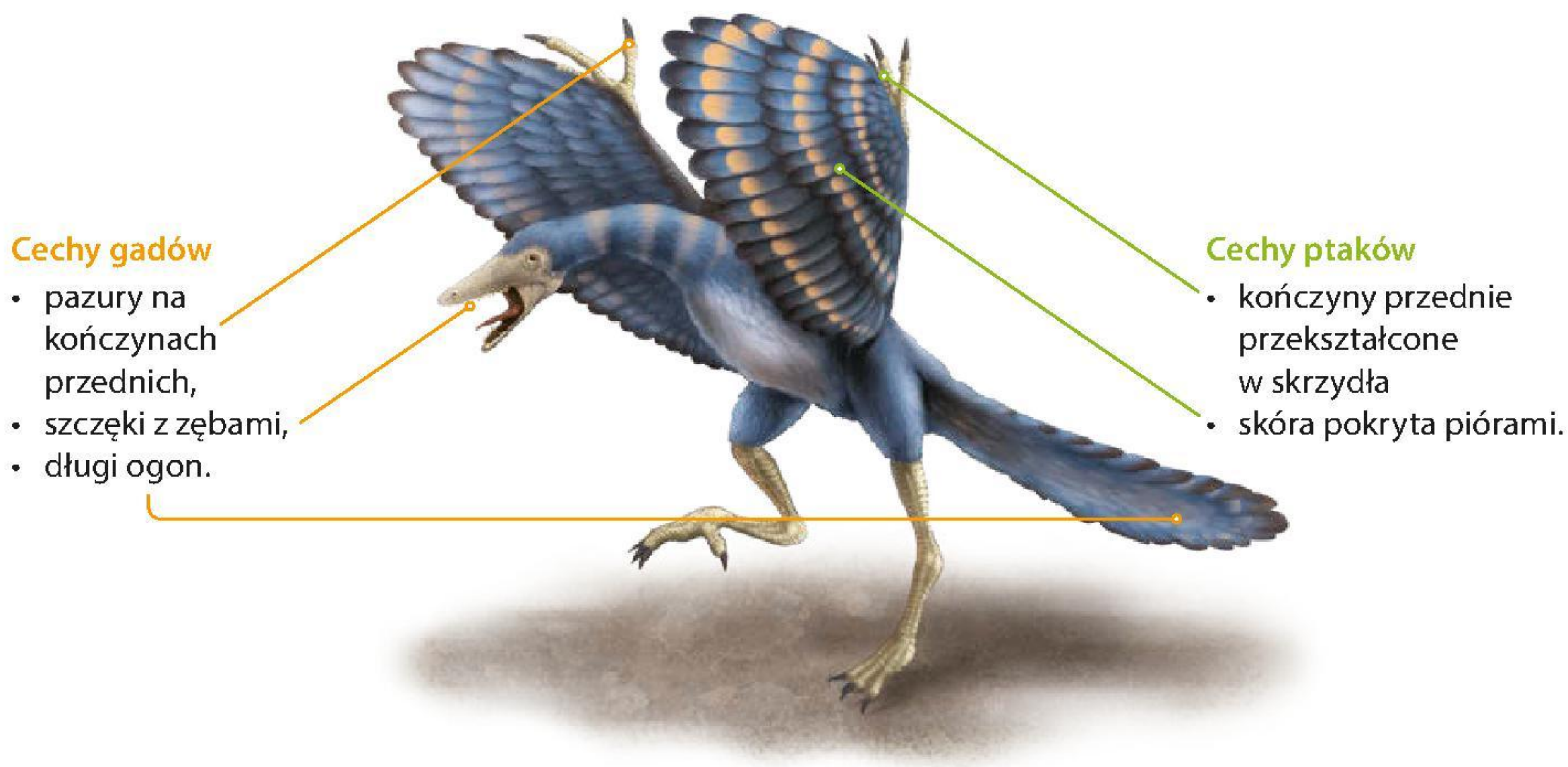
? Wyjaśnij, dlaczego skamieniałość powstaje w warunkach beztlenowych.

Formy pośrednie

Teoria ewolucji zakłada, że nawet duże grupy organizmów, takie jak ryby, płazy, gady, ptaki i ssaki, są ze sobą spokrewnione. Założenie to potwierdzają szczątki form pośrednich, czyli organizmów łączących w sobie cechy dwóch różnych grup systematycznych.

Przykładem zwierzęcia, które uznaje się za formę przejściową, jest **archeopteryks**.

Łączył on w sobie cechy dwóch gromad kręgowców – gadów i ptaków. Miał charakterystyczne dla ptaków kończyny przednie przekształcone w skrzydła, a jego ciało było pokryte piórami. Do cech typowo gadzich archeopteryksa należały szczęki uzbrojone w zęby, długi ogon oraz pazury na przednich kończynach.



Inne formy pośrednie

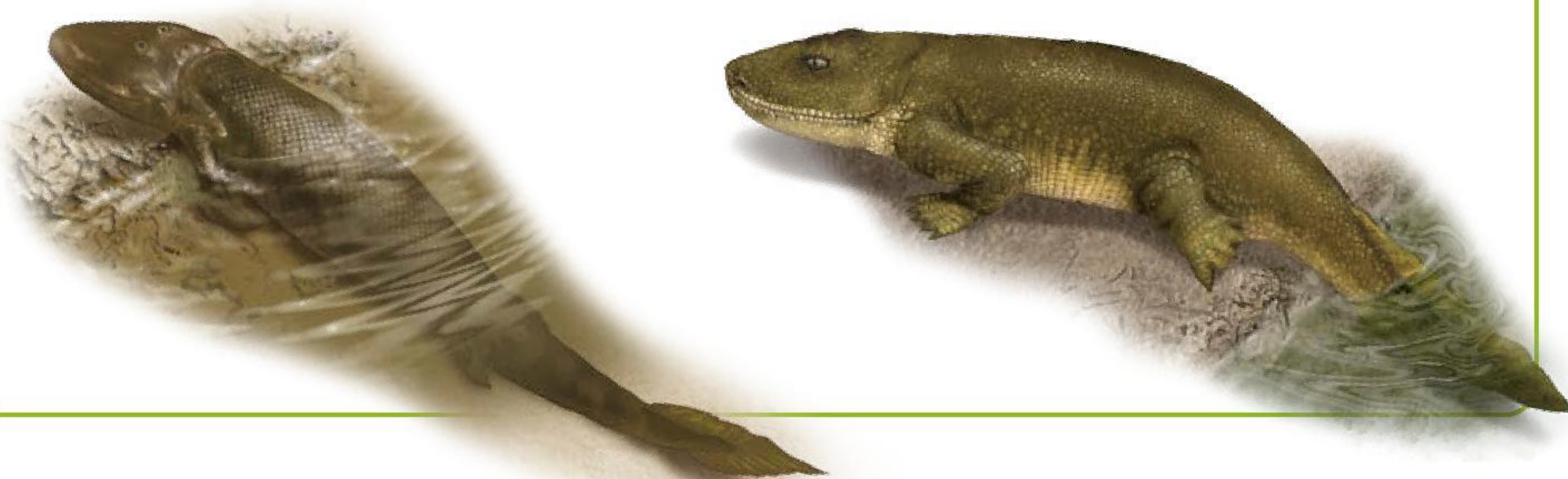
Skamieniałości form pośrednich, takich jak tiktaalik czy ichtiostega, są szczególnie cenne, bo świadczą o tym, że jedne grupy organizmów wywodzą się od innych.

Tiktaalik

Był ogniwem pośrednim między rybami a płazami. Chociaż miał płetwy, a jego ciało było pokryte łuską, nie był typową rybą. Podczas poruszania się po płytkich wodach podpierał się płetwami.

Iktiostega

Była pierwszym płazem z dobrze rozwiniętymi kończynami. Miała jednak wiele cech rybich, m.in. płetwę ogonową i linię naboczną. Żyła w wodzie, mogła też poruszać się na lądzie.



Dowiedz się więcej

Żywe skamieniałości

Żywe skamieniałości to pojedyncze gatunki, które przetrwały do dziś, mimo że inni ich bliscy krewni już dawno wymarli. Dzięki temu, że ewolucja tych gatunków przebiegała bardzo powoli, mogą nam wiele powiedzieć o życiu i wyglądzie organizmów z przeszłości.

- **Kolczatka i dziobak** należą do stekowców. Ssaki te mają wiele cech gadzich, na przykład ich młode wykluwają się z jaj. Później jednak, tak jak ssaki, żywią się mlekiem matki.
- **Latimeria** należy do ryb trzonopłetwych, których większość przedstawicieli wymarła miliony lat temu. Cechą różniącą latimerię od większości współcześnie żyjących ryb są płetwy osadzone na umięśnionych trzonach.
- **Łodzik** to jedyny żyjący współcześnie głowonóg z muszlą zewnętrzną.



■ Jedność budowy i funkcjonowania

Wszystkie organizmy są zbudowane z komórek, które składają się z takich samych związków chemicznych. Komórki te tworzą też podobne typy tkanek, narządy i układy. Nazywamy to **jednością planu budowy**. Organizmy wykazują także takie same czynności życiowe. Oznacza to między innymi, że wszystkie oddychają, odżywiają się i wydalają.

■ Narządy szczątkowe

Niekiedy po ewolucyjnych przodkach pozostają ślady w postaci **narządów szczątkowych**, które nie odgrywają żadnej istotnej roli u współcześnie żyjących organizmów. W wypadku człowieka są to zęby mądrości, mięśnie poruszające małżowiną uszną i kość ogonowa. Okazuje się, że informacja

o cechach nawet odległych przodków jest ciągle zapisana w DNA. Jej część pozostaje jednak nieaktywna lub jest aktywna tylko w czasie rozwoju zarodkowego. Na przykład podczas rozwoju zarodkowego człowieka pojawiają się zawiązki łuków skrzelowych, podobne do tych, które występują u ryb.

■ Rozmieszczenie organizmów

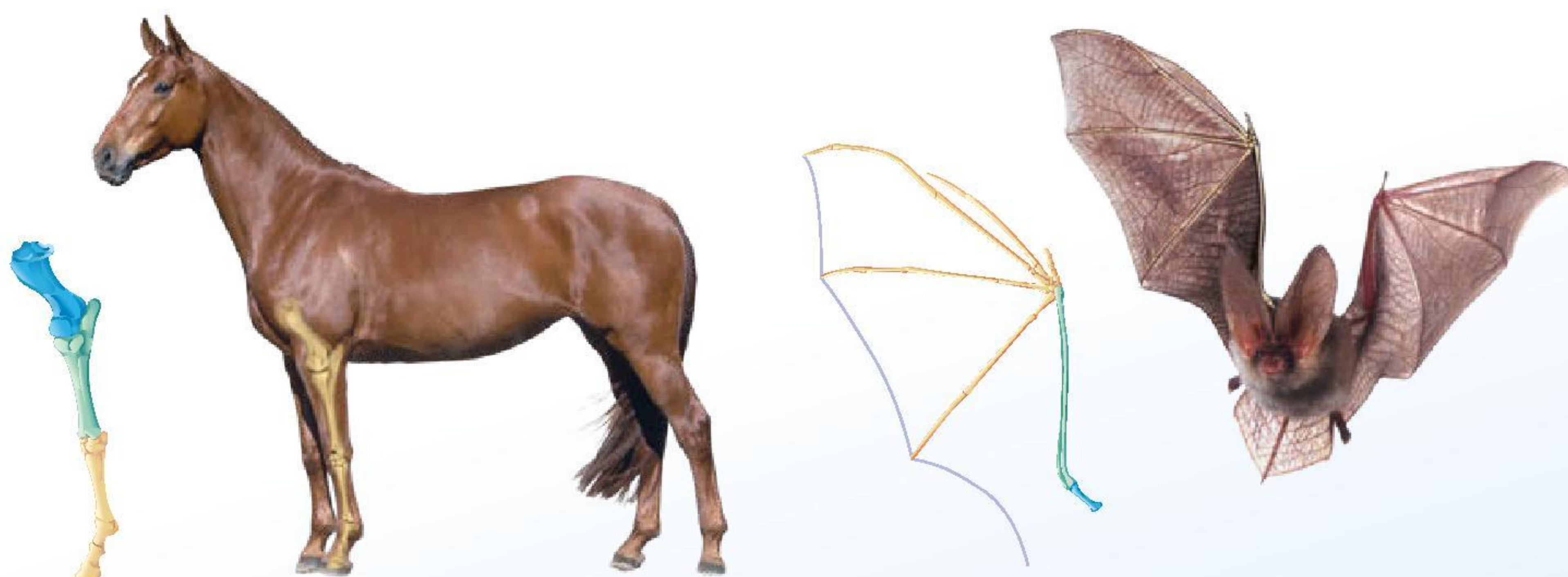
O wspólnym pochodzeniu organizmów świadczy fakt, że blisko spokrewnione gatunki zazwyczaj zamieszkują sąsiednie rejon, a daleko spokrewnione – występują najczęściej na różnych kontynentach. Czasami duże grupy organizmów na jednym obszarze wymierają, a na innym udaje im się przetrwać. Przykładem są liczne gatunki torbaczy żyjące tylko w Australii.

Struktury homologiczne i analogiczne

Aby określić, czy dwa gatunki są ze sobą blisko czy daleko spokrewnione, naukowcy porównują budowę ich narządów. U organizmów blisko spokrewnionych narządy mają podobną budowę wewnętrzną i pochodzenie. Takie narządy są określane jako struktury homologiczne. U organizmów daleko spokrewnionych narządy mają odmienną budowę wewnętrzną i pochodzenie. Takie narządy, które nie mają wspólnego pochodzenia, są nazywane strukturami analogicznymi.

■ Struktury homologiczne

Struktury homologiczne mają wspólne pochodzenie i podobną budowę wewnętrzną. Często jednak różnią się wyglądem, ponieważ podczas rozwoju ewolucyjnego zostały przystosowane do pełnienia innych funkcji.



- kość ramienna
- kości przedramienia
- kości nadgarstka, śródręcza i palców

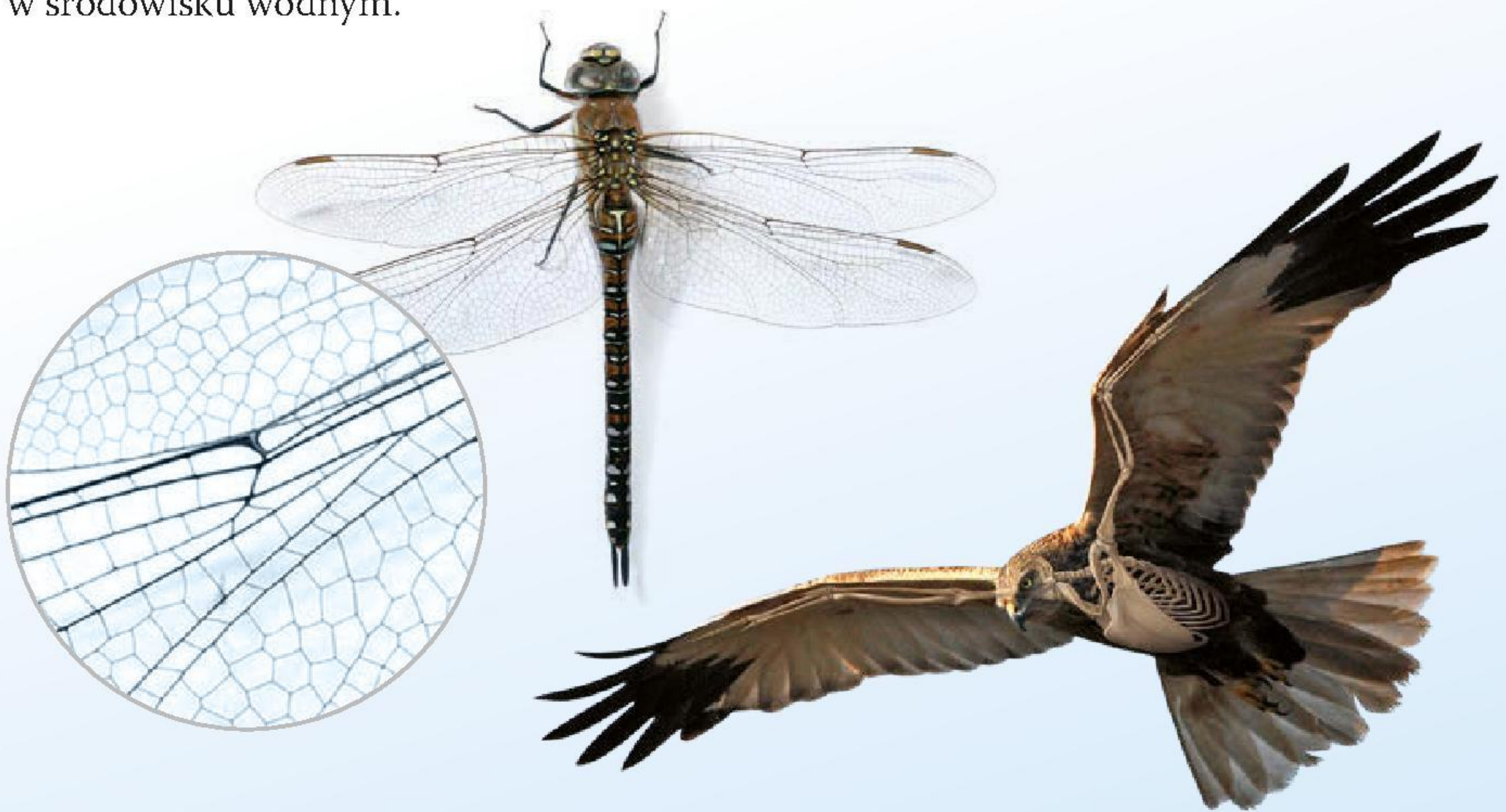
Kończyna konia jest doskonale przystosowana do biegu, a skrzydło nietoperza – do lotu. Różnią się one wyglądem, jednak składają się z tych samych kości, mają więc wspólne pochodzenie ewolucyjne.

To najważniejsze!

- **Ewolucja** to proces stopniowych, ciągłych zmian organizmów prowadzący do powstania nowych gatunków. Potwierdzają ją bezpośrednie oraz pośrednie dowody.
- **Bezpośrednie dowody** ewolucji pozwalają śledzić kolejność pojawiania się poszczególnych form organizmów. Należą do nich: skamieniałości, formy pośrednie i żywe skamieniałości.
- **Pośrednie dowody** ewolucji opierają się na analizie podobieństw oraz różnic w budowie i sposobie funkcjonowania organizmów. Należą do nich: narządy szczątkowe, jedność budowy i funkcjonowania, rozmieszczenie organizmów na kuli ziemskiej, struktury homologiczne i analogiczne.

■ Struktury analogiczne

Struktury analogiczne mają podobny do siebie wygląd, ponieważ wykształciły się pod wpływem zbliżonych warunków środowiska. Jednak ich budowa wewnętrzna oraz pochodzenie są różne, co świadczy o braku bliskiego pokrewieństwa gatunków. Upodabnianie się do siebie organizmów, które nie są ze sobą blisko spokrewnione, pod wpływem podobnych czynników środowiska nazywamy **konwergencją**. Przykładem konwergencji jest opływowy kształt ciała rekina i delfina – przedstawicieli różnych gromad kręgowców. Cecha ta jest przejawem ich przystosowania do życia w środowisku wodnym.



Skrzydła owada i ptaka pełnią tę samą funkcję. Mają jednak różną budowę. Rusztowanie ptasiego skrzydła stanowią kości, z kolei drobne żyłki widoczne w owadzim skrzydle to głównie tchawki – rurki, które są elementem układu oddechowego tego owada. Oba narządy mają więc inne pochodzenie ewolucyjne.

Ćwiczenia

1. Wyjaśnij, czym jest ewolucja.
2. Wyjaśnij, w jaki sposób zmiany warunków środowiska wpływają na ewolucję organizmów.
3. Podaj przykłady pośrednich i bezpośrednich dowodów ewolucji.
4. Wytłumacz, w jakich warunkach może powstać skamieniałość.
5. Porównaj szkielet skrzydła nietoperza ze szkieletem kończyny górnej człowieka. Wyjaśnij, czy obie kończyny są strukturami homologicznymi czy analogicznymi.
6. Wymień co najmniej trzy dowody ewolucji świadczące o wspólnym pochodzeniu kręgowców.

Zwróć uwagę na:

- proces, w którego wyniku powstaje nowy gatunek,
- mechanizmy doboru naturalnego i doboru sztucznego oraz różnice między nimi.

Wszystkie organizmy na Ziemi podlegają ewolucji. Jej przebieg trudno jednak zaobserwować, ponieważ trwa on miliony lat. Nowe odkrycia naukowe wskazują, że życie na Ziemi powstało ponad 4 miliardy lat temu. Przez pierwsze 3 miliardy lat na Ziemi żyły jedynie bakterie, głównie sinice. W toku ewolucji zaczęły z nich powstawać coraz bardziej skomplikowane formy, które dały początek różnorodnym gatunkom organizmów.

W jaki sposób z jednego gatunku mogą powstać inne? Zagadkę tę rozwiązał **Karol Darwin**. W 1831 roku udał się on na okręcie Beagle w podróż dookoła świata. W trakcie tej wyprawy odwiedził wiele zakątków kuli ziemskiej, między innymi wyspy Galapagos. Zebrane podczas podróży dane umożliwiły mu sformułowanie teorii ewolucji.

■ Główne założenia teorii ewolucji

Karol Darwin stwierdził, że jeżeli część osobników jakiegoś gatunku przeniesie się na inny obszar, na przykład na wyspę, to z powodu odległości te organizmy nie będą miały kontaktu z pozostałymi przedstawicielami gatunku i nie będą się mogły z nimi krzyżować. To oznacza, że powstaną dwie grupy osobników, między którymi wytworzy się **izolacja geograficzna**. Osobniki na wyspie będą musiały się przystosować do nowych warunków środowiska, między innymi do innego pożywienia. To doprowadzi do powstania różnic między przedstawicielami obu grup. Z czasem te różnice będą tak duże, że osobniki nawet po ponownym spotkaniu nie będą się mogły krzyżować i wydawać na świat potomstwa. W ten sposób powstanie **nowy gatunek**.

Galapagos – kolebka teorii ewolucji

Darwin przeprowadził na wyspach Galapagos najważniejsze ze swoich obserwacji. Odkrył tam nieznane ówczesnej nauce i niespotykane nigdzie indziej gatunki organizmów. Takie gatunki, które żyją tylko na ograniczonym obszarze, nazywamy **endemitami**.

- **Żółw słoniowy** jest największym żółwiem występującym na Ziemi.



- **Legwan morski** jest jedyną jaszczurką, która zdobywa pokarm w wodzie.

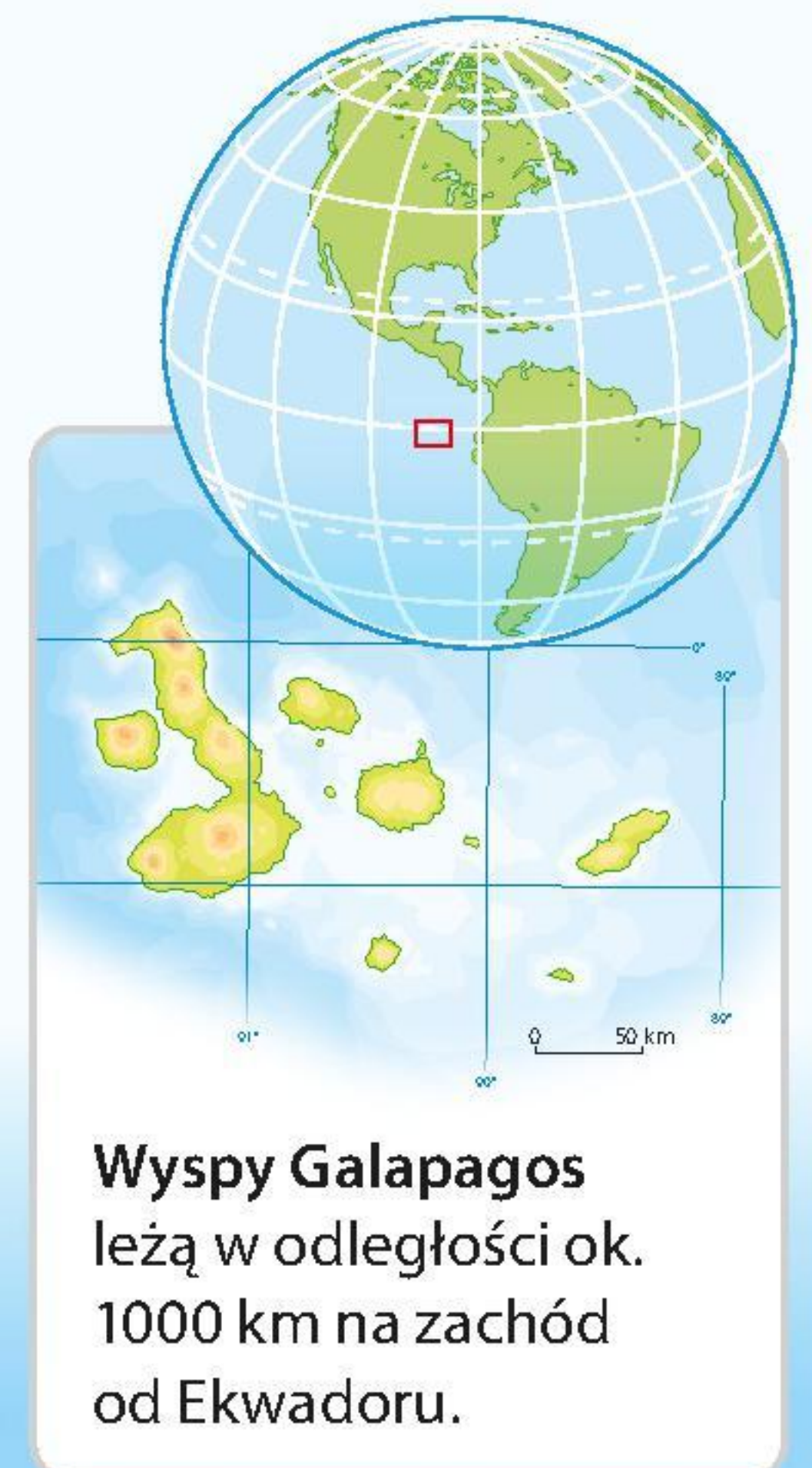


- **Pingwin równikowy** jest jedynym pingwinem żyjącym na półkuli północnej.



Darwinki – jak działa ewolucja?

Proces powstawania nowych gatunków można prześledzić na przykładzie żyjących na wyspach Galapagos ptaków, zwanych darwinkami. Mają one wspólnego przodka pochodzącego z Ameryki Południowej. Darwinki, które osiedliły się na różnych wyspach, musiały przystosować się do odmiennych warunków środowiska. Zmienił się między innymi rodzaj spożywanego przez nie pokarmu, co wpłynęło na zmianę kształtu ich dziobów. W ten sposób z gatunku wyjściowego powstało wiele nowych gatunków darwinek.



Wspólny przodek
wszystkich darwinek
żywił się nasionami.



Bariera geograficzna
w postaci oceanu uniemożliwiła
krzyżowanie się osobników
żyjących na różnych wyspach.

? Jakie bariery
inne niż
ocean mogą
powodować
izolację
geograficzną?

Darwinka
kaktusowa ma długi
dziób pozwalający jej
żerować na kwiatach
kaktusów oraz żywić
się ich miąższem.



Darwinka
wielkodzioba
charakteryzuje się
masywnym dziobem,
gdyż odżywia się
nasionami o bardzo
twardych łupinach.



■ Dobór naturalny

Darwin zauważył, że większość zwierząt wydaje na świat więcej potomstwa, niż jest to konieczne. Na przykład ryby składają co roku tysiące jaj. Jednak zasoby środowiska są ograniczone i niewystarczające dla wszystkich. Organizmy konkurują więc o dostęp do pokarmu, wody, miejsca do życia czy partnera do rozrodu. Tę konkurencję Darwin nazwał **walką o byt**. Wygrywają ją osobniki najlepiej przystosowane do warunków środowiska, czyli najsilniejsze, najbardziej odporne na choroby i najsukuteczniej zdobywające pożywienie. To one mają szansę dożyć wieku rozrodczego i przekazać swoje geny następnemu pokoleniu. Mechanizm sprawiający, że przeżywają osobniki najlepiej przystosowane do środowiska, Darwin nazwał **doborem naturalnym**.

■ Dobór sztuczny

Hodowcy roślin i zwierząt już od dawna naśladowali działanie doboru naturalnego. Wybierali z każdego pokolenia osobniki o odpowiadających im cechach i tylko te przeznaczali do dalszego rozrodu. Z czasem taka selekcja doprowadziła do utrwalenia się pożądanych cech i powstania nowej rasy zwierzęcia lub odmiany rośliny. Takie działanie nazywamy **doborem sztucznym**. Gdy mamy do dyspozycji różne rasy zwierząt, możemy je ze sobą krzyżować. W ten sposób uzyskuje się nowe rasy potomne, zwykle odmienne od gatunku wyjściowego. Dzięki stosowaniu w swojej działalności hodowlanej doboru sztucznego, hodowcy uzyskali między innymi odmiany roślin odpornych na choroby czy rasy krów dających więcej mleka.

RODZAJE DOBORU

Dobór naturalny

- O selekcji osobników decydują warunki środowiska.
- To proces przypadkowy.
- Przeżywają osobniki najlepiej przystosowane do życia w danych warunkach środowiska.
- Prowadzi do powstania nowych gatunków.



Działanie doboru naturalnego można zaobserwować w relacji ofiara – drapieżnik. Największą szansę zdobycia pożywienia ma szybki i silny rybołów.

Dobór sztuczny

- O selekcji osobników decyduje człowiek.
- To proces celowy.
- Do rozrodu są dopuszczane osobniki o pożądanych przez człowieka cechach.
- Prowadzi do powstania hodowlanych ras i odmian.



Wszystkie psy pochodzą od wilka. Udomowienie psa następowało w okresie od 40 do 15 tysięcy lat temu. Jest to przykład **działania doboru sztucznego**.

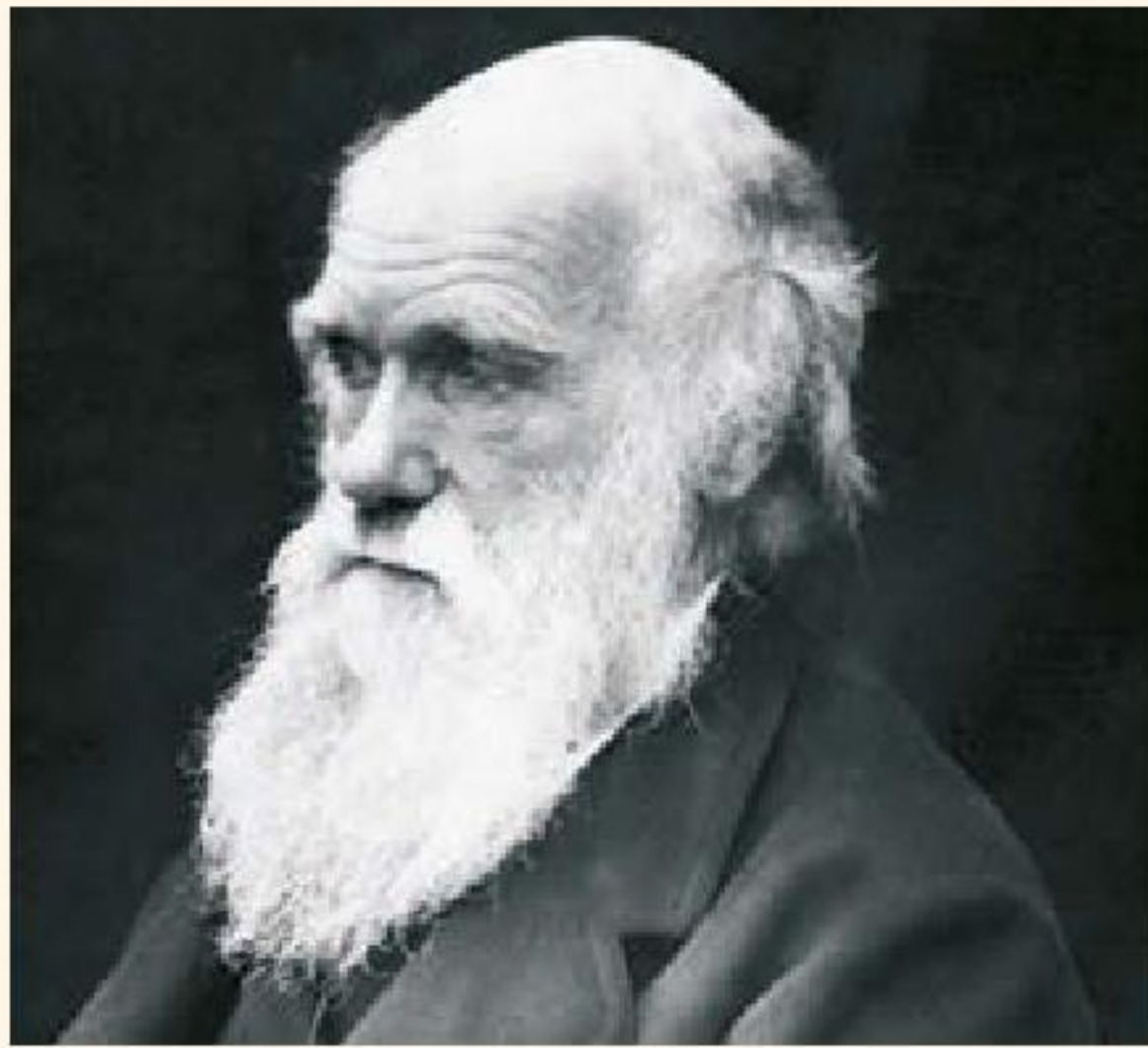
Dowiedz się więcej

Współczesne spojrzenie na ewolucję

W czasach, kiedy Darwin tworzył teorię ewolucji, nie znano jeszcze genetycznego podłoża dziedziczenia cech. Dopiero późniejsze badania, między innymi Gregora Mendla oraz Francisa Cricka i Jamesa Watsona, umożliwiły uzupełnienie teorii Darwina. W ten sposób powstała **syntetyczna teoria ewolucji**.

■ Główne założenia syntetycznej teorii ewolucji

- Osobniki jednego gatunku różnią się od siebie i tę właściwość nazywamy zmiennością genetyczną gatunku. Powstaje ona w wyniku rekombinacji oraz mutacji.
- Większość organizmów wydaje na świat więcej potomstwa, niż jest to konieczne, aby gatunek mógł przeżyć.
- Organizmy muszą konkurować o te same, ograniczone zasoby środowiska.
- Dobór naturalny sprawia, że przeżywają lepiej przystosowane osobniki.
- Cechy przodków są dziedziczone, co oznacza, że najlepiej przystosowane organizmy przekazują swoje geny potomstwu.



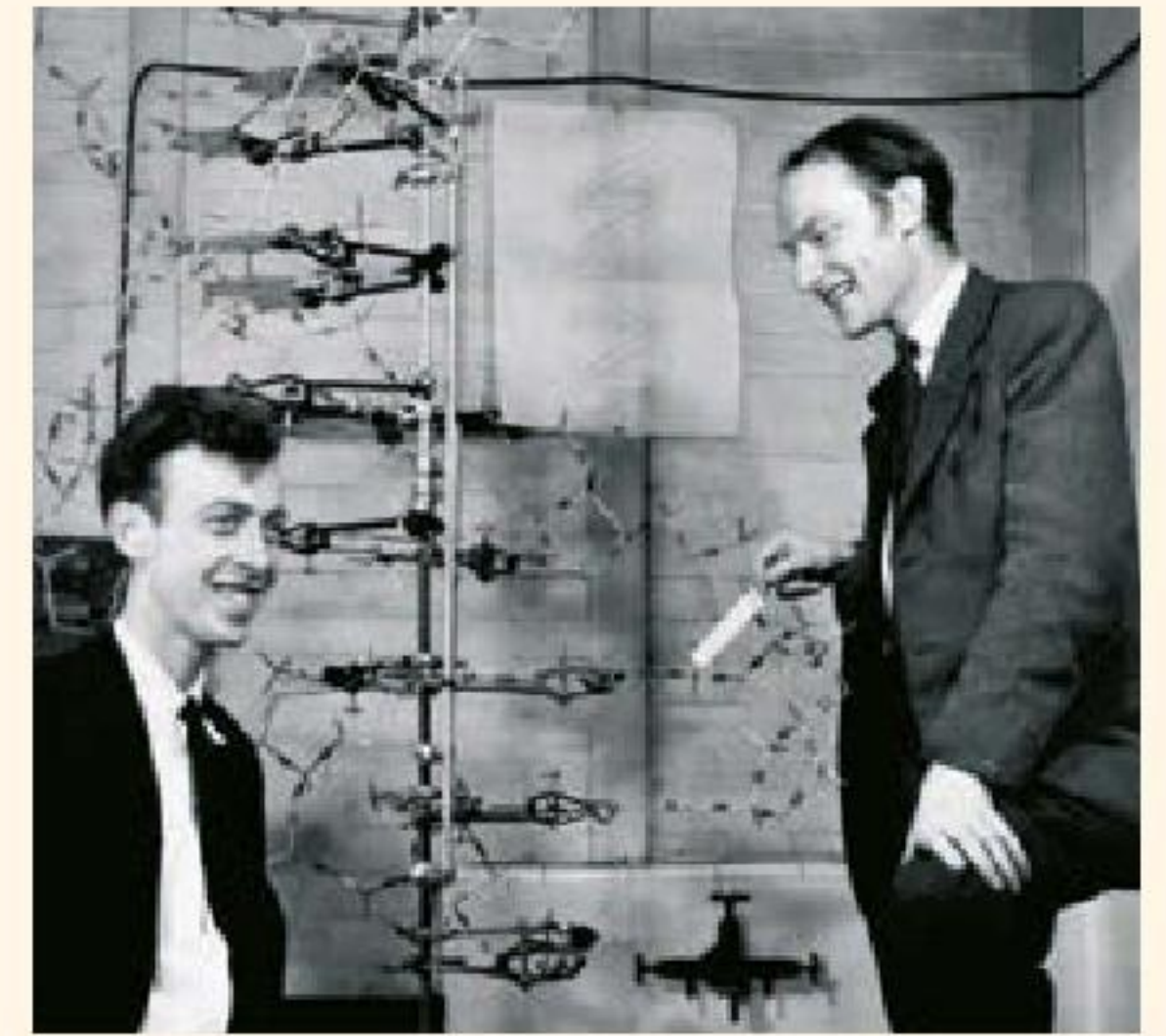
1859

W 1859 r. Karol Darwin opublikował swoje dzieło „O powstawaniu gatunków”.



1866

W 1866 r. Gregor Mendel sformułował podstawowe prawa dziedziczenia.



1953

W 1953 r. Francis Crick i James Watson ogłosili, że DNA ma strukturę podwójnej helisy.

To najważniejsze!

- **Karol Darwin** jest twórcą teorii ewolucji.
- Nowy gatunek powstaje w wyniku izolacji pewnej grupy osobników od pozostałych organizmów tego samego gatunku.
- **Dobór naturalny** to mechanizm sprawiający, że przeżywają osobniki najlepiej przystosowane do środowiska. **Dobór sztuczny** to działania prowadzące do utrwalenia u organizmów pożądanych dla człowieka cech.

Ćwiczenia

1. Wyjaśnij, jak działa dobór naturalny.
2. Podaj po jednym przykładzie doboru naturalnego i doboru sztucznego.

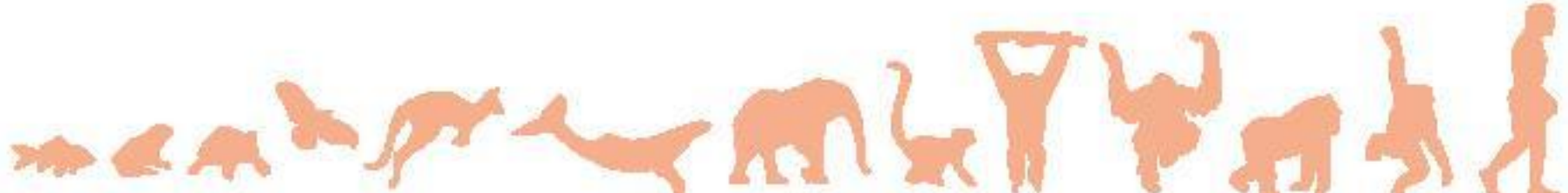
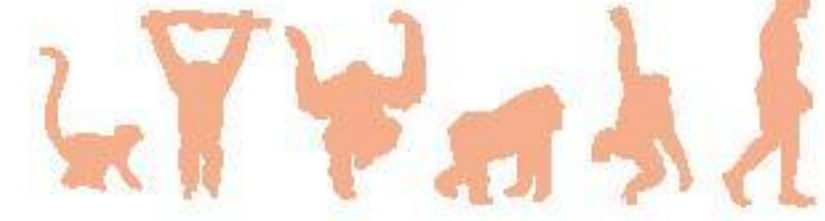
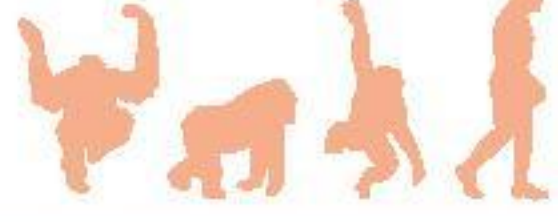
Zwróć uwagę na:

- podobieństwa i różnice między człowiekiem a małpami człekokształtnymi,
- rozwój ewolucyjny człowieka.

Gdyby udało nam się ustalić wizerunek przodka sprzed tysięcy lat, jak bardzo różniłby się wyglądem od współczesnego człowieka? Może bardziej przypominałby inne zwierzęta, z którymi jesteśmy spokrewnieni? Od wielu wieków ludzie próbują odkryć prawdę o swoim pochodzeniu oraz znaczeniu w świecie zwierząt.

Wszyscy ludzie, mimo że różnią się od siebie, należą do jednego gatunku – *Homo sapiens*, co znaczy **człowiek rozumny**. Dzięki badaniom z różnych dziedzin biologii, między innymi anatomii i genetyki, możliwe jest dokładne określenie pokrewieństwa człowieka z innymi gatunkami zwierząt i ustalenie jego miejsca w systematyce organizmów.

Stanowisko systematyczne człowieka

Jednostka systematyczna	Charakterystyczne cechy
Królestwo: zwierzęta	• budowa komórkowa • cudzożywność • zdolność aktywnego ruchu 
Typ: strunowce	• struna grzbietowa¹ występująca przynajmniej w rozwoju embrionalnym 
Podtyp: kręgowce	• chrząstki lub kostny szkielet wewnętrzny 
Gromada: ssaki	• odżywianie młodych mlekiem matki • stałocieplność • pokrycie ciała włosami 
Rząd: naczelnne	• dobrze rozwinięty zmysł wzroku • zazwyczaj chwytne ogon • przynajmniej jedna para kończyn chwytnych 
Nadrodzina: człekokształtne	• zredukowany ogon • wydłużony w porównaniu z innymi naczelnymi okres dzieciństwa 
Rodzina: człowiekowate	• dobrze rozwinięty mózg • złożone zachowania społeczne 
Rodzaj: <i>Homo</i> – człowiek	• wyprostowana postawa ciała • dwunożny chód 
Gatunek: <i>Homo sapiens</i> – człowiek rozumny	• kulista czaszka z płaską częścią twarzową • brak włosów nadoczodołowych i zredukowane owłosienie ciała • zdolność abstrakcyjnego myślenia, zaawansowana kultura • zdolność mowy 

¹ Struna grzbietowa – elastyczna struktura w kształcie pręta, stanowiąca szkielet wewnętrzny zarodków wszystkich strunowców; u większości postaci dorosłych zostaje zastąpiona kręgosłupem.

Człekokształtne – ewolucyjni krewni człowieka

Do cech wyróżniających przedstawicieli nadrodziny człekokształtnych zaliczamy między innymi: długi okres dzieciństwa, szczególne możliwości uczenia się oraz wysoki stopień rozwoju psychicznego. Na podstawie badań genetycznych stwierdzono, że wspólny przodek człekokształtnych żył w Afryce około 19–15 mln lat temu.

Goryle chodzą, podpierając się podwiniętymi palcami kończyn górnych. Nocują na drzewach lub na ziemi.

Szympansy prowadzą głównie naziemny tryb życia. Żyją w grupach rodzinnych. Używają prostych narzędzi.



Gibony prowadzą nadrzewny tryb życia. Żyją w parach. W obronie swojego terytorium wydają śpiewne dźwięki.

19–15 mln
lat temu
PRZODKOWIE

Orangutany prowadzą nadrzewny tryb życia. W przeciwieństwie do innych człekokształtnych są samotnikami.

Człowiek a inne człekokształtne

■ W czym jesteśmy podobni?

Do cech wspólnych człowieka oraz innych człekokształtnych należą:

- obuoczne widzenie, które pozwala postrzegać świat w trzech wymiarach,
- rozróżnianie barw,
- długie kończyny z obrotowymi stawami pozwalającymi na wykonywanie ruchów w każdym kierunku,
- chwytne dłonie z przeciwstawnymi kciukami,
- rozbudowane mięśnie mimiczne,
- zredukowany ogon,
- długi okres dzieciństwa.

Korzystanie z narzędzi

Chwytne dłonie z przeciwstawnymi kciukami umożliwiają człekokształtnym korzystanie z narzędzi.



▲ Szympansy używają patyków lub kamieni jako narzędzi ułatwiających dostęp do pożywienia.



▲ Ludzie sami wytwarzają narzędzia, dzięki którym mogą konstruować skomplikowane mechanizmy.

Komunikowanie się

Rozbudowane mięśnie mimiczne umożliwiają człekokształtnym komunikowanie się z innymi osobnikami.



▲ Szympansy komunikują się ze sobą za pomocą różnorodnych dźwięków połączonych z odpowiednią mimiką. Nie potrafią jednak mówić.



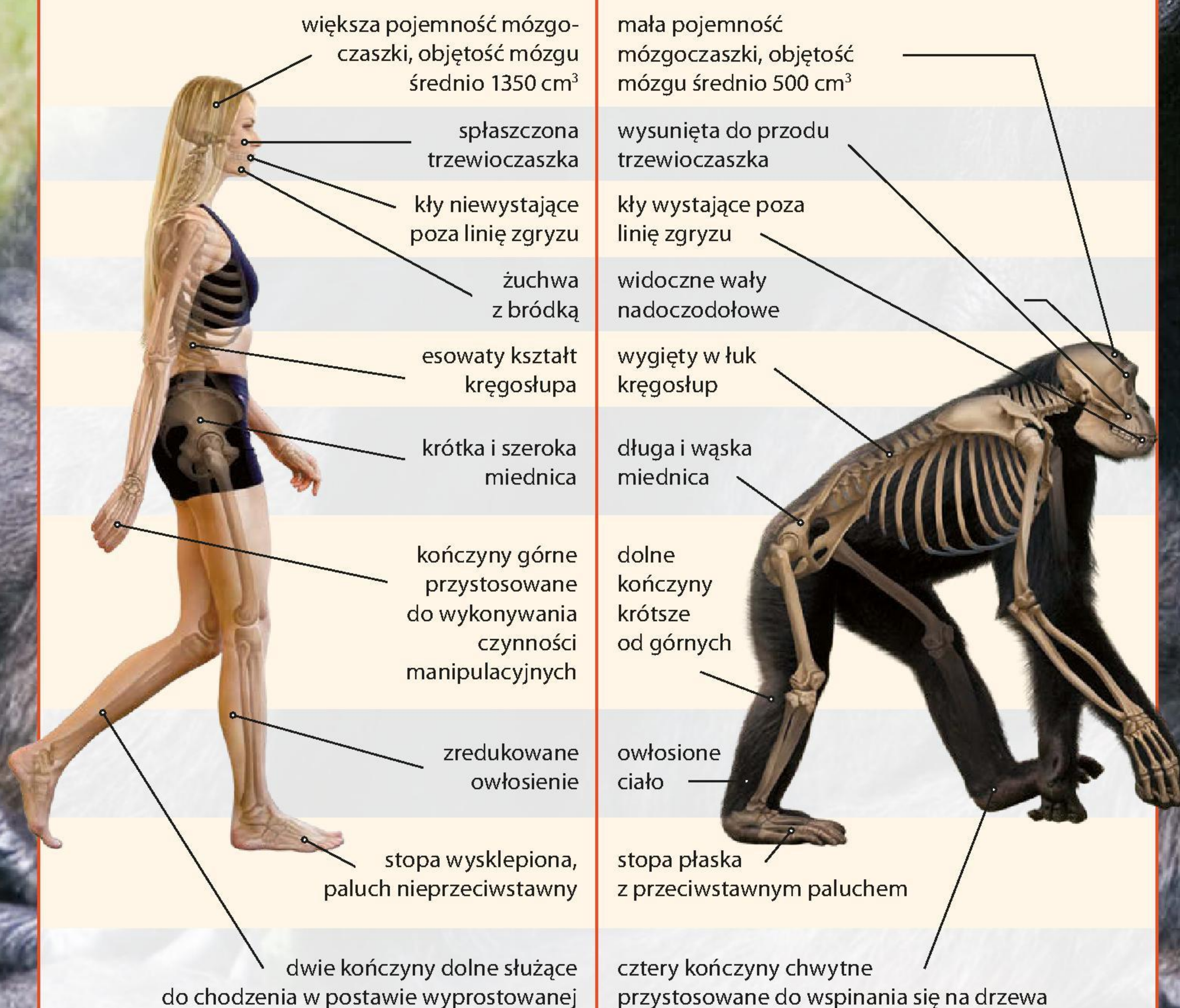
▲ Ludzie porozumiewają się za pomocą mimiki i słów. Umiejętność mowy jest charakterystyczną cechą człowieka.

■ Czym się różnimy?

Do cech odróżniających człowieka od innych czelakształnych należą:

- dwunożność i wyprostowana postawa ciała oraz związane z nimi zmiany w budowie szkieletu,
- duży mózg i związana z nim zmiana w budowie czaszki,
- zredukowane owłosienie ciała,
- wysoko rozwinięte zdolności manualne,
- umiejętność mowy,
- wysoko rozwinięta inteligencja,
- tworzenie dóbr kultury (np. muzyki, utworów literackich) i rozbudowany system wartości.

Różnice w budowie ciała



■ Rozwój ewolucyjny człowieka

Badaniem pochodzenia człowieka oraz związanych z nim procesów ewolucyjnych zajmują się przedstawiciele różnych nauk, między innymi antropologii, paleontologii i archeologii. Według najnowszej wiedzy człowiek rozumny – *Homo sapiens* – powstał około 300 tys. lat temu w Afryce.

Drzewo rodowe człowieka rozumnego jest trudne do odtworzenia, ponieważ wiele spokrewnionych z nim gatunków żyło w tym samym czasie, a badanie ich szczątków, często niekompletnych, nie pozwala dokładnie określić stopnia pokrewieństwa między nimi. Można jednak w procesie ewolucji człowieka wyróżnić pewne punkty przełomowe: opanowanie dwunożności i przyjęcie wyprostowanej postawy ciała, wytwarzanie narzędzi, rozpalać ognia, opanowanie mowy czy rozwój kultury i sztuki.

■ Opanowanie dwunożności

Powstanie dwunożności wiązało się ze zmianą sposobu poruszania się i stanowiło przystosowanie do zmieniających się warunków środowiska.



Kości naszych praprzodków zachowały się w postaci skamieniałości tylko w nielicznych miejscach na Ziemi, głównie w Afryce.

Zmiany zachodzące w środowisku przyczyniały się do selekcji osobników w populacjach. Na skutek doboru naturalnego przeżywały te najlepiej przystosowane.

Około 10 mln lat temu we wschodniej Afryce nastąpiły duże zmiany klimatyczne. Doprowadziły one do stopniowego zaniku lasów tropikalnych i rozwoju suchej bezleśnej sawanny.

Na otwartej przestrzeni korzystne było przyjęcie wyprostowanej postawy ciała, co wiązało się z uniesieniem głowy, wyższym umiejscowieniem narządów wzroku i uwolnieniem rąk. Umożliwiało to między innymi skuteczniejsze polowanie oraz szybsze dostrzeganie niebezpieczeństwa i odpowiednią reakcję, na przykład ucieczkę lub odstraszanie drapieżników kijami czy kamieniami.

Za **pierwszą istotę przedludzką**, która prawdopodobnie była dwunożna, uznaje się żyjącego ponad 7 mln lat temu **sahelantropa**. W podobnym czasie oraz tuż po nim żyło kilka innych gatunków, których przedstawiciele chodzili na dwóch nogach, a nocą lub w sytuacji zagrożenia wspinali się na drzewa.



Sahelantrop osiągał 70–90 cm wzrostu i wagę ok. 60 kg. Żywił się głównie owocami, ale jadł też termity i padlinę.

Ważnym momentem w ewolucji człowieka było pojawienie się około 4,4 mln lat temu jednego z gatunków **ardipiteka**. Sprawnie wspinał się on na drzewa, a po gruncie chodził wyprostowany. Kolejną formą przedludzką był **australopitek**, który żył już głównie na otwartych przestrzeniach sawanny.

Poruszanie się na dwóch nogach pierwszych istot przedludzkich uwolniło kończyny górne od funkcji lokomocyjnych, co sprzyjało rozwojowi zdolności manipulacyjnych rąk.

■ Wytwarzanie narzędzi

Przełomowym momentem w ewolucji człowieka było opanowanie umiejętności wytwarzania prostych narzędzi kamiennych. Pierwszym znanym gatunkiem, który to potrafił, był **człowiek zręczny**, uznawany również za **pierwszy gatunek człowieka**. Żył od 2,5 do 1,5 mln lat temu i wyraźnie różnił się od występujących w tym czasie australopiteków, przede wszystkim rozmiarami mózgu.

■ Rozpalanie ognia

Kolejny etap rozwoju człowieka rozpoczął się około 2 mln lat temu wraz z pojawieniem się **człowieka wyprostowanego**. Potrafił on wytwarzać bardziej skomplikowane narzędzia, a także wzniecać ogień. Umożliwiło mu to m.in. odstraszanie dzikich zwierząt i ogrzewanie się oraz przejście na wysokoenergetyczny pokarm złożony głównie z mięsa.



Malowidło z jaskini Lascaux (czytaj Lasko) we Francji sprzed ok. 17 tys. lat świadczy o wysokim stopniu rozwoju kultury naszych przodków.

Człowiek wyprostowany był doskonałym piechurem i skutecznym łowcą. Podczas długotrwałego chodu lub biegu jego organizm wytwarzał duże ilości ciepła. Chłodzenie ciała umożliwiały mu gruczoły potowe oraz **utrata większości owłosienia**.

Około 2 mln lat temu człowiek wyprostowany opuścił Afrykę i jako pierwszy skolonizował Europę oraz Azję. Później te tereny zasiedlali też przedstawiciele innych gatunków człowieka.

■ Rozwój mowy

Prawdopodobnie pierwszym gatunkiem człowieka, który zaczął mówić, był **neandertalczyk**. Pojawił się on około 400 tys. lat temu. Był dobrze przystosowany do surowych warunków klimatycznych panujących w Europie. Polował na duże zwierzęta, między innymi renifery i niedźwiedzie. Tworzył duże grupy rodzinne i jako pierwszy grzebał zmarłych. Wielkością mózgu przewyższał człowieka rozumnego.

■ Rozwój kultury i sztuki

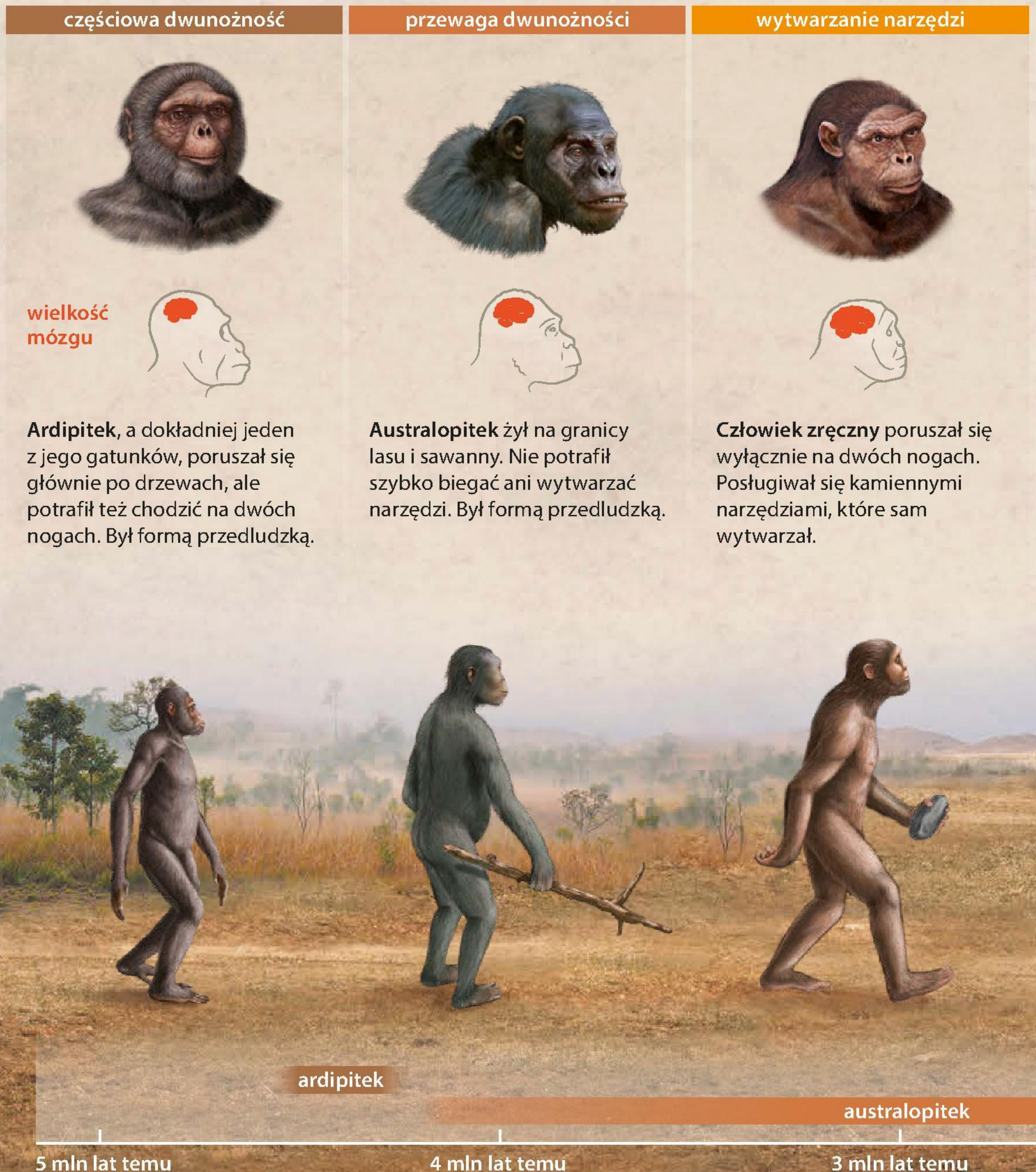
Około 300 tys. lat temu w Afryce pojawił się **człowiek rozumny**. Do Europy przybył około 40 tys. lat temu i stopniowo wypierał neandertalczyka, który wyginął ostatecznie około 25 tys. lat temu.

Dzięki rozwojowi inteligencji i umiejętności abstrakcyjnego myślenia człowiek rozumny zaczął rozwijać kulturę i tworzyć sztukę. Do dziś odkryto w Europie ponad 300 jaskiń, których ściany pokrywają malowidła i płaskorzeźby.

Pierwotnie człowiek rozumny prowadził koczowniczy tryb życia. Podczas polowań zdobywał mięso, skóry i kości, z których wytwarzał coraz doskonalsze narzędzia. Około 12 tys. lat temu nauczył się hodować zwierzęta, a nieco później uprawiać rolę. Przyczyniło się to do zmiany trybu życia na osiadły.

Ewolucja człowieka

Ewolucja człowieka nie przebiegała liniowo, a była wielokierunkowa. To oznacza, że nowe gatunki bardzo często współwystępowały z już żyjącymi i konkutowały o podobne zasoby. Z czasem w wyniku działania doboru naturalnego przeżywały gatunki lepiej przystosowane, a inne wymierały. Na poniższej infografice przedstawiamy kierunki zmian ewolucyjnych, w tym dwunożność, sprawność dłoni i rozwój mózgu, na przykładzie wybranych form przedludzkich i człowiekowatych.



rozpalanie ognia



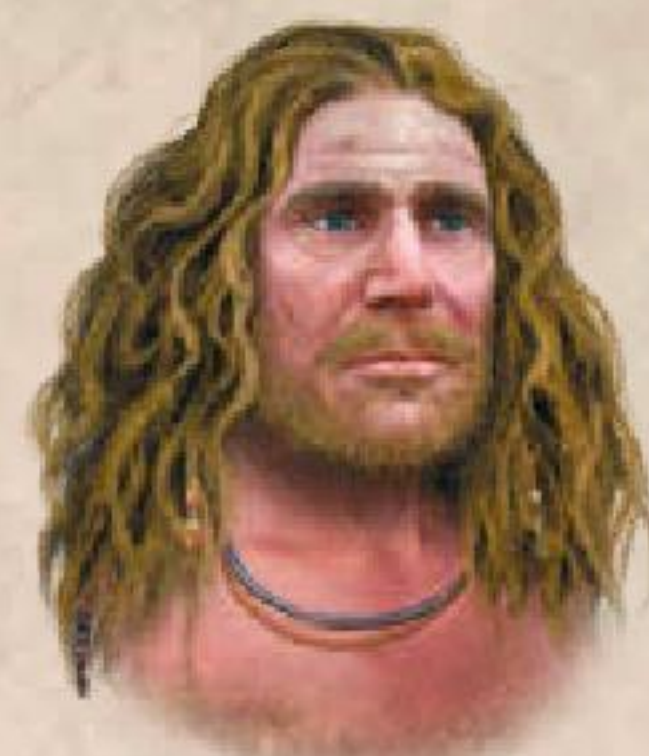
Człowiek wyprostowany był doskonałym piechurem – skolonizował Afrykę i Eurazję. Posługiwał się ogniem.

rozwój mowy



Neandertalczyk był pierwszym gatunkiem człowieka, który umiał mówić. Żył w dużych grupach rodzinnych i zaczął grzebać zmarłych.

rozwój kultury i sztuki



Człowiek rozumny dzięki rozwojowi inteligencji i abstrakcyjnego myślenia zaczął tworzyć kulturę i sztukę.



człowiek zręczny

człowiek wyprostowany

człowiek rozumny

neandertalczyk

2 mln lat temu

1 mln lat temu

obecnie

Rewolucyjne odkrycie związane z ewolucją człowieka

W 2010 roku dr Gerard Gierliński odkrył najstarsze znane nauce odciski stóp dwunożnych człowiekowatych. Znajdują się one na jednej z greckich wysp i liczą prawie 6 mln lat. To odkrycie rzuciło nowe światło na historię dziejów człowieka, ponieważ do tej pory uważano, że nasi pierwsi dwunożni przodkowie pochodzili z Afryki.



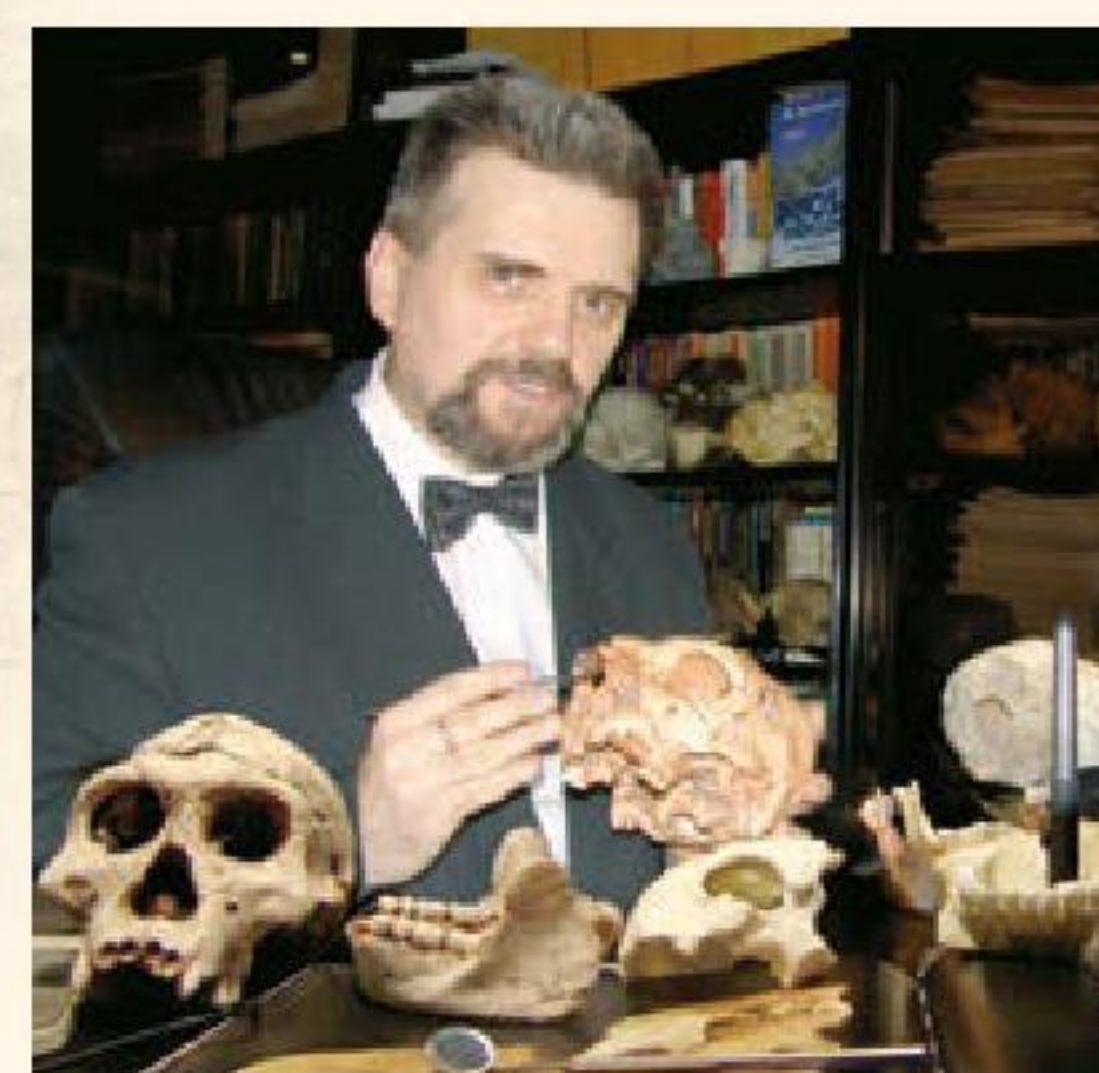
Tropy opisane przez zespół dr. Gierlińskiego znajdują się w Trachilos na Krecie.

¹ W badaniach najstarszych tropów człowiekowatych uczestniczyli także: G. Niedźwiedzki, M.G. Lockley [wym. laklej], A. Athanassiou [wym. atanasiju], C. Fassoulas [wym. fasuilas], Z. Dubicka, M.R. Bennett [wym. benet] i P.E. Ahlberg [wym. alberg].

Dowiedz się więcej



Dr Gerard Gierliński jest odkrywcą najstarszych tropów dwunożnych człowiekowatych.



Jednym z naukowców, którzy w późniejszym czasie zbadali i opisali znalezione w Grecji tropy, był dr Andrzej Boczarowski¹.

To najważniejsze!

- Człowiek należy do królestwa zwierząt. Ma wiele cech wspólnych ze zwierzętami zaliczanymi do nadrodziny człekokształtne.
- Różnice między człowiekiem a innymi człekokształtnymi powstawały stopniowo, na przestrzeni wielu milionów lat. Są to: dwunożność, wyprostowana postawa ciała, umiejętność mowy i większy mózg.
- Człowiek rozumny – *Homo sapiens* – pojawił się około 300 tys. lat temu w Afryce.

Ćwiczenia

1. Wymień 5 cech łączących człowieka z innymi człekokształtnymi.
2. Podaj cechy charakterystyczne tylko dla człowieka.
3. Wyjaśnij przyczyny pionizacji ciała człowieka.

Podsumowanie

1 Ewolucja to proces stopniowych, ciągłych zmian organizmów prowadzący do powstania nowych gatunków. Ewolucję potwierdzają dowody bezpośrednie oraz dowody pośrednie.

2 Bezpośrednie i pośrednie dowody ewolucji

Bezpośrednie dowody ewolucji	Skamieniałości	Szczątki i ślady działalności organizmów zachowane w osadach skorupy ziemskiej, np. kości, muszle, całe organizmy oraz ich tropy i gniazda.
	Formy pośrednie	Organizmy łączące w sobie cechy dwóch grup systematycznych, np. tiktaalik o cechach charakterystycznych zarówno dla ryb, jak i dla płazów.
	Żywe skamieniałości	Organizmy przypominające te sprzed wielu milionów lat. Są to zwykle pojedyncze gatunki, których ewolucja przebiegała bardzo powoli, np. dziobak – ssak o wielu gadzich cechach.
Pośrednie dowody ewolucji	Narządy szczątkowe	Narządy u współcześnie występujących organizmów, będące zbędnymi pozostałościami organów funkcjonujących u ich ewolucyjnych przodków, np. kość ogonowa u człowieka.
	Rozmieszczenie organizmów na kuli ziemskiej	Występowanie gatunków blisko spokrewnionych w sąsiednich rejonach, a gatunków daleko spokrewnionych najczęściej na różnych kontynentach. Przykładem są liczne gatunki torbaczy żyjące w Australii.
	Jedność budowy i funkcjonowania	Podobieństwo organizmów na poziomie składu chemicznego, budowy komórkowej i tkankowej, a także wykonywanych czynności życiowych. Na przykład wszystkie organizmy oddychają, odżywiają się, rosną i rozmnażają się.
	Narządy homologiczne	Narządy, które zajmują to samo miejsce w planie budowy, nawet jeśli inaczej wyglądają i pełnią różne funkcje, np. skrzydło nietoperza i kończyna przednia konia.
	Narządy analogiczne	Narządy, które wyglądają podobnie i pełnią podobne funkcje, ale mają różne plany budowy, np. skrzydło ptaka i skrzydło owada.

3 Karol Darwin jest twórcą **teorii ewolucji**. Główne założenia teorii ewolucji:

- wszystkie gatunki wywodzą się od wspólnego przodka,
- izolacja geograficzna doprowadza do powstania nowego gatunku,
- organizmy konkurują ze sobą o zasoby środowiska; konkurencję tę nazywamy walką o byt,
- dobór naturalny sprawia, że przeżywają tylko osobniki najlepiej dostosowane do warunków środowiska,
- cechy przodków są dziedziczone, co oznacza, że najlepiej przystosowane organizmy przekazują swoje geny potomstwu.

- 4 Dobór naturalny** powoduje, że przeżywają i rozmnażają się osobniki najlepiej przystosowane do warunków środowiska. Wynika on z **walki o byt**, czyli konkurencji organizmów o dostęp do pokarmu, wody, miejsca do życia czy partnera do rozrodu.
- 5 Dobór sztuczny** polega na krzyżowaniu osobników o preferowanych cechach. Dzięki temu uzyskuje się najbardziej wartościowe dla człowieka rasy zwierząt i odmiany roślin.
- 6 Porównanie doboru naturalnego z doborem sztucznym**

Dobór naturalny	Dobór sztuczny
O selekcji osobników decydują warunki środowiska.	O selekcji osobników decyduje człowiek.
Jest procesem przypadkowym.	Jest procesem celowym.
Przeżywają osobniki najlepiej przystosowane do życia w danych warunkach środowiska.	Do rozrodu są dopuszczane osobniki o pożądanych przez człowieka cechach.
Prowadzi do powstania nowych gatunków.	Prowadzi do powstania hodowlanych ras i odmian.

- 7** Ludzie należą do gatunku **człowiek rozumny** (*Homo sapiens*). Wśród obecnie żyjących gatunków zwierząt najbliżiej spokrewnione z ludźmi są małpy człekokształtne: orangutany, gibony, goryle i szympansy.



Sposób na zadania

1. Grupa myszy, z których część miała sierść czarną, a część beżową, zasiedliła nowy obszar pokryty ciemnymi wulkanicznymi skałami. Początkowo częstotliwość występowania beżowych myszy była znacznie większa niż czarnych. Po kilku latach sytuacja się zmieniła – myszy z czarną sierścią było znacznie więcej niż beżowych.

<https://pl.khanacademy.org/science/ap-biology/natural-selection/natural-selection-ap/a/darwin-evolution-natural-selection> (dostęp: 17.05.2021).

1.1. Wyjaśnij, dlaczego czarna barwa sierści była korzystniejsza w opisanych warunkach.

Wskazówka 1. Przeczytaj uważnie tekst.

Zwróć uwagę na zróżnicowanie barw sierści myszy i na barwę nowego podłoża (ciemne i jasne myszy, ciemne wulkaniczne skały).

Wskazówka 2. Przypomnij sobie wiadomości na temat selekcji organizmów i rodzajów doboru. Przypomnij sobie, co decyduje o selekcji organizmów. Jaki jest związek barwy sierści myszy z barwą podłoża i jaki ma to wpływ np. na ryzyko ataku ze strony drapieżników.

Poprawna odpowiedź:

Czarna barwa sierści była korzystniejsza, a więc faworyzowana przez dobór, ponieważ czarne myszy słabo widoczne na ciemnym podłożu były mniej narażone na ataki drapieżników (np. ptaków drapieżnych).

1.2. Dokończ zdanie. Wybierz odpowiedź A albo B i jej uzasadnienie spośród 1. albo 2.

Sytuacja opisana w tekście dotyczy działania doboru

A.	sztucznego,	ponieważ	1.	barwa podłoża miała wpływ na selekcję myszy.
B.	naturalnego,		2.	powstały nowe rasy myszy.

Wskazówka 1. Przeanalizuj odpowiedzi podane w zadaniu.

W odpowiedziach są podane dwa rodzaje doboru. Czy w opisanym przypadku mamy do czynienia z doborem naturalnym, gdy przeżywają osobniki najlepiej przystosowane do warunków środowiska, czy też z doborem sztucznym, gdy selekcja doprowadza do utrwalenia się cech pożądanых przez człowieka?

Poprawna odpowiedź: B – 1

2. Uzupełnij poniższe zdania tak, aby powstał poprawny opis. Podkreśl w każdym nawiasie właściwe określenie.

Kończyny przednie myszy i nietoperza to narządy (*analogiczne / homologiczne / szczątkowe*). Stanowią one (*pośredni / bezpośredni*) dowód ewolucji tych zwierząt i świadczą o ich (*wspólnym / różnym*) pochodzeniu.

Wskazówka 1. Przeczytaj uważnie polecenie.

Zwróć uwagę na liczbę określeń, które masz podkreślić w każdym zdaniu.

Wskazówka 2. Przeanalizuj oba zdania. Skorzystaj z wiedzy na temat dowodów ewolucji.

Kończyny przednie myszy i nietoperza mają istotne znaczenie dla funkcjonowania obu zwierząt, nie są to więc narządy szczątkowe. Oba zwierzęta należą do jednej gromady, czyli mają wspólne pochodzenie, a ich ciała mają podobny (homologiczny) plan budowy. Przypomnij sobie podział dowodów ewolucji na bezpośrednie i pośrednie. Do której grupy należą narządy szczątkowe, homologiczne i analogiczne?

Poprawna odpowiedź:

Kończyny przednie myszy i nietoperza to narządy (*analogiczne / homologiczne / szczątkowe*). Stanowią one (*pośredni / bezpośredni*) dowód ewolucji tych zwierząt i świadczą o ich (*wspólnym / różnym*) pochodzeniu.

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

1.	Dzięki doborowi sztucznemu można uzyskać nowe gatunki myszy.	P	F
2.	Dobór naturalny sprawia, że przeżywają osobniki najlepiej przystosowane do środowiska.	P	F

Wskazówka 1. Przeanalizuj zdania, które masz ocenić.

Zdanie 1. Przypomnij sobie, jak działa dobór naturalny, a jak sztuczny – który z nich prowadzi do powstania nowych gatunków, a który do uzyskania hodowlanych ras i odmian.

Zdanie 2. Przypomnij sobie, o co konkurują organizmy w walce o byt i które z nich mają największe szanse na przeżycie.

Poprawna odpowiedź: 1F, 2P

Sprawdź się – rozwiąż zadania 3, 4, 5 ze s. 79 ➡

Sprawdź, czy potrafisz

- 1** Zapisz w zeszycie literę B, jeśli zdanie dotyczy bezpośrednich dowodów ewolucji, lub literę P, jeśli dotyczy pośrednich dowodów ewolucji. (4 p.)

- A. W niektórych skałach osadowych można znaleźć skamieniałości paprotników.
- B. Żyjąca w Oceanie Indyjskim latimeria to jedyny przedstawiciel ryb trzonopłetwych.
- C. Wszystkie organizmy są zbudowane z komórek i wykazują te same czynności życiowe.
- D. Archeopteryks miał zęby i pazury, a jego ciało było pokryte piórami.

- 2** Podkreśl nazwy narządów szczątkowych człowieka. (1 p.)

kciuk, kość ogonowa, nagłośnia, zęby mądrości, kosteczki słuchowe

- 3** Około 40 tys. lat temu ludzie zaczęli oswajać wilki, co doprowadziło do utraty niektórych bardziej agresywnych cech tego gatunku. Z kolei jedna z cech wilków – ciche podążanie za tropem – zachowała się u niektórych ras psów, głównie myśliwskich.

- 3.1.** Wyjaśnij, dlaczego jedna z cech wilków zachowała się u niektórych ras psów. Podaj nazwę doboru występującego w tym przypadku. (2 p.)

Wyjaśnienie: / / / / / ? / / / / /

Nazwa doboru: / / / / / ? / / / / /

- 3.2.** Spośród wymienionych zdań zaznacz dwa, które odnoszą się do doboru sztucznego. (2 p.)

- A. Jest to proces przypadkowy.
- B. Przeżywają osobniki najlepiej przystosowane.
- C. Utrwalane są cechy pożądane przez człowieka.
- D. Powstają nowe odmiany i rasy.
- E. Utrwalane są cechy warunkujące lepsze przystosowanie do środowiska.

- 4** Uzupełnij poniższe zdania tak, aby powstał poprawny opis. Podkreśl w każdym nawiasie właściwe określenie. (3 p.)

Kończyny psa i odnóża krocze pająka to narządy (*analogiczne / homologiczne / szczątkowe*). Stanowią one (*pośredni / bezpośredni*) dowód ewolucji tych zwierząt i świadczą o ich przystosowaniu do (*takich samych / różnych*) warunków środowiska.

- 5** Oceń prawdziwość podanych zdań. Wybierz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe. (2 p.)

1. Pojawienie się różnych ras psów jest wynikiem doboru naturalnego.	P	F
2. Dobór sztuczny utrwała przystosowania organizmu do środowiska życia.	P	F

- 6** Dopasuj pojęcia do odpowiednich opisów. (3 p.)

- A. homologia
- B. ewolucja
- C. walka o byt

- 1. Mechanizm, który sprawia, że przeżywają organizmy najlepiej przystosowane do środowiska.
- 2. Współzawodnictwo organizmów o ograniczone zasoby środowiska, np. pokarm, miejsce do życia.
- 3. Stopniowe zmiany budowy ciała, sposobu życia lub upodobań pokarmowych.
- 4. Podobieństwo budowy anatomicznej narządów lub układów narządów u spokrewnionych ze sobą organizmów.

- 7** Wybierz zestaw, w którym znajdują się tylko cechy charakterystyczne dla człowieka. (1 p.)

	Kręgosłup	Stopa	Miednica
A.	esowaty	płaska	krótka i szeroka
B.	wygięty w łuk	wysklepiona	długa i wąska
C.	esowaty	wysklepiona	krótka i szeroka
D.	wygięty w łuk	płaska	długa i wąska

- 8** Wybierz poprawne zakończenie zdania. (1 p.)

Izolacja geograficzna

- A. umożliwia krzyżowanie się osobników należących do jednego gatunku.
- B. jest bezpośrednim dowodem ewolucji.
- C. prowadzi do powstania nowych gatunków.
- D. hamuje zmiany ewolucyjne.

- 9** Przepisz zdania do zeszytu tak, aby opisywały dobór naturalny. (3 p.)

- A. Jest procesem celowym / przypadkowym.
- B. O selekcji osobników decyduje człowiek / decydują warunki środowiska.
- C. Może prowadzić do powstania nowej rasy / nowego gatunku.

- 10** Wskaż cechę wspólną dla człowieka i szympansa. (1 p.)

- A. Chwytne dłonie z przeciwstawnym kciukiem.
- B. Dwunożność.
- C. Spłaszczona trzewioczaszka.
- D. Wysokie zdolności manualne.

- 11** Przyporządkuj rodzajom doboru (A i B) odpowiednie przykłady (1–4). (2 p.)

A. dobór naturalny

B. dobór sztuczny

- 1. Różne kształty dziobów u ptaków w zależności od rodzaju spożywanego przez nie pokarmu.
- 2. Ubarwienie maskujące u drapieżników.
- 3. Różne rasy psów.
- 4. Różne odmiany roślin uprawnych.

- 12** Dokończ zdanie. Wybierz odpowiedź spośród podanych. (1 p.)

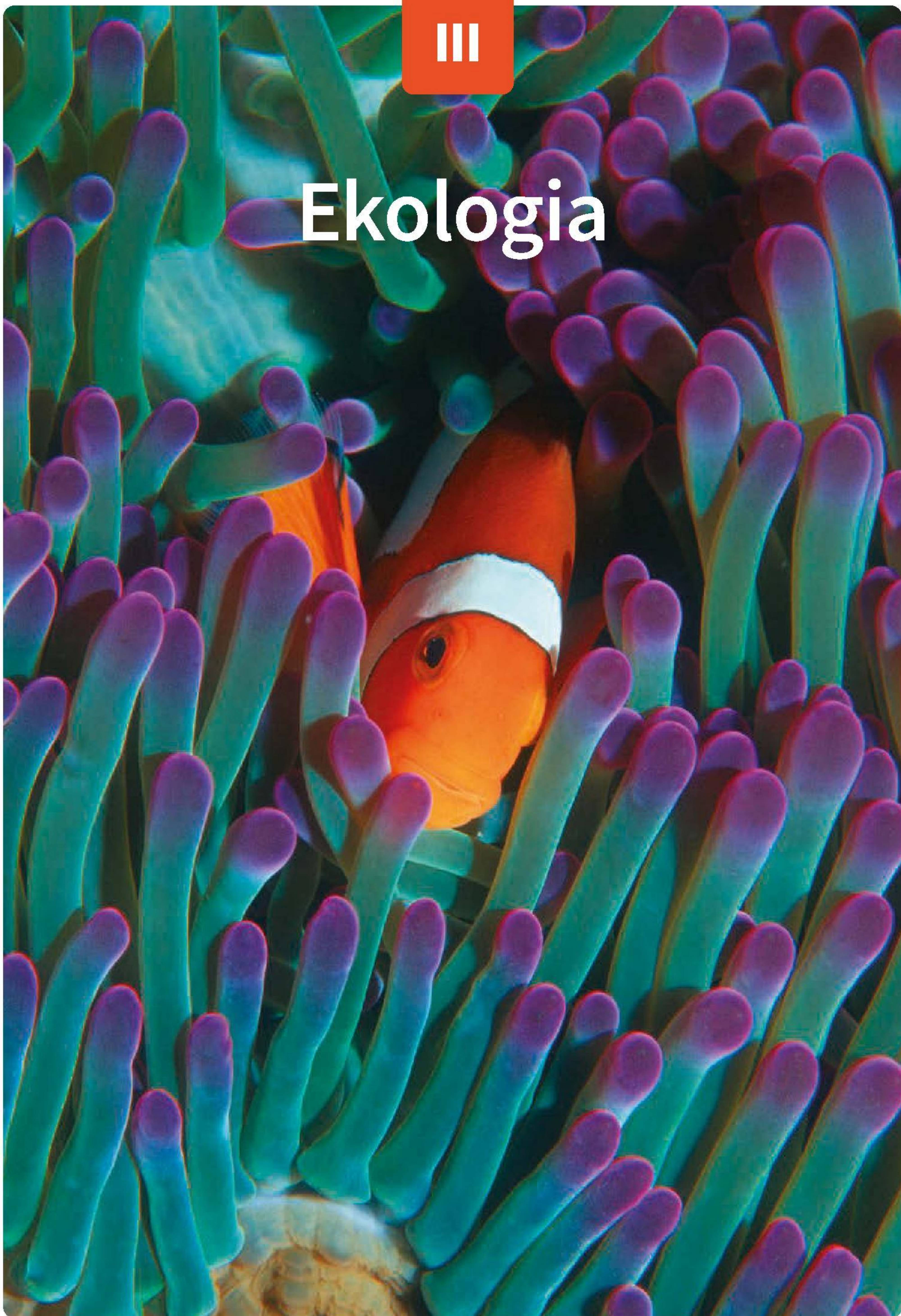
Człowiek rozumny (*Homo sapiens*) pojawił się w Afryce około

- A. 4,4 mln lat temu.
- B. 300 tys. lat temu.
- C. 2 mln lat temu.
- D. 24 tys. lat temu.

Policz uzyskane punkty. Wystaw sobie odpowiednią ocenę.

- 0–8 niedostateczny
- 9–14 dopuszczający
- 15–18 dostateczny
- 19–22 dobry
- 23–25 bardzo dobry
- 26 celujący

Ekologia





- 1** Organizm a środowisko
- 2** Cechy populacji
- 3** Konkurencja
- 4** Drapieżnictwo. Roślinożerność
- 5** Pasożytnictwo
- 6** Nieantagonistyczne zależności między gatunkami
- 7** Czym jest ekosystem?
- 8** Zależności pokarmowe
- 9** Materia i energia w ekosystemie
- ☐ Podsumowanie
- ☐ Sposób na zadania
- ☐ Sprawdź, czy potrafisz

Dotknięcie ukwiała dla wielu zwierząt jest niebezpieczne. Jednak niewielki błazenek może żyć wśród jego czułek. Skórę tej ryby pokrywa bowiem śluz hamujący działanie komórek parzydełkowych koralowca. Dzięki takiej kryjówce błazenek jest chroniony przed drapieżnikami, a ukwiał nie ponosi z tego powodu żadnych strat. W każdym miejscu na świecie, zarówno w wodzie, jak i na lądzie, organizmy zamieszkujące ten sam teren są od siebie zależne.



Organizm a środowisko

Zwróć uwagę na:

- zakres tolerancji organizmu,
- ✂ • porosty jako organizmy wskaźnikowe,
- ✂ • skalę porostową jako sposób oceny zanieczyszczenia powietrza tlenkami siarki.

Każdemu z nas słowo „ekologia” kojarzy się z czymś innym. Jednym z akcjami oczyszczania plaży, innym ze zdrową żywnością lub życiem w zgodzie z naturą. Czy wiesz, co znaczy ten termin?

Termin „**ekologia**” pochodzi z języka greckiego. Utworzono go od dwóch wyrazów: *oikos*, oznaczającego dom, środowisko lub miejsce życia, oraz *lógos*, oznaczającego umysł, wiedzę albo naukę. Ekologia jest to zatem nauka o strukturze i funkcjonowaniu przyrody. Zajmuje się ona opisywaniem zależności między organizmami oraz między organizmami a środowiskiem.

■ Nisza ekologiczna

Każdy organizm ma określone wymagania życiowe, które nazywamy **niszą ekologiczną**.

Na niszę ekologiczną składają się m.in.:

- warunki środowiska, w których żyje dany organizm (np. temperatura, wilgotność),
- dostępność zasobów środowiska (np. pokarm, miejsce gniazdowania),
- powiązania organizmu z innymi organizmami (np. ilość drapieżników).

Pojęcie niszy ekologicznej można także odnosić do całego gatunku.

Nisze ekologiczne różnych gatunków

Każdy organizm zajmuje ściśle określoną, charakterystyczną dla jego gatunku, niszę ekologiczną. Przykładowo na niszę niewielkiego gryzonia – żołędniczy – składają się między innymi dostęp do pokarmu (żołędzi, orzechów i owadów) oraz miejsc schronienia (dziuple, jamy w ziemi). Dwa różne gatunki, które żyją na tym samym obszarze, nie mogą mieć identycznych nisz ekologicznych, ale ich nisze mogą być do siebie podobne. Podobną do żołędniczy niszę ekologiczną zajmuje inny gryzoń – koszatka, który również żywi się żołędziami, orzechami i owadami. Jednak koszatka poszukuje pokarmu na drzewach, a żołędznica – na ziemi.

koszatka



żołędznica



Siedlisko

Przestrzeń, w której występuje dany organizm, nazywamy **siedliskiem**. Jest to obszar wyodrębniony na podstawie cech geograficznych (m.in. ukształtowania terenu), klimatycznych (m.in. występowania opadów) i glebowych (m.in. zawartości soli mineralnych w glebie). Na tym obszarze organizm znajduje pokarm i schronienie oraz rozwija się i rozmnaża. Na przykład siedliskiem bociana białego są tereny wiejskie. Na wilgotnych polach i łąkach szuka on pokarmu (bezkręgowców, płazów oraz drobnych gadów i ssaków), a gniazda zakłada na słupach energetycznych, dachach domów i kominach. Natomiast siedliskiem bociana czarnego są lasy znajdujące się z dala od ludzkich osiedli, najczęściej w pobliżu jezior i rzek. Ptak ten szuka pokarmu (ryb i bezkręgowców wodnych) głównie w wodzie, a gniazda zakłada na drzewach lub półkach skalnych.

Czynniki wpływające na organizmy

Na życie każdego organizmu wpływa wiele czynników środowiska. Można je podzielić na czynniki ożywione i nieożywione. Do czynników **ożywionych** należą wszystkie organizmy zajmujące to samo siedlisko. Z kolei czynniki **nieożywione** to na przykład temperatura i wilgotność powietrza.

CZYNNIKI ŚRODOWISKA	
Ożywione:	Nieożywione:
• organizmy tego samego gatunku • organizmy innych gatunków	• temperatura • wilgotność powietrza • nasłonecznienie • stężenie tlenu i dwutlenku węgla • zawartość soli mineralnych • ukształtowanie terenu

Siedlisko a nisza ekologiczna

Siedlisko jest często mylone z niszą ekologiczną. Na przykład siedliskiem łosia jest las olchowy, a niszą są wszystkie jego wymagania życiowe. W tym samym siedlisku może występować wiele różnych organizmów, ale nigdy nie będą one miały takich samych nisz.



▲ **Bocian czarny** żyje w lasach olchowych, więc zajmuje to samo siedlisko co łось. Jednak pokarmem bociana są ryby i bezkręgowce wodne, a łось – rośliny zielne i pędy drzew.

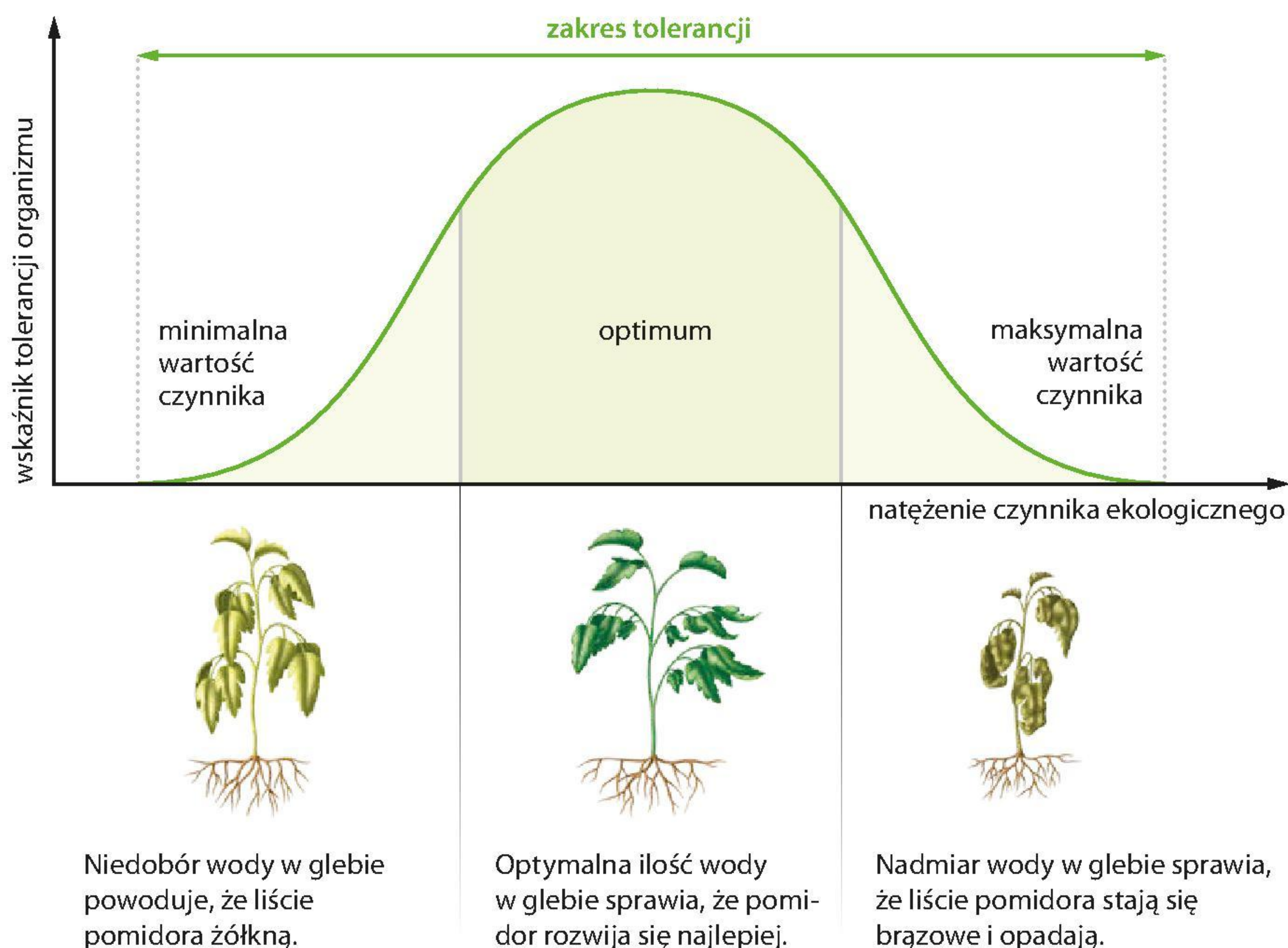
■ Tolerancja ekologiczna

Organizm jest w stanie funkcjonować w środowisku, które stale się zmienia. Na przykład w nocy temperatura powietrza jest zwykle niższa niż w dzień. Inna jest też wilgotność powietrza. Zdolność przystosowywania się organizmu do zmian zachodzących w środowisku nazywamy **tolerancją ekologiczną**. Jej granice określają minimalna i maksymalna wartość czynnika środowiska, do których

organizm może się przystosować. Zakres zmienności danego czynnika, w którym organizm może przetrwać, to **zakres tolerancji ekologicznej**. Wobec jednego czynnika zakres tolerancji gatunku może być szeroki, a wobec innego – wąski. Przykładowo toleruje on niewielkie wahania temperatury, ale może żyć w środowiskach znacznie różniących się wilgotnością powietrza.

Zakres tolerancji ekologicznej

Organizm może przeżyć, jeśli wartość danego czynnika środowiska mieści się w zakresie jego tolerancji ekologicznej. Najlepiej będzie się rozwijał w tzw. **optimum**, czyli w najkorzystniejszej wartości tego czynnika. Jeżeli jakiś czynnik osiąga wartość dużo wyższą lub niższą od optimum, organizm przestaje się prawidłowo rozwijać. Przekroczenie najwyższej lub najniższej tolerowanej wartości czynnika powoduje zahamowanie procesów życiowych, a co za tym idzie śmierć organizmu.



Zakres tolerancji na wybrane czynniki środowiska

Gatunki różnią się zakresami tolerancji ekologicznej na poszczególne czynniki środowiska. Te, które mają szerokie zakresy tolerancji dla wielu czynników, zwykle występują powszechnie. Organizmy, które mają wąskie zakresy, spotyka się jedynie na niewielkich obszarach. Do czynników w największym stopniu wpływających na występowanie organizmów zalicza się: dostępność wody, temperaturę, natężenie światła oraz stężenie soli mineralnych w wodzie i glebie.

■ Woda

Żaden organizm nie może przetrwać bez wody, dlatego jej dostępność jest najważniejszym czynnikiem decydującym o występowaniu organizmów.



▲ **Sosna** charakteryzuje się dużą tolerancją na zawartość wody w glebie. Może rosnąć zarówno na obszarach suchych, jak i podmokłych.



▲ **Rzekotka czerwonooka** wymaga stabilnej wilgotności powietrza oraz dostępu do zbiorników wodnych. Zamieszkuje jedynie wilgotne lasy Ameryki Środkowej.

■ Temperatura

Organizm może żyć tylko w określonym zakresie temperatury. Zbyt niska temperatura otoczenia prowadzi do wychłodzenia organizmu i zatrzymania jego funkcji życiowych, a zbyt wysoka – do uszkodzenia białek organizmu i śmierci.



▲ **Szczur wędrowny** jest gatunkiem o szerokim zakresie tolerancji na temperaturę otoczenia. Pozwoliło mu to rozprzestrzenić się prawie na wszystkich kontynentach.



▲ **Koralowce** mają wąski zakres tolerancji na temperaturę otoczenia. Nawet jej niewielki wzrost sprawia, że usuwają żyjące w ich ciałach glony, przez co tracą kolor i nie rozwijają się prawidłowo.



Organizmy wskaźnikowe

Wiedza o zakresach tolerancji ekologicznej poszczególnych organizmów znajduje praktyczne zastosowanie w ochronie środowiska. Szczególnie cenne w ocenie stanu środowiska są organizmy o wąskim zakresie tolerancji ekologicznej wobec badanego czynnika, czyli organizmy wskaźnikowe. Organizmami wskaźnikowymi mogą być zarówno rośliny, jak i zwierzęta.

Larwy jętek pomagają ocenić jakość wód, ponieważ występują tylko w czystych zbiornikach.



■ Stężenie soli

Stężenie soli w wodzie i glebie znacząco wpływa na organizmy żyjące w tych środowiskach. Gdy jest zbyt małe lub zbyt duże, może zaburzać gospodarkę wodną organizmu.



▲ **Soliród zielny** jest rośliną słonolubną – preferuje wysokie stężenie soli w podłożu. Nadmiaru soli pozbywa się za pomocą specjalnych gruczołów wydzielniczych.



▲ **Węgorz europejski** może przetrwać zarówno w silnie zasolonych wodach Morza Sargassowego, jak i słodkich wodach rzek.

Dowiedz się więcej

■ Światło

Natężenie światła w największym stopniu wpływa na rośliny. Gdy jest zbyt małe lub zbyt duże, hamuje fotosyntezę.



▲ **Jaskier rozłogowy** to roślina, która charakteryzuje się szeroką tolerancją na natężenie światła. Można więc spotkać go w wielu różnych środowiskach.



▲ **Przyłaszczka pospolita** to roślina ceniolubna, która negatywnie reaguje na zbyt duże nasłonecznienie. Występuje w runie leśnym.



Skala porostowa

Porosty należą do organizmów wskaźnikowych. Są one szczególnie wrażliwe na zanieczyszczenie atmosfery dwutlenkiem siarki (SO_2). Niektóre gatunki wytrzymują wyższe, a inne – niższe stężenie tego gazu w powietrzu. Porosty ustawione od najmniej do najbardziej wrażliwych tworzą tzw. **skale porostową**. Służy ona do oceny stopnia zanieczyszczenia powietrza dwutlenkiem siarki (SO_2) w badanej okolicy.

■ Strefa 1



Typowe porosty:

brak porostów, tzw. pustynia porostowa

Miejsca występowania:

silnie skażone tereny przemysłowe

Stężenie SO_2 w powietrzu:

$170 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i więcej

■ Strefa 2



Typowe porosty:

najbardziej odporne formy skorupiaste

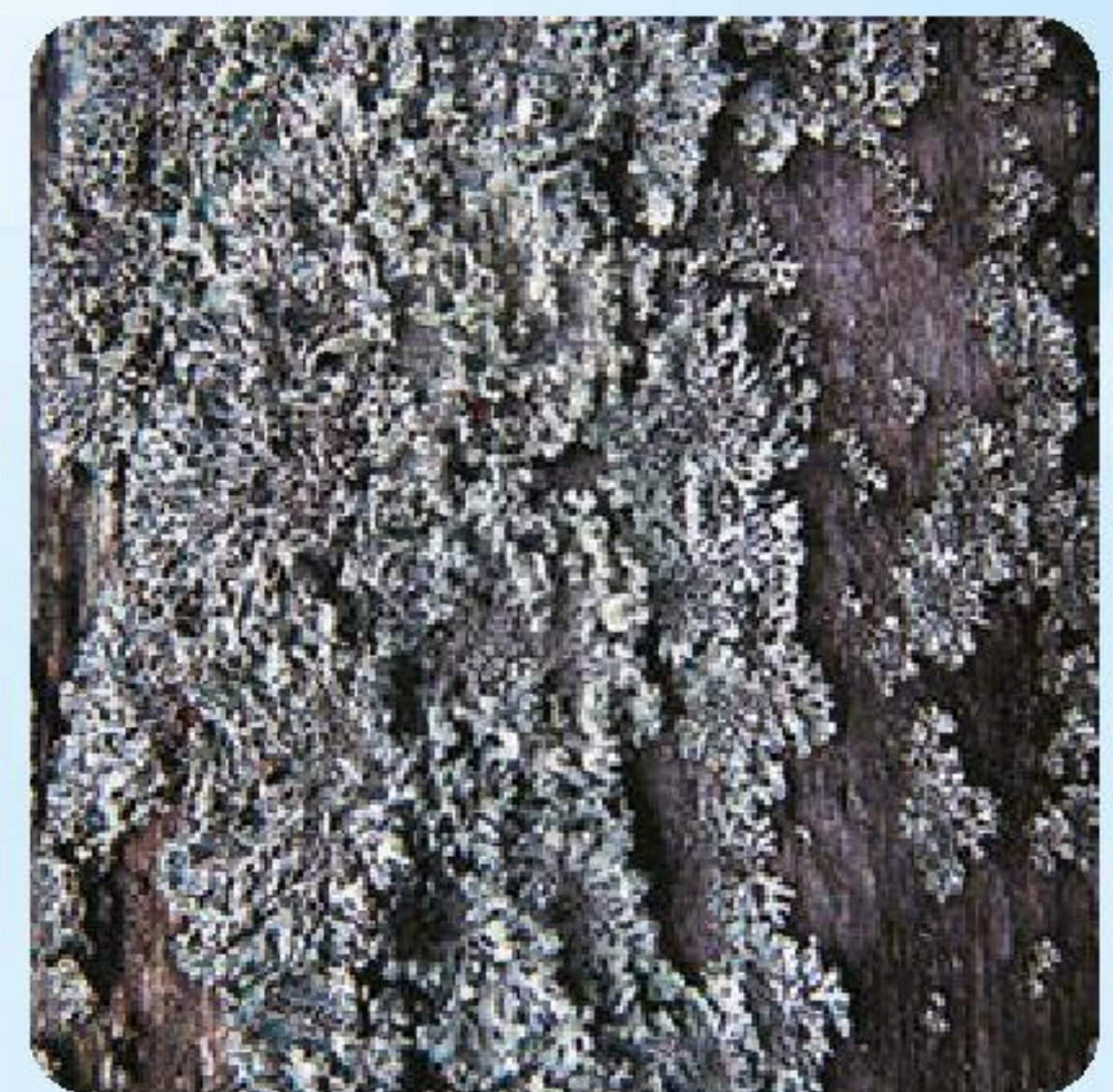
Miejsca występowania:

miasta i obszary przemysłowe

Stężenie SO_2 w powietrzu:

$169\text{--}100 \mu\text{g}/\text{m}^3$

■ Strefa 3



Typowe porosty:

skorupiaste, nieliczne listkowate

Miejsca występowania:

tereny zadrzewione na obrzeżach dużych miast

Stężenie SO_2 w powietrzu:

$99\text{--}70 \mu\text{g}/\text{m}^3$



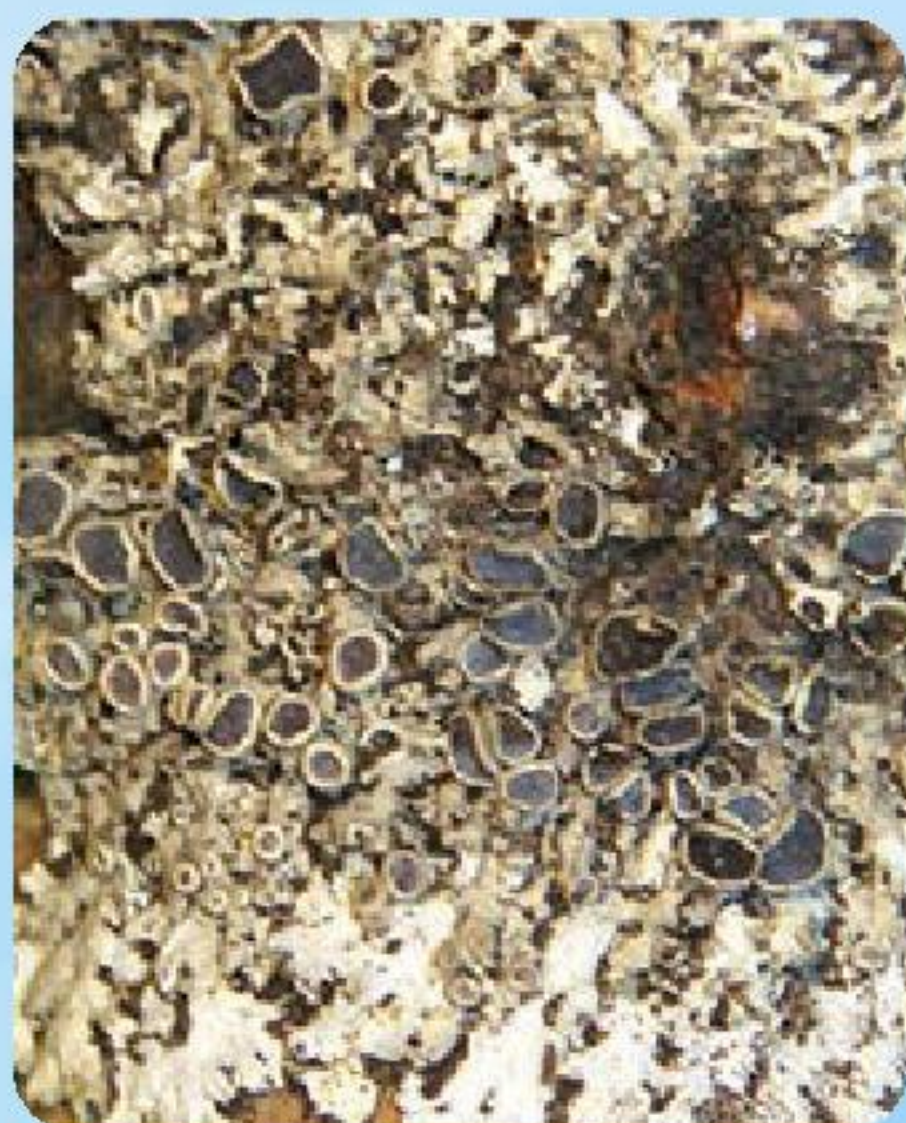
Strefa 1

Strefa 2

Strefa 3



■ Strefa 4



Typowe porosty:

liczne porosty listkowane

Miejsca występowania:

las w pobliżu dużych miast i obszarów przemysłowych

Stężenie SO₂ w powietrzu:

69–50 µg/m³

■ Strefa 5



Typowe porosty:

porosty listkowane, nieliczne krzaczkowe

Miejsca występowania:

duże obszary leśne

Stężenie SO₂ w powietrzu:

49–40 µg/m³

■ Strefa 6



Typowe porosty:

porosty listkowane i krzaczkowe

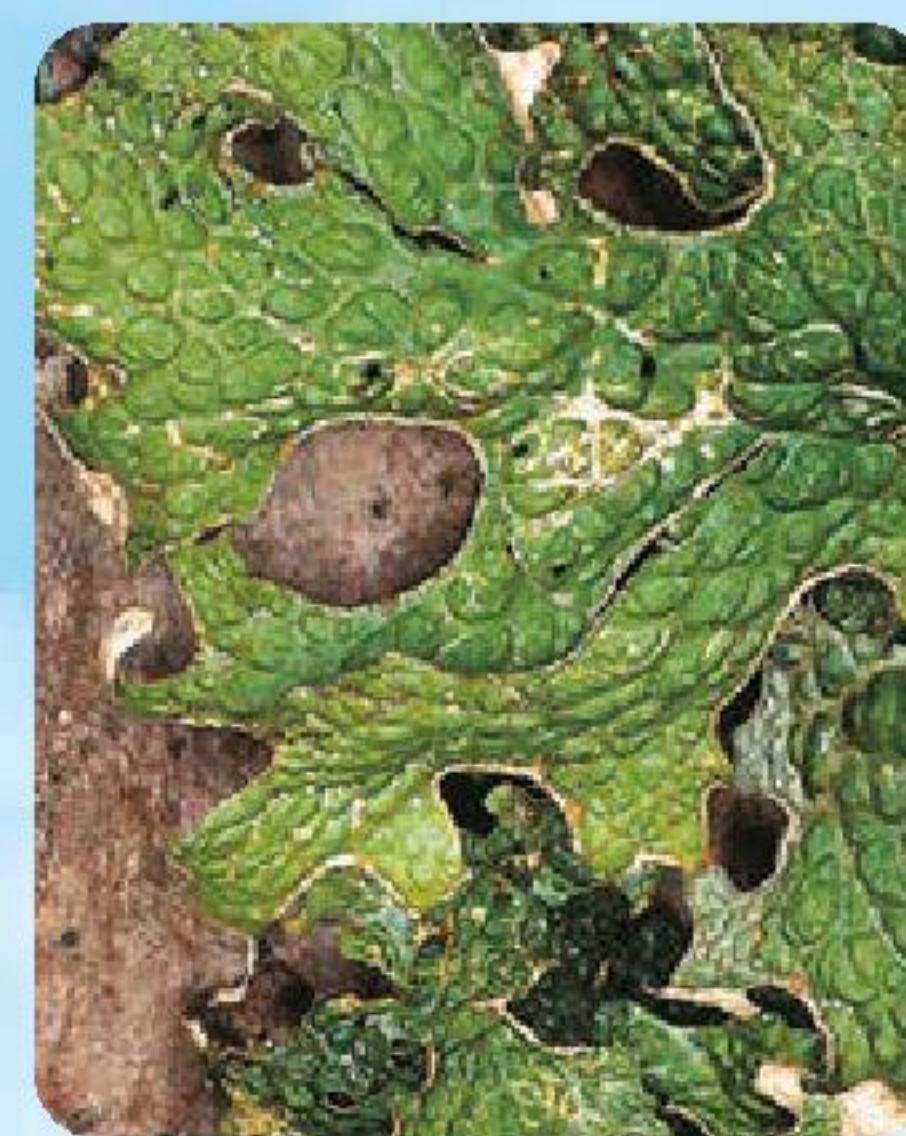
Miejsca występowania:

rozległe naturalne kompleksy leśne

Stężenie SO₂ w powietrzu:

39–30 µg/m³

■ Strefa 7



Typowe porosty:

przeważnie porosty krzaczkowe

Miejsca występowania:

las najbardziej oddalone od miast, dróg i terenów przemysłowych

Stężenie SO₂ w powietrzu:

29 µg/m³ i mniej



Strefa 4

Strefa 5

Strefa 6

Strefa 7



Badanie stężenia dwutlenku siarki za pomocą skali porostowej

Przeprowadź obserwacje porostów występujących w okolicy Twojej szkoły oraz Twojego domu. Wyniki zapisz w zeszycie w postaci tabeli przedstawionej poniżej.

Numer stanowiska	Lokalizacja stanowiska	Wygląd porostów – rysunek schematyczny	Stężenie SO ₂ według skali porostowej	Strefa skażenia według skali porostowej
?	?	?	?	?
?	?	?	?	?

Gdzie szukać porostów?

Porosty są organizmami pionierskimi. Oznacza to, że mogą rosnąć nawet na bardzo nieprzyjawnym dla innych organizmów podłożu. Znajdziesz je na przykład na pniach drzew, skałach czy starych, betonowych lub ceglanych murach.



To najważniejsze!

- **Ekologia** to nauka zajmująca się badaniem zależności między organizmami oraz między organizmami a środowiskiem.
- **Nisza ekologiczna** to wszystkie wymagania organizmu względem środowiska.
- **Siedlisko** to obszar, na którym żyje dany osobnik. W jednym siedlisku może żyć wiele organizmów.
- Czynniki środowiska wpływające na organizm dzielimy na **ożywione** i **nieożywione**.
- **Zakres tolerancji ekologicznej** to zakres wartości czynnika środowiska, w którym organizm może się rozwijać.
- Organizm najlepiej się rozwija w tzw. **optimum**, czyli w najkorzystniejszej wartości danego czynnika środowiska.
- Do oceny stanu środowiska wykorzystuje się organizmy o wąskim zakresie tolerancji ekologicznej wobec badanego czynnika, czyli **organizmy wskaźnikowe**, takie jak porosty.

Ćwiczenia

1. Wyjaśnij, czym zajmuje się ekologia.
2. Opisz, czym różni się nisza ekologiczna od siedliska.
3. Podaj przykłady czynników środowiska, które wpływają na organizmy.
4. Wyjaśnij, czym są gatunki wskaźnikowe. Podaj przykłady ich zastosowania.
5. Przedstaw korzyści płynące z wiedzy o wymaganiach ekologicznych roślin i zwierząt.

Cechy populacji

Zwróć uwagę na:

- definicję populacji,
- sposób określania liczebności i zagęszczenia populacji,
- czynniki wpływające na liczebność populacji,
- rozmieszczenie osobników danej populacji w przestrzeni,
- strukturę wiekową i strukturę płciową populacji.

Wokół nas żyje wielu ludzi, którzy różnią się wiekiem, wyglądem, a także upodobaniami. Jednak wszyscy należymy do tego samego gatunku i tworzymy populację zamieszkującą na przykład jedną miejscowość czy kraj.

Populacja to grupa osobników tego samego gatunku, żyjących na określonym obszarze w tym samym czasie. Organizmy jednego gatunku tworzą wiele populacji. Na przykład dziecioty czarne z Borów Tucholskich stanowią inną populację niż dziecioty czarne z Puszczy Białowieskiej.

Aby lepiej poznać zależności między populacjami, ekologowie badają ich charakterystyczne cechy. Należą do nich: liczebność, zagęszczenie, rozrodczość, śmiertelność, struktura przestrzenna, struktura wiekowa i struktura płciowa.

■ Liczebność i zagęszczenie populacji

Ważnym wskaźnikiem opisującym populację jest jej **liczebność**, czyli liczba wszystkich

osobników danego gatunku występujących na określonym obszarze w tym samym czasie. Na przykład populacja żubra w polskiej części Puszczy Białowieskiej pod koniec 2016 r. liczyła 596 osobników. Dokładne ustalenie liczebności często bywa trudne, między innymi ze względu na ryzyko kilkukrotnej obserwacji tego samego osobnika.

Wskaźnikiem charakteryzującym populację jest również jej **zagęszczenie**. To liczba osobników przypadających na określoną jednostkę powierzchni lub objętości środowiska, na przykład metr kwadratowy łąki lub metr sześcienny wody w jeziorze. Badanie zagęszczenia polega na wyznaczeniu badanego obszaru, a następnie policzeniu wszystkich osobników na danym obszarze lub możliwie dokładnym oszacowaniu ich liczby. Na przykład zagęszczenie myszołowa ustala się przez liczenie osobników żyjących na kilku obszarach o łącznej powierzchni ponad 100 km².

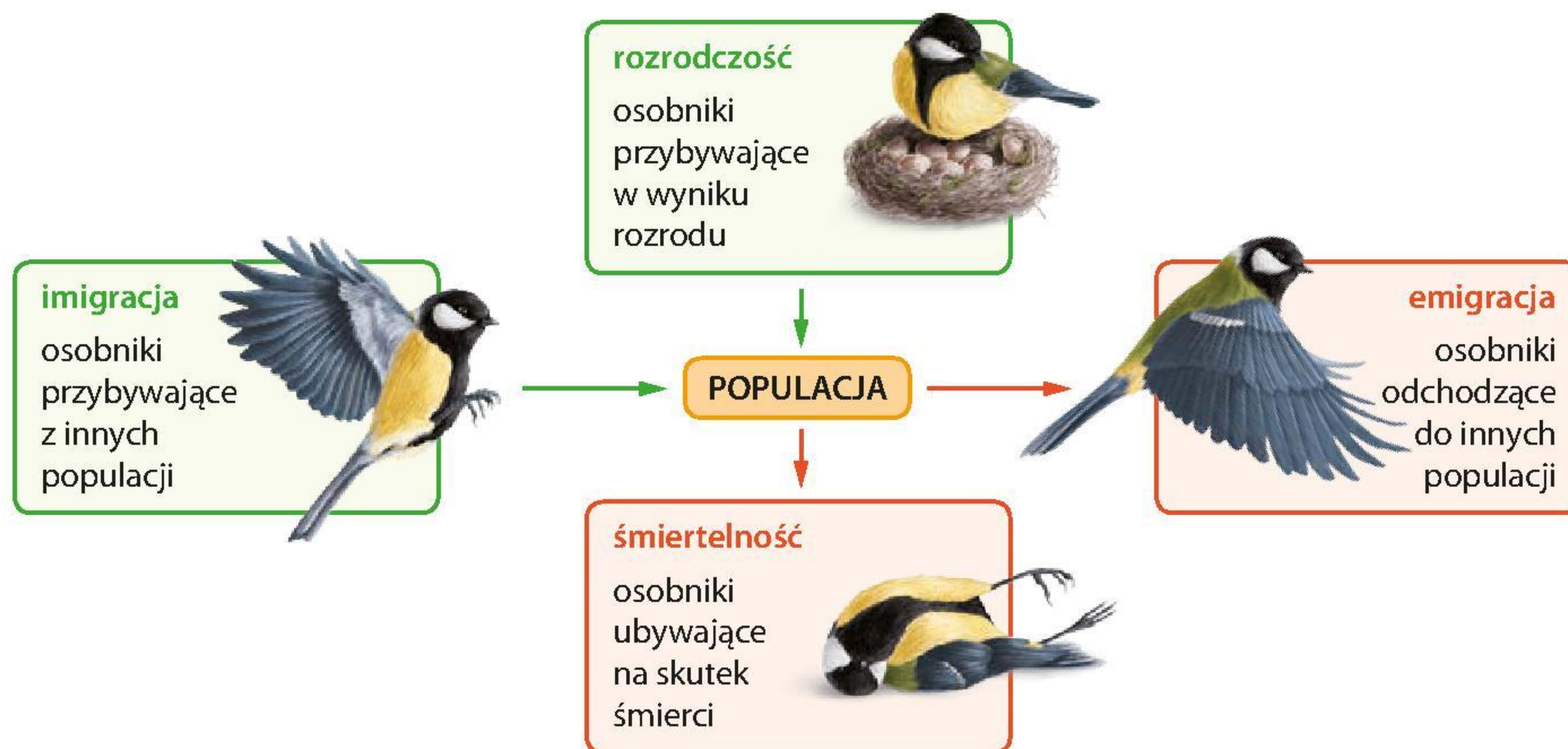


Wszystkie buki na terenie Trójmiejskiego Parku Krajobrazowego tworzą jedną **populację**.



Liczebność wilka w Polsce w 2015 r. oszacowano na około 1500 osobników.

Cechy populacji wpływające na jej liczebność



■ Czynniki wpływające na liczebność i zagęszczenie populacji

Na liczebność i zagęszczenie populacji mają wpływ: rozrodczość, śmiertelność i migracje.

Rozrodczość to liczba potomstwa wydanego na świat w określonym czasie. Zależy między innymi od dostępności pokarmu oraz od tego, jak często dany gatunek przystępuje do rozrodu i ile potomstwa może wydać na świat. Na przykład mysz domowa w ciągu roku może wydać na świat nawet kilkadziesiąt młodych, z kolei słoń afrykański – jedno, i to raz na cztery lata.

Śmiertelność to liczba osobników danej populacji, które umarły w określonym czasie. Wpływ na nią ma wiek osobników, ich stan zdrowia, ilość pokarmu oraz obecność naturalnych wrogów.

Na liczebność populacji wpływają także **migracje**, czyli przemieszczanie się osobników między populacjami. Jeśli dany osobnik odłącza się od populacji, na przykład w poszukiwaniu pokarmu czy partnera do rozrodu, to mamy do czynienia z **emigracją**. Z kolei gdy nowe osobniki przyłączają się do istniejącej już populacji, to mówimy o **imigracji**.

Wędrówki a migracje

Migracji nie należy mylić z **wędrówkami**, czyli okresowym przemieszczaniem się organizmów, na przykład w związku ze zmianami pór roku.

Co roku wielkie stada gnu odbywają sezonowe wędrówki między odległymi pastwiskami. W ten sposób poszukują świeżej trawy.

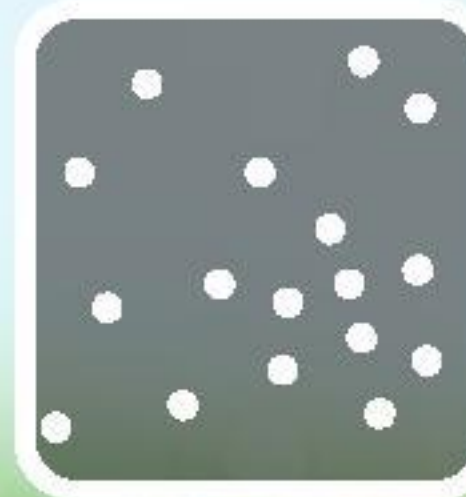


Populacja w przestrzeni

Każda populacja ma określoną **strukturę przestrzenną**, czyli sposób rozmieszczenia osobników na zajmowanym obszarze. Ta struktura jest charakterystyczna dla danego gatunku.

■ Rozmieszczenie losowe

Osobniki żyjące pojedynczo lub po kilka, w różnych odległościach od siebie, to przykład rozmieszczenia losowego. Może ono świadczyć o dogodnych warunkach środowiska. Poszczególne organizmy nie muszą rywalizować o pożywienie czy schronienie, dlatego nie ma dla nich znaczenia, gdzie znajduje się inny osobnik. Rozmieszczenie losowe jest charakterystyczne dla wielu gatunków owadów oraz dla roślin, których nasiona są przenoszone przez wiatr.



Losowe rozmieszczenie osobników mniszka lekarskiego jest efektem roznoszenia nasion przez wiatr.



■ Rozmieszczenie równomierne

Jeżeli osobniki danej populacji żyją niemal w jednakowych odległościach od siebie, to mamy do czynienia z rozmieszczeniem równomiernym. Można je zaobserwować między innymi u niektórych gatunków roślin występujących na pustyniach i u tych gatunków zwierząt drapieżnych, które zajmują terytoria łowieckie. Zwierzęta dokładnie wyznaczają granice swoich terytoriów i pilnują, by nie znalazły się na nich inne osobniki tego samego gatunku.

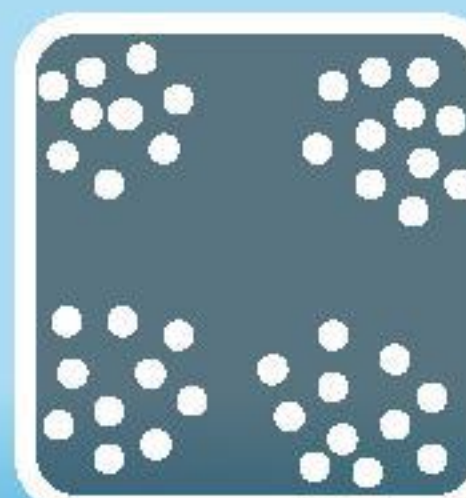


Równomierne rozmieszczenie głuptaków w koloniach jest efektem rywalizacji o przestrzeń do budowy gniazd.



■ Rozmieszczenie skupiskowe

W przyrodzie osobniki danej populacji najczęściej żyją w oddalonych od siebie grupach. Takie rozmieszczenie organizmów nazywamy rozmieszczeniem skupiskowym. Można je zaobserwować na przykład u owadów żyjących w dużych społecznościach, między innymi u mrówek i pszczoł. Przykładem są również stada zwierząt.



Ławice tworzone przez niektóre gatunki ryb, na przykład przez śledzie, zwiększają szanse pojedynczych osobników na przeżycie ataku drapieżnika.



ŻYCIE W GRUPIE

Zalety



▲ Zwierzętom polującym w stadzie łatwiej osaczyć i powalić nawet znacznie większą ofiarę. Na przykład wataha wilków potrafi upolować bizona.



▲ Stadu zwierząt znacznie łatwiej jest obronić swoje terytorium lub przegonić drapieżnika. Na przykład grupa bawołów afrykańskich jest w stanie odeprzeć atak lwów.



▲ Zwierzęta wspólnie opiekujące się młodymi zwiększają ich szanse przeżycia. Doskonałym przykładem takiej opieki są pszczoły, które współpracują, aby zapewnić larwom odpowiednią ilość pokarmu.

Wady



▲ Jeśli zasoby środowiska są ograniczone, to między osobnikami danej populacji dochodzi do konfliktów. Na przykład sępy często wyrywają sobie kawałki pokarmu.



▲ W populacjach liczących wiele osobników zdecydowanie łatwiej rozprzestrzeniają się choroby i pasożyty. Na przykład dziki mogą roznosić wirusa afrykańskiego pomoru świń.



▲ W sezonie godowym wiele zwierząt (m.in. jelenie) prowadzi zaciekle walki o dominację i partnerki. Te starcia mogą się skończyć poważnymi urazami, a nawet śmiercią.

■ Struktura płciowa i struktura wiekowa populacji

Stosunek liczby osobników żeńskich do męskich w populacji nazywamy **strukturą płciową**. Tylko właściwe proporcje tej struktury pozwalają zachować populacji odpowiednią liczebność. U większości gatunków jest tyle samo samic, ile samców. Wyjątkiem są na przykład populacje patyczaków, które składają się prawie wyłącznie z samic – samce pojawiają się raz na kilka pokoleń. Dzieje się tak, ponieważ zwierzęta te rozmnażają się głównie z niezapłodnionych jaj.

Inną ważną cechą populacji jest jej **struktura wiekowa**, czyli stosunek liczby osobników

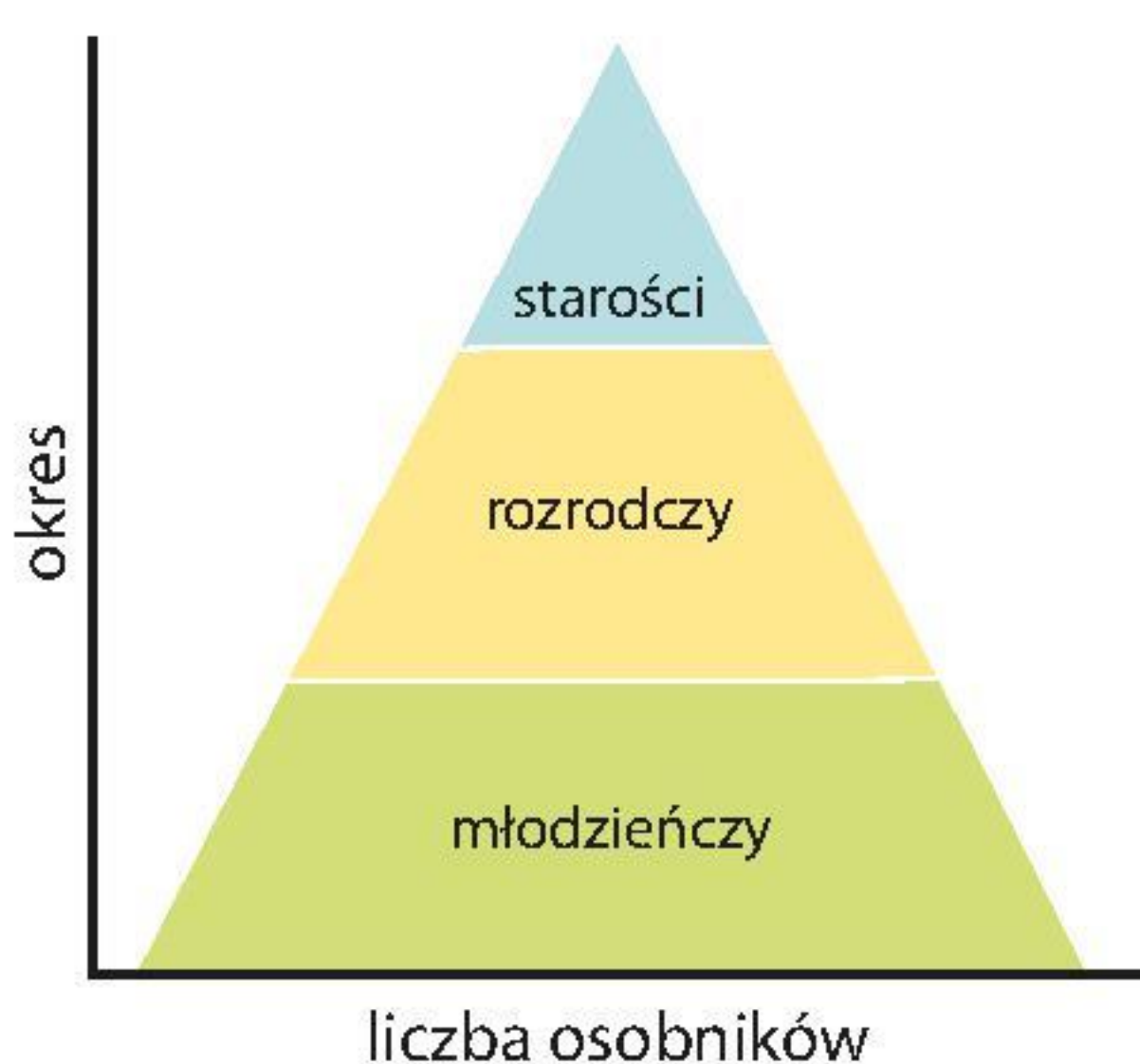
w poszczególnych okresach rozwojowych. W życiu każdego organizmu można wyróżnić trzy główne okresy rozwojowe:

- okres młodzieńczy – trwa od narodzin do chwili, gdy dany osobnik osiąga dojrzałość płciową. W tym czasie organizm nie jest jeszcze zdolny do rozrodu;
- okres rozrodczy – trwa od momentu osiągnięcia przez osobniki dojrzałości płciowej do utraty zdolności rozmnażania się;
- okres starości – rozpoczyna się w momencie utraty zdolności rozmnażania i trwa aż do śmierci.

Piramidy wieku

Jeśli znana jest liczba osobników znajdujących się w poszczególnych okresach rozwojowych, to populację można przedstawić w postaci wykresu nazywanego piramidą wieku. Analiza piramidy wieku pozwala wyciągnąć wnioski na temat dalszych losów populacji.

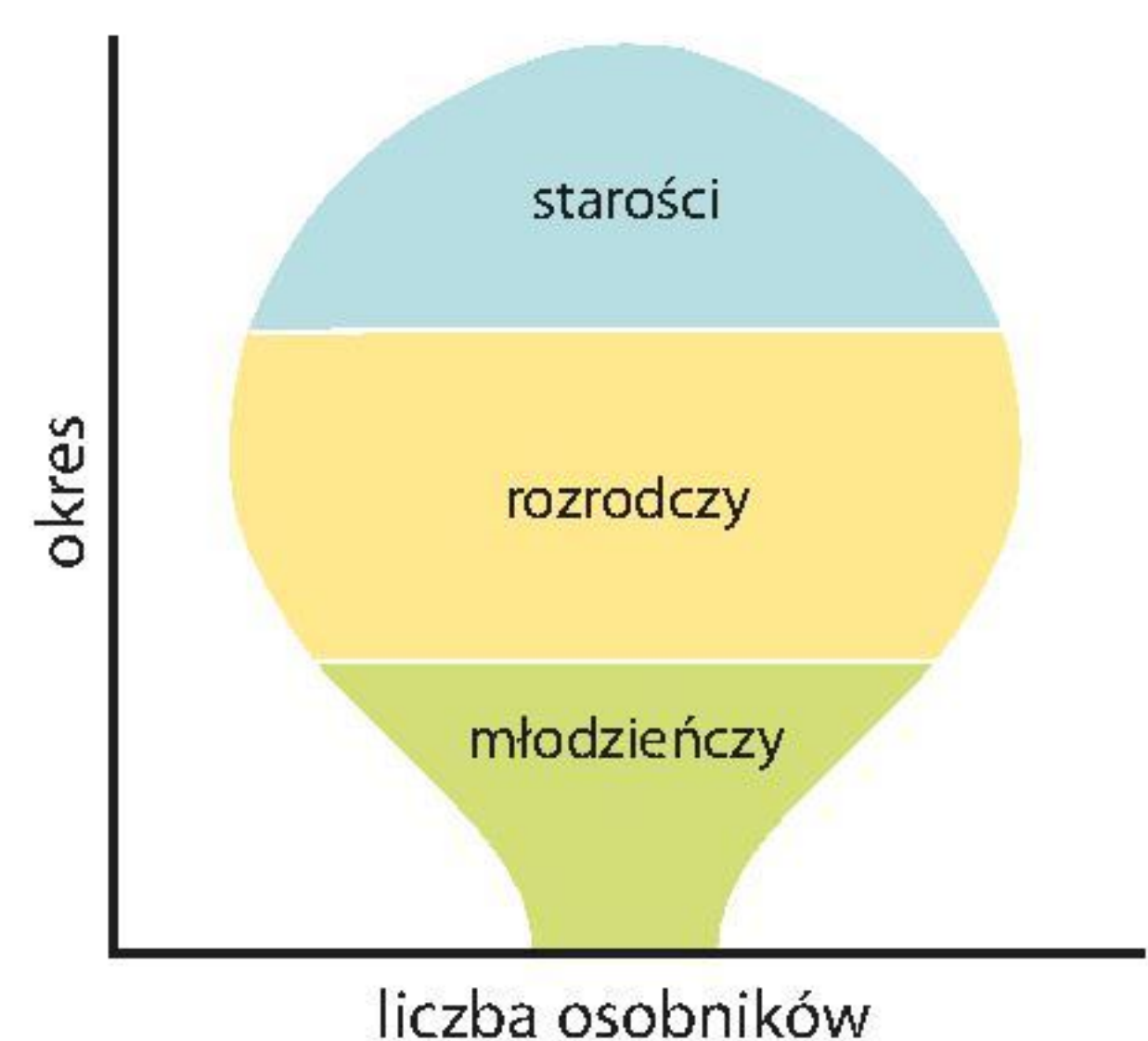
Zależnie od tego, ile osobników znajduje się w poszczególnych okresach rozwojowych, możemy wyróżnić trzy typy populacji: populację rozwijającą się, ustabilizowaną oraz wymierającą.



Populację rozwijającą się charakteryzuje znaczna przewaga osobników młodocianych. Liczebność takiej populacji będzie rosła.



W populacji ustabilizowanej liczba osobników w poszczególnych okresach rozwojowych jest zbliżona. Liczebność takiej populacji będzie się utrzymywała na stałym poziomie.



Populacja wymierająca charakteryzuje się znaczną przewagą osobników dojrzałych i starych nad młodocianymi. Taka populacja będzie maleć, a więc grozi jej wymarcie.



Badanie liczebności i zagęszczenia babki zwyczajnej na trawniku

Przeprowadź obserwację liczebności i zagęszczenia populacji babki zwyczajnej oraz określ typ jej rozmieszczenia.

1. Wyznacz kilka fragmentów trawnika o powierzchni 1 m^2 .
2. Na wyznaczonych obszarach policz wszystkie osobniki babki zwyczajnej. Wyniki zanotuj w zeszycie.
3. Oblicz średnią liczbę osobników na badanych obszarach. W tym celu oblicz liczbę osobników na wszystkich obszarach, a następnie podziel uzyskaną sumę przez liczbę obszarów.
4. Oblicz całkowitą powierzchnię badanego trawnika. Jeśli przypomina kwadrat lub prostokąt, pomnóż długość jego boków przez siebie.
5. Pomnóż średnią liczbę osobników babki zwyczajnej występujących na powierzchni 1 m^2 przez powierzchnię całego trawnika.

Przeprowadź samodzielną obserwację liczebności, zagęszczenia oraz rozmieszczenia innej rośliny.

Babka zwyczajna występuje na przykład na trawnikach i nieużytkach. ▼



To najważniejsze!

- **Populacja** to grupa organizmów jednego gatunku żyjąca na tym samym obszarze w określonym czasie.
- **Liczebność** populacji to liczba wszystkich osobników danego gatunku.
- **Zagęszczenie** populacji to liczba osobników przypadająca na określony obszar powierzchni lub określoną objętość środowiska.
- Na liczebność i rozmieszczenie populacji wpływają takie czynniki, jak: rozrodczość, śmiertelność oraz migracje.
- **Struktura przestrzenna populacji** to rozmieszczenie osobników w przestrzeni. Wyróżniamy rozmieszczenie losowe, skupiskowe oraz równomierne.
- **Struktura płciowa populacji** to stosunek liczby samców do liczby samic.
- **Struktura wiekowa populacji** to stosunek liczby osobników w poszczególnych okresach rozwojowych: młodzieńczym, rozrodczym i starości.

Ćwiczenia

1. Podaj po trzy przykłady populacji kilku wybranych gatunków organizmów.
2. Opisz czynniki, które wpływają na zmiany liczebności populacji.
3. Wymień zalety rozmieszczenia skupiskowego.
4. Określ, jaką strukturę wiekową ma populacja, w której przeważają osobniki będące w okresie rozrodczym. Ustal dalsze losy tej populacji.

Zwróć uwagę na:

- rodzaje zależności występujących między organizmami,
- zasoby, o jakie organizmy konkurują,
- wpływ konkurencji na organizmy.

Czy podczas spaceru po lesie zastanawiałeś się, jak wiele gatunków roślin i zwierząt w nim żyje? Korzystają one z tych samych zasobów środowiska, więc aby przeżyć, muszą o nie konkurować lub wzajemnie sobie pomagać. W ten sposób wchodzą ze sobą w różne zależności.

Takie zależności mogą się tworzyć między organizmami należącymi do tego samego gatunku lub do różnych gatunków. Jeśli przynoszą straty choć jednej ze stron, są to oddziaływania ujemne, czyli **antagonistyczne**. Natomiast jeśli żadna ze stron nie ponosi strat, a przynajmniej jedna z nich odnosi korzyści, są to oddziaływania dodatnie, czyli **nieantagonistyczne**.

Zależności między organizmami

Rodzaj zależności	Gatunek 1	Gatunek 2
Konkurencja	–	–
Roślinożerność	+	–
Drapieżnictwo	+	–
Pasożytnictwo	+	–
Mutualizm	+	+
Komensalizm	+	0

+ gatunek odnosi korzyści

– gatunek ponosi straty

0 gatunek nie ponosi strat ani nie odnosi korzyści

Na czym polega konkurencja?

O konkurencji mówimy wtedy, gdy organizmy rywalizują o te same, ograniczone zasoby środowiska. Jeżeli współzawodniczą ze sobą osobniki tego samego gatunku, jest to **konkurencja wewnątrzgatunkowa**. Gdy o te same zasoby środowiska zabiegają organizmy różnych gatunków, mamy do czynienia z **konkurencją międzygatunkową**. W obu wypadkach każdy organizm ponosi większe lub mniejsze straty. Na przykład w lesie liściastym młode drzewa rosną bardzo gęsto, przez co na jednego osobnika przypada mniejsza ilość wody z solami mineralnymi, niż gdyby rosły w odosobnieniu. Poza tym rosnące obok siebie organizmy zasłaniają sobie wzajemnie światło. Ogranicza to ich rozwój i prowadzi do tego, że z czasem słabsze osobniki przegrywają konkurencję o zasoby środowiska i giną.

Rośliny konkurują najczęściej o dostęp do światła, wody i soli mineralnych oraz o zwierzęta zapylające kwiaty lub rozsiewające nasiona. **Zwierzęta** z kolei najczęściej konkurują o pokarm, dostęp do wody, partnera do rozrodu, terytorium lub miejsce schronienia.

Rośliny wydzielają słodki zapach i produkują nektar, aby wygrać konkurencję o zwierzęta zapylające.

Jak wygrać walkę o zasoby?

Im bardziej zasoby środowiska są ograniczone, tym intensywniej organizmy o nie konkurują. Współzawodnictwo wymusza na osobnikach wykształcenie i modyfikację różnych cech budowy ciała oraz strategii zachowań, które zwiększają szanse zwycięstwa w rywalizacji.

■ Terytorium



Podczas rywalizacji o terytorium, na którym żerują samice, samce jelonków rogaczy za pomocą specjalnych rogów na głowie i tułowi zrzucają rywali z drzewa.

Jaguary, które są samotnikami, oznaczają swoje terytorium zapachem. Jeżeli inny osobnik wtargnie na ich teren, starają się go przepędzić. Do walki dochodzi w ostateczności. ➡

■ Pokarm



Konkurencja o pokarm, zarówno wewnątrzgatunkowa, jak i międzygatunkowa, wiąże się często z podkradaniem sobie zdobyczy. Na przykład marabuty podbierają bielikom afrykańskim upolowane przez nie flamingi.



■ Partner do rozrodu



Podczas rywalizacji o samicę samce wielu gatunków ptaków, na przykład cudowronków, chwalą się wyglądem.

■ Miejsce do gniazdowania

Małe ptaki, takie jak kowalik, po zajęciu dziupli lub budki lęgowej zmniejszają jej otwór. Używają do tego gliny oraz łu. W ten sposób chronią się przed zajęciem ich miejsca przez silniejsze ptaki, między innymi sikory bogatki.



■ Sole mineralne



Niektóre rośliny wydzielają do podłoża substancje, które hamują rozwój osobników innych gatunków. Przykładem jest chaber bławatek wydzielający związki hamujące rozwój zbóż.

■ Światło



Młoda roślina, która wyrośnie szybciej niż inne i lepiej się ukorzeni, będzie miała łatwiejszy dostęp do światła i wody z solami mineralnymi. Ograniczy to konkurującym z nią siewkom dostęp do tych zasobów środowiska.



■ Skutki konkurencji wewnątrzgatunkowej

Skutkiem konkurencji wewnątrzgatunkowej może być **podział przestrzeni na terytoria**. Większe i bogatsze w zasoby terytorium przypadnie osobnikowi, który wygra konkurencję.

W przypadku, gdy konkurują ze sobą osobniki z jednego stada, konsekwencją może być **ustalenie się w nim hierarchii**, czyli ważności osobników. Zwykle odbywa się to przez walkę. Zwycięzca zyskuje pierwszeństwo w spożywaniu pokarmu i prawo do rozmnażania się.

Konkurencja wewnątrzgatunkowa może doprowadzić także do **śmierci słabszych osobników**, na przykład w wyniku walki lub braku pokarmu czy innych zasobów.

Niezależnie od sposobu, w jaki organizmy jednego gatunku konkurują ze sobą, rywalizację wygrywają osobniki silniejsze, sprytniejsze i najlepiej przystosowane do warunków środowiska. To one przekazują swoje geny kolejnym pokoleniom. Dlatego ostatecznym skutkiem konkurencji wewnątrzgatunkowej jest umocnienie się gatunku.

■ Skutki konkurencji międzygatunkowej

Konkurencja międzygatunkowa może doprowadzić do **wyparcia** osobników jednego gatunku przez drugi. Dzieje się tak wówczas, gdy nisze ekologiczne dwóch gatunków się pokrywają, co oznacza, że gatunki te mają identyczne wymagania życiowe. Taka sytuacja miała miejsce w Australii, kiedy dotarły tam psy dingo. Zająły one tę samą niszę ekologiczną, co zamieszkujące kontynent wilki workowate. Dingo były silniejsze, więc wyparły wilki i doprowadziły do ich wyginięcia.

Niekiedy w wyniku konkurencji międzygatunkowej następuje **zmiana niszy ekologicznej**. Dzieje się tak wówczas, gdy nisze ekologiczne zachodzą na siebie, czyli niektóre wymagania gatunków są identyczne. Tak jest w przypadku dwóch gatunków jaszczurek – jaszczurki zwinki i jaszczurki żyworodnej (żyworódki). Żywią się one tym samym rodzajem pokarmu, ale zajmują różne siedliska. Większa i silniejsza zwinka wygrała konkurencję, dlatego zajmuje słoneczne łąki. Żyworódka musiała przystosować się do życia w cienistych lasach.

To najważniejsze!

- Oddziaływania **nieantagonistyczne** (dodatnie) to takie, w których przynajmniej jedna strona odnosi korzyści i żadna nie ponosi strat. Są to: mutualizm i komensalizm.
- Oddziaływania **antagonistyczne** (ujemne) to takie, w których przynajmniej jeden gatunek ponosi straty. Są to: konkurencja, pasożytnictwo, drapieżnictwo i roślinożerność.
- **Konkurencja** to rywalizacja o te same, ograniczone zasoby środowiska, np. wodę, światło, pokarm, partnera do rozrodu, dominację w stadzie. Wyróżnia się konkurencję wewnątrzgatunkową i międzygatunkową.

Ćwiczenia

1. Wymień przykłady zasobów środowiska, o które konkurują organizmy.
2. Podaj przykłady działań organizmów służących wygraniu konkurencji.
3. Omów skutki konkurencji wewnątrzgatunkowej i międzygatunkowej.

Zwróć uwagę na:

- znaczenie drapieżników i roślinożerców w środowisku,
- przystosowania organizmów do drapieżnictwa i roślinożerności,
- sposoby ochrony organizmów przed drapieżnikami i roślinożercami.

Kiedy jesteś głodny, w ciągu kilku minut możesz podgrzać sobie posiłek, który wcześniej kupiłeś w sklepie. Nie zastanawiasz się, ile wysiłku kosztowało jego wyprodukowanie. Życie zwierząt wygląda zupełnie inaczej. Zdobywanie pożywienia dla wielu z nich jest głównym zajęciem w ciągu dnia. Wymaga ogromnego wysiłku i określonej strategii.

■ Drapieżnictwo

Drapieżnictwo to jedna z antagonistycznych zależności międzygatunkowych. Polega ono na tym, że dla jednych organizmów (drapieżników) inne organizmy (ofiary) są pokarmem. Populacja drapieżnika odnosi z tej zależności korzyści, a populacja ofiary ponosi straty.

Pokarm zwierzęcy jest pożywny, ale trudny do zdobycia. Na pogoń i zabicie ofiary drapieżnik zużywa dużo energii. Ofiara musi więc być na tyle duża, aby pokryć straty energii oraz dostarczyć materiału budulcowego i zapasowego.

■ Znaczenie drapieżników

Drapieżniki polują przede wszystkim na osobniki stare, chore lub słabe. Pełnią więc ważną funkcję – dokonują selekcji, w której wyniku przy życiu pozostają organizmy silne, zdrowe, potrafiące się bronić lub ukrywać. W populacji drapieżników również następuje selekcja. Osobniki, które nie radzą sobie z polowaniem, giną z głodu.

Przystosowania organizmów do drapieżnictwa

Specyficzna budowa ciała ułatwia drapieżnikom polowanie i zabijanie ofiar.

Długi ogon służy jako przeciwwaga podczas wykonywania skrętów w biegu.

Smukłe ciało ułatwia szybki bieg.

Obszerna klatka piersiowa i duże płuca zapewniają sprawną wymianę gazową.

Dobrze rozwinięte narządy zmysłów ułatwiają zlokalizowanie ofiary.

Szerokie nozdrza pozwalają pobierać więcej powietrza podczas pościgu.

Silnie umięśnione tylne kończyny umożliwiają wykonywanie dalekich skoków.

Ostre kły służą do rozszarpywania zdobyczy.



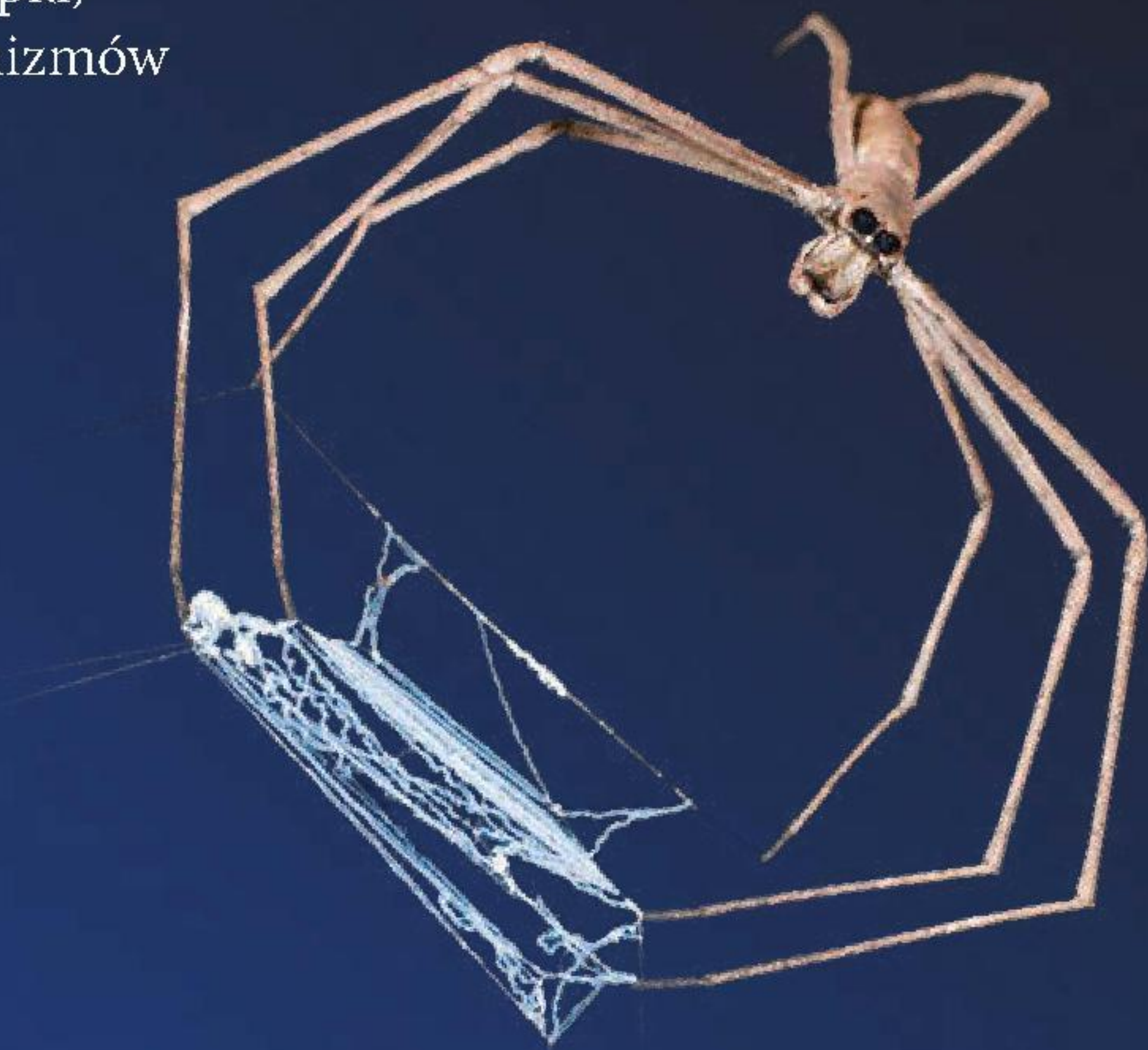
Sposoby polowania

Tylko niektóre drapieżniki gonią swoje ofiary. Większość stosuje różnorodne strategie, aby ofiara sama się do nich zbliżyła. Jedne wykorzystują różnego rodzaju przynęty i zastawiają pułapki, inne upodabniają się do niegroźnych organizmów lub otoczenia.



■ Upodabnianie się do podłoża

Kwiatnik ma kolor płatków kwiatu, na którym poluje, dlatego jest niewidoczny dla owadów. Pająk ten czeka nieruchomo, aż ofiara usiadzie na kwiecie. Wtedy błyskawicznie ją atakuje.



■ Tworzenie pułapek

Niektóre pająki czatują na ofiarę, trzymając w odnóżach niewielką, ale bardzo elastyczną pajęczynę. Kiedy owad znajdzie się w pobliżu, zarzucają ją na niego.

■ Udawanie rośliny

Modliszka storczykowa wyglądem przypomina kwiat storczyka. Siadający na niej owad błyskawicznie staje się pożywieniem modliszki.



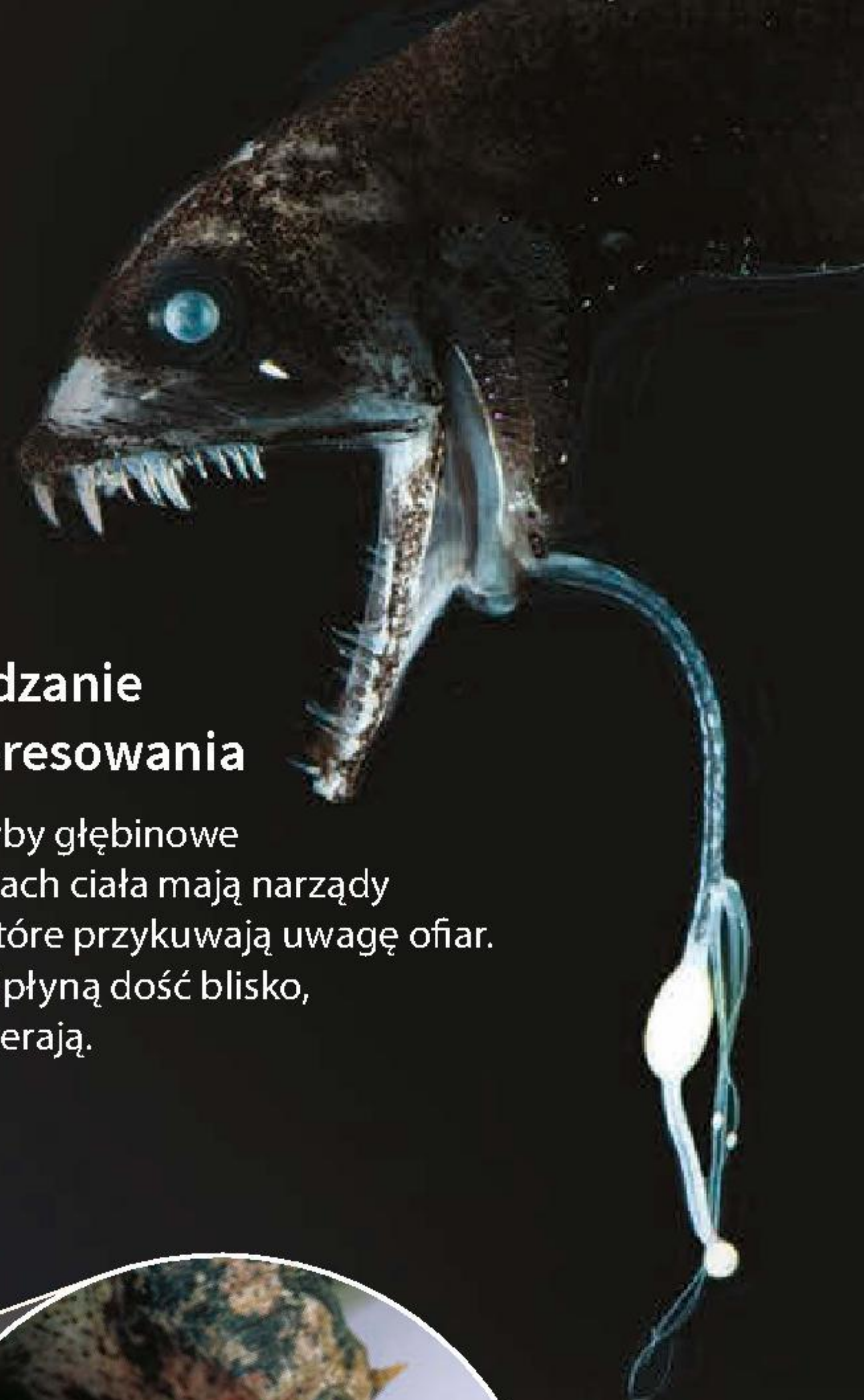


■ Paraliżowanie ofiary

Niektóre meduzy żywią się nieostrożnymi rybami, które dotkną ich czułek. Wówczas z komórek parzydełkowych znajdujących się na tych czułkach wyrzucią miniaturowe harpuny z paraliżującą cieczą.

■ Wzbudzanie zainteresowania

Niektóre ryby głębinowe na wyrostkach ciała mają narządy świetlne, które przykuwają uwagę ofiar. Gdy te podpłyną dość blisko, ryby je pożerają.



■ Wabienie przynętą

Żółw sępi zdobywa pokarm podstępem. Porusza językiem, na którym znajduje się wyrostek przypominający larwę owada. Gdy zwabiona nim ryba podpłynie, żółw zamyka dziób i ją zjada.



■ Skradanie się



Rurecznica ukrywa się za niegroźnymi, większymi od siebie rybami, aby jak najbliżej podpłynąć do swojej ofiary. Dopiero gdy ofiara jest dostatecznie blisko, ryba atakuje.

■ Atak z ukrycia



Ryby o wydłużonym ciele – mureny – czają się w zakamarkach rafy koralowej. W odpowiednim momencie znenacka wypływają i chwytają przepływającą ofiarę.

Jak nie dać się zjeść?

Ucieczka jest tylko jedną z wielu strategii uniknięcia ataku drapieżnika. Większość zwierząt stosuje inne formy obrony. Na przykład stara się oszukać drapieżnika przez upodabnianie się do groźnych zwierząt lub do otoczenia. W razie ataku część zwierząt potrafi się bronić. Na przykład zebry, gdy nie mają możliwości ucieczki, zadają silne ciosy kopytami. Osy używają do obrony żądła, a skunksy wydzielają substancje o nieprzyjemnym zapachu.



■ Upodabnianie się do groźnych gatunków

Motyl przeziernik osowiec wyglądem przypomina osę. Chociaż nie ma żądła, drapieżniki trzymają się od niego z daleka w obawie przed dotkliwym użądleniem.



■ Kamuflaż

Patyczak wygląda jak część rośliny. Porusza się zazwyczaj bardzo powoli, a na wietrze kołysze się jak gałązka.

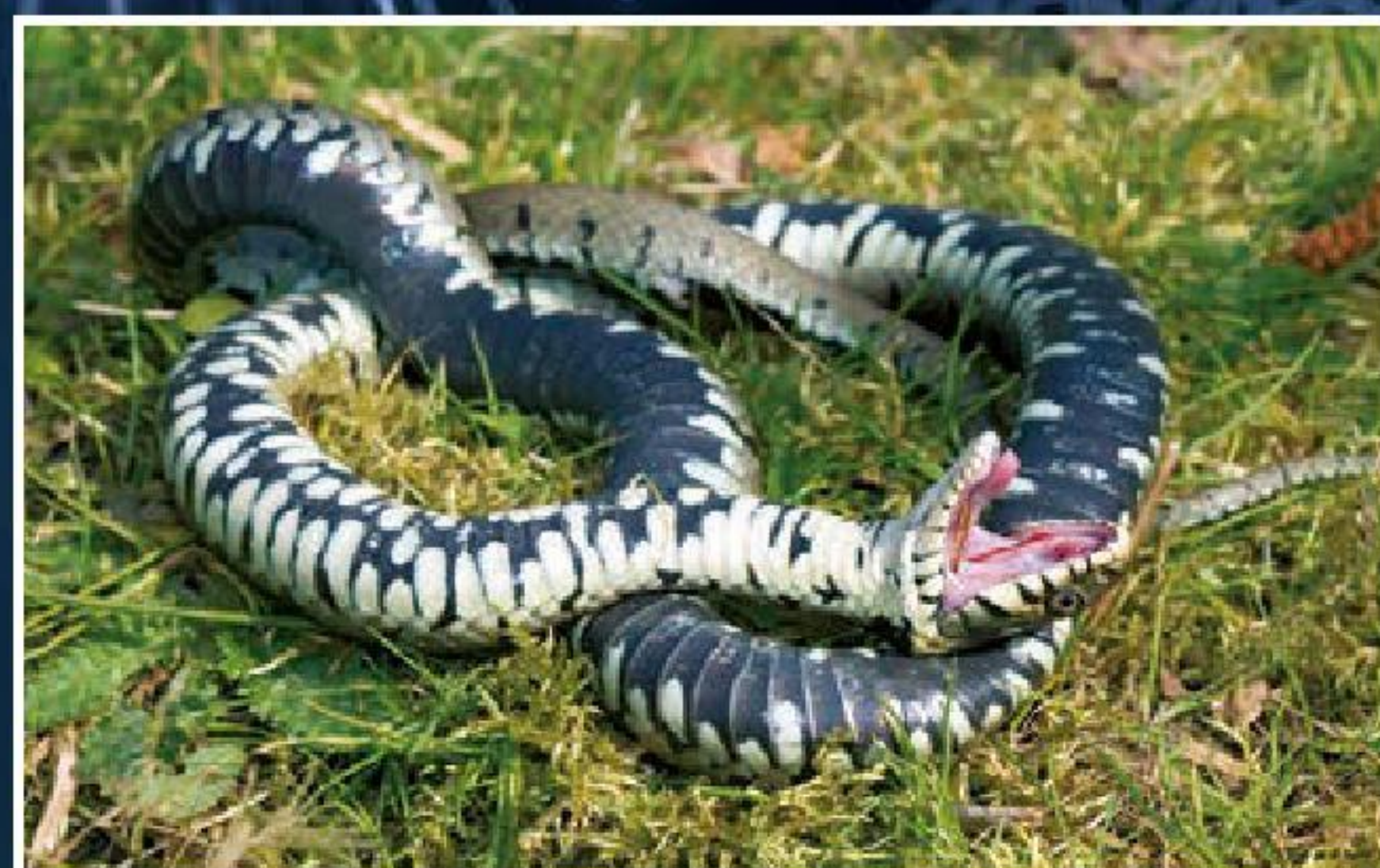
■ Substancje toksyczne w ciele

W skórze drzewołaza lazurowego znajdują się liczne gruczoły zawierające bardzo toksyczne substancje. Chronią go one przed drapieżnikami, a jaskrawe barwy skóry odstraszały potencjalnych napastników.



■ Kolce

Ciało najeżki pokrywają łuski przekształcone w kolce. Wystraszona lub zaatakowana potrafi zwiększyć rozmiary przez napompowanie ciała wodą albo powietrzem.



■ Udawanie martwego

Zaskroniec zwyczajny, kiedy czuje się zagrożony, udaje, że jest martwy. Zniechęca to napastników, którzy żywią się świeżo upolowaną zdobyczą.

■ Pancerz

W obliczu zagrożenia pancernik zwija się w kulę, której żaden drapieżnik nie jest w stanie rozerwać.



Drapieżne rośliny

Drapieżnictwo występuje nie tylko w świecie zwierząt, lecz także w świecie roślin. Przykładem jest rosiczka, która chwyta drobne zwierzęta, na przykład owady, za pomocą liści przekształconych w pułapki. Ofiary są dla rośliny źródłem azotu – dzięki nim rosiczka może rosnąć na glebach ubogich w jego związki. Mimo to jest ona autotrofem i wytwarza podstawowe związki niezbędne do życia w procesie fotosyntezy.



1 Dzięki przyjemnemu zapachowi lepka wydzielina włosków gruczołowych na liściach rosiczki zwabia owada.



2 Kiedy owad przyczepi się do wydzieliny, liść się zwinia. W ten sposób zwierzę jest łapane w pułpkę.



3 Owad jest trawiony przez wydzielinę liścia. Roślina wchłania potrzebne jej związki uzyskane ze strawienia owada.

■ Roślinożerność

Roślinożerność to antagonistyczna zależność międzygatunkowa, w której roślinożerca, zjadając części roślin, odnosi korzyści, a rośliny zwykle ponoszą straty. Większość roślinożerców żywi się różnorodnym pokarmem. Na przykład sarny żywią się pędami traw i krzewów, owocami różnych roślin oraz korą drzew. Są też roślinożercy, którzy zjadają jeden rodzaj pokarmu. Przykładem może być krzyżodziób – ptak żywiący się tylko nasionami świerka.

Pokarm roślinny zawiera mało białek i tłuszczów, a dużo celulozy – niestrawnego dla zwierząt cukru. Dlatego, aby zdobyć potrzebne substancje odżywcze, roślinożercy muszą zjadać dużą ilość pożywienia. W przewodach pokarmowych niektórych zwierząt są też obecne mikroorganizmy, które wspomagają procesy trawienia celulozy.

■ Znaczenie roślinożerców

Roślinożercy zwykle zjadają tylko część rośliny, dlatego rzadko stanowią bezpośrednią przyczynę ich śmierci. Uszkodzony organizm jest jednak osłabiony i może zginąć na przykład na skutek ataku pasożytów, takich jak grzyby lub bakterie.

Dla niektórych gatunków roślin zgryzanie jest korzystne, ponieważ pobudza je do wzrostu. Roślinożercy przynoszą też korzyści osobnikom innych gatunków. Przykładowo intensywne skubanie traw ułatwia rozwój słabszym gatunkom roślin. Roślinożercy zapobiegają też zarastaniu łąk. Zjadają liście wysokich roślin, co powoduje, że do niższych warstw roślinności przedostaje się więcej światła. Poza tym niektóre ptaki i ssaki przyczyniają się do zapylania kwiatów i rozsiewania nasion.

Jak rośliny bronią się przed zjedzeniem?

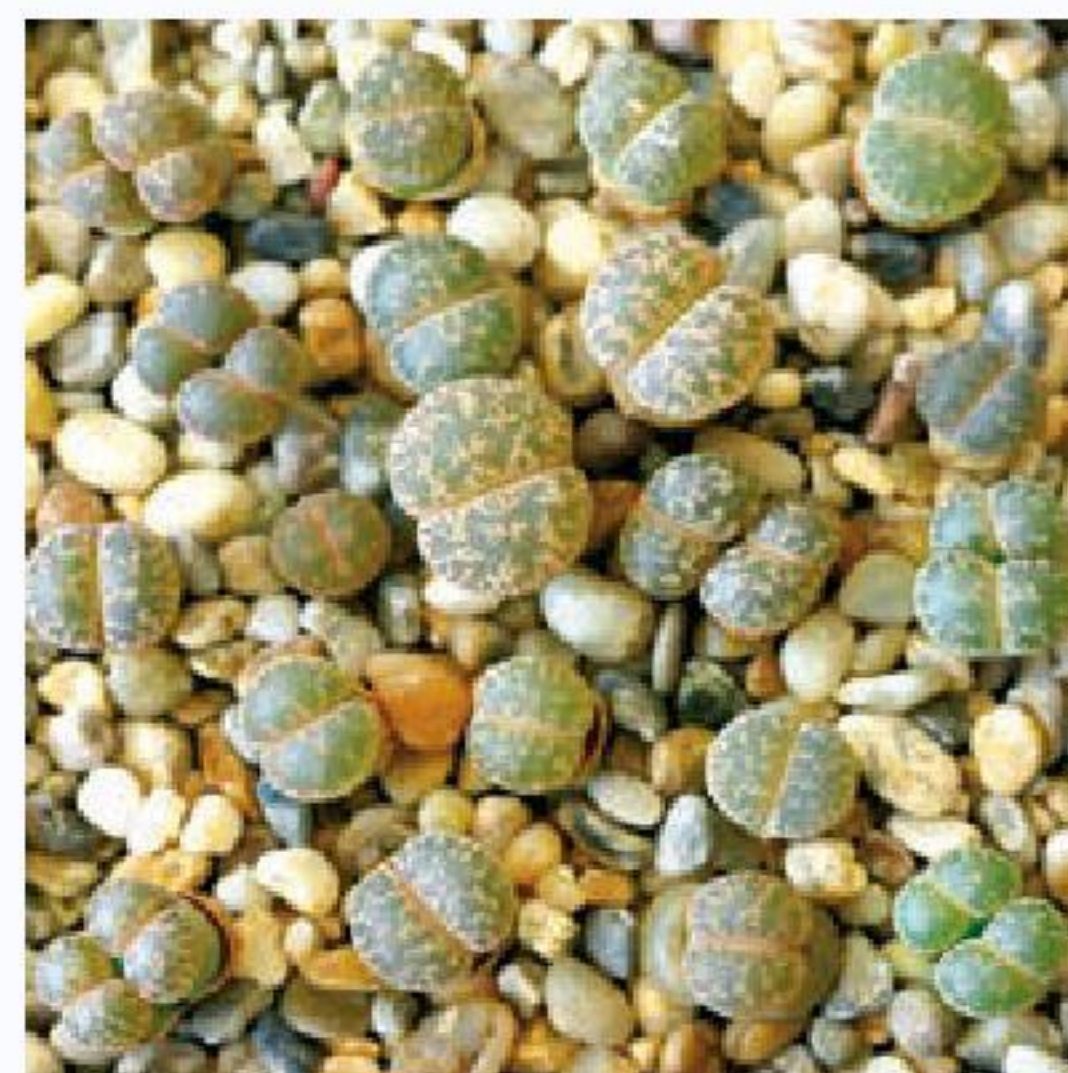
Rośliny wytwarzają struktury obronne, na przykład ciernie i kolce, albo upodabniają się do podłoża, aby obronić się przed zjedzeniem. Wiele roślin odstrasza roślinożerców za pomocą substancji chemicznych. Niektóre z nich nadają roślinie odstraszający zapach i smak lub podrażniają skórę i błony śluzowe zwierząt.



Kaktusy mają liście przekształcone w kłujące ciernie. Dzięki temu większość roślinożerców nie jest w stanie ich zjeść.



Pokrzywa broni się przed zjedzeniem parzącymi włoskami, które wbijają się w skórę zwierzęcia i uwalniają drażniące substancje.



Litopsy, zwane żywymi kamieniami, są podobne do kamieni, wśród których żyją. Dzięki temu są trudno zauważalne dla roślinożerców.



Jasnota biała ma liście przypominające liście pokrzywy. Dzięki temu podobieństwu roślinożercy ją omijają, choć nie wytwarza drażniących substancji.



Lulek czarny, aby obronić się przed roślinożercami, wytwarza trujące substancje, które powodują choroby lub śmierć zwierząt.

Mak polny wytwarza związki chemiczne o odstraszającym zapachu i smaku.



Przystosowania organizmów do roślinożerności

Budowa ciała umożliwia roślinożercom pobieranie i trawienie pokarmu roślinnego. Na przykład przeżuwacze mają specjalnie zbudowany żołądek, owady pobierają pokarm roślinny za pomocą wyspecjalizowanych aparatów gębowych, a roślinożerne ptaki mają charakterystyczną budowę dzioba.

Jelita przeżuwaczy są dłuższe od jelit zwierząt odżywiających się innym pokarmem ze względu na konieczność dłuższego trawienia.

Żołądek przeżuwaczy składa się z czterech komór. W pierwszej komorze znajdują się bakterie i protisty. Są one odpowiedzialne za rozkład celulozy, która buduje ściany komórkowe roślin.



Szerokie zęby umożliwiają staranne rozcieranie pokarmu.

Dobrze rozwinięte zmysły smaku i węchu pozwalają odnaleźć ulubione gatunki roślin i rozpoznać trujące rośliny.

Wystająca, wydłużona, ruchliwa górna warga ułatwia skubanie roślin.

W jamie gębowej jest przeżuwany pokarm, który po wstępnym trawieniu przez mikroorganizmy został tam cofnięty z pierwszej komory żołądka.

Przeżuwacze, takie jak żubr, mają wiele przystosowań w budowie ciała i procesach trawienia do odżywania się pokarmem roślinnym. Od innych ssaków różnią się przede wszystkim budową żołądka.

? Wyjaśnij, dlaczego zęby przeżuwaczy są do siebie podobne.



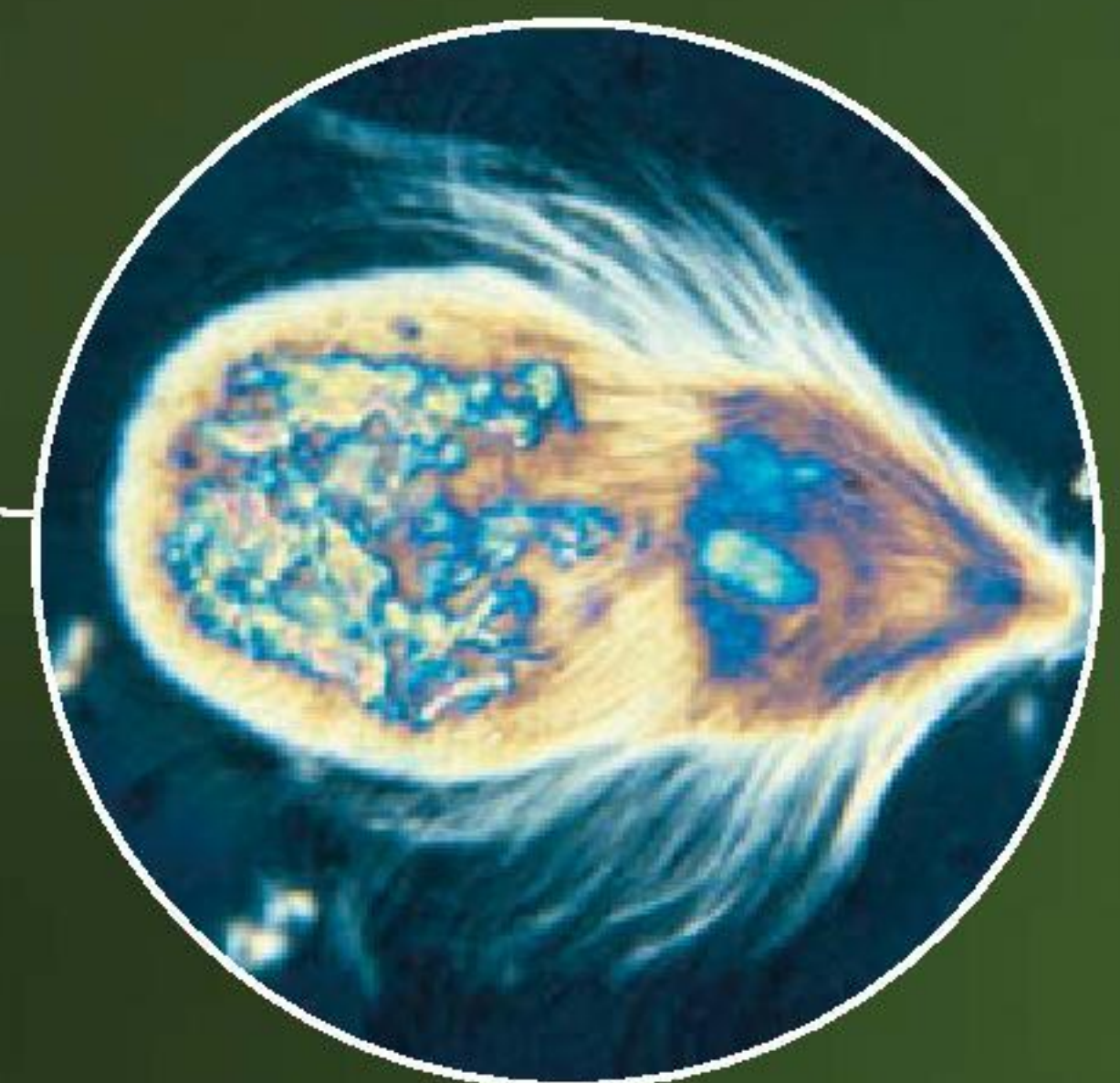
Motyle, które żywią się nektarem, mają aparat gębowy w kształcie rozwijanej rurki. Za jego pomocą mogą pobierać pokarm z głębi kwiatu.



Ptaki, które odżywiają się nasionami, na przykład grubodziób, mają zwykle krótkie, grube dzioby. Dzięki temu mogą miażdżyć nawet twarde łupiny.



Siekacze świstaków rosną przez całe życie, dlatego zwierzęta te mogą żywić się nie tylko roślinami zielnymi, lecz także tak twardym pokarmem, jak gałązki krzewów.



W przewodzie pokarmowym termitów, podobnie jak w przewodzie pokarmowym przeżuwaczy, żyją protisty, które rozkładają celulozę. Umożliwiają one termitom odżywanie się drewnem.



Ślimaki zeskrobują i rozdrabniają pokarm roślinny, głównie liście, za pomocą tarki – narządu przypominającego język pokryty dużą liczbą ząbków.

Jak rośliny wykorzystują roślinożerców?

Zależność łącząca rośliny i zwierzęta roślinożerne niekiedy jest korzystna nie tylko dla tych zwierząt. Rośliny wykorzystują bowiem roślinożerców między innymi do rozprzestrzeniania nasion.

Cis wytwarza wokół nasion czerwone, mięsiste osnówki będące przysmakiem wielu ptaków. Nasiona wewnątrz osnówek przechodzą przez układ pokarmowy ptaków niestrawione i dzięki temu są przenoszone na dalekie odległości.



To najważniejsze!

- **Drapieżnictwo i roślinożerność** to oddziaływania **antagonistyczne**.
- Drapieżnictwo przyczynia się między innymi do eliminowania z populacji ofiar osobników starych, chorych i słabych.
- Roślinożerność wpływa na zmniejszenie konkurencji między roślinami oraz umożliwia rozprzestrzenianie się nasion.
- Przystosowaniami drapieżników do zdobywania pokarmu są między innymi: rozwinięte narządy zmysłów i muskulatura ciała, maskujące barwy, gruczoły jadowe, dobrze rozwinięte kły i ostre pazury.
- Do strategii obronnych ofiar należą: upodabnianie się do otoczenia lub groźnych gatunków, produkcja substancji toksycznych, udawanie martwego, wykształcanie kolców lub pancerza.
- Przystosowania organizmów do roślinożerności to między innymi specyficzna budowa przewodu pokarmowego i obecność w przewodzie pokarmowym mikroorganizmów rozkładających celulozę.
- Rośliny bronią się przed zjedzeniem przez wytwarzanie kolców oraz substancji toksycznych i drażniących, a także upodabnianie się do niesmacznych roślin lub do otoczenia.

Ćwiczenia

1. Wyjaśnij, jaką funkcję w przyrodzie pełnią drapieżniki.
2. Omów rodzaje przystosowania organizmów do drapieżnictwa.
3. Porównaj wybrane strategie polowania drapieżników ze sposobami obrony ich ofiar.
4. Wymień przykłady przystosowań zwierząt do odżywiania się pokarmem roślinnym.
5. Podaj przykłady przystosowań roślin służących obronie przed zjedzeniem.

Zwróć uwagę na:

- rodzaje pasożytów,
- przystosowania organizmów do pasożytnictwa,
- wpływ pasożytów na inne organizmy.

Pasożytnictwo kojarzy nam się ze światem zwierząt. Każdy z nas słyszał przecież o kleszczach czy tasiemcach, które żyją kosztem człowieka. Ten rodzaj zależności występuje także wśród innych organizmów.

Pasożytnictwo jest zależnością, w której jeden organizm, czyli **pasożyt**, żyje kosztem drugiego organizmu, zwanego **żywicielem**. Żywiciel jest dla pasożyta źródłem pożywienia, a w przypadku pasożytów wewnętrznych – stanowi jego środowisko życia. Z reguły

organizm pasożytniczy nie zabija swojego żywiciela, a jedynie go osłabia. Zabicie żywiciela byłoby bowiem dla pasożyta niekorzystne.

Pasożyty można podzielić na dwie grupy:

- **pasożyty zewnętrzne** – żyją na powierzchni ciała swoich żywicieli, na przykład kleszcze, pijawki, wszy czy pchły;
- **pasożyty wewnętrzne** – żyją wewnątrz ciała swoich żywicieli, na przykład tasiemce, owsiki czy glisty ludzkie.



Narządy czepne

- Pasożyty zewnętrzne często mają odnóża czepne lub przyssawki, które umożliwiają im utrzymanie się na powierzchni ciała żywiciela.
- Pasożyty wewnętrzne często mają przyssawki lub haczyki, które umożliwiają im utrzymanie się w ciele żywiciela.



Duża liczba potomstwa

- Większość pasożytów wytwarza ogromną liczbę jaj, ponieważ tylko niewielka część osobników osiąga wiek rozrodczy.



Sposoby pobierania pokarmu

- Pasożyty zewnętrzne mają specjalne aparaty gębowe, które umożliwiają przebicie skóry żywiciela.

PRZYSTOSOWANIA ORGANIZMÓW DO PASOŻYTNICTWA



Wytwarzanie substancji chemicznych

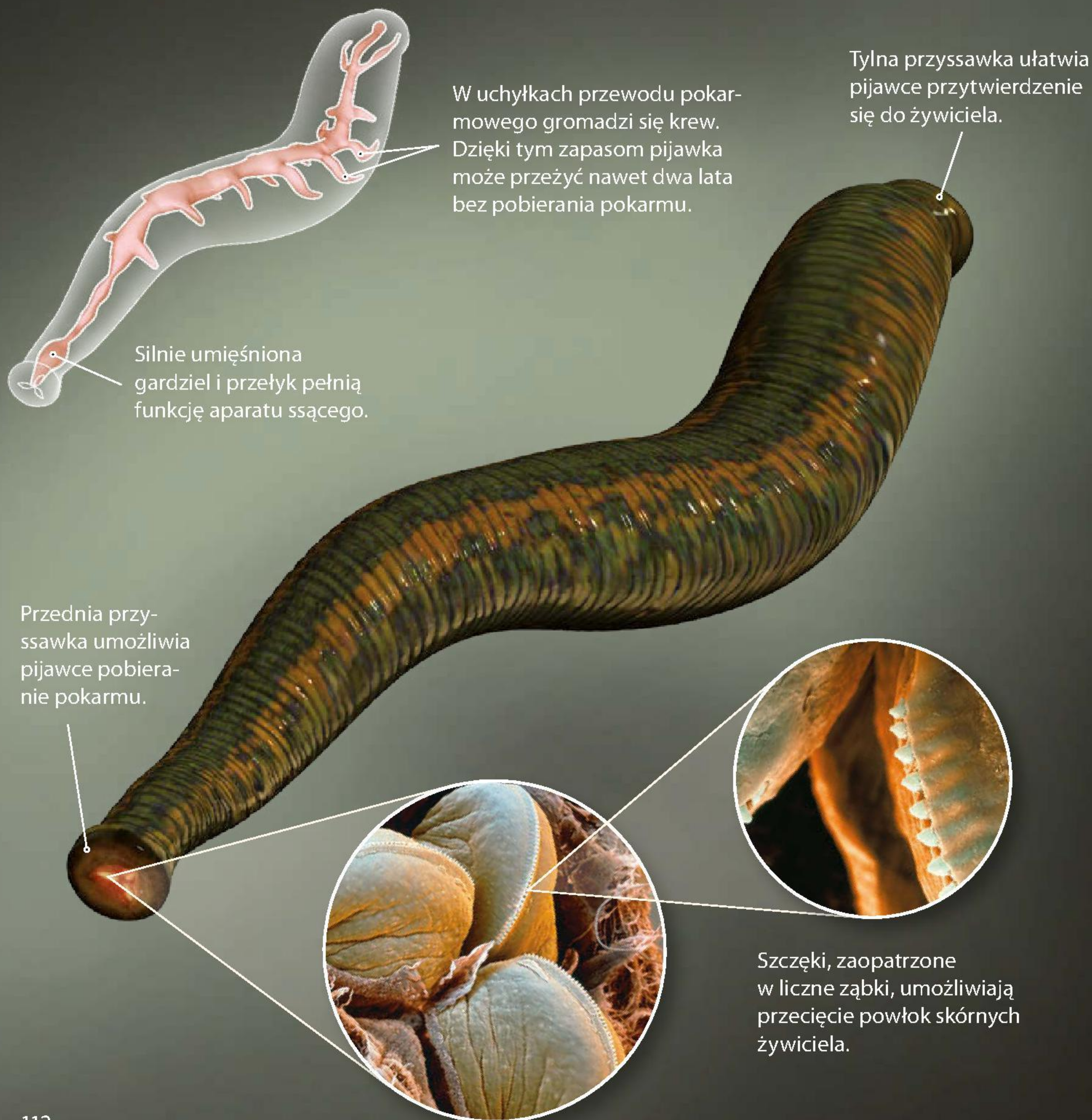
- Wiele pasożytów zewnętrznych wydziela substancje znieczulające. Utrudniają one wykrycie pasożyta przez żywiciela.
- Pasożyty wewnętrzne mają ciała pokryte substancjami chroniącymi przed strawieniem i reakcją układu odpornościowego.

Życie cudzym kosztem

Pasożyty mają określone cechy ułatwiające im zaatakowanie danego żywiciela i pobranie pokarmu, a także utrudniające wykrycie ich obecności i usunięcie z organizmu.

■ Pijawka lekarska

Pijawka lekarska to pasożytnicza pierścienica odżywiająca się krwią kręgowców. W jej ślinie znajdują się specjalne substancje: hirudyna, zapobiegająca krzepnięciu krwi, histamina, rozszerzająca naczynia krwionośne żywiciela, oraz substancja znieczulająca, dzięki której przecięcie jego skóry jest bezbolesne.



■ Tasiemiec uzbrojony

Tasiemiec uzbrojony przyczepia się do ścian jelita żywiciela za pomocą specjalnych haczyków i przyssawek znajdujących się na główce. Dzięki temu nie jest usuwany z odchodami. Nie ma układu pokarmowego, ponieważ żyje w jelicie żywiciela i ma dostęp do substancji pokarmowych, które wchłania całą powierzchnią ciała.



■ Wesz głowowa

Wesz głowowa ma krótkie, wygięte do środka odnóża z zakrzywionymi pazurkami, którymi przyczepia się do włosów. Pobiera krew za pomocą gryząco-ssącego aparatu gębowego. Złożone jaja mocno przyczepia do włosów.



■ Kleszcz

Kleszcz przyczepia się do skóry żywiciela za pomocą specjalnego, wydłużonego aparatu z ząbkami. Ciało tego pasożyta jest grzbieto-brzusznie spłaszczone, co utrudnia żywicielowi usunięcie go.

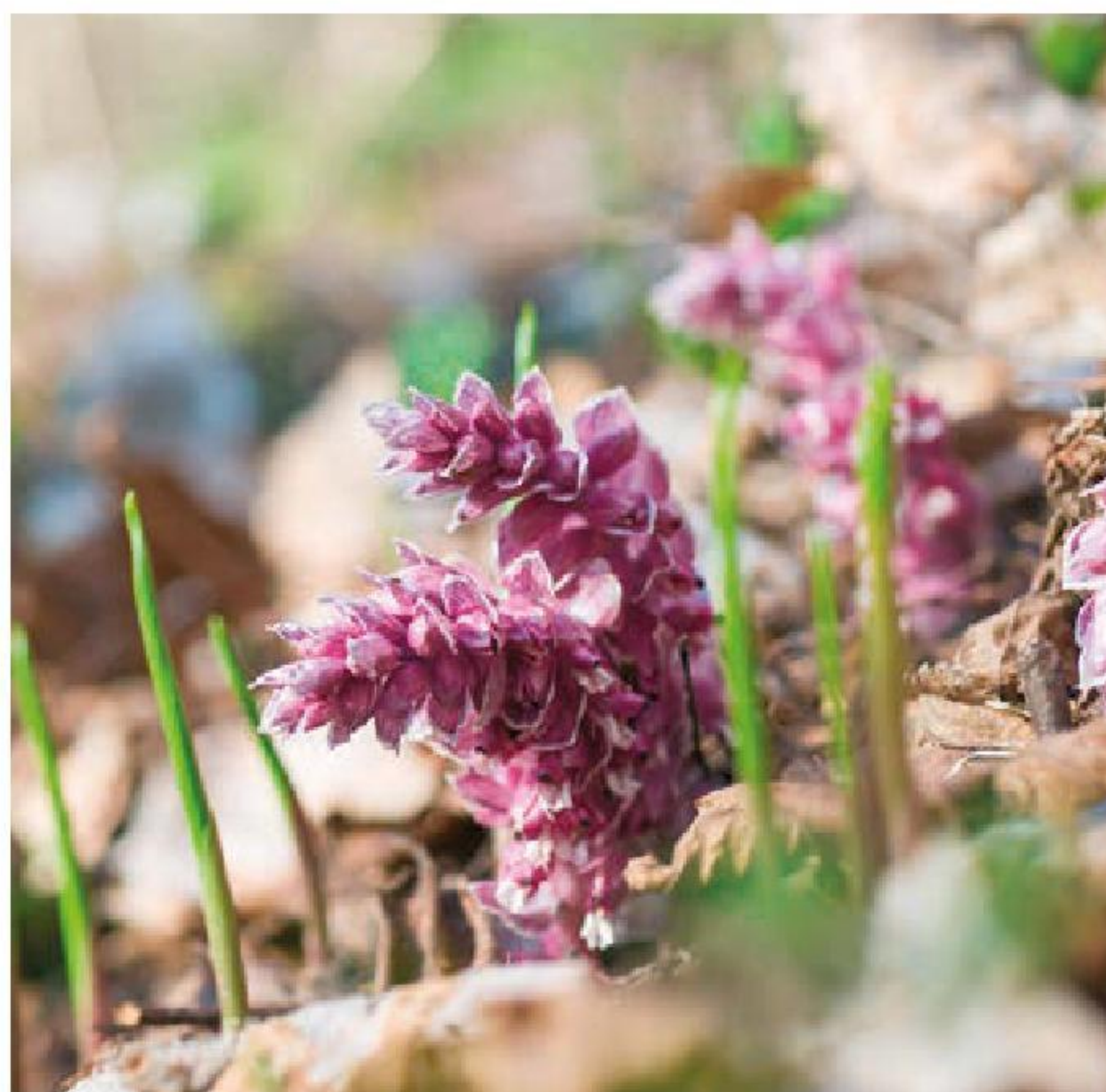


■ Znaczenie pasożytów

Niektóre pasożyty żywią się tkankami gospodarza, na przykład komary i kleszcze odżywiają się krwią. **Oslabiają przez to organizm żywiciela.** Z kolei inne korzystają z jego substancji pokarmowych. Na przykład tasieniec żywi się pokarmem pobranym przez żywiciela, a mszyce spijają odżywcze soki roślinne. Pasożyty wewnętrzne **zatrzuwają organizm żywiciela**, gdy wydają do jego ciała produkty przemiany materii. Zaatakowane przez pasożyty zwierzęta mogą zatem łatwiej paść łupem drapieżników lub mniej skutecznie polować, a rośliny są mniej odporne na niekorzystne warunki środowiska.

Nawet niegroźne pasożyty zewnętrzne **przenoszą wiele chorób**, na przykład kleszcze roznoszą bakterie wywołujące boreliozę i wirusy powodujące zapalenie mózgu.

Pasożyty upraw oraz zwierząt gospodarskich zazwyczaj przynoszą człowiekowi olbrzymie straty. Na przykład buławinka czerwona jest pasożytem traw i zbóż uprawnych. Grzyb ten powoduje silne zatrucia ludzi i zwierząt, dlatego zakażone buławinką zboże nie nadaje się do wykorzystania.



Łuskiewnik różowy jest rośliną pasożytniczą. Za pomocą korzeni przekształconych w ssawki pobiera z drzew substancje organiczne oraz wodę z solami mineralnymi.

Czy wiesz, że...

Zdarza się, że obecność pasożytów jest korzystna dla człowieka. Na przykład plagę królików w Australii udało się ograniczyć dzięki pchłom przenoszącym śmiertelnego dla tych zwierząt wirusa.

To najważniejsze!

- **Pasożytnictwo** to oddziaływanie antagonistyczne. Pasożyt żyje kosztem żywiciela, który ponosi straty. Wyróżniamy dwa rodzaje pasożytów: **zewnętrzne** – przebywają na powierzchni ciała żywiciela, np. wszy, pchły; oraz **wewnętrzne** – żyją wewnątrz ciała żywiciela, np. tasieniec, owsiki, glista ludzka.
- Przystosowania do pasożytnictwa to m.in.: występowanie narządów czepnych i aparatów gębowych, które przebijają ciało żywiciela, pokrycie ciała chroniące przed strawieniem i reakcją układu odpornościowego żywiciela, wytwarzanie dużej liczby jaj.
- Pasożyty osłabiają i zatrzuwają organizm żywiciela. Przenoszą też groźne choroby, np. kleszcze przenoszą boreliozę i kleszczowe zapalenie mózgu. Pasożyty powodują również straty w rolnictwie.

Ćwiczenia

1. Scharakteryzuj przystosowania pasożytów wewnętrznych do pasożytniczego trybu życia.
2. Omów znaczenie pasożytów w przyrodzie i gospodarce człowieka.
3. Skonstruuj w zeszycie tabelę, w której porównasz drapieżnictwo z pasożytnictwem.



Nieantagonistyczne zależności między gatunkami

Zwróć uwagę na:

- terminy „mutualizm”, „komensalizm”,
- ✂ • różnice między symbiozą a protokooperacją.

Jeśli masz lepsze oceny z przedmiotów ścisłych, możesz wytłumaczyć kolegom trudne zagadnienia z matematyki lub fizyki. Oni natomiast mogą Ci pomóc w nauce języka polskiego i historii. Dzięki współpracy wszyscy odniesiecie korzyści. Podobne relacje występują w świecie roślin i zwierząt. Nazywamy je zależnościami nieantagonistycznymi.

Zależności nieantagonistyczne przynoszą korzyści przynajmniej jednej ze stron i u żadnej nie powodują strat. Dzięki nim organizmy skuteczniej unikają zagrożeń oraz zdobywają pożywienie. Do zależności nieantagonistycznych zalicza się **mutualizm** oraz **komensalizm**.

■ Mutualizm

Związek, który przynosi korzyści obu gatunkom, nazywamy **mutualizmem**. Wyróżnia się dwa rodzaje mutualizmu:

- ✂ • symbiozę, inaczej zwaną mutualizmem obligatoryjnym. Jest to związek niezbędny do przeżycia obu stronom. Jeśli jeden z organizmów zostanie pozbawiony partnera, ginie;
- ✂ • protokooperację, inaczej zwaną mutualizmem fakultatywnym. Jest to związek, który przynosi korzyści obu organizmom, ale nie jest warunkiem niezbędnym do ich przeżycia.

MUTUALIZM przynosi korzyści obu organizmom

✂ Symbioza

Jest niezbędna organizmom do przeżycia.

✂ Przykładem symbiozy jest zależność między grzybem a glonem w plesze porostu. Plechę porostu budują strzępki grzybów i komórki glonów. Grzyby dostarczają glonom wody i soli mineralnych, a glony grzybom – części substancji pokarmowych, które wytwarzają podczas fotosyntezy. Grzyby i glony nie mogą żyć oddzielnie.



✂ Protokooperacja

Nie jest niezbędna organizmom do przeżycia.

✂ Przykładem protokooperacji jest związek między roślinami kwiatowymi i zapylającymi je owadami. Rośliny dostarczają owadom pokarmu w postaci nektaru i pyłku. Z kolei owady przenoszą na swoim ciele pyłek, co umożliwia roślinom wytworzenie nasion. Ta współpraca jest korzystna dla obu organizmów, ale nie jest konieczna do ich przeżycia.



* Symbioza – bez partnera ani rusz



* Symbioza to zależność tak silna, że związane nią gatunki muszą pozostawać w stałym kontakcie i nie są w stanie bez siebie przetrwać.

■ Rośliny nasienne i grzyby

* Szczególnym rodzajem symbiozy jest **mikoryza** – zależność łącząca rośliny nasienne z grzybami. Przykładem mikoryzy jest związek między koźlarzem a brzozą. Strzępki koźlarza oplatają korzenie brzozy lub wnikają do ich wnętrza. Dzięki temu grzyb czerpie z rośliny związki organiczne. W zamian ułatwia drzewu pobieranie wody i soli mineralnych oraz chroni jego korzenie przed bakteriami i toksynami.



■ Mrówki grzybiarki i grzyby

Zależność łącząca mrówki środkowoamerykańskie, zwane grzybiarkami, z grzybami jest na tyle silna, że gdy zabraknie jednego z partnerów, drugi nie jest w stanie przeżyć. Mrówki hodują w swoich gniazdach grzyby, które są ich głównym źródłem pokarmu, ale nie przetrwałyby bez ich opieki.

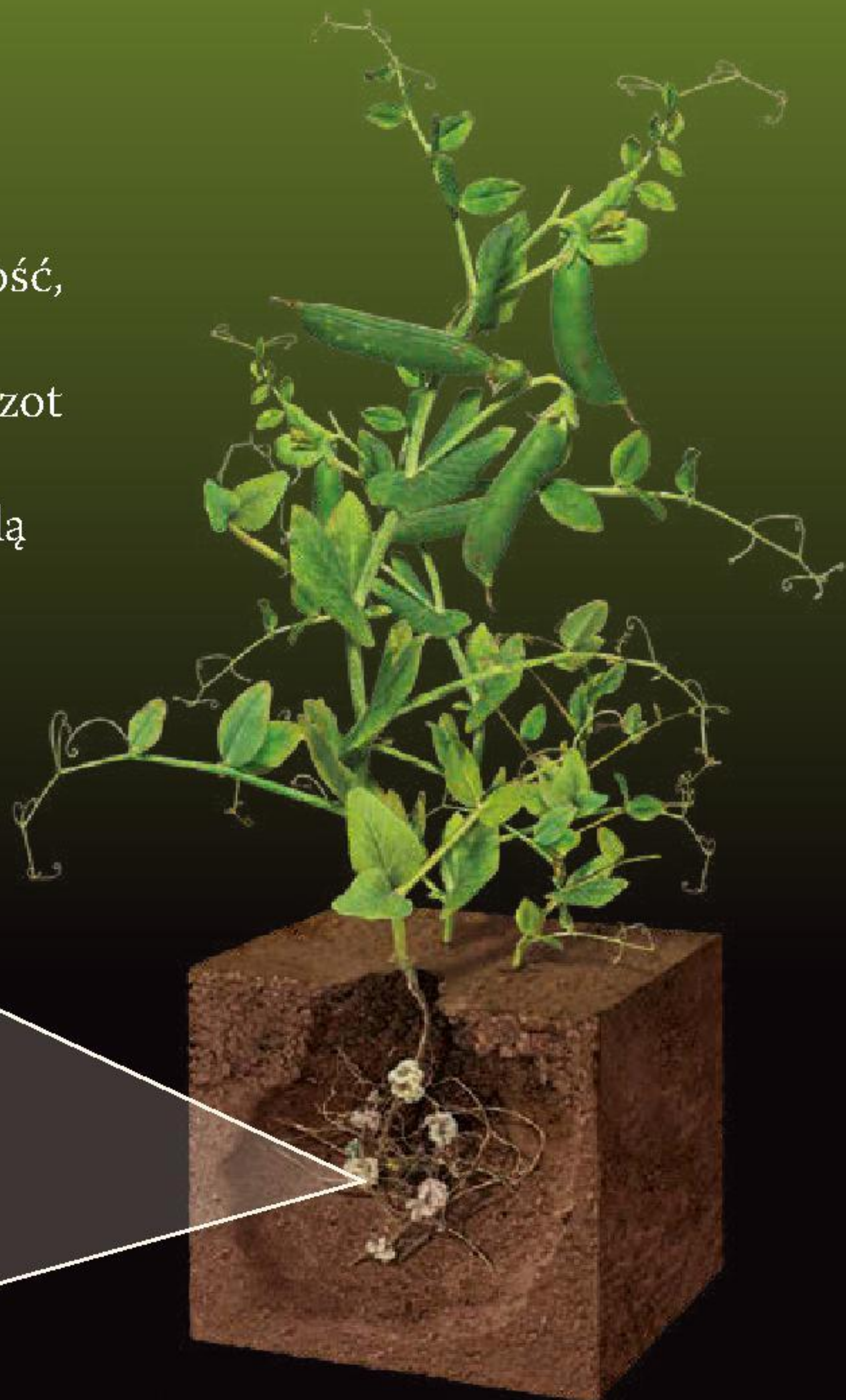
Mrówki pracujące na powierzchni ziemi przemierzają las w poszukiwaniu odpowiednich liści, z których wykrawają mniejsze fragmenty. ➡



■ Rośliny bobowate i bakterie brodawkowe

Przykładami organizmów, które łączy ścisła zależność, są rośliny bobowate i bakterie brodawkowe żyjące w brodawkach ich korzeni. Bakterie wykorzystują azot atmosferyczny do produkcji związków azotowych, z których korzystają rośliny. W zamian rośliny dzielą się z bakteriami związkami organicznymi wytworzonymi w procesie fotosyntezy.

Dzięki współpracy z bakteriami brodawkowymi rośliny bobowate, takie jak groch, mogą żyć na glebach ubogich w azot.



Mrówki transportują kawałki liści do mrowiska i składują je przy licznych wejściach do gniazda. ▼

Inne robotnice tną fragmenty liści na mniejsze części, rozdrabniają i ugniatają. Tworzą w ten sposób podłoże pod uprawę grzybów. ▼





✂ Protokooperacja – razem łatwiej

✂ Protokooperacja to zależność, która nie jest konieczna do przetrwania związanych nią gatunków, jednak zdecydowanie poprawia jakość ich życia.

■ Kolibry i rośliny

Kolibry odżywiają się nektarem. Pobierają go z wnętrza kwiatu za pomocą długiego, wąskiego dzioba. W tym czasie pyłek kwiatowy przykleja się do ptaka, który nieświadomie przenosi go na inne kwiaty i w ten sposób uczestniczy w zapylaniu.



■ Mszyce i mrówki



Mszyce wydają słodką ciecz, która zawiera bardzo dużo cukrów, tzw. spadź. Niektóre mrówki przepadają za jej słodkim smakiem. Hodują więc mszyce, aby zapewnić sobie i swoim larwom stały dostęp do tego przysmaku. W zamian za to mszyce mają zapewnioną ochronę mrówek przed niebezpieczeństwem.

■ Bąkojady i bawoły



Bąkojady odżywiają się owadami pasożytującymi na dużych roślinożernych ssakach, m.in. na bawołach. Ptaki te mają zapewnione pożywienie, a bawoły pozbywają się dzięki nim uciążliwych pasożytów. Dodatkowo bąkojady ostrzegają swoich gospodarzy przed niebezpieczeństwem.



Komensalizm

Czasem jeden z organizmów czerpie korzyści z obecności drugiego, nie wyrządzając mu szkody, ale też nie przynosząc pożytku. Taką zależność, która nie jest koniecznością dla żadnej ze stron, nazywamy **komensalizmem**. Przykładem jest związek dwóch organizmów, z których jeden służy drugiemu za środek lokomocji. Taka zależność występuje również między drapieżnikami a padlinożercami, żywiącymi się resztkami pozostawionego przez nich pożywienia.

Hieny są doskonałymi myśliwymi, jednak czasem żywią się resztkami zdobyczy, której nie dojadły lwy. Lwy nie ponoszą z tego powodu strat, ponieważ upolowane zwierzę jest za duże, aby mogły je zjeść same.



Podnawki, choć dobrze pływają i sprawnie zdobywają pożywienie, przyczepiają się do dużych kręgowców morskich, m.in. rekinów, za pomocą przyssawki na szczycie głowy. Dzięki temu szybciej się przemieszczają, a przy okazji korzystają z resztek pokarmu drapieżnika. Obecność podnawki jest dla rekina obojętna.



To najważniejsze!

- **Zależności nieantagonistyczne** nie przynoszą strat żadnej ze stron. Zaliczamy do nich mutualizm i komensalizm.
- **Mutualizm** może występować między gatunkami jako związek trwały, który jest im niezbędny do przeżycia (symbioza, mutualizm obligatoryjny) lub nietrwały, który nie jest im konieczny do przeżycia (protokooperacja, mutualizm fakultatywny).
- **Symbioza** (mutualizm obligatoryjny) to ścisły związek dwóch gatunków, przynoszący obustronne korzyści i konieczny do ich przetrwania.
- **Protokooperacja** (mutualizm fakultatywny) to współzależność między dwoma gatunkami, która przynosi korzyści obu stronom, ale nie jest konieczna do ich przeżycia.
- **Komensalizm** to zależność, w której jeden gatunek czerpie korzyści z obecności drugiego, nie wyrządzając mu szkody ani nie przynosząc korzyści.

Ćwiczenia

1. Wykaż na wybranych przykładach, że mutualizm jest zależnością korzystną dla obu stron.
- ✂ 2. Porównaj symbiozę z protokooperacją.
3. Wyjaśnij, na czym polega komensalizm. Podaj przykłady tej zależności.



Zwróć uwagę na:

- definicję ekosystemu,
- ożywione i nieożywione elementy ekosystemu,
- ✂ • sposoby wykorzystania ekosystemów przez człowieka,
- zmiany zachodzące w ekosystemach.

Kiedy dochodzi do katastrofy ekologicznej, na przykład do wycieku ropy naftowej z tankowca, możemy usłyszeć o różnych skutkach, jakie niesie to dla ekosystemu. Czy wiesz, czym jest ekosystem?

Pojęcie ekosystemu

Ekosystem to zbiór elementów ożywionych i nieożywionych, które wzajemnie na siebie wpływają. Obszar zajmowany przez pojedynczy ekosystem może mieć bardzo różną wielkość. Przykładem ekosystemu jest niewielki staw czy łąka, ale też ogromny las tropikalny.

Zbiór elementów ożywionych, które budują ekosystem, to **biocenoza**. Tworzą ją wszystkie populacje występujące na danej przestrzeni w określonym czasie, powiązane wzajemnymi

zależnościami. Przykładowo biocenoza olsu to między innymi populacje roślin: olszy czarnej, jesionu, bzu czarnego oraz różnych gatunków mchów i paproci. Do tej biocenozy należą również populacje zwierząt: łosia, bociana czarnego oraz różnych gatunków płazów, gadów i bezkręgowców. Wszystkie populacje danej biocenozy wpływają na siebie wzajemnie przez oddziaływania antagonistyczne i nieantagonistyczne.

Populacje wchodzące w skład danej biocenozy funkcjonują w określonym środowisku nieożywionym, zwanym **biotopem**. Przykładowo nieożywione elementy tworzące biotop olsu to: woda, składniki mineralne zawarte w glebie, warunki klimatyczne. Biocenoza i biotop razem tworzą ekosystem.

Składniki ekosystemu

Każdy ekosystem składa się z wzajemnie wpływających na siebie elementów ożywionych, czyli biocenozy, oraz nieożywionych, czyli biotopu.





✂️ Rodzaje ekosystemów

Wyróżniamy dwa rodzaje ekosystemów: naturalne i sztuczne. **Ekosystemy naturalne** powstały bez udziału człowieka i jego wpływ na funkcjonowanie takich ekosystemów jest ograniczony. Należą do nich na przykład lasy,

jeziora i morza. **Ekosystemy sztuczne** powstały w wyniku działalności człowieka i są przez niego cały czas przekształcane. Należą do nich między innymi pola, sady, parki miejskie czy stawy rybne.

DO CZEGO WYKORZYSTUJEMY EKOSYSTEMY?

Pozyskiwanie żywności

Ekosystemy naturalne są źródłem żywności, na przykład morza dostarczają ryb i skorupiaków.



Wiele ekosystemów tworzy się po to, aby uzyskiwać z nich żywność. Na przykład z pól uprawnych uzyskuje się między innymi zboże.



Uzyskiwanie surowców

Ekosystemy leśne są źródłem drewna, z którego produkuje się między innymi meble i papier.



Niektóre ekosystemy przekształca się, aby pozyskać surowce, takie jak żwir, piasek czy węgiel.

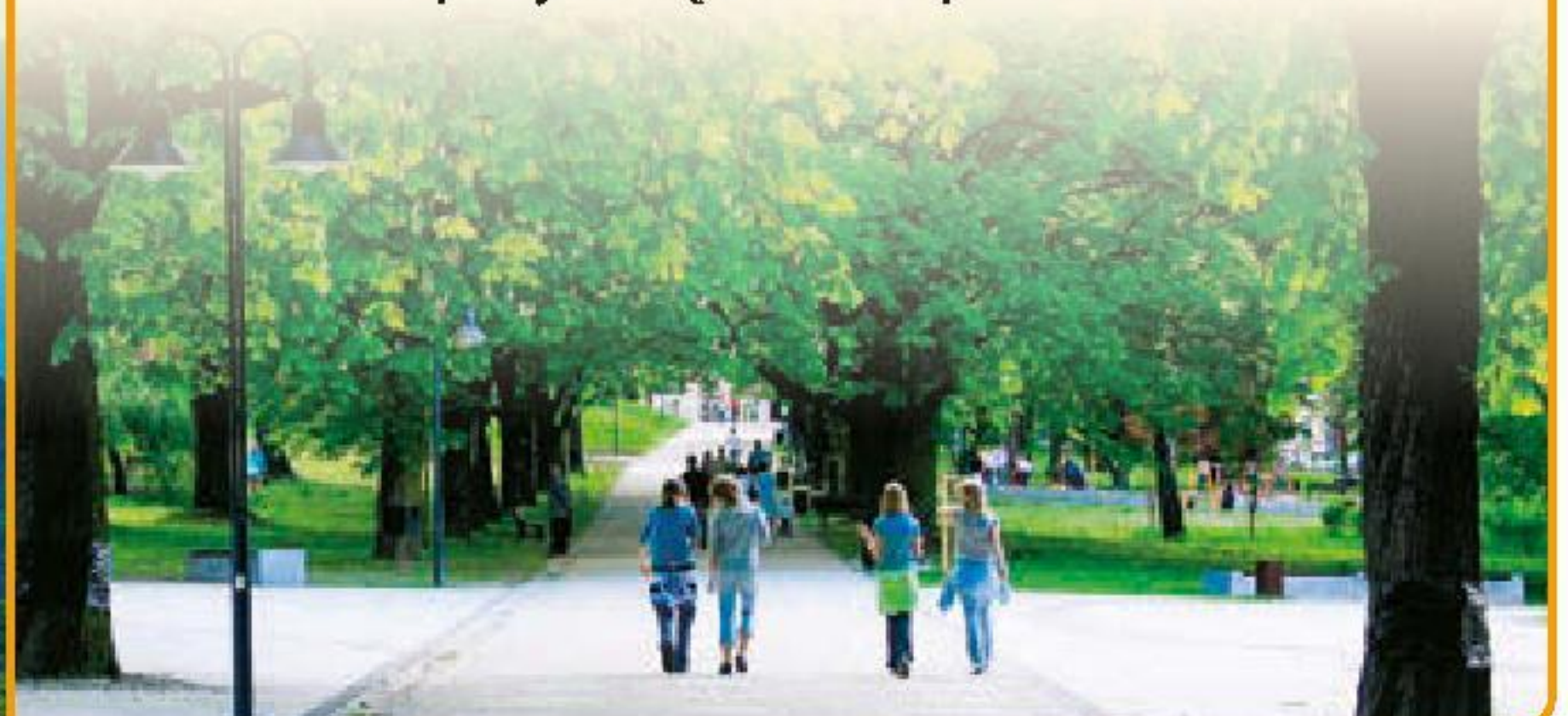


Niematerialne użytkowanie ekosystemów

Ekosystemy leśne oczyszczają powietrze z dwutlenku węgla. Chronią też pobliskie tereny przed powodzią.



Tereny zielone w miastach pozytywnie wpływają na ludzi. Naukowcy dowiedli, że kontakt z przyrodą obniża poziom stresu.

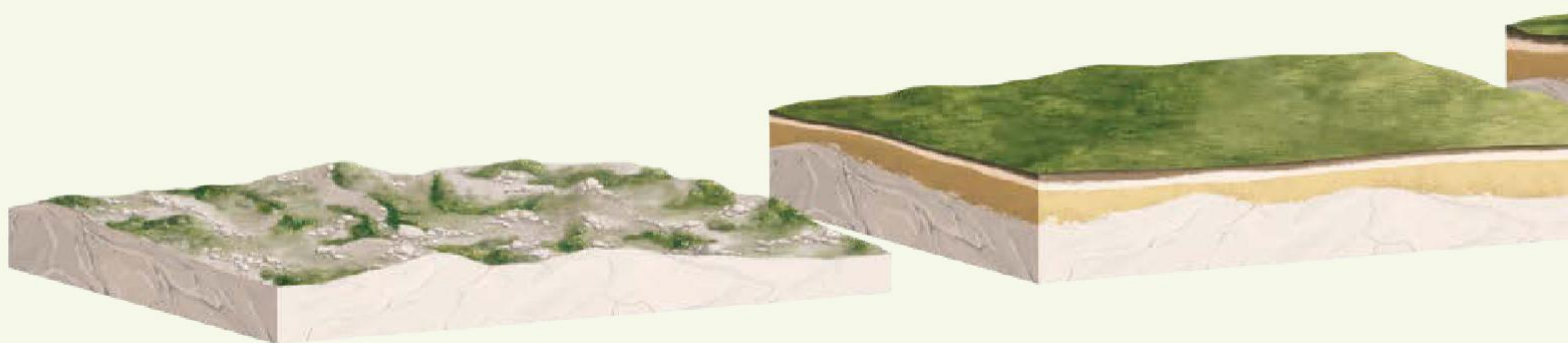


Przemiany ekosystemów

Być może miałeś okazję zaobserwować, jak szybko zarasta nieuprawiane pole czy ogródek. Dzieje się tak, ponieważ każdy ekosystem podlega nieustannym zmianom. Proces stopniowych zmian ekosystemu, prowadzący do powstania ekosystemu o większej liczbie gatunków, nazywamy **sukcesją**.

■ Sukcesja pierwotna

Czasem biocenoza rozwija się w miejscu, w którym nie było wcześniej żadnych organizmów. Mamy wtedy do czynienia z sukcesją pierwotną. Można ją zaobserwować na nagich skałach lub wydmach. W takich miejscach sukcesja postępuje przez **setki, a nawet tysiące lat**.



1 Na skałach rozwijają się organizmy pionierskie, na przykład porosty. Przyspieszają one procesy wietrzenia zasiedlonych skał. Dopiero na takim podłożu mogą wyrastać mchy.

2 Stopniowo szczątki organizmów pionierskich i okruchy skał tworzą glebę. Na niej wyrastają bardziej wymagające rośliny, na przykład trawy.

■ Sukcesja wtórna

Jeżeli biocenoza rozwija się na terenie zmienionym przez człowieka lub pod wpływem takich czynników, jak pożar czy powódź, mówimy o sukcesji wtórnej. Występuje ona na przykład na nieuprawianych polach oraz niekoszonych łąkach. Proces ten może trwać od kilkudziesięciu do kilkuset lat.



1 Początkowo na łące nieużytkowanej przez człowieka rosną głównie trawy.

2 Stopniowo wśród traw pojawiają się inne wieloletnie rośliny zielne, takie jak pokrzywa czy barszcz.



- 3** Z czasem warstwa gleby staje się na tyle gruba, że mogą na niej rosnąć krzewinki, na przykład wrzos, oraz nieliczne drzewa, takie jak brzoza.

- 4** W ostatnim stadium sukcesji wykształca się las. Początkowo rosną tam mało wymagające drzewa, takie jak sosny. Po nich pojawiają się inne.



- 3** Po kilku latach wyrastają krzewy i drzewa. Są to głównie gatunki światłolubne, na przykład brzozy.

- 4** Z czasem pojawia się coraz więcej gatunków roślin i zwierząt typowych dla lasów.



Czy warto regulować rzeki?

Co o tym sądzisz?

Regulacja rzek to pogłębianie dna, prostowanie koryta i umacnianie brzegów. Zwolennicy tych działań argumentują, że regulacja rzek ułatwia ruch statków, umożliwia budowę mostów i innych obiektów, na przykład elektrowni wodnych, oraz chroni przed powodzią. Natomiast przeciwnicy twierdzą, że działania te niszczą siedliska zwierząt i roślin, powodują wzrost zanieczyszczenia wody oraz zwiększają zagrożenie powodzią na nieuregulowanych odcinkach rzek. A Ty co o tym sądzisz?



Regulacja rzek umożliwia rozwój transportu rzeczno-ego, który wywiera mniejszy wpływ na środowisko niż transport samochodowy.



Brzegi rzeki, która nie została uregulowana, są ostoją wielu rzadkich i chronionych gatunków roślin oraz zwierząt.

To najważniejsze!

- **Ekosystem** składa się z elementów ożywionych, czyli biocenozy oraz elementów nieożywionych, czyli biotopu.
- **Biocenoza** to wszystkie gatunki występujące na danym obszarze w jednym czasie powiązane siecią zależności.
- **Biotop** to nieożywione środowisko życia organizmów.
- **Ekosystemy naturalne** powstały bez udziału człowieka. Należą do nich np. lasy tropikalne i rafy koralowe.
- **Ekosystemy sztuczne**, np. sady czy pola uprawne, zostały stworzone przez człowieka.

Ćwiczenia

1. Wyjaśnij, czym jest ekosystem.
2. Wymień przykłady ekosystemów naturalnych i sztucznych.
- ✂ 3. Podaj przykłady gospodarczego wykorzystania ekosystemów naturalnych.
4. Wskaż różnice między sukcesją pierwotną a wtórną.

Zwróć uwagę na:

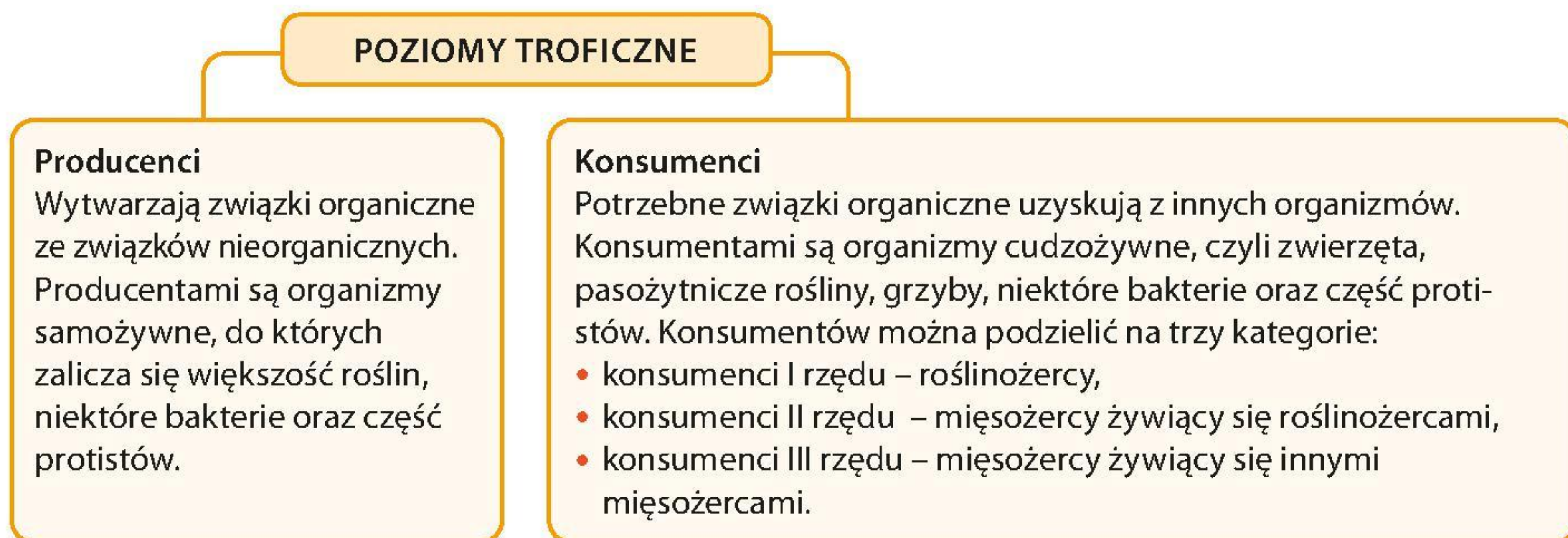
- poziomy pokarmowe występujące w ekosystemach,
- łańcuchy i sieci pokarmowe,
- wpływ zależności pokarmowych na funkcjonowanie ekosystemów.

W ekosystemie niektóre organizmy stanowią pokarm dla innych. Na przykład mysz polna może być pokarmem myszołowa. Z kolei pokarmem myszy są między innymi ziarna pszenicy. Takie zależności między gatunkami, w których jeden organizm jest pokarmem innego, nazywamy **zależnościami pokarmowymi**.

Trzy wspomniane gatunki – mysz, myszołowa i pszenicę – możemy ustawić w kolejności od zjadanych do zjadających. W ten sposób otrzymamy łańcuch, w którym pierwszym

ogniwem będzie pszenica, drugim – mysz polna, a trzecim – myszołów. Uporządkowany ciąg gatunków, w którym każdy organizm jest zjadany przez następny, nazywamy **łańcuchem pokarmowym**.

W przyrodzie istnieje wiele różnych łańcuchów pokarmowych. Organizmy, które pozyskują pokarm w podobny sposób, zajmują to samo miejsce w łańcuchach pokarmowych. Takie grupy organizmów nazywamy **poziomymi troficznymi**.



Łańcuch pokarmowy

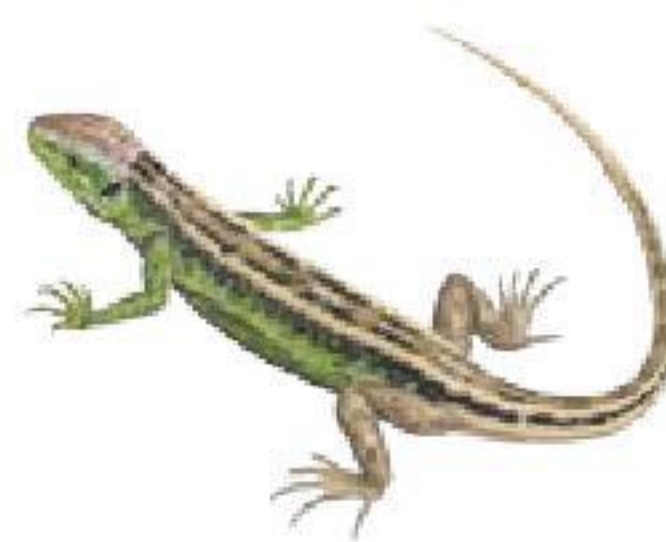
Pierwszym ogniwem łańcucha pokarmowego są producenci. Zwierzęta roślinożerne to konsumenci I rzędu, a drapieżniki to konsumenci II i dalszych rzędów.



producent



konsument I rzędu



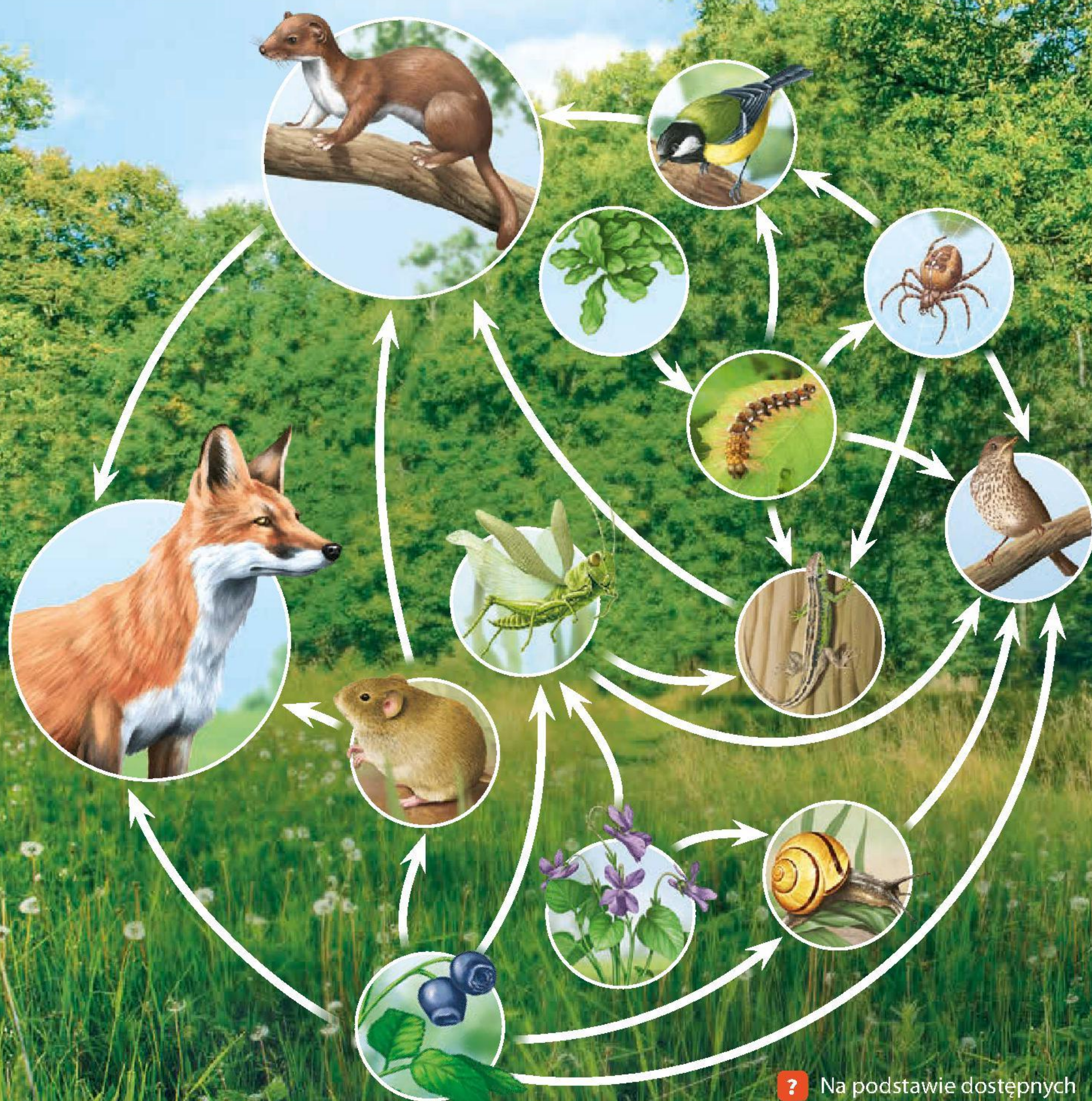
konsument II rzędu



konsument III rzędu

Sieć pokarmowa w lesie

W przyrodzie jest niewiele organizmów, które odżywiają się jednym rodzajem pokarmu, dlatego poszczególne łańcuchy pokarmowe tworzą skomplikowaną sieć zależności. To samo zwierzę może występować na różnych poziomach troficznych, zależnie od tego, czym się żywi. Na przykład lis, gdy poluje na drobne zwierzęta drapieżne, jest konsumentem III rzędu, gdy poluje na roślinożerców – konsumentem II rzędu, a gdy żywi się owocami – konsumentem I rzędu.



? Na podstawie dostępnych źródeł informacji przedstaw sieć pokarmową w jeziorze.

■ Równowaga ekosystemu

Stabilny, prawidłowo działający ekosystem znajduje się w stanie **równowagi dynamicznej**. Oznacza to, że liczba osobników i gatunków zajmujących określone poziomy troficzne utrzymuje się na względnie stałym poziomie. Ekosystem jest utrzymywany w stanie równowagi dzięki **procesom naturalnej regulacji**. Procesy te są związane z oddziaływaniem jednych gatunków na inne. Przykładowo o wielkości populacji roślinożerców decyduje dostępność pokarmu roślinnego oraz liczba drapieżników i pasożytów.

■ Zakłócenie równowagi ekosystemu

Do zakłócenia równowagi w ekosystemie może dojść wówczas, gdy choć jeden z jego elementów ulegnie trwałej zmianie. Dzieje się tak w sytuacji, gdy:

- z ekosystemu zniknie jeden z gatunków w nim występujących,
- do ekosystemu zostanie wprowadzony obcy gatunek.

Przykładowo gdyby wytępiono wilki, zwiększyłaby się liczba jeleni. Spowodowałoby to

duże straty w roślinności, a co za tym idzie – zmniejszenie, a być może i zanik populacji innych roślinożerców w tym ekosystemie.

Z kolei wprowadzenie do zbiornika wodnego roślinożernej ryby – amura – może skutkować znacznym zmniejszeniem występującej tam roślinności wodnej. To z kolei może doprowadzić do zmniejszenia liczebności rodzimych gatunków ryb, które odbywają tarło wśród roślin lub przegrywają konkurencję o pokarm.

Szczególnie narażone na zakłócenia równowagi są ekosystemy sztuczne, które charakteryzują się małą liczbą gatunków, na przykład pola uprawne i plantacje leśne. Może tam dojść do wyniszczenia roślinności wskutek między innymi masowego pojawienia się owadów roślinożernych lub chorób pasożytniczych. Z kolei ekosystemy, w których występuje duża liczba gatunków, są mniej narażone na zakłócenia równowagi. Wynika to z faktu, że każdy poziom troficzny jest reprezentowany przez wiele gatunków. Dzięki temu, gdy spadnie liczebność na przykład jednego gatunku roślinożercy, drapieżniki będą mogły polować na osobniki innych gatunków.



Brudnica mniszka jest motylem, którego larwy żywią się igłami wielu gatunków drzew. Jej masowe pojawienie się jest szczególnie niebezpieczne dla lasów, w których dominują drzewa iglaste.



Kakapo to jedyna nielotna papuga na świecie. Występuje tylko w Nowej Zelandii. Zagrożają jej sprowadzone tam przez człowieka ssaki, na przykład psy i koty.

Równowaga regulowana przez lód

Niedźwiedzie polarne sprawniej poruszają się na lądzie niż w wodzie. Dlatego skuteczniej polują na foki zimą. Pokrywa lodowa ma wówczas dużą powierzchnię. Z kolei fokom łatwiej jest uciec przed niedźwiedziami latem, gdyż poruszają się w wodzie szybciej od nich. W skali roku szanse przetrwania obu gatunków są więc wyrównane.

W czasie polowania niedźwiedzie polarne często czekają, aż foka wynurzy się z wody.



To najważniejsze!

- **Producenci** to organizmy samożywne zdolne do wytwarzania materii organicznej ze związków nieorganicznych. Są to rośliny, niektóre bakterie i protisty.
- **Konsumenci** to organizmy cudzożywne, które uzyskują związki organiczne od innych organizmów.
- **Łańcuch pokarmowy** to ciąg organizmów, z których każdy jest zjadany przez kolejny. Pierwszym ogniwem łańcucha troficznego są producenci.
- **Sieć pokarmowa** jest zbiorem wielu powiązanych ze sobą łańcuchów pokarmowych, które występują w danym ekosystemie.
- Stabilny ekosystem to taki, który znajduje się w stanie **równowagi dynamicznej**. Taki stan łatwiej jest utrzymywany w ekosystemach o dużej liczbie gatunków. Na zakłócenia równowagi szczególnie narażone są ekosystemy sztuczne, ubogie w gatunki.

Ćwiczenia

1. Wymień przykłady producentów i konsumentów występujących w ekosystemie łąki.
2. Skonstruuj trzy przykładowe łańcuchy pokarmowe występujące w różnych ekosystemach.
3. Wyjaśnij, czym jest równowaga ekosystemu. Następnie podaj czynniki, które mogą spowodować zakłócenie jego równowagi.

Materia i energia w ekosystemie

Zwróć uwagę na:

- rolę organizmów w obiegu materii,
- przepływ energii przez ekosystem.

W fabryce energia jest potrzebna do tego, aby z surowców stworzyć gotowy produkt. W ekosystemie energia świetlna jest wykorzystywana do wytworzenia materii organicznej.

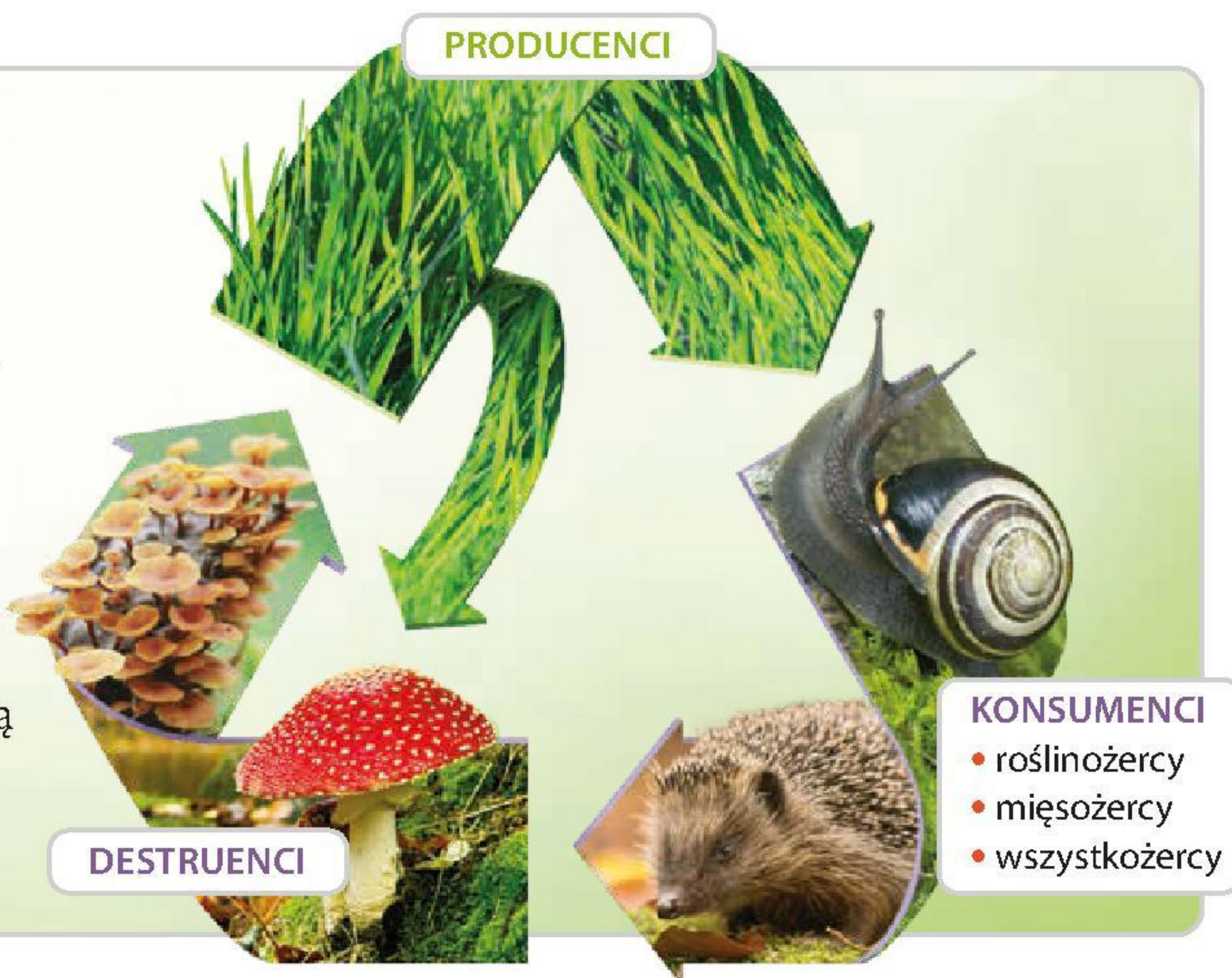
■ Materia w przyrodzie

Większość pierwiastków wchodzących w skład ekosystemu jest w ciągłym obiegu. Te, które znajdują się w środowisku, na przykład w postaci soli mineralnych, są pobierane przez organizmy i wchodzi w skład ich tkanek. Jednak po pewnym czasie wszystkie pierwiastki, które budują ciała organizmów, wracają do środowiska. W ten sposób krążą one w ekosystemie między środowiskiem nieożywionym a organizmami. Proces ten nazywamy **krążeniem materii**.

Opis krążenia materii można rozpocząć od roślin, czyli od producentów. Pobierają one z gleby pierwiastki zawarte w solach mineralnych i używają ich do wytwarzania związków organicznych. Kiedy roślinożerca zje roślinę, wykorzystuje wytworzone przez nią związki organiczne do budowy swoich tkanek. W podobny sposób związki te przedostają się do ciał drapieżników i są przez nich przetwarzane. Gdy organizmy giną, ich szczątki są rozkładane na proste związki nieorganiczne przez destruentów, do których należą na przykład grzyby i niektóre bakterie. Dzięki temu pobrane przez rośliny pierwiastki wracają do środowiska jako składniki soli mineralnych. W tej formie pierwiastki ponownie mogą być pobrane przez producentów.

Krążenie materii

W procesie fotosyntezy z prostych związków nieorganicznych producenci wytwarzają materię organiczną. Korzystają z niej pozostałe grupy organizmów. Destruenci rozkładają martwe ciała roślin i zwierząt do związków nieorganicznych, które mogą być ponownie wykorzystane przez producentów.



Obieg węgla

Węgiel występuje w środowisku między innymi w postaci dwutlenku węgla. Rośliny pobierają dwutlenek węgla z atmosfery i w procesie fotosyntezy wykorzystują go do produkcji związków organicznych. W tej postaci węgiel jest dostępny dla konsumentów, którzy pobierają go wraz z pokarmem. Pierwiastek ten wraca do środowiska w postaci dwutlenku węgla na skutek oddychania wszystkich organizmów oraz rozkładu materii organicznej przez destruentów.



Dwutlenek węgla przedostaje się do atmosfery w wyniku spalania paliw kopalnych i wybuchów wulkanów.

1 Węgiel występuje w atmosferze w postaci CO₂.

oddychanie



4 Konsumenty II rzędu zjadają konsumentów I rzędu i wykorzystują pozyskane w ten sposób związki organiczne do budowy własnego ciała.

oddychanie



5 Destruenci rozkładają szczątki organiczne do prostych związków nieorganicznych, w tym do CO₂.

oddychanie



2 Producenci pobierają CO₂ z atmosfery i wykorzystują go w procesie fotosyntezy. Gaz ten jest dla nich źródłem węgla, który wchodzi w skład cukrów, tłuszczów i białek budujących ich organizmy.

oddychanie



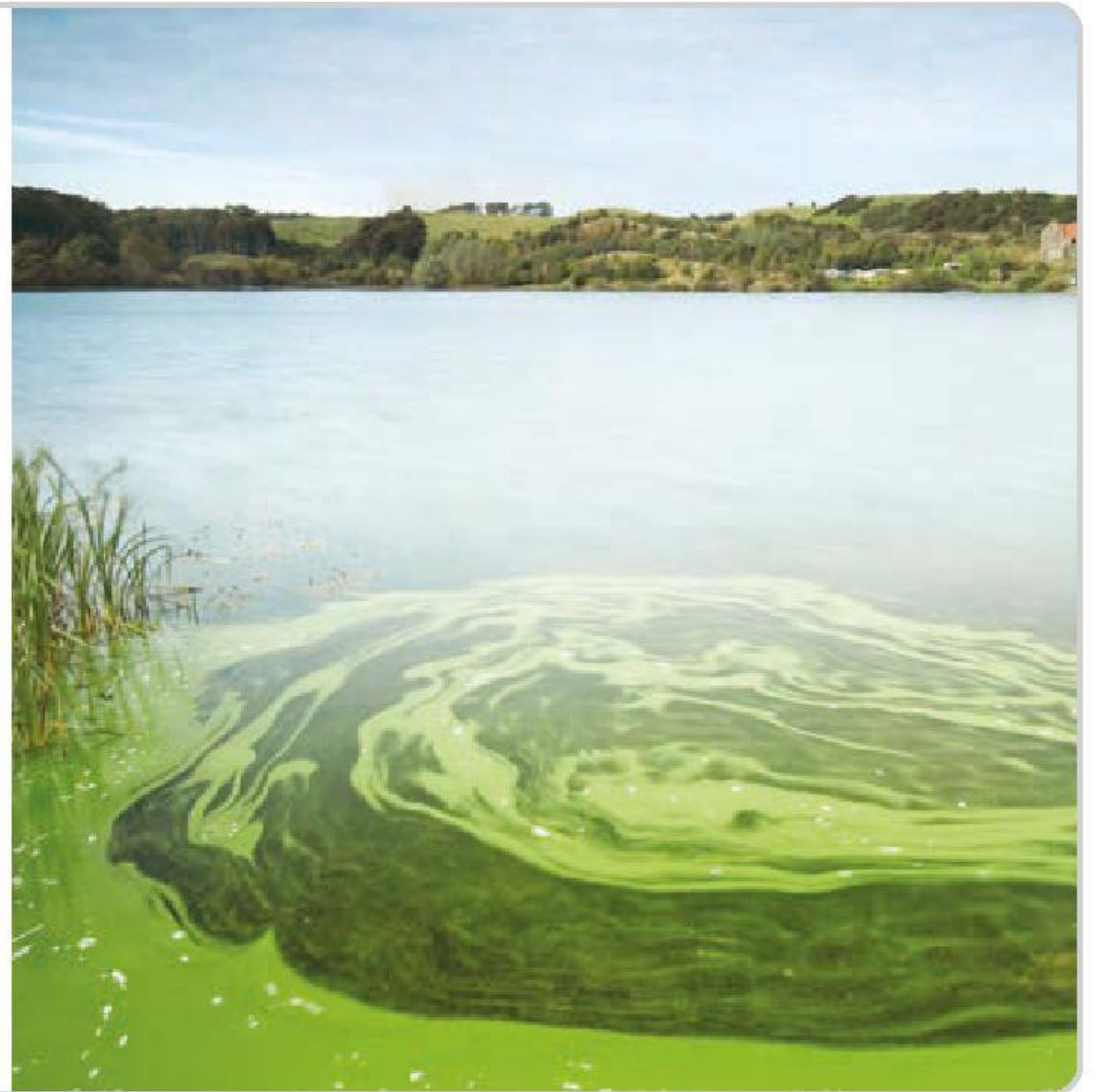
3 Konsumenty I rzędu zjadają producentów i wykorzystują pozyskane w ten sposób związki organiczne do budowy własnego ciała.

? W jaki sposób działalność człowieka zaburza obieg węgla?

Zaburzenia krążenia materii

W prawidłowo funkcjonującym ekosystemie ilość materii dostępnej dla producentów utrzymuje się na względnie stałym poziomie. Ludzie mogą zaburzyć obieg materii na przykład przez zwiększenie ilości soli mineralnych w glebie i w wodzie wskutek stosowania dużych ilości nawozów sztucznych.

Gwałtowny rozwój sinic, tak zwany zakwit wód, jest wynikiem obecności w wodzie związków mineralnych pochodzących z nawozów sztucznych stosowanych w rolnictwie.



■ Energia w ekosystemie

W przeciwieństwie do materii energia nie krąży w ekosystemie, ale przez niego przepływa. Podczas fotosyntezy rośliny wykorzystują **energię słoneczną** do wytwarzania związków organicznych. W ten sposób energia słoneczna jest przekształcana w **energię wiązań chemicznych**. Większość tej energii zostaje zużyta do wzrostu i rozwoju roślin oraz rozprasza się w postaci ciepła. Jedynie niewielka jej część pozostaje w związkach

budujących ciała roślin i mogą z niej skorzystać roślinożercy. Zwierzęta te większość pobranej od roślin energii wykorzystują do przeprowadzania procesów życiowych, takich jak poruszanie się. Część tej energii rozprasza się również w postaci ciepła. Niewielka jej ilość w postaci energii wiązań chemicznych pozostaje w związkach budujących ciała roślinożerców. Drapieżniki pozyskują energię z ich ciał i wykorzystują ją w podobny sposób, co roślinożercy.

Przepływ energii

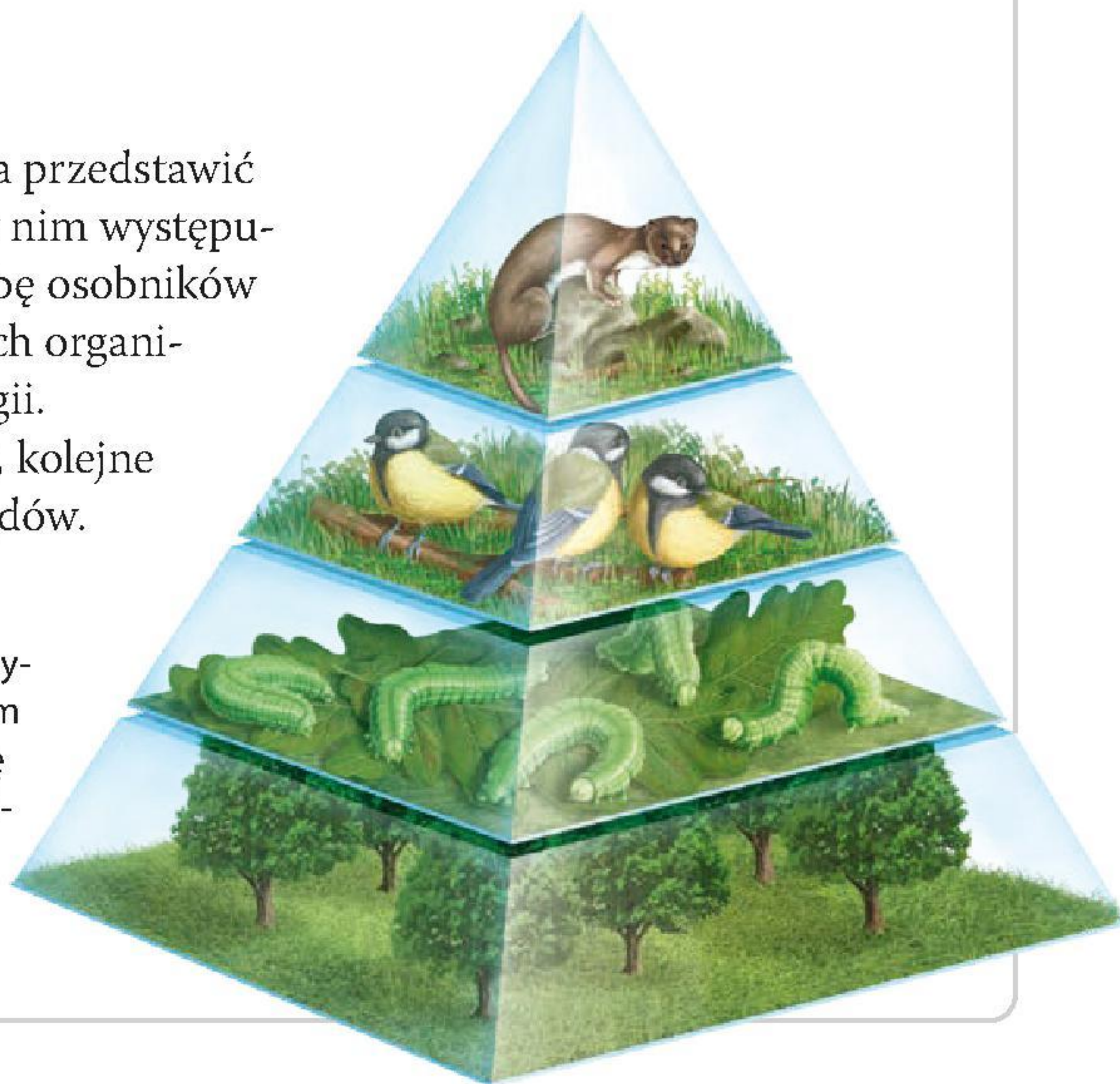
Jedynie około 10% energii pozyskanej ze zjedzonego pokarmu organizmy zużywają do budowy ciała. Pozostała część jest wykorzystana do przeprowadzenia procesów życiowych oraz ulega rozproszeniu w postaci ciepła. Oznacza to, że do każdego kolejnego ogniwa łańcucha pokarmowego dociera zaledwie dziesiąta część energii z poprzedniego poziomu.



Piramidy ekologiczne

Za pomocą piramidy ekologicznej można przedstawić wiele cech ekosystemu oraz zależności w nim występujących. Piramida może przedstawiać liczbę osobników na danym poziomie troficznym, masę tych organizmów lub ilość uzyskanej przez nie energii. Podstawę piramidy stanowią producenci, kolejne poziomy to konsumenci I i wyższych rzędów.

Piramida przedstawia ilość energii zmagazynowanej w ciałach organizmów. Na każdym kolejnym poziomie troficznym znajduje się coraz mniej tej energii. Wobec tego organizmy tworzące kolejne poziomy troficzne mogą wyżywić coraz mniejszą liczbę konsumentów.



To najważniejsze!

- W ekosystemie pierwiastki krążą między materią nieożywioną środowiska a materią znajdującą się w ciałach organizmów. Przebiega to w ten sposób, że producenci pobierają związki nieorganiczne ze środowiska. Następnie w procesie fotosyntezy wytwarzają z nich związki organiczne. Służą im one m.in. do budowy ciał. Konsumenci I rzędu pozyskują związki organiczne z ciał producentów, a konsumenci II rzędu – z ciał konsumentów I rzędu. Wszystkie organizmy, gdy umierają, stają się martwą materią organiczną. Żywią się nią destruenci – przekształcają związki organiczne w związki nieorganiczne, które mogą być wykorzystane przez producentów. Proces ten nazywamy **krążeniem materii**.
- Ekosystem wymaga stałego dopływu energii w postaci energii świetlnej. Producenci w procesie fotosyntezy przekształcają tę energię w energię wiązań chemicznych. Konsumenci I rzędu pozyskują ją przez zjadanie producentów, a konsumenci II rzędu – przez zjadanie konsumentów I rzędu. Na wszystkich poziomach troficznych większość tej energii jest zużywana do przeprowadzania procesów życiowych oraz rozprasza się w postaci ciepła. Z tego powodu na każdy kolejny poziom dociera coraz mniej energii. Proces ten jest nazywany **przepływem energii**.

Ćwiczenia

1. Wyjaśnij, czym jest krążenie materii w ekosystemie.
2. Omów obieg węgla w ekosystemie.
3. Wytłumacz, dlaczego stały dopływ energii jest niezbędny do trwania ekosystemu.



Podsumowanie

- 1 Ekologia** to nauka zajmująca się badaniem zależności między organizmami oraz między organizmami a środowiskiem.
- 2 Nisza ekologiczna** to wszystkie wymagania, które muszą być spełnione, aby organizmy danego gatunku mogły przeżyć i wydać na świat potomstwo. Każdy gatunek zajmuje charakterystyczną dla siebie niszę ekologiczną.
- 3 Siedlisko** to obszar, który zamieszkuje dany organizm. Zostało wyodrębnione na podstawie cech geograficznych, klimatycznych i glebowych. Na terenie siedliska może znajdować się wiele nisz ekologicznych.
- 4 Czynniki środowiska** wpływające na organizm.

CZYNNIKI ŚRODOWISKA	
Ożywione	Nieożywione
• organizmy tego samego gatunku • organizmy innych gatunków	• temperatura • wilgotność powietrza • nasłonecznienie • stężenie tlenu i dwutlenku węgla • zawartość soli mineralnych • ukształtowanie terenu

- 5 Zakres tolerancji ekologicznej** to przedział wartości danego czynnika środowiska, w którym gatunek jest w stanie żyć.
- 6** Organizmy o wąskim zakresie tolerancji ekologicznej wobec badanego czynnika to **organizmy wskaźnikowe**, np. porosty.
- 7** Skala porostowa służy do oceny stopnia zanieczyszczenia powietrza dwutlenkiem siarki (SO_2) w badanej okolicy.

Strefa 1	Strefa 2	Strefa 3	Strefa 4	Strefa 5	Strefa 6	Strefa 7
silnie skażone tereny przemysłowe	miasta i obszary przemysłowe	tereny zadrzewione na obrzeżach dużych miast	las przy dużych miastach i obszarach przemysłowych	duże obszary leśne	rozległe naturalne kompleksy leśne	las oddalone od miast, dróg i terenów przemysłowych
>170	170–100	99–70	69–50	49–40	39–30	<30

stężenie SO_2 w $\mu\text{g}/\text{m}^3$



8 **Populacja** to grupa organizmów jednego gatunku żyjąca na tym samym obszarze w określonym czasie. Każda populacja ma określone, charakterystyczne dla niej cechy.

9 **Cechy charakteryzujące populację**

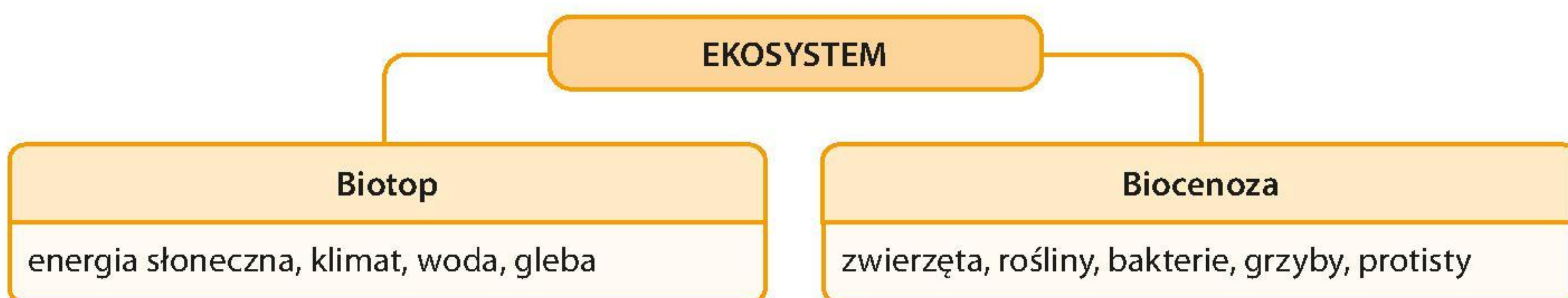
Cecha	Opis
Liczebność	liczba wszystkich osobników danego gatunku
Zagęszczenie	liczba osobników przypadających na określoną powierzchnię lub objętość środowiska
Rozrodczość	liczba osobników przychodzących na świat w określonym czasie
Śmiertelność	liczba osobników ginących w określonym czasie
Struktura przestrzenna	rozmieszczenie osobników w przestrzeni – losowe, skupiskowe oraz równomierne
Struktura płciowa	stosunek liczby samców do liczby samic
Struktura wiekowa	stosunek liczby osobników w określonych przedziałach wiekowych: młodocianym, rozrodczym i starości

10 Oddziaływania między organizmami dzielimy na antagonistyczne i nieantagonistyczne. **Oddziaływania antagonistyczne**, czyli ujemne, to takie, które co najmniej jednej stronie przynoszą straty. **Oddziaływania nieantagonistyczne**, czyli dodatnie, to takie, które przynajmniej jednej stronie przynoszą korzyści, a druga strona nie ponosi strat.

11 **Oddziaływania między organizmami**

Typ zależności	Opis
ODDZIAŁYWANIA ANTAGONISTYCZNE	
Konkurencja	Organizmy rywalizują o te same, ograniczone zasoby środowiska, np. wodę, światło, pokarm, partnera do rozrodu, dominację w stadzie. Przykładowo samce jeleni walczące o samice, wydzielanie przez rośliny substancji hamujących wzrost innych roślin.
Drapieżnictwo	Jeden organizm – drapieżnik – odnosi korzyści, a drugi – ofiara – ponosi straty. Drapieżniki atakują, zabijają i zjadają swoje ofiary. Przykładowo wilki polujące na sarny i jelenie, rosiczka chwytająca owady.
Roślinożerność	Jeden organizm – roślinożerca – odnosi korzyści, a drugi – roślina – przeważnie ponosi straty. Roślinożercy zjadają tylko niektóre części roślin. Przykładowo motyle odżywiające się nektarem, łosie odżywiające się pędami drzew.
Pasożytnictwo	Jeden organizm – pasożyt – żyje kosztem drugiego organizmu – żywiciela. Przykładowo pijawki, pchły, kleszcze odżywiające się krwią kręgowców.
ODDZIAŁYWANIA NIEANTAGONISTYCZNE	
Symbioza	Oba organizmy odnoszą korzyści, a związek ten jest niezbędny do ich przetrwania. Przykładowo bakterie i rośliny bobowate, rośliny nasienne i grzyby.
Protokooperacja	Oba organizmy odnoszą korzyści, ale związek ten nie jest konieczny do ich przetrwania. Przykładowo rośliny i kolibry, które je zapylają.
Komensalizm	Jeden organizm czerpie korzyści z obecności drugiego, nie wyrządzając mu szkody ani nie przynosząc korzyści. Przykładowo lwy i hieny, podnawki i rekiny.

- 12 Ekosystem** to zbiór elementów ożywionych (biocenoza) i nieożywionych (biotop), które wzajemnie na siebie wpływają.

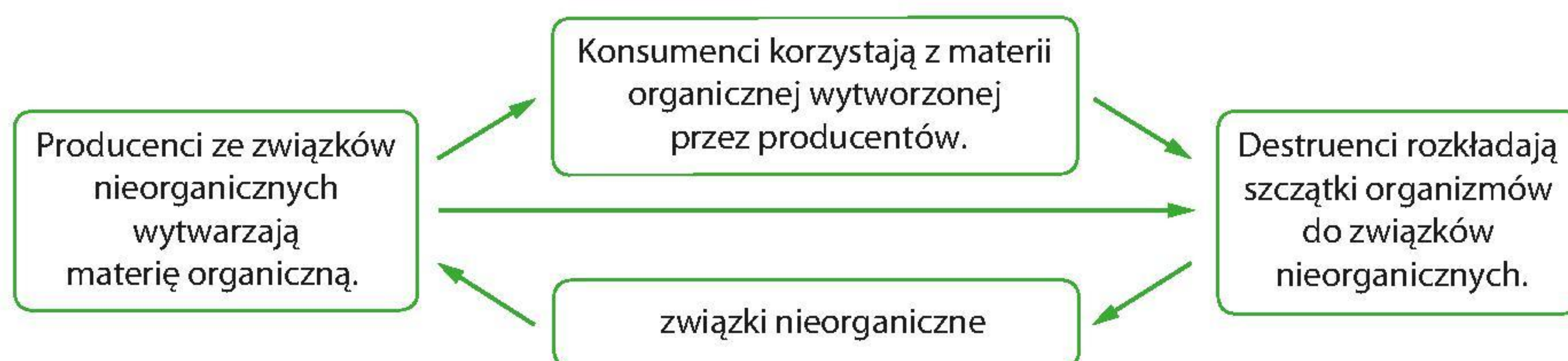


- 13 Zależności pokarmowe** występujące między organizmami zamieszkującymi ekosystemy można przedstawić za pomocą **łańcucha pokarmowego**. Łańcuch pokarmowy to szereg organizmów, w którym każda grupa stanowi pokarm dla organizmów następnego ogniwa.
- 14** W zależności od sposobu zdobywania związków organicznych organizmy dzielimy na grupy, nazywane **poziomami troficznymi**.

15 Poziomy troficzne

Poziomy troficzne	Opis	Organizmy
Producenci	Wytwarzają związki organiczne ze związków nieorganicznych.	rośliny, niektóre bakterie oraz część protistów
Konsumenci	Potrzebne związki organiczne uzyskują z innych organizmów. Można wśród nich wyróżnić konsumentów I, II i III rzędu.	zwierzęta, pasożytnicze rośliny, niektóre grzyby, bakterie i protisty

- 16** Większość osobników żywi się kilkoma rodzajami pokarmu, dlatego łańcuchy pokarmowe w każdym ekosystemie łączą się ze sobą i tworzą **sieci pokarmowe**.
- 17** W ekosystemie pierwiastki krążą między materią nieożywioną środowiska a materią znajdującą się w ciałach organizmów. Proces ten nazywamy **krążeniem materii**.



- 18 Energia** przepływa przez wszystkie poziomy troficzne ekosystemu. Jej część jest wykorzystywana przez organizmy do przeprowadzania procesów życiowych. To, co pozostanie, zamienia się w ciepło i ulega rozproszeniu. Proces ten nazywamy **przepływem energii**.
- 19 Piramida ekologiczna** to graficzne przedstawienie struktury ekosystemu. Może obrazować liczbę organizmów, ich masę lub ilość energii zgromadzonej na każdym poziomie troficznym.

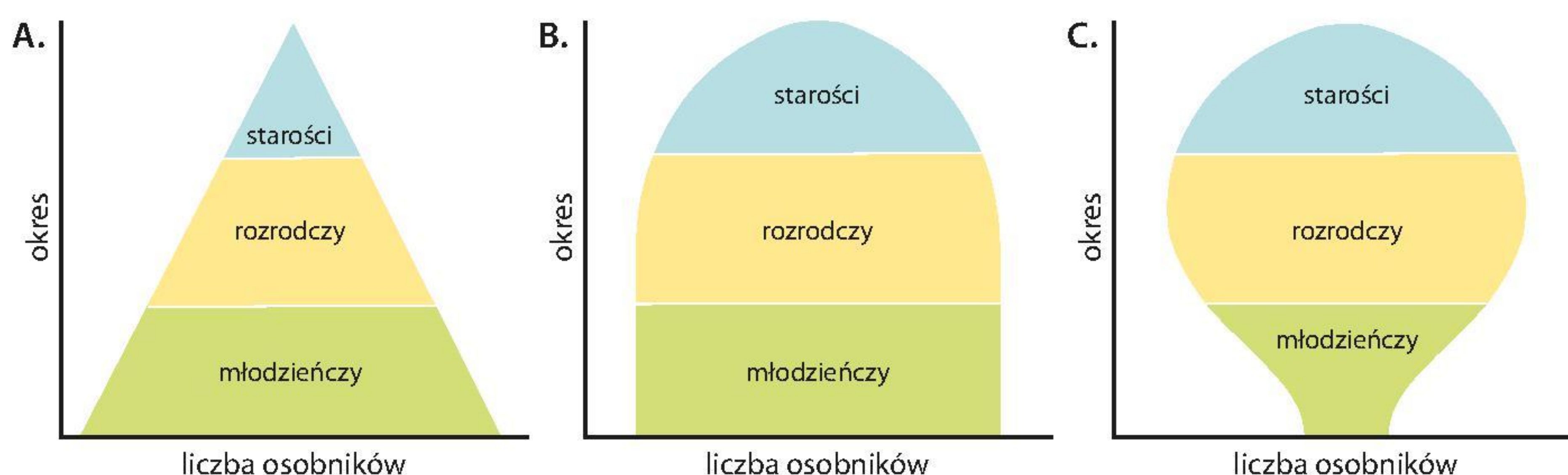
Sposób na zadania

1. Mszyce to owady roślinożerne. Wysysają z roślin soki bogate w cukry. Nadmiar pobranych cukrów usuwają na zewnątrz ciała w postaci małych kropli słodkiego płynu – spadzi. Spadź stanowi cenne źródło substancji odżywczych i energetycznych, m.in. dla mrówek.

Grupa naukowców przez 5 miesięcy prowadziła badania, podczas których obserwowała populację mszyc żerujących na krzakach róży oraz populację odwiedzających je mrówek. Naukowcy analizowali zachowania mszyc i mrówek względem siebie oraz wpływ tych zachowań na każdą z populacji. Stwierdzili, że mrówki w zamian za możliwość odżywiania się spadzią, opiekują się mszycami i chronią je przed ich naturalnymi wrogami, jakimi są larwy biedronek.

<http://ozoopole.pzd.pl/mrowki-i-mszyce-niezwykla-symbioza/> (dostęp: 17.05.2021).

1.1. Na którym wykresie przedstawiono strukturę wiekową populacji mszyc w przypadku wyginięcia biedronek? Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych poniżej.



Wskazówka 1. Przeczytaj uważnie tekst.

Zwróć uwagę na wszystkie zwierzęta wymienione w tekście (mszyce, mrówki, biedronki) oraz zależności, jakie je łączą – antagonistyczne i nieantagonistyczne.

Wskazówka 2. Przeczytaj polecenie i wróć do tekstu.

Polecenie dotyczy zależności między mszycami a biedronkami. Najważniejsza informacja jest zawarta w ostatnim zdaniu tekstu. Biedronki żywią się mszycami, co oznacza, że jeżeli ich liczebność drastycznie się zmniejszy, to liczebność mszyc wzrośnie.

Wskazówka 3. Przeanalizuj wykresy.

Zastanów się, na którym wykresie przedstawiono populację rozwijającą się, czyli taką której liczebność rośnie.

Poprawna odpowiedź: A

1.2. Który z wymienionych problemów badawczych mogli postawić naukowcy, gdy przystępowali do badań opisanych w tekście? Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

- A. Czy spadź wydzielana przez mszyce zawiera więcej cukrów prostych czy cukrów złożonych?
- B. Wpływ obecności mszyc na rozwój larw biedronek.
- C. Czy zależność między mszycami a mrówkami ma charakter antagonistyczny czy nieantagonistyczny?
- D. Wpływ obecności biedronek na populację mrówek.

Wskazówka 1. Przeanalizuj zaproponowane problemy badawcze.

Przeanalizuj informacje dotyczące badania przeprowadzonego przez naukowców. Zwróć uwagę na to, które gatunki interesowały naukowców oraz jakie dane na ich temat zbierali.

Poprawna odpowiedź: C

1.3. Na podstawie tekstu rozstrzygnij, czy związek łączący mszyce i mrówki to mutualizm czy komensalizm? Odpowiedź uzasadnij.

Wskazówka 1. Przeczytaj uważnie polecenie.

Zwróć uwagę na czynności, które masz do wykonania (rozstrzygnij, uzasadnij) oraz na organizmy, których ma dotyczyć interakcja.

Wskazówka 2. Przypomnij sobie informacje na temat rodzajów zależności występujących między organizmami.

Do jakich zależności należą mutualizm i komensalizm oraz na czym polegają? Która z tych zależności polega na czerpaniu korzyści przez oba gatunki, tak jak to opisano w tekście na przykładzie mszyc i mrówek?

Poprawna odpowiedź:

Rozstrzygnięcie: Związek między mszycami i mrówkami to mutualizm.

Uzasadnienie: Mutualizm to związek, który przynosi korzyści obu gatunkom. W tym przypadku mrówki odżywiają się substancją wydzielaną przez mszyce, a mszyce są chronione przez mrówki przed najgroźniejszymi wrogami – larwami biedronek.

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

1.	Między mrówkami i biedronkami istnieje zależność antagonistyczna.	P	F
2.	Biedronka jest w łańcuchu pokarmowym konsumentem I rzędu.	P	F

Wskazówka 1. Przeanalizuj zdania, które masz ocenić.

Zdanie 1. Mszyce są źródłem pożywienia zarówno dla mrówek, jak i biedronek. Czy wśród zależności antagonistycznych jest takie, które odpowiada tej sytuacji?

Zdanie 2. Przypomnij sobie, jak jest zbudowany łańcuch pokarmowy i do jakiej grupy należą konsumenci I rzędu, występujący bezpośrednio po producentach. Czy biedronka należy do tej grupy?

Poprawna odpowiedź: 1 P, 2 F

Sprawdź się – rozwiąż zadania 5, 6 ze s. 139 ➡

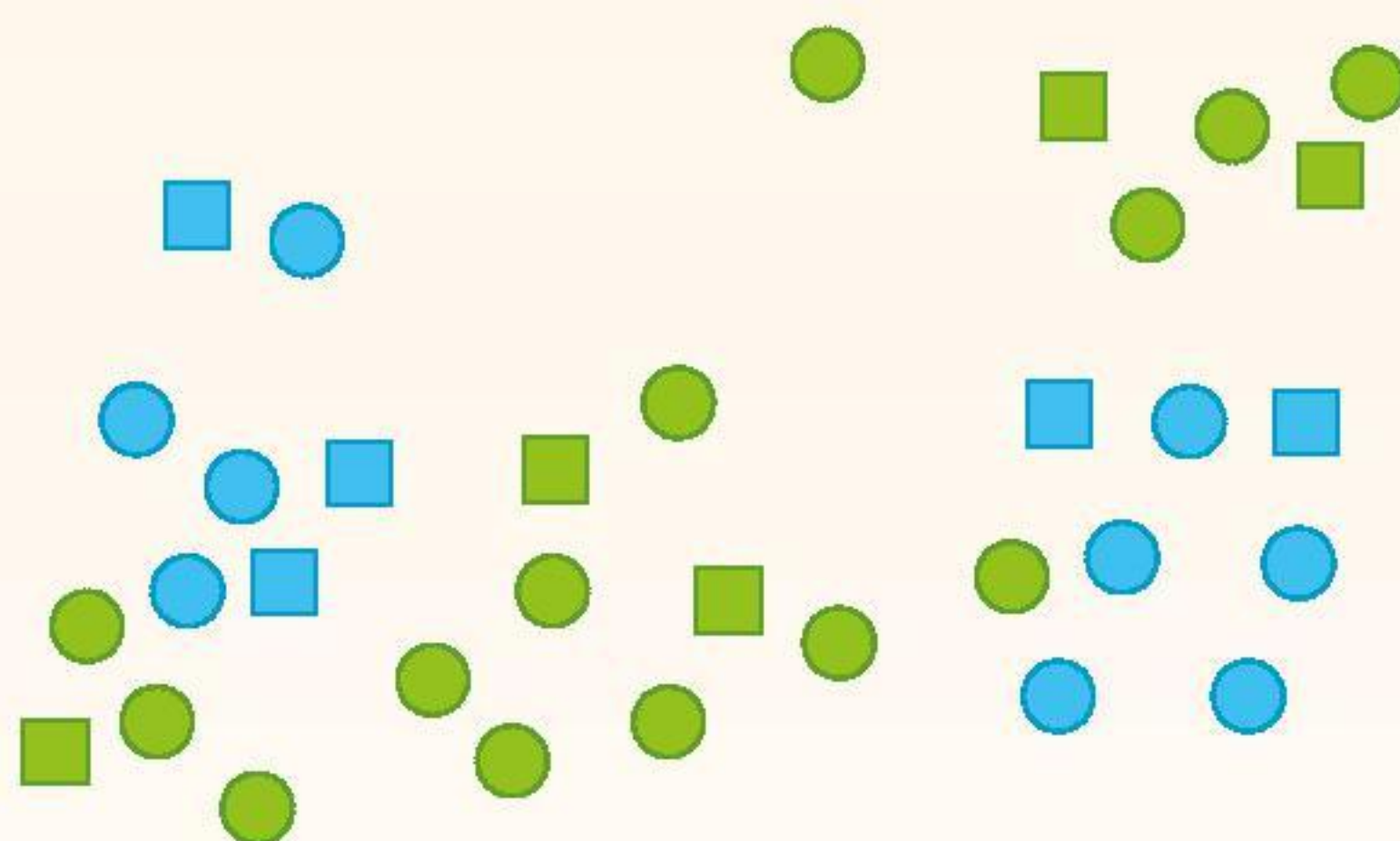
Wykonaj
w zeszycie

Sprawdź, czy potrafisz

- 1** Zapisz w zeszycie literę P, jeśli zdanie jest prawdziwe, lub literę F, jeśli jest fałszywe. (6 p.)

- A. Rośliny, których nasiona roznosi wiatr, są rozmieszczone losowo.
- B. Perkoz dwuczuby i perkoz rdzawoszyi to przedstawiciele dwóch gatunków tworzących jedną populację.
- C. Między gawronami żyjącymi w parku miejskim istnieje konkurencja wewnątrzgatunkowa.
-  D. Organizmy o szerokim zakresie tolerancji ekologicznej wobec badanego czynnika są wykorzystywane jako tzw. organizmy wskaźnikowe.
- E. W sieci pokarmowej lasu lis może być jednocześnie konsumentem I, II i III rzędu.
- F. Do destruentów zaliczamy większość bakterii oraz grzybów.

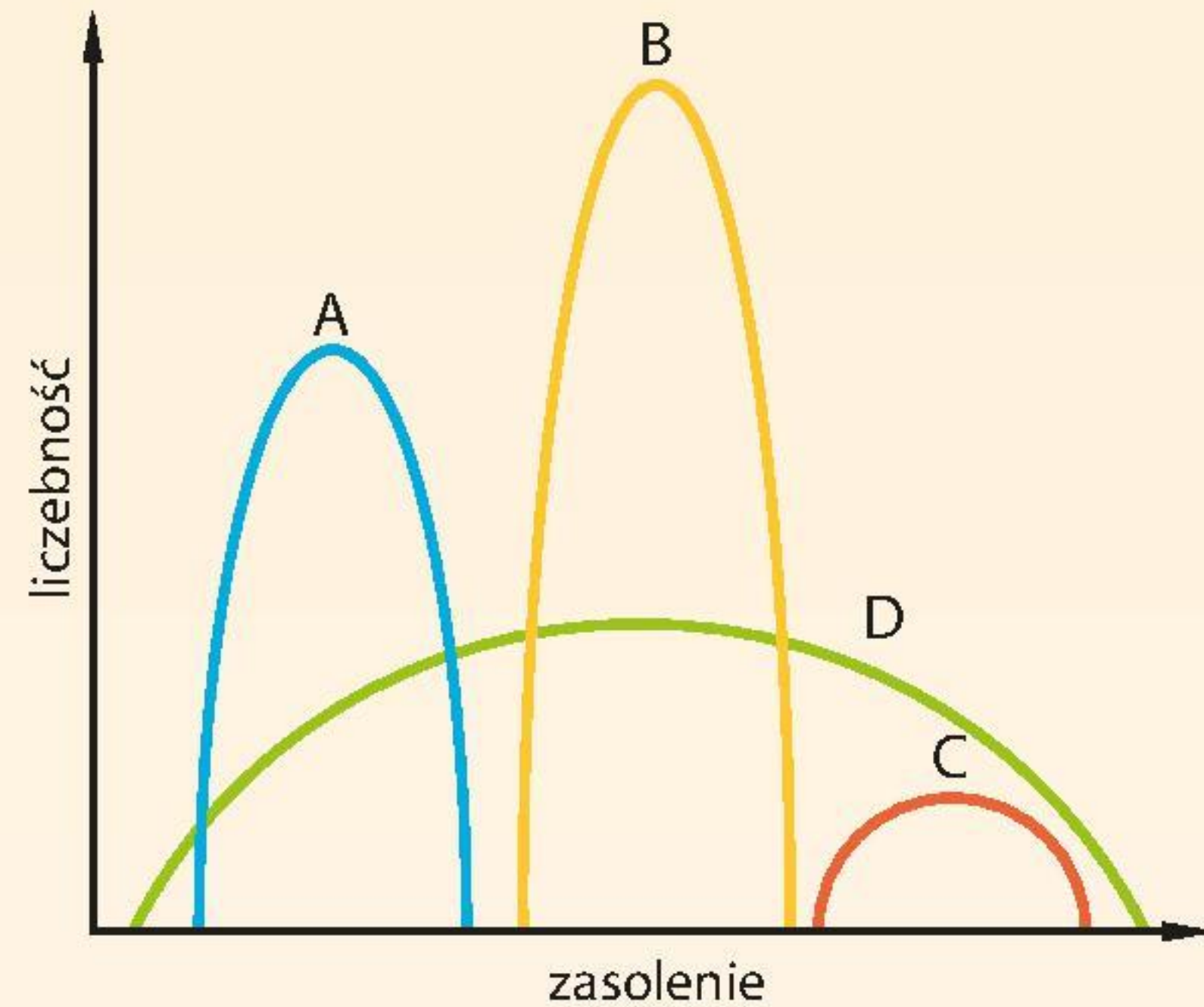
- 2** Wybierz tę cechę populacji, którą można określić na podstawie poniższej ilustracji. (1 p.)



- populacja gatunku 1 ○ samica
● populacja gatunku 2 □ samiec

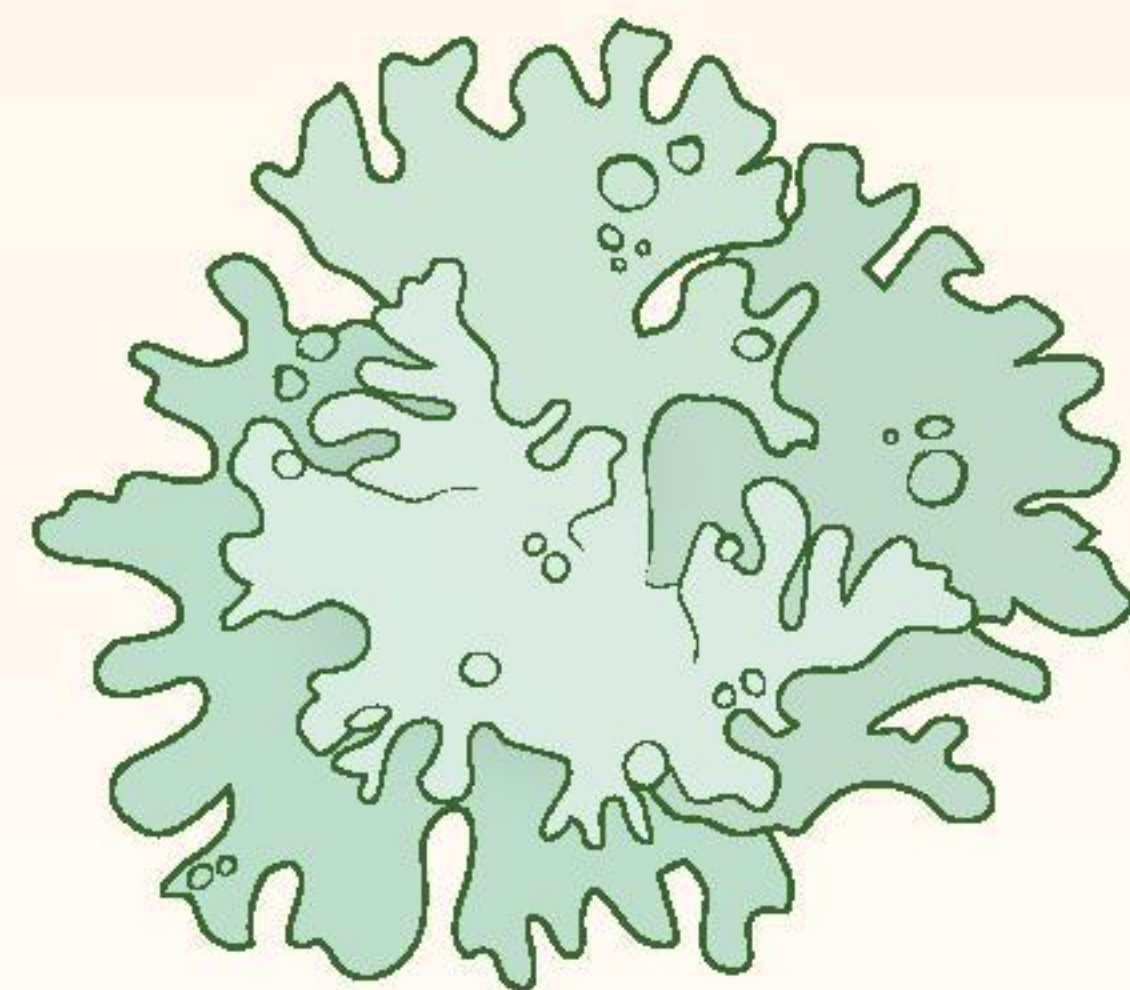
- A. Śmiertelność.
- B. Struktura płciowa.
- C. Rozrodczość.
- D. Struktura wiekowa.

- 3** Przeanalizuj wykres, następnie wybierz ten gatunek, który ma największy zakres tolerancji na zasolenie. (1 p.)



- A. Gatunek A. C. Gatunek C.
- B. Gatunek B. D. Gatunek D.

-  **4** Zaznacz opis miejsca, gdzie można zobaczyć porost o plesze przedstawionej na ilustracji. Skorzystaj ze skali porostowej. (1 p.)

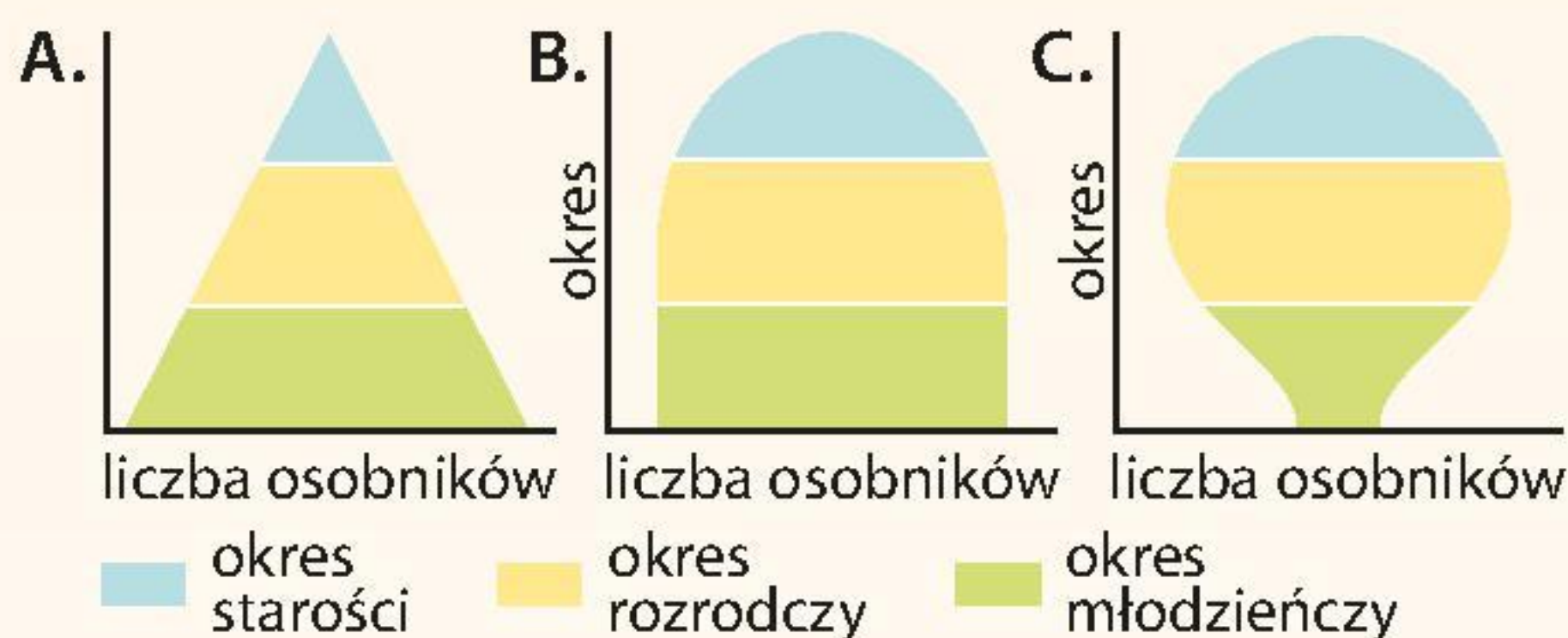


- A. Ścisłe centrum wysoko uprzemysłowionego miasta.
- B. Silnie skażone tereny przemysłowe.
- C. Zadrzewione obszary na obrzeżach dużych miast.
- D. Lasy położone daleko od miasta.

- 5** Grupa naukowców przez 3 lata prowadziła obserwacje i badania populacji jednego z gatunków motyla modraszka. Do przeżycia potrzebuje on konkretnego gatunku rośliny – goryczki wąskolistnej, oraz wybranych gatunków mrówek. Latem motyle składają jaja, z których wylęgają się larwy. Swoim wyglądem i zapachem przypominają one larwy mrówek. Dodatkowo wydzielają słodką ciecz, która zwabia mrówki. Oszukane owady uważają larwy motyla za swoje i przenoszą je do swoich mrowisk. Przez całą zimę opiekują się nimi i karmią, a w zamian otrzymują słodką ciecz. Po pewnym czasie larwy modraszka zjadają mrówcze potomstwo, rosną, a w czerwcu przenoszą się do górnych warstw mrowiska, gdzie przechodzą przeobrażenie.

<https://www.ekologia.pl/wiedza/zwierzeta/modraszek-alkon> (dostęp: 17.05.2021).

- 5.1.** Na którym wykresie przedstawiono strukturę wiekową populacji modraszka w przypadku wyginięcia populacji goryczki? Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych poniżej. (1 p.)



- 5.2.** Określ, jak mogli sformułować problem badawczy naukowcy, gdy przystępowali do opisanego w tekście badania populacji motyla modraszka. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych poniżej. (1 p.)

- A. Obecność mrówek wpływa na rozwój modraszka.
- B. Jak larwy mrówek przygotowują się do przetrwania zimy?
- C. Czy substancja wydzielana przez larwy modraszka zawiera białka?
- D. Czy obecność mrówek ma wpływ na rozwój modraszka?

- 5.3.** Na podstawie tekstu rozstrzygnij, czy związek łączący modraszkę i mrówki to drapieżnictwo czy pasożytnictwo. Odpowiedź uzasadnij. (1 p.)

Rozstrzygnięcie:

Uzasadnienie:

- 6** Oceń prawdziwość podanych zdań. Wybierz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe. (2 p.)

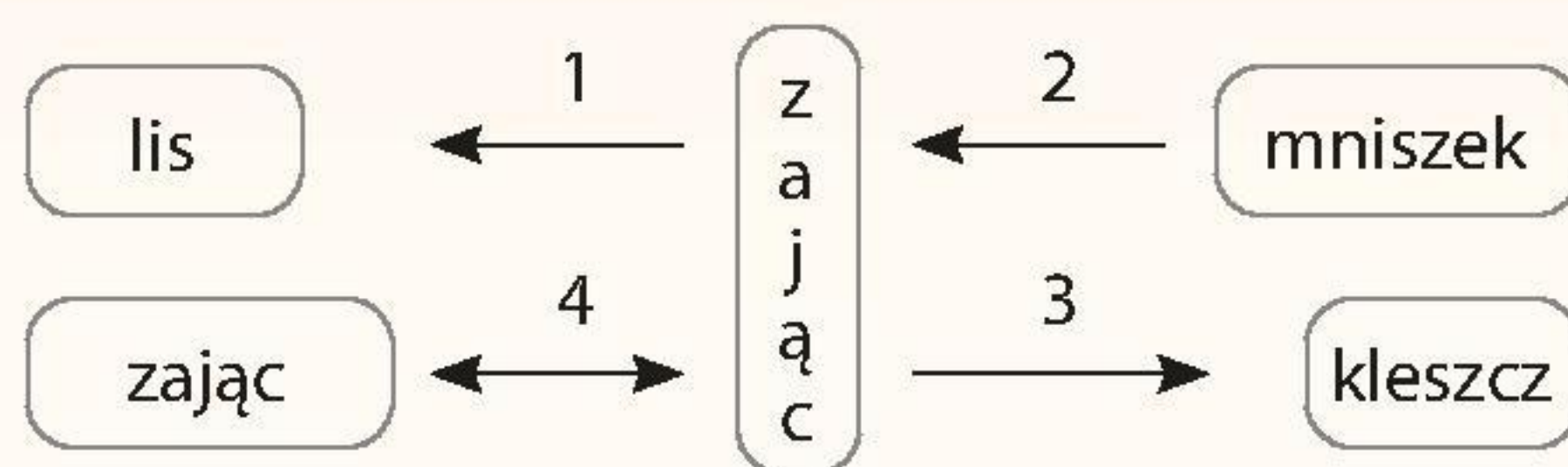
1. Ekosystem obejmuje żywe i nieżywe elementy przyrody.	P	F
2. Jeleń jest w łańcuchu pokarmowym konsumentem I rzędu.	P	F

- 7** Wybierz nazwę opisanego poniżej organizmu. (1 p.)

Jest drapieżnikiem żyjącym w Polsce, w stadach o małej liczebności. Występuje w ekosystemach leśnych o dużej różnorodności gatunkowej. Reguluje liczebność populacji dużych roślinożerców.

- A. Lis.
- B. Żubr.
- C. Wilk.
- D. Niedźwiedź.

- 8** Wybierz zestaw, w którym cyfry ze schematu poprawnie przyporządkowano rodzajom zależności antagonistycznych. (1 p.)



- A. 1 – drapieżnictwo, 2 – roślinożerność, 3 – mutualizm, 4 – konkurencja
- B. 1 – drapieżnictwo, 2 – roślinożerność, 3 – pasożytnictwo, 4 – komensalizm
- C. 1 – drapieżnictwo, 2 – roślinożerność, 3 – pasożytnictwo, 4 – konkurencja
- D. 1 – komensalizm, 2 – roślinożerność, 3 – pasożytnictwo, 4 – konkurencja

9 Którą parę organizmów łączy mutualizm obligatoryjny? Wybierz odpowiedź spośród podanych. (2 p.)

- A. Ukwiąg i krab pustelnik.
- B. Rekin i podnawki.
- C. Koźlarz i brzoza.
- D. Lew i hieny.

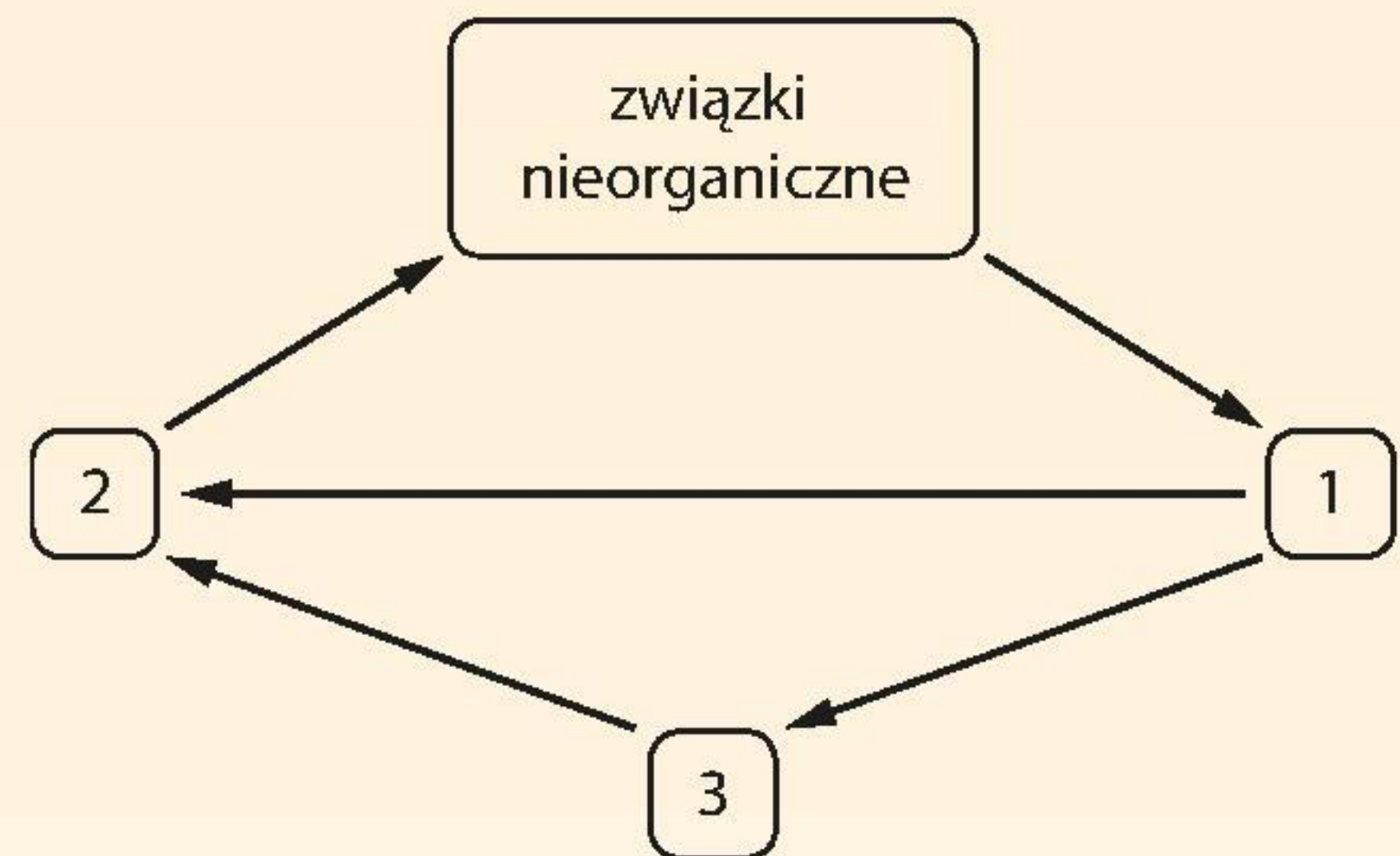
10 Przepisz zdania do zeszytu tak, aby zawierały prawdziwe informacje. (5 p.)

- A. Na skutek spadku liczebności zwierząt roślinożernych liczebność drapieżników **wzrośnie / zmaleje**.
- B. Opuszczenie stada przez młode lwy po osiągnięciu dojrzałości płciowej jest przykładem **imigracji / emigracji**.
- C. Rośliny budujące warstwy lasu są elementem **biocenozy / biotopu**.
-  D. Zależność nieantagonistyczna między dwoma organizmami niezbędna do ich przeżycia to **symbioza / protokooperacja**.
- E. Przystosowaniem do pasożytnictwa, zarówno zewnętrznego, jak i wewnętrznego, jest **wchłanianie pokarmu całą powierzchnią ciała / obecność narządów czepnych**.

11 Przyporządkuj pojęcia do odpowiednich opisów. (4 p.)

- A. Symbioza.
 - B. Struktura przestrzenna.
 - C. Konkurencja.
 - D. Tolerancja ekologiczna.
1. Zależność występująca między zjadającym a zjadanym.
 2. Rozmieszczenie żubrów na terenie Białowieskiego Parku Narodowego.
 3. Zdolność przystosowania się organizmów do zmian danego czynnika środowiska.
 4. Zależność między bakteriami wiążącymi azot a roślinami bobowatymi.
 5. Rywalizacja między dębem a bukiem o dostęp do światła.

12 Schemat przedstawia obieg materii w ekosystemie. Wybierz punkt, który poprawnie opisuje elementy schematu. (1 p.)



- A. 1. konsumenci, 2. producenci, 3. destruenci
- B. 1. destruenci, 2. konsumenci, 3. producenci
- C. 1. producenci, 2. destruenci, 3. konsumenci
- D. 1. producenci, 2. konsumenci, 3. destruenci

Policz uzyskane punkty. Wystaw sobie odpowiednią ocenę.

0–8	niedostateczny
9–14	dopuszczający
15–18	dostateczny
19–24	dobry
25–27	bardzo dobry
28	celujący

Człowiek i środowisko





- 1** Różnorodność biologiczna
- 2** Wpływ człowieka na różnorodność biologiczną
- 3** Racjonalne gospodarowanie zasobami przyrody
- 4** Sposoby ochrony przyrody
- ☐ Podsumowanie
- ☐ Sposób na zadania
- ☐ Sprawdź, czy potrafisz

Człowiek jest częścią przyrody i – tak jak inne organizmy – wpływa na środowisko, w którym żyje. Jednak robi to w o wiele większym stopniu niż pozostałe istoty żywe i często powoduje nieodwracalne zniszczenia w ekosystemach. Na przykład karczowanie przez ludzi ogromnych powierzchni lasów doprowadza do spadku produkcji tlenu i zaburzenia obiegu wody w przyrodzie.

Zwróć uwagę na:

- termin „różnorodność biologiczna”,
- poziomy różnorodności biologicznej,
- czynniki kształtujące różnorodność biologiczną.

Rozmaitość form życia występujących na Ziemi to **różnorodność biologiczna**. Wyróżnia się trzy poziomy różnorodności biologicznej:

- **różnorodność ekosystemową**, czyli bogactwo typów ekosystemów występujących na danym obszarze, takich jak lasy czy łąki;
- **różnorodność gatunkową**, czyli rozmaitość gatunków występujących w danym ekosystemie. Im jest ona większa, tym bardziej ekosystem jest odporny na zakłócenia. Na przykład dużą różnorodnością charakteryzują się lasy deszczowe, a małą – pustynie;

- **różnorodność genetyczną**, czyli zmienność wśród przedstawicieli jednej populacji, wynikająca z występowania różnych wersji genów. Wersje te warunkują określone cechy, na przykład różną barwę osobników, ich wielkość czy odporność na choroby. Dzięki dużej różnorodności genetycznej danej populacji wzrasta szansa na pojawienie się korzystnych zestawów cech u jej osobników. Dlatego populacja może przetrwać w zmieniających się warunkach środowiska.

POZIOMY RÓŻNORODNOŚCI BIOLOGICZNEJ

Różnorodność ekosystemowa

- Jej poziom zależy od liczby ekosystemów na danym obszarze.



Afryka cechuje się dużą różnorodnością ekosystemową. Można tu wyróżnić m.in. ekosystemy lasów równikowych, pustyni oraz sawanny.

Różnorodność gatunkowa

- Jej poziom zależy od liczby gatunków w danym ekosystemie.



Sawanna jest ekosystemem o dużej różnorodności gatunkowej. Występuje tu kilkadziesiąt gatunków roślin i ponad 800 gatunków zwierząt kręgowych.

Różnorodność genetyczna

- Jej poziom zależy od stopnia zróżnicowania genetycznego osobników danej populacji.



Likaony różnią się wieloma cechami. Na przykład włosy w ich sierści układają się w odmienne, barwne wzory.

Różnorodność biologiczna w Polsce

Polska jest krajem o dużej różnorodności biologicznej. Wpływają na to między innymi warunki klimatyczne oraz zróżnicowana rzeźba terenu.



■ Różnorodność ekosystemowa

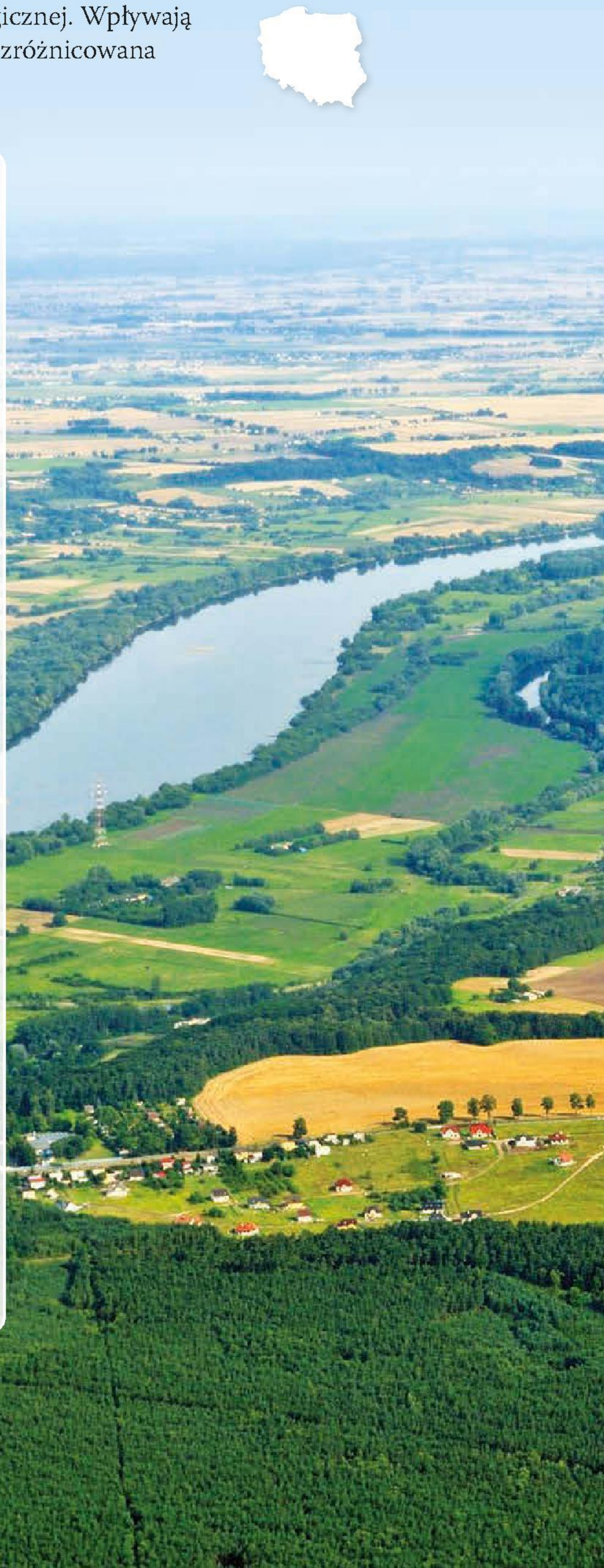
W naszym kraju występuje wiele typów ekosystemów, między innymi rzeczne, jeziorne, leśne czy nadmorskie, do których należą wydmy i klify.



Lasy zajmują około 30% powierzchni Polski. Większość z nich została zasadzona przez człowieka. Naturalne lasy zajmują około 4% powierzchni naszego kraju.



Ekosystemy wydym są charakterystyczne dla piaszczystych fragmentów Wybrzeża Bałtyckiego. Występują w nich gatunki niespotykane w innych ekosystemach, na przykład mikołajek nadmorski.



■ Różnorodność gatunkowa

Dotychczas opisano około 60 tys. żyjących w Polsce gatunków organizmów – w tym ponad 35 tys. gatunków zwierząt, ponad 3 tys. gatunków roślin wyższych¹ i ponad 3 tys. gatunków grzybów.



Największą różnorodnością gatunkową odznaczają się ekosystemy naturalne, np. leśne. Do najbogatszych pod względem liczby gatunków należą m.in. fragmenty Puszczy Białowieskiej. Żyją tam przedstawiciele niemal połowy wszystkich gatunków występujących w Polsce.



Do najbardziej ubogich gatunkowo należą przede wszystkim ekosystemy zmienione przez człowieka, takie jak intensywnie użytkowane łąki. Rośnie tam niewiele gatunków roślin.

¹ **Rośliny wyższe** – grupa roślin o wykształconych organach. Zalicza się do nich mszaki, paprotniki i rośliny nasienne.

■ Różnorodność genetyczna

W Polsce występują zarówno gatunki o dużej, jak i o małej różnorodności genetycznej. Poziom różnorodności genetycznej każdego gatunku zależy przede wszystkim od liczebności jego populacji. Dlatego małą różnorodnością genetyczną charakteryzują się zwykle gatunki zagrożone wyginięciem, a dużą – gatunki występujące pospolicie.



Żubr jest gatunkiem o małej różnorodności genetycznej, ponieważ jego populację odtworzono z niewielkiej liczby osobników. Gatunek ten jest w Polsce objęty ochroną.



Wstężyk gajowy to ślimak występujący w naszym kraju pospolicie. Osobniki tego gatunku różnią się wieloma cechami, na przykład kolorem muszli oraz układem pasków.

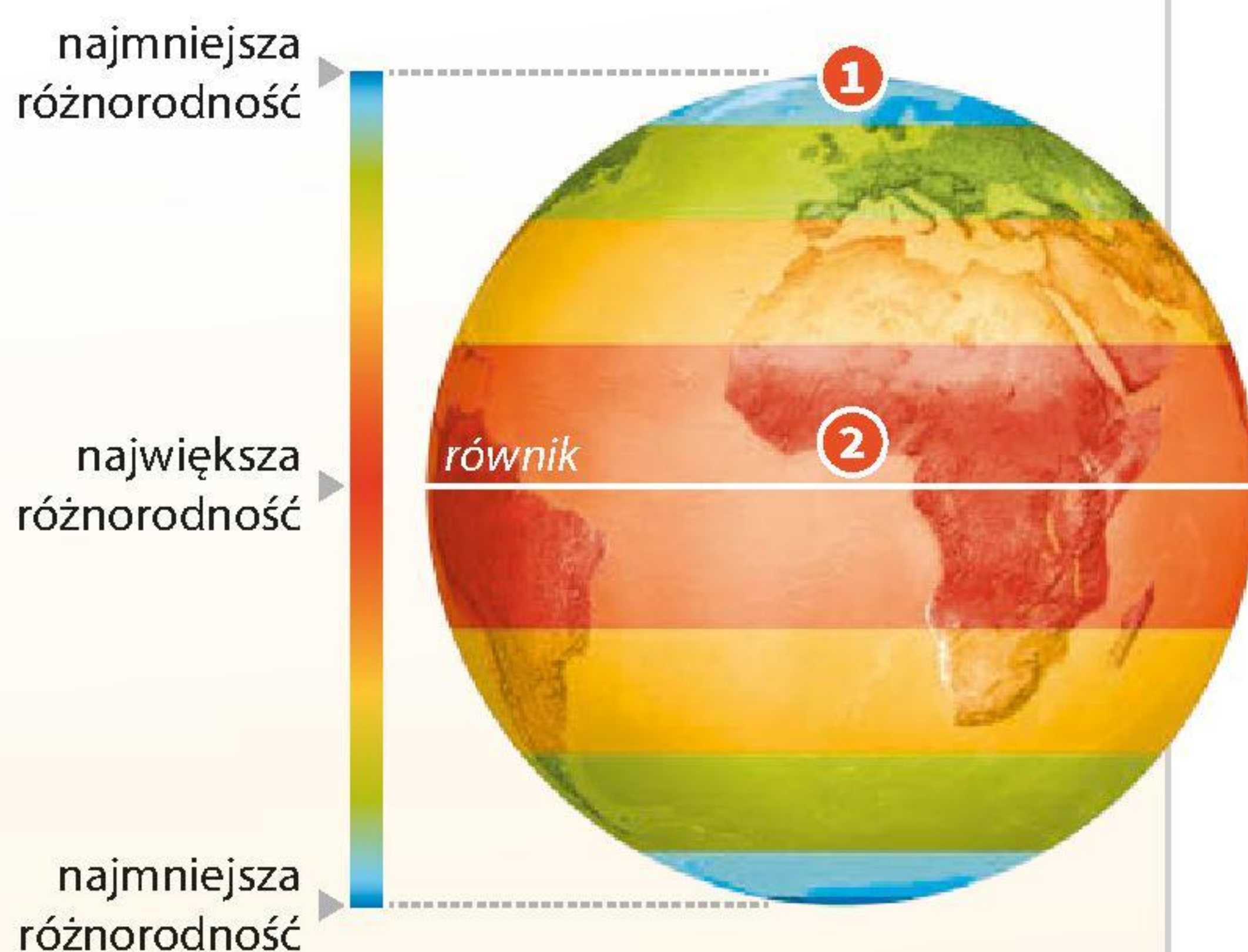
■ Naturalne czynniki kształtujące różnorodność biologiczną

Na różnorodność biologiczną mają wpływ naturalne procesy zachodzące w przyrodzie. Należą do nich **klimat** oraz **sukcesja**, czyli zmiany zachodzące w ekosystemie wraz z upływem czasu. Różnorodność biologiczna kształtuje się również pod wpływem nagłych zjawisk prowadzących do wymarcia gatunków, na przykład wybuchów wulkanów.

Czynniki klimatyczne – **nasłonecznienie**, **temperatura** i **wielkość opadów** – mają bezpośredni wpływ na różnorodność biologiczną, czyli występowanie na danym terenie określonych gatunków i ekosystemów. Czynniki te zależą przede wszystkim od szerokości geograficznej i odległości od dużych zbiorników wodnych – mórz i oceanów.

Jak klimat kształtuje różnorodność biologiczną?

Na naszej planecie najwięcej gatunków żyje w strefach klimatów gorących i wilgotnych, czyli równikowych i podrównikowych. Z kolei obszarami najbardziej ubogimi gatunkowo są okolice obu biegunów. Na Ziemi istnieją także ekosystemy, których występowanie nie zależy od szerokości geograficznej. Są to ekosystemy górskie. Czynnikiem kształtującym ich różnorodność biologiczną jest wysokość nad poziomem morza.



1 Na terenach okołobiegunowych występują długotrwałe mrozy, a opady są bardzo małe. Na obszarach tych rosną jedynie porosty, mchy, trawy i krzewinki oraz żyją nieliczne zwierzęta, np. foki i niedźwiedzie polarne.



2 W okolicach równika przez cały rok jest wysoka temperatura i wilgotność powietrza oraz duże nasłonecznienie. Rozwijają się tam bujne lasy deszczowe, w których występuje około połowa wszystkich gatunków żyjących na Ziemi.

Jak sukcesja wpływa na różnorodność biologiczną?

Każdy ekosystem nieustannie podlega naturalnym zmianom w czasie, czyli sukcesji. W kolejnych etapach tego procesu liczba gatunków budujących biocenozę się zmienia. Wynika to ze zmieniających się warunków środowiska, na przykład ze zwiększenia grubości warstwy gleby. Wpływ sukcesji na różnorodność biologiczną można prześledzić na przykładzie zarastania nadmorskich wydym.

- 1 Na piaszczystej wydymie nie ma gleby, dlatego rośnie tam zaledwie kilka gatunków organizmów pionierskich, m.in. mikołajek nadmorski i turzycza piaszkowa. Wśród zwierząt można wyróżnić żyjące w piasku gatunki bezkręgowców, np. larwy mrówkolwa, oraz gniazdujące ptaki, np. rybitwy.

- 2 Z czasem na podłożu wydymowym gromadzi się coraz większa ilość substancji organicznej. Pojawiają się wówczas nowe gatunki roślin o większych wymaganiach siedliskowych, m.in. kocanka, fiołek nadmorski, oraz mchy i porosty, które zaczynają wypierać występujące tam dotychczas rośliny. Zmienia się również fauna wydym. Pojawiają się m.in. inne gatunki ptaków, np. lelek i świergotek polny.

- 3 Kiedy wykształci się odpowiednio gruba warstwa gleby, na wydymach zaczynają rosnąć sosny, które z czasem tworzą nadmorski bór sosnowy. Występują w nim drzewa, m.in. sosna zwyczajna, krzewy i krzewinki, takie jak wrzos zwyczajny i borówka brusznica, oraz rośliny zielne, np. śmiałek pogięty. Pojawiają się również liczne gatunki zwierząt, w tym sarny, dziki i zające.

■ Nagłe zjawiska prowadzące do wymarcia gatunku

Gatunek może przetrwać w środowisku, gdy jego liczebność jest odpowiednio wysoka. W przeciwnym razie jest on zagrożony wyginięciem. **Wymarcie**, czyli śmierć wszystkich przedstawicieli gatunku, prowadzi do zaburzenia równowagi ekosystemu. Każdy z gatunków jest bowiem powiązany z innymi gatunkami siecią różnorodnych zależności. Ich zerwanie może skutkować utratą kolejnych ogniw w łańcuchu pokarmowym i znacznym spadkiem różnorodności biologicznej ekosystemu.

Do wymarcia gatunku mogą się przyczynić: zmiany klimatu i związane z nimi gwałtowne zjawiska pogodowe, zmiany poziomu mórz, zmiany kierunków prądów morskich, wybuchy wulkanów, zmiany grubości warstwy ozonowej oraz choroby i epidemie.

W historii Ziemi odnotowano tak zwane wielkie wymierania, podczas których wyginęła większość żyjących wówczas organizmów.



Krzyżodziób świerkowy odżywia się tylko nasionami, które znajdują się w szyszkach świerka. Występowanie tego gatunku zależy zatem od istnienia określonego drzewa iglastego.

Czy wiesz, że...

Największe wymieranie gatunków miało miejsce ok. 250 mln lat temu. Naukowcy zakładają, że było spowodowane wybuchami wulkanów lub wędrówką kontynentów. W jego wyniku wyginęło m.in. ponad 90% organizmów morskich.

To najważniejsze!

- **Różnorodność biologiczna** to różnorodność form życia występujących na Ziemi.
- Wyróżnia się trzy poziomy różnorodności biologicznej: **różnorodność ekosystemową**, **różnorodność gatunkową** i **różnorodność genetyczną**.
- Jednym z naturalnych czynników wpływających na różnorodność biologiczną jest **klimat**.
- Do nagłego spadku różnorodności biologicznej może dojść wskutek **wymarcia gatunku**.

Ćwiczenia

1. Wyjaśnij, czym jest różnorodność biologiczna, i wymień jej poziomy.
2. Omów wpływ klimatu na różnorodność biologiczną.
3. Opisz, jak wymarcie gatunku wpływa na ekosystem.

Wpływ człowieka na różnorodność biologiczną

Zwróć uwagę na:

- rodzaje i skutki działań człowieka, które wpływają na różnorodność biologiczną.

Naukowcy alarmują, że z roku na rok rośnie liczba gatunków zagrożonych wyginięciem. Każdego dnia na świecie ginie także od kilku do kilkudziesięciu gatunków. Proces tak drastycznego spadku różnorodności biologicznej jest porównywany do wielkich wymierań, które miały miejsce w prehistorii. Niestety, najbardziej przyczynił się do tego procesu człowiek.

Do spadku różnorodności biologicznej człowiek przyczynia się w dużym stopniu przez:

- eliminowanie organizmów,
- zanieczyszczanie środowiska – powietrza, wód i gleby,
- niszczenie siedlisk,
- wprowadzanie obcych gatunków do ekosystemu.

PRZYCZYNY ELIMINOWANIA ORGANIZMÓW

Kolekcjonerstwo

Część osób kolekcjonuje piękne okazy zwierząt lub roślin. Dotyczy to zwłaszcza gatunków egzotycznych, np. storczyków, motyli czy papug.



Myślistwo

Polowania na zbyt dużą skalę mogą prowadzić do wyginięcia populacji wielu gatunków zwierząt, np. na początku XX wieku spowodowały wyginięcie całej populacji żubra na terenie Polski.



Rybołówstwo

Ryby łowi się głównie w celu pozyskania pokarmu. Jednak intensywne połowy mogą doprowadzić do wyginięcia całego gatunku.



Kłusownictwo

Kłusownicy nielegalnie polują na zwierzęta, aby pozyskać z nich cenne surowce. Z futer lub skór tych zwierząt wytwarza się ubrania, a z ciósów słoni – przedmioty artystyczne.



Zanieczyszczenie powietrza

Na pogarszanie się stanu powietrza wpływają naturalne procesy, takie jak wybuchy wulkanów, oraz działalność człowieka, głównie nadmierna emisja zanieczyszczeń. Zanieczyszczenia te powstają głównie w wyniku spalania surowców energetycznych, takich jak ropa naftowa i węgiel kamienny. Przyczyniają się do niekorzystnych zjawisk, takich jak: kwaśne opady, smog, dziura ozonowa oraz nasilenie efektu cieplarnianego.

PRZYKŁADY ZANIECZYSZCZEŃ ATMOSFERY

Powstałe w wyniku działalności człowieka

- związki pochodzące ze spalania surowców energetycznych, np. tlenki siarki, tlenki azotu, dwutlenek węgla, węglowodory, para wodna



Powstałe w wyniku procesów naturalnych

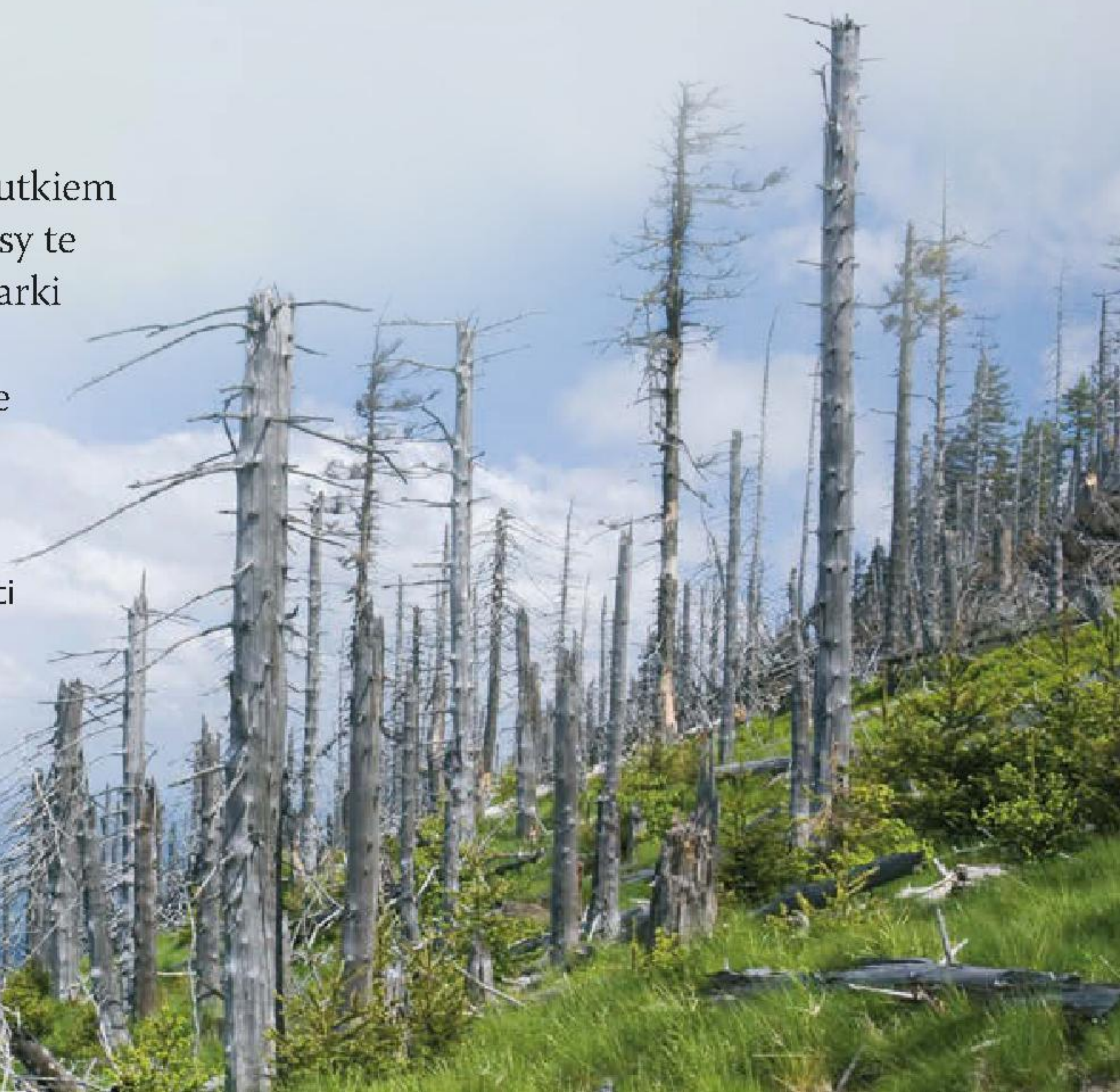
- gazy, np. tlenki siarki, tlenki azotu, dwutlenek węgla, węglowodory, i pyły pochodzące z wybuchów wulkanów oraz naturalnych pożarów



■ Kwaśne opady

Kwaśne deszcze, śnieg lub mgły są skutkiem obecności w powietrzu kwasów. Kwasy te powstają w wyniku reakcji tlenków siarki i azotu z wodą zawartą w powietrzu. Kwaśne opady powodują zakwaszenie wód i gleb, co stanowi zagrożenie dla życia wielu organizmów.

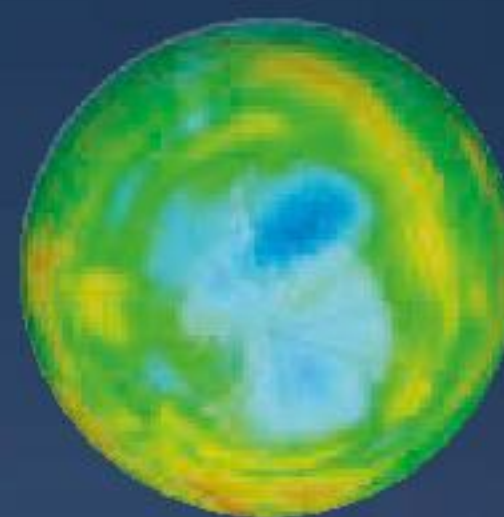
Kwaśne opady uszkadzają nadziemne części roślin, głównie liście. Szczególnie wrażliwe na te uszkodzenia są drzewa iglaste, ponieważ ich liście przez cały rok są narażone na działanie kwaśnych opadów.



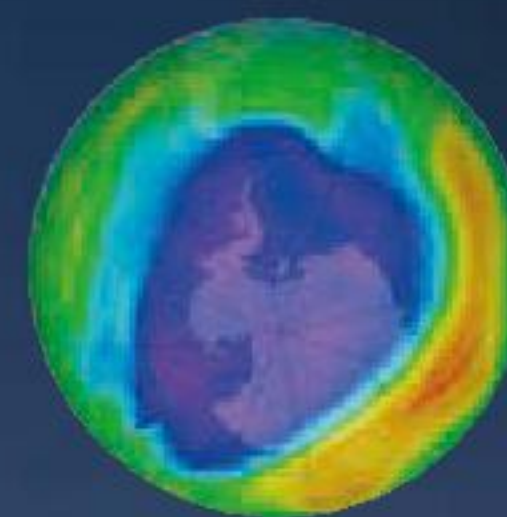
■ Dziura ozonowa

Ozon tworzy w atmosferze warstwę ochronną, zwaną ozonosferą, która pochłania szkodliwe promieniowanie ultrafioletowe (UV). Przestrzeń o znacznie zmniejszonym stężeniu tego gazu nazywa się dziurą ozonową. Mniejsza zawartość ozonu w ozonosferze jest prawdopodobnie skutkiem używania freonów – związków wykorzystywanych niegdyś w urządzeniach chłodniczych i aerozolach. Freony powodują trwałą rozpad cząsteczek ozonu.

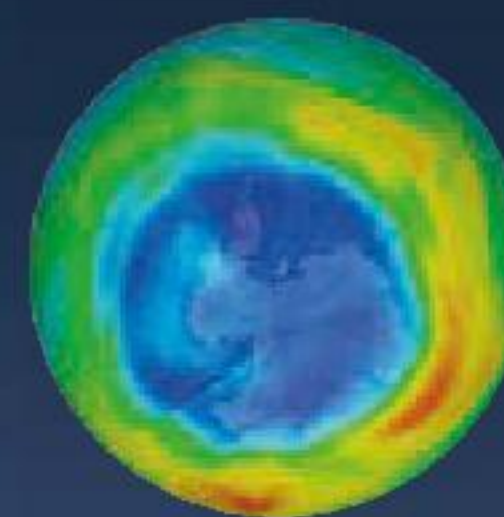
Wrzesień
1979



Wrzesień
2000



Wrzesień
2017



Największa dziura ozonowa występuje nad biegunem południowym. Jej wielkość jest stale monitorowana dzięki zdjęciom satelitarnym.

■ Smog

Smog to gęsta mgła, która powstaje na skutek mieszania się pary wodnej i zanieczyszczeń emitowanych m.in. przez samochody oraz zakłady przemysłowe. Jest niezwykle szkodliwy dla organizmów i środowiska.

Skutki smogu

- Zawarte w smogu pyły są przyczyną różnych chorób, na przykład pylicy, alergii i astmy.
- Obecne w smogu toksyczne związki niszczą tkanki zwierząt i roślin oraz powodują powstawanie nowotworów.



■ Globalne ocieplenie

Globalne ocieplenie to wzrost średniej temperatury powietrza spowodowany nadmierną emisją do atmosfery gazów cieplarnianych – głównie dwutlenku węgla, metanu i pary wodnej.

Skutki globalnego ocieplenia

- topnienie lodowców,
- ekstremalne zjawiska pogodowe, takie jak huragany i sztormy, wielkie powodzie lub susze.



Topnienie lodowców na obszarach podbiegunowych powoduje, że podnosi się poziom mórz i oceanów. Proces ten może doprowadzić do zalania części terenów lądowych.

Zanieczyszczenie wód

Wzrost liczby ludności oraz intensywny rozwój rolnictwa i przemysłu doprowadziły do zanieczyszczenia większości wód powierzchniowych naszej planety.

■ Zanieczyszczenia termiczne

Zanieczyszczenia termiczne, czyli ogrzane wody pochodzące z różnych urządzeń przemysłowych oraz elektrowni, powodują podwyższenie temperatury w jeziorach lub rzekach. To z kolei zmienia inne czynniki środowiska życia organizmów, np. powoduje zmniejszenie zawartości tlenu rozpuszczonego w wodzie.



■ Ścieki i nawozy sztuczne

Napływ ścieków i nawozów rolniczych powoduje **zakwity wód**, czyli nadmierny rozwój mikroorganizmów, np. zielenic, na powierzchni wody. Ograniczają one dopływ światła, przez co rośliny wodne nie mogą przeprowadzać fotosyntezy. Zmniejsza się wówczas ilość tlenu w wodzie, co powoduje śmierć wielu organizmów, np. ryb.



■ Metale ciężkie

W ściekach odprowadzanych z fabryk i elektrowni znajdują się sole metali ciężkich, np. rtęci, kadmu lub ołowiu. Nawet niewielkie ilości tych metali prowadzą do poważnych chorób roślin i zwierząt. Jeżeli zanieczyszczoną wodę wykorzystuje się w rolnictwie, substancje szkodliwe gromadzą się w warzywach i owocach.



■ Ropa naftowa

Katastrofy tankowców z ropą naftową i awarie platform wiertniczych powodują ogromne skażenie wód i śmierć wielu organizmów wodnych. Szczególnie groźne są dla ptaków, które ze sklejonymi piórami nie mogą latać.



Degradacja gleb

Gleba na skutek niewłaściwego użytkowania ulega degradacji. Oznacza to, że jej właściwości fizyczne, biologiczne i chemiczne się pogarszają. Staje się jałowa, czyli pozbawiona związków organicznych, zbita, odwodniona i zanieczyszczona.

■ Nadmierne nawożenie

Stosowanie w rolnictwie zbyt dużej ilości nawozów sztucznych może doprowadzić do zasolenia bądź zakwaszenia gleby. Skutkiem tego może być gorszy rozwój roślin i śmierć organizmów glebowych. Nawozy trafiają z pól do wód gruntowych, a potem do wód powierzchniowych i powodują ich zakwit.



■ Osuszanie terenów podmokłych

Osuszanie terenów podmokłych, na przykład pod budowę, powoduje obniżenie poziomu wód gruntowych. Prowadzi również do osuszenia przyległych obszarów, co skutkuje utrudnionym rozwojem roślin na tych terenach.



■ Stosowanie monokultur

W efekcie stosowania monokultur na polach uprawnych i w lasach rośliny pobierają z gleby stale te same składniki. Z czasem zaczyna ich brakować, a gleba staje się uboga i wymaga nawożenia.



■ Używanie ciężkich maszyn rolniczych

Stosowanie ciężkich maszyn rolniczych przyczynia się do zbijania gleby. Uniemożliwia to prawidłowy rozwój korzeni oraz dostęp do nich powietrza i wody. W takich warunkach rośliny gorzej się rozwijają.



■ Wypalanie traw

Podczas wypalania traw giną organizmy odpowiedzialne za procesy glebotwórcze. W wyniku tego procesu gleby szybciej się wyjaławiają.



■ Niszczenie siedlisk

Przekształcanie środowiska powoduje zanik siedlisk wielu organizmów. Przykładem jest przeznaczanie łąk albo terenów podmokłych pod zabudowę mieszkalną lub pod uprawy. Przyczynia się to do wyginięcia wielu żyjących na tych obszarach gatunków roślin i zwierząt. Podobne straty w przyrodzie powoduje też **wycinanie lasów**, na przykład po to, aby zwiększyć powierzchnię upraw i pastwisk lub pozyskać z nich drewno.

Dużym zagrożeniem jest również stosowanie **monokultur leśnych**, czyli tworzenie obszarów, na których występuje jeden gatunek drzew. Skład gatunkowy takiego ekosystemu ulega zmianie, ponieważ organizmy, które wcześniej go zamieszkiwały, zmieniają siedlisko lub giną. W takim lesie szybko rozprzestrzeniają się też szkodniki. Monokultura jest dla nich terenem bogatym w pokarm i ubogim w naturalnych wrogów, którymi są ptaki gniazdujące w dziuplach starych drzew. **Masowe pojawianie się szkodników** zmusza ludzi do używania środków chemicznych. Takie działania przyczyniają się do śmierci wielu pożytecznych organizmów.



Dziuple starych drzew stanowią schronienie dla wielu gatunków zwierząt, np. sów. Aby zachować różnorodność biologiczną lasu, nie powinno się takich drzew wycinać.

■ Wprowadzanie obcych gatunków

Wprowadzanie do ekosystemów gatunków, które naturalnie w nim nie występują, jest groźne w skutkach. Może doprowadzić do wymarcia rodzimych gatunków wskutek:

- **konkurencji** o zasoby przyrody lub siedliska z obcymi gatunkami,
- **zjadania** lub **niszczenia** przedstawicieli rodzimych gatunków przez przedstawicieli obcych gatunków,
- **zmian w środowisku** spowodowanych przez obce gatunki.

Negatywny wpływ obcych gatunków na bioróżnorodność można prześledzić na przykładzie królików sprowadzonych do Australii w XIX wieku. Zwierzęta te nadmiernie się rozmnożyły, ponieważ nie miały tam naturalnych wrogów. Żerowały na łąkach, gdzie niszczyły naturalną roślinność. Doprowadziło to do znacznego spadku liczebności wielu gatunków ssaków i ptaków, na przykład tych, dla których roślinność stanowiła schronienie. Do walki z królikami sprowadzono kolejny gatunek – lisy. Zmniejszyły one liczebność królików, ale doprowadziły do wytępienia wielu rodzimych gatunków ssaków.



Larwy strzygonii choinówki – motyla nocnego – zgryzają młode pędy i igły sosny. Gdy pojawiają się masowo, doprowadzają do obumierania tych drzew.

Obcy są wśród nas

Negatywne skutki wprowadzania do ekosystemów gatunków obcych można obserwować także w Polsce. Gatunkami obcymi w naszym kraju są między innymi: barszcz Sosnowskiego, karp czy szrotówek kasztanowcowiaczek.



Barszcz Sosnowskiego został sprowadzony do Polski jako roślina pastewna. Okazało się jednak, że szybko się rozprzestrzeniła, przez co wypiera rodzime gatunki. Jest tępiony, ponieważ powoduje poparzenia skóry.

Norka amerykańska została sprowadzona do Europy w celach hodowlanych. Część zwierząt uciekła z hodowli i zaczęła szybko się rozmnażać. Obecnie stanowi poważne zagrożenie dla drobnych ssaków, np. ryjówek, które są jej pokarmem.



Karp został sprowadzony do Polski w celach konsumpcyjnych. Ryba ta żywi się m.in. roślinami wodnymi, co prowadzi do zmniejszania liczebności rodzimych gatunków ryb, które przegrywają konkurencję o pokarm.



Szrotówek kasztanowcowiaczek został sprowadzony do Polski przypadkowo. Larwy szrotówki uszkodzają liście kasztanowców.



Ich już nie zobaczysz?

Działalność człowieka doprowadziła do wyginięcia wielu gatunków zwierząt i roślin. W Polsce za wymarłe uznano kilkadziesiąt z nich.

Większość gatunków wymarłych w Polsce występuje poza granicami naszego kraju.



Storczyk trójzębny rośnie na ciepłych murawach, w świetlistych lasach i zaroślach. Powodem wyginięcia tego gatunku w Polsce było zniszczenie jego siedlisk.



Drop zwyczajny występuje na obszarach o niskiej roślinności, takich jak łąki czy pola uprawne. W Polsce powodami wyginięcia gatunku były polowania oraz przekształcanie terenów trawiastych w obszary rolnicze.



Susel moręgowany to niewielki gryzoń. W Polsce uznany został za gatunek wymarły. Wyginął z powodu niszczenia jego naturalnych siedlisk, czyli pastwisk i ugorów. Niedawno zaczęto odtwarzać jego populację.

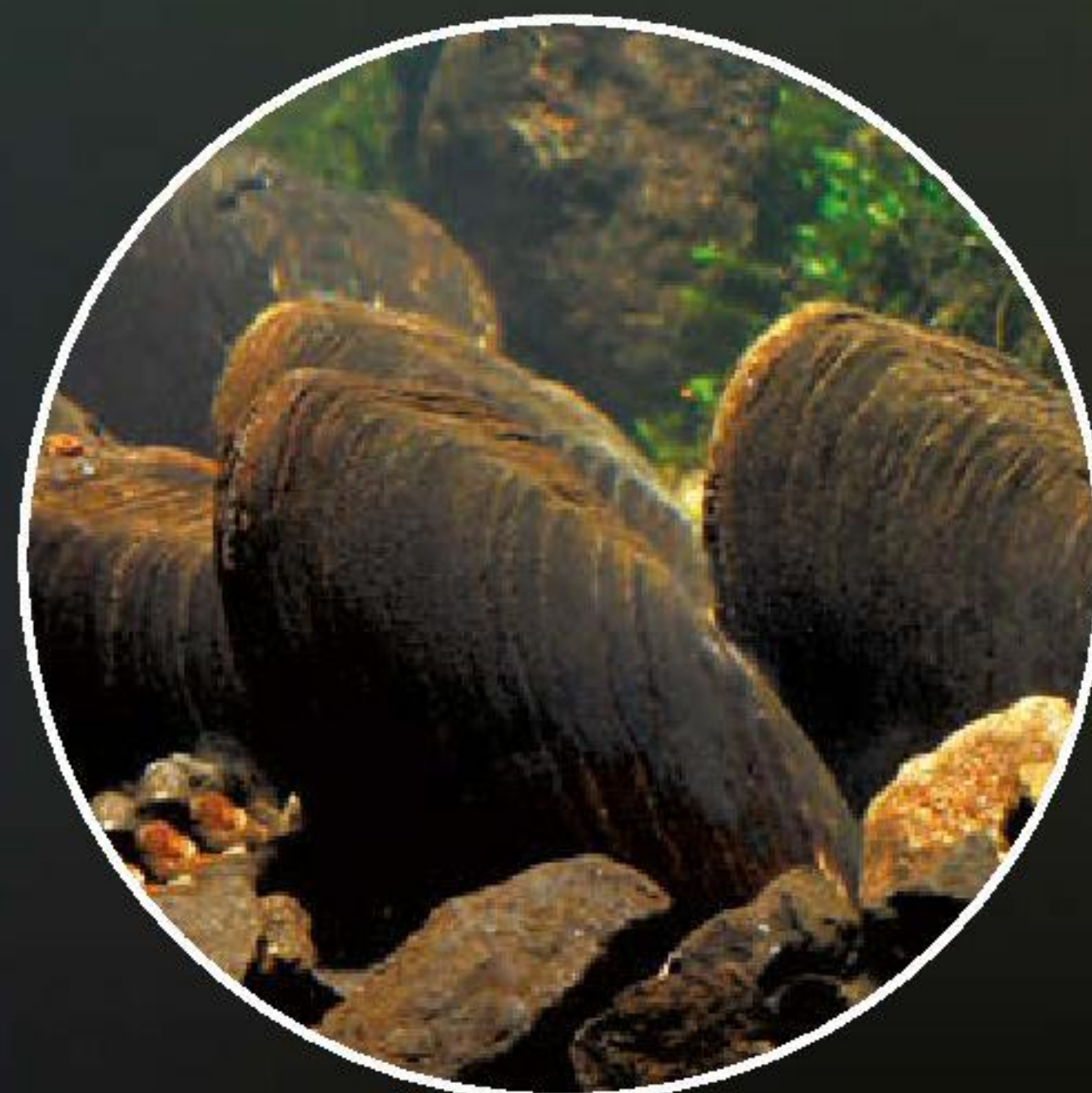
To najważniejsze!

- Człowiek przyczynia się do spadku różnorodności biologicznej przez zabijanie organizmów, zanieczyszczanie środowiska – powietrza, wód i gleby, niszczenie siedlisk oraz wprowadzanie obcych gatunków do ekosystemu.

Sęp płowy żyje na wyżynach i w górach. Żywi się głównie padliną. Przyczyną jego wyginięcia w Polsce było kłusownictwo.



Tur jest przodkiem bydła domowego. Występował na terenie całej Europy, w tym w Polsce. Żył w puszczy, gdzie żywił się głównie trawą. Jednym z powodów wymarcia tura było zmniejszenie powierzchni leśnych. Stanowił też ulubiony cel myśliwych. Gatunek ten wyginął w XVII w.



Perłoródka rzeczna jest słodkowodnym małżem. Gatunek ten wyginął w Polsce z powodu znacznego zanieczyszczenia wód.



Jesiotr zachodni to duża ryba wędrowna, która żyje głównie w morzu. Jedynie na tarło wędruje w górę rzeki. Gatunek ten wyginął w Polsce z powodu nadmiernych połowów, budowania zapór na rzekach oraz silnego zanieczyszczenia wód.

Ćwiczenia

1. Wymień przykłady działalności człowieka powodujące zubożenie różnorodności biologicznej.
2. Podaj przykłady działań człowieka prowadzących do zanieczyszczenia środowiska.
3. Wyjaśnij, w jaki sposób człowiek przyczynia się do niszczenia siedlisk.
4. Omów skutki wprowadzania obcych gatunków do ekosystemów.

Racjonalne gospodarowanie zasobami przyrody

Zwróć uwagę na:

- rodzaje zasobów przyrody oraz skutki ich niewłaściwej eksploatacji,
- zasadę zrównoważonego rozwoju,
- sposoby racjonalnego gospodarowania zasobami przyrody.

Z przyrody pozyskujemy między innymi pożywienie, wodę i paliwa kopalne. Wszystkie wykorzystywane przez nas elementy przyrody nazywamy **zasobami przyrody**. Niektóre z nich, na przykład energia słoneczna, stale się odnawiają i nigdy się nie wyczerpią. Wykorzystywanie innych, takich jak węgiel, powoduje ich wyczerpywanie. Wśród zasobów wyczerpywalnych są też takie, które mogą się odnawiać i nie wyczerpią się, ale tylko przy racjonalnym gospodarowaniu nimi przez człowieka (np. woda).

ZASOBY PRZYRODY		
Odnawialne		Nieodnawialne
• źródła energii – energia słoneczna – energia wiatru – energia geotermalna – energia wody	• organizmy • woda • powietrze • gleba	• paliwa kopalne • rudy metali
Niewyczerpywalne		Wyczerpywalne

W jaki sposób zasoby odnawialne się odtwarzają?

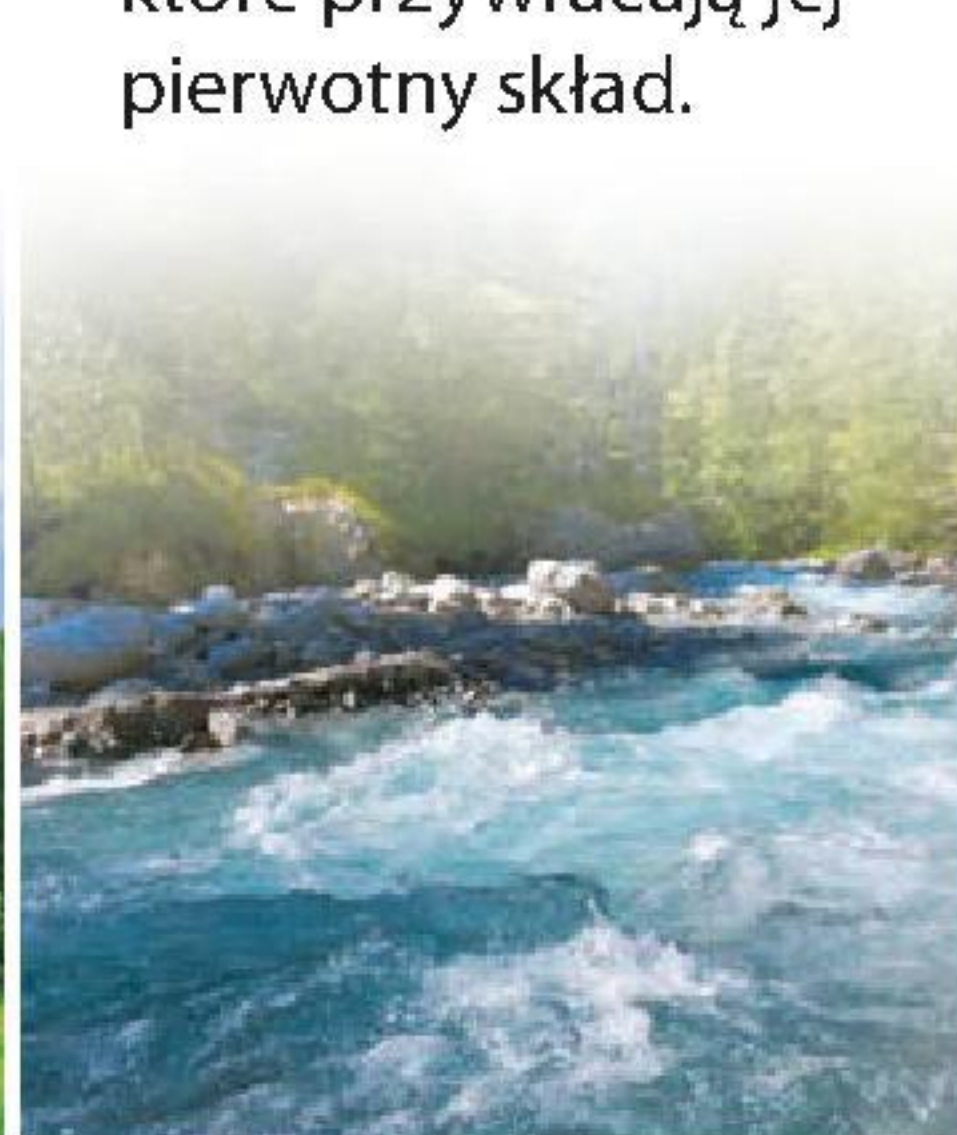
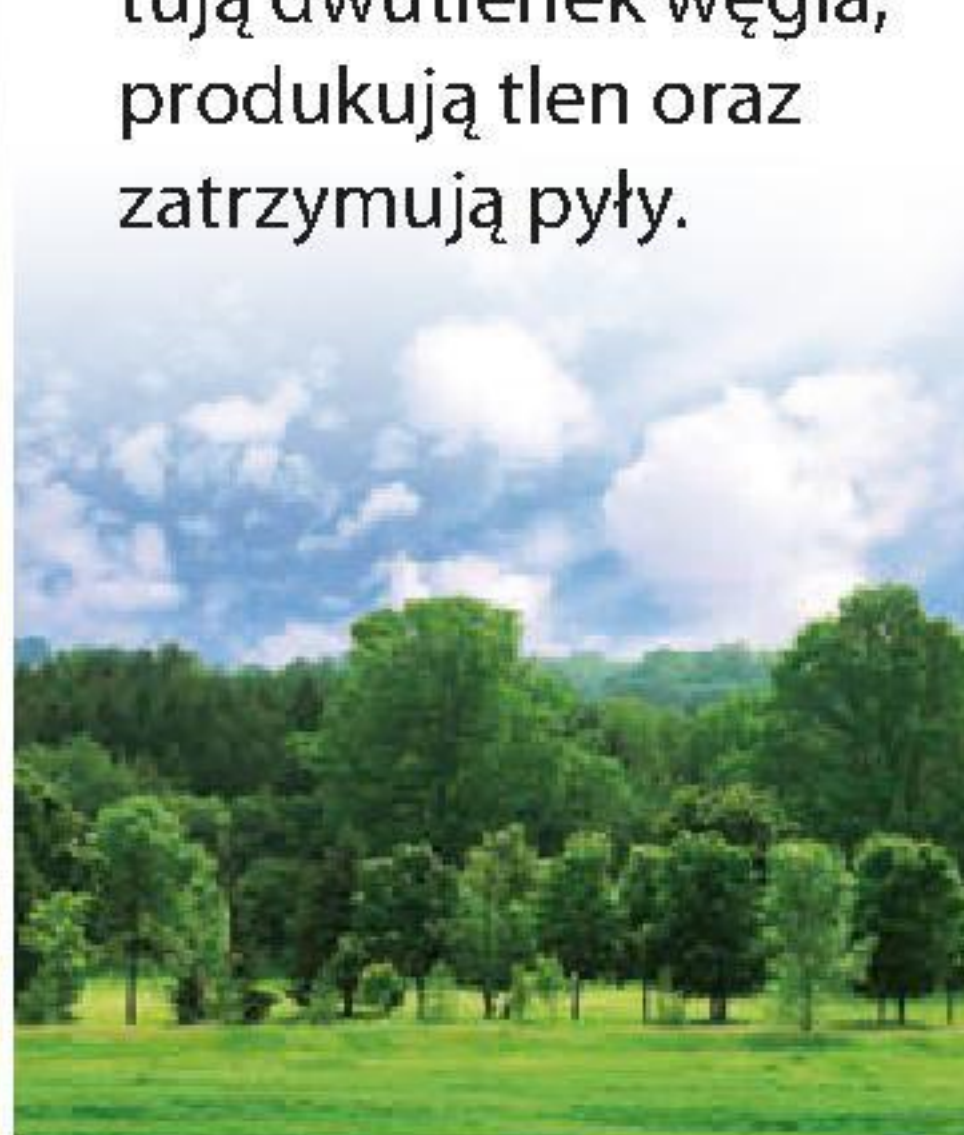
Niektóre z zasobów odnawialnych wyczerpują się na skutek eksploatacji. Zmniejsza się liczebność organizmów, zmieniają się właściwości fizyczne i chemiczne wody, powietrza oraz gleby. Jeśli tempo wykorzystywania tych zasobów nie jest zbyt szybkie, są one w stanie się odtworzyć dzięki naturalnym procesom.

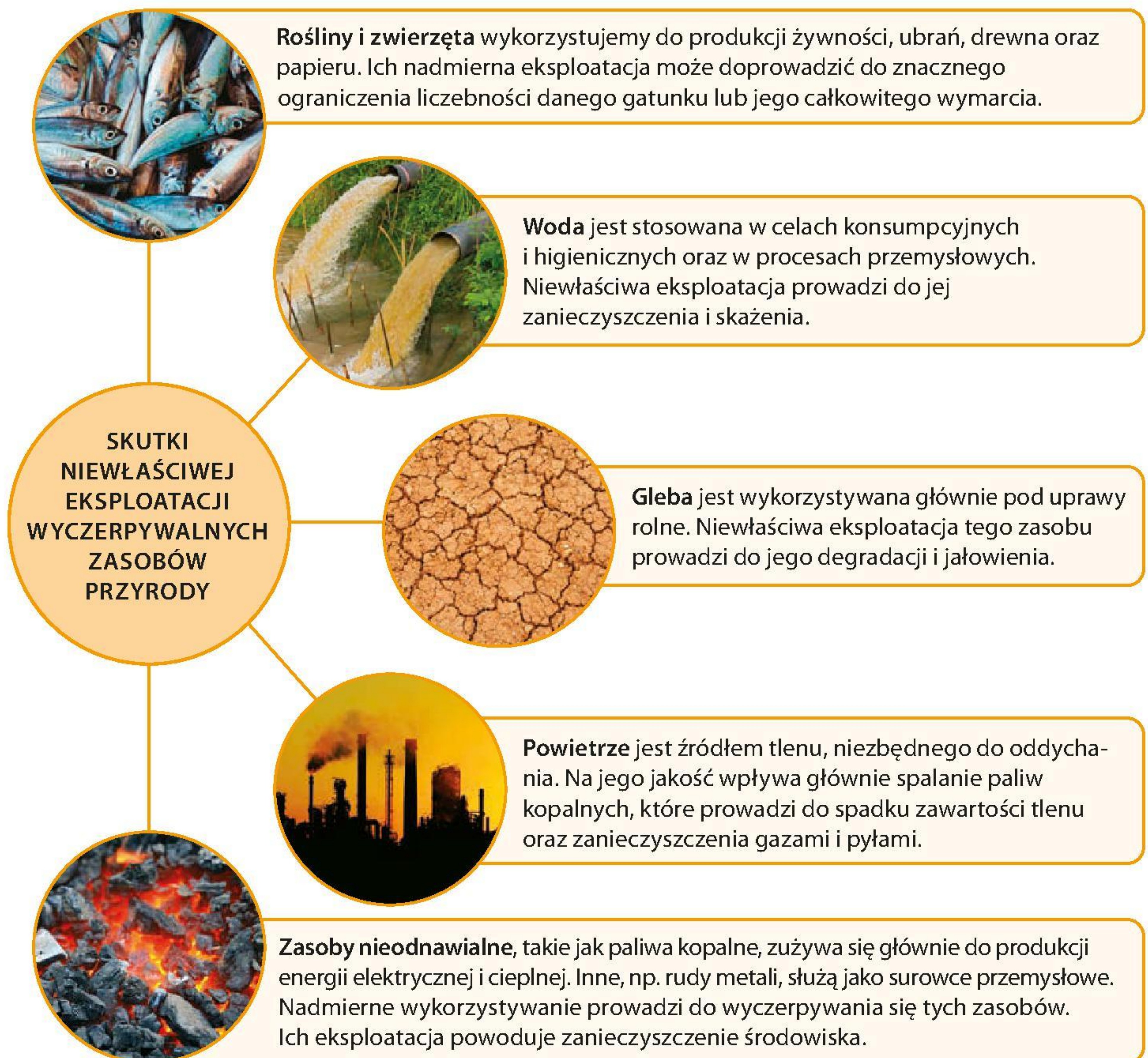
- **Organizmy** odnawiają swoją liczebność dzięki rozmnażaniu.

- **Powietrze** oczyszcza się w dużym stopniu dzięki obecności roślin, które wychwytyją dwutlenek węgla, produkują tlen oraz zatrzymują pyły.

- **Woda** oczyszcza się dzięki naturalnym biologicznym i chemicznym procesom, które przywracają jej pierwotny skład.

- **Gleba** odtwarza się na skutek stale zachodzących procesów glebotwórczych – wietrzenia skał i aktywności organizmów glebowych.





■ Zrównoważony rozwój

Zapotrzebowanie na zasoby przyrody stale wzrasta, co prowadzi do ich nadmiernej eksploatacji. W przypadku zasobów wyczerpywalnych może to skutkować ich bezpowrotną utratą. Należy więc racjonalnie gospodarować zasobami odnawialnymi i ograniczać pozyskiwanie energii z paliw kopalnych.

Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii, choć korzystne dla środowiska, ma także negatywne skutki. Pracujące turbiny elektrowni wiatrowych są źródłem hałasu, a ich śmigła mogą być niebezpieczne dla przelatujących ptaków. Z kolei budowa i eksploatacja

elektrowni wodnych często powoduje poważne zmiany w krajobrazie, m.in. zalanie dużych obszarów dolin rzecznych. Utrudnia też migrację niektórych gatunków ryb.

W celu ochrony zasobów przyrody przed wyczerpaniem oraz środowiska przed degradacją w połowie XX wieku przedstawiciele wielu państw stworzyli **zasadę zrównoważonego rozwoju**. Zgodnie z nią rozwój ekonomiczny oraz gospodarczy państw powinien przebiegać tak, żeby zaspokajać potrzeby obecnych pokoleń i nie ograniczać tej możliwości przyszłym pokoleniom.

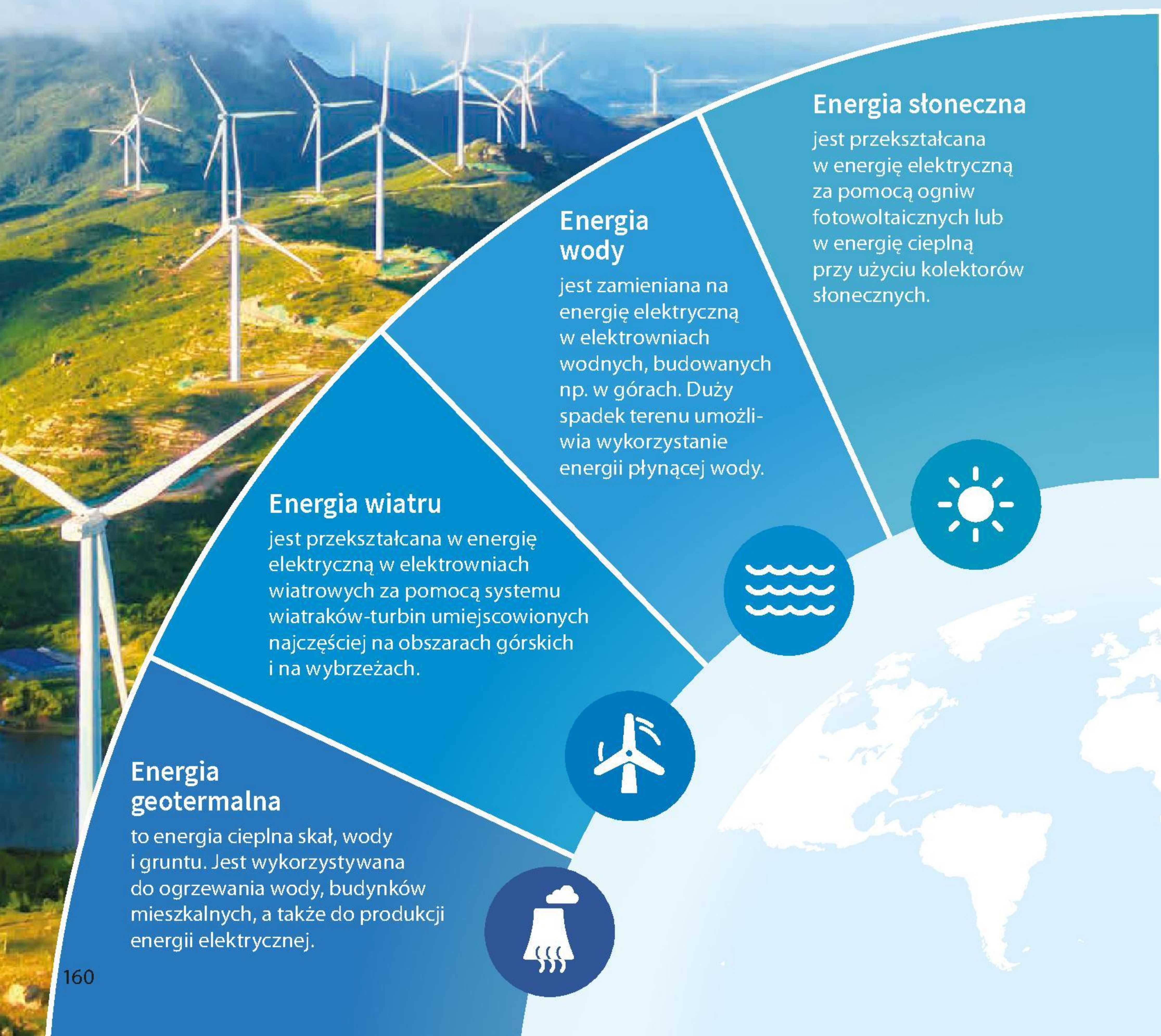
Jak racjonalnie gospodarować zasobami przyrody?

Zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju należy ograniczać zużycie paliw kopalnych, a w zamian stosować odnawialne źródła energii. Należy także dbać o zasoby, które mogą się odnawiać pod warunkiem ich odpowiedzialnego wykorzystywania.



W Polsce około 10% energii elektrycznej pochodzi z odnawialnych źródeł energii.

■ Uzyskiwanie energii z innych źródeł niż paliwa kopalne





75% gospodarstw domowych w Polsce odprowadza ścieki do oczyszczalni ścieków.



W 2019 r. zlikwidowano w Polsce 85% dzikich wysypisk śmieci.

■ Odpowiedzialne korzystanie z odnawialnych zasobów przyrody

Poprawa jakości wody

wiąże się głównie z jej oszczędnym wykorzystaniem oraz ochroną przed zanieczyszczeniami. Liczba oczyszczalni ścieków w Polsce w ostatnich 20 latach wzrosła o ponad 35%.



Ograniczenie eksploatacji organizmów

polega na przestrzeganiu limitów wycinki drzew, połowu ryb i polowań. Po zawieszeniu odstrzału łosi w Polsce w ciągu 20 lat ich liczebność wzrosła z 1,5 tys. do ponad 20 tys. osobników.



Poprawa jakości powietrza

opiera się przede wszystkim na ograniczaniu emisji zanieczyszczeń gazowych i pyłowych. W 2019 r. odnotowano w Polsce spadek ilości wyemitowanych pyłów o 15% w porównaniu do poprzedniego roku.



Dbanie o czystą i żyzną glebę

polega na ograniczaniu stosowania nawozów sztucznych, ochronie przed wyjałowieniem i zanieczyszczeniami.



Ochrona zasobów przyrody na co dzień

Każdy z nas codziennie korzysta z zasobów przyrody. Możemy w znacznym stopniu przyczynić się do ich racjonalnego wykorzystywania. Wystarczy wprowadzić tylko kilka zmian w naszych nawykach.

■ Jak możesz chronić przyrodę?

- **Nie wyrzucaj śmieci** w nieodpowiednich miejscach, ponieważ przyczynia się to do skażenia środowiska.
- **Korzystaj z roweru** lub komunikacji miejskiej zamiast samochodu, dzięki temu zmniejszysz produkcję spalin.
- **Odłączaj od prądu sprzęty elektroniczne** po ich naładowaniu, dzięki temu ograniczysz zużycie energii.
- **Segreguj śmieci.** Umożliwi to recykling, czyli powtórne wykorzystanie surowców, np. papieru, szkła czy plastiku.



To najważniejsze!

- **Zasobami przyrody** nazywamy wszystkie elementy przyrody, które są wykorzystywane przez człowieka.
- Wyróżnia się zasoby **niewyczerpywalne** (np. energia słoneczna, energia wiatru), które stale się odnawiają, oraz zasoby **wyczerpywalne**. Do zasobów wyczerpywalnych zalicza się zasoby **odnawialne** (organizmy, woda, powietrze i gleba) oraz **nieodnawialne** (np. paliwa kopalne).
- **Zrównoważony rozwój** zakłada korzystanie z zasobów przyrody w sposób, który nie spowoduje ich wyczerpania oraz degradacji środowiska. Racjonalne gospodarowanie zasobami przyrody jest ważnym elementem zrównoważonego rozwoju.

Ćwiczenia

1. Wymień rodzaje i przykłady zasobów przyrody.
2. Przedstaw zasadę zrównoważonego rozwoju.
3. Podaj po jednym przykładzie racjonalnego wykorzystania organizmów, wody, powietrza i gleby.
4. Wyjaśnij, na czym polega racjonalna gospodarka zasobami nieodnawialnymi.

Zwróć uwagę na:

- cele ochrony przyrody,
- czynniki kształtujące różnorodność biologiczną.

Postęp cywilizacyjny sprawił, że większość terenów naszego kraju została przekształcona. Naturalne ekosystemy zanikały w miarę rozwoju cywilizacji. W ich miejscu pojawiały się domy, pola, fabryki i kopalnie. Aby wszystkie ekosystemy naturalne nie zostały przekształcone, na początku XX wieku zaczęto opracowywać sposoby ochrony przyrody.

Obecnie **ochrona przyrody** ma na celu zachowanie, właściwe wykorzystanie i odnawianie zasobów przyrody oraz jej składników. Wyróżnia się ochronę **obszarową**, **indywidualną** i **gatunkową**. Wiąże się ona między innymi z zakazami: niszczenia, uszkodzania, przekształcania lub zanieczyszczania.

■ Ochrona obszarowa

Ochroną obszarową obejmuje się tereny szczególnie cenne pod względem przyrodniczym, krajobrazowym lub kulturowym. Do najważniejszych form ochrony obszarowej w Polsce należą parki narodowe, rezerваты przyrody i parki krajobrazowe.

- **Parki narodowe** to obszary o powierzchni co najmniej 1000 hektarów, z przyrodą zachowaną w stanie niezmienionym lub mało zmienionym przez człowieka. Wokół każdego parku narodowego wyznacza się **otulinę** – obszar zabezpieczający przed niekorzystnym wpływem sąsiednich, przekształconych przez ludzi terenów.
- **Rezerваты przyrody** są mniejsze od parków narodowych. Służą ochronie cennych naturalnych lub mało zmienionych ekosystemów oraz rzadkich roślin i zwierząt wraz z ich siedliskami. Należy do nich na przykład rezerwat Jezioro Łuknajno.
- **Parki krajobrazowe** tworzy się w miejscach atrakcyjnych przyrodniczo, o dużej wartości kulturowej i historycznej. Na tych terenach działalność jest prowadzona zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju. Na przykład pozwala się tam na uprawę pól lub wyręb określonej liczby drzew pod warunkiem, że nie wpłynie to znacząco na ekosystem.



Suwalski Park Krajobrazowy jest najstarszym tego typu obszarem chronionym w Polsce. Jego łączna powierzchnia wynosi ponad 6000 ha.

Parki narodowe Polski

W Polsce istnieją 23 parki narodowe. Łącznie zajmują ponad 300 000 ha, co stanowi ok. 1% powierzchni kraju. Dziewięć parków narodowych (oznaczonych na mapie kolorem czerwonym) obejmuje ochroną ekosystemy unikalne w skali całego świata.

- | | |
|-----------------------------------|---------------------------------|
| 1 Babiogórski Park Narodowy | 13 Ojcowski Park Narodowy |
| 2 Białowieski Park Narodowy | 14 Pieniński Park Narodowy |
| 3 Biebrzański Park Narodowy | 15 Poleski Park Narodowy |
| 4 Bieszczadzki Park Narodowy | 16 Roztoczański Park Narodowy |
| 5 Park Narodowy „Bory Tucholskie” | 17 Słowiński Park Narodowy |
| 6 Drawieński Park Narodowy | 18 Świętokrzyski Park Narodowy |
| 7 Gorczański Park Narodowy | 19 Tatrzański Park Narodowy |
| 8 Park Narodowy Gór Stołowych | 20 Park Narodowy „Ujście Warty” |
| 9 Kampinoski Park Narodowy | 21 Wielkopolski Park Narodowy |
| 10 Karkonoski Park Narodowy | 22 Wigierski Park Narodowy |
| 11 Magurski Park Narodowy | 23 Woliński Park Narodowy |
| 12 Narwiański Park Narodowy | |



Biebrzański Park Narodowy
jest największy w Polsce.
Zajmuje prawie 60 000 ha.

Jak chroni się przyrodę w parkach narodowych?

W parkach narodowych znajdują się obszary objęte różnymi rodzajami ochrony. Na obszarach objętych **ochroną ścisłą** obowiązuje zakaz ingerencji człowieka w ekosystem. Przyroda na takich terenach podlega jedynie naturalnym procesom. Ochroną ścisłą jest objętych 21% powierzchni parków narodowych w Polsce. Na pozostałych obszarach dopuszcza się m.in. działania, które mają na celu ochronę właściwego stanu przyrody.



Ścieżki dydaktyczne w parkach narodowych tworzy się na obszarach, które nie są objęte ochroną ścisłą.

1 Babiogórski Park Narodowy

Obszar: prawie 3400 ha

Charakterystyczne gatunki

- zwierząt: niedźwiedź brunatny, ryś, wilk, myszołów, głuszec
- roślin: okrzyn jeleni, rogownica alpejska

Park ten leży we wschodniej części Beskidu Żywieckiego. Powstał m.in. ze względu na charakterystyczny dla gór piętrowy układ roślinności i występowanie rzadkich gatunków roślin naskalnych.



Okryz jeleni

2 Białowiecki Park Narodowy

Obszar: ponad 10 500 ha

Charakterystyczne gatunki

- zwierząt: żubr, ryś, wilk, wydra, jenot, kuna leśna, łось, tchórz
- roślin: liczne storczyki, lilia złotogłów, orlik pospolity

Obejmuje fragmenty Puszczy Białowieckiej – jedynej w środkowej Europie lasu z obszarami niezmiennymi przez człowieka. Na jego terenie żyje ok. 12 tysięcy gatunków zwierząt. Jest to jedna trzecia wszystkich gatunków zwierząt występujących w naszym kraju.



Żubr

4 Bieszczadzki Park Narodowy

Obszar: ponad 29 200 ha

Charakterystyczne gatunki

- zwierząt: niedźwiedź brunatny, ryś, żbik, żubr, orzeł przedni, puchacz, wąż Eskulapa
- roślin: pszeniec biały, goździk kartuzek, węży mord górski

Park obejmuje najciekawsze pod względem krajobrazowym i przyrodniczym partie górskie Bieszczadów. Zadaniem parku jest ochrona przyrody i krajobrazu polskich Karpat Wschodnich.



Ryś

5 Park Narodowy „Bory Tucholskie”

Obszar: ponad 4600 ha

Charakterystyczne gatunki

- zwierząt: puchacz, żuraw, zimorodek, ryjówka malutka, bóbr europejski
- roślin: żurawina błotna, rosiczki, zimoziół północny

Większą część parku zajmują lasy, głównie bory. Występują w nich liczne gatunki mchów, porostów i grzybów. Swoją ochroną park obejmuje również jeziora typowe dla terenów nizinnych Polski.



Sosna zwyczajna

9 Kampinoski Park Narodowy

Obszar: ponad 38 500 ha

Charakterystyczne gatunki

- zwierząt: łось, ryś, dzik, borsuk, czapla siwa, bocian czarny
- roślin: chamedafne północna, goździk piaskowy, zimoziół północny

W parku tym znajdują się rozległe obszary bagienne, lasy, a także śródlądowe wydmy. Na jego terenie żyje większość rodzimych gatunków ptaków oraz niemal połowa występujących w Polsce gatunków ryb.



Łoś

10 Karkonoski Park Narodowy

Obszar: prawie 6000 ha

Charakterystyczne gatunki

- zwierząt: siewka górską, płochacz halny, salamandra plamista, traszka górską, wiele gatunków nietoperzy
- roślin: skalnica śnieżna, dzwonek karkonoski, gnidosz sudecki

Park ten powstał, aby chronić krajobraz górski ukształtowany przez lodowiec. Występuje w nim bardzo zróżnicowana roślinność, w tym torfowiska oraz rozległe lasy świerkowe. Na obszarze objętym ochroną żyje m.in. 16 z 25 rodzimych gatunków nietoperzy.



Dzwonek karkonoski

15 Poleski Park Narodowy

Obszar: ponad 9700 ha

Charakterystyczne gatunki

- zwierząt: łось, traszka grzebieniasta, ropucha zielona, ropucha paskówka
- roślin: brzoza niska, wierzba lapońska, lepnica litewska

W parku tym występują torfowiska i rozległe rozlewiska, które stanowią ostoję ptaków wodno-błotnych i zapewniają im miejsca gniazdowania.



Żuraw

17 Słowiński Park Narodowy

Obszar: ponad 32 700 ha

Charakterystyczne gatunki

- zwierząt: mewa srebrzysta, bielik, bocian czarny, jeleń, sarna, dzik
- roślin: wydmuchrzyca piaskowa, mikołajek nadmorski

Park ten powstał, aby chronić ruchome wydmy, przybrzeżne jeziora, bagna i łąki wraz z żyjącymi tam organizmami.



Mewa

19 Tatrzański Park Narodowy

Obszar: prawie 21 200 ha

Charakterystyczne gatunki

- zwierząt: świstak, kozica, darniówka tatrzańska, niedźwiedź brunatny, orzeł przedni
- roślin: warzucha tatrzańska, szarotka alpejska

Park ten założono, aby chronić niepowtarzalną przyrodę wysokogórską.



Kozica

Obszary sieci Natura 2000

Europejska Sieć Ekologiczna Natura 2000 funkcjonuje w krajach należących do Unii Europejskiej. Na obszarach należących do sieci ochronie podlega około 200 najcenniejszych siedlisk przyrodniczych oraz ponad 1000 rzadkich i zagrożonych gatunków. Można tam prowadzić działalność gospodarczą jedynie pod warunkiem, że nie wpływa ona negatywnie na środowisko.

W ramach sieci Natura 2000
ochroną zostały objęte m.in. obszary występowania susła perełkowanego.



■ Ochrona indywidualna

Ochroną indywidualną obejmuje się niewielkie elementy przyrody, na przykład pojedyncze osobniki, obiekty przyrody nieożywionej albo małe fragmenty ekosystemów.

Do najważniejszych form ochrony indywidualnej w Polsce zalicza się:

- **pomniki przyrody** – pojedyncze elementy przyrody ożywionej (np. wyjątkowo stare drzewa) lub nieożywionej (np. głazy narzutowe) albo ich niewielkie skupiska;
- **stanowiska dokumentacyjne** – obszary o niedużej powierzchni ważne pod względem naukowym i dydaktycznym (np. jaskinie lub miejsca występowania skamieniałości i tworów mineralnych);
- **użytki ekologiczne** – niewielkie obszary ważne dla zachowania różnorodności biologicznej (np. starorzecza, śródpolne i śródleśne oczka wodne, skarpy lub kępy drzew i krzewów).



Pomnik przyrody dąb Bartek jest jednym z najstarszych dębów w Polsce. Ma około 650 lat i 30 metrów wysokości. Obwód jego pnia przy ziemi przekracza 13 metrów.



Stanowisko dokumentacyjne „Blachówka” zostało utworzone w celu ochrony zbocza skalnego pozostałego po dawnym kamieniołomie. Dziś jest m.in. miejscem gniazdowania aż 10 gatunków nietoperzy.

■ Ochrona gatunkowa

Ochroną gatunkową obejmuje się gatunki rzadkie lub zagrożone wyginięciem. W ramach tej formy ochrony są wprowadzane między innymi zakazy:

- zabijania i okaleczania przedstawicieli chronionych gatunków,
- chwytania lub płoszenia chronionych zwierząt,
- hodowli zwierząt objętych ochroną,
- sprzedaży i posiadania żywych lub martwych okazów gatunków chronionych,
- zrywania chronionych roślin i grzybów,

- niszczenia gniazd, mrowisk czy nor chronionych zwierząt,
- wywożenia za granicę przedstawicieli chronionych gatunków,
- umyślnego wprowadzania chronionych roślin i zwierząt do środowiska naturalnego.

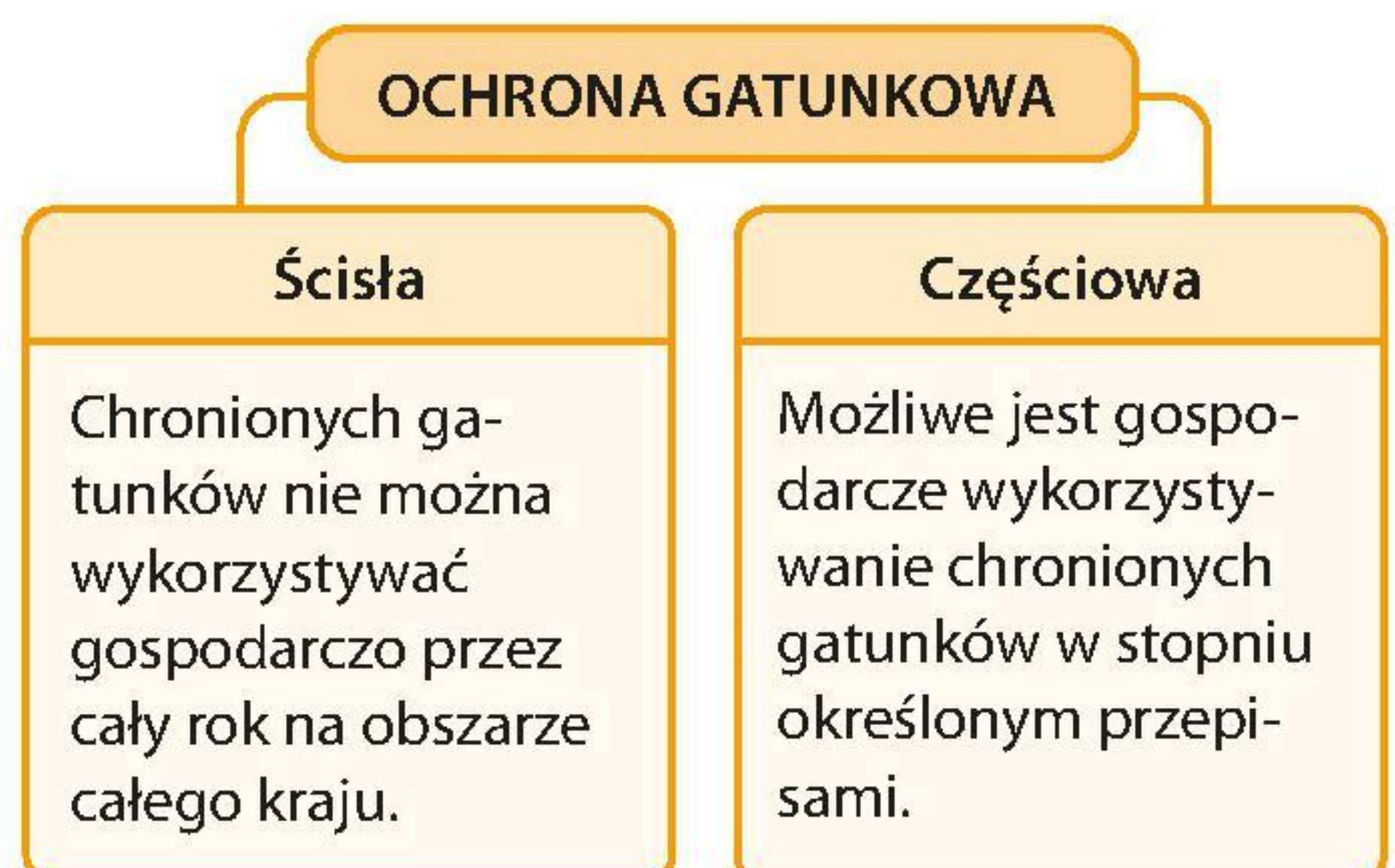
Ochrona gatunkowa obejmuje również **ochronę siedlisk** chronionych gatunków. W tym celu na określonych obszarach wyznacza się strefy ochronne, na których zakazuje się między innymi przebywania osób i budowania obiektów.

Ścisła i częściowa ochrona gatunkowa

Człowiek zabija zwierzęta i zrywa rośliny oraz grzyby, żeby pozyskać pożywienie, substancje lecznicze lub niezbędne surowce. Gospodarcze wykorzystanie gatunków chronionych podlega jednak wielu ograniczeniom. Zależnie od stopnia tych ograniczeń wyróżnia się ochronę gatunkową ścisłą i częściową.



Bielik to największy drapieżny ptak Europy. W naszym kraju jest objęty ścisłą ochroną gatunkową.



Ślimak winniczek jest w naszym kraju objęty ochroną częściową. W celach konsumpcyjnych można go zbierać jedynie w maju.

Gatunki chronione w Polsce

W Polsce ochroną gatunkową obejmuje się gatunki zagrożone wyginięciem lub gatunki rzadkie. Łącznie tą formą ochrony jest objętych ponad 800 gatunków zwierząt, 700 gatunków roślin oraz 300 gatunków grzybów.

■ Zwierzęta chronione



Modliszka zwyczajna występuje w ciepłych, dobrze nasłonecznionych miejscach. Zagrożają jej: niszczenie naturalnych siedlisk, wahania klimatyczne i zbieranie w celach kolekcjonerskich.



Wąż Eskulapa w Polsce występuje jedynie w Bieszczadach. Zagrożenie dla tego gatunku stanowi: niszczenie siedlisk oraz rozwój turystyki górskiej. Często bywa także chwytywany przez kolekcjonerów.



Ryś jest największym żyjącym w Polsce przedstawicielem kotowatych. Występuje tylko w dużych lasach. Jest zagrożony wyginięciem wskutek kłusownictwa oraz fragmentacji siedlisk.



Zimorodek to niewielki ptak drapieżny żywiący się rybami. Gniazduje w norach wykopanych na piaszczystych skarpach nad brzegami wód. Spadek jego liczebności wiąże się z pogarszaniem się jakości wód.

Salamandra plamista występuje na południu Polski, na terenach górskich. Zagroża jej wycinanie lasów, zabudowywanie brzegów potoków i zanieczyszczenie wód.



■ Rośliny chronione



Obuwik pospolity to gatunek z rodziny storczykowatych. Rośnie głównie w lasach liściastych lub na przyleśnych łąkach i torfowiskach. Zagrożeniem jest dla niego zarastanie siedlisk.



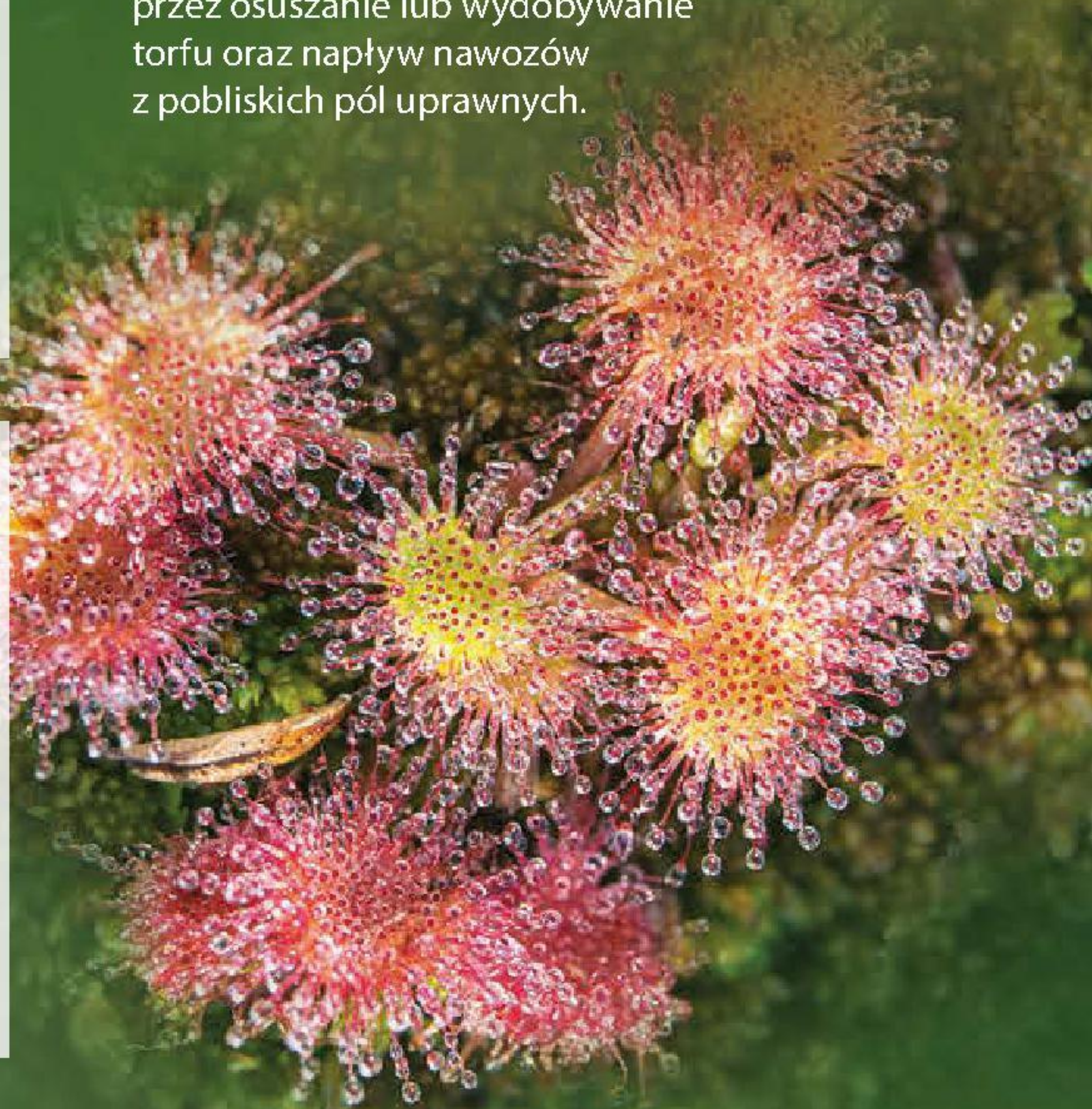
Szachownica kostkowata rośnie na wilgotnych łąkach, dlatego zagrożenie stanowi dla niej osuszanie łąk.

■ Grzyby chronione



Wilgotnica czapczkowata to grzyb, który rośnie na terenach górskich, głównie wśród traw. Zagrożeniem dla tego gatunku jest sukcesja, czyli zarastanie łąk i pastwisk.

Rosiczka okrągłolistna to roślina owadożerna rosnąca głównie na torfowiskach, na glebach ubogich w azot. Zagrożeniem dla tego gatunku jest niszczenie torfowisk przez osuszanie lub wydobywanie torfu oraz napływ nawozów z pobliskich pól uprawnych.



Gwiazdosz workowaty to grzyb, który rośnie głównie w lasach liściastych, na piaszczystych glebach. Głównym zagrożeniem dla tego gatunku jest zmniejszanie się naturalnych terenów leśnych.



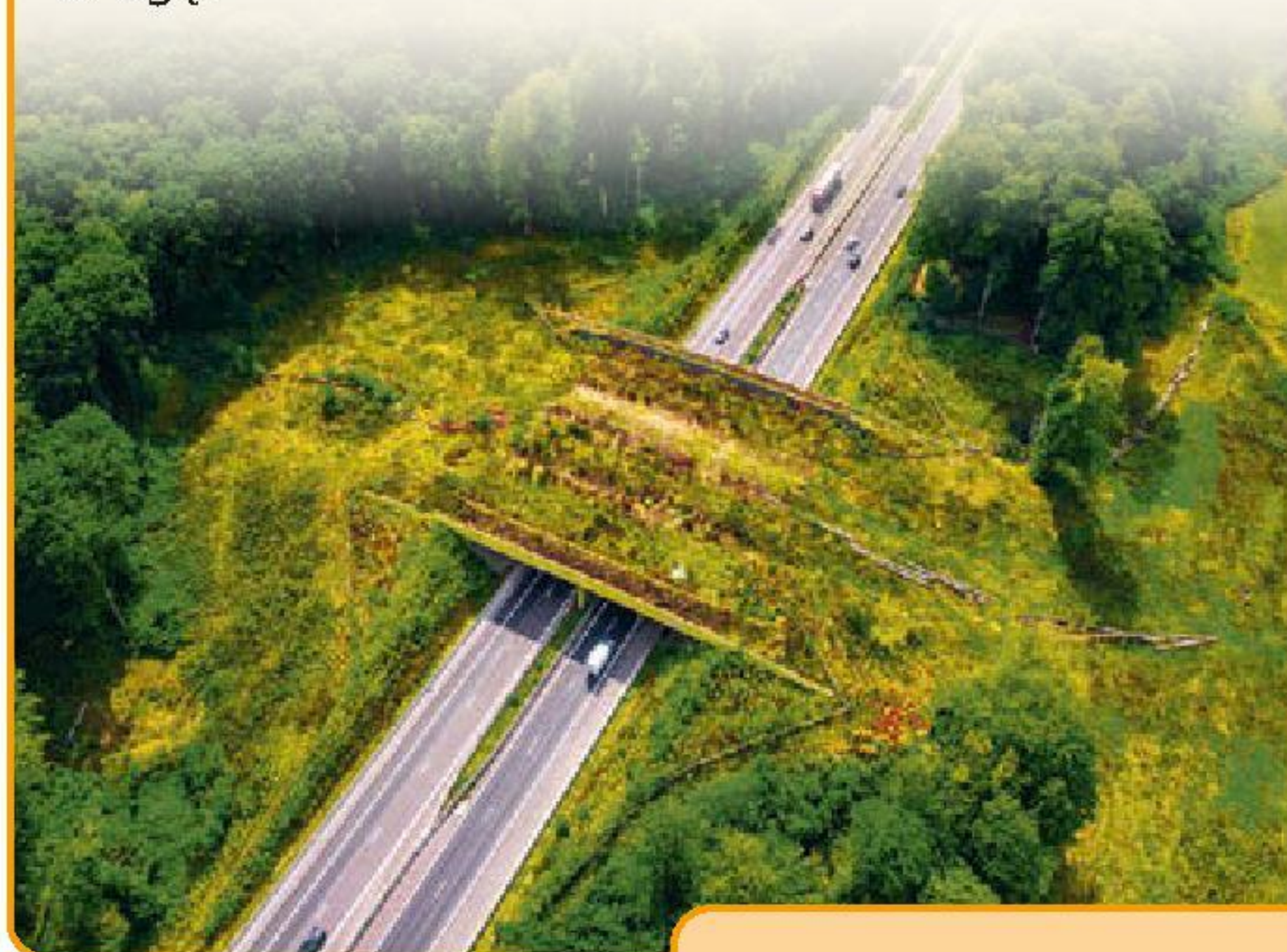
■ Jak chronimy przyrodę?

Ochrona przyrody na określonych obszarach obejmuje między innymi zakazy ich zaśmiecania lub wznoszenia na nich budowli, a w przypadku gatunków – zrywania, zabijania lub hodowli ich przedstawicieli. W niektórych sytuacjach samo przestrzeganie zakazów może nie wystarczyć do tego, aby zachować ekosystem w jego niezmienionym stanie lub uchronić zagrożony gatunek przed

wyginieciem. Konieczne jest wówczas podjęcie działań ochronnych. Taki sposób ochrony, który zakłada ingerencję człowieka w naturalne procesy zachodzące w środowisku, nazywamy **czynną ochroną przyrody**. Do jej przykładów należą takie działania, jak: koszenie łąk, likwidacja gatunków inwazyjnych lub odtwarzanie liczebności gatunków zagrożonych.

Korytarze ekologiczne (przejścia dla zwierząt)

Umożliwiają zwierzętom przemieszczanie się, gdy ich siedliska zostały rozdzielone np. przez drogę.



Sztuczne gniazda

Sztuczne gniazda zapewniają chronionym ptakom, m.in. pustułkom, miejsca do rozrodu w zmienionym przez człowieka środowisku.



PRZYKŁADY CZYNNEJ OCHRONY PRZYRODY

Dokarmianie zwierząt

Powinno być prowadzone tylko wtedy, kiedy pokarmu w środowisku jest mniej lub jest on trudno dostępny, np. w czasie siarczystych mrozów.



Koszenie łąk

Koszenie łąk oraz usuwanie z nich drzew to działania, które mają na celu zahamowanie naturalnych przemian tych ekosystemów, czyli ich zarastania.



Na ratunek zagrożonym gatunkom zwierząt

Niektóre gatunki mają zbyt niską liczebność, aby przetrwać w warunkach naturalnych. Można im pomóc dzięki czynnym działaniom ochronnym. Przedstawiciele zagrożonego gatunku umieszcza się w miejscu, w którym zapewnia się im odpowiednie warunki rozmnażania i rozwoju. Następnie wyhodowane osobniki są wypuszczane do środowiska naturalnego. W Polsce takim zabiegom poddano m.in. populacje żubra, bobra, rysia, foki szarej oraz żółwia błotnego.



Hodowla foki szarej w Polsce odbywa się w fokarium na Helu. Wyhodowane foki wypuszcza się do środowiska naturalnego, aby odtworzyć tam ich populację.



Populację żubrów w Polsce zaczęto odtwarzać w 1929 r. Pierwsze żubry były hodowane w rezerwacie Puszczy Białowieskiej. Obecnie na wolności żyje ok. 1500 osobników.



Odtwarzanie populacji rysia polega na umieszczeniu pary osobników pochodzących z niewoli w środowisku naturalnym, w specjalnie przygotowanych zabudowach. Młode takiej pary tworzą nową, dziką populację.



Odtwarzanie liczebności bobra w Polsce rozpoczęto w latach 70 XX w. W 1977 r. liczebność polskiej populacji bobra szacowano na 500 osobników. Obecnie gatunek ten liczy ponad 100 tys. osobników.

Ochrona żółwia błotnego polega m.in. na umieszczeniu jaj w specjalnym ośrodku. W odpowiednich warunkach wykluwają się z nich małe żółwiki, którymi naukowcy opiekują się przez całą zimę. Młode żółwie są wypuszczane na wolność wiosną.



Ogrody zoologiczne

Co o tym sądzisz?

Pierwotnie ogrody zoologiczne tworzone wyłącznie dla rozrywki. Obecnie służą one również do ochrony gatunków zagrożonych wyginięciem oraz upowszechniania wiedzy z ekologii, biologii i ochrony środowiska. Według zwolenników ogrody zoologiczne przyczyniają się do zachowania wielu gatunków, które wyginęłyby w środowisku naturalnym. Ich przeciwnicy uważają, że nadal wiele zwierząt przetrzymuje się w nieodpowiednich warunkach. A Ty co o tym sądzisz?



W niektórych ogrodach zoologicznych zwierzęta trzyma się w małych, sztucznie utworzonych stadach lub w izolacji. Ogranicza to ich kontakt z przedstawicielami swojego gatunku i innych gatunków.



W 1987 r. w niewoli żyło 30 kondorów kalifornijskich. Dzięki hodowli obecnie jest ich ponad 120. Część ptaków wypuszczono na wolność, gdzie doskonale sobie radzą.

To najważniejsze!

- **Ochrona przyrody** to działania mające na celu zachowanie, właściwe wykorzystanie i odnawianie zasobów przyrody oraz jej składników. Wyróżnia się ochronę **obszarową**, **indywidualną** i **gatunkową**.
- Gatunki mogą być objęte ochroną **ściłą** lub **częściową**. Ochrona ścisła oznacza zakaz gospodarczego wykorzystywania przedstawicieli chronionego gatunku przez człowieka, natomiast ochrona częściowa dopuszcza określony prawnie sposób ich wykorzystywania.
- Sposób ochrony przyrody, który zakłada ingerencję człowieka w naturalne procesy zachodzące w środowisku, nazywamy ochroną **czynną**. Do przykładów ochrony czynnej należą m.in.: dokarmianie zwierząt i koszenie łąk.

Ćwiczenia

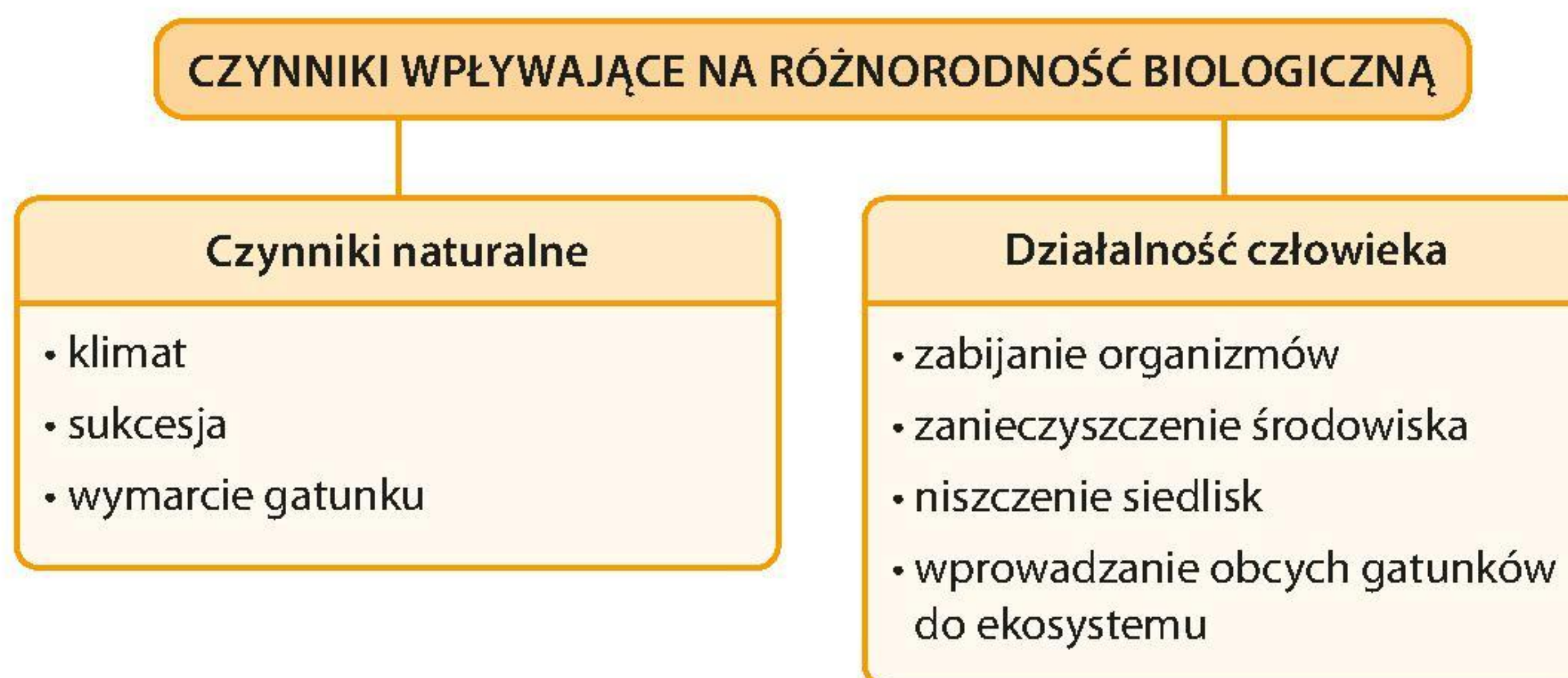
1. Wyjaśnij, w jakim celu chroni się przyrodę.
2. Scharakteryzuj obszarowe formy ochrony przyrody.
3. Podaj przykłady sytuacji, w których stosuje się czynną ochronę przyrody.
4. Na podstawie dostępnych źródeł informacji podaj przykład innego niż w podręczniku gatunku objętego w Polsce ochroną częściową.

Podsumowanie

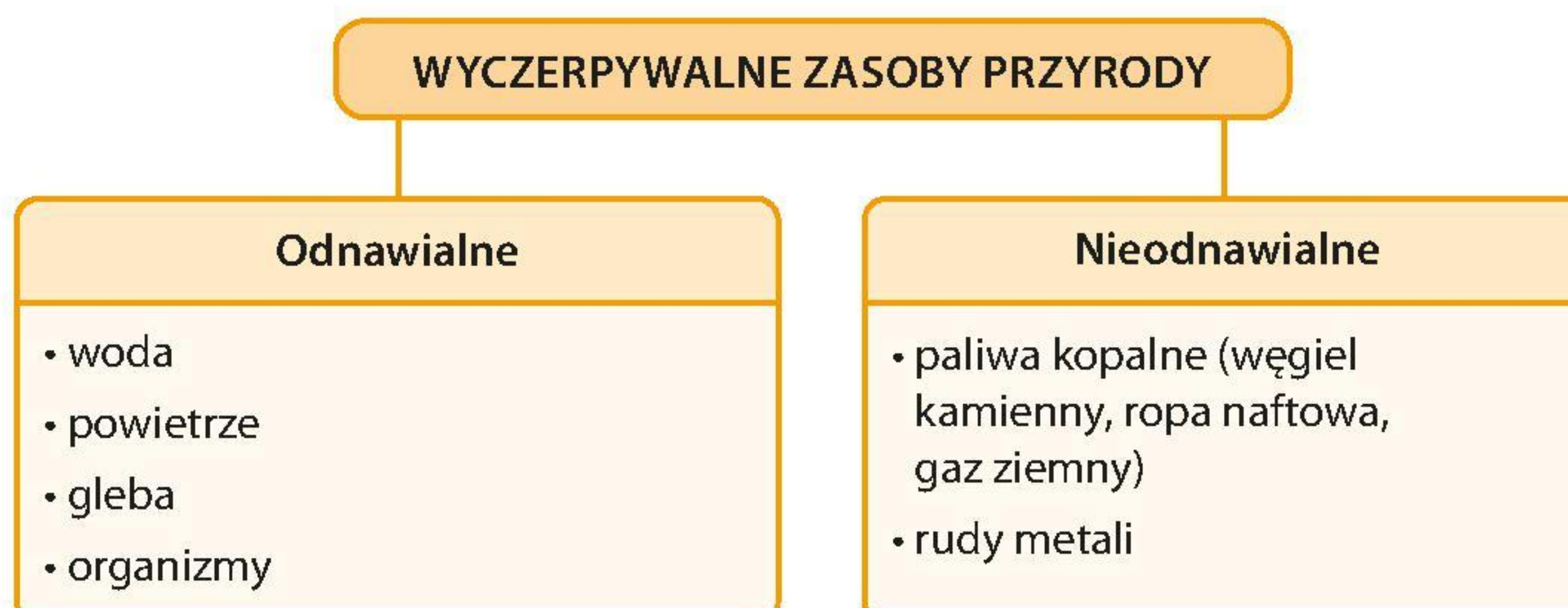
- 1 **Różnorodność biologiczna** to różnorodność form życia występujących na Ziemi oraz środowisk, które zamieszkują.
- 2 **Poziomy różnorodności biologicznej**

Różnorodność ekosystemowa	Różnorodność gatunkowa	Różnorodność genetyczna
bogactwo typów ekosystemów występujących na danym obszarze	rozmaitość gatunków występujących w danym ekosystemie	zmienność wśród przedstawicieli jednej populacji, wynikająca z występowania różnych wersji genów

- 3 Na różnorodność biologiczną mają wpływ czynniki naturalne oraz działalność człowieka.



- 4 **Zasoby przyrody** to wszystkie składniki przyrody, które człowiek wykorzystuje do zaspokojenia swoich potrzeb. Dzielimy je na zasoby niewyczerpywalne i wyczerpywalne.
- 5 **Zasoby niewyczerpywalne** to takie zasoby przyrody, z których człowiek może korzystać bez ograniczeń, ponieważ stale się odnawiają. Należą do nich: energia słoneczna, energia wiatru oraz energia geotermalna.
- 6 **Zasoby wyczerpywalne** wymagają oszczędnego wykorzystywania, ponieważ mogą się wyczerpać.



- 7 Zrównoważony rozwój** – zakłada korzystanie z zasobów przyrody w sposób, który nie spowoduje ich wyczerpania oraz degradacji środowiska. Zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju powinniśmy racjonalnie gospodarować zasobami przyrody.
- 8 Skutki niewłaściwej eksploatacji zasobów przyrody i przykłady działań w ramach zrównoważonego rozwoju**

Zasoby przyrody	Skutki niewłaściwej eksploatacji	Przykłady działań w ramach zrównoważonego rozwoju
Organizmy	znaczne ograniczenie liczebności danego gatunku lub jego wymarcie, np. w wyniku nadmiernego połowu ryb lub całkowitego wyrębu lasu	• właściwa gospodarka leśna • ustalanie limitów połowów oraz okresów ochronnych
Woda	zanieczyszczenie i skażenie, np. w wyniku odprowadzania ścieków z zakładów przemysłowych do rzek	• ochrona przed zanieczyszczeniami • oszczędne wykorzystywanie
Powietrze	spadek zawartości tlenu i zanieczyszczenie powietrza szkodliwymi gazami oraz pyłami, np. wskutek spalania surowców energetycznych	• instalowanie filtrów na kominach fabryk • ograniczenie emisji spalin samochodowych
Gleba	degradacja i jałowienie gleby, np. w wyniku nadmiernego nawożenia czy osuszania terenów podmokłych	• ochrona przed zanieczyszczeniami • właściwa gospodarka rolna
Zasoby nieodnawialne	wyczerpywanie zasobów i zanieczyszczenie środowiska, np. wskutek nadmiernej ich eksploatacji	• ograniczanie wykorzystywania zasobów nieodnawialnych • korzystanie z alternatywnych źródeł energii

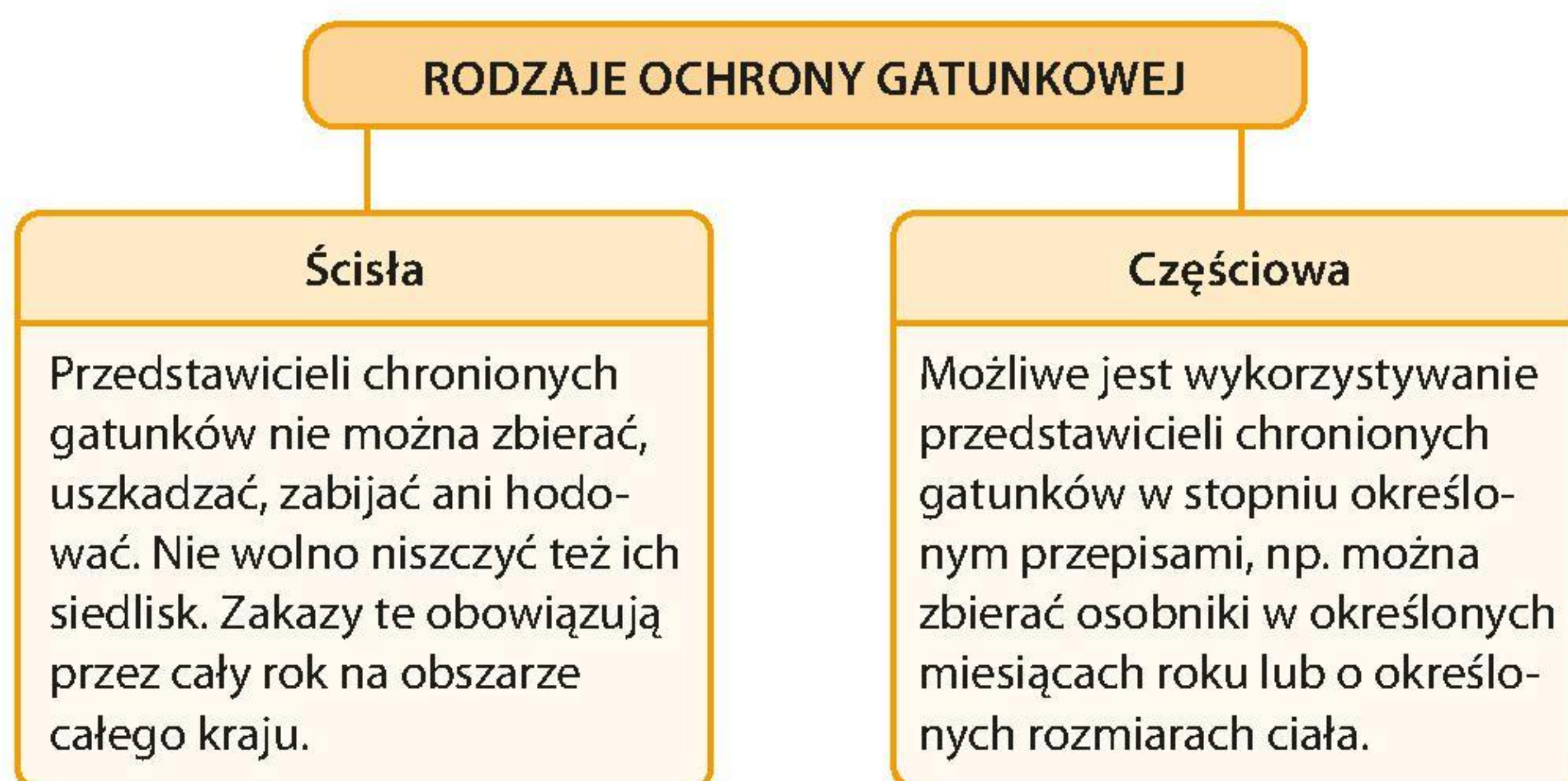
- 9** Do codziennych działań, które przyczyniają się do racjonalnego wykorzystania zasobów przyrody należą m.in.:
- segregacja śmieci,
 - ograniczanie korzystania z samochodów na rzecz komunikacji miejskiej lub roweru,
 - wyłączanie urządzeń elektrycznych, gdy nie są używane.
- 10 Ochrona przyrody** zakłada zachowanie, właściwe wykorzystanie i odnawianie zasobów przyrody oraz jej składników. Wyróżnia się ochronę **obszarową**, **indywidualną** i **gatunkową**.

Ochrona przyrody	Przedmiot ochrony	Najważniejsze formy ochrony w Polsce
Obszarowa	tereny szczególnie cenne pod względem przyrodniczym, krajo- brazowym lub kulturowym	• parki narodowe • rezerваты przyrody • parki krajobrazowe • obszary Natura 2000
Indywidualna	niewielkie elementy przyrody, np. pojedyncze osobniki, obiekty przy- rody nieożywionej albo małe frag- menty ekosystemów	• pomniki przyrody • stanowiska dokumentacyjne • użytki ekologiczne
Gatunkowa	rzadkie lub zagrożone wyginięciem gatunki roślin, zwierząt i grzybów	• 800 gatunków zwierząt • 300 gatunków roślin • 300 gatunków grzybów

- 11** Ochrona obszarowa obejmuje tereny cenne pod względem przyrodniczym, krajobrazowym i kulturowym.

Forma ochrony obszarowej	Opis
Park narodowy	Obszar o powierzchni co najmniej 1000 ha, którego przyroda jest zachowana w stanie niezmienionym lub mało zmienionym przez człowieka.
Rezerwat przyrody	Obszar mniejszy od parku narodowego. Służy ochronie cennych ekosystemów oraz rzadkich roślin i zwierząt wraz z ich siedliskami.
Park krajobrazowy	Obszar, który obejmuje miejsca atrakcyjne przyrodniczo, o dużej wartości kulturowej i historycznej. W jego obrębie można prowadzić działalność gospodarczą, ale tylko zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju.

- 12** Ze względu na możliwość gospodarczego wykorzystania chronionego gatunku wyróżnia się ochronę gatunkową ścisłą i częściową.



- 13** Sposób ochrony, który zakłada ingerencję człowieka w środowisko, nazywamy **czynną ochroną przyrody**. Do jej przykładów należą: koszenie łąk, likwidacja gatunków inwazyjnych lub odtwarzanie liczebności gatunków zagrożonych.

Sposób na zadania

1. Lasy namorzynowe to bogate przybrzeżne ekosystemy strefy międzyzwrotnikowej. Silnie splątane korzenie drzew stanowią siedlisko kilkudziesięciu gatunków ryb i krewetek. Korzenie chronią też wrażliwe na zanieczyszczenia koralowce, dzięki zatrzymywaniu osadów spływających z lądu, a tym samym oczyszczaniu przybrzeżnych wód. Lasy namorzynowe zatrzymują więcej CO₂ niż wilgotne lasy równikowe na wyżynach.

<http://www.chronmyklimat.pl/wideo/nauka-o-klimacie/lasynamorzynowewielkiemagazynycosub2sub>
(dostęp: 17.05.2021).

Na podstawie informacji przedstawionych w tekście oceń prawdziwość podanych zdań. Wybierz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	Niszczenie lasów namorzynowych prowadzi do zwiększenia różnorodności gatunkowej zwierząt.	P	F
2.	Lasy namorzynowe przyczyniają się do zmniejszenia zanieczyszczenia wody i powietrza.	P	F

Wskazówka 1. Przeczytaj uważnie tekst.

Zwróć uwagę na wpływ lasów namorzynowych na wymienione w tekście elementy przyrody żywej (ryby, krewetki, koralowce) i elementy przyrody nieożywionej (woda, powietrze).

Wskazówka 2. Przeczytaj zdania, które masz ocenić.

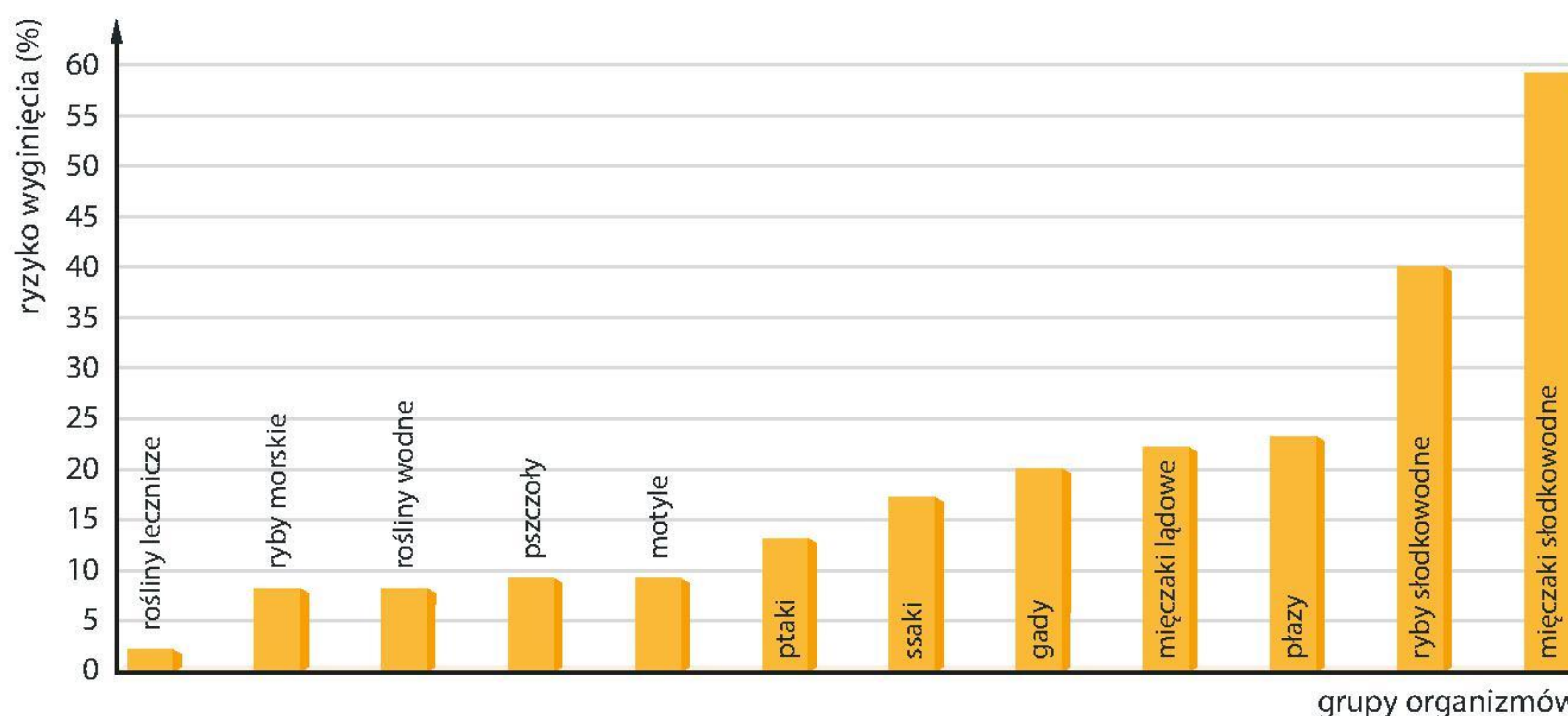
Czytaj kolejno zdania. Do każdego z nich wyszukaj odpowiednie fragmenty tekstu.

Zdanie 1. W tekście znajduje się informacja, że korzenie drzew w lesie namorzynowym stanowią siedlisko kilkudziesięciu gatunków ryb i krewetek, a jednocześnie chronią koralowce przed zanieczyszczeniami. Skutkiem zniszczenia lasów namorzynowych byłoby więc wyginiecie wielu gatunków zwierząt (ryb, krewetek i koralowców), czyli zmniejszenie, a nie zwiększenie ich różnorodności gatunkowej. Z tego wynika, że zdanie 1 jest fałszywe.

Zdanie 2. W tekście jest informacja o tym, że lasy namorzynowe pochłaniają dużo CO₂ – gazu, który przyczynia się do zanieczyszczenia powietrza. Jednocześnie korzenie drzew w lasach namorzynowych oczyszczają wodę. Z tego wynika, że zdanie 2 jest prawdziwe.

Poprawna odpowiedź: 1.F, 2.P

2. Na całym świecie w zastraszającym tempie zmniejsza się liczba gatunków organizmów.



<https://www.europarl.europa.eu/news/pl/headlines/society/20200519STO79424/zagrozonesan> - (dostęp: 17.05.2021).

2.1. Na wykresie przedstawiono grupy organizmów najbardziej zagrożonych wyginięciem w Europie. Na podstawie danych umieszczonych na wykresie podaj nazwę grupy bezkręgowców lądowych o największym ryzyku wyginięcia.

Wskazówka 1. Przeanalizuj wykres.

Zwróć uwagę na to, że grupy organizmów przedstawiono na wykresie w kolejności zgodnej z rosnącym ryzykiem ich wyginięcia – słupki odpowiadające najbardziej zagrożonym organizmom znajdują się po prawej stronie wykresu.

Wskazówka 2. Przeczytaj uważnie polecenie i wróć do wykresu.

Znajdź wśród grup organizmów najbardziej zagrożonych wyginięciem bezkręgowce lądowe.

Poprawna odpowiedź: mięczaki lądowe

2.2. Według założeń naukowców do 2050 roku z powodu zmian klimatycznych wywołanych działalnością człowieka wyginie 15–37% gatunków roślin i zwierząt.

Wymień dwa przykłady działalności człowieka, które mają wpływ na zmiany klimatyczne i opisz, w jaki sposób do tych zmian dochodzi.

Wskazówka 1. Przeczytaj uważnie polecenie.

Zwróć uwagę na czynności, które masz do wykonania (wymień, opisz) oraz liczbę przykładów, które masz podać.

Wskazówka 2. Przypomnij sobie wiadomości na temat zmian klimatycznych.

Jakie zjawisko jest główną przyczyną zmian klimatycznych? Na czym ono polega i co je powoduje? W jaki sposób człowiek przyczynia się do jego powstania?

Przykładowe odpowiedzi:

1. Spalanie surowców energetycznych, co powoduje emisję do atmosfery różnych gazów cieplarnianych, głównie CO_2 , a w konsekwencji nasilenie efektu cieplarnianego.
2. Wycinanie lasów, które pochłaniają CO_2 , co powoduje zwiększenie stężenia tego gazu i nasilenie efektu cieplarnianego.

3. Spośród wymienionych zasobów przyrody wybierz i zaznacz te, które należą do zasobów odnawialnych.

- A. organizmy
- B. woda
- C. ruda żelaza
- D. gleba
- E. wapień

Wskazówka 1. Przeczytaj uważnie polecenie.

Zwróć uwagę, że masz podkreślić więcej niż jedną odpowiedź.

Wskazówka 2. Przypomnij sobie wiadomości na temat zasobów przyrody.

Według jakiego kryterium możemy podzielić zasoby przyrody? Które z wymienionych zasobów przyrody odtwarzają się dzięki naturalnym procesom?

Poprawne odpowiedzi: A, B, D

Sprawdź, czy potrafisz

1 Przyporządkuj pojęcia do odpowiednich opisów. (4 p.)

- A. różnorodność gatunkowa
- B. różnorodność genetyczna
- C. różnorodność ekosystemowa
- D. różnorodność biologiczna

1. Bogactwo siedlisk wodnych i lądowych wraz z organizmami, które je zamieszkują.
2. Daje większe możliwości przetrwania gatunku w zmieniających się warunkach środowiska.
3. Im jej poziom jest wyższy, tym ekosystem jest bardziej odporny na zakłócenia.
4. Rozmaitość form życia występujących na Ziemi.
5. Zbiór ożywionych i nieożywionych elementów przyrody.

2 Zaznacz punkt, w którym opisano działanie lub zjawisko powodujące wzrost różnorodności biologicznej. (1 p.)

- A. Wymarcie ptaków odżywiających się nasionami świerków.
- B. Odtwarzanie gatunków zagrożonych wyginięciem.
- C. Wzrost temperatury wody w morzach i oceanach.
- D. Stosowanie monokultur w uprawach leśnych.

3 Wskaż nazwę gazu, którego obecność w atmosferze przyczynia się do powstawania kwaśnych deszczów. (1 p.)

- A. azot
- B. ozon
- C. tlenek siarki
- D. tlenek krzemu

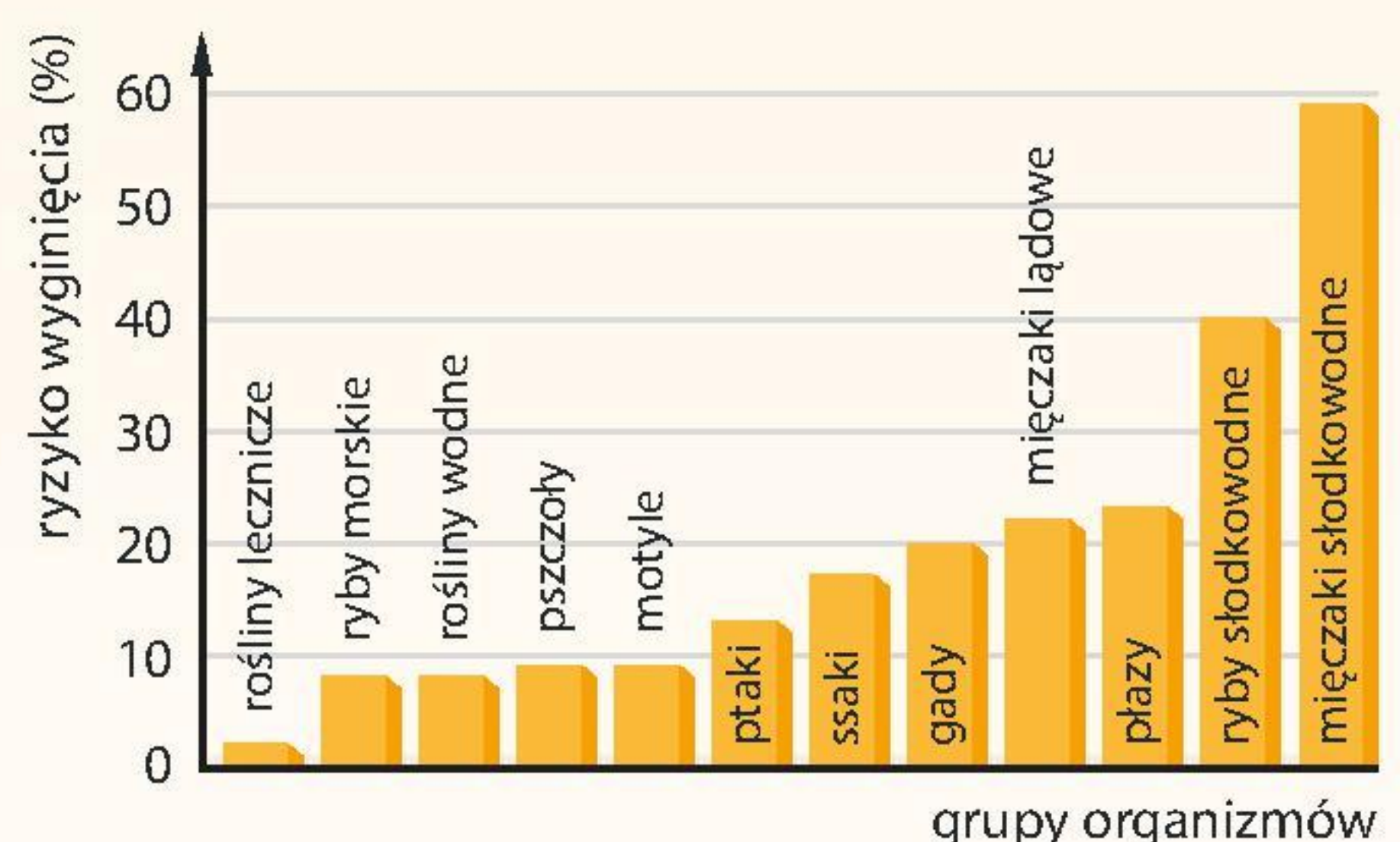
4 Lasy namorzynowe to bogate przybrzeżne ekosystemy strefy międzyzwrotnikowej. Silnie splecione korzenie drzew stanowią siedlisko kilkudziesięciu gatunków ryb i krewetek. Korzenie chronią też wrażliwe na zanieczyszczenia koralowce, dzięki zatrzymywaniu osadów spływających z lądu, a tym samym oczyszczaniu przybrzeżnych wód. Lasy namorzynowe zatrzymują więcej CO₂ niż wilgotne lasy równikowe na wyżynach.

Uzupełnij poniższe zdania tak, aby powstał poprawny opis dotyczący lasów namorzynowych. Podkreśl w każdym nawiasie właściwe określenie. (3 p.)

Lasy namorzynowe to lasy (*przybrzeżne / wyżynne*). Przyczyniają się do (*zmniejszenia / zwiększenia*) stężenia CO₂ w atmosferze. Stanowią naturalną ochronę (*raf koralowych / stawów hodowlanych*).

5 Na całym świecie w zastraszającym tempie zmniejsza się liczba gatunków organizmów.

5.1. Na wykresie przedstawiono grupy organizmów najbardziej zagrożonych wyginięciem w Europie.



Na podstawie danych zamieszczonych na wykresie podaj nazwę grupy kręgowców najbardziej zagrożonych wyginięciem. (1 p.)

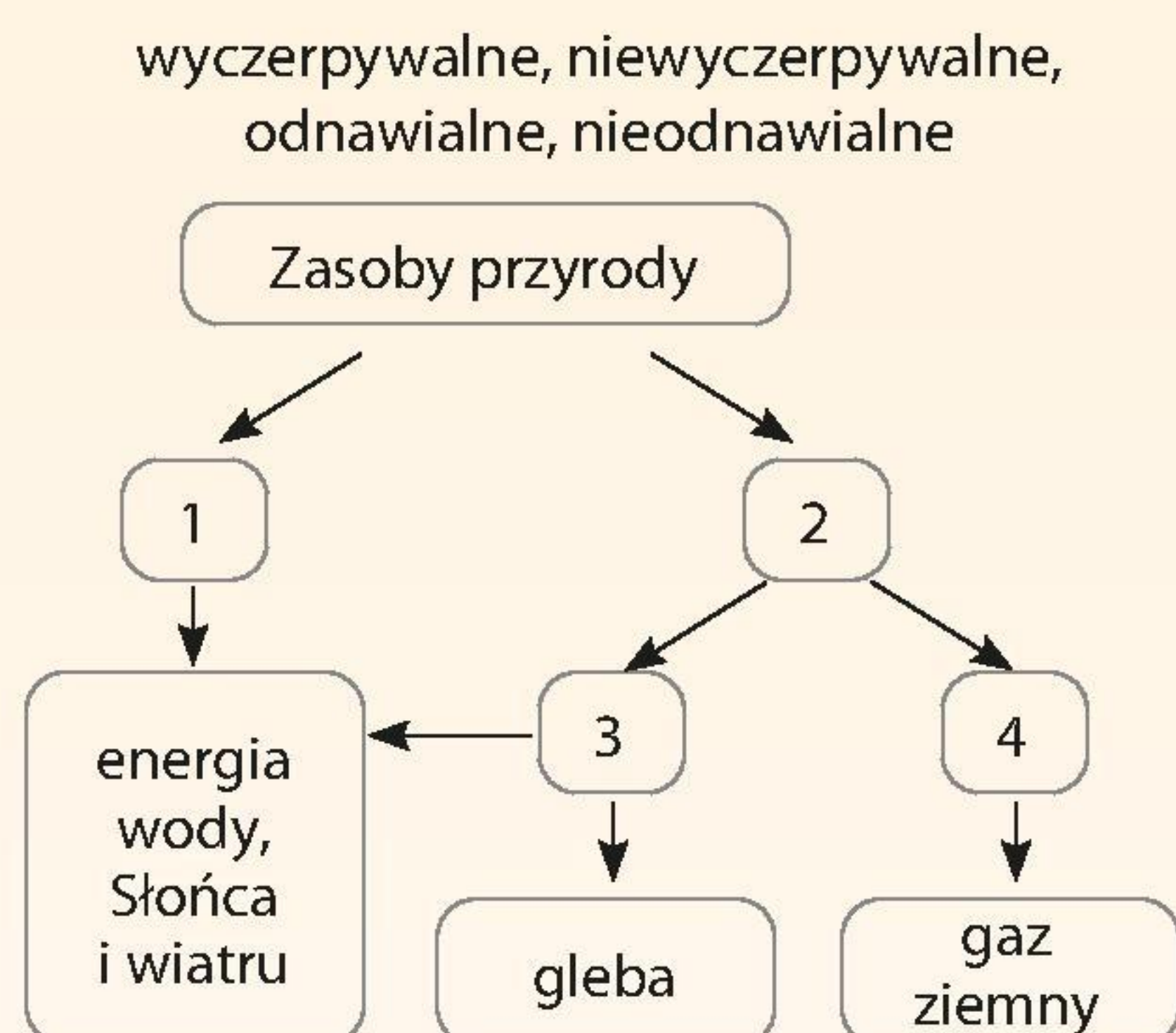
_____?

- 5.2.** Według założeń naukowców do 2050 roku z powodu zmian klimatycznych wywołanych działalnością człowieka wyginie 15–37% gatunków roślin i zwierząt.

Wymień dwa przykłady negatywnych dla człowieka skutków zmian klimatycznych. (2 p.)

1.
2.

- 6** Uzupełnij schemat. Przyporządkuj numerom ze schematu właściwe pojęcia. (2 p.)



- 7** Obszar o powierzchni co najmniej 1000 hektarów, na którym przyroda jest zachowana w stanie niezmienionym lub mało zmienionym przez człowieka, to (1 p.)

- A. park krajobrazowy.
- B. park narodowy.
- C. rezerwat przyrody.
- D. obszar Natura 2000.

- 8** Spośród wymienionych form ochrony przyrody wybierz te, które należą do ochrony indywidualnej. (2 p.)

- A. rezerwat przyrody
- B. park krajobrazowy
- C. stanowisko dokumentacyjne
- D. pomnik przyrody
- E. ochrona gatunkowa węża Eskulapa

- 9** Wskaż poprawne zakończenie zdania. (1 p.)

Koncepcja zrównoważonego rozwoju obejmuje

- A. zwiększenie eksploatacji zasobów przyrody.
- B. całkowity zakaz zrywania roślin wykorzystywanych w medycynie.
- C. objęcie ochroną ścisłą wszystkich zagrożonych gatunków.
- D. zaspokajanie potrzeb ludzkości i jednocześnie ograniczone korzystanie z zasobów przyrody.

- 10** Przeanalizuj dane dotyczące plonów dwóch rolników z trzech ostatnich lat. Następnie przepisz tekst do zeszytu tak, aby zdania były prawdziwe. (2 p.)

Rolnik A		
Lata	Uprawiana roślina	Plony [t/ha]
I rok	ziemniaki	1
II rok	ziemniaki	0,7
III rok	ziemniaki	?

Rolnik B		
Lata	Uprawiana roślina	Plony [t/ha]
I rok	ziemniaki	1
II rok	kapusta	0,6
III rok	ziemniaki	?

W III roku rolnik A zbierze *większe / mniejsze* plony niż rolnik B, ponieważ *zastosował płodozmian / uprawiał jeden rodzaj roślin*.

Policz uzyskane punkty. Wystaw sobie odpowiednią ocenę.

- 0–4 niedostateczny
- 5–8 dopuszczający
- 9–12 dostateczny
- 13–16 dobry
- 17–19 bardzo dobry
- 20 celujący



Powtórz ważne terminy

A-D

Allel – wersja genu. Wyróżniamy allele dominujące, oznaczane dużą literą, i allele recesywne, oznaczane małą literą.

Analogia – podobieństwo narządów, układów narządów lub przebiegu procesów życiowych u niespokrewnionych ze sobą organizmów.

Biocenoza – żywy składnik ekosystemu obejmujący ogół organizmów zamieszkujących jeden teren w tym samym czasie i powiązanych ze sobą zależnościami, głównie pokarmowymi.

Bioróżnorodność – patrz: różnorodność biologiczna.

Biotop – nieożywiona część ekosystemu obejmująca takie czynniki środowiska, jak: woda, podłoże, klimat, energia słoneczna, temperatura.

Cecha dominująca – cecha warunkowana przez allel dominujący. Ujawnia się u homozygot dominujących i heterozygot.

Cecha dziedziczna – cecha, która jest przekazywana potomstwu, np. kolor skóry.

Cecha niedziedziczna – cecha, która powstaje w wyniku działania czynników środowiska na organizm, np. blizna.

Cecha recesywna – cecha warunkowana przez allel recesywny. Ujawnia się u homozygot recesywnych.

Cecha sprzężona z płcią – cecha warunkowana przez gen lub geny zlokalizowane w chromosomach płci.

Centromer – miejsce połączenia chromatyd w chromosomie.

Chromatyda – połówka chromosomu zawierająca jedną cząsteczkę DNA.

Chromatyna – połączenie DNA i białek, które odpowiadają za upakowanie DNA.

Chromosom – struktura zbudowana z DNA i białek, występująca w jądrze komórkowym, która w dzielącej się komórce zawiera jedną cząsteczkę DNA. Liczba chromosomów jest stała dla każdego gatunku, np. każda komórka ciała człowieka zawiera 46 chromosomów, oprócz gamet, które mają ich 23.

Chromosomy autosomalne – wszystkie chromosomy z wyjątkiem chromosomów płci.

Chromosomy homologiczne – pary chromosomów, z których jeden pochodzi od matki, a drugi od ojca, charakteryzujące się identyczną budową i zawierające geny, które warunkują te same cechy.

Chromosomy płci – chromosomy warunkujące płć. U kobiety są dwa jednakowe chromosomy płci (XX), u mężczyzny – dwa różne (XY).

Czynnik mutagenny – czynnik wywołujący mutacje, np. promieniowanie rentgenowskie, składniki dymu tytoniowego, toksyny grzybów pleśniowych.

 **Daltonizm** – wada polegająca na zaburzeniach w rozpoznawaniu barw, głównie czerwonej i zielonej. Daltonizm jest cechą recesywną, sprzężoną z płcią.

Destruenci – grupa konsumentów rozkładająca związki organiczne zawarte w martwych organizmach na proste związki nieorganiczne. Do destruentów należy większość bakterii oraz grzybów.

Diploidalna komórka – komórka zawierająca podwójny zestaw chromosomów. Diploidalne są np. komórki ciała człowieka, z wyjątkiem komórek rozrodczych.

DNA (kwas deoksyrybonukleinowy) – związek chemiczny będący nośnikiem informacji genetycznej wszystkich organizmów i wielu wirusów.



Dobór naturalny – mechanizm ewolucji, który sprawia, że przeżywają i wydają na świat potomstwo osobniki najlepiej przystosowane do życia w danych warunkach.

Dobór sztuczny – proces polegający na świadomej, przeprowadzanej przez człowieka, selekcji osobników dopuszczanych do rozrodu.

Ekologia – dział biologii zajmujący się badaniem wzajemnego wpływu różnych organizmów oraz opisywaniem zależności między organizmami a środowiskiem, w którym żyją.

Ekosystem – ogół wszystkich organizmów powiązanych wzajemnymi zależnościami (biocenoza) wraz ze środowiskiem nieożywionym (biotopem), w którym występują. W ekosystemie odbywa się przepływ energii i krążenie materii.

Endemit – organizm, który żyje na ograniczonym obszarze i nie jest spotykany w innych miejscach Ziemi, np. legwan morski z wysp Galapagos.

Ewolucja – proces powolnych i stopniowych zmian budowy organizmów, sposobu ich życia, upodobań pokarmowych lub innych cech gatunkowych, prowadzący do powstania nowego gatunku.

Fenotyp – zespół możliwych do zaobserwowania cech organizmu, np. kolor oczu, włosów.

Formy pośrednie – organizmy, które mają cechy dwóch różnych grup systematycznych, np. archeopteryks – ogniwo pośrednie między gadami a ptakami.

Gameta – komórka rozrodcza służąca do rozmnażania płciowego. U zwierząt gamety męskie to plemniki, a gamety żeńskie – komórki jajowe.

Gatunek – podstawowa jednostka klasyfikacji biologicznej. Gatunek tworzą wszystkie osobniki podobne do siebie, o zbliżonych wymaganiach życiowych, mogące krzyżować się ze sobą i wydawać płodne potomstwo.

Gen – odcinek DNA zawierający informacje dotyczące budowy białka lub cząsteczki RNA. Podstawowa jednostka dziedziczności.

Genetyka – nauka o dziedziczności i zmienności organizmów.

Genotyp – zespół wszystkich genów danego organizmu, także zapis alleli pojedynczych genów.

Haploidalna komórka – komórka zawierająca pojedynczy zestaw chromosomów. Haploidalne są np. gamety u zwierząt. Gamety ludzkie mają po 23 chromosomy.

 **Hemofilia** – recesywna choroba dziedziczna polegająca na zaburzeniu krzepliwości krwi.

Heterotrofy (organizmy cudzożywne) – organizmy, które niezbędne do życia związki organiczne pobierają z ciał innych organizmów lub ich szczątków. Heterotrofami są wszystkie zwierzęta, grzyby, część bakterii i protistów.

Heterozygota – osobnik mający jeden allel dominujący i jeden allel recesywny danego genu.

Homologia – podobieństwo budowy narządów, ich układów oraz przebiegu procesów życiowych u gatunków pochodzących od wspólnego przodka, czyli spokrewnionych ze sobą.

Homozygota – osobnik o takich samych allelach danego genu. Homozygota dominująca ma oba allele danego genu dominujące, a homozygota recesywna ma oba allele recesywne.

Informacja genetyczna – zapis wszystkich cech dziedzicznych organizmu. Jej nośnikiem jest kwas deoksyrybonukleinowy (DNA).

Kariotyp – zestaw chromosomów danego osobnika.

Komensalizm (współbiesiadnictwo) – oddziaływanie między gatunkami, w którym jeden organizm czerpie korzyści z obecności



K-R

drugiego i nie wyrządza mu przy tym szkody ani nie przynosi pożytku. Zależność ta nie jest konieczna do przeżycia organizmu.

Konsumenci – organizmy, które żywią się innymi organizmami lub ich szczątkami. Konsumentami są m.in. zwierzęta, grzyby i pasożytnicze rośliny.

Łańcuch pokarmowy (łańcuch troficzny) – ciąg organizmów, z których każdy jest zjadany przez kolejnego.

Materiał genetyczny – nośnik informacji genetycznej. U organizmów jest nim DNA, u niektórych wirusów – RNA.

Mejoza (podział redukcyjny) – podział komórki prowadzący do powstania czterech komórek o zmniejszonej o połowę liczbie chromosomów. W jej wyniku powstają komórki rozrodcze większości organizmów.

Mikoryza – przykład symbiozy obligatoryjnej. To związek grzybów z korzeniami roślin, który ułatwia roślinom pobieranie wody i soli mineralnych, a grzybom zapewnia substancje odżywcze.

Mitoza – podział komórki, w którego wyniku powstają dwie komórki potomne o tej samej liczbie chromosomów co w komórce macierzystej. Prowadzi do wzrostu organizmów wielokomórkowych, u jednokomórkowych jest sposobem rozmnażania bezpłciowego.

Mutacja – trwała zmiana w materiale genetycznym. Może dotyczyć sekwencji nukleotydów w DNA, struktury lub liczby chromosomów.

Mutualizm – związek, który przynosi korzyści obu gatunkom.

Narządy szczątkowe – narządy uznawane za ślady po ewolucyjnych przodkach, które obecnie nie odgrywają istotnej roli.

Nisza ekologiczna – wszystkie wymagania organizmów danego gatunku, niezbędne do przeżycia i wydania na świat potomstwa.

Nukleotyd – podstawowy element budujący kwasy nukleinowe. Składa się z reszty kwasu fosforowego, cukru i zasady azotowej.

Ochrona przyrody – działania mające na celu zachowanie, właściwe wykorzystanie i odnawianie zasobów przyrody oraz jej składników. Wyróżnia się ochronę obszarową, indywidualną i gatunkową.

Pasożytnictwo – zależność, w której jeden organizm, czyli pasożyt, żyje kosztem drugiego, zwanego żywicielem.

Piramida ekologiczna – graficzne przedstawienie struktury ekosystemu. Może obrazować liczbę organizmów, ich masę lub ilość energii zgromadzonej na każdym poziomie troficznym.

Populacja – grupa organizmów jednego gatunku zamieszkująca w tym samym czasie określony obszar. Każdą populację charakteryzują cechy, takie jak: liczebność, zagęszczenie, rozrodczość i śmiertelność, oraz struktury: wiekowa, przestrzenna i płciowa.

Prawo czystości gamet – podstawowe prawo dziedziczenia, które mówi, że w każdej gamecie organizmu diploidalnego (komórce jajowej i plemniku) znajduje się tylko jeden allel danego genu.

Producenci – organizmy wytwarzające związki organiczne ze związków nieorganicznych. Do producentów zalicza się większość roślin, niektóre bakterie oraz część protistów.

Protokooperacja (mutualizm fakultatywny) – oddziaływanie między organizmami dwóch gatunków przynoszące korzyść każdej z nich. Związek ten nie jest konieczny i może występować czasowo.

Replikacja – proces, w którego wyniku z jednej cząsteczki DNA powstają dwie cząsteczki identyczne z wyjściową. Następuje przed podziałem komórki.



RNA (kwas rybonukleinowy) – związek chemiczny, który bierze udział w wytwarzaniu białka w komórce. mRNA przenosi informacje o kolejności aminokwasów w białku z jądra do cytoplazmy. tRNA transportuje aminokwasy do miejsca syntezy białek. rRNA buduje rybosomy, które przeprowadzają syntezę białek.

Różnorodność biologiczna (bioróżnorodność) – bogactwo form życia występujących na Ziemi. Wyróżniamy różnorodność ekosystemową, gatunkową i genetyczną.

Sieć pokarmowa – wzajemne zależności pokarmowe między organizmami w ekosystemie.

Siedlisko – przestrzeń o określonych cechach fizycznych i chemicznych, w której żyje dany organizm.

Skala porostowa – skala, w której wykorzystuje się porosty do oceny jakości powietrza.

Skamieniałość – szczątki i ślady organizmów zachowane w osadach skorupy ziemskiej.

✂ **Symbioza** (mutualizm obligatoryjny) – ścisły związek dwóch organizmów, przynoszący obustronne korzyści i konieczny do przetrwania tych organizmów, np. związek glonu i grzyba w poroście.

Tolerancja ekologiczna – zdolność organizmów do przystosowania się do zmian danego czynnika środowiska.

Zasoby przyrody – wszystkie elementy przyrody, które są wykorzystywane przez człowieka.

Zmienność – zróżnicowanie cech osobników w obrębie jednego gatunku. Zmienność może być uwarunkowana czynnikami środowiskowymi i genetycznymi.

Zrównoważony rozwój – rozwój, który umożliwia zarówno postęp, jak i ochronę zasobów przyrody.

Żywa skamieniałość – gatunek, który przetrwał do dziś (np. dziobak czy latimeria), mimo że pozostałe organizmy z grupy, do której należał, dawno wymarły.

Żywiciel – organizm, w którym lub na którym żyje pasożyt.



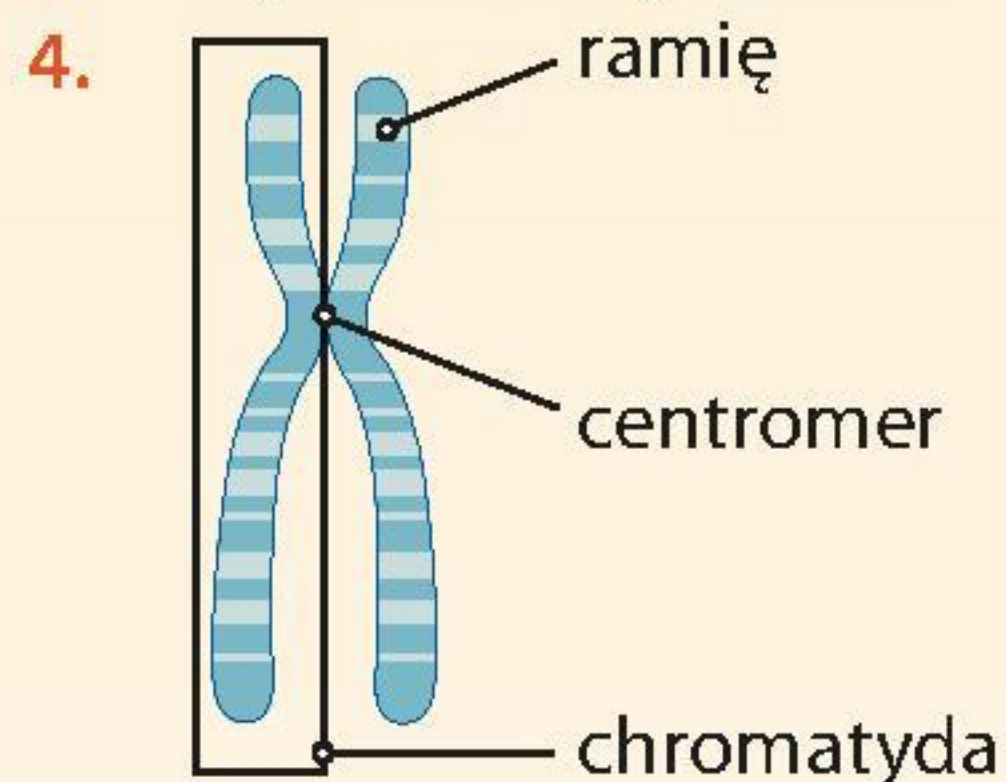
Sprawdź, czy potrafisz – klucz odpowiedzi

Rozdział I

1. A – P, B – P, C – F, D – P

2. C

3. 1 – tymina, 2 – guanina



5. $X^H X^h$, $I^A i$, Aa, Mm

6. B

7. B

8.

A.	$I^A I^A$ lub $I^A i$	Grupa krwi A
B.	$I^B i$	Grupa krwi B
C.	$I^A I^B$	Grupa krwi AB
D.	ii	Grupa krwi 0

9. B

10.1. A

10.2. A – 1

11. A, D

12. D

13. Ryzyko urodzenia dziecka z zespołem Downa rośnie wraz z wiekiem matki.

Rozdział II

1. A – B, B – B, C – P, D – B

2. kość ogonowa, zęby mądrości

3.1. Wyjaśnienie: Ponieważ cecha ta w przypadku niektórych ras psów była korzystna dla człowieka, który dokonywał selekcji, aby ją utrwalić.
Nazwa doboru: Dobór sztuczny

3.2. C, D

4. Kończyny psa i odnóża krocze pająka to narządy (*analogiczne* / *homologiczne* / *szczątkowe*). Stanowią one (*pośredni* / *bezpośredni*) dowód ewolucji tych zwierząt i świadczą o ich przystosowaniu do (*takich samych* / *różnych*) warunków środowiska.

5. 1 – F, 2 – F

6. A – 4, B – 3, C – 2

7. C

8. C

9. A. Jest procesem przypadkowym.

B. O selekcji osobników decydują warunki środowiska.

C. Może prowadzić do powstania nowego gatunku.

10. A

11. A – 1, 2; B – 3, 4

12. B



Rozdział III

1. A – P, B – F, C – P, D – F, E – P, F – P

2. B

3. D

✂ 4. C

5.1. C

5.2. D

5.3. Rozstrzygnięcie: Związek łączący modraszki i mrówki to drapieżnictwo. Uzasadnienie: Larwy modraszki zjadają larwy mrówek.

6. 1 – P, 2 – P

7. C

8. C

✂ 9. C

10. A. Na skutek spadku liczebności roślinożerców liczebność drapieżników zmaleje.
B. Opuszczenie stada przez młode lwy po osiągnięciu dojrzałości płciowej jest przykładem emigracji.
C. Piętra roślinne w lesie są elementem biocenozy.
✂ D. Zależność między dwoma organizmami niezbędną do ich przeżycia to symbioza.
E. Przystosowaniem do pasożytnictwa, zarówno zewnętrznego, jak i wewnętrznego, jest obecność narządów czepnych.

✂ 11. A – 4, B – 2, C – 5, D – 3

12. C

Rozdział IV

1. A – 3, B – 2, C – 1, D – 4

2. B

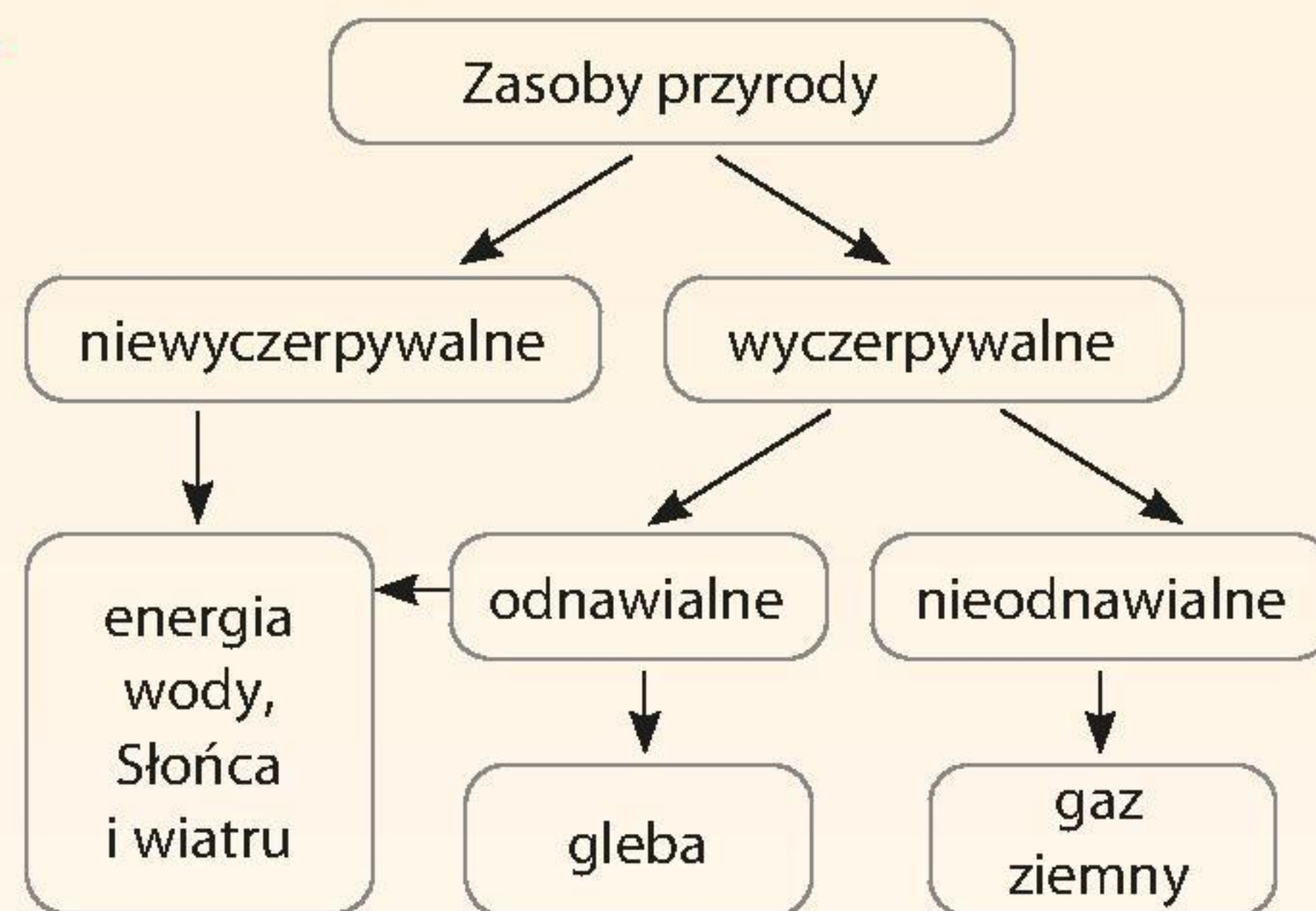
3. C

4. Lasy namorzynowe to lasy (przybrzeżne / wyżynne). Przyczyniają się do (zmniejszenia / zwiększenia) stężenia CO₂ w atmosferze. Stanowią naturalną ochronę (raf koralowych / stawów hodowlanych).

5.1. ryby słodkowodne

5.2. 1. ekstremalne zjawiska pogodowe
2. podniesienie poziomu wód – zalanie terenów przybrzeżnych

6.



7. B

8. C, D

9. D

10. W III roku rolnik A zbierze mniejsze plony niż rolnik B, ponieważ uprawiał jeden rodzaj roślin.

Indeks

A

adenina 12–13, 16, 46
albinizm 42
allel 23, 27, 39
– dominujący 23, 27, 29, 36, 39
– recesywny 23, 27, 29, 36, 39
aminokwas 16, 28, 48
analogia 60, 182
anemia sierpowata 41
antygen 36, 38
ardipitek 71, 72
australopitek 71, 72
azot 106, 117

B

badania prenatalne 45
bakterie brodawkowe 117
bariera geograficzna 63
biocenoza 120, 124, 135, 182
bioróżnorodność p. różnorodność biologiczna
biotop 120, 124, 135, 182

C

choroba genetyczna 40–44
– dominująca 42
– Huntingtona 42
– jednogenowa 42
– nowotworowa 41
– recesywna 42–43
– sprzężona z płcią 35
chromatyda 15, 19–21, 182
chromatyna 14, 46, 182
chromosom 14–15, 17–22, 32–35, 40, 182
– autosomalny 32
– homologiczny 17, 21
– płci 32
– X 32–34
– Y 32–34
cecha
– dominująca 23–25, 27, 29, 182
– dziedziczna 7, 10, 182
– niedziedziczna 7, 10, 46, 182
– recesywna 29, 182
– sprzężona z płcią 33–35, 182
centromer 15–16, 46, 182

cytozyna 12–13, 16, 46
człękokształtne 66–69, 76
czynnik
– krzepnięcia krwi 32
– mutagenny 41, 45, 182
– Rh 38–39
czysta linia 25

D

daltonizm 34–35, 48, 182
Darwin Karol 62–65
darwinka
– kaktusowa 63
– wielkodzioba 63
degradacja gleby 153
deoksyryboza 12, 16, 46
destruenci 128–130, 182
DNA
– cząsteczka 11–12, 14–16, 46
– sekwencja 13
dobór
– naturalny 64–65, 76, 183
– sztuczny 64–65, 76, 183
drapieżnictwo 101, 106, 110, 134
drapieżnik 101–102, 104, 134
dziedziczenie 7, 28, 32, 34, 36–38
dziura ozonowa 151

E

efekt cieplarniany 150
ekologia 83, 90
ekosystem 120–121, 124, 127
– naturalny 121
– sztuczny 121
emigracja 92
endemit 62, 183
erozja 57,
ewolucja 55, 60, 75, 183
– dowody bezpośrednie 55, 60, 75
– dowody pośrednie 55, 60, 75
– teoria 58, 62, 65, 75

F

fenotyp 24, 26–27, 47, 183
fenyloketonuria 42, 45, 48

formy pośrednie 55, 58

freon 151

G

Galapagos 62–63

gameta 20–22, 25–26, 183

gatunek 62, 65–66, 71, 183

gaz cieplarniany 151, 179

gen 11, 16, 23–25, 27–28, 31–33, 35–36, 40–43, 183

genetyka 7–10, 46–47, 183

genotyp 24, 26–27, 47, 183

globalne ocieplenie 151

groch zwyczajny 25

guanina 12–13, 16, 46

H

helisa DNA 12, 14–16, 46

hemofilia 34, 48

hemoglobina 41

heterozygota 24–25, 27, 47, 183

hierarchia 100

hirudyna 112

Homo sapiens 7, 66, 74, 76

homologia 183

homozygota 24, 27, 47, 183

– dominująca 24–25, 27

– recesywna 24–25, 27

I

imigracja 92

izolacja geograficzna 62, 75

J

jądro komórkowe 12, 28

jedność planu budowy 59

K

kariotyp 16, 32, 35, 47, 183

klimat 146

kłusownictwo 149

komensalizm 115, 119, 134

komórka

– diploidalna 17–18, 22, 47, 182

– haploidalna 17–18, 22, 47, 183

– jajowa 17, 25, 33

– macierzysta 17, 22, 47

– potomna 17–18, 47

– rozrodcza p. gameta

komplementarność zasad 13, 16, 46

konkurencja 64, 75, 97–98, 100, 134, 156

– międzygatunkowa 97–98, 100

– wewnątrzgatunkowa 97–98, 100

konsument 125–126, 130, 132, 184

konwergencja 61

krążenie materii 129, 131–132

kwasy

– deoksyrybonukleinowy p. DNA

– rybonukleinowy p. RNA

kwaśne opady 150

L

liczebność 91–92, 96, 134

Ł

łańcuch pokarmowy 135, 184

M

małpa człekokształtna 76

materiał genetyczny 11, 18–20, 184

mejoza 20–22, 47, 184

melanina 11

Mendel Gregor 23, 25

migracja 92

mikoryza 116, 184

mikroorganizm 106, 152

mitoza 18–19, 22, 47, 184

modyfikacja genetyczna 9

monokultura 153–154

mukowiscydoza 42–43, 48

mutacja 40–45, 48, 184

– chromosomowa 40

– genowa 40

mutualizm 115, 119, 184

N

naczelne 66

narządy szczałkowe 59, 60, 75, 184

nawóz sztuczny 131, 152–153

neandertalczyk 71, 73

nić DNA 12–15

nisza ekologiczna 83–84, 90, 133, 184

nowotwór 41, 45

nukleotyd 12–13, 15–16, 184

O

obieg

- materii p. krążenie materii
- węgla 130

ochrona

- częściowa 169, 174
- czynna 172, 174
- gatunkowa 163, 169, 176
- indywidualna 163, 168, 174, 176
- obszarowa 163, 174, 176
- przyrody 163, 172, 174, 176, 184
- ścisła 164, 169, 174, 177

odnawialne źródło energii 158, 160

ogród zoologiczny 174

optimum 85

organizm

- diploidalny 24
- jednokomórkowy 17–18
- wskaźnikowy 87–88, 90

P

pasożyt 111–114, 134

- wewnętrzny 111, 114
- zewnętrzny 111, 114

pasożytnictwo 111, 114, 134, 184

pierwsze prawo Mendla p. prawo czystości gamet

piramida

- ekologiczna 132, 135, 184
- wieku 95

podział komórki 17–18, 47

podział mitotyczny p. mitoza

podział redukcyjny p. mejoza

pokolenie

- potomne (F) 26
- rodzicielskie (P) 26

populacja 91–95

- rozwijająca się 95
- ustabilizowana 95
- wymierająca 95

poradnia genetyczna 44

porost 88–90, 133

prawo czystości gamet 25

producent 125, 128–129, 132

promieniowanie ultrafioletowe 41, 45, 151

protokooperacja 115, 118–119, 134, 184

przepływ energii 131–132, 135

R

recykling 162

regulacja rzek 124

replikacja 15–16, 18, 20, 46, 184

reszta kwasu fosforowego 12, 16, 46

RNA 16, 28, 46, 185

roślinożerca 106–108, 110, 125–127, 134

roślinożerność 106, 108, 110, 134

rozmieszczenie 59, 75, 93

- losowe 93

- równomierne 93

- skupiskowe 93

rozrodczość 91–92, 134

różnorodność

- biologiczna 143–149, 175, 185
- ekosystemowa 143–144
- gatunkowa 143, 145
- genetyczna 143, 145

rybosom 16, 28

ryboza 16

S

sahelantrop 70

selekcja 64, 76, 101

sieć pokarmowa 126, 128, 135, 185

siedlisko 84, 90, 133, 154, 169, 185

skala porostowa 88–90, 133, 185

skamieniałość 56–59, 73, 75, 185

smog 150–151

sole mineralne 86, 97, 99

struktura

- analogiczna 55, 60–61
- homologiczna 60
- płciowa 91, 95–96, 134
- przestrzenna 91, 93, 96, 134
- wiekowa 91, 95–96, 134

sukcesja 122–123, 146–147, 175

surowiec 121, 149, 150, 162

symbioza 115–116, 119, 134, 185

syntetyczna teoria ewolucji 65

synteza białek 16

Ś

ścieki 152, 161
 – oczyszczalnia 161
 śmiertelność 91–92, 134

T

terytorium 98, 100
 tlenek
 – azotu 150
 – siarki 150
 tolerancja ekologiczna 85–87, 90, 133, 185
 – zakres 85
 tymina 12–13, 16, 46

U

uracyl 16

W

walka o byt 64, 75
 wędrówki sezonowe 92

Z

zagęszczenie 91–92, 96, 134
 zakwit wody 131, 152
 zależność
 – antagonistyczna 97, 100–101, 106, 110, 114, 134
 – nieantagonistyczna 97, 100, 115, 119, 134
 – pokarmowa 125, 135

zanieczyszczenie

- atmosfery 88, 133, 150–151
- naturalne 150
- powietrza p. zanieczyszczenie atmosfery
- środowiska 159, 175
- wody 152, 161, 176

zasada azotowa 12, 16, 46

zasoby

- przyrody nieodnawialne 158–159, 162, 175–176
- przyrody odnawialne 158, 160–162, 175–176
- środowiska 64, 75, 94, 97–98, 100, 134

zespół Downa 42, 44, 48

zmienność 7, 10, 65, 143, 175, 185

Ż

żywiciel 111–114, 185
 żywa skamieniałość 55, 59, 75, 185

Zdjęcia i ilustracje:

BE&W: IMAGEBROKER RM/FLPA/Malcolm Schuyt (okładka), Alamy/World Pictures/Avalon s. 8 (archeolog), Science Source/Biophoto Associates s. 14–15 (chromosom), Alamy/E.R. Degginger s. 18 (ameba), Alamy/Friedrich Stark s. 42 (albinizm), Science Source/Biophoto Associates s. 42 (przekrój przez mózg), Alamy/The Natural History Museum s. 56 (skamieniałe paprocie – tło), Alamy/VPC Travel Photo s. 56 (szczątki mamuta), Dorling Kindersley s. 56 (skamieniałe paprocie), Alamy/Dave Watts s. 59 (dziobak), GERARD LACZ IMAGES/Gerard Lacz s. 59 (latimeria), Alamy/blickwinkel s. 60 (koń), Alamy/Dorling Kindersley/Frank Greenaway s. 60 (nietoperz), Alamy/blickwinkel/biopix s. 61 (ważka), Alamy/Zoonar GmbH s. 62 (żółw słoniowy), Naturepl/Pan Troglodytes Verus s. 68 (porozumiewające się szympanse), Alamy/Justine Evans s. 69 (szympanse), Alamy/World Pictures/Avalon s. 70 (archeolog), Naturepl/Georgette Douwma s. 81–82, Naturepl/Jose Luis Gomez de Francisco s. 83 (żołędnicza), Naturepl/Wild Wonders Of Europe, Dietmar Nill s. 83 (koszatka), ardea.com/Jean-Michel Labat s. 86 (szczur), Alamy/Dave Bevan s. 87 (soliród zielny), Alamy/NaturePics s. 87 (larwa jętki), Naturepl/Solvin Zankl s. 87 (węgorz europejski), Alamy/David Davis Photoproductions s. 88 (strefa 2 – wieżowce), Alamy/liianski s. 88 (strefa 2 – osiedle podmiejskie), Alamy/Keith Morris s. 88 (strefa 3 – domy na wsi), Alamy/Jaanus Jarva s. 89 (strefa 6), Janusz Leśniak s. 89 (strefa 6 – las liściasty), Marek Maruszak s. 89 (strefa 5 – las sosnowy), Alamy/blickwinkel s. 91 (wilki), 94 (stado dzików), Alamy/Manfred Ruckszio s. 94 (pszczoły), Alamy/NPS Photo s. 94 (wataha wilków), Arco Images GmbH/P. Wegner s. 94 (walczące jelenie), Alamy/FLPA/Derek Middleton s. 98 (walczące jelenki rogacze), Naturepl/Anup Shah s. 98 (orły i marabuty), Naturepl/Luiz Claudio Marigo s. 98–99 (jaguary), IMAGEBROKER RM/alimdi/Guenter Franz s. 99 (chabry), Naturepl/Phil Savoie s. 99 (cudowronki), Krzysztof Wykrota s. 102 (modliszka), Naturepl/Premaphotos/Ken Preston-Mafham s. 102 (pająk kwietnik), Alamy/Artesub s. 103 (murena), Naturepl/David Shale s. 103 (ryba głębinowa), Naturepl/Georgette Douwma s. 103 (rurecznica), Naturepl/Jurgen Freund s. 103 (meduza), Photoshot/NHPA s. 103 (żółw sępi i wyrostek na języku), Alamy/Naturepics s. 104 (przeziernik osowiec), IMAGEBROKER RM/FLPA/Adelheid Nothegger s. 104 (patyczak), Alamy/Reinhard Dirscherl s. 105 (najeżka), Alamy/Stephen Frink Collection s. 105 (najeżka w pozycji obronnej), Naturepl/Mark Payne-Gill s. 105 (pancernik), Photoshot/NHPA/Stephen Dalton s. 105 (zaskroniec udający martwego), Photoshot/NHPA/Bruce Coleman Inc./Jane Burton s. 106 (rosiczka), Alamy/blickwinkel/Huetter s. 107 (jasnota biała), Naturepl/Jose B. Ruiz s. 107 (lelek), Alamy/Antje Schulte s. 109 (**ślimak**), Alamy/Nigel Cattlin s. 109 (termit), Alamy/Science History Images/Eric V. Grave s. 109 (pierwotniak), Alamy/Prisma by Dukas Presseagentur GmbH s. 110, Science Source/Biophoto Associates s. 111 (jaja tasiemca), Alamy/Scott Camazine s. 113 (kleszcz), Alamy/Jaanus Jarva s. 115 (brodaczką), Alamy/Carver Mostardi s. 116 (mrówka odcinająca liść), Alamy/Konrad Zelazowski s. 116 (grzyb pod brzozą), Alamy/Medical-On-Line s. 117 (bakterie brodawkowe), Alamy/Nigel Cattlin s. 117 (roślina groszku), Science Source/Scott Camazine s. 117 (mrówki grzybiarki na grzybni), Alamy/Masa Ushioda s. 119 (rekin i podnawki), Jan Włodarczyk s. 120 (jezioro), Alamy/Arterra Picture Library s. 121 (wycinka drzew), IMAGEBROKER RM/FLPA/Frank Sommariva s. 124 (barka na rzece), Alamy/Andrew Darrington s. 127 (brudnica mniszka), Alamy/Jaanus Jarva s. 133 (brodaczką), Naturepl/Niall Benvie s. 133 (strefa 7), Naturepl/Robert Thompson s. 145 (wstężyki gajowe), Alamy/Randy Green s. 146 (niedźwiedź polarny), Alamy/Johan Mollerberg s. 147 (wydmy porośnięte trawami), Alamy/All Canada Photos s. 148, Alamy/andrew payne s. 150 (spaliny samochodowe), Alamy/Stocktrek Images, Inc. s. 150 (wybuch wulkanu), IMAGEBROKER RM/FLPA/Lydie Gigerichova s. 150 (martwy las), AWL Images RM/Walter Bibikow s. 151 (smog), Alamy/Julie G. Woodhouse s. 152 (elektrownia), Alamy/Martin Shields s. 152 (zbiornik wodny), Alamy/FLPA s. 155 (sztotówek), Alamy/Krys Bailey s. 155 (norka), Naturepl/Jose B. Ruiz s. 156 (drop), Naturepl/Robert Thompson s. 157 (perloródka rzeczna), Łukasz Zandecki s. 158 (rumowisko), Alamy/Travelib Prime s. 162 (zaśmiecona plaża), Alamy/Paolo Gislimberti s. 165 (żubr), Alamy/geogphotos s. 166 (sosna zwyczajna), Alamy/kreatorex s. 166 (Kampinoski PN), Jan Włodarczyk s. 166 (Karkonoski PN), 167 (Tatrzański PN), Renata i Marek Kosińscy s. 167 (Poleski PN), Naturepl/Ingo Arndt s. 170 (wąż), Alamy/Vanessa Woods s. 171 (gwiazdosz), Alamy/Doug McCutcheon s. 172 (pustulki), Naturepl/Lynn M. Stone s. 172 (dokarmianie zwierząt), IMAGEBROKER RM/FLPA/Frank Sommariva s. 173 (rysie), MARY EVANS PICTURE LIBRARY/ardea.com/John Cancalosi s. 174 (kondor); **EAST NEWS:** Stanisław Kowalczuk s. 74 (Gerard Gierliński), Reporter/Agencja Wschód/Michał Kość s. 153 (wypalanie traw), Przemysław Ziernacki s. 164 (tablica), Fotonova/Adam Brzoza s. 168 (Dąb Bartek), Reporter/Agencja Wschód/Michał Kość s. 173 (fokarium); **FLASH PRESS MEDIA/DIOMEDIA:** Medical Images RM/Claude Bucau s. 14, 17, 32, 44, Visuals Unlimited/Wally Eberhart s. 117 (bakterie brodawkowe na korzeniach); **FORUM:** Renata i Marek Kosinscy s. 145 (żubry), Maciej Piasta s. 153 (monokultura leśna), Marcin Wielicki s. 167 (Słowiński PN); **GETTY IMAGES:** Corbis RF Stills/Rob & Sas s. 7, Image Source/JLPH s. 29 (zwijanie języka), E+/PeopleImages s. 29 (brak umiejętności zwijania języka), Corbis/Steve Prezant s. 33, E+/Steve Debenport s. 43, Corbis Documentary/Layne Kennedy s. 56 (skamieniały amonit), imageBROKER RF/J.W.Aiker s. 59 (**łodzik**), Photographer's Choice RF/Juergen & Christine Sohns s. 67 (orangutan), Corbis Documentary RF s. 67 (goryl), iStock/Wirestock s. 68 (szympanse), The Image Bank/Marwan Shah s. 92, iStock/Hoovz s. 107 (kaktusy), iStock/scigelova s. 116–117 (mrówki grzybiarki niosące liście), Corbis Documentary/Anup Shah s. 119 (lwy i hieny), Corbis Documentary/Hans Strand s. 128, National Geographic/Robert B. Goodman s. 141–142 (wycinka lasu deszczowego), Photolibrary RM/Martin Harvey s. 152 (ptak w ropie), E+/yangna s. 160 (turbiny wiatrowe), Moment RF/Artur Debat s. 172 (przejście dla zwierząt), Image Source/JLPH – 4 strona okładki (umiejętność zwijania języka), E+/PeopleImages – 4 strona okładki (brak umiejętności zwijania języka); **INDIGO IMAGES:** Science Photo Library s. 5–6, 8 (komórka nowotworowa), s. 8–9 (podobieństwo), s. 9 (naukowiec, genetyczny odcisk), s. 12, 13, 19, SPL/Eye Of Science s. 41, Science Photo Library s. 45 (pobieranie krwi), All Canada Photos/Roderick Chen s. 53–54, Ardea/Francois Gohier s. 56 (skamieniałe jaja dinozaurów), Minden Pictures RM/Tui De Roy s. 62 (pingwiny równikowe), Science Photo Library s. 65 (Watson i Cirk), agefotostock/Beauty Photo Studio s. 69 (kobieta), HEMIS/SUDRES Jean-Daniel s. 71 (malowidła naskalne), Minden Pictures RM/Mitsuaki Iwago s. 94 (bawoły i lwy), Alamy Stock Photo/Nick Garbutt s. 102 (pająk z pajęczyną w odnóżach), Minden Pictures RM/Michael & Patricia Fogden s. 104–105 (drzewołaz), Science Photo Library s. 109 (tarka **ślimaka**), 111 (tasieniec), 112 (szczęki i zęby pijawki), 113 (wesz głowowa), 116 (strzępki grzybni), Minden Pictures RM/Tui De Roy s. 127 (papuga), Alamy Stock Photo/Red Circle Images RM s. 131, agefotostock/imageBROKER/Marko König s. 156 (storczyk), Alamy Stock Photo/Premaphotos s. 171 (wilgotnica czapeczkowata); **NASA:** Goddard Space Flight Center/Ozone Hole Watch s. 151 (dziura ozonowa); **PANTHERMEDIA:** Frank Röder s. 152 (kominy), Martina Berg s. 171 (mchy), Robert Keenan s. 171 (mchy); PIXATL s. 25 (Gregor Mendel), 65 (Gregor Mendel); **SHUTTERSTOCK:** Maria Dryfhout s. 9 (genetycznie zmodyfikowana kukurydza), Monkey Business Images s. 11, mythja s. 14–15 (tło), Gelpi s. 18 (dziewczynka), Greta Gabaglio s. 18 (jaszczurka), Kateryna Kon s. 18 (czerewnie krwinki), Olga Rosi s. 23, Cookie Studio s. 24, Moravska s. 25 (kwiaty groszku), Air Images s. 29 (policzki z dołeczkami), Cultura Motion s. 29 (przylegające uszy), ESB Professional s. 29 (długie ciemne kręcone włosy), Kinga s. 29 (odstające uszy), Monkey Business Images s. 29 (długie blond proste włosy), Nina Buday s. 29 (policzki bez dołków), exopixel s. 32 (chłopak), lithian s. 32 (dziewczyna), Stivog s. 39, karelnoppe s. 44 (osoba z Zespołem Downa), Africa Studio s. 45 (badanie USG), Franny Constantina s. 55 (pytony), Matteo Chinellato s. 56 (bursztyn z inkluzją), Tomas Kotouc s. 62 (legwan morski), Elisa Locci s. 63 (plaża z palmami), FotoMonkey s. 63 (Kicker Rock, Wyspy Galapagos), Noradoa s. 63 (Wyspy Galapagos – tło), Paul Vowles s. 63 (Wyspa Genovesa), Grigorita Ko s. 64 (rasy psów), Martin Prochazkacz s. 64 (rybołów), Abeselom Zerit s. 67 (szympanse), cowboy54 s. 67 (gibony), Prostock-studio s. 68 (mężczyzna używający **śrubokręta**), Kristof Degreef s. 68–69 (szympanse, tło), Lukchai Chaimongkon s. 72 (tło z lasem), Silver Spiral Arts s. 72 (tło), tandemich s. 72, 73 (tło z trawą), gerasimov_foto_174 s. 73 (malowidła naskalne), Anton_Ivanov s. 73 (tło ze skalami), Authentic travel s. 73 (tło z trawami), NIKITA TV s. 73 (ognisko), Piotr Krzeslak s. 83 (las), SARAWUT KUNDEJ s. 86 (koralowce), krascky s. 86–87 (jaskier rozłogowy), Martin D. Vonka s. 88 (strefa 1 – fabryka), momanuma s. 89 (strefa7 – góry), Gennadiy Solovyev s. 90, Elenamiv s. 93 (chmury), kzwv s. 93 (mniszek lekarski), Rich Carey s. 93 (**ławica** ryb), Petra Christen s. 94 (sępy), Viesturs Ozolins s. 96 (babka lekarska), MMCez s. 97, Kasperczyk Bogdan s. 99 (kowalik), Robert Biedermann s. 99 (kielkująca roślina), Stuart G Porter s. 101 (gepard), Lapis2380 s. 107 (żywe kamienie), Nadezda Verbenko s. 114, Potapov Alexander s. 115 (pszczoła), Glass and Nature s. 118 (koliber), Szasz-Fabian Jozsef s. 118 (mrówki i mszyce), Ben Schonewille s. 120 (grzyby), Kevin McKeever s. 120 (sarna), Khamkhilai Thanet s. 120 (bakterie), Lebendkulturen.de s. 120 (protisty), Matthew Dixon s. 120 (jezioro z kamieniami), bogumil s. 121 (ekosystem leśny), Michal Durinik s. 121 (kuter rybacki), WDG Photo s. 121 (park), LegART s. 126 (drzewa), Viktor Gagarin s. 126 (łąka), Aptyp_koK s. 129 (trawa), Iko s. 129 (muchomor), Kuttelvaserova Stuchelova s. 129 (ślimak), gashgeron s. 130 (dymiące kominy), Jose de Jesus Churion Del s. 130 (dymiący wulkan), Karel Bartik s. 130 (wilk), Mriya Wildlife s. 130 (zając), Ponderful Pictures s. 130 (jezioro w lesie), Slavko Sereda s. 130 (sosna), Johan Swanepoel s. 143 (słonie i zebry), alicja neumiler s. 144 (wydma), Hydromet s. 144 (las sosnowy), Stanisław Tokarski s. 144–145 (krajobraz z rzeką), Aleksander Bolbot s. 145 (Puszcza Białowiecka), IndianSummer s. 146 (mapa świata), Krzyzak s. 147 (wydmy nadmorskie), Rudmer Zwerver s. 149 (storczyk), Alkana s. 151 (góra lodowa), PHB.cz (Richard Semik) s. 151 (ryby), Jason Mintzer s. 152 (martwe ryby), Maksud s. 153 (orka), assoonas s. 154 (sowa), Stockr s. 155 (Barszcz Sosnowskiego), Vladimir Wrangel s. 155 (karp), 157 (jesiotr), Elena Elisseeva s. 158 (las), Mikhail P. s. 158 (rzeka), Aleksey Stemmer s. 159 (spalanie węgla), daniilphotos s. 159 (wyschnięta gleba), Kaentian Street s. 159 (rury ściekowe), Kodda s. 159 (kominy fabryki), TanyaZhe s. 159 (ryby), Curioso.Photography s. 161 (las tropikalny), Jacek Chabraszewski s. 162 (dziewczyna), padmak s. 162 (pojemniki na śmieci), PAKULA PIOTR s. 162 (kontakt), Piotr Krzeslak s. 164 (Biebrzański PN), Aleksander Bolbot s. 165 (Białowiecki PN), Eduard Kyslynskyy s. 165 (ryś), Mirek Nowaczyk s. 166 (PN Bory Tucholskie), Marek R. Swadzba s. 170 (salamandra), Yuliya Evstratenko s. 171 (szachownica), puchan s. 172 (łąka), BMJ s. 173 (bóbr), Czesznak Zsolt s. 173 (żółw), yykkaa s. 174 (lew), Kinga (4 strona okładki – odstające uszy), Nina Buday (4 strona okładki, przylegające uszy), Paffy (4 strona okładki – blond włosy); **THINKSTOCK/GETTY IMAGES:** HEMERA s. 68 (rozmawiający ludzie), 118 (bawół i bąkojady); ISTOCKPHOTO s. 14 (chłopiec z psem), 17 (dłoni), 59 (kolczatka), 84 (łoś). 86 (sosna, rzekotka), 87 (przylaszczka pospolita), 93 (kolonia głuptaków), 111 (komar, kleszcz), 121 (kombajn zbożowy, żwirownia), 129 (jeź), 130 (grzyby), 143 (sawanna – tło, likaony), 145 (stogi siana), 146 (las równikowy), 149 (żubr), 153 (opryski, osuszanie terenów podmokłych), 157 (sęp płowy), 158 (niedźwiedzie), 166 (łoś), 167 (żuraw, mewa), 169 (bielik, ślimak), 170 (modliszka, ryś, zimorodek), 171 (obuwik, rosiczka), 173 (żubry), 4 strona okładki (dziewczyna z kręconymi włosami); TongRo Images RF s. 129 (grzyby); Zoonar RF s. 149 (słoń) oraz Piotr Szrek s. 56 (odciski pierwszego czworonoga), Henryk Kościelny s. 61 (błotniak stawowy), Flickr.com/Serge K. Keller, FCD CC BY licence requires attribution of author s. 65 (Karol Darwin), Andrzej Boczarowski s. 74 (A. Boczarowski), Państwowy Instytut Geologiczny, Państwowy Insytut Badawczy s. 74 (tropy z Trachilos), Artur Tabor s. 84 (bocian czarny), Hanna Wójciak s. 88 (strefy 1, 2, 3), 89 (strefy 4, 5, 6, 7 – dolne), Robert Dejrowski s. 84 (las olchowy), Ewelina i Bogdan Wańkowiczowie s. 89 (strefa 4 – pola i łąki), 91 (Trójmiejski PK), 133 (strefy 1, 2, 4, 5), 147 (las na wydmach), Ryszard Kozik s. 89 (strefy 4, 5, 6, 7 – górne), Renata i Marek Kosińscy/www.kosinscy.pl s. 107 (maki), Sławomir Wiktorowicz s. 107 (pokrzywa), Grzegorz Leśniewski s. 109 (świstak), Grzegorz Sosnowski s. 109 (motyl), Henryk Kościelny s. 109 (grubodziób), Marek Ostrowski s. 124 (rzeka Wisła), Wojciech Mazurkiewicz s. 133 (strefa 3), Agnieszka Czarnocka s. 154 (choinówka), Paweł Fabijański s. 163, 165 (Babiogórski PN, Bieszczadzki PN), Agnieszka Michalik/zielnik-karpacki.pl s. 165 (okrzyzn jeleni), Karkonoski Park Narodowy/Dział Ochrony Przyrody/Karkonoski Bank Genów/Marta Kroczek s. 166 (dzwonek karkonoski), Renata i Marek Kosińscy/www.kosinscy.pl s.167 (kozica), Grzegorz Leśniewski s. 168 (susel), Henryk Kościelny s. 168 (stanowisko dokumentacyjne Blachówka).

Imię i nazwisko	Klasa	Rok szkolny	Podpis
1.			
2.			
3.			

Które cechy dominują u ludzi?

Rodzice przekazują nam cechy w postaci genów. Każdy z nas dziedziczy po dwie wersje genów – jedną po mamie, a drugą – po tacie. Wersje te mogą być takie same lub różne. Na przykład jedna odpowiada za jasny kolor oczu, a druga – za ciemny. Jednak ujawnia się u nas tylko jedna z tych wersji. Dzieje się tak, ponieważ niektóre cechy dominują nad innymi. Na przykład gen, który odpowiada za ciemny kolor oczu, dominuje nad genem odpowiadającym za jasny kolor oczu.

Cechy dominujące



- odstające uszy

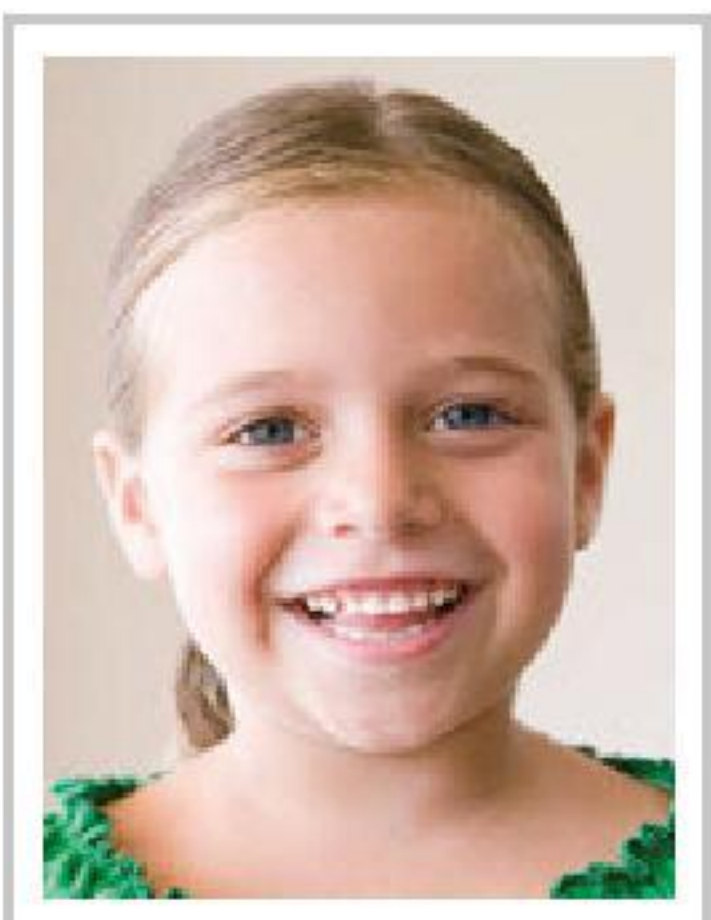


- umiejętność zwijania języka w rurkę



- ciemne włosy
- kręcone włosy
- ciemny kolor oczu

Cechy recesywne



- przylegające uszy



- brak umiejętności zwijania języka w rurkę



- jasne włosy
- proste włosy
- jasny kolor oczu