

Biologia

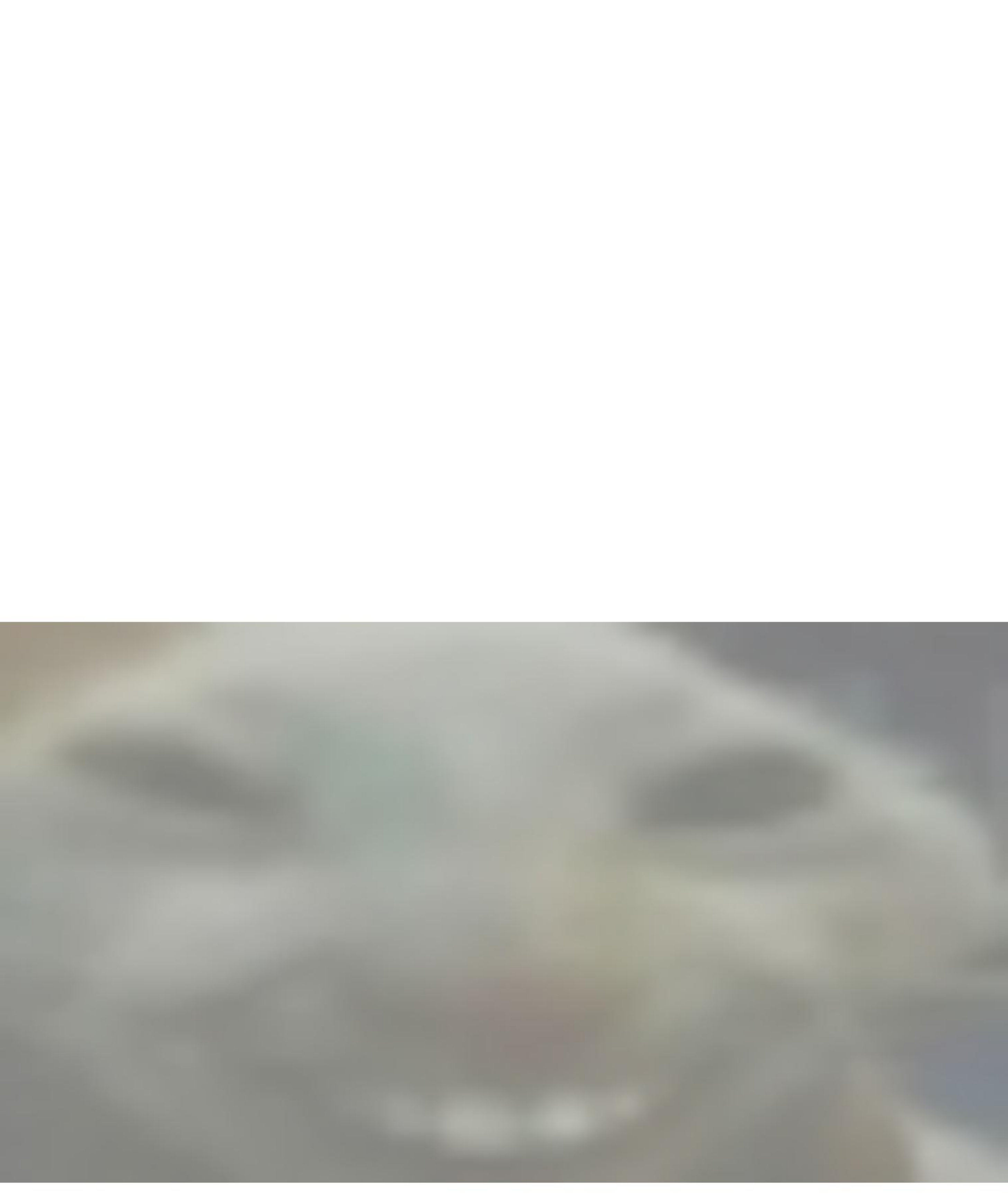
Podręcznik

8



Oznaczono zmiany
W PODSTAWIE
PROGRAMOWEJ
2024





Karolina Archacka
Grażyna Skirmuntt
Marta Wrzosek
Ilona Żeber-Dzikowska

8

Biologia

Podręcznik dla klasy ósmej szkoły podstawowej



Redaktor serii
Beata Zawistowska

Redakcja merytoryczna
Beata Zawistowska, Michał Kaczorowski

Konsultacja dydaktyczna
Marianna Dobrosz

Redakcja językowa
Kortekst / Joanna Cybula

Korekta
Patrycja Ledwójcik, Paulina Zaborek

Redakcja techniczna
Paweł Kowalski

Skład i łamanie
Oficyna Wydawnicza Pegaz / Rafał Kulig

Redakcja artystyczna
Magdalena Sarnot-Wrzecionowska, Marcin Kot

Projekt i koncepcja artystyczna
Futu Creative / Kay Humelt i Rafał Kwiczor

Koordynacja prac graficznych
Magdalena Sarnot-Wrzecionowska

Projekt okładki
Futu Creative / Kay Humelt i Rafał Kwiczor

Ilustracja na okładce i ilustracje na stronach działowych
Acapulco Studio / Agata Dudek i Małgorzata Nowak-Żurek

Fotoedycja
Grzegorz Wrzecionowski

Ilustracje

Carto Team Chariza Krystian (120, 132, 148/mapa); Damian Chrul (76, 82, 88, 98, 99); Adam Chwesiuk (12–13/infografika, 18–19/infografika, 61, 63, 65/infografika, 66/infografika, 78–79/infografika, 83, 106–107, 130/infografika, 134–135, 138–139, 140–141, 144–145/infografika, 148–152/infografika, 166); Marcin Kot (34, 35/wykres, 85, 90, 93/podejmij temat, 110, 111, 112/wykresy, 119/typy piramid wiekowych, 121/wykres, 131, 136, 137); Grzegorz Kozłowski (12–13/helisa i nukleotyd, 14, 15, 18–19/mejoza i mitoz, 20, 23, 27, 28, 29, 30, 33, 35/mutacje, 37, 38, 41, 42, 47–54, 59, 60, 64, 65/człowiek i szympan, 67/szkielety, 72/kończyny, 80, 94, 101, 160); Joanna Majewska (72/ryby, ślady, 74, 77, 91/infografika, 100, 102, 104, 105, 118, 119/typy rozmieszczenia populacji); Przemysław Sokołowski (58, 93/infografika, 109/infografika); Agnieszka Staniec (24, 25, 91/infografika, 103, 112/infografika, 123); Agata Zarzycka (68).

Wydawca oświadcza, że dołożył wszelkich starań, aby dotrzeć do wszystkich właścicieli i dysponentów praw autorskich. Osoby, których nie udało nam się ustalić, prosimy o kontakt z wydawnictwem.

Książka, którą nabyłeś, jest dziełem twórcy i wydawcy. Przestrzegaj praw, jakie im przysługują. Udostępniając książkę lub jej fragmenty, rób to wyłącznie w zakresie dozwolonego użytku, który określają przepisy prawa. Zawartość książki możesz udostępnić nieodpłatnie osobom bliskim lub osobiście znanym, ale nie publikuj jej w internecie. Jeśli cytujesz jej fragmenty, nie zmieniaj ich treści i koniecznie zaznacz, czyje to dzieło. Kopiując jej część, rób to jedynie na użytek osobisty.

© Grupa MAC S.A., Kielce 2021

ISBN 978-83-8227-117-1

Grupa MAC S.A.
25-561 Kielce, ul. Witosa 76
tel. 41 366 55 55, faks: 41 366 33 02
e-mail: kontakt@mac.pl, www.mac.pl



×

Treści usunięte z podstawy programowej w 2024 r.

Spis treści

1. Genetyka	7	4. Ochrona środowiska i różnorodności biologicznej	127
1.1 DNA – nośnik informacji genetycznej	8	4.1 Człowiek korzysta z zasobów przyrody	128
1.2 Struktura DNA	12	4.2 Różnorodność biologiczna	133
1.3 Mitoza i mejoza	17	Link do wiedzy <i>Badanie różnorodności biologicznej</i>	138
1.4 Dziedziczenie cech	22	4.3 Ochrona przyrody	143
1.5 Dziedziczenie grup krwi i płci	27	Podsumowanie działu 4	154
1.6 Mutacje genetyczne	32	5. Ćwiczenia terenowe i działania praktyczne	157
1.7 Cykl komórkowy i nowotwory	37	5.1 Badanie ekosystemów w okolicy	158
Podsumowanie działu 1	41	5.2 Twoje działania mają wpływ na przyrodę	163
2. Ewolucja życia	45	Indeks	167
2.1 Ewolucja i jej dowody	46		
2.2 Dobór naturalny i dobór sztuczny	55		
2.3 Ewolucja człowieka	63		
Podsumowanie działu 2	71		
3. Ekologia	75		
3.1 Ekosystem	76		
3.2 Oddziaływania między organizmami w biocenozie. Konkurencja i pasożytnictwo	82		
3.3 Roślinożerność i drapieżnictwo	88		
3.4 Przykłady oddziaływań nieantagonistycznych	93		
3.5 Zależności pokarmowe w ekosystemie	98		
3.6 Obieg materii i przepływ energii	102		
Link do wiedzy <i>Produktywność ekosystemów</i>	106		
3.7 Tolerancja organizmu na czynniki środowiska	109		
3.8 Populacja	115		
Podsumowanie działu 3	122		

Jak korzystać z podręcznika

Numer i tytuł tematu

Podejmij temat
Wprowadzenie do tematu lekcji

Powołania na ilustracje oznaczono skrótem il.

ym czasie (il. 3.50 i nością, il.

3.8 Populacja

Podejmij temat



Czy organizmy przedstawione na zdjęciu tworzą populację? Uzasadnij swoją odpowiedź.



Grupy osobników tego samego gatunku tworzą populację

Organizmy, które reprezentują jeden gatunek, żyją na określonym obszarze i w określonym czasie, swobodnie się kontaktują i krzyżują ze sobą, tworzą populację (il. 3.50 i 3.51). Różnią się jednak między sobą wzrostem, masą ciała, aktywnością, ilością pobieranego pokarmu, odpornością na choroby i takie czynniki środowiska jak: temperatura, woda, światło, odczyn gleby, obecność innych organizmów.

Populację tworzy np. świetlik wysmaldy w Karkonoskim Parku Narodowym lub pantofolek w szkolnym akwarium. Ptaki żyjące w stadach, jak mewy i kormorany, także są przykładami populacji zwierząt. Różne populacje mogą mieć odmienną tolerancję ekologiczną w zakresie działania poszczególnych czynników środowiska.

Aby scharakteryzować populację, podaje się jej cechy: liczebność, zagęszczenie, rozródność, śmiertelność, rozprzestrzenianie się, czyli migracje, rozmieszczenie (struktura przestrzenna, struktura wiekowa i struktura płciowa).

Populacja – wszystkie osobniki jednego gatunku, które żyją na danym obszarze w określonym czasie i mogą się swobodnie krzyżować.

Definicja

Objaśnienia nowych terminów

Infografika

Duże, czytelne infografiki ułatwiające przyswajanie materiału



3.50 Wiewiórki w małym parku tworzą populację



3.51 Populacja chłabów na polu żyta

Na podstawie wiadomości z poprzednich lekcji wymień oddziaływania, jakie występują między osobnikami populacji pokazanych na zdjęciu. Wyjaśnij, jakie zależności mogą ją łączyć z populacjami i innych gatunków. Określ także zależność populacji chłabów i żyta pokazanych na zdjęciu.

115

Więcej na temat
Treści dodatkowe

Więcej na temat

Ile genów mają organizmy?

Organizmy są niezwykle zróżnicowane pod względem budowy i sposobu funkcjonowania. Przez wiele lat zastanawiano się, na ile stopień złożoności danego organizmu koreluje z liczbą genów, które znajdują się w jego komórkach. Intensywny rozwój biologii molekularnej – dziedziny biologii, która zajmuje się m.in. wpływem cząsteczek takich jak kwasy nukleinowe (w tym DNA) i białek na funkcjonowanie organizmów – pozwolił na sukcesywne gromadzenie wiedzy na ten temat. Obecnie wiadomo, że liczba genów u człowieka wynosi 20–25 tys., podobnie jak u... kury domowej. Mniej genów mają organizmy takie jak muszka owocowa (14 tys.), drożdże (6 tys.) czy bakteria pałeczka okrężnicy (3 tys.). Więcej genów niż u człowieka występuje m.in. u myszy domowej (30 tys.) czy w roślinach ryżu (50 tys.). Obecnie wiemy już, że to nie liczba genów decyduje o stopniu złożoności organizmów.

Za rekordzistę w świecie zwierząt jest uważana rozwielitka pohlwota (*Daphnia pulex*, il.) z 31 tys. genów. Jeszcze więcej, bo 60 tys. genów, stwierdzono u rzeszotka pochwowego (*Trichomonas vaginalis*) – protista wywołującego chorobę pasożytniczą narządów płciowych. Z kolei inny pasożyt układu moczowo-płciowego człowieka – bakteria *Mycoplasma genitalium* – jest uznawany za organizm o najmniejszej znanej liczbie genów. Ma ich zaledwie 525.



Liczba genów u rozwielitki określono w 2011 r. Od tego czasu należy do niej rekord pod względem liczby genów w świecie zwierząt

W skrócie

Najważniejsze informacje z lekcji

W skrócie

- Informacja o budowie i sposobie funkcjonowania każdego organizmu jest zapisana i przechowywana w DNA (kwasy deoksyrybonukleinowe).
- W DNA znajdują się geny zawierające m.in. informacje o składzie i kolejności aminokwasów budujących różne białka.
- DNA znajduje się w jądrze komórkowym (u większości organizmów) lub w cytoplazmie (u bakterii). Kształtem przypomina nić. Jest mikroskopijnej wielkości.
- Za pomocą określonej procedury DNA można wyizolować z komórek i uwidocznić w roztworze.

Czy już umiesz? Sprawdź się!

- Oceń, czy poniższe zdania są poprawne. Zdania błędne zapisz poprawnie w zeszyście.
 - a) U wszystkich organizmów DNA jest zlokalizowany w jądrze komórkowym.
 - b) W przeciwieństwie do DNA kręgowców DNA bakterii jest mikroskopijny i niewidoczny gołym okiem.
 - c) Większość genów zawiera informacje o budowie tłuszczów, węglowodanów i białek organizmu.
- W dostępnych źródłach znajdź informację na temat 2 białek: tytyny (konektyny) i dystrofiny.
 - a) Zapisz w zeszyście liczbę aminokwasów budujących te białka i tkanek/narząd, w której występują.
 - Jeśli potrafisz, podaj, czym wyróżniają się białka tytyna lub gen kodujący dystrofinę wśród innych białek i genów.

11

Obrona przed drapieżnikami

Obrona mechaniczna – różne mechanizmy obronne potencjalnych ofiar, które utrudniają spotkanie, rozpoznanie, kontakt, obezwładnienie i spożycie.



pancerz okrywający ciało – utrudnia dotarcie do jego miękkich części



ubarwienie ochronne i kamuflaż – utrudniają dostrzeżenie



ostrzeżenie innych przed niebezpieczeństwem, np. skrzek sokoła



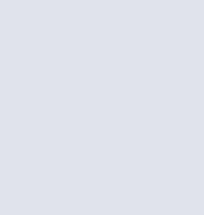
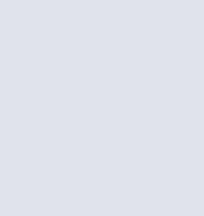
Obrona chemiczna – wydzielanie substancji chemicznych odstraszających napastników



czuchną wydzieliną skunksów



życie w stadzie – kontakt z pojedynczym osobnikiem jest trudniejszy



aktywna ucieczka – dzięki silnym kończyom

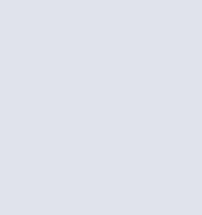
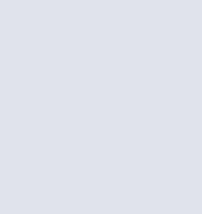
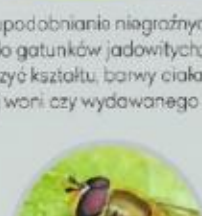


kolcza – utrudniają obezwładnienie

Barwy ostrzegawcze



złote plamy na ciele salamandry – ostrzeżenie „nie jedz mnie”



91

Krok po kroku

Instrukcje, które wskazują kolejne etapy wykonywania działań

Krok po kroku

Jak wyizolować DNA z komórek?

Uwolnienie DNA z komórek wymaga zniszczenia struktur, które go otaczają, m.in. błony komórkowej i otoczki jądrowej, a w przypadku komórek roślinnych – także ściany komórkowej. W tym celu materiał biologiczny rozciera się, a także stosuje detergent (np. płyn do mycia naczyń), który ułatwia rozpad wymienionych struktur.

Potrzebne materiały:



- Do woreczka foliowego włóż kawałek owocu lub warzywa wielkości truskawki.
- Zamknij go szczelnie, wypuszczając powietrze. Następnie dokładnie roznij jego zawartość.
- Do woreczka wlej kilka łyżek wody z solą i kilka kropli płynu do mycia naczyń.
- Zamknij go szczelnie, wypuszczając z niego powietrze. Następnie dokładnie – ale koniecznie bardzo – wymieszaj jego zawartość, ugniatając ją rękami.
- Umieść woreczek w misce z lodem na kilka minut, wymieszaj jego zawartość, ugniatając.
- W szklance lub w próbówce (w statywie) umieść lejek wyłożony papierowym filtrem do kawy. Ostrożnie przelej zawartość worka przez lejek. Poczekaj, aż płyn zbierze się w próbówce. Następnie usuń lejek z filtrem.
- Ustal, jaka jest objętość płynu w próbówce. Następnie ostrożnie wlej po ściance próbówki taką samą objętość

Przekonaj się

Czy człowiek mógłby wrócić do czworonożnego chodu?

Opis czynności:

- Stój na 4 koryczkach, opierając się nałymi stopami i dłońmi. Przejdź dookoła klasy. Spróbuj się przebiec w tej pozycji.
- Stój, opierając się na kłykciach dłoni, czyli paliczkach palców – spróbuj poruszać się tak, jak robią to goryle.

Wynik badania:

Opisz swoje odczucia związane z poruszaniem się w obu pozycjach. Czy coś sprawiło ci ból? Czy poruszanie się z podparciem na kłykach było łatwiejsze?

Wnioski:

- Stwierdź wnioski, uwzględniając odpowiedzi na poniższe pytania:
 - Jak jest ustawiona głowa goryla w stosunku do kręgosłupa?
 - Jaki jest stosunek długości rąk do nóg u człowieka i goryla?
 - W jakiej konkurencji moglibyśmy wygrać z gorylem i dlaczego? Biegu sprinterskim? A może w biegu długodystansowym?

Ciekawe!



Jednym z wymarłych hominidów, choć niebędącym naszym przodkiem, jest dwunożna małpa o nazwie parantrop (*Paranthropus*). Gatunki należące do tego rodzaju charakteryzują się bardzo masywną czaszką zwieńczoną kościstym grzebieniem – czyli bieżącym przez środek wyrostkiem. Te wielkie małpy żyły się twardymi częściami roślin. Wyrostek na czaszce stanowił przyczep dla potężnych mięśni przytympaniowych żuchwy. Dzięki nim parantrop mógł z dużą siłą swobodnie rozierać zębami twarde liście i gałązki.

Jak wyglądała Afryka kilka milionów lat temu?

Aby zrozumieć, dlaczego niektóre nacje przyjęły postawę wyprostowaną i rozwinęły się, jak wyglądała Afryka w czasie, kiedy z powodu zmian klimatu zaczęła się zmniejszać obszar sawanny – trawiastych pól. Było ich za mało, by wyżywić grupy nac...



2.32 Środowisko życia, w jakim doszło do przemian ewolucyjnych prowadzących do powstania człowieka współczesnego, bardzo różniło się od tego, w którym żyją orangutany, goryle i szympanse. Gdyby nie zmienił się klimat i nie zniknęły lasy, człowiekowate nie rozwinęłyby dwunożności.

Podsumowanie działu

Powtórzenie najważniejszych treści działu

Podsumowanie działu 4

Ważne pojęcia

zasoby przyrody (naturalne)	zasoby nieodnawialne	zasoby odnawialne
zasady zrównoważonego rozwoju	różnorodność biologiczna (biodrobnorodność)	skala porostowa
formy ochrony przyrody	ochrona obszarowa	ochrona gatunkowa
park narodowy	rezerwat przyrody	park krajoznawczy
ochrona bierna	ochrona ścisła	ochrona częściowa
		ochrona indywidualna
		ochrona czynna

- Zasoby przyrody (naturalne) – wszystkie elementy środowiska wykorzystywane przez człowieka. Dzielą się je na zasoby nieodnawialne i odnawialne.

Badanie różnorodności biologicznej

Organizmy występujące w ogrodzie lub na podwórku można nazwać biocenozą. Składają się na nią: fauna danego miejsca – wszystkie gatunki organizmów zwierzęcych, flora – wszystkie gatunki roślin, funga – wszystkie gatunki grzybów na tym terenie, a także zespół mikroorganizmów. Aby poznać pełną biocenozę, należy stosować inne metody badawcze w odniesieniu do każdej kategorii organizmów.

ABY POZNAĆ FAUNĘ

- zajrzyj pod kamienie – sprawdź obecność bezkręgowców,
- obserwuj owady w pobliżu kwiatów i pajęki na roślinach,
- przyjrzij się ślom zlatującym się nocą do lampy,
- policz mieszczące w danym miejscu gatunki ptaków i nagraj ich głosy,
- notuj zauważalne tropy ptaków i szaków, zwróć uwagę na ślady żarowania.



ABY POZNAĆ FLORE

- policz wszystkie widoczne gatunki roślin,
- powtórz liczenie kilka razy w roku – najlepiej wiosną, latem i jesienią,
- porównaj, jakie gatunki można zauważyć w różnych porach roku,
- zanalizuj, kiedy dane gatunki roślin kwitną i wydają nasiona,
- określ sposoby rozprzestrzeniania i rozkwitania nasion u spotkanych roślin.



ABY POZNAĆ FUNGĘ

- zobacz, czy w ogrodzie występują owocniki grzybów – szukaj ich nie tylko na ziemi, ale również na pniach i konarach drzew,
- zbadaj, czy na martwych gałązkach, ściśniętych owocach leżących na ziemi pojawiają się pleśnie, a także drobne owocniki i sznurki,
- poszukaj porostów na kamieniach, gałęziach drzew i pniach,
- zwróć uwagę na różny termin występowania owocników grzybów – wskaz, które są obecne przez cały rok, a które występują tylko w określonej porze roku.



Pomocne przy badaniu biocenozy



Przekonaj się

Opisy obserwacji lub doświadczeń

Ciekawe!

Interesujące wiadomości uzupełniające temat lekcji

Link do wiedzy

Treści, które mogą rozwinąć twoje zainteresowania

Znaczenie ikon



nawiązanie do ilustracji



praca zespołowa



nawiązanie do innego przedmiotu

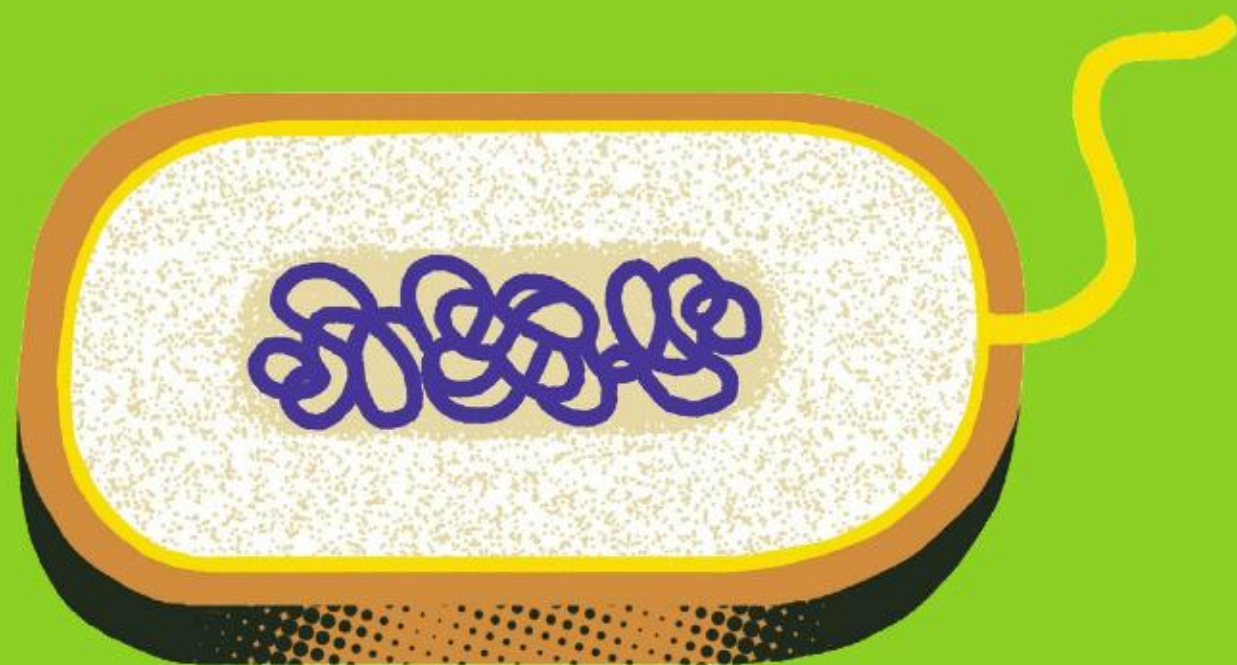


zastosowanie nowoczesnych technologii



oznaczenie polecenia trudniejszego

1. Genetyka



1. Jaką rolę pełnią w komórce kwasy nukleinowe? Czy występują w dużych czy niewielkich ilościach?
2. W których pokazanych powyżej komórkach są obecne kwasy nukleinowe i gdzie są zlokalizowane?
3. Komórki jakich organizmów przedstawiono na rysunkach? Uzasadnij odpowiedź.
4. Jakie są podobieństwa i różnice między tymi komórkami?

1.1 DNA – nośnik informacji genetycznej

Podejmij temat



Jakie cechy są charakterystyczne dla naszego gatunku?

Jakie różnice w budowie i funkcjonowaniu organizmu mogą występować między ludźmi?



Podobieństwa i różnice między organizmami

Na świecie istnieje ogromna różnorodność organizmów: od mikroskopijnych bakterii, przez protisty i grzyby, po rośliny i zwierzęta. Każdy gatunek ma charakterystyczne dla siebie cechy. Dzięki nim można rozpoznać i przypisać do niego właściwych przedstawicieli. W przypadku gatunku, do którego należymy – **człowiek rozumny** – są to m.in. **pionowa postawa ciała, poruszanie się na 2 kończynach i rozwinięte mózgowie** (patrz *Podejmij temat*). Choć jako przedstawiciele tego samego gatunku mamy wiele cech wspólnych, możemy także różnić się pod wieloma względami (il. 1.1).



1.1 Ludzie różnią się między sobą m.in. kolorem oczu, skóry, włosów czy wzrostem

W zdecydowanie większym stopniu różnimy się od przedstawicieli innych gatunków. Jednakże **wszystkie organizmy mają jedną wspólną cechę**: informacja o budowie i sposobie funkcjonowania każdego z nich jest zapisana i przechowywana w specjalnym nośniku – cząsteczce chemicznej określanej jako **DNA** (il. 1.2). Skrót ten pochodzi od anglojęzycznej nazwy *deoxyribonucleic acid* [czyt. deoksyrybonukleid asid] – **kwasek deoksyrybonukleinowy**.



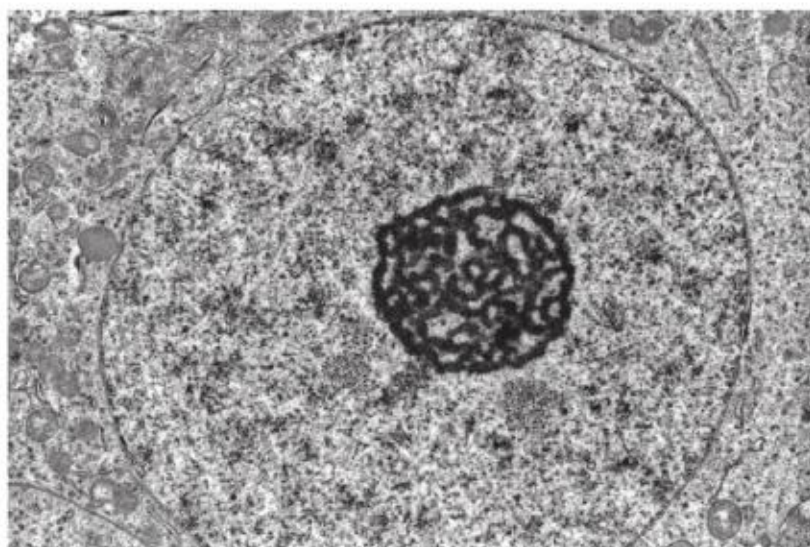
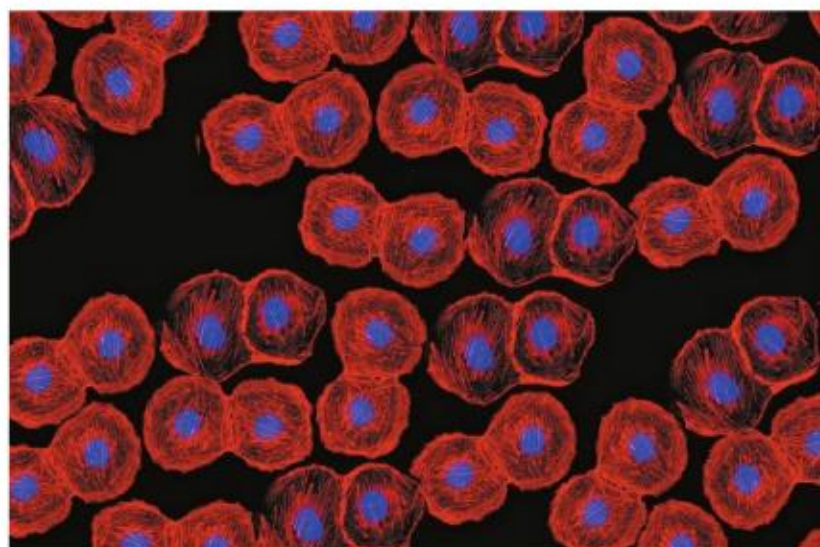
1.2 O wyglądzie i sposobie funkcjonowania każdego organizmu decyduje informacja zapisana w jego DNA

Lokalizacja i wielkość DNA

DNA jest zawarty w **niemal każdej komórce organizmu**. Najczęściej znajduje się w jądrze komórkowym (il. 1.3). W organizmach, które nie mają wyodrębnionego jądra komórkowego (u bakterii), DNA jest zlokalizowany w cytoplazmie. W zależności od organizmu może mieć różną wielkość, jednak nigdy nie jest widoczny gołym okiem – grubość cząsteczki DNA to ok. 2 nanometry (czyli milionowe części milimetra)! Możliwe jest natomiast wyizolowanie DNA znajdującego się w komórkach budujących większą strukturę, np. owoc, i uwidocznienie go w roztworze (patrz *Krok po kroku*, s. 10).

Ciekawe!

Niewielkie ilości DNA znajdują się także w mitochondriach i chloroplastach. Jego cząsteczki mają tam najczęściej formę kolistą. Zawierają informacje dotyczące m.in. białek zaangażowanych odpowiednio w proces oddychania tlenowego lub fotosyntezy.



1.3 Zawarty w jądrze komórkowym DNA (niebieski) można uwidocznić dzięki specjalnym barwnikom i obejrzeć w dużym powiększeniu np. za pomocą mikroskopu konfokalnego (zdjęcie po lewej). W jeszcze większym powiększeniu – w mikroskopie elektronowym (na zdjęciu po prawej), DNA jest widoczny jako nić

W jaki sposób DNA decyduje o cechach organizmów?

Prowadzone przez szereg lat badania pozwoliły stwierdzić, że w DNA każdego organizmu można wyróżnić fragmenty określone jako **geny**. Ustalono, że większość z nich zawiera **informacje o budowie białek**, tj. składzie i kolejności budujących je aminokwasów.

Białka pełnią różnorodne funkcje w organizmie. Są składnikami budulcowymi komórek, uczestniczą w transporcie rozmaitych substancji, są niezbędne do przeprowadzania wszystkich procesów życiowych warunkujących przeżycie komórek, a w konsekwencji organizmu. Zestaw białek wytwarzanych w danej komórce, a także tkance czy narządzie decyduje o **cechach** organizmu.

Gen – fragment DNA, najczęściej zawierający informację o budowie białka.

Krok po kroku

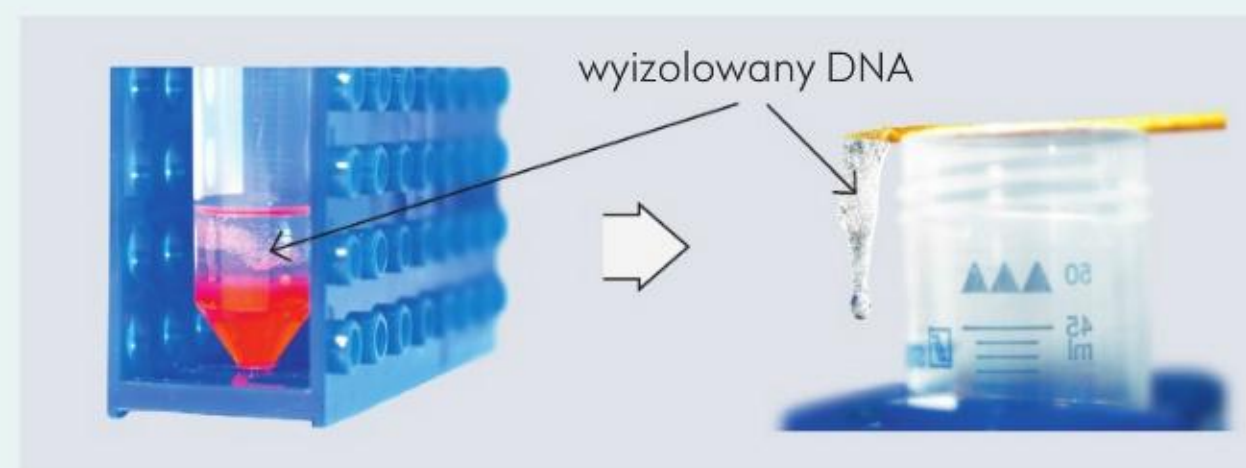
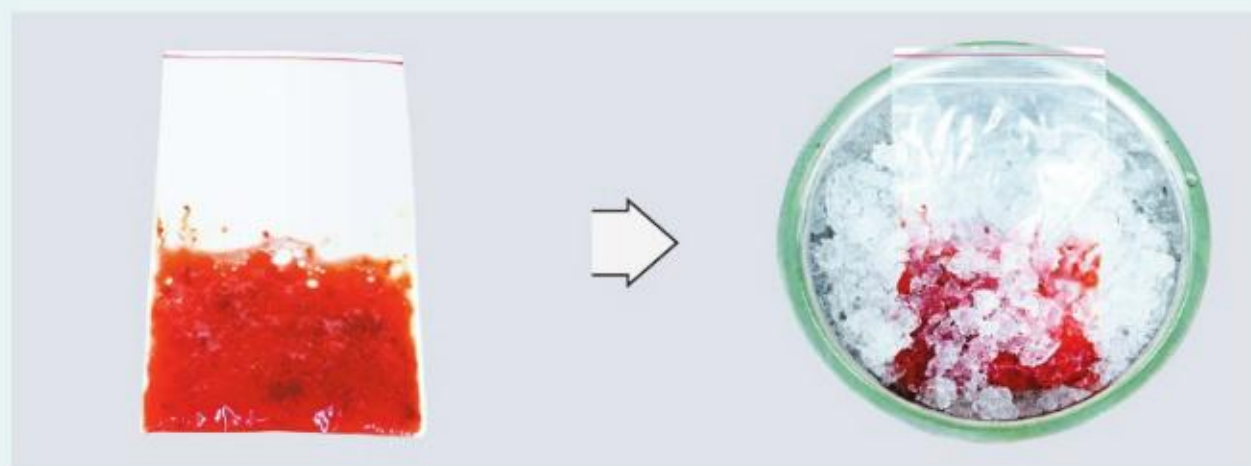
Jak wyizolować DNA z komórek?

Uwolnienie DNA z komórek wymaga zniszczenia struktur, które go otaczają, m.in. błony komórkowej i otoczki jądrowej, a w przypadku komórek roślinnych i grzybowych – także ściany komórkowej. W tym celu materiał biologiczny rozciera się, a także stosuje detergent (np. płyn do mycia naczyń), który ułatwia rozpad wymienionych struktur.

Potrzebne materiały:



- 1 Do woreczka foliowego włóż kawałek owocu lub warzywa wielkości truskawki.
- 2 Zamknij szczelnie woreczek, wypuszczając powietrze. Następnie dokładnie rozgnieć jego zawartość.
- 3 Do woreczka wlej kilka łyżek wody z solą i kilka kropli płynu do mycia naczyń.
- 4 Zamknij szczelnie woreczek, wypuszczając z niego powietrze. Następnie dokładnie – ale koniecznie bardzo delikatnie – wymieszaj jego zawartość, ugniatając ją ręką.
- 5 Umieść woreczek w misce z lodem na kilka minut. Co minutę wymieszaj jego zawartość, ugniatając ręką.
- 6 W szklance lub w próbówce (w statywie) umieść lejek wyłożony papierowym filtrem do kawy. Ostrożnie przelej zawartość worka przez lejek. Poczekaj, aż płyn zbierze się w próbówce. Następnie usuń lejek z filtrem.
- 7 Ustal, jaka jest objętość płynu w próbówce. Następnie ostrożnie wlej po ściance próbówki taką samą objętość zmrożonego spirytusu.
- 8 Ostrożnie odstaw próbówkę i obserwuj jej zawartość.
- 9 Jeśli na jej powierzchni pojawią się białe lepkie kłaczkę, możesz ostrożnie wyjąć je za pomocą wykałaczki i umieścić w małej próbówce.



Białe kłaczkę to DNA, który został wyizolowany z komórek za pomocą rozcierania i detergentu, a następnie wytrącony z roztworu dzięki użyciu soli i zimnego alkoholu

Więcej na temat

Ile genów mają organizmy?

Organizmy są niezwykle zróżnicowane pod względem budowy i sposobu funkcjonowania. Przez wiele lat zastanawiano się, na ile stopień złożoności danego organizmu koreluje z liczbą genów, które znajdują się w jego komórkach. Intensywny rozwój biologii molekularnej – dziedziny biologii, która zajmuje się m.in. wpływem cząsteczek takich jak kwasy nukleinowe (w tym DNA) i białek na funkcjonowanie organizmów – pozwolił na sukcesywne gromadzenie wiedzy na ten temat. Obecnie wiadomo, że liczba genów **u człowieka** wynosi **20–25 tys.**, podobnie jak u... kury domowej. Mniej genów mają organizmy takie jak muszka owocowa (14 tys.), drożdże (6 tys.) czy bakteria pałeczka okrężnicy (3 tys.). Więcej genów niż u człowieka występuje m.in. u myszy domowej (30 tys.) czy w ryżu siewnym (50 tys.). Obecnie wiemy już, że **to nie liczba genów decyduje o stopniu złożoności organizmów**.

Za rekordzistę w świecie zwierząt jest uważana rozwielitka pchłowata (*Daphnia pulex*, il.) z 31 tys. genów. Jeszcze więcej, bo 60 tys. genów, stwierdzono u rzęsistka pochwowego (*Trichomonas vaginalis*) – protista wywołującego chorobę pasożytniczą narządów płciowych. Z kolei inny pasożyt układu moczowo-płciowego człowieka – bakteria *Mycoplasma genitalium* – jest uznawany za organizm o najmniejszej znanej liczbie genów. Ma ich zaledwie 525.



Liczbę genów u rozwielitki określono w 2011 r. Od tego czasu należy do niej rekord pod względem liczby genów w świecie zwierząt

W skrócie

- Informacja o budowie i sposobie funkcjonowania każdego organizmu jest zapisana i przechowywana w DNA (kwasie deoksyrybonukleinowym).
- W DNA znajdują się geny zawierające m.in. informacje o składzie i kolejności aminokwasów budujących różne białka.
- DNA znajduje się w jądrze komórkowym (u większości organizmów) lub w cytoplazmie (u bakterii). Kształtem przypomina nić. Jest mikroskopijnej wielkości.
- Za pomocą określonej procedury DNA można wyizolować z komórek i uwidocznić w roztworze.

Czy już umiesz? Sprawdź się!

- 1 Oceń, czy poniższe zdania są poprawne. Te, które są błędne, popraw i zapisz w zeszycie.
 - a) U wszystkich organizmów DNA jest zlokalizowany w jądrze komórkowym.
 - b) W przeciwieństwie do DNA kręgowców DNA bakterii jest mikroskopijny i niewidoczny gołym okiem.
 - c) Większość genów zawiera informacje o budowie tłuszczów, węglowodanów i białek organizmu.
- 2 W dostępnych, wiarygodnych źródłach znajdź informację na temat 2 białek: tytyny (konektyny) i dystrofiny.
 - a) Zapisz w zeszycie liczbę aminokwasów budujących te białka i tkankę/narząd, w której występują.
 -  b) Jeśli potrafisz, podaj, czym wyróżniają się białko tytyna lub gen kodujący dystrofinę wśród innych białek i genów.

1.2 Struktura DNA

Podejmij temat



Co jest charakterystyczne dla obiektów pokazanych na zdjęciach? W trakcie lekcji wskaż ich związek ze strukturą DNA.



Ciekawe!

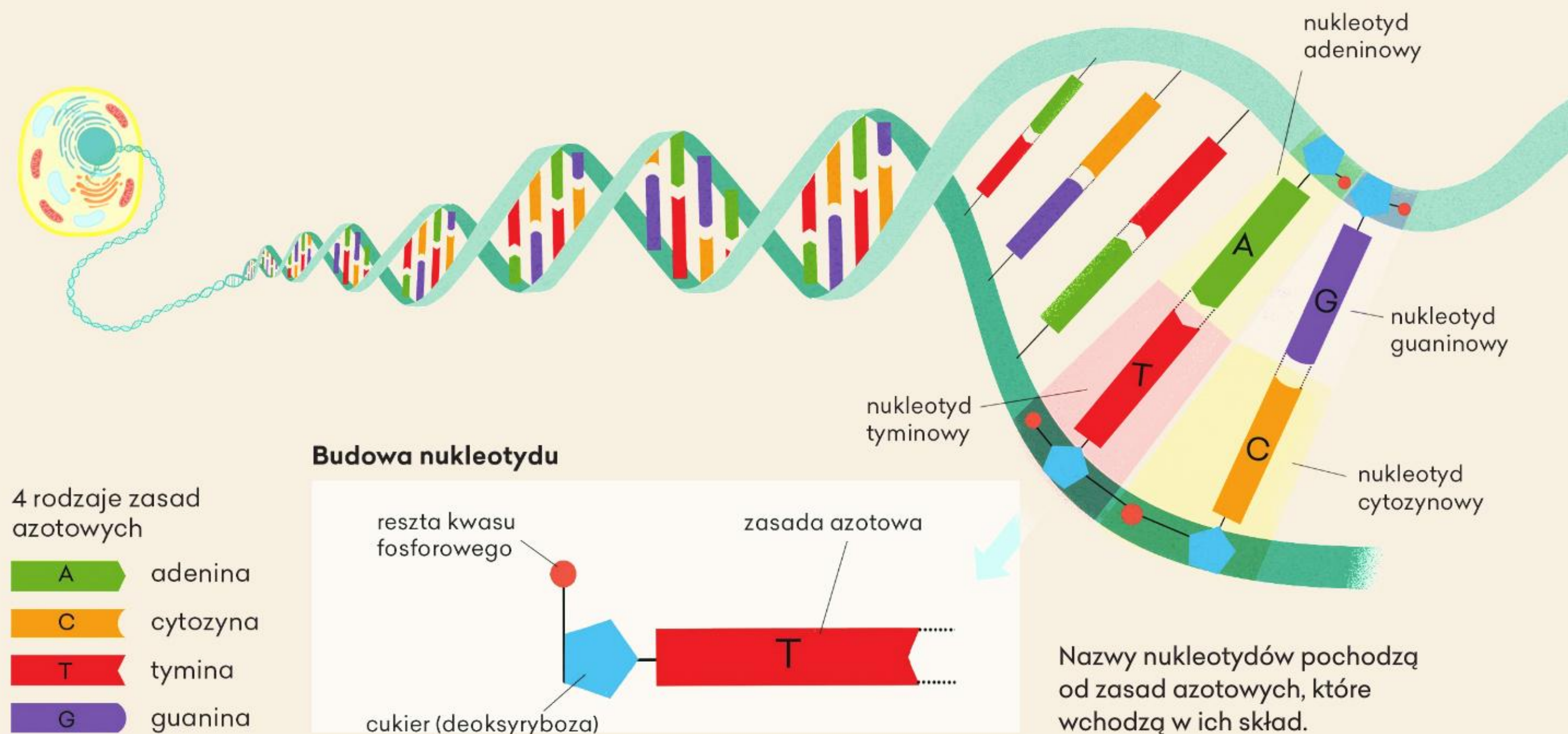
Szacuje się, że długość cząsteczki DNA w komórce człowieka wynosi 2 m. Dzięki swojej strukturze (skręceniu) DNA mieści się w jądrze komórkowym o wielkości wynoszącej 10 mikrometrów, czyli 200 tysięcy razy mniejszej.

Podwójna helisa

Rola DNA – jako nośnika informacji genetycznej niezbędnej do powstania określonych białek, a w konsekwencji cech organizmu – jest ściśle związana z jego strukturą. Choć na zdjęciach z mikroskopu elektronowego DNA wygląda jak długa cienka nić (patrz il. 1.3), w rzeczywistości cząsteczka ta kształtem bardziej przypomina skręconą drabinę sznurkową. Struktura ta jest określana jako **podwójna helisa**.

Jak jest zbudowany DNA?

Cząsteczka DNA zawiera 2 nici spiralnie skręcone wokół własnej osi. Każda nić jest zbudowana z nukleotydów.



Boki drabiny tworzą 2 długie nici (określane także jako łańcuchy), skręcone spiralnie wokół osi cząsteczki. Nici te są zbudowane z **nukleotydów** – podstawowych jednostek budowy DNA. Istnieją 4 rodzaje nukleotydów budujących DNA. Każdy z nich zawiera cukier (deoksyrybozę) i resztę kwasu fosforowego oraz jedną z czterech zasad azotowych: adeninę (A), tyminę (T), cytozynę (C) lub guaninę (G).

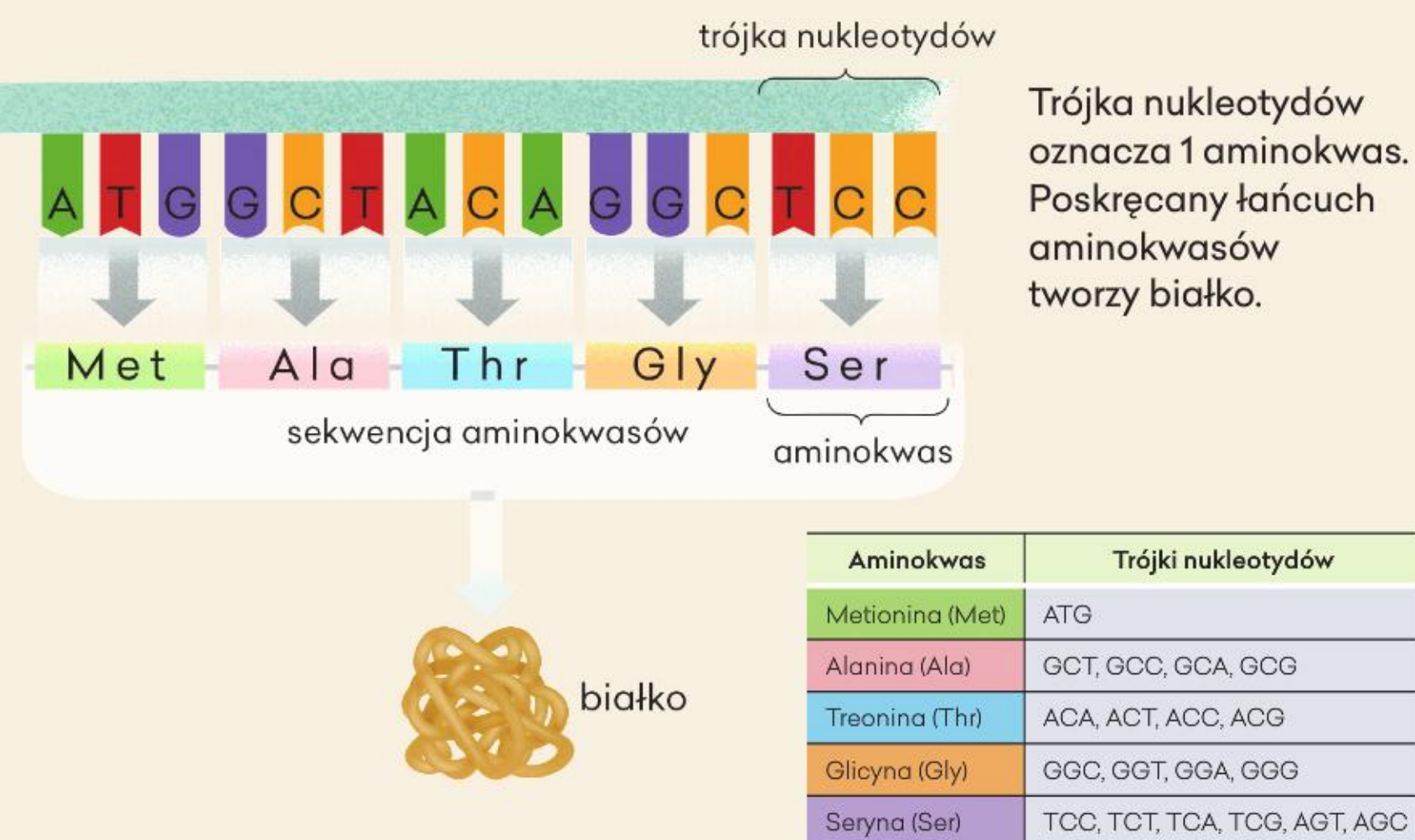
Nukleotydy są połączone ze sobą szeregowo w obrębie każdej nici, a także łączą się (za pomocą wiązań chemicznych) z nukleotydami z drugiej nici. W ten sposób tworzą „szczebelki” drabiny. Wiązania między nukleotydami obu nici nie są przypadkowe – adenina (A) zawsze tworzy parę z tyminą (T), zaś cytozyna (C) z guaniną (G). W ten sposób kolejność ułożenia nukleotydów w jednej nici DNA decyduje o ułożeniu nukleotydów w drugiej nici cząsteczki. Ta właściwość jest określana jako **komplementarność nici DNA**.

Kod genetyczny

Nukleotydy budujące łańcuchy DNA można porównać do liter, przy czym tworzą one zawsze tylko 3-literowe słowa. Te genetyczne słowa zawierają informacje o rozpoczęciu albo zakończeniu syntezy białka lub o rodzaju aminokwasu wchodzącego w skład białka. Ten sposób zapisu jest określany jako **kod genetyczny**. Ułożenie kolejnych trójek nukleotydów także ma znaczenie – jest równoznaczne z kolejnością aminokwasów w cząsteczce białka.

Informacja w DNA a powstawanie białek

W DNA są zapisane genetyczne słowa składające się z 3 nukleotydów.



Genetyczne słowa mogą składać się z 3 takich samych nukleotydów (np. GGG) lub różnych (np. ATG). Niektóre trójki nukleotydów zawierają informację o takim samym aminokwasie. Przykładowo aminokwas o nazwie glicyna jest szyfrowany przez 4 różne trójki nukleotydów: GGC, GGT, GGA i GGG.

Ciekawie!



Struktura DNA została poznana dzięki badaniom Rosalind Franklin (na zdjęciu wyżej), a następnie Jamesa Watsona i Francis Cricka [czyt. dżejmsa łotsona i fransisa krika; na zdjęciu niżej]. Ci dwaj badacze jako pierwsi ustalili, w jaki sposób są połączone elementy cząsteczki DNA i zbudowali jej model.

Kod genetyczny – sposób zapisu informacji genetycznej, zgodnie z którym ułożenie kolejnych trójek nukleotydów decyduje o syntezie i składzie białek.



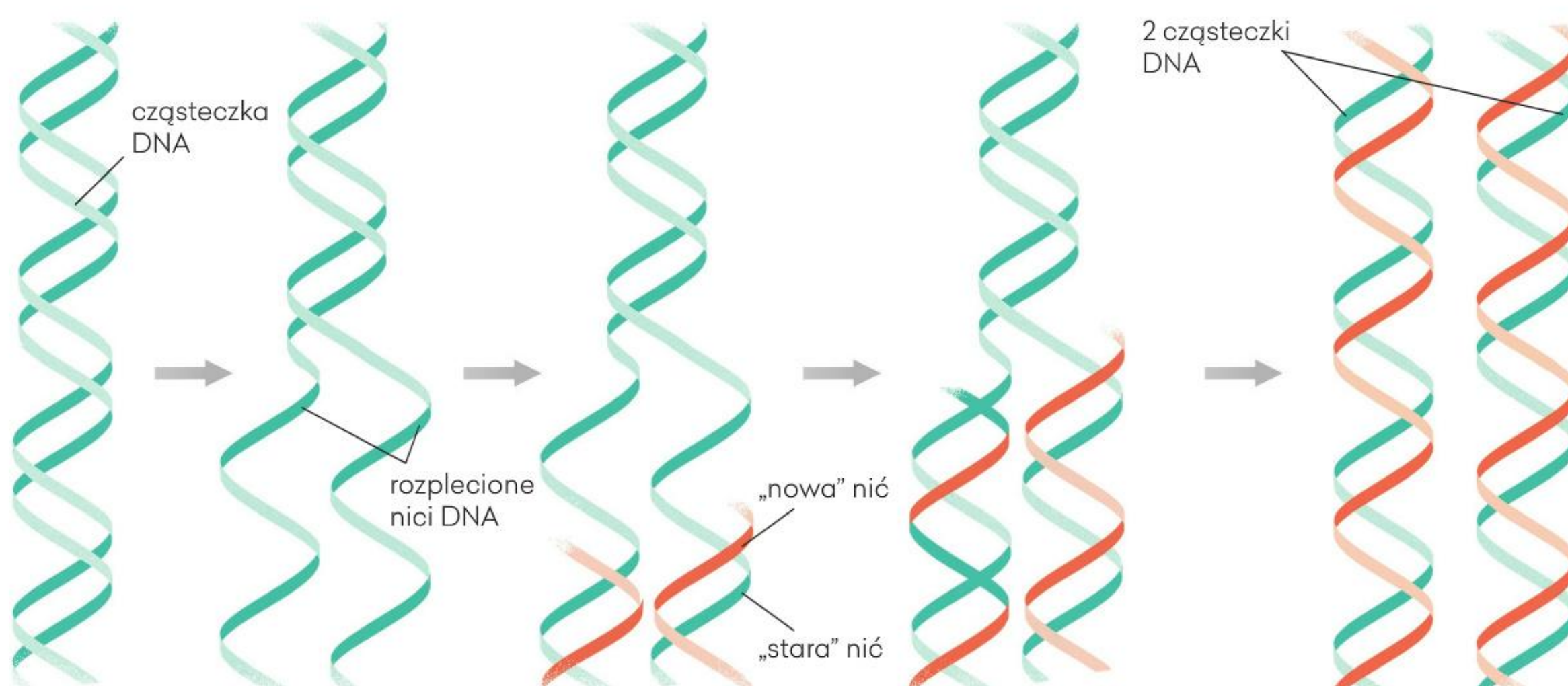
Dowiedz się, co oznacza skrót RNA. Jaką rolę pełni ta cząsteczka w procesie pokazanym na rysunku obok?

Replikacja – proces kopiowania DNA, w wyniku którego powstają 2 cząsteczki potomne o takiej samej budowie jak wyjściowa cząsteczka.

Kopiowanie DNA

Każda nowo powstająca komórka otrzymuje w postaci DNA kompletną informację genetyczną. Jest ona instrukcją dotyczącą jej budowy i działania. W związku z tym podziałowi komórki towarzyszy powielenie znajdującego się w niej DNA, a następnie jego precyzyjne rozdzielenie do powstających komórek potomnych. Proces kopiowania DNA jest określany jako **replikacja**.

W trakcie replikacji nici DNA zostają miejscowo rozplecione. Do każdej z nich zostaje dobudowana druga – nowa nić. Odbywa się to zawsze zgodnie z zasadą komplementarności. Jeśli w „starej” nici występuje adenina, w nowej dobudowana zostanie tymina, natomiast naprzeciwko guaniny pojawi się cytozyna. Dzięki temu na podstawie sekwencji, czyli składu i kolejności nukleotydów w jednej nici, powstaje druga, zawierająca odpowiednie nukleotydy, a informacja genetyczna zapisana w cząsteczce DNA zostaje zachowana (il. 1.4).

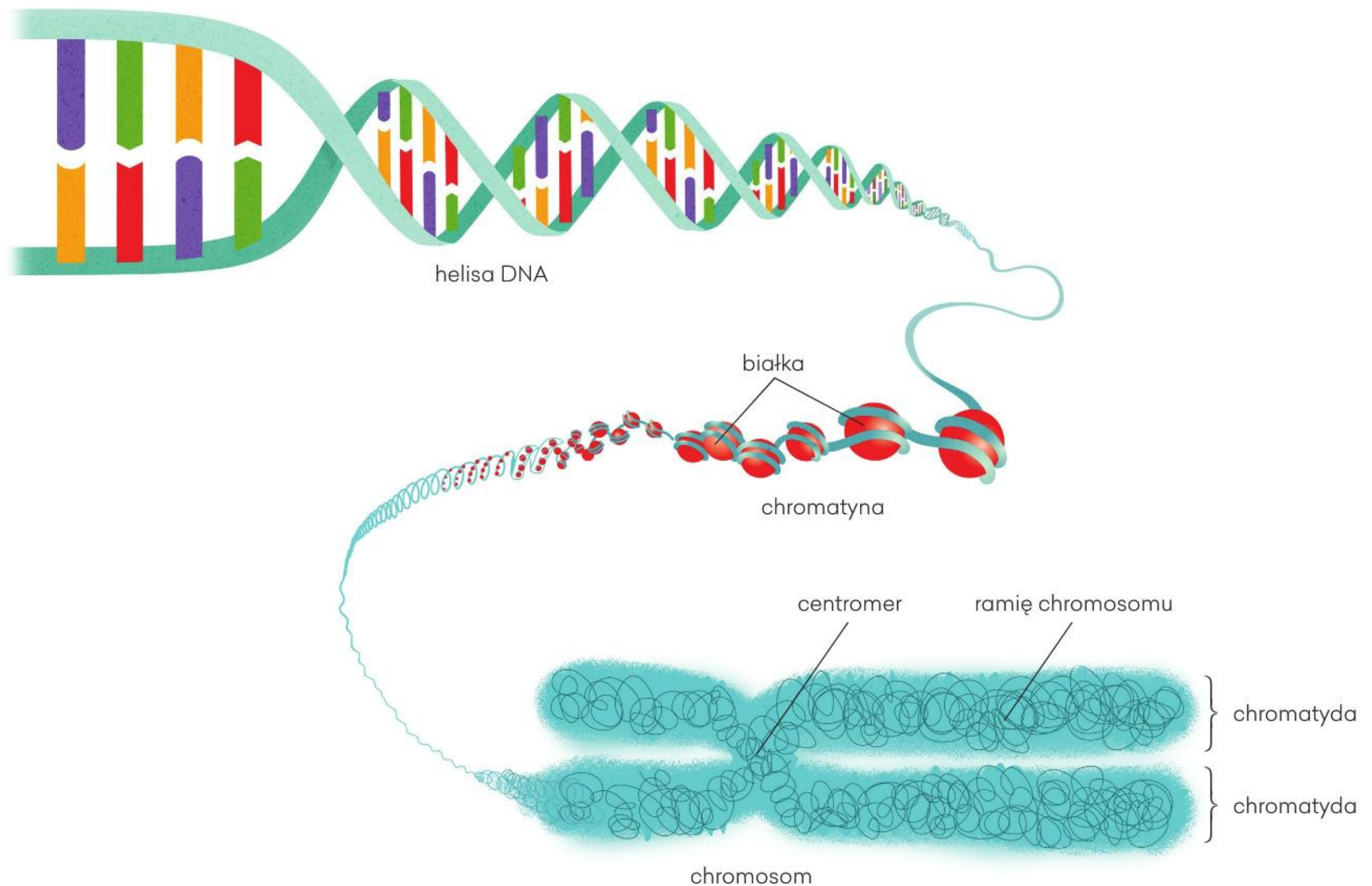


1.4 Dzięki procesowi replikacji z 1 wyjściowej cząsteczki DNA powstają 2 kompletne cząsteczki o takiej samej budowie. Każda z nich jest zbudowana z 1 „starej” i 1 „nowej” nici. Podczas podziału komórki rodzicielskiej cząsteczki DNA są przekazywane do komórek potomnych

Chromosom – jedna z form organizacji materiału genetycznego w komórce.

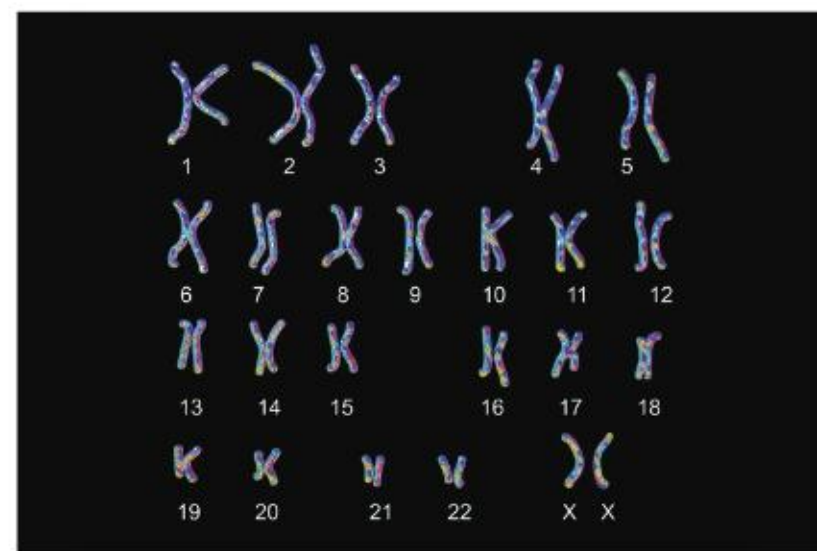
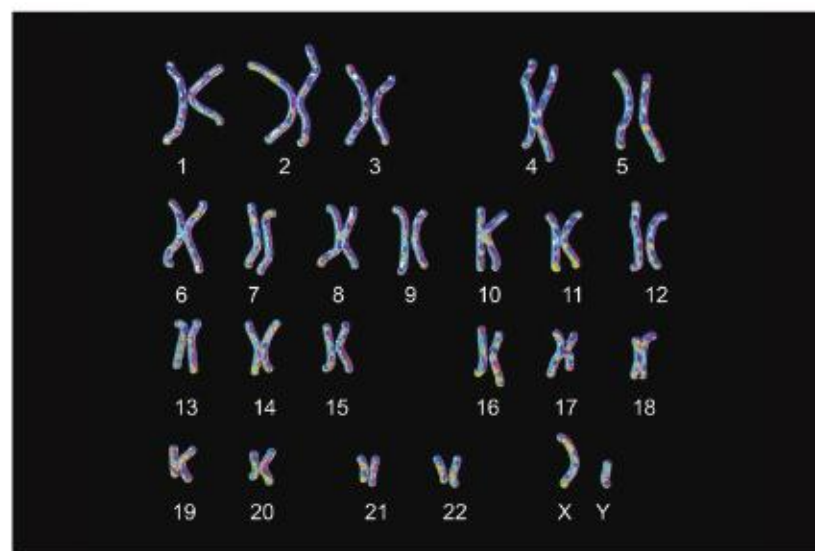
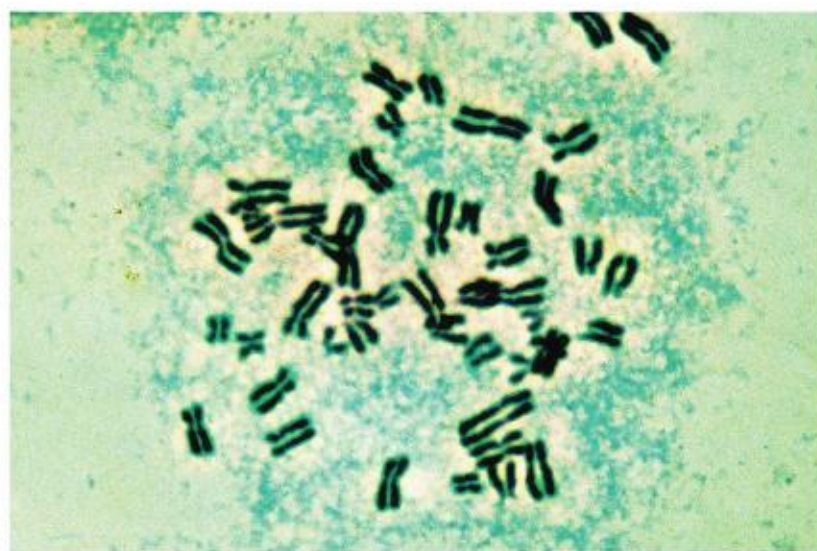
Chromosomy

W komórkach, które się nie dzielą, DNA jest widoczny w postaci długich cienkich nici (patrz il. 1.3, s. 9). Podziałowi komórki towarzyszy nie tylko powielenie ilości DNA, lecz także zmiana jego wyglądu – poprzez zagęszczenie i tworzenie pogrubionych i wydłużonych struktur określanych jako **chromosomy** (il. 1.5). Chromosomy są zbudowane z 2 **chromatyd**. Każda z nich zawiera cząsteczkę DNA powstałą w wyniku replikacji. Miejsce, w którym chromatydy łączą się, jest określane jako **centromer**. Powstanie chromosomów umożliwia poprawne rozdzielenie skopiowanego materiału genetycznego do komórek potomnych.



1.5 Cząsteczki DNA budujące chromosomy występują w kompleksach ze specjalnymi białkami – tworzą w ten sposób chromatynę

Liczba chromosomów w komórce jest charakterystyczna dla każdego gatunku. Określa się ją jako **kariotyp**. W komórkach ludzkich jest obecnych **46 chromosomów**, z których 2 decydują o płci – u **mężczyzny X i Y** lub u **kobiety X i X**. W związku z tym są one nazywane **chromosomami płci**. Pozostałe 44 chromosomy są nazywane **autosomami**. Jedna połowa chromosomów w komórkach ludzkich pochodzi od matki, a druga – od ojca (il. 1.6). Autosomy zestawu matczynego mają swoje odpowiedniki autosomów w zestawie ojcowskim. Chromosomy te mają taką samą wielkość i kształt; zawierają także geny kodujące te same cechy ułożone w tej samej kolejności. Takie „bliźniacze” chromosomy są określane jako **chromosomy homologiczne**. Chromosomy płci różnią się budową. Chromosom Y jest mniejszy od chromosomu X i zawiera mniej genów. Organizmy i budujące je komórki, które zawierają 2 zestawy chromosomów (ojcowski i matczyny), są określane jako **diploidalne** i oznaczane **2n**. Organizmy i komórki, które zawierają 1 zestaw chromosomów są określane jako **haploidalne** i oznaczane **1n**. Przykładem haploidalnych komórek ludzkich są gamety, które zawierają **23 chromosomy**. Haploidalne mogą być także np. zarodniki i strzępki grzybów.



1.6 Po zastosowaniu odpowiednich substancji chemicznych (m.in. barwników) chromosomy można zobaczyć, a nawet policzyć pod mikroskopem świetlnym. Na środkowym zdjęciu kariotyp męski, na prawym – kariotyp żeński

W skrócie

- Cząsteczka DNA ma kształt podwójnej helisy, czyli 2 nici spiralnie skręconych wokół wspólnej osi. Każda nić DNA jest zbudowana z nukleotydów.
- Każdy nukleotyd zawiera cukier (deoksyrybozę), resztę kwasu fosforowego i jedną z czterech zasad azotowych: adeninę (A), tyminę (T), guaninę (G), cytozynę (C). Nukleotydy obu nici są ze sobą połączone na zasadzie komplementarności: adenina tworzy parę z tyminą, cytozyna z guaniną (A-T, C-G).
- Trójki nukleotydów w DNA kodują informację o rodzaju aminokwasów budujących białko albo rozpoczęciu lub zakończeniu jego syntezy. Ich kolejność w DNA wyznacza kolejność aminokwasów w białku.
- Komplementarność DNA umożliwia kopiowanie go w procesie replikacji. Powstałe cząsteczki DNA zawierają 1 „starą” i 1 „nową” nić. Podczas podziału komórki tworzą one chromatydy budujące chromosom, połączone w centromerze.
- W komórkach ludzkich znajduje się 46 chromosomów: 44 autosomy i 2 chromosomy płci. Wyjątek stanowią gamety – zawierają 23 chromosomy.

Czy już umiesz? Sprawdź się!

- 1 Podaj, co oznacza komplementarność DNA i jakie ma znaczenie dla budowy oraz roli DNA jako nośnika informacji genetycznej.
- 2 Wyjaśnij, dlaczego struktura DNA jest określana jako podwójna helisa.
- 3 Podaj nazwę podstawowej jednostki budowy DNA. Wymień elementy, z których się ona składa.
- 4 Krótko opisz budowę chromosomu. Wyjaśnij, w jakim celu powstają te struktury.
- 5 Podaj 2 różnice między autosomami i chromosomami płci.

1.3 Mitoza i mejoza

Podejmij temat



Dzięki jakim procesom komórkowym organizm rozwija się i rośnie?



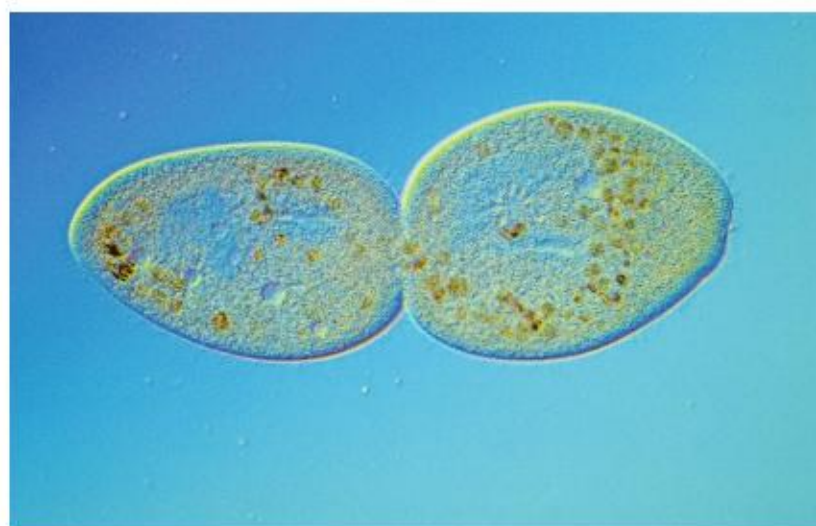
Powstawanie nowych komórek w organizmie

U większości organizmów część budujących je komórek naturalnie się zużywa i obumiera w trakcie życia. Dalsze prawidłowe funkcjonowanie organizmu wymaga powstania nowych komórek. Zastępują one te utracone i umożliwiają odbudowę organizmu.

Nowe komórki są również niezbędne podczas wzrostu i rozwoju organizmu, kiedy tkanki i narządy ulegają rozbudowie i przemianom. Ważnym biologicznym procesem wymagającym powstania nowych komórek jest wykształcenie gamet, które wezmą udział w rozmnażaniu organizmu.

Nowe komórki, nazywane potomnymi, tworzą się w wyniku podziałów komórkowych komórek rodzicielskich. Najważniejsze z tych podziałów to **mitoza i mejoza**.

Mitoza

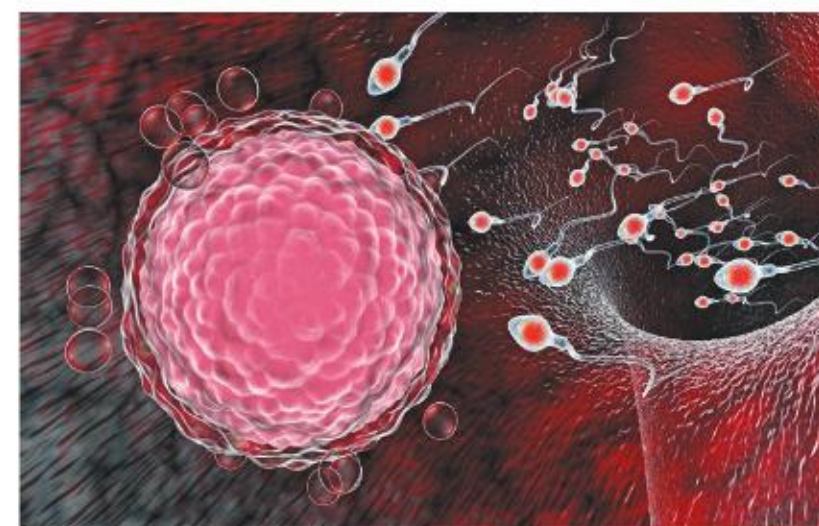


U organizmów jednokomórkowych podział mitotyczny prowadzi do powstania nowego osobnika



W organizmach wielokomórkowych mitoza umożliwia powstanie puli nowych komórek. Podziały mitotyczne zachodzą intensywnie w zarodkach, płodach i po narodzinach u młodych organizmów. Z wiekiem zaś częstość podziałów zwykle spada

Mejoza



Wskutek podziałów meiotycznych powstają gamety

Charakterystyka mitozy i mejozy

Zanim komórka ulegnie podziałowi, jej materiał genetyczny zostaje skopiowany w trakcie replikacji. Istotą każdego z podziałów – zarówno mitozy, jak i mejozy – jest **rozdzielenie do komórek potomnych materiału genetycznego komórki rodzicielskiej**. Następnie dochodzi również do **podziału cytoplazmy i organeli komórkowych**. Mitoza prowadzi do powstania 2 komórek potomnych o takiej samej liczbie chromosomów, jaką miała komórka wyjściowa. W wyniku mejozy wytwarzane są 4 komórki o dwa razy mniejszej liczbie chromosomów w porównaniu z ich liczbą w komórce rodzicielskiej.

Przebieg mitozy

Mitotycznie mogą się dzielić zarówno **komórki haploidalne** ($1n$), jak i **diploidalne** ($2n$). Komórki budujące różne struktury organizmu różnią się pod względem zdolności do podziałów. Przykładowo u człowieka niektóre komórki, np. naskórka czy nabłónka jelita, dzielą się często, podczas gdy inne, np. komórki serca lub układu nerwowego, tracą zdolność do podziałów w trakcie swojej specjalizacji, czyli przygotowania do określonej funkcji w organizmie.

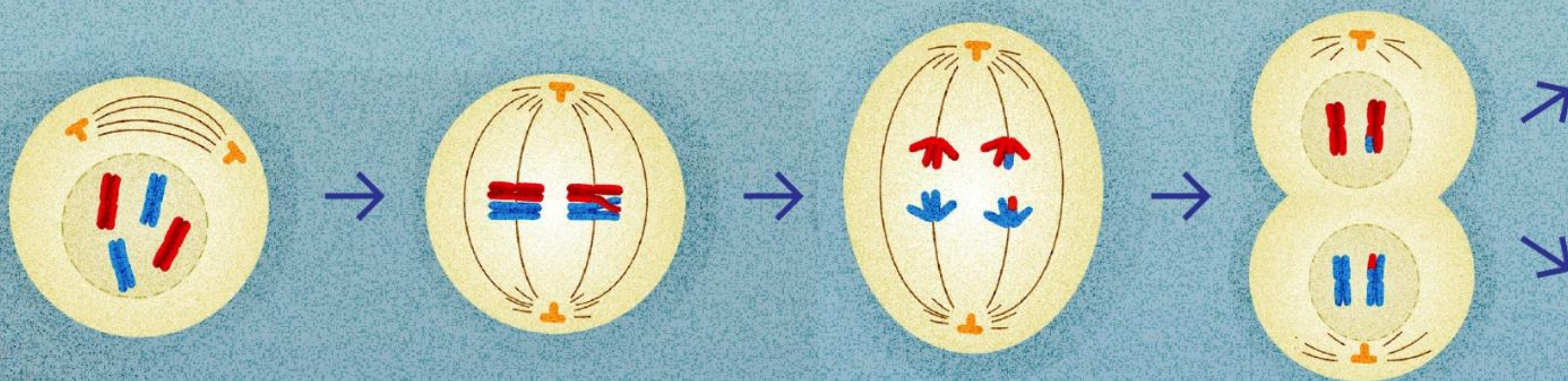
Mitoza składa się z kilku etapów – przedstawionych na ilustracjach obok. Obejmują one m.in. uformowanie chromosomów, a następnie rozdzielenie chromatyd budujących każdy z nich do powstających komórek potomnych.

Przebieg mejozy

Mejoza prowadzi do **wytworzenia gamet**. Kolejne etapy obu podziałów mejotycznych przedstawiono na ilustracjach. Proces ten mogą przejść **komórki diploidalne**, z których – w wyniku 2 następujących bezpośrednio po sobie podziałów – powstają 4 haploidalne komórki potomne.

I podział mejotyczny

Podczas pierwszego podziału mejotycznego dochodzi do zmniejszenia (redukcji) liczby chromosomów o połowę. (Z tego powodu mejoza bywa określana jako podział redukcyjny). Dzieje się tak, ponieważ chromosomy homologiczne łączą się w pary, a następnie rozdzielają się, wędrując do 2 komórek potomnych powstających podczas tego podziału.



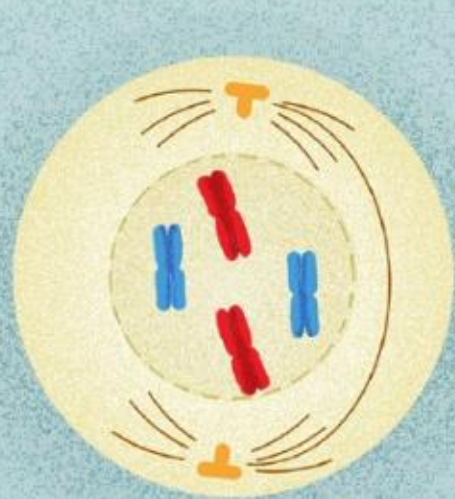
Utworzenie chromosomów, połączenie się chromosomów homologicznych w pary i zanik otoczki jądrowej.

Ustawienie par chromosomów homologicznych w komórce w miejscu jej przyszłego podziału.

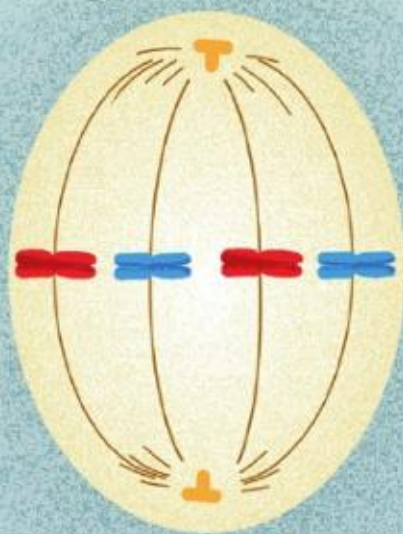
Rozdzielenie chromosomów homologicznych do 2 biegunów komórki.

Rozdzielenie organelli i cytoplazmy; powstanie **2 komórek potomnych**, które **mają dwa razy mniej chromosomów** niż komórka rodzicielska.

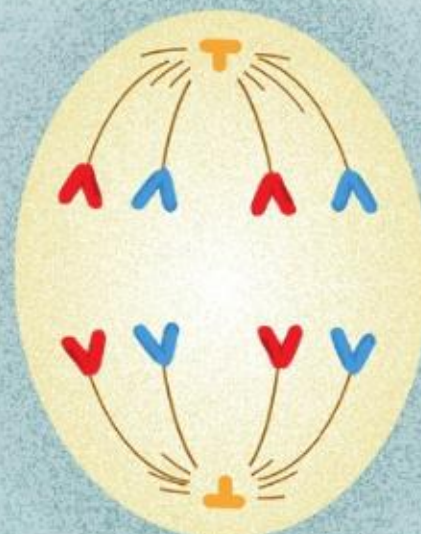
I podział



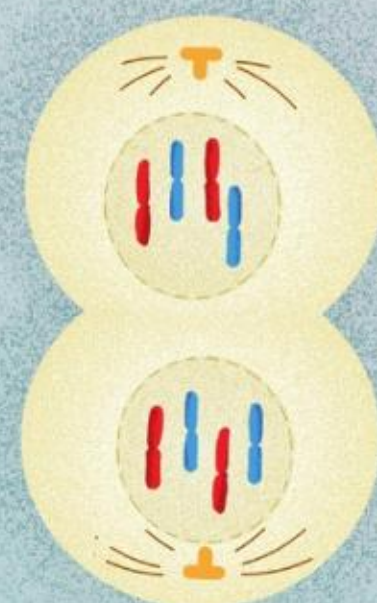
Utworzenie chromosomów i zanik otoczki jądrowej.



Ustawienie chromosomów w komórce w miejscu jej przyszłego podziału.



Rozdzielenie chromatyd budujących każdy z chromosomów do 2 biegunów komórki.



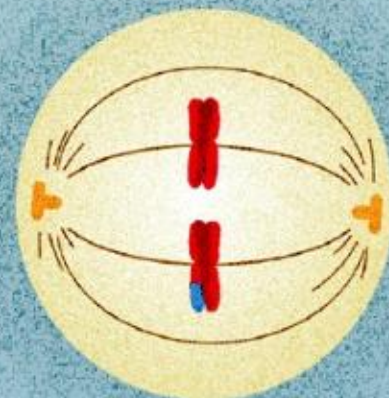
Odtworzenie jądra komórkowego, podział organelli i powstanie **2 komórek potomnych.**

II podział mejotyczny

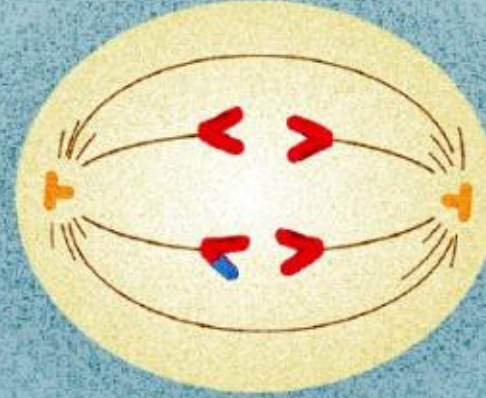
Podczas drugiego podziału mejotycznego, przypominającego mitozę, rozdzielane są chromatyd budujące każdy z chromosomów.



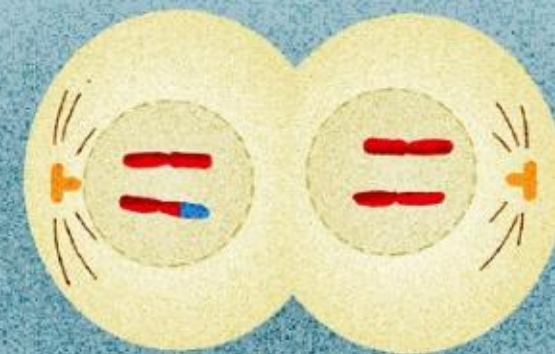
Przygotowanie komórek do drugiego podziału mejotycznego.



Ustawienie chromosomów w komórkach w miejscu ich przyszłego podziału.



Rozdzielenie chromatyd budujących każdy z chromosomów do biegunów dzielących się komórek.



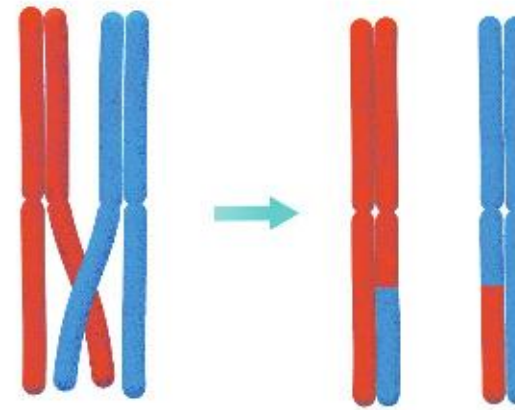
Powstanie **4 haploidalnych komórek potomnych.**

II podział

Wskutek mejozy powstają komórki zróżnicowane genetycznie

Charakterystyczną cechą mejozy jest wytworzenie komórek potomnych, które nie tylko mają inną liczbę chromosomów niż komórka rodzicielska, ale także różnią się od niej pod względem informacji genetycznej, którą zawierają. Jest to wynik 2 zjawisk zachodzących podczas pierwszego podziału meiotycznego.

Pierwsze zjawisko polega na **wymianie fragmentów chromosomów homologicznych w czasie, gdy tworzą one pary**. Innymi słowy: chromosom pochodzenia matczynego może zyskać fragment chromosomu ojcowskiego, a chromosom ojcowski – fragment chromosomu matczynego (il. 1.7).

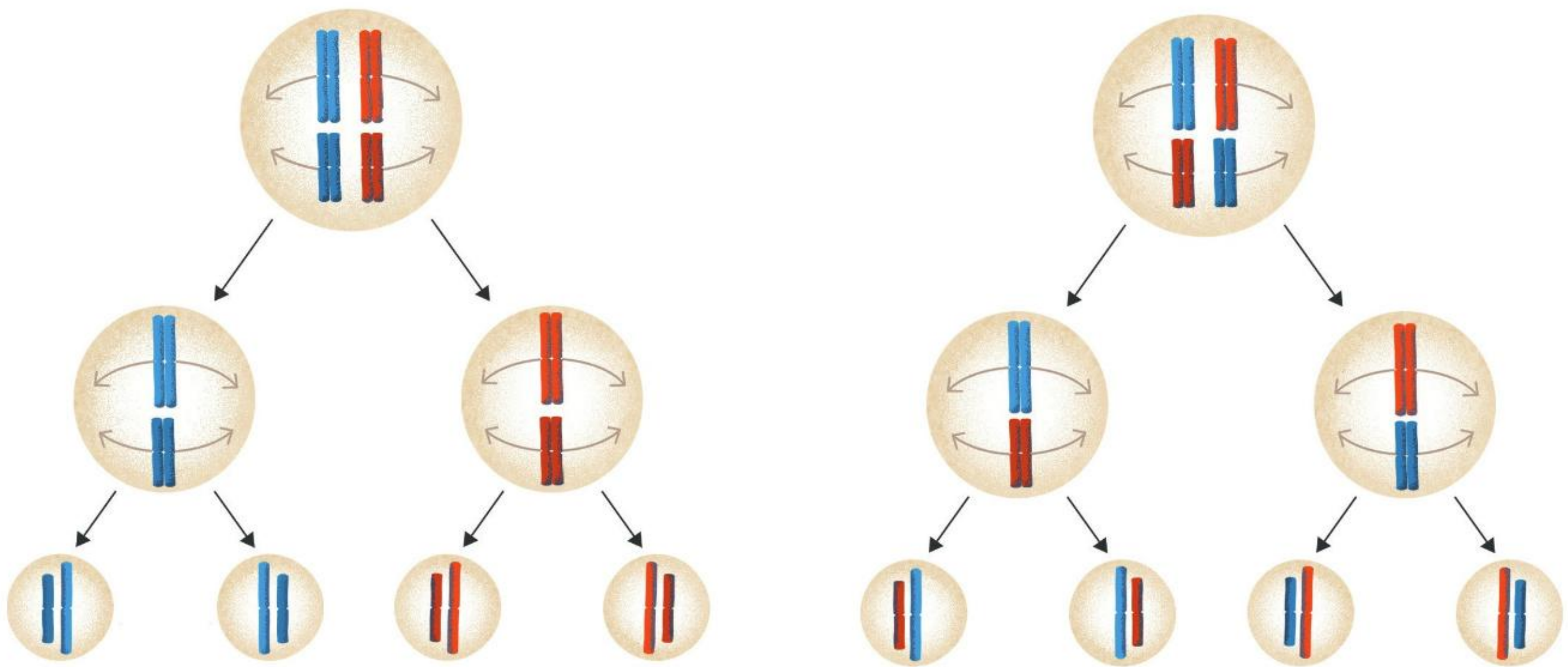


1.7 Pary chromosomów homologicznych wymieniają 1 lub więcej fragmentów

Drugie zjawisko jest związane z **losowym ustawieniem par chromosomów homologicznych przed ich rozdzieleniem do komórek potomnych**. Oznacza to, że szansa na otrzymanie przez komórkę potomną chromosomu matczynego lub ojcowskiego z poszczególnych par chromosomów wynosi 50%. Komórki potomne otrzymują zestaw chromosomów, z których część jest pochodzenia matczynego, a część – ojcowskiego (il. 1.8).

Ciekawe!

Podczas pierwszego podziału meiotycznego chromosomy homologiczne u człowieka tworzą 23 pary. To oznacza, że możliwych kombinacji rozdzielenia chromosomów do komórek potomnych, które powstają w wyniku tego podziału, jest 2^{23} , czyli ponad 8 mld.



1.8 W przypadku 2 par chromosomów homologicznych istnieją 2 możliwości rozdzielenia chromosomów do komórek potomnych. Każda z nich może otrzymać oba chromosomy pochodzące tylko od jednego z rodziców (tylko czerwone albo tylko niebieskie). Drugą możliwością jest otrzymanie po jednym chromosomie od każdego z rodziców (1 czerwony, 1 niebieski)

W wyniku opisanych wyżej zjawisk każdy osobnik wytwarza **zróżnicowane pod względem genetycznym gamety**. Dzięki temu połączenie plemnika i gamety żeńskiej podczas zapłodnienia prowadzi do **powstania nowego organizmu o unikalnym wyposażeniu genetycznym**. Zróżnicowanie genetyczne gamet powstających w wyniku mejozy tłumaczy, dlaczego potomstwo tych samych rodziców może różnić się od siebie pod wieloma względami (il. 1.9). Dla porównania **komórki powstające w wyniku mitozy nie są zróżnicowane genetycznie w stosunku do komórki rodzicielskiej** (tab. 1.1).

Tab. 1.1 Porównanie mitozy i mejozy

Porównywana cecha	Mitoza	Mejoza
znaczenie	• powstawanie nowych osobników • wzrost i rozwój organizmów • regeneracja organizmów	• powstawanie gamet
liczba podziałów	• 1	• 2
komórki rodzicielskie	• diploidalne lub haploidalne	• diploidalne
liczba powstających komórek	• 2	• 4
liczba chromosomów w komórkach potomnych	• taka sama jak w komórkach rodzicielskich • materiał genetyczny identyczny jak w komórkach rodzicielskich	• 2 razy mniejsza niż w komórkach rodzicielskich • materiał genetyczny w komórkach potomnych zróżnicowany



1.9 Rodzeństwo może się bardzo różnić między sobą

W skrócie

- Mitoza to proces podziału komórki rodzicielskiej, który prowadzi do powstania 2 identycznych z nią komórek potomnych. Nowe komórki są niezbędne do wzrostu, rozwoju i odbudowy organizmu. Mitozę mogą przechodzić zarówno komórki diploidalne, jak i haploidalne.
- Mejoza to proces podziału komórki diploidalnej prowadzący do powstania 4 komórek haploidalnych. Mejoza jest niezbędna m.in. do powstania gamet, które biorą udział w rozmnażaniu.
- Komórki potomne powstające w wyniku mejozy mają dwukrotnie mniejszą liczbę chromosomów w stosunku do komórki rodzicielskiej, a także są zróżnicowane genetycznie.

Czy już umiesz? Sprawdź się!

- 1 Wskaż przynajmniej 2 podobieństwa i 2 różnice między mitozą i mejozą.
- 2 Wyjaśnij, dlaczego komórki haploidalne nie mogą przejść mejozy.
- 3 Podaj, dlaczego wytwarzanie zróżnicowanych genetycznie gamet jest korzystne w kontekście rozmnażania.
- 4 Krótko omów zjawiska, które umożliwiają zróżnicowanie genetyczne gamet.
- 5  Poszukaj w wiarygodnych źródłach, jaką anglojęzyczną nazwę nosi zjawisko przedstawione na il. 1.7.

1.4 Dziedziczenie cech

Podejmij temat



Jakie wspólne cechy dostrzegasz pomiędzy rodzicami i dziećmi pokazanymi na zdjęciu? Jakie występują między nimi różnice?



Fenotyp – cechy danego osobnika.

Genotyp – geny danego osobnika zawierające informacje o jego cechach.

Potomstwo dziedziczy cechy organizmów rodzicielskich

Kiedy patrzymy na zdjęcie klasowe, bez trudu dostrzegamy, że choć obecne na nim osoby wykazują **cechy typowe dla gatunku** *Homo sapiens*, to mają również wiele **indywidualnych cech**. Dotyczą one nie tylko wyglądu zewnętrznego, np. koloru oczu i włosów, ale także budowy wewnętrznej organizmu czy sposobu jego funkcjonowania. **Cechy danego osobnika** są określane jako **fenotyp**, natomiast **geny**, czyli fragmenty DNA, w których jest zapisana informacja o cechach, stanowią **genotyp**. Geny występujące u konkretnego osobnika zawierają informację o tym, jakie białka będą wytwarzane w jego organizmie, a w konsekwencji zadecydują o jego cechach.

Cechy organizmów rodzicielskich są widoczne u organizmów potomnych, ponieważ w trakcie rozmnażania informacja genetyczna zapisana w DNA i decydująca o wystąpieniu określonych cech jest przekazywana potomstwu. To oznacza, że potomstwo ją **dziedziczy**. W przypadku organizmów **rozmnażających się bezpłciowo**, np. bakterii czy drożdży (il. 1.10), genotypy organizmu rodzicielskiego i potomnego są identyczne. W konsekwencji ich fenotyp jest także taki sam. Nazywa się je **klonami** – ze względu na identyczny wygląd są nie do odróżnienia.



1.10 Przykładem rozmnażania bezpłciowego jest tworzenie rozłogów u truskawki, a także pączkowanie drożdży

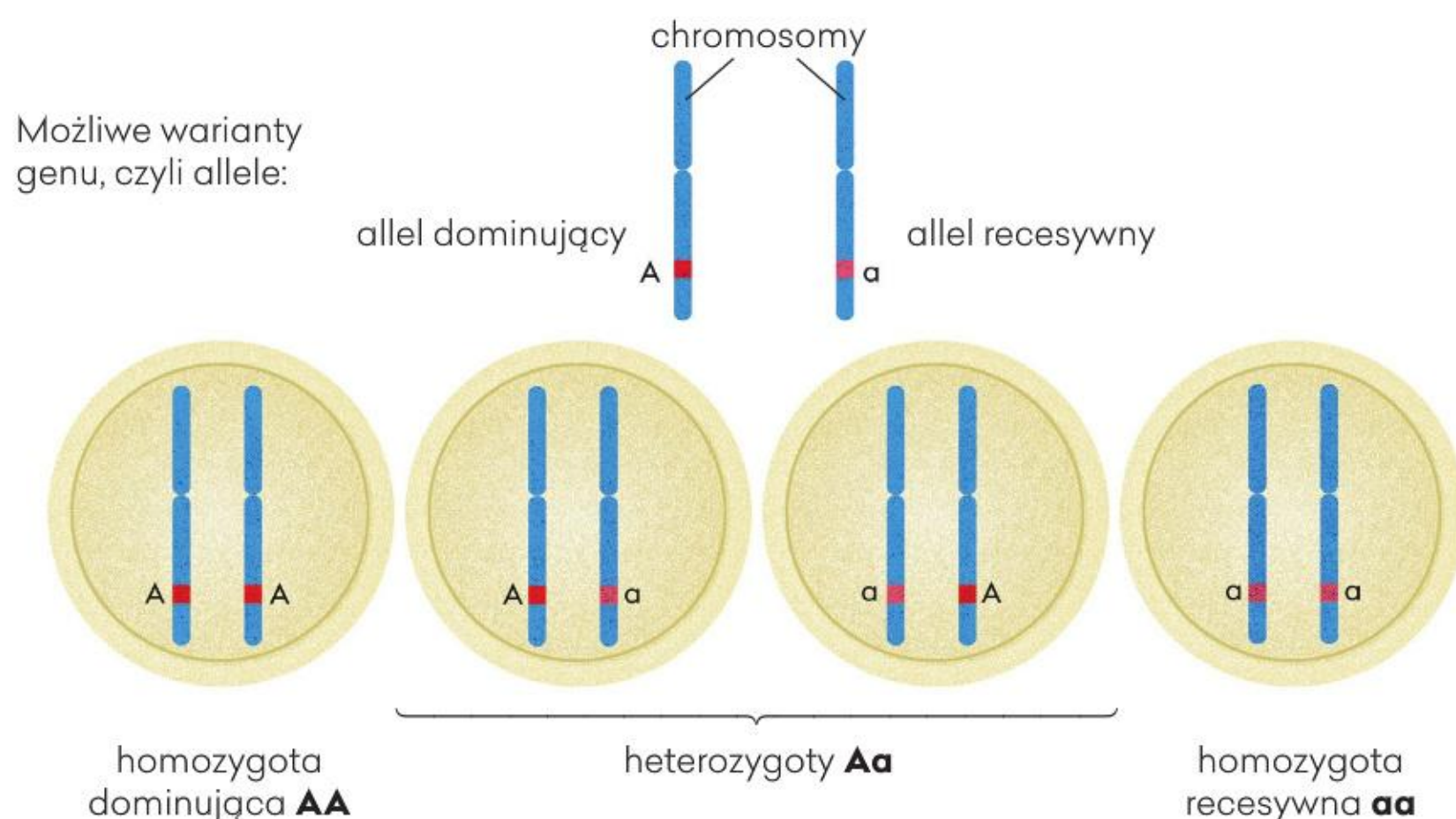
Podczas **rozmnażania płciowego** dochodzi do wymieszania materiału genetycznego zawartego w gametach żeńskiej i męskiej. W związku z tym organizm potomny otrzymuje unikalną kombinację genów pochodzenia matczynego i ojcowskiego. Dzięki temu u organizmów rozmnażających się płciowo, np. u człowieka, potomstwo ma **mieszankę cech obojga rodziców**. Pod pewnymi względami jest ono podobne do jednego z rodziców, a pod innymi – do drugiego (patrz *Podjmij temat*).

Niektóre z cech widocznych u rodziców są efektem reakcji organizmu na różnego rodzaju bodźce. Przykładowo rozwinięta muskulatura jest skutkiem intensywnych treningów stymulujących rozrost mięśni szkieletowych. Tego rodzaju cecha (właściwość) organizmu nie zostanie przekazana potomstwu – jest przykładem **cechy niedziedzicznej**.

Allele i ich rodzaje

Organizmy diploidalne zawierają 2 zestawy chromosomów: jeden pochodzenia matczynego, drugi – ojcowskiego. Na chromosomach homologicznych znajdują się takie same geny, a więc w komórkach diploidalnych każdy gen występuje w 2 kopiach. Mogą one być identyczne lub różnić się od siebie. Warianty tego samego genu są określane jako **allele**. Osobnik, u którego występują 2 takie same allele danego genu, jest określany jako **homozygota**. Natomiast osobnik, u którego występują 2 różne allele genu – jako **heterozygota** (il. 1.11). Dany osobnik może być homozygotą pod względem jednych genów, a heterozygotą pod względem innych.

Allele mogą wywierać różny wpływ na organizm. Niektóre z nich, określane jako **dominujące**, są bardzo silne. Odziedziczenie nawet jednego takiego allele prowadzi do uwidocznienia się u osobnika zapisanej w nim cechy. Allele nazywane **recesywnymi** zawierają informacje o cechach, które ujawniają się jedynie wtedy, gdy u osobnika wystąpią 2 takie allele, a więc będzie on homozygotą pod względem tego genu. U heterozygot posiadających allele dominujący allele recesywny nie ujawnia się – jest przez niego „zamaskowany”. Z tego względu fenotyp nie zawsze zdradza genotyp organizmu – mimo różnego genotypu fenotyp heterozygoty i homozygoty dominującej będzie taki sam.



1.11 Allele dominujące symbolicznie zapisuje się wielkimi literami, natomiast allele recesywne – małymi

Allel – wariant danego genu.

Homozygota – osobnik posiadający 2 takie same allele danego genu.

Heterozygota – osobnik posiadający 2 różne allele danego genu.

Ciekawe!

W krzyżówkach genetycznych pokolenie rodzicielskie oznacza się literą **P**, pierwsze pokolenie potomne – literą **F₁**, drugie pokolenie potomne – literą **F₂**.

Mendel krzyżował osobniki grochu zwyczajnego – homozygoty – o odmiennych wariantach cechy, np. wysokie (WW) i niskie (ww). Literą **W** oznaczono allel warunkujący cechę dominującą, natomiast literą **w** – allel warunkujący cechę recesywną.

W pierwszym pokoleniu potomnym pojawiał się tylko jeden wariant cechy. W tym wypadku była to wysoka łodyga.

Niskie rośliny pojawiały się dopiero w drugim pokoleniu potomnym – na skutek krzyżowania organizmów potomnych z pierwszego pokolenia. Zawsze stanowiły one ok. 1/4 uzyskiwanych osobników.

Cechy widoczne w pierwszym pokoleniu potomnym przyrodnik uznał za dominujące. Te zaś, które się nie pojawiły – za recesywne.

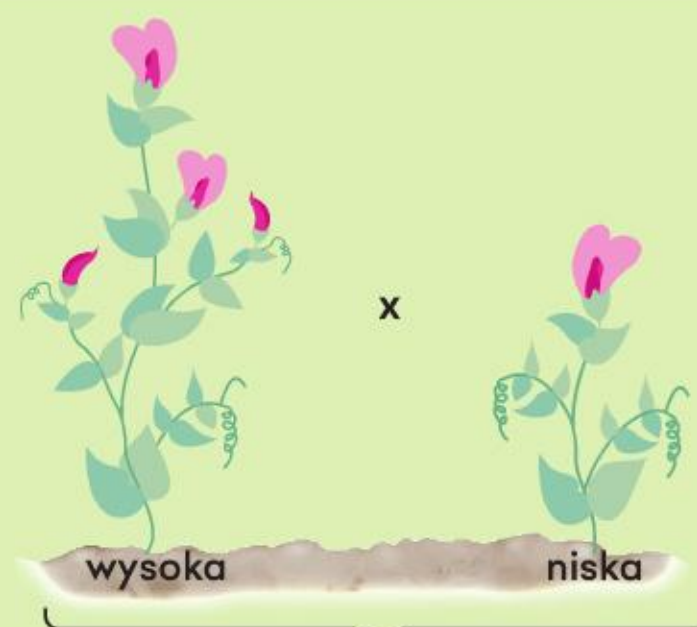
Doświadczenia Grzegorza Mendla

Fundamentalną wiedzę dotyczącą dziedziczenia cech u organizmów zawdzięczamy czeskiemu zakonnikowi Grzegorzowi Mendlowi. Prowadził on wieloletnie doświadczenia z wykorzystaniem grochu zwyczajnego. Śledził dziedziczenie cech, krzyżując osobniki rodzicielskie o odmiennych wariantach danej cechy (np. wysokie i niskie rośliny), a następnie obserwował wygląd uzyskiwanych organizmów potomnych. Skrupulatnie zapisywał liczbę roślin wykazujących badane cechy (patrz ilustracja).

Choć Mendel żył w XIX w. – na długo przed odkryciem DNA, genów i alleli – jako pierwszy doszedł do wniosku, że 2 dziedziczne czynniki (dziś znane jako allele genu) decydują o wystąpieniu u organizmu danego wariantu cechy. Jako pierwszy wskazał również, że czynniki te mogą mieć różny wpływ na organizm (allele dominujące i recesywne).

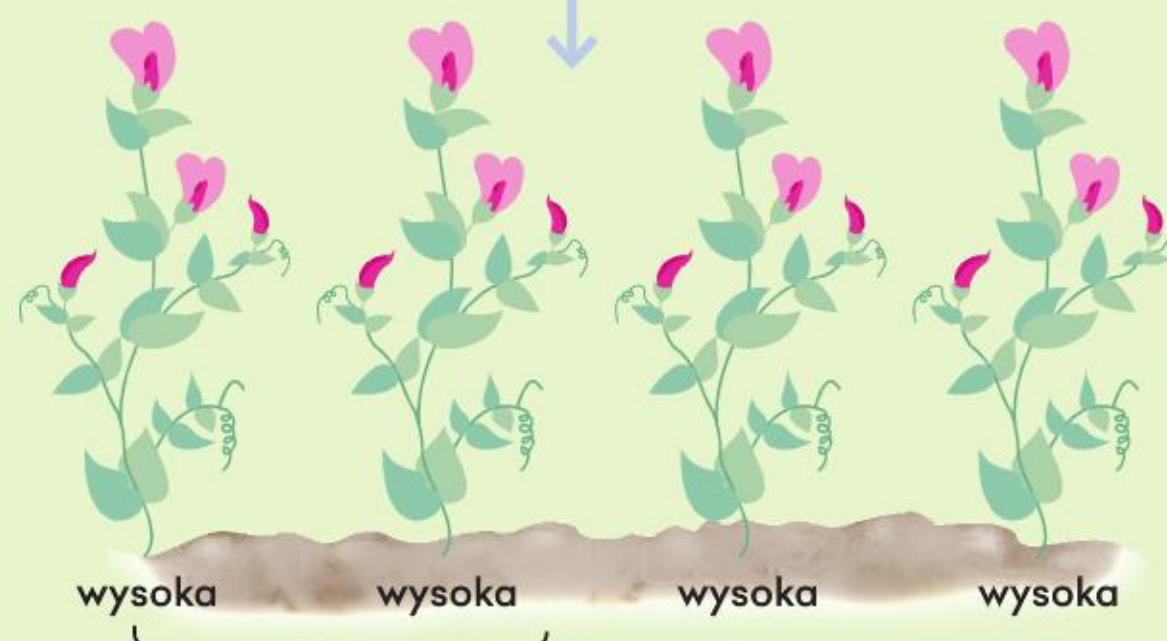
Pokolenie rodzicielskie (P)

fenotypy:



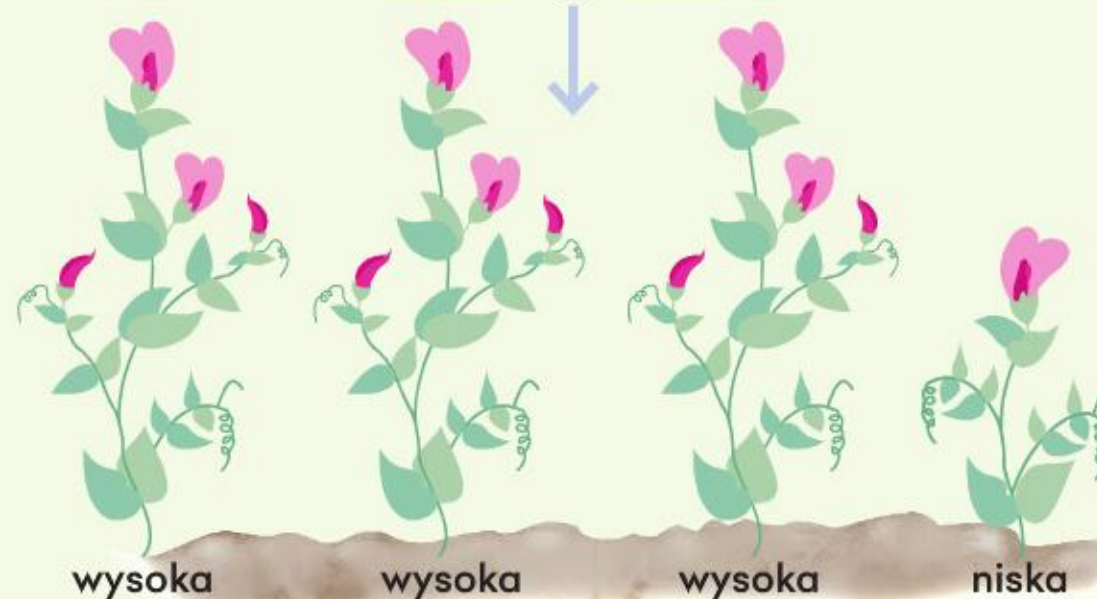
Pierwsze pokolenie potomne (F₁)

fenotypy:

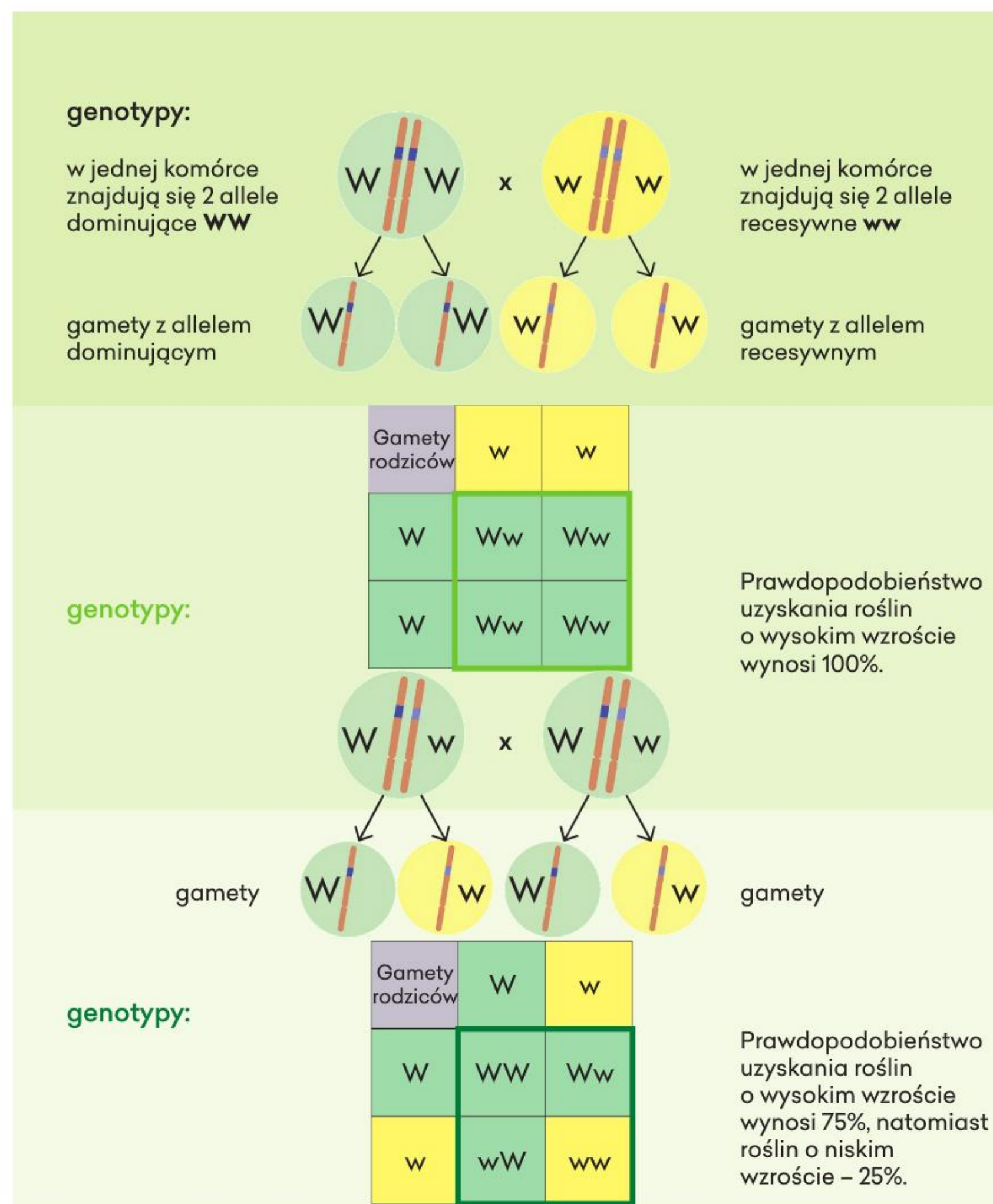


Drugie pokolenie potomne (F₂)

fenotypy:



Długie i rzetelne badania pozwoliły Mendlowi ustalić, które cechy są dominujące, a które recesywne. Na podstawie obserwacji i uzyskanych wyników stwierdził m.in., że u grochu zwyczajnego wysoki wzrost roślin jest cechą dominującą, natomiast niski – recesywną. Występowanie cechy recesywnej w drugim pokoleniu potomnym zawsze u ok. 1/4 osobników stanowiło dla Mendla cenną wskazówkę. Na jej podstawie doszedł do wniosku, że w trakcie powstawania gamet do każdej z nich losowo trafia tylko 1 czynnik dziedziczny (1 allel genu) wpływający na dany wariant cechy. Kombinacja czynników (allelów) w organizmie potomnym będzie zależała od tego, które gamety wezmą udział w zapłodnieniu. Z czasem potwierdzono słuszność tego twierdzenia. Znając rodzaj alleli występujących u organizmów rodzicielskich, można ustalić, jakie kombinacje alleli może odziedziczyć ich potomstwo. Graficznie można to zapisać za pomocą **krzyżówki genetycznej**. Na ilustracji poniżej jest widoczny zapis krzyżówek z opisanego doświadczenia Mendla.



Ciekawie!



♀	C	c
♂	C	c
C	CC	Cc
c	Cc	cc

Niekiedy u heterozygoty jeden z alleli nie maskuje zupełnie drugiego. Zjawisko takie jest określane jako niepełna dominacja. W konsekwencji cechy zapisane w obu allelach zostają ujawnione. Prowadzą one do powstania osobnika o cesze pośredniej między homozygotą dominującą a homozygotą recesywną. Tym samym fenotyp osobnika „zdradza” jego genotyp. Powyżej przedstawiono niepełną dominację barwy kwiatów wyżlinu. Heterozygoty **Cc** mają barwę różową, homozygoty dominujące **CC** – czerwoną, homozygoty recesywne **cc** – białą.

Dziedziczenie jedno- i wielogenowe

Niektóre cechy, tak jak te badane przez Mendla, są kodowane w jednym genie i stanowią przykład **dziedziczenia jednogenowego**. Jednak o większości cech, zwłaszcza u organizmów wielokomórkowych, decydują zespoły genów i jest to przykład **dziedziczenia wielogenowego**. Kolor oczu, włosów czy skóry to przykłady cech człowieka zależne od kombinacji alleli wielu genów (il. 1.12).



1.12 Do grupy genów decydujących o zróżnicowaniu pigmentacji oczu i skóry u ludzi należą m.in. geny HERC2 i OCA2

W skrócie

- W wyniku rozmnażania potomstwo dziedziczy informację genetyczną osobników rodzicielskich. W przypadku rozmnażania bezpłciowego jest ona identyczna u osobników rodzicielskich i potomnych. W przypadku rozmnażania płciowego organizm potomny otrzymuje kombinację genów obojga organizmów rodzicielskich.
- O cechach danego osobnika, czyli fenotypie, decyduje genotyp, czyli zestaw występujących u niego genów. Homozygoty pod względem danego genu mają 2 identyczne allele genu, natomiast heterozygoty – 2 różne.
- Allel dominujący to wariant genu, którego obecność w organizmie prowadzi do uwidocznienia zapisanej w nim cechy. Allel recesywny zawiera informację o cesze, która ujawnia się w przypadku występowania 2 takich alleli w organizmie (u homozygot).

Czy już umiesz? Sprawdź się!

- 1  Znajdź w wiarygodnych źródłach informacje na temat innych cech badanych przez Mendla. Wskaż, które z nich są dominujące, a które – recesywne.
- 2 Podaj po 2–3 przykłady organizmów rozmnażających się bezpłciowo i płciowo.
- 3 Opisz odpowiednimi terminami (heterozygota, homozygota recesywna, homozygota dominująca) osobniki o podanych niżej genotypach. Rozpisz następujące krzyżówki genetyczne:
a) $Kk \times Kk$,
b) $kk \times Kk$.

Podejmij temat



Jakie znasz grupy krwi? Na jakiej podstawie są one wyróżniane?
Czy potrafisz podać własną grupę krwi i grupy krwi członków swojej rodziny?



Występowanie grup krwi

Wiele genów ma więcej niż tylko 2 allele. Przykładem może być gen warunkujący grupę krwi u ludzi. Występuje on w 3 allelach – 2 dominujących oznaczanych jako **I^A** oraz **I^B** oraz 1 recesywnym – **i**. Każdy człowiek ma 2 allele tego genu: po 1 od ojca i matki. Od ich kombinacji zależy grupa krwi, którą mamy (il. 1.13).

- Allele dominujące **I^A** i **I^B** decydują o obecności antygenów A lub B na powierzchni krwinek czerwonych człowieka. Jeżeli u danego osobnika występują oba rodzaje alleli dominujących, to na powierzchni jego krwinek czerwonych obecne będą zarówno antygeny A, jak i B. Osoba z tymi allelami jest heterozygotą i ma **grupę krwi AB**. Taki rodzaj dziedziczenia, w którym cechy warunkowane przez 2 allele są wyrażane niezależnie od siebie i każdy z nich jest tak samo silny, jest określany jako **kodominacja**.

Grupa krwi (fenotyp)	Kombinacja alleli (genotyp)	Antygeny na powierzchni erytrocytów	Wygląd krwinki czerwonej
	I^A I^A lub I^A i	 antygen A	
	I^B I^B lub I^B i	 antygen B	
	I^A I^B	 antygen A  antygen B	
	ii	brak antygenów	

1.13 Układ grup krwi jest określany jako AB0. Wyróżnia się 4 grupy krwi: A, B, AB i 0. Grupa krwi u danego osobnika zależy od kombinacji alleli: **I^A**, **I^B** lub **i**

Ciekawe!

Najwięcej ludzi ma grupę krwi 0 – 47%. Często występuje też grupa krwi A – 38%, rzadziej grupa B – 11%. Najmniej osób, bo 4%, ma grupę krwi AB.

Ciekawe!

Antygeny pojawiają się na krwinkach czerwonych rozwijającego się organizmu podczas ciąży. Jednak w pełni zostają wyrażone kilka, a nawet kilkanaście miesięcy po jego narodzinach. Z tego względu oznaczanie grupy krwi u noworodków czy niemowląt może być obarczone błędem.



Przedstaw inne krzyżówki genetyczne, gdy jedno z rodziców:

- jest homozygotą i ma grupę krwi A, drugie – heterozygotą z grupą krwi B;
- jest homozygotą z grupą krwi B, drugie – heterozygotą z grupą krwi A.

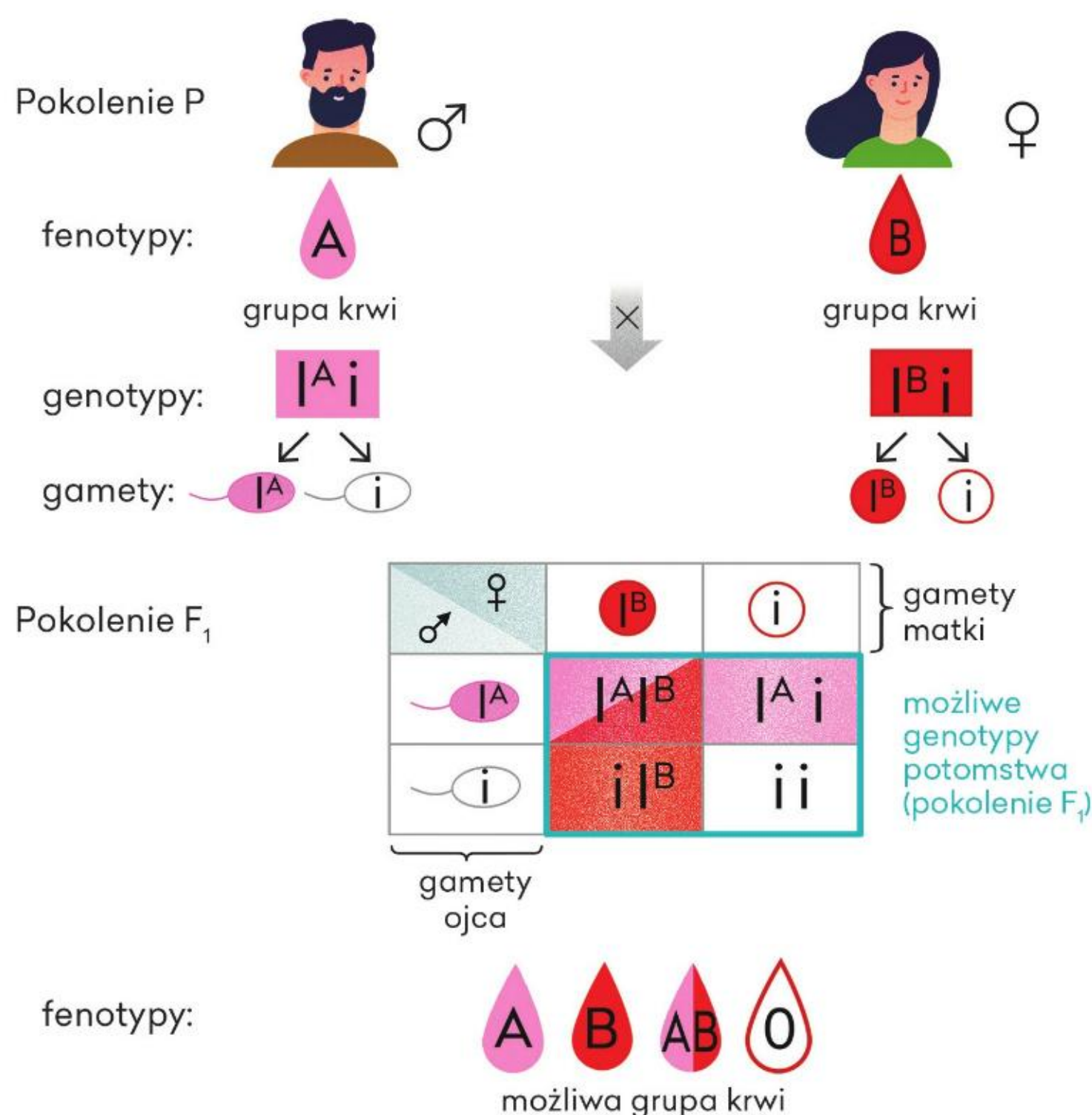


Rozpisz w zeszycie przedmiotowym krzyżówkę genetyczną dotyczącą pary, w której matka ma grupę Rh-, a ojciec ma grupę Rh+ i jest homozygotą.

- U heterozygot posiadających allel recesywny (**i**) grupa krwi będzie zależała od rodzaju drugiego allelu – dominującego. Osoby te będą miały genotypy **I^Ai** lub **I^Bi** i odpowiednio **grupę krwi A lub B**. Grupa A występuje także u homozygot posiadających 2 allele dominujące **I^AI^A**. Natomiast grupa B – u homozygot posiadających 2 allele dominujące **I^BI^B**.
- Homozygoty recesywne – **ii** – nie mają żadnego antygeny na powierzchni krwinek czerwonych. Ich grupa krwi jest określana jako **grupa 0**.

Dziedziczenie grup krwi

Kiedy znamy grupy krwi rodziców, można przewidzieć możliwe grupy krwi u ich potomstwa, i odwrotnie – znajomość grupy krwi potomstwa pozwala określić możliwe grupy krwi rodziców (il. 1.14).



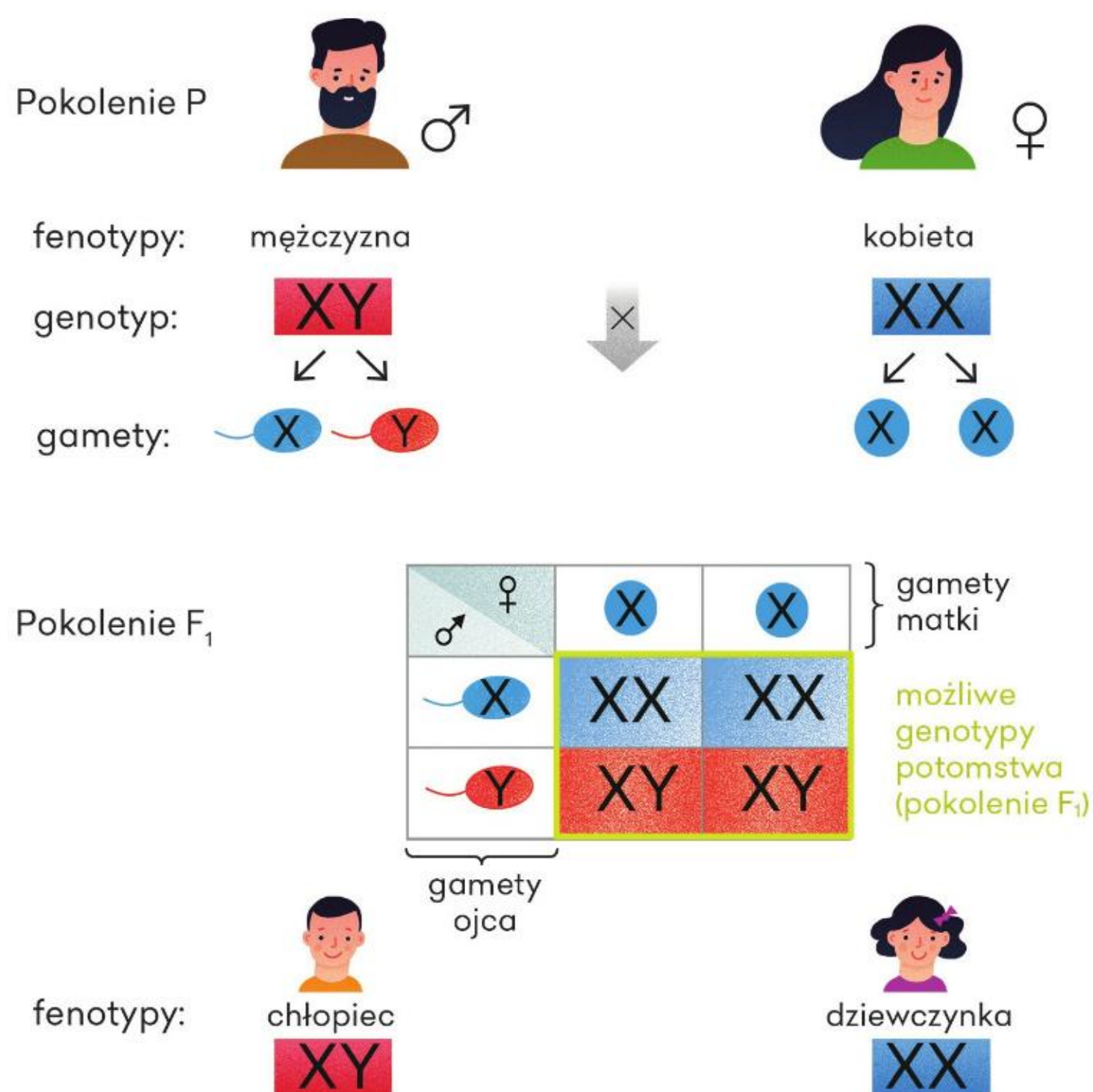
1.14 Dzieci rodziców heterozygot o grupach krwi A i B mogą mieć każdą z grup krwi: A, B, AB i 0

Poza antygenami układu AB0 na ludzkich krwinkach czerwonych może znajdować się także antygen Rh. Jego obecność jest warunkowana przez allel dominujący, oznaczany literą **D**. Drugi z alleli tego genu, oznaczany literą **d**, jest recesywny. W związku z tym grupa krwi Rh- występuje u homozygot recesywnych (**dd**), zaś grupa krwi Rh+ – u heterozygot (**Dd**) lub homozygot dominujących (**DD**).

Dziedziczenie płci

Genetyczna płeć człowieka zależy od chromosomów płci: **X** i **Y**. Kształtuje się w momencie zapłodnienia. Gameta żeńska zawsze zawiera chromosom **X**. Natomiast w plemniku może znajdować się chromosom **X** lub chromosom **Y**.

W przypadku zapłodnienia gamety żeńskiej przez plemnik z chromosomem **X** w zarodku znajdują się 2 chromosomy **X**, a więc będzie miał płeć żeńską. Jeśli gameta żeńska zostanie zapłodniona przez plemnik z chromosomem **Y**, wówczas zarodek będzie miał chromosomy **XY**, a więc płeć męską. Teoretycznie prawdopodobieństwo, że poczęte dziecko będzie płci żeńskiej albo męskiej wynosi 50% (il. 1.15).



1.15 O genetycznej płci dziecka decyduje rodzaj chromosomu wnoszonego w plemniku, więc płeć dziecka zależy wyłącznie od mężczyzny

Chromosom **Y** jest wyraźnie mniejszy od chromosomu **X** i zawiera niewiele genów, głównie decydujące o wykształceniu męskich cech płciowych (il. 1.16). Chromosom **X** zawiera m.in. geny odpowiadające za postrzeganie barw, krzepnięcie krwi i funkcjonowanie mięśni (u obu płci), a także geny odpowiedzialne za żeńskie cechy płciowe (wyrażające się głównie w przypadku występowania 2 kopii tego chromosomu, a więc u kobiet).

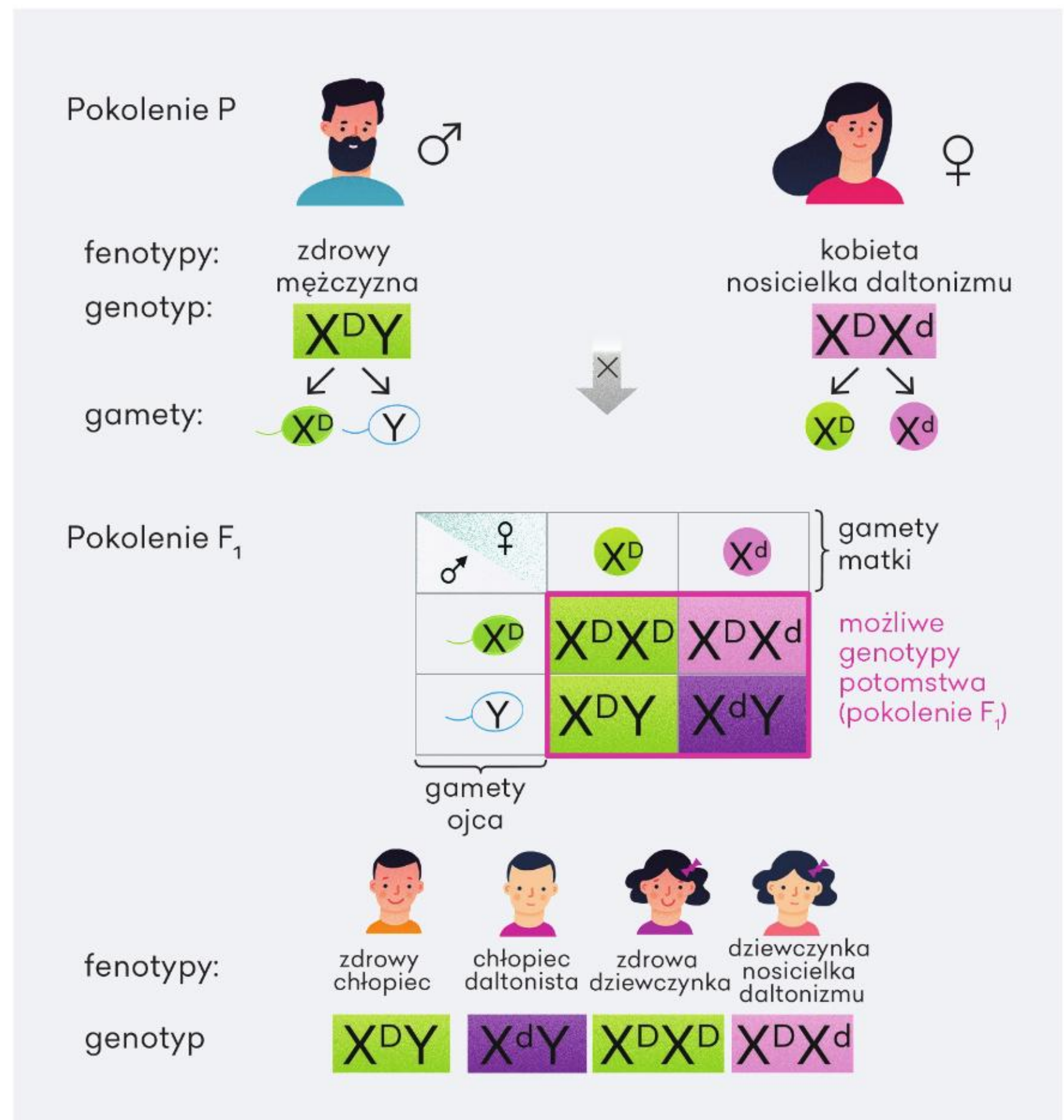


1.16 Chromosomy X i Y wyraźnie się od siebie różnią, m.in. wielkością

Choroby sprzężone z płcią

Cechy warunkowane przez geny znajdujące się na chromosomie X są określane jako cechy sprzężone z płcią. Częściej ujawniają się one u mężczyzn (niż u kobiet), gdyż mają oni tylko 1 chromosom X. Przykładami takich cech są m.in. nieprawidłowe widzenie barw, określane jako **daltonizm**, czy zaburzenie krzepnięcia krwi – choroba nazywana **hemofilią**.

Wystąpienie daltonizmu lub hemofilii jest zależne od obecności **allelu recesywnego** w organizmie. U kobiet, które mają 2 chromosomy X, prawdopodobieństwo wystąpienia 2 alleli recesywnych jest dość niskie. U mężczyzn, którzy mają 1 chromosom X, obecność 1 kopii takiego allelu decyduje o wystąpieniu choroby (il. 1.17).



1.17 Cechy sprzężone z płcią częściej występują u mężczyzn

Wymienione choroby sprzężone z płcią nie występują u kobiet, które są heterozygotami ($X^D X^d$), ponieważ allel recesywny jest maskowany przez allel dominujący na drugim chromosomie X. Jednakże taka kobieta jest nosicielką choroby i może przekazać allel recesywny swoim dzieciom.



Rozpisz w zeszycie przedmiotowym krzyżówkę genetyczną dotyczącą pary, w której matka jest zdrowa, a ojciec jest chory na hemofilię.

Hemofilia i daltonizm to jedne z najbardziej znanych przykładów chorób sprzężonych z płcią.

Hemofilia

Przyczyny: brak wytwarzania w organizmie niektórych substancji niezbędnych do krzepnięcia krwi (cecha warunkowana przez allel recesywny h).
Częstość występowania: u 1 na 10 tys. osób.

Objawy: częste krwawienie (np. z nosa), powolne zasklepienie się ran powodujące ryzyko wykrwawienia się (zwłaszcza w przypadku krwotoków wewnętrznych), stany zapalne mięśni i stawów.

Leczenie: podawanie leków – wytworzonych syntetycznie czynników krzepnięcia krwi.

Daltonizm

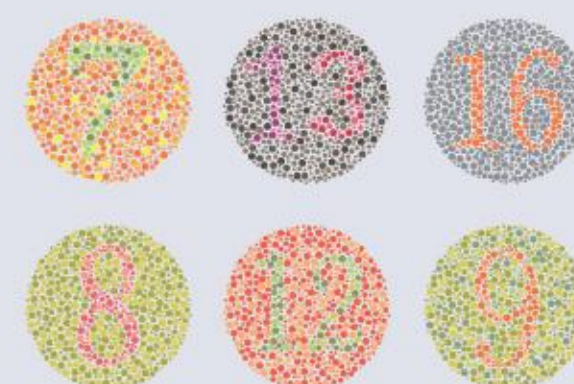
Przyczyny: nieprawidłowa budowa siatkówki, najczęściej brak czopków odpowiedzialnych za rozpoznawanie barw lub zaburzenia w ich funkcjonowaniu (cecha warunkowana przez allel recesywny d).
Częstość występowania: ok. 8% mężczyzn.

Objawy: nieprawidłowe postrzeganie barw – najczęściej niezdolność rozpoznania barwy zielonej i mylenie jej m.in. z kolorem czerwonym. Przy całkowitym braku zdolności rozróżniania barw osoba postrzega świat w kolorach czarnym, białym i szarym.

Leczenie: ograniczone i zależne od stopnia rozwoju choroby; w niektórych przypadkach pomocne jest stosowanie soczewek korekcyjnych.



Hemofilia, nazywana chorobą królewską, często występowała w królewskich rodach – jej nosicielką była m.in. królowa Wiktoria



Zdobycie prawa jazdy wymaga wykluczenia daltonizmu u kandydata na kierowcę

W skrócie

- Grupa krwi człowieka zależy od kombinacji alleli I^A , I^B lub i . Decydują one o obecności antygenów układu AB0 na powierzchni krwinek czerwonych.
- Występowanie lub brak antygeny Rh na powierzchni czerwonych krwinek człowieka jest zależne od kombinacji alleli D i d .
- Obecność 2 chromosomów X (XX) decyduje o wystąpieniu genetycznej płci żeńskiej, natomiast obecność chromosomu X i chromosomu Y (XY) – genetycznej płci męskiej.
- Daltonizm (nieprawidłowe widzenie barw) i hemofilia (nieprawidłowe krzepnięcie krwi) to przykłady chorób sprzężonych z płcią. Są one wywoływane przez allele recesywne odpowiednich genów na chromosomie X. Występują częściej u mężczyzn, gdyż mają oni tylko 1 chromosom X.

Czy już umiesz? Sprawdź się!

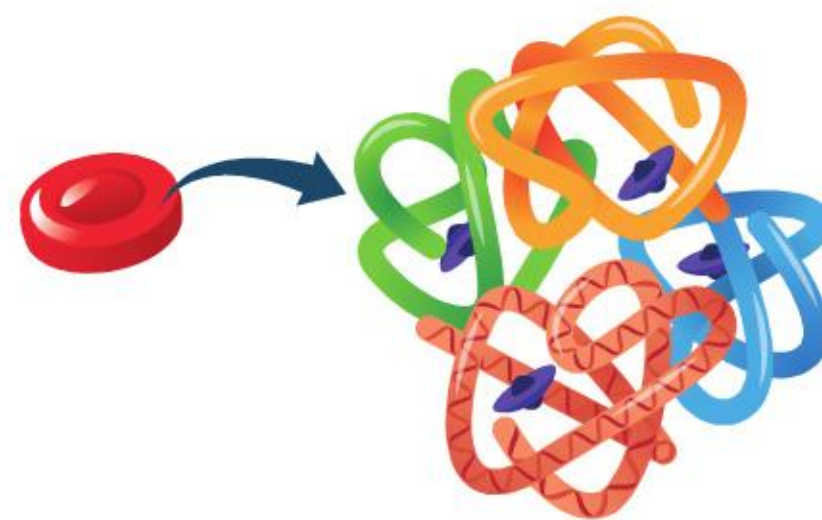
- 1 Podaj wszystkie możliwe kombinacje grup krwi rodziców, których dziecko ma grupę krwi AB.
- 2 Matka ma grupę krwi Rh+, a ojciec – Rh-. Czy u ich potomstwa może wystąpić grupa Rh-? Uzasadnij odpowiedź.
- 3 Skorzystaj z dostępnych, wiarygodnych źródeł i znajdź inny niż podany w podręczniku przykład choroby sprzężonej z płcią. Dowiedz się, na czym polega i w jaki sposób jest dziedziczona.

1.6 Mutacje genetyczne

Podejmij temat



Na zdjęciu przedstawiono cząsteczkę hemoglobiny. Jaką funkcję pełni ona w organizmie?



Mutacja – zmiana w DNA przekazana komórkom potomnym.

Zmiany w materiale genetycznym

Wysoka stabilność cząsteczki DNA, a także jej komplementarność sprawiają, że informacja genetyczna zapisana w DNA jest wiernie zachowywana, następnie skutecznie przekazywana komórkom potomnym, a długofalowo – organizmom potomnym.

Mimo to w DNA niekiedy dochodzi do zmian. Niektóre z nich są tymczasowe – zostają wykryte i naprawione przez odpowiednie cząsteczki w komórce. Inne są przekazywane komórkom potomnym i w ten sposób utrwalane. Takie zmiany w DNA są określane jako **mutacje**. Jeśli dotyczą DNA gamet, to w przypadku ich udziału w zapłodnieniu zostaną przekazane organizmowi potomnemu.

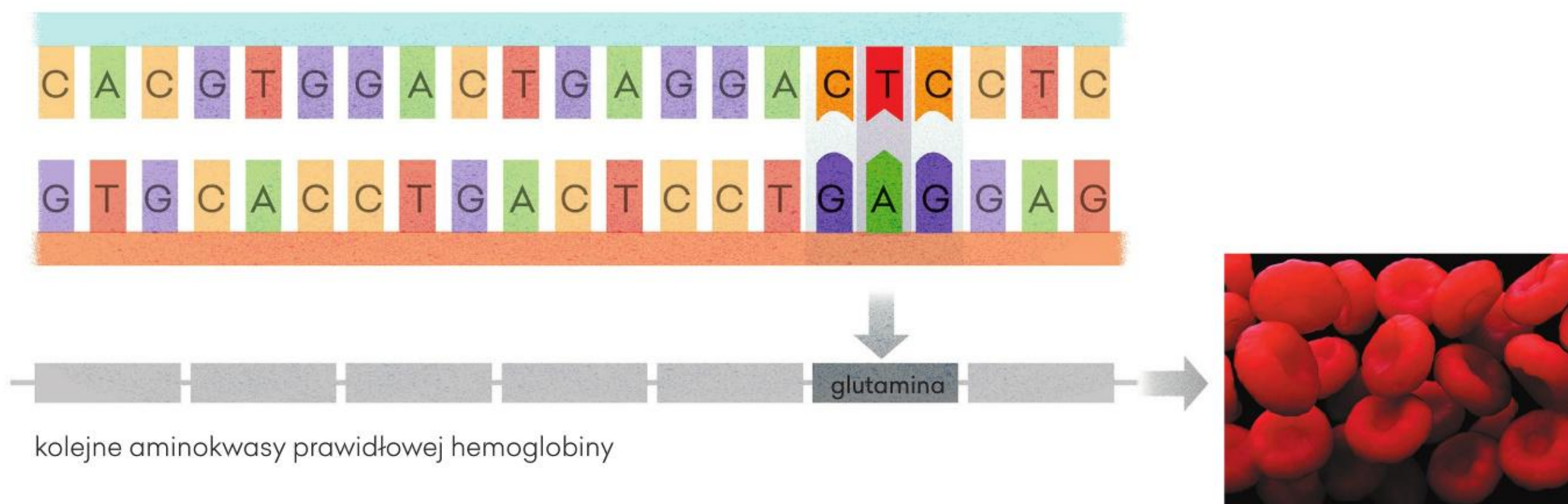
Niektóre mutacje **nie mają żadnego wpływu** na funkcjonowanie komórki, a w konsekwencji – organizmu. Inne zmiany mogą mieć **pozytywny wpływ** lub – częściej – **negatywny**.

Mutacje korzystne przyczyniają się do lepszego przystosowania organizmu do warunków środowiska. W rezultacie zwiększają jego szanse na dłuższe życie czy wydanie liczniejszego potomstwa.

Mutacje niekorzystne mogą prowadzić m.in. do **rozwoju choroby na skutek wytwarzania niewłaściwej formy białka lub z powodu jego braku**. W ten sposób skracają długość i obniżają jakość życia osobnika. Przykładem takiej choroby jest **anemia sierpowata**. Wywołuje ją **mutacja w genie kodującym hemoglobinę** – jest to białko odpowiedzialne za przenoszenie tlenu we krwi (patrz *Podejmij temat*). Nazwa choroby pochodzi od charakterystycznego sierpowatego kształtu krwinek czerwonych we krwi chorych. Na skutek mutacji w genie hemoglobiny **powstaje wadliwa forma białka, która słabo wiąże się z tlenem** (il. 1.18). Z powodu zaburzeń w budowie hemoglobiny, a w konsekwencji krwinek czerwonych, u chorego może dochodzić do ich zlepiania się i zaburzeń w dopływie krwi do narządów.

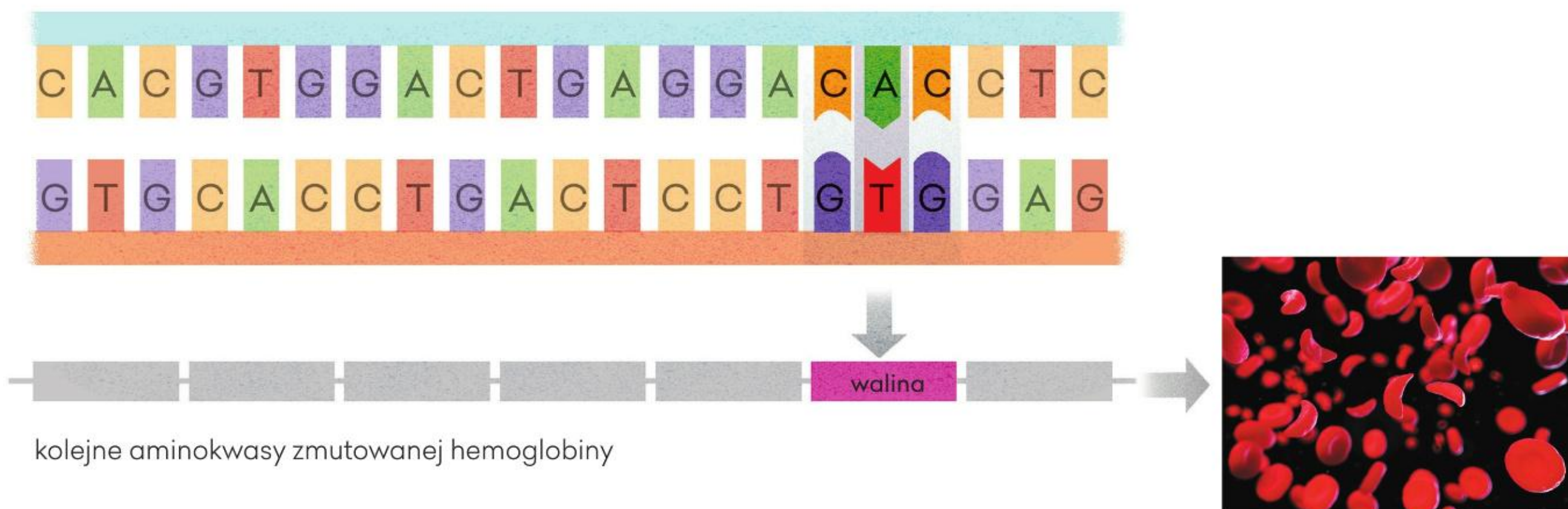
Podobnie jak w przypadku wielu chorób genetycznych leczenie jest objawowe i obejmuje m.in. transfuzje krwi i podawanie odpowiednich leków.

DNA kodujący informacje o budowie prawidłowej hemoglobiny



krw z krwinkami czerwonymi o prawidłowej budowie

DNA zmutowany



krw zawierająca krwinki czerwone o sierpowatym kształcie

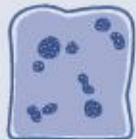
1.18 Porównanie sekwencji aminokwasów, które budują właściwą i wadliwą formę hemoglobiny, pozwoliło stwierdzić, że różnią się one tylko jednym – 6. w kolejności aminokwasem. Dzięki znajomości kodu genetycznego ustalono, jaka mutacja w DNA jest odpowiedzialna za rozwój choroby

Przyczyny powstawania mutacji

Mutacje DNA mogą powstawać **spontanicznie**, np. podczas replikacji. Najczęściej są następstwem błędów w działaniu cząsteczek odpowiedzialnych za przebieg tego procesu. W rezultacie w nowo powstającą nić zamiast właściwego nukleotydu zostaje wstawiony inny.

Zmiany w DNA mogą być wywołane także działaniem niektórych czynników, które określa się jako **mutagenne** (tab. 1.2). Mutacje powstałe w ten sposób nazywa się **indukowanymi**.

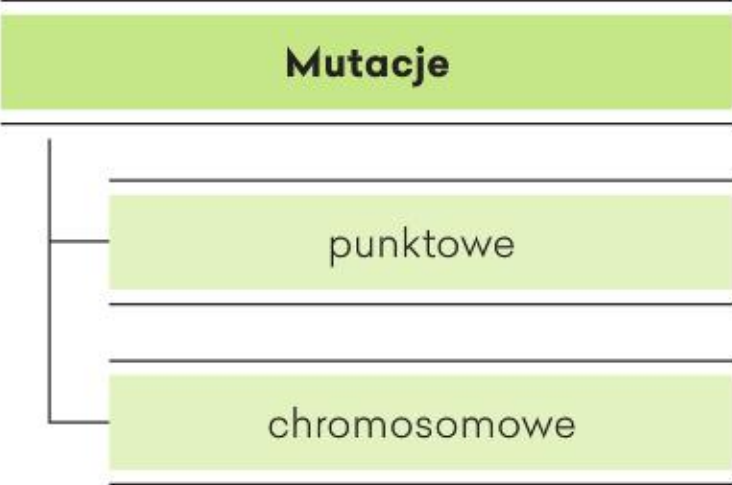
Tab. 1.2 Niektóre czynniki mutagenne

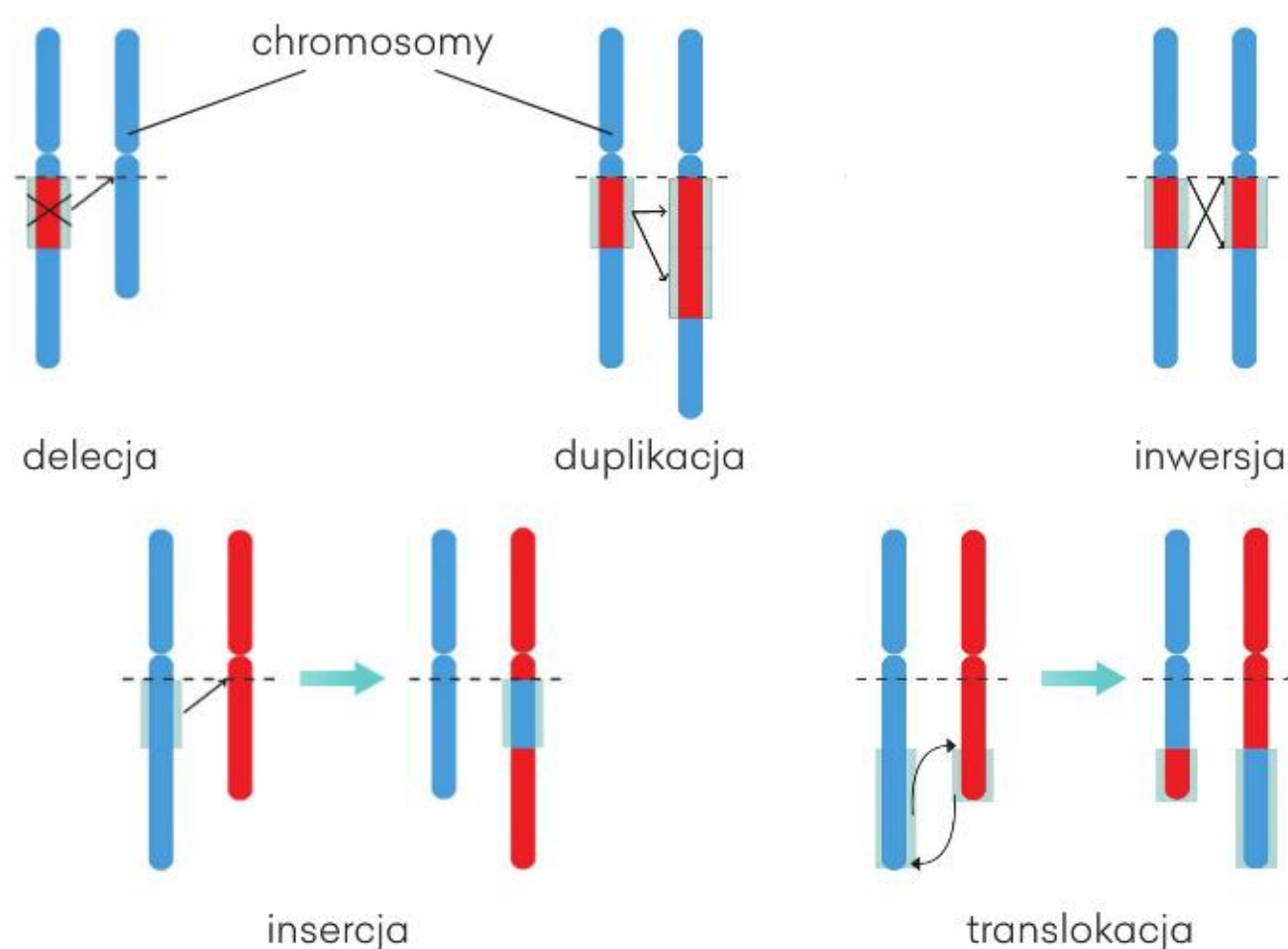
Czynniki mutagenne	Opis działania
 promieniowanie UV	zaburza replikację DNA i prowadzi do powstania mutacji – powoduje m.in. łączenie się sąsiadujących zasad azotowych
 promieniowanie X	powoduje w komórce reakcje chemiczne, które wywołują zmiany w strukturze DNA – mogą prowadzić m.in. do pęknięcia jego łańcuchów i powstawania mutacji
 składniki dymu tytoniowego	czynnikiem mutagennym zawartym w dymie tytoniowym jest np. benzopiren – jego działanie prowadzi do zastępowania pary C-G przez T-A
 toksyny grzybów	działanie mutagenne mają m.in. toksyny niektórych grzybów pleśniowych (np. kropidlaka żółtego wydzielającego mutagenne aflatoksyny), które wbudowują się między zasady azotowe DNA
 wirus HPV	wirus brodawczaka ludzkiego, przenoszony przez skórę lub drogą płciową, może wbudować się w materiał genetyczny człowieka i w ten sposób zmienić sekwencję DNA

Rodzaje mutacji

Mutacje mogą dotyczyć fragmentów DNA o różnej wielkości. **Mutacje punktowe** to zmiany pojedynczych nukleotydów. Mogą one polegać np. na usunięciu nukleotydów, ich zamianie na inne lub wstawieniu dodatkowych nukleotydów. Mutacje te zachodzą tak w genach (wówczas nazywane są **genowymi**), jak i we fragmentach DNA, które nie kodują informacji o budowie białek – w obszarach pozagenowych. Oba te rodzaje materiału genetycznego osobnika łącznie są określane jako jego **genom**. Mutacje w obszarach pozagenowych rzadko wywierają wpływ na fenotyp osobnika. Natomiast **mutacje w genach mogą być groźne**. U ludzi znanych jest kilka tysięcy chorób, które są skutkiem tego rodzaju mutacji. Należą do nich m.in. hemofilia i daltonizm, omówione w poprzednim temacie. Rozległe zmiany DNA, które dotyczą struktury lub liczby chromosomów, są określane jako **mutacje chromosomowe** (il. 1.19). Liczba chromosomów w komórce najczęściej ulega zmianie w związku z ich nieprawidłowym rozdzieleniem podczas podziału komórki – mejozy. Prowadzi to do powstania gamet z nieprawidłową liczbą chromosomów: zbyt dużą lub zbyt małą. Jeśli taka gameta weźmie udział w zapłodnieniu, to powstały zarodek również będzie miał niewłaściwą liczbę chromosomów. W takiej sytuacji zazwyczaj dochodzi do obumarcia zarodka na wczesnych etapach rozwoju.

Genom – kompletny materiał genetyczny komórki, organizmu lub wirusa, który obejmuje zarówno geny, jak i obszary pozagenowe.





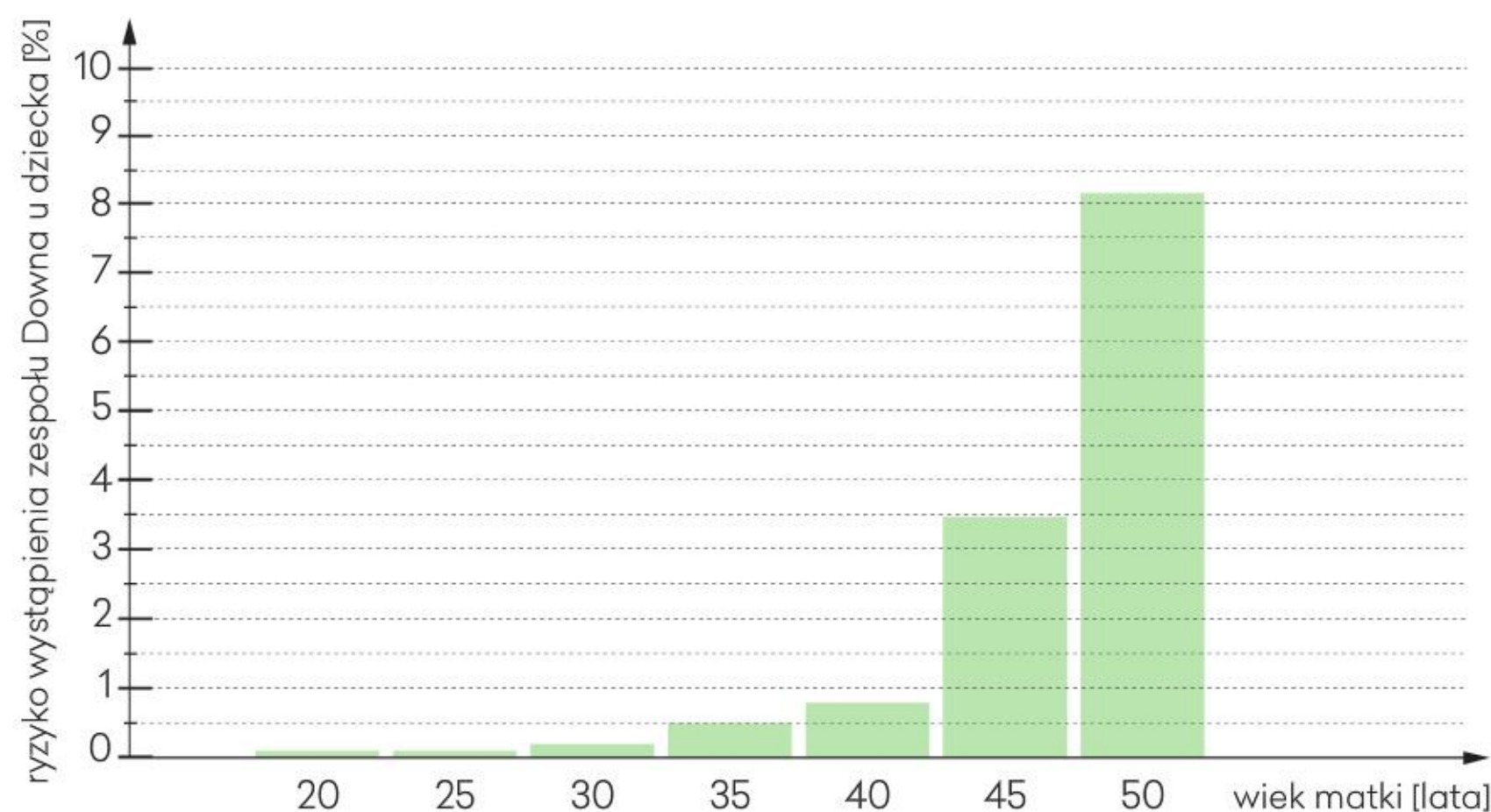
1.19 Mutacje chromosomowe mogą polegać m.in. na usunięciu lub dodaniu fragmentu chromosomu. Zachodzą one w obrębie 1 chromosomu albo 2 lub więcej

Przykłady chorób genetycznych

Mutacje chromosomowe polegające na zmianie liczby chromosomów zazwyczaj są śmiertelne dla zarodka i płodu. W nielicznych przypadkach tak nie jest, jednak obecność dodatkowego chromosomu powoduje powstanie wad rozwojowych i chorób. Przykładem choroby genetycznej człowieka, która rozwija się w wyniku mutacji chromosomowej, jest **zespół Downa**. Ryzyko wystąpienia tej choroby rośnie z wiekiem matki (il. 1.20).

Natomiast do grupy chorób wywołanych mutacjami punktowymi należą m.in. **fenyloketonuria** i **mukowiscydoza**. Są one jednymi z najwcześniej diagnozowanych chorób genetycznych. Znajomość mutacji wywołujących określone choroby umożliwia opracowanie odpowiednich testów diagnostycznych i wczesne rozpoznanie choroby.

×



1.20 Częstość występowania zespołu Downa

Wybrane choroby genetyczne

Fenyloketonuria

Przyczyny: mutacja w genie kodującym białko niezbędne do przekształcenia aminokwasu o nazwie fenyloalanina, który jest obecny w pokarmie.

Objawy: nagromadzenie w organizmie fenyloalaniny prowadzi do uszkodzeń układu nerwowego.

Leczenie: jak najwcześniejsze wprowadzenie odpowiedniej diety – ubogiej w fenyloalaninę.

Mukowiscydoza

Przyczyny: mutacje (znamy ich ponad 2000) w genie kodującym białko zaangażowane w transport substancji przez błonę komórkową.

Objawy: wydzielanie dużych ilości gęstego śluzu przez gruczoły zlokalizowane m.in. w układach oddechowym i pokarmowym. Śluz utrudnia oddychanie i trawienie. Powoduje m.in. kaszel, duszność, zapalenia oskrzeli i płuc, niewydolność trzustki.

Leczenie: stosowanie leków rozrzedzających wydzielinę.

Zespół Downa

Przyczyny: obecność dodatkowego 21 chromosomu (lub jego fragmentu).

Objawy: w zależności od przebiegu może obejmować m.in. niepełnosprawność umysłową o różnym stopniu, niedobór odporności, wady serca, zaburzenia funkcjonowania układu pokarmowego, słuchu i wzroku, wiotkość mięśni, a także dysmorfie, czyli zmiany w wyglądzie, np. krótszy grzbiet nosa.

Leczenie: nie jest możliwe wyeliminowanie przyczyny choroby genetycznej, a leczenie polega głównie na łagodzeniu objawów; jego celem jest poprawa komfortu życia chorego.



Takie choroby jak fenyloketonuria i mukowiscydoza są wykrywane w badaniach przesiewowych noworodków. Przeprowadza się je w 3 lub 4 dobie życia dziecka. Dzięki temu – w razie wykrycia choroby – jest możliwe wczesne rozpoczęcie leczenia



Charakterystycznymi cechami zespołu Downa są zwykle zmiany w wyglądzie, m.in. fałdy skórne nad oczami i krępa budowa ciała

W skrócie

- Mutacje to zmiany DNA przekazywane komórkom potomnym. Powstają spontanicznie lub na skutek działania czynników mutagennych. Jeśli wystąpią w DNA gamet, które wezmą udział w zapłodnieniu, są dziedziczne.
- Do czynników mutagennych należą m.in. promieniowanie UV, promieniowanie X, składniki dymu tytoniowego, toksyny grzybów pleśniowych, wirus HPV.
- Mutacje punktowe dotyczą zmian w obrębie nukleotydów, natomiast mutacje chromosomowe – struktury lub liczby chromosomów.
- Do chorób genetycznych człowieka uwarunkowanych mutacjami należą m.in. mukowiscydoza, fenyloketonuria i zespół Downa.

Czy już umiesz? Sprawdź się!

- 1 Jakie mutacje można wyróżnić i pod jakim kątem je podzielić? Wymień 2 kategorie ich podziału.
- 2 Odszukaj w dostępnych, wiarygodnych źródłach informacji na temat co najmniej 3, innych niż wymienione na lekcji, czynników mutagennych.
- 3 Korzystając z wiarygodnych źródeł, dowiedz się więcej na temat wybranej choroby genetycznej człowieka. Omów jej przyczynę, objawy i sposób leczenia.
- 4 Poszukaj informacji, w jakich rejonach świata rozpowszechniona jest mutacja anemii sierpowatej i jakie to ma znaczenie dla tamtejszych społeczności.
- 5 W grupach przygotujcie informacje na temat innych chorób człowieka spowodowanych mutacjami chromosomowymi. Przedstawcie je na forum klasy.

1.7 Cykl komórkowy i nowotwory

Podejmij temat



Co oznacza określenie zdrowy styl życia? Które z jego elementów stosujesz na co dzień?



Przebieg i regulacja cyklu komórkowego

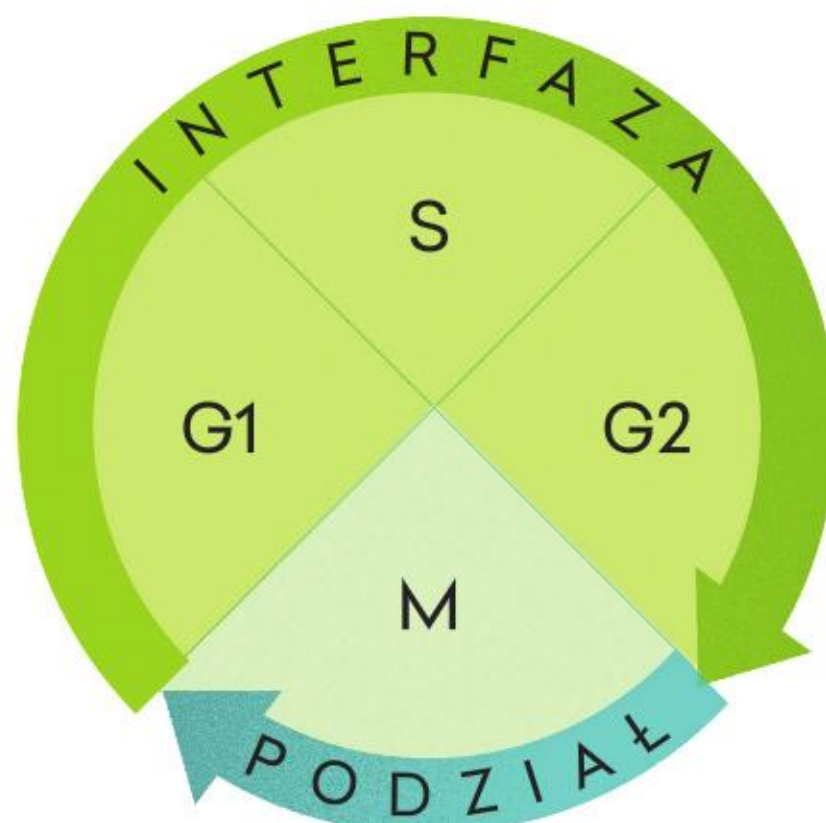
Komórki potomne, które powstają w wyniku podziału komórkowego – mitozy lub mejozy – muszą przejść szereg zmian, by osiągnąć rozmiary komórki rodzicielskiej, a także nabyć zdolność do własnych podziałów. Okres zachodzenia tych zmian jest określany jako **interfaza**. Razem z **fazą M**, w której zachodzi podział komórki, składa się on na **cykl komórkowy** (il. 1.21).

W trakcie cyklu komórkowego następuje wiele skomplikowanych procesów. W związku z tym w komórce istnieje grupa cząsteczek odpowiedzialnych za kontrolę ich przebiegu – regulatorów cyklu komórkowego. Zadaniem tych cząsteczek jest m.in. sprawdzanie, czy DNA został poprawnie skopiowany w fazie S i czy nie uległ uszkodzeniu, np. na skutek działania czynników mutagennych.

Interfaza to czas między podziałami komórek. Wyróżnia się w nim 3 fazy:

S – następuje replikacja DNA

G1 – w komórce zachodzi intensywna synteza m.in. białek i lipidów niezbędnych do jej wzrostu



G2 – komórka przygotowuje się do podziału

1.21 W trakcie interfazy komórka przygotowuje się do podziału: rośnie i kopiuje DNA

Cykl komórkowy – ciąg zdarzeń, które umożliwiają wzrost i podział komórki.

Ciekawe!

Niektóre wyspecjalizowane komórki pełnią swoje funkcje w organizmie, ale nie dzielą się. Ich stan jest określany jako spoczynkowy albo jako faza G0 cyklu komórkowego.

Ciekawe!

Komórki mogą się istotnie różnić pod względem długości cyklu komórkowego. Komórki zarodków i płodów zwykle dzielą się szybciej, natomiast organizmów dorosłych – wolniej. Tempo to zależy również od funkcji komórki w organizmie. Przykładowo komórki naskórka jelita dzielą się średnio co 12 godz., skóry – co 24 godz., a wątroby – co rok.

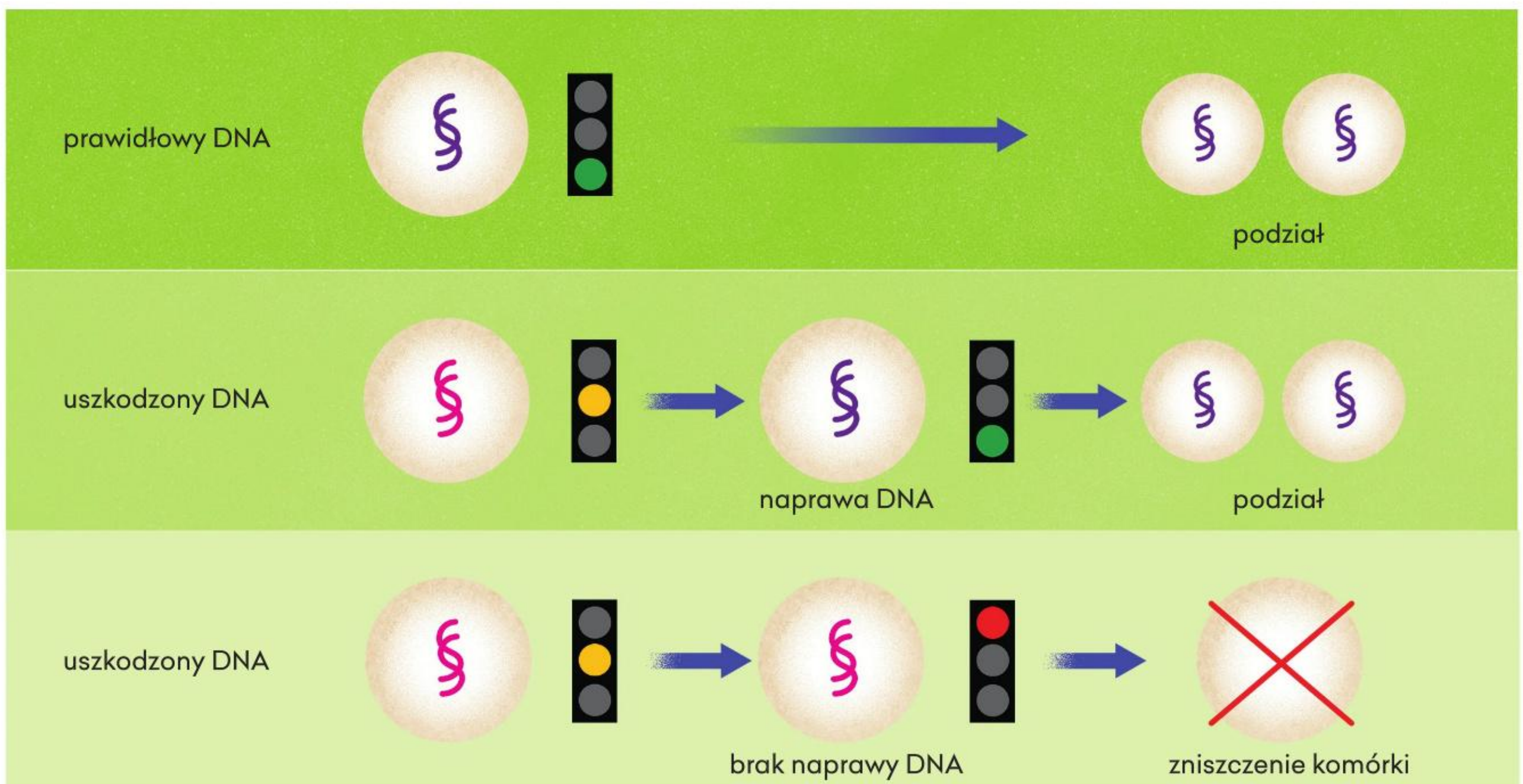
Transformacja nowotworowa komórek

Prawidłowa regulacja cyklu komórkowego jest niezwykle ważna, ponieważ zaburzenia w jej funkcjonowaniu często prowadzą do **rozwoju nowotworów**. Nieprawidłowości te są zwykle **efektem mutacji w genach kodujących regulatory cyklu komórkowego**.

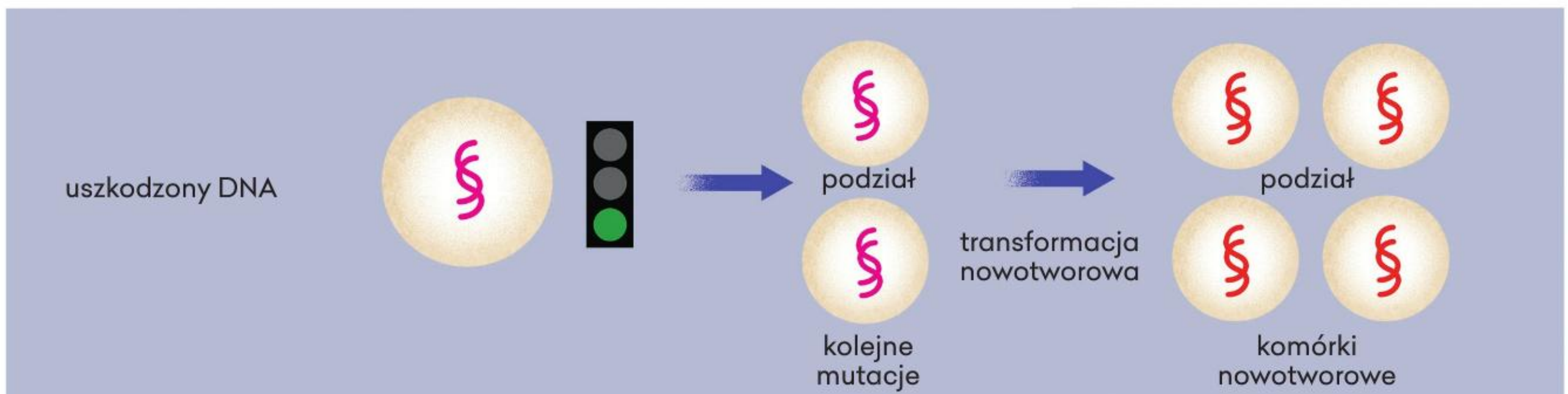
Zjawisko przekształcenia się prawidłowej komórki w komórkę nowotworową to **transformacja nowotworowa**. Najczęściej jest ona wynikiem nagromadzenia kilku mutacji DNA w komórce. Mutacje te sprawiają, że **komórka zaczyna rosnąć i dzielić się w niekontrolowany sposób** (il. 1.22).

Regulacja cyklu komórkowego

Prawidłowa



Nieprawidłowa



1.22 Na skutek zaburzeń w regulacji cyklu komórkowego nieprawidłowe komórki dzielą się, co daje początek nowotworom

Czynniki kancerogenne

Transformacji nowotworowej komórek, w wyniku której następuje rozwój nowotworu, sprzyjają różnorodne czynniki. Są to **czynniki kancerogenne (kancerogeny)**. Ich działanie może polegać m.in. na bezpośrednim uszkodzeniu DNA, przekształcaniu się w czynniki mutagenne czy wywoływaniu syntezy substancji szkodliwych dla komórki i DNA. Często rozwój nowotworu następuje wskutek skumulowanego działania różnych czynników. Niekiedy zdarza się to po wielu latach od ekspozycji na nie.

Czynniki zwiększające ryzyko rozwoju nowotworów to:

- **szkodliwe substancje chemiczne** obecne w środowisku (il. 1.23) – m.in. azbest, benzen, nikiel; na ich działanie są szczególnie narażeni przedstawiciele takich zawodów jak hutnik, górnik, kierowca czy stolarz.
- **promieniowanie UV** – ten czynnik mutageny bezpośrednio uszkadza DNA i sprzyja m.in. rozwojowi nowotworu skóry, czyli czerniaka.
- **niewłaściwa dieta** – zbilansowana dieta dostarcza organizmowi wszystkich potrzebnych składników, a także pomaga utrzymać prawidłową masę ciała. Jest to ważne, ponieważ otyłość powoduje zaburzenie homeostazy organizmu i sprzyja rozwojowi nowotworów. W diecie należy unikać konserwantów czy takich substancji chemicznych jak węglowodory aromatyczne (il. 1.24), a także nadmiaru soli (il. 1.25).



1.24 Podczas grillowania mięsa i ryb, a także podczas smażenia i wędzenia powstają kancerogenne węglowodory aromatyczne



1.25 Nadmiar soli w pokarmie sprzyja uszkodzaniu śluzówki żołądka, co zwiększa wrażliwość komórek na działanie czynników kancerogennych

- **niektóre używki** – wiadomo, że **dym papierosowy** zawiera kilkadziesiąt czynników kancerogennych, m.in. benzopiren, związki azotowe (nitrozaminy) czy fenol. Szkodliwe działanie wykazują także **produkty przemiany alkoholu etylowego** w organizmie. Przykładowo aldehyd octowy zaburza proces naprawy uszkodzeń DNA. Natomiast sam **etanol** sprzyja rozwojowi nowotworów, ponieważ uszkadza komórki.
- **nieodpowiedni tryb życia** – oprócz wymienionych wyżej czynników: ekspozycji na promieniowanie UV, niewłaściwej diety, używek – obejmuje też inne zachowania sprzyjające rozwojowi nowotworów. Należą do nich **stres** i **unikanie** albo **ograniczenie aktywności fizycznej**.

Czynniki kancerogenne (kancerogeny) – czynniki chemiczne, fizyczne lub biologiczne, które zwiększają ryzyko rozwoju nowotworów.



1.23 Spaliny samochodowe zawierają wiele szkodliwych substancji chemicznych o działaniu mutagennym i kancerogennym



1.26 Antyoksydanty to substancje, które ograniczają powstawanie wolnych rodników w organizmie. Te ostatnie sprzyjają uszkodzeniom komórek, DNA, a w konsekwencji – transformacji nowotworowej. Źródłem antyoksydantów są owoce i warzywa, m.in. jagody, brokuły.

Profilaktyka i terapia chorób nowotworowych

Choć istotny wpływ na ryzyko rozwoju choroby nowotworowej mają czynniki genetyczne, istnieje wiele sposobów jego ograniczenia. Profilaktyka chorób nowotworowych obejmuje m.in. **właściwą dietę** (il. 1.26), **aktywność fizyczną**, **ograniczenie używek**, zwłaszcza **palenia**, **unikanie nadmiernego opalania się** oraz **szczepienie się przeciwko wirusom sprzyjającym rozwojowi choroby nowotworowej** (m.in. HPV, WZW B).

Elementem profilaktyki chorób nowotworowych jest także udział w badaniach przesiewowych, których celem jest wczesne wykrycie choroby. Daje ono szansę na podjęcie skutecznego leczenia pod opieką lekarza onkologa. Wiele chorób nowotworowych można wyleczyć, o ile zostaną odpowiednio wcześnie wykryte. Ze względu na ich zróżnicowanie istnieją różne sposoby postępowania leczniczego – najczęściej obejmują one operacje chirurgiczne, radioterapię i chemioterapię.

W skrócie

- Cykl komórkowy obejmuje interfazę i fazę M, podczas których zachodzi szereg procesów umożliwiających wzrost i podział komórki.
- Zaburzenia w regulacji cyklu komórkowego sprzyjają transformacji nowotworowej komórek i rozwojowi nowotworów. Komórki nowotworowe charakteryzują się szybkim wzrostem i zdolnością do podziału w niekontrolowany sposób.
- Do czynników wpływających na rozwój nowotworów należą m.in. niewłaściwa dieta, niektóre używki, nieodpowiedni tryb życia, promieniowanie UV, zanieczyszczenia środowiska.

Czy już umiesz? Sprawdź się!

- 1 Wskaż, w której fazie cyklu komórkowego zachodzą:
 - a) replikacja DNA,
 - b) podział DNA,
 - c) synteza białek koniecznych do wzrostu komórki,
 - d) rozdzielenie organelli komórkowych.
- 2 Wyjaśnij, dlaczego zaburzenia cyklu komórkowego sprzyjają transformacji nowotworowej komórki.
- 3 W dostępnych, wiarygodnych źródłach znajdź informacje na temat biologicznych czynników kancerogennych.
- 4 Poszukaj w różnych źródłach informacji na temat 2–3 badań przesiewowych przeprowadzanych w celu wczesnego wykrycia chorób nowotworowych.

Podsumowanie działu 1

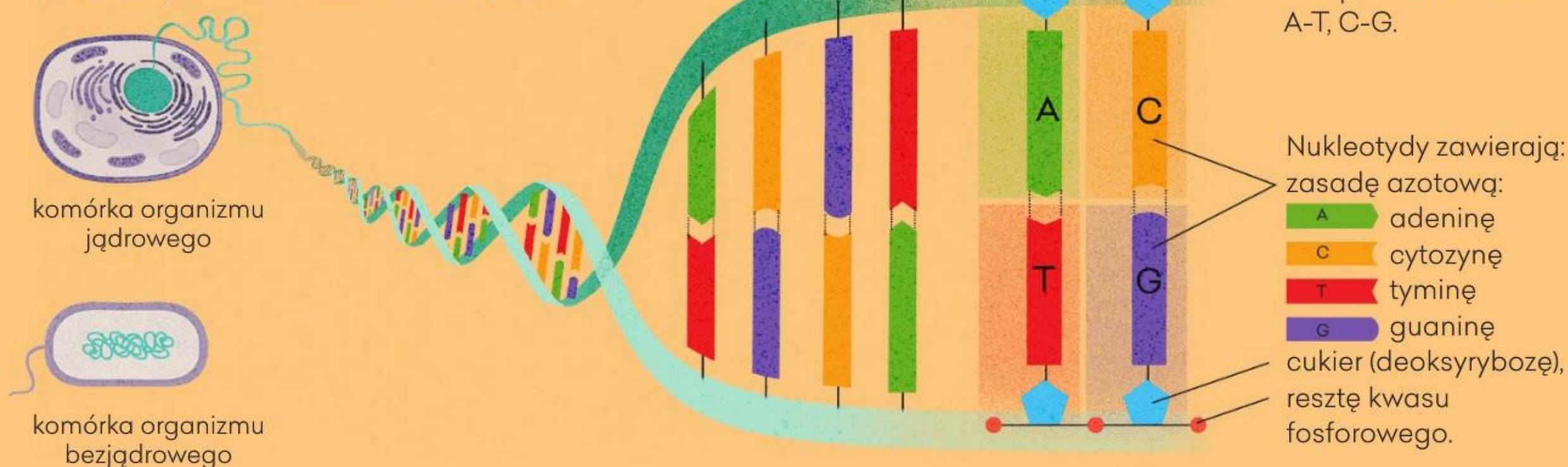
Ważne pojęcia

DNA (kwas deoksyrybonukleinowy)	podwójna helisa	nukleotyd	zasady azotowe
komplementarność	replikacja	chromosom	chromatydy
centromer	autosomy	chromosomy płci	kariotyp
chromosomy homologiczne	komórki diploidalne	komórki haploidalne	mitoza
mejoza	genom	gen	kod genetyczny
allel	allel dominujący	allel recesywny	genotyp
fenotyp	homozygota	heterozygota	krzyżówka genetyczna
kodominacja	dziedziczenie cech sprzężonych z płcią	daltonizm	hemofilia
mutacje	czynniki mutagenne	mutacja punktowa	mutacja chromosomowa
fenyloketonuria	mukowiscydoza	zespół Downa	

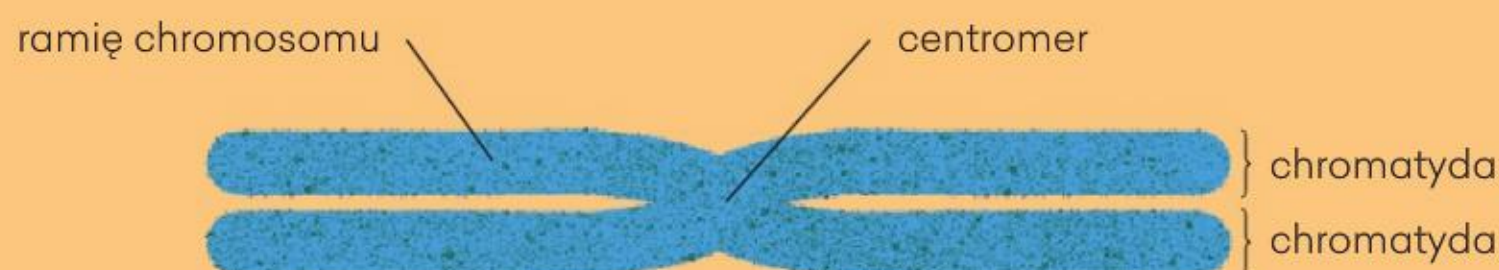
- DNA (kwas deoksyrybonukleinowy)** pełni rolę nośnika informacji genetycznej o budowie i sposobie funkcjonowania organizmu.

- U większości organizmów – nazywanych **jądrowymi** – DNA znajduje się **w jądrze komórkowym**. U bakterii – które są organizmami **bezejądrowymi** – DNA znajduje się **w cytoplazmie**.

Cząsteczka DNA ma strukturę podwójnej helisy. Zawiera 2 nici spiralnie skręcone wokół wspólnej osi. Każda nić jest zbudowana z nukleotydów.

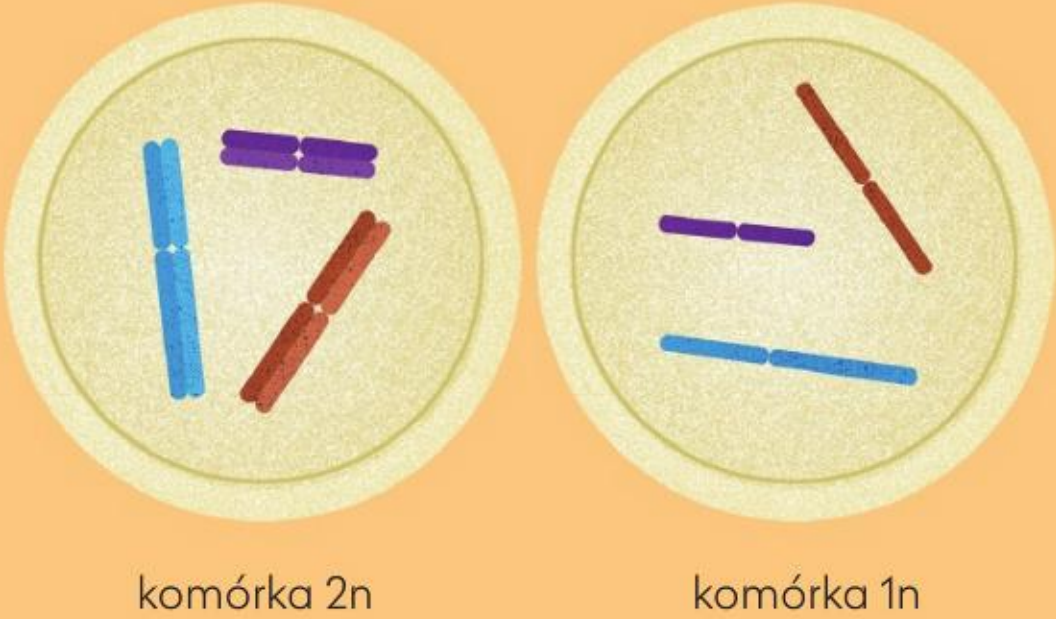


- Struktura podwójnej helisy umożliwia wierne kopiowanie DNA w procesie **replikacji**: każda nić wyjściowej cząsteczki DNA stanowi matrycę do syntezy nowych nici na zasadzie komplementarności. Replikacja pozwala na powielenie informacji genetycznej zawartej w DNA w fazie S cyklu komórkowego, co jest konieczne przed podziałem komórki w fazie M.
- DNA skopiowany w fazie S (w postaci nici) ulega przekształceniu w chromosomy w fazie M.
- Chromosom zawiera 2 chromatydy utworzone przez cząsteczki DNA powstałe w wyniku replikacji.



- Liczba chromosomów w komórce – **kariotyp** – jest charakterystyczna dla gatunku. W przypadku człowieka tworzy go 46 chromosomów:

 - 44 autosomy (czyli 22 pary chromosomów homologicznych – bliźniaczych chromosomów pochodzących od ojca i od matki),
 - 2 chromosomy płci.
- Organizmy i komórki zawierające podwójny zestaw chromosomów (jeden od ojca, drugi od matki) są nazywane **komórkami diploidalnymi** i oznaczane **2n**. Organizmy i komórki o pojedynczym zestawie chromosomów są nazywane **haploidalnymi** i oznaczane **1n**.
- Człowiek jest organizmem diploidalnym, którego komórki zawierają po 46 chromosomów. Jedynymi komórkami haploidalnymi u człowieka są gamety – zawierają po 23 chromosomy.
- DNA tworzący chromosomy jest precyzyjnie rozdzielany do komórek potomnych podczas **podziałów komórkowych: mitozy i mejozy**.

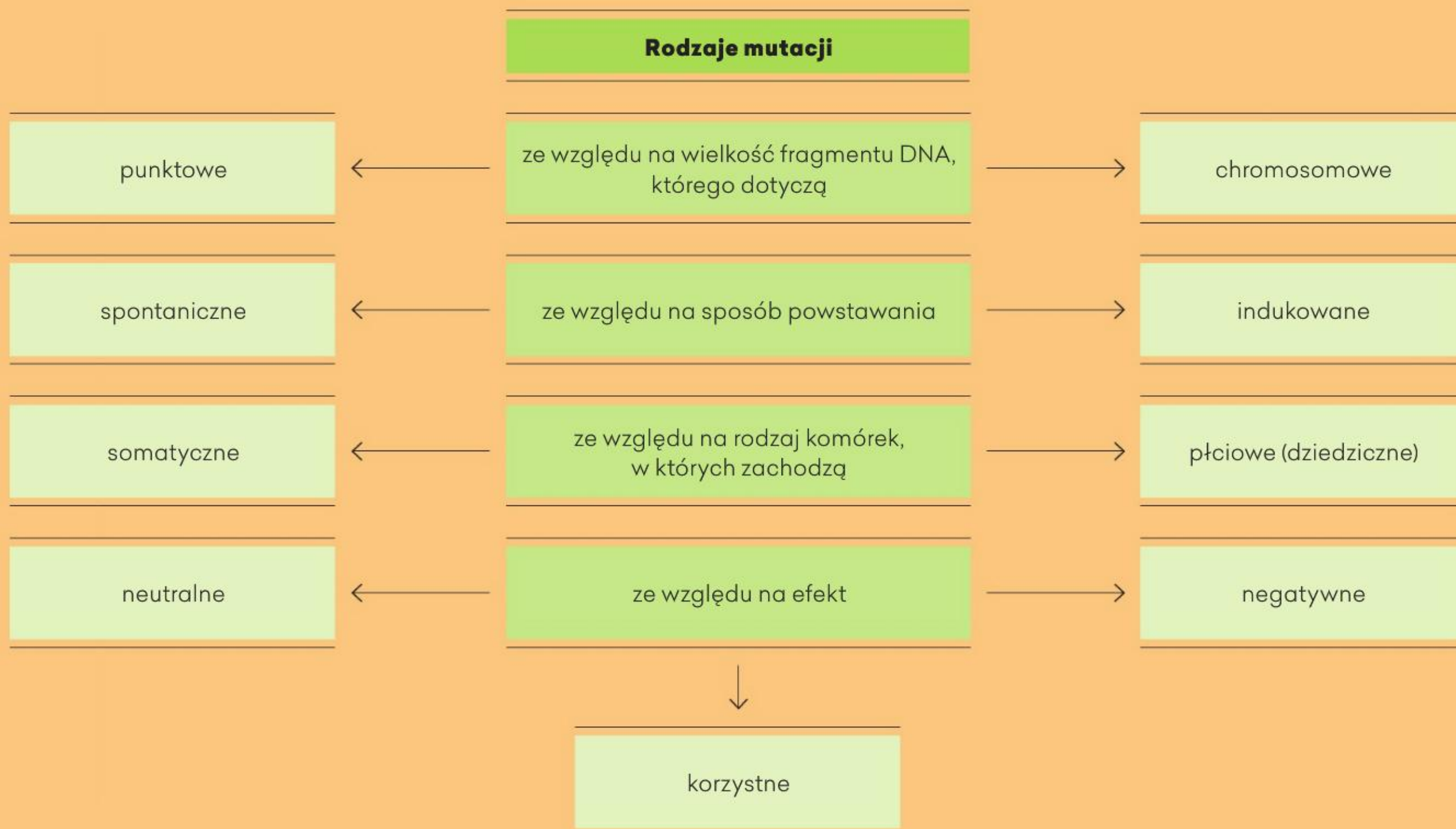


Mitoza	Mejoza
Podobieństwa	
- rozdzielenie materiału genetycznego do komórek potomnych - rozdzielenie cytoplazmy i organelli do komórek potomnych	
Różnice	
znaczenie	
- powstawanie nowych osobników - wzrost i rozwój organizmów - odbudowa (regeneracja) organizmów	powstawanie gamet
komórki rodzicielskie	
diploidalne lub haploidalne	diploidalne
liczba powstających komórek	
2	4
liczba chromosomów w komórkach potomnych	
- taka sama jak w komórkach rodzicielskich - materiał genetyczny identyczny jak w komórkach rodzicielskich	2 razy mniejsza niż w komórkach rodzicielskich - materiał genetyczny w komórkach potomnych zróżnicowany

- Zróżnicowanie genetyczne komórek potomnych podczas mejozy wynika z:

 - wymiany fragmentów chromosomów homologicznych w parach,
 - losowego ustawienia chromosomów homologicznych w parach.
- Genom** – kompletny materiał genetyczny organizmu (lub wirusa), który obejmuje geny i obszary pozagenowe.

- **Geny** zawierają informacje o budowie białek organizmu, a tym samym o jego cechach. Informacja ta jest zapisana za pomocą **kodu genetycznego**.
- Trójki nukleotydów mogą zawierać informacje o:
 - rozpoczęciu syntezy białka,
 - zakończeniu syntezy białka,
 - rodzaju aminokwasu wchodzącego w skład białka.
- Cechy organizmu, czyli **fenotyp** są zapisane w zestawie genów – **genotypie**.
- Warianty genów to **allele**. Istnieją allele:
 - **dominujące** – ich obecność w organizmie prowadzi do uwidocznienia się cech, które kodują;
 - **recesywne** – cecha ujawnia się jedynie wówczas, gdy wystąpią 2 allele recesywne kodujące daną cechę.
- W zależności od kombinacji alleli wyróżnia się: homozygoty recesywne, homozygoty dominujące i heterozygoty.
- Znajomość alleli organizmów rodzicielskich pozwala ustalić i zapisać za pomocą **krzyżówki genetycznej**, jakie kombinacje alleli może odziedziczyć ich potomstwo.
- Grupa krwi człowieka zależy od kombinacji alleli I^A , I^B , i – jest ich 6. Decydują one o obecności w błonie krwinek czerwonych antygenów A lub B lub ich braku, a w konsekwencji o jednej z czterech grup krwi (A, B, AB, 0). Allele I^A oraz I^B są kodominujące.
- Kombinacja alleli D i d decyduje o obecności czynnika Rh (DD, Dd – Rh+, dd – Rh-).
- Biologiczna płeć człowieka zależy od kombinacji chromosomów płci: **XX** oznacza płeć żeńską, **XY** – męską.
- **Mutacje** – zmiany w DNA przekazane komórkom potomnym.



● Choroby genetyczne są skutkiem mutacji przekazywanych potomstwu w gametach organizmów rodzicielskich.

Przykłady chorób genetycznych	
nazwa choroby	przyczyna i występowanie
fenyloketonuria	• mutacja punktowa w genie kodującym białko niezbędne do przekształcania obecnej w pokarmie fenyloalaniny • występuje u homozygot recesywnych
mukowiscydoza	• mutacja punktowa w genie kodującym białko zaangażowane w transport substancji przez błonę komórkową • występuje u homozygot recesywnych
zespół Downa	• mutacja chromosomowa polegająca na obecności dodatkowego 21 chromosomu (lub jego fragmentu)
hemofilia	• mutacje punktowe na chromosomie X (choroby sprzężone z płcią) • chorują mężczyźni mający chromosom X z wadliwym allelem lub kobiety mające oba chromosomy X z wadliwym genem
daltonizm	

- Mutacje, zwłaszcza w genach regulatorów cyklu komórkowego, sprzyjają transformacji nowotworowej komórki. Prowadzą do niekontrolowanego wzrostu i podziałów komórki.
- Rozwojowi nowotworów sprzyjają m.in. niewłaściwy tryb życia, w tym nieodpowiednia dieta i stosowanie używek – zwłaszcza palenie, a także długotrwała ekspozycja na szkodliwe czynniki, w tym promieniowanie UV.

Czy już umiesz? Sprawdź się!

- 1

Wskaż związek między:
a) mitozą i rozmnażaniem bezpłciowym,
b) mejozą i rozmnażaniem płciowym.
- 2

Określ, czego dotyczą poniższe opisy:
a) fragment DNA kodujący informację o budowie białka,
b) całkowity materiał genetyczny organizmu (w tym obszary pozagenowe),
c) zestaw genów decydujący o cechach organizmu.
- 3

Podaj, co łączy poniższe przykłady:
a) kariotyp i zespół Downa,
b) spleśniały chleb i nowotworzenie,
c) hemofilia i XY.
- 4

Uporządkuj kolejno budowy cząsteczki DNA:
a) nici,
b) zasady azotowe,
c) nukleotydy,
d) podwójna helisa.
- 5

Jakich chromosomów dotyczy poniższy opis:
a) istotnie różnią się wielkością,
b) w gamecie jest ich 22,
c) różni je pochodzenie, łączy kształt.
- 6

Ustal, których z poznanych chorób genetycznych dotyczą kolejne opisy:
a) nieprawidłowe rozpoznawanie barw,
b) wymaga stosowania odpowiedniej diety,
c) częste krwawienia,
d) spowodowany obecnością dodatkowego chromosomu,
e) wydzielanie dużych ilości gęstego śluzu,
f) nieprawidłowa budowa krwinek czerwonych.
- 7

Jaka będzie sekwencja nukleotydów w drugiej nici DNA, jeśli pierwsza składa się z:
a) TTATTG,
b) CGCGAAGGC,
c) CCTTGA.
- 8

Których z poznanych na lekcjach podziałów komórkowych dotyczą kolejne opisy:
a) komórki potomne są zróżnicowane genetycznie,
b) umożliwia wzrost organizmu,
c) zachodzi w narządach rozrodczych,
d) obejmuje rozdzielenie chromosomów homologicznych,
e) komórki rodzicielskie i potomne są identyczne,
f) nie może jej przejść komórka haploidalna.

2. Ewolucja życia



1. Czy ludzie i dinozaury żyli w tym samym czasie? Czy człowiek pierwotny mógł się spotkać z dinozaurem?
2. Czy wiek Ziemi można liczyć w tysiącach, milionach czy miliardach lat?
3. Dlaczego ludzie nie mają tak dużych kłów jak tygrys szablozębny, żyjący 33 mln lat temu?

2.1 Ewolucja i jej dowody

Podejmij temat



Skąd wiemy, że na Ziemi żyły dinozaury i dlaczego już ich nie ma?



Ewolucja – proces powolnych zmian cech organizmów, w wyniku których powstają nowe gatunki.

Ewolucjonizm – dział biologii, który zajmuje się badaniem ewolucji, a także pogląd oparty na przeświadczeniu o prawdziwości teorii ewolucji.

Czym jest ewolucja?

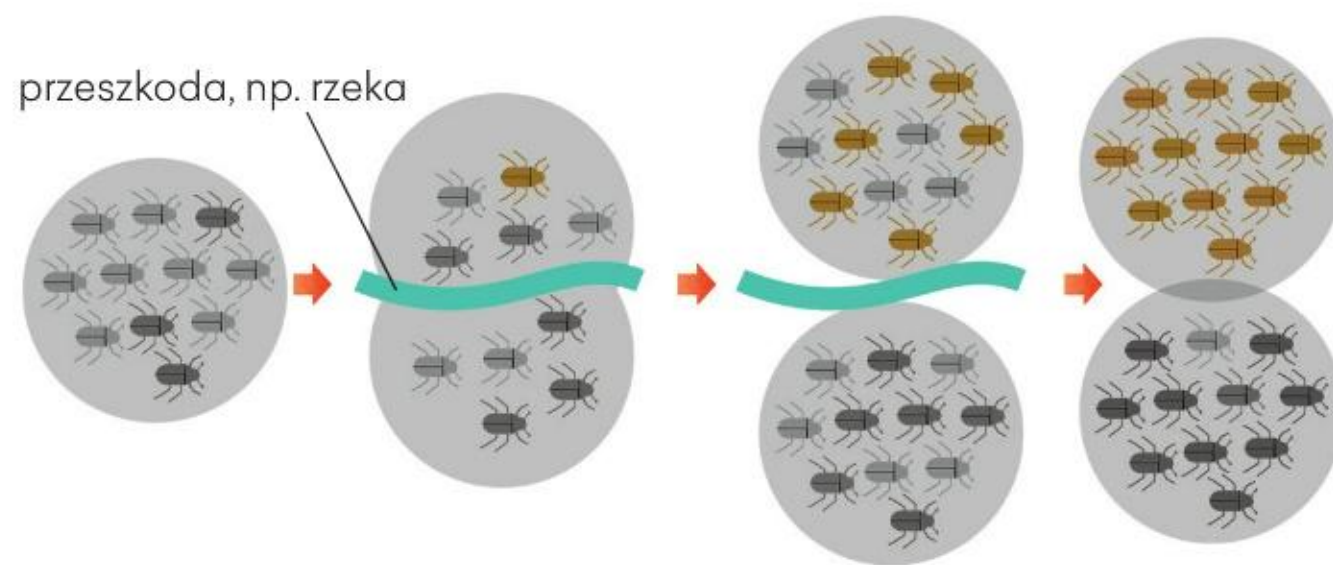
Ewolucja to proces powolnych zmian w budowie i funkcjonowaniu organizmów. Takim zmianom podlegają osobniki, grupy osobników należące do tego samego gatunku, a w końcu wszystkie organizmy żyjące na Ziemi. Są wynikiem mutacji genetycznych, które są dziedziczone. Prowadzą do pojawiania się nowych gatunków i wymierania innych.

Zmian dotyczących wielu pokoleń nie da się naocznie zaobserwować podczas własnego, stosunkowo krótkiego, życia. W ich badaniu są pomocne metody stosowane w geologii, czyli nauce o Ziemi, czy prace anatomów, którzy porównują budowę narządów różnych organizmów. Z tych metod korzystał **Karol Darwin** – na podstawie długoletnich badań i obserwacji stworzył w połowie XIX w. **teorię ewolucji**. Daje ona odpowiedź, jak powstają nowe gatunki oraz jak powstały organizmy żyjące obecnie na Ziemi i dlaczego są one aż tak różnorodne.

Dział biologii zajmujący się badaniem ewolucji to **ewolucjonizm**. Jest to także pogląd oparty na przeświadczeniu o prawdziwości teorii ewolucji. Współcześnie ewolucjonizm korzysta w szerokim zakresie z innych dziedzin nauki, zwłaszcza z genetyki i ekologii. Teoria ewolucji jak dotąd najlepiej wyjaśnia historię życia na Ziemi. Zgromadzone dane, które są nazywane **dowodami ewolucji**, zostaną przedstawione w dalszej części tego tematu.

Jak powstają gatunki?

Do pojawienia się nowego gatunku dochodzi najczęściej wtedy, kiedy grupa osobników zmienia miejsce życia i zaczyna powoli przystosowywać się do odmiennych warunków (il. 2.1). Zmiany w wyglądzie, możliwościach fizjologicznych czy zachowaniu następują wskutek mutacji i selekcji organizmów, które radzą sobie lepiej i wydają więcej potomstwa.

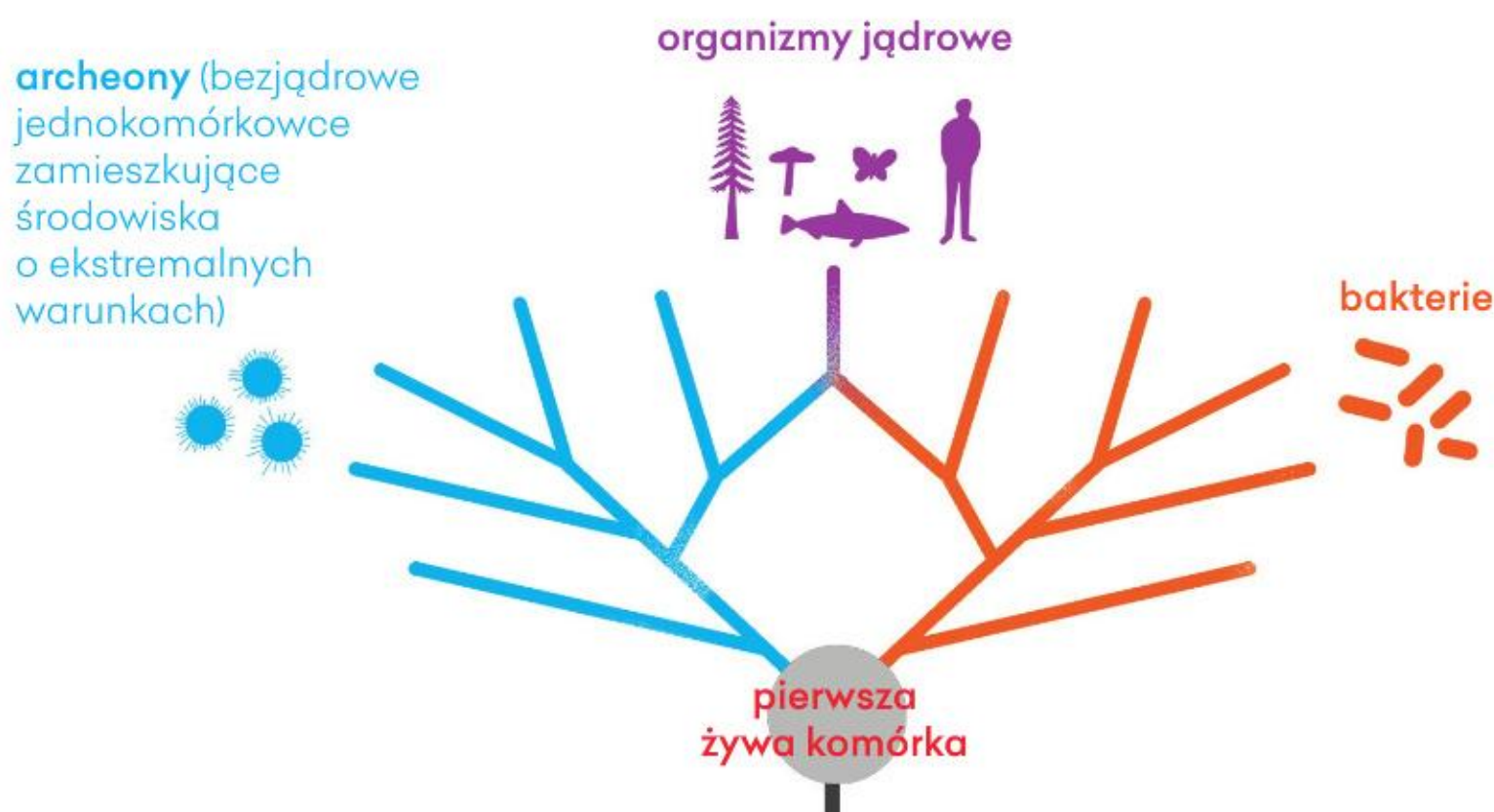


2.1 Pojawienie się przeszkody, która trwale rozdziela grupę osobników na 2, może spowodować takie zmiany genetyczne w grupach żyjących oddzielnie, że przestają stanowić 1 gatunek

Wszystkie organizmy mają wspólnego przodka

Nie wiadomo, jak doszło do powstania życia na naszej planecie. Naukowcy wysuwają liczne hipotezy na ten temat, jednak niełatwo jest sprawdzić je doświadczalnie. Do tej pory nie potrafimy za pomocą znanych metod stworzyć organizmu z nieożywionych elementów. Natomiast naukowcom udało się wytworzyć w laboratorium – dzięki zastosowaniu odpowiedniej mieszaniny gazów i wody oraz wyładowań elektrycznych – takie związki organiczne, które stanowią podstawowe składniki chemiczne komórek, czyli aminokwasy i nukleotydy.

Choć nie wiemy, jak powstała pierwsza żywa komórka, to **porównanie komórek różnych organizmów prowadzi do stwierdzenia, że komórki są do siebie na tyle podobne, że muszą pochodzić od jednej wyjściowej komórki**, która zaczęła się dzielić. Była to komórka o bardzo prostej budowie, przypominająca bakterię, ale bez ściany komórkowej (il. 2.2). Do uformowania **jądra komórkowego** doszło dzięki utworzeniu pęcherzyków z błon komórkowych, które otoczyły cząsteczkę DNA niosącą informacje genetyczne. Kolejnym etapem ewolucji było wchłonięcie przez pierwotną komórkę jądrową bakterii, które wykorzystywały tlen obecny w środowisku i magazynowały energię. Z czasem bakterie te przekształciły się w **mitochondria**. Niektóre komórki z kolei wchłonęły sinice, z których powstały **chloroplasty**. Dały one początek glonom, a nieco później powstały również rośliny. Komórki, które po podziale pozostały ze sobą połączone, utworzyły kolonie, a jeszcze później – zróżnicowane organizmy wielokomórkowe.



2.2 Schemat pokazuje, jak z pierwszej żywej komórki powstały najpierw 2 typy komórek bezjądrowych – bakterie i archeony – które po połączeniu się utworzyły komórki z jądrami komórkowymi, budujące takie organizmy, jak protisty, grzyby, rośliny i zwierzęta

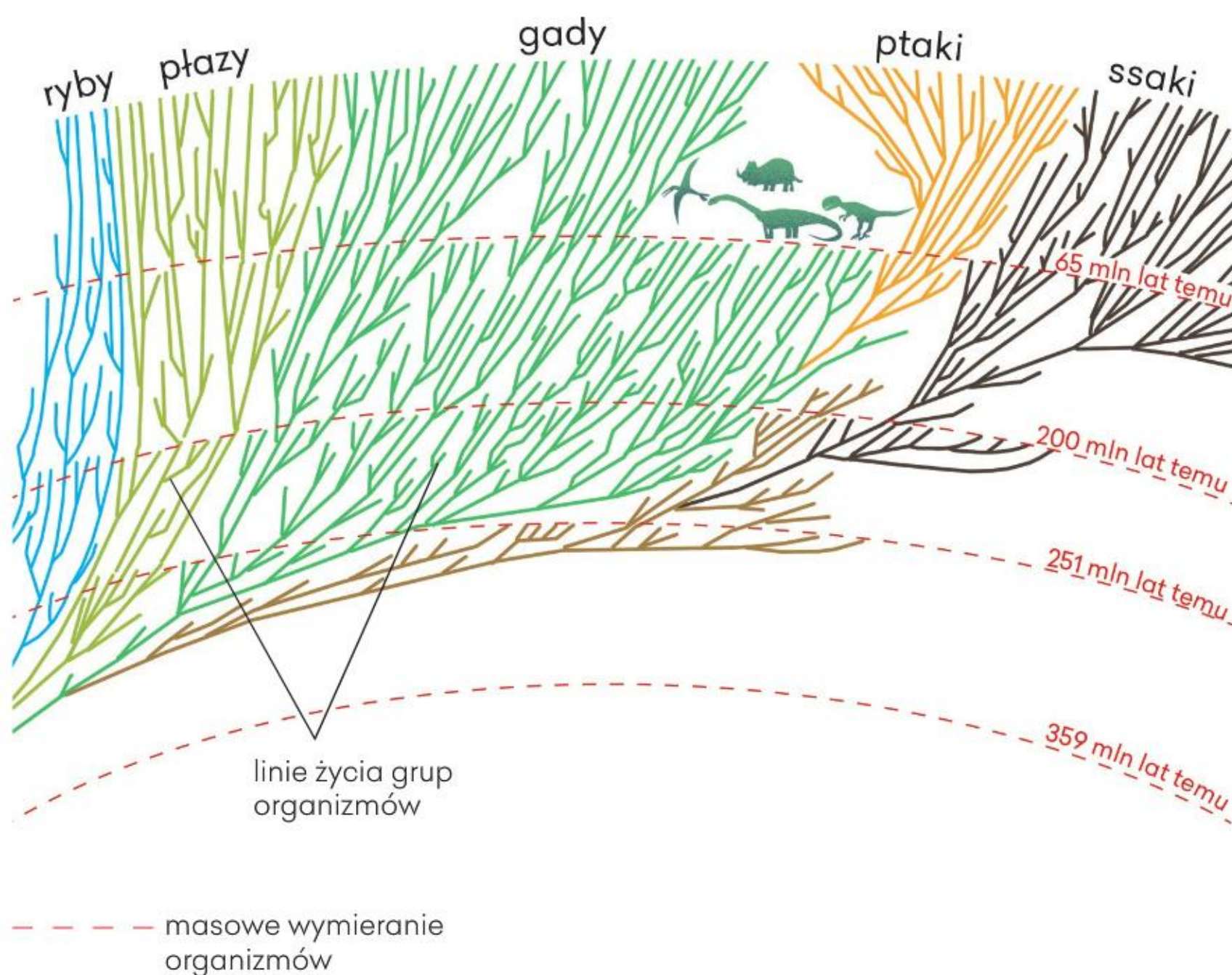


Hatterie to zwierzęta żyjące w Nowej Zelandii. Choć przypominają jaszczurki, nie są nimi. Wywodzą się z grupy lepidozaurów, które występowały na Ziemi wraz z dinozaurami. Od tego czasu ewolucja tej grupy przebiegała równolegle do ewolucji grupy łuskonośnych (do której zalicza się węże i jaszczurki).

Dlaczego na Ziemi nie ma już dinozaurów?

Ewolucja to proces ciągły. Zachodzi nieprzerwanie od **ponad 3 mld lat**, czyli od kiedy **na naszej planecie pojawiło się życie**. Pierwsze jednokomórkowe istoty żywe otaczała **atmosfera beztlenowa**. Około 400 mln lat później sinice – **fotosyntetyzujące bakterie** – **zaczęły wytwarzać tlen**. Przyczyniło się to do **wymierania organizmów**, dla których ten gaz był zabójczy, ale z drugiej strony sprzyjało rozwojowi tych komórek, dla których tlen był korzystny do życia. Takimi komórkami dobrze dostosowanymi do warunków tlenowych okazały się te **mające mitochondria**. Po wykształceniu się istot jednokomórkowych powstały organizmy wielokomórkowe, a życie z czasem zaczęło rozprzestrzeniać się na lądzie.

W dziejach naszej planety wielokrotnie dochodziło do zmian warunków życia spowodowanych zmianami klimatu albo katastrofami. Ich skutkiem było wymieranie organizmów, które nie potrafiły się szybko dostosować. Około **65 mln lat temu** na powierzchnię kuli ziemskiej **spadła planetoida**. Zdarzenie to i jego ekologiczne skutki przyczyniły się do **wymarcia dinozaurów** i większości żyjących wówczas innych dużych zwierząt. Jedynymi gadami blisko spokrewnionymi z dinozaurami, które utrzymały się przy życiu, byli przodkowie wszystkich znanych ptaków. Do nowych warunków zdołali się także dostosować przodkowie żółwi i krokodyli (il. 2.3).

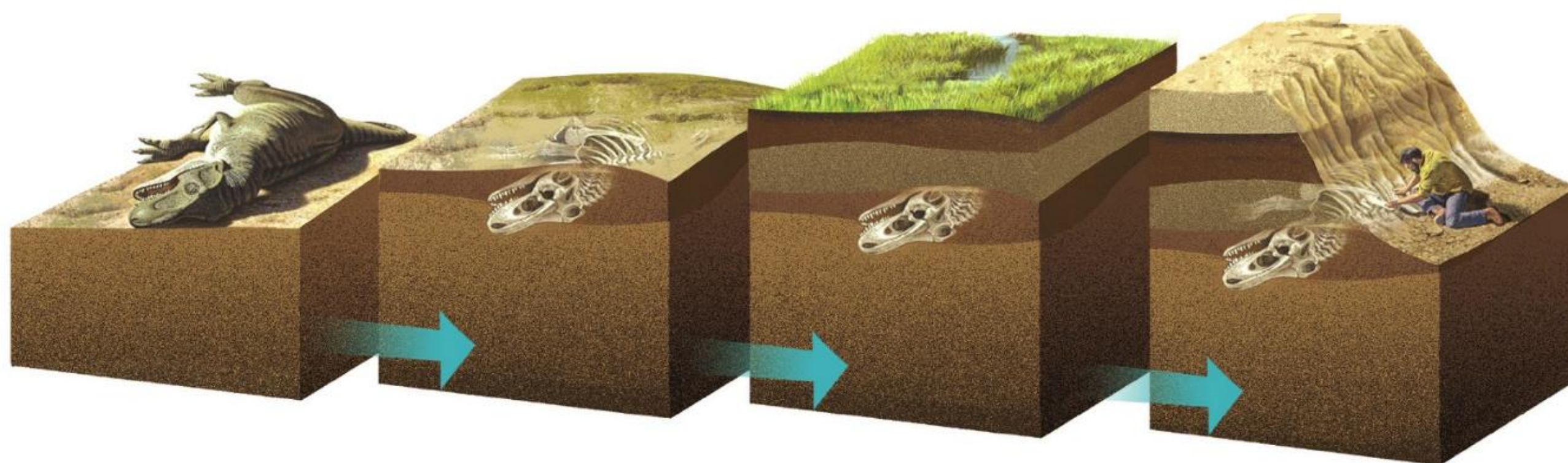


2.3 Masowe wymierania gatunków przedstawiono w formie czerwonych przerywanych linii. Wpisano przy nich daty. W historii życia na Ziemi wyróżnia się 6 wielkich wymierań. W czasie jednego z nich wyginęły dinozaury, ale z ich linii ewolucyjnej wywodzą się dzisiejsze ptaki

Skamieniałości – bezpośrednie dowody ewolucji

Na powierzchnię ziemi stale opadają drobiny kurzu. Pochodzą z kruszących się skał, pyłu wulkanicznego i innych źródeł. Przykrywają one szczątki organizmów – w ten sposób powstają poszczególne warstwy osadów. Zjawisko to trwa już ponad miliard lat. Miękkie części organizmów szybko ulegają rozkładowi. Natomiast te najtwardsze, takie jak skorupy, szkielety lub łuski, w specyficznych warunkach mogą przechować się bardzo dobrze. Jeśli były zagrzebane w mule lub piasku i wysycały się krzemionką lub węglanem wapnia, kamieniały pod wpływem nacisku gromadzących się nad nimi osadów lub wody. Takie **zmineralizowane szczątki dawno żyjących organizmów**, a także ich **odciski i ślady bytowania** (np. tropy) to **skamieniałości** (il. 2.4). Skamieniałości części miękkich jest bardzo mało, bo ulegały one rozkładowi, zanim mogło dojść do ich mineralizacji.

Skamieniałość – zmineralizowane szczątki dawno żyjących organizmów oraz ich odciski i ślady bytowania zachowane w skałach osadowych.



Organizm umiera, miękkie części ciała zostają zjedzone lub rozkładają się

Pozostały szkielet zostaje przykryty przez osady

Kości podlegają procesom fizycznym i chemicznym, które powodują ich stopniowe kamienienie

W wyniku erozji spod pokrywy skalnej może się wyłonić skamieniały szkielet

2.4 Etapy powstawania skamieniałości

Skamieniałości są zaliczane do **bezpośrednich dowodów ewolucji**. Ich obecność w skałach osadowych pochodzących z różnych epok wskazuje, że **organizmy pojawiały się na Ziemi stopniowo**. W warstwach skalnych znajdujemy skamieniałości organizmów, których nie znamy współcześnie, bo wymarły dawno temu. Dobrymi przykładami są wspomniane wcześniej dinozaury lub trylobity (il. 2.5).

Trylobity to prymitywne morskie stawonogi. Pojawiły się na Ziemi przed ok. 540 mln lat, a wymarły 250 mln lat temu. Miejsca ich występowania zajęły inne bezkręgowce i ryby. Przejęły także ich rolę w środowisku. Podobny los spotkał dinozaury, **mamuty** (il. 2.6) i **nosorożce włochate** (il. 2.7). Do ich wyginięcia przyczyniły się zmiany zachodzące w środowisku, do których te zwierzęta nie potrafiły się przystosować. Można do nich zaliczyć obniżenie lub wzrost temperatury, utrudniony dostęp do wody i pokarmu albo pojawienie się pasożytów lub konsumentów (drapieżników czy roślinożerców).

Ciekawe!



W Krasiejowie na Śląsku odkryto skały osadowe, w których jest wiele śladów wielkich zwierząt. Znalaziono tam skamieniałości metopozaurów – płazów, które miały nawet 3 m długości.



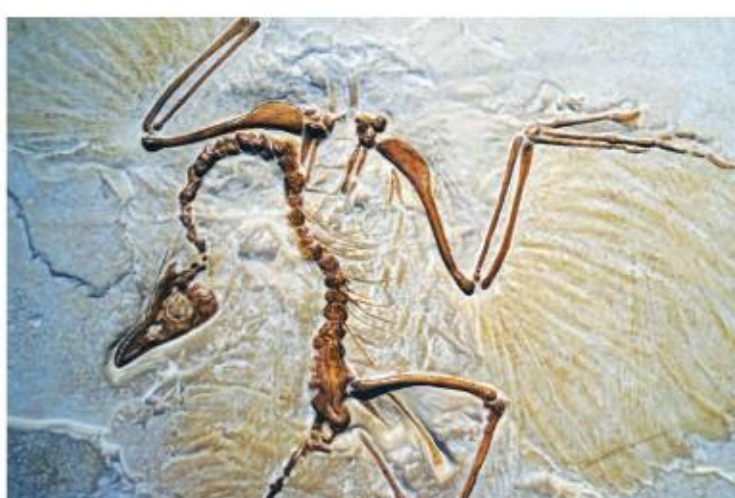
2.5 Trylobit to morski stawonóg o podzielonym na 3 części ciele i licznych odnóżach. Takie skamieniałości są odkrywane w skałach paleozoicznych (patrz tabela, s. 51)



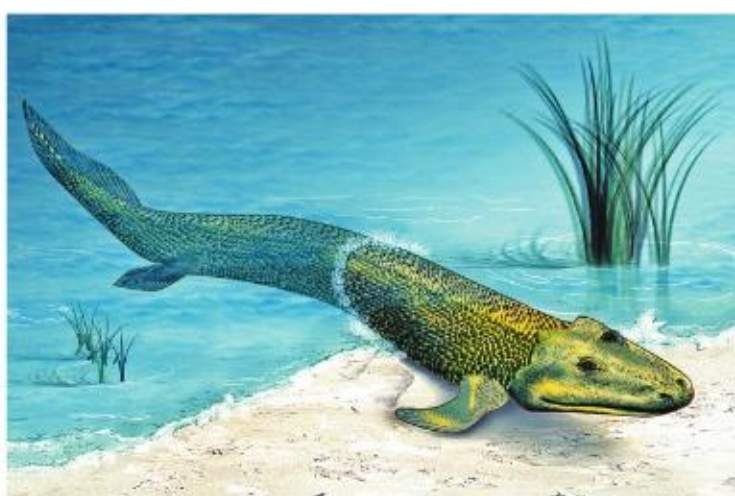
2.6 Mamut miał grube futro, dzięki któremu dobrze znosił mrozy. Gdy temperatura na Ziemi się podniosła, jego dawne przystosowanie sprawiało, że zmniejszyła się jego odporność. Stał się łatwym łupem dla myśliwych



2.7 Unikatowy egzemplarz nosorożca włochatego z zachowaną skórą oraz niektórymi tkankami miękkimi znajduje się w Muzeum Przyrodniczym PAN w Krakowie



2.8 Archeopteryks



2.9 Tiktaalik żył w rzekach w dewonie



2.10 Mszyca sprzed milionów lat zakonserwowana w bursztynie

Paleontologia – dziedzina nauki, która zajmuje się badaniem szczątków dawno wymarłych organizmów.

Niektóre skamieniałości mają szczególne znaczenie. Do takich należy skamieniałość **archeopteryksa** – praptaka, który wykazuje wiele podobieństw do gadów, a zwłaszcza do dinozaurów (il. 2.8). Jego cechy ptasie – pióra, skrzydła, a także gadzie – szczęki z zębami, długi ogon, pazury na przednich kończynach, dowodzą, że ptaki wyewoluowały właśnie z tej grupy organizmów (patrz il. 2.3). Skamieniałości organizmów, które łączą cechy 2 współczesnych grup systematycznych, są nazywane **ogniwami pośrednimi**. Ich przykładem jest również **tiktaalik** (il. 2.9). Miał cechy zarówno ryb, jak i płazów.

Skąd wiemy, które skamieniałości są starsze, a które młodsze?

Zwykle starsze skały znajdują się głębiej pod powierzchnią ziemi. Są jednak miejsca, gdzie te pochodzące z dawnych epok – na skutek fałdowania i różnych zmian geologicznych – są dostępne dla badaczy. Odkrycia skamieniałości sprzed miliarda lat są zawsze wielkim wydarzeniem.

W kopalniach, na odsłoniętych skałach nadmorskich lub w przełomach rzek możemy dostrzec szczątki organizmów tkwiące w warstwach skalnych, przypominających warstwy tortu. Półmetrowa warstwa skalna może kryć w sobie pozostałości organizmów żyjących na przestrzeni milionów lat.

Do pospolitych skamieniałości z czasów dinozaurów możemy zaliczyć amonity i belemnity. Były one powszechne w wodach w czasach, kiedy na lądach królowały dinozaury. Z kolei odciski i szczątki organizmów podobnych do mszyc są z reguły znacznie młodsze. Ich liczne gatunki zaczęły powstawać, kiedy pojawiły się rośliny o miękkich pędach i dużych liściach. Są one owdami przystosowanymi do korzystania z soku roślinnego. Dopiero kiedy takie rośliny stały się pospolite, mszyce mogły ewoluować i tworzyć liczne gatunki. Ich skamieniałości znajdujemy czasem w bursztynie bałtyckim (il. 2.10).

Na podstawie zachowanych śladów życia w dziejach Ziemi wydzielono ery i epoki. Nauka, która zajmuje się badaniem wymarłych organizmów poprzez szukanie i analizę ich szczątków, to **paleontologia**. Czerpie ona z nauk biologicznych i geologicznych.

ORGANIZMY

mamut

smilodon

neandertalczyk

ekspansja ssaków

pojawiają się żaby

ekspansja ptaków

rozwój ptaków

rozwój ssaków

(triceratops)

(tyranozaur)

dominacja dinozaurów, gadów morskich i gadów latających

(mozozaur)

pierwsze
rośliny
okrytonasienne

(allozaur)

(apatozaur)

(ichtiozaur)

(pterodaktyl)

rozwój dinozaurów, gadów morskich i gadów latających

pojawia się archeopteryks

notozauy (gady morskie)

pierwsze żółwie i krokodyle

belemnity

rozwój skrzypów
i widłaków

gady ssakokształtne

ryby kostnoszkieletowe

bogactwo
roślin
nagonasiennych

płazy tarczogłowe

owady, pajęczaki i wije
– wiele gatunków, duże rozmiary

paprocie drzewiaste

ryby pancerne

psylofity

łodziki

korallowce

wieloraki

gąbki

kuksonia – pierwsza roślina lądowa

trylobity

Niektóre organizmy nie zmieniły się od milionów lat

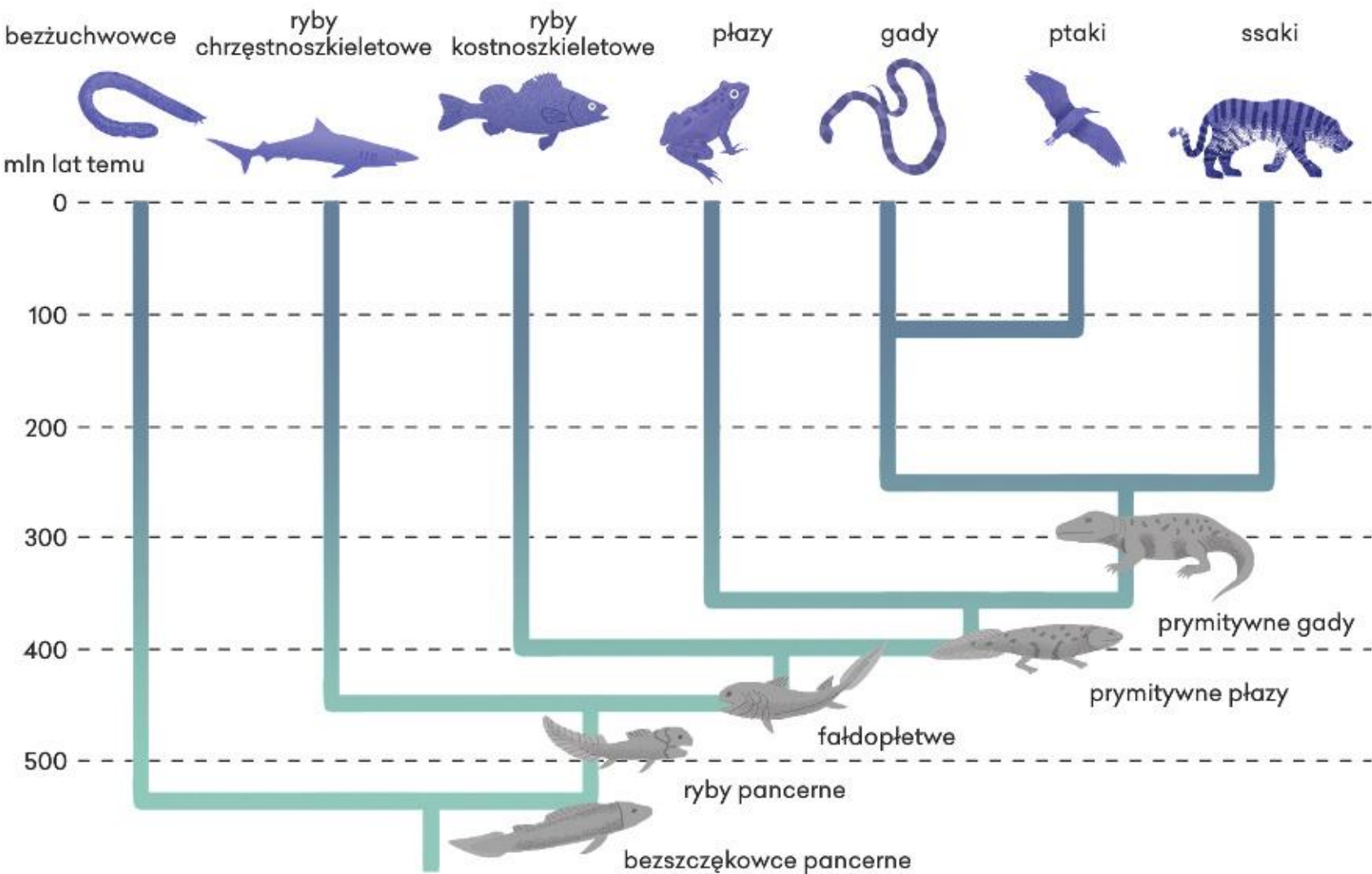
Przykładem organizmu, który niewiele się zmienił mimo upływu milionów lat, jest **skrzypłocz**. Żyje on w stabilnym środowisku wodnym. Odciski i szczątki organizmów bardzo podobnych do niego są znajdowane już w skałach sprzed 400 mln lat. W 1938 r. po raz pierwszy złowiono **latimerię** – rybę, którą uważano za wymarłą kilkadziesiąt milionów lat temu (il. 2.11). Zalicza się ją do ryb mięśniopłetwych, pospolitych w dewonie. Gatunek ten żyje w głębinach mórz i jest rzadko spotykany. Z ryb podobnych do latimerii wyewoluowały wszystkie kręgowce lądowe. Takie wyjątkowe gatunki, które przetrwały miliony lat do naszych czasów, nazywa się **żywymi skamieniałościami** lub **reliktami przeszłości**.



2.11 Skrzypłocz i latimeria to gatunki istniejące od milionów lat

Podobieństwa budowy i funkcji – pośrednie dowody ewolucji

Wszystkie organizmy są **zbudowane z komórek**. Mają też **ten sam kod genetyczny**. Także ich **czynności życiowe są takie same**: odżywiają się, oddychają, rozmnażają. Wiele roślin i zwierząt składa się z tkanek. Kręgowce wykazują znaczne podobieństwa narządów i układów (il. 2.12).



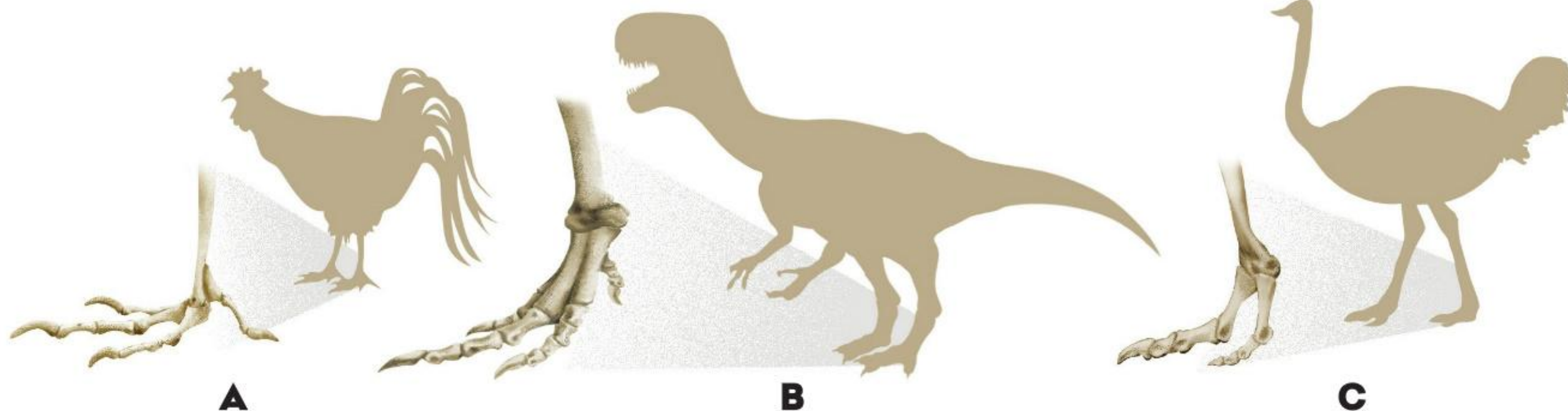
2.12 Wszystkie kręgowce mają wewnętrzny szkielet i podobny plan ciała. Porównanie budowy organizmów dostarcza pośrednich dowodów ewolucji

Zbieżności w budowie i funkcji organizmów, narządów i tkanek uznaje się za **pośredni dowód ewolucji**. Są świadectwem tego, że wszystkie organizmy pochodzą od jednego wspólnego przodka. Jego potomkowie i kolejne pokolenia zaczęły się coraz bardziej różnić. W końcu doszło do wyodrębnienia się 3 wielkich królestw: roślin, grzybów i zwierząt.

Do pośrednich dowodów ewolucji należą **narządy homologiczne**, czyli takie, które mają wspólne pochodzenie i wspólną budowę wewnętrzną, a ich budowa zewnętrzna może się różnić w zależności od pełnionej funkcji. Ich dobrymi przykładami są kości kończyny dolnej kury, dinozaura i strusia (il. 2.13). Zauważ, jak bardzo podobne są ich szkielety.



Jaką nietypową cechę zauważasz, kiedy patrzysz na kości stopy strusia? Jak myślisz, dlaczego jego stopa jest odmienna od 2 pozostałych?



2.13 Narządy homologiczne kury (A), dinozaura (B) i strusia (C)

Jakie organizmy odnoszą sukces ewolucyjny?

Wydawać by się mogło, że skamieniałości starsze powinny być mniejsze i prostsze niż skamieniałości organizmów młodszych czy tych zwierząt, roślin i grzybów, które żyją obecnie. Jednak ewolucja nie zawsze prowadzi od organizmów prostych i małych do dużych i złożonych.

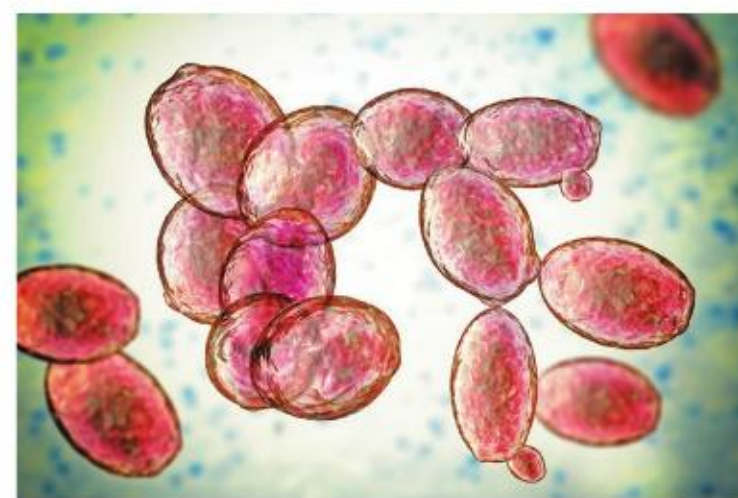
W dewonie, czyli ok. 400 mln lat temu, występował porost, który przypominał kolumnę. Mierzył nawet 8 m wysokości. Współcześnie spotykamy tylko drobne formy – o długości do kilkudziesięciu centymetrów. Występują one jednak na całym świecie i zajmują wiele różnych siedlisk. Małe formy porostów przetrwały, ponieważ potrafiły dostosować się do zmieniających się warunków środowiska i wykorzystać różne podpory, na których się osadzają.

Duże rozmiary ciała nie zawsze są korzystną adaptacją. Potwierdza to historia gigantopiteka (il. 2.14) – małpy człekokształtnej, która żyła milion lat temu. Miał on 3 m wysokości i ważył ponad pół tony. Ze względu na swoje rozmiary nie miał dużych wrogów. Jednak okazał się niewystarczająco przystosowany. Wymarł z powodu zmian klimatu i ograniczonego dostępu do pokarmu w przeciwieństwie do człowieka *Homo sapiens* – niemal o połowę niższego i znacznie lżejszego, a więc mającego mniejsze potrzeby energetyczne.

Jak widać, uproszczenie i zmniejszenie ciała również może być wynikiem ewolucji. Takiej ewolucji podlegają często pasożyty lub drożdże (il. 2.15).



2.14 Żyjący niegdyś w Azji gigantopitek wymarł prawdopodobnie kilkaset tysięcy lat temu



2.15 Drożdże to proste grzyby, które są powszechne. Odniosły więc wielki sukces ewolucyjny

Więcej na temat

Ewolucjonizm a kreacjonizm

Liczne dowody naukowe wskazują, że ewolucja jest faktem. Świadczą o tym skamieliny, badania porównawcze oraz podobieństwa sekwencji DNA organizmów. Tej koncepcji sprzeciwia się kreacjonizm, czyli pogląd, według którego wszystkie organizmy powstały niezależnie i w jednym momencie. Przyjmuje on, że badania paleontologiczne i porównawcze są błędne. Ewolucjonizm opiera się na metodzie naukowej, która zakłada, że nasza wiedza też ewoluuje. Badania prowadzone zgodnie z tą metodą poszerzają zakres naszych wiadomości i umożliwiają coraz lepsze rozumienie historii świata żywego.

Przekonaj się

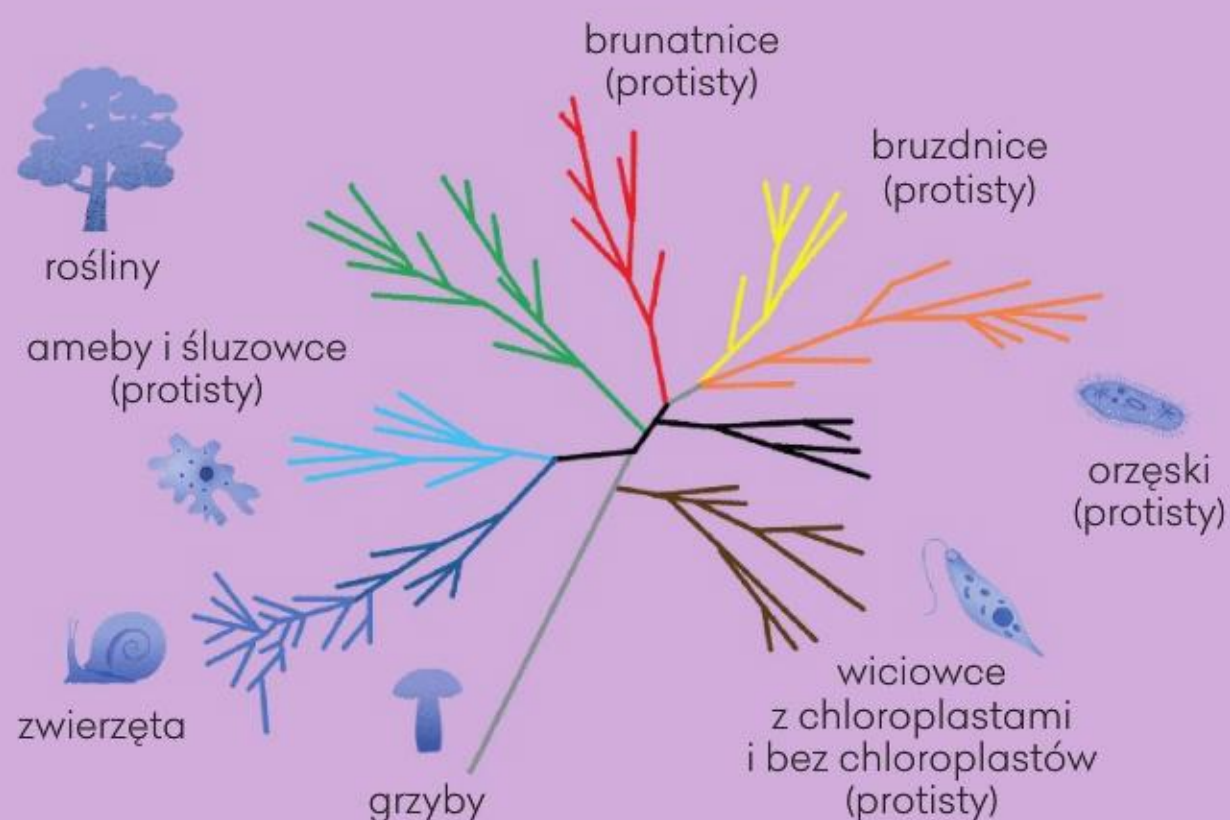
Czy podział organizmów na 5 królestw jest słuszny?

Opis czynności:

- 1 Na ilustracji przedstawiono pochodzenie organizmów jądrowych. To ich drzewo rodowe. Jest ono rozszerzeniem drzewa rodowego organizmów, które przedstawiono na il. 2.2 na s. 47. Przyjrzyj się tym ilustracjom i oceń, czy organizmy zaliczane do królestwa protistów mają wspólne pochodzenie.

Wynik badania: Wypisz w zeszycie królestwa organizmów, które należałoby wyróżnić, biorąc pod uwagę pochodzenie poszczególnych grup organizmów.

Wnioski: Sformułuj je i zapisz w zeszycie.



W skrócie

- Ewolucja to proces zachodzenia stopniowych zmian organizmów. Prowadzi do powstawania nowych cech i gatunków.
- Organizmy powstały w wyniku ewolucji i miały wspólnego przodka.
- Bezpośrednimi dowodami na przebieg ewolucji są skamieliności, ogniwa pośrednie i żywe skamieliności.
- Do pośrednich dowodów ewolucji należą: wspólny kod genetyczny i podobieństwa budowy i funkcjonowania organizmów na poziomie komórek, tkanek i narządów, które nazywamy homologicznymi, gdyż są dziedziczone po wspólnych przodkach.

Czy już umiesz? Sprawdź się!

- 1 Podaj 3 dowody bezpośrednie i 3 dowody pośrednie na to, że w świecie organizmów zachodzi ewolucja.
- 2 Wymień 3 przykłady organizmów, które już wymarły, ale mamy ich ślady w postaci skamieliności.
- 3 Wyjaśnij, co to znaczy, że wszystkie organizmy mają ten sam kod genetyczny, który jest dowodem na wspólne pochodzenie organizmów. Czym się różni kod genetyczny od genomu? Który z nich jest niezmienny?

2.2 Dobór naturalny i dobór sztuczny

Podejmij temat



Jakie cechy umożliwiają ptakom wykonywanie dziupli w twardym drewnie?
Dlaczego dzięcioły opanowały tę umiejętność lepiej niż inne leśne ptaki?



Ewolucja działa na organizmy różniące się genetycznie

Osobniki, które tworzą dany gatunek, zawsze różnią się między sobą w pewnym zakresie. Wynika to z tego, że mają różne genotypy i różnie wpływają na nie warunki środowiska. **Zmienność genetyczna** ma wielkie znaczenie. Różne allele odpowiadają za różną barwę skóry, piór czy futra, co może decydować o możliwości dostosowania się poszczególnych osobników do warunków środowiska. Mogą one mieć także inną wielkość albo odporność na choroby. Ludzie różnią się np. wzrostem, masą ciała, typem sylwetki, grupą krwi, kolorem oczu, odcieniem i skrętem włosów, kształtem nosa, uszu, ust (il. 2.16) lub tolerancją na pokarmy, które zawierają laktozę czy gluten.

Do różnic w fenotypie przyczyniają się **mutacje genetyczne i zmienność genetyczna gamet biorących udział w rozmnażaniu płciowym**. Mutacje i wymiana informacji genetycznej między chromosomami homologicznymi w trakcie mejozy, gdy powstają gamety, które wezmą udział w zapłodnieniu (patrz s. 20), to zmiany losowe, dziedziczne i bezkierunkowe. Oznacza to, że cecha nie zmienia się w jakimś celu, ale zmiana następuje przypadkowo. Czy przyniesie ona pożytek czy nie, okaże się w trakcie życia organizmu.



Czy przebywanie przez 10 lat wśród Somalijszczyków lub Inuitów mogłoby wpłynąć na twój wygląd i twoje upodobanie się do nich pod względem takich cech, jak kolor skóry czy kształt oczu? Odpowiedź uzasadnij.



2.16 Somalijszczyki i Inuici (wcześniej zwani Eskimosami) wyraźnie różnią się wyglądem. Jakie mogą być tego przyczyny?



2.17 Królowa pszczół i robotnice mogą być identyczne pod względem genetycznym, ale mają inny wygląd i pełnią odmienne funkcje. Wyzwalaczem różnego działania genów i przyjmowanej funkcji jest dawka pokarmu. Królowa jest stale karmiona mleczkiem pszczelim, a larwy robotnic – tylko przez bardzo krótki czas

Dobór naturalny – zmiany cech organizmów zwiększające ich dostosowanie do lokalnych warunków środowiska. Miarą tego dostosowania jest liczba zdrowych potomków.

Wszystkie cechy kształtowane ewolucyjnie są zapisane w genach i przekazywane potomstwu. Cechy nabywane w czasie życia nie podlegają ewolucji biologicznej. Jednak dziedziczony może być sposób i czas włączania się genów do działania. Czasem bardzo ważne jest środowisko życia, którego parametry mogą spowodować działanie pewnych genów lub ich zablokowanie. Co ciekawe, taki wzór aktywności genów może zostać utrwalony i przekazany potomstwu. Cechy środowiska mogące mieć duże znaczenie to temperatura, ilość i jakość pożywienia (il. 2.16), warunki życia i stres.

Dobór naturalny jest mechanizmem ewolucji

Środowisko stawia przed organizmami określone wymagania. Niektóre cechy są bardziej przydatne w danych warunkach niż inne. Przykładowo tolerancja pewnych pokarmów albo dłuższy język mogą zapewnić przewagę grupie jednych osobników nad tymi, które nie mają tych cech. Oznacza to, że grupa ta ma większe szanse na przeżycie, osiągnięcie wieku rozrodczego i wydanie bardziej liczego potomstwa.

W ten sposób cechy mniej korzystne są eliminowane. Z czasem cechy przydatne w danym czasie i miejscu dzięki dziedziczeniu upowszechniają się. Mówimy, że te organizmy są lepiej dostosowane do środowiska.

Dzięcioły to ptaki znane z tego, że potrafią kuć w drewnie. W ten sposób zdobywają pożywienie i tworzą dziuple służące im do rozrodu. Mają stopy z pazurami umożliwiającymi im wczepienie się w korę, a także ogon podpierający ciało – dzięki czemu ich pozycja na drzewie jest stabilna (il. 2.18). Mocny dziób i długi język służy im do wyciągania larw owadów spod kory. Czaszka jest połączona z dziobem w nietypowy sposób. Tuż za dziobem ptaki te mają gąbczasty obszar amortyzujący uderzenia.

Jak to się stało, że wymienione cechy pojawiły się u dzięciołów? Zapewne w ich genomie nastąpiły zmiany warunkujące budowę kończyn, zakrzywienie pazurów czy sztywność piór. Osobniki dziedziczące te cechy potrafiły szybko wykuć w drzewie dziuplę i stawały się sprawniejsze w zdobywaniu pokarmu. Dzięki temu były lepiej odżywione i miały więcej potomstwa niż ptaki mniej sprawne w tej czynności.

Opisany mechanizm działania ewolucji to jeden z przejawów **doboru naturalnego**. Można go rozumieć jako „wybór” tych organizmów, które sobie lepiej radzą z wyzwaniami życia. Przeżywają one, a ich linie rodowe się rozrastają. W efekcie w środowisku przybywa osobników mających zestaw cech ułatwiających życie w danych warunkach. Dobór działa najsilniej w miejscu ubogim w pokarm i niestabilnym. Przykładowo niektóre owady giną bezpotomnie, bo z powodu wiosennych wahań temperatury nie wykiełkowały rośliny, których nektarem się żywią. Mówimy, że presja selekcyjna jest wtedy większa. W takich warunkach mogą przetrwać jedynie gatunki o dużej tolerancji na zmiany i pozbawione dużych wymagań co do zasobów, takich jak pokarm czy schronienie.



2.18 Jedną z cech dzięciołów jest ogon, który pełni funkcję podpory



2.19 Żółwie słoniowe mało zmieniały się ewolucyjnie

Wykuwanie dziupli jest zadaniem ptasiej pary. **Określone zachowania zwierząt mogą być cechą dziedziczną i także mogą być utrwalone przez dobór naturalny.** W przypadku dzięciołów takie zachowanie to wspólna praca nad dziuplą. Dzięki temu osobniki mają więcej potomstwa niż te, których dziupla jest płytsza.

Innym przykładem działania doboru naturalnego jest powstawanie dwóch gatunków w miejsce jednego. Na przykład, jeśli ptakom żywiącym się ziarnami brakuje w środowisku nasion średniej wielkości, a są nadal dostępne małe i duże nasiona, dobór będzie prowadził do **wytworzenia dwóch różniących się grup ptaków**. Jedna z nich będzie miała mniejsze dzioby, a druga – większe i grubsze. Różnice powstałe między ptakami doprowadzają do wyodrębnienia się 2 niezależnych gatunków.

Z kolei w **bardzo stabilnych warunkach życia** – np. na izolowanych wyspach, gdzie środowisko nie ulega gwałtownym przekształceniom, gdyż nie pojawiają się tam obce gatunki i nie ma zagrożenia od strony drapieżników – **cechy będą ulegać niewielkim zmianom**, o ile warunki sprzyjają wydaniu potomstwa. Taki stabilizujący dobór charakteryzuje żółwie słoniowe z Galapagos (il. 2.19). Innym przykładem jest skrzypłocz (patrz il. 2.11) – żyje w głębinach morskich, w których warunki życia także są stabilne.

Jakie cechy organizmów są przydatne w różnych środowiskach?

W środowisku, w którym jest zimno, np. na obszarach okołobiegunowych, gdzie temperatura najczęściej wynosi poniżej zera, preferowaną cechą zwierząt jest ochrona przed wychłodzeniem i stratami ciepła. W przypadku roślin jest to ochrona komórek przed zamarzaniem i wysuszeniem w sytuacji, gdy roślina nie może z zamrożonej gleby pobierać wody, a parowanie z liści powoduje stałą jej utratę, co ostatecznie prowadzi do śmierci. Na obszarach takich niespokrewnione ze sobą organizmy będą miały podobne cechy – stanowiące odpowiedź na chłód i suszę (il. 2.20). Wśród żyjących tam organizmów wskutek działania doboru naturalnego przeżywały osobniki z genami decydującymi o występowaniu tych cech. Mogły one przekazać je potomstwu i dzięki temu przystosowania te stawały się powszechne. Całkowicie odmienne cechy mają organizmy z obszarów suchych i gorących (il. 2.21).



W tekście i na ilustracjach przedstawiono różne przykłady działania doboru naturalnego. Podaj warunki środowiska, które przyczyniły się do powstawania opisywanych cech u wymienionych organizmów.

Ciekawe!



Niekiedy w danych warunkach środowiska dochodzi do wykształcenia pewnych podobnych cech i zachowań u organizmów niespokrewnionych ze sobą. Przykładem jest kucie dziupli w drewnie. Niezależnie pojawiło się u tak różnych ptaków, jak dzięcioły i sikory czarnogłówki. Wyodrębnienie podobnych cech lub zachowań u grup osobników niespokrewnionych zazwyczaj jest obserwowane, gdy organizmy przystosowują się do tych samych cech środowiska.

warunki środowiska: zimno i sucho

zwierząt –
ssaków



małe
uszy
masywne
ciało

małe
oczy
grube
futro



cechy organizmów

roślin



liście
w postaci
igieł, pokryte
woskami



okresowe
zrzucanie
liści

grzybów



symbioza
z glonami –
jako porosty
wytwarzają
substancje
chroniące je
przed mrozem

2.20 Niezależnie od tego, czy patrzymy na drapieżnika czy na roślinożercę obszaru okołobiegunowego, widzimy podobne cechy. Białe futro, masywne ciało, krótkie uszy nie są wyrazem pokrewieństwa, ale dostosowania do warunków środowiska. Rośliny też znajdują sposoby, by się chronić przed nadmiernym parowaniem. Świerk robi to jednak inaczej niż brzoza



2.21 Fenek jest dość blisko spokrewniony z lisem polarnym



Porównaj 2 gatunki: fenka i lisa polarnego. Wskaż, jakie cechy je różnią. W jaki sposób cechy fenka sprawiają, że jest on przystosowany do środowiska, w którym występuje?

Konie są zwierzętami stepowymi

Środowisko wymusza zmiany w organizmach. Dobrym przykładem kierunkowych zmian wynikających ze **stepowienia terenu**, czyli rozwoju zbiorowisk trawiastych, jest **ewolucja koniowatych**. Koń jest zwierzęciem trawożernym, które ma kończyny tylko z jednym palcem osłoniętym kopytem. Jednak w skałach osadowych sprzed 50 mln lat i wcześniejszych naukowcy znaleźli skamieniałości przodków konia z kończynami cztero- i trzypalczastymi. Z badań wynika, że były to gatunki występujące w lasach i odżywiające się inaczej niż współczesne konie. Zjadały one liście leśnych roślin.

Zmiana środowiska życia na otwarte obszary trawiaste przyczyniła się do **faworyzowania przez dobór naturalny cechy jednopalczastości** (il. 2.22). Zmniejszenie liczby palców okazało się cechą sprzyjającą szybkiemu przemieszczaniu się. Dawało możliwość ucieczki przed drapieżnikami. Redukcję palców do 2 obserwuje się też u strusi (patrz il. 2.13). Pojawienie się na Ziemi obszarów trawiastych sprzyjało również wielu innym zjawiskom – np. wykształceniu dwunożności u człowieka oraz ewolucji wiatropylności traw.

Equus

pojawił się ok.
4 mln lat temu

należy do niego
również koń domowy
(*Equus caballus*)



wysokość w kłębie
140–180 cm

zęby doskonale
przystosowane
do zgryzania trawy
i roślin zielnych
na stepie i sawannie

Pliohippus

żył **15 mln lat temu**

pierwsza forma
jednopalczasta, palec
zakończony kopytem



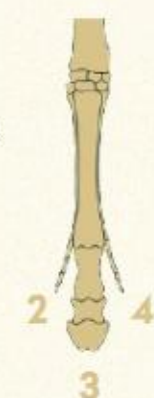
wysokość w kłębie
120 cm

zęby przystosowane
do zgryzania trawy
i roślin zielnych
na stepie i sawannie

Merychippus

żył **20 mln lat temu**

kończyny o 3 palcach,
ale tylko środkowym,
zakończonym
kopytem, opierał się
o ziemię



wysokość w kłębie
90 cm

zęby przystosowane
do zgryzania twardej
trawy na stepie

Mesohippus

żył **34 mln lat temu**

pierwsza forma
o 3 palcach
w kończynie, nie miał
jeszcze kopyta – palce
były zakończone
opuszkami, podobnie
jak u psów



wysokość w kłębie
60 cm

zęby przystosowane
do zgryzania liści,
delikatnych gałązek
i korzonków w lesie

Eohippus

żył **56 mln lat temu**

przednie kończyny
zakończone 4 palcami
(ale o ziemię opierał
się 3), tylne z 3 palcami;
palce zakończone
opuszkami, podobnie
jak u psów



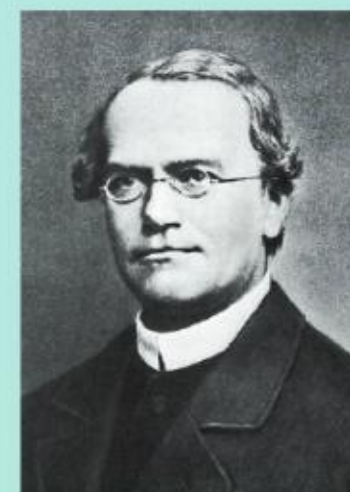
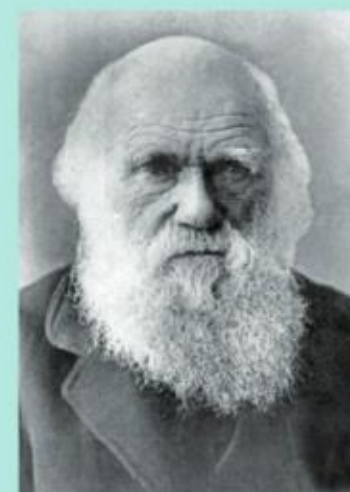
wysokość w kłębie
30 cm

zęby przystosowane
do zgryzania liści
roślin zielnych w lasach

Więcej na temat

Jak powstawała teoria doboru naturalnego?

W 1831 r. młody Darwin został przyjęty jako przyrodnik na wyprawę badawczą na okręcie Beagle [czyt. bigel]. W ciągu 5 lat podróży badacz opłynął kulę ziemską. Odwiedził m.in. Amerykę Południową, wyspy Galapagos, Nową Zelandię i Australię. W czasie podróży prowadził obserwacje geologiczne, dokonywał odkryć skamieniałości, porównywał budowę zwierząt żyjących na odwiedzanych lądach i sporządzał bardzo staranne notatki. Szczególnie zaintrygowały go wyspy Galapagos, które leżą na Oceanie Spokojnym, w odległości ok. 900 km od Ameryki Południowej. Przyrodnik zadawał sobie pytanie, jak mogło dojść do zasiedlenia tak odseparowanego lądu. Zwrócił uwagę, że żyją tam gatunki podobne do tych południowoamerykańskich, a jednak o cechach charakterystycznych tylko dla nich. Darwin dużo uwagi poświęcił ptakom. Zaobserwował, że te żyjące na wyspach są podobne do znanych mu z kontynentu, jednak różnią się budową dziobów. Stwierdził, że różnice te wynikają ze spożywania odmiennego pokarmu. Założył, że obserwowane ptaki miały wspólnego przodka przybyłego z kontynentu. Osobniki odizolowane od tych na kontynencie musiały się dostosować do nowych warunków, np. dostępnego pokarmu. Po powrocie z wyprawy i wieloletniej analizie zebranych danych w 1859 r. Darwin opublikował swoje przemyślenia w znanej książce *O pochodzeniu gatunków drogą doboru naturalnego*.



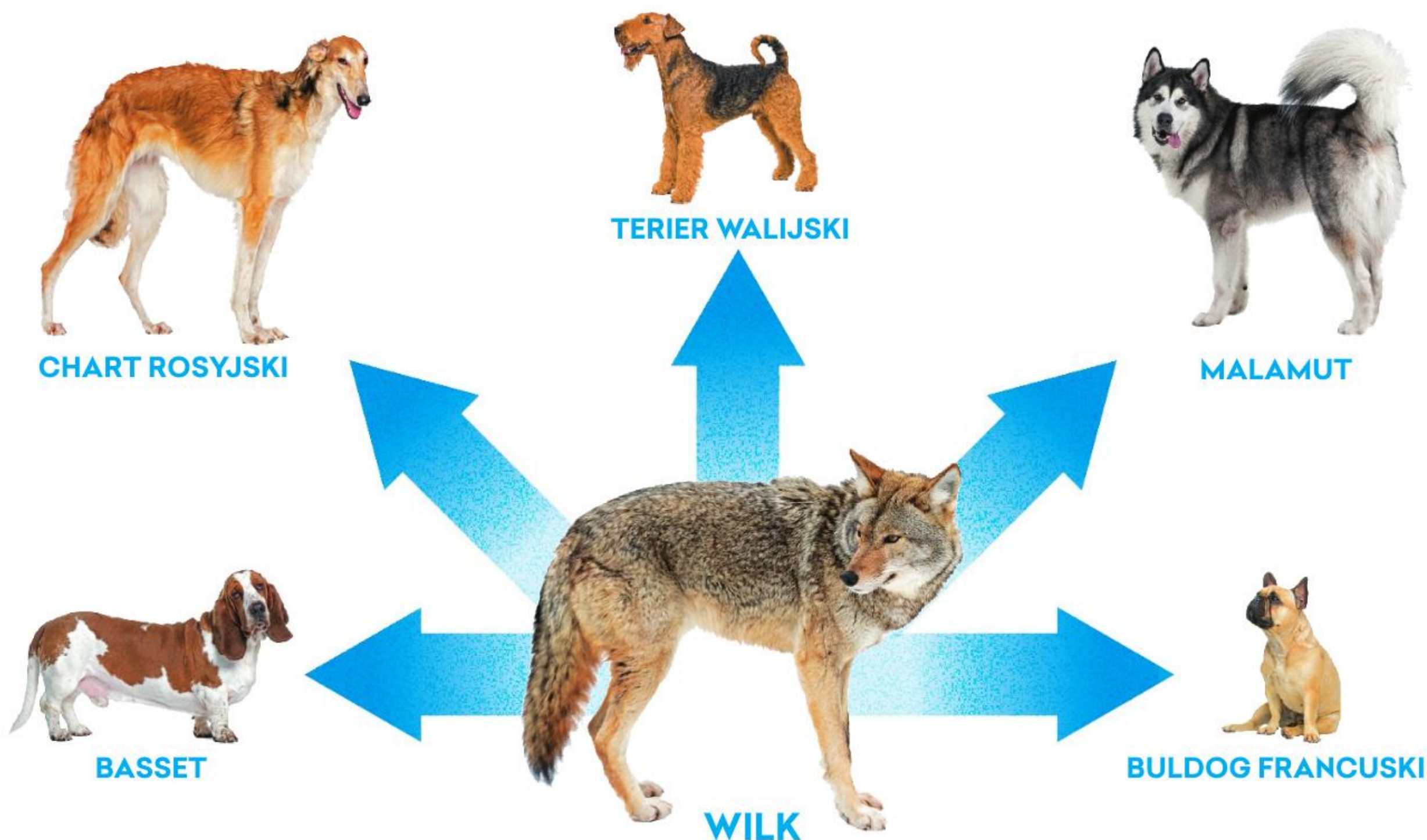
Karol Darwin (po lewej) żył w tych samych czasach co ojciec genetyki – Grzegorz Mendel (po prawej). Obaj prowadzili badania związane z mechanizmami dziedziczenia i ewolucją, a ich wyniki prowadzą do podobnych wniosków



Opisano 14 gatunków zięb Darwina. Różnią się między innymi dziobami, które są przystosowaniem do określonego rodzaju pokarmu

Dobór sztuczny – działanie człowieka

Dobór sztuczny to zabiegi hodowlane, w których wykorzystuje się naturalną zmienność organizmów. Jednak w tym wypadku selekcji przeżywających i rozmnażających się zwierząt dokonuje nie środowisko, ale człowiek (tab. 2.1). Ludzkie potrzeby i upodobania doprowadziły np. do wytworzenia różnych ras psów z udomowionego wilka (il. 2.23). Wiele z nich nie potrafiłoby przeżyć w środowisku przyrodniczym. Ich istnienie i rozmnażanie się jest wspomagane przez człowieka. Niestety krzyżowanie zwierząt nakierowane na cechy zewnętrzne lub związane z zachowaniem często prowadzi do powstawania form podatnych na choroby i żyjących krócej. Na przykład buldogi francuskie mają problemy z oddychaniem, chrapią, cierpią na schorzenia oczu i źle znoszą upały.



2.23 Dzięki odpowiedniemu krzyżowaniu osobników wywodzących się od wilka hodowcy przez stulecia uzyskali różne rasy psów

Człowiek selekcjonuje również rośliny, by uzyskać odmiany, które są najzdrowsze, najsmaczniejsze czy najbardziej soczyste. W ten sposób właśnie otrzymano beznasienne: arbuzy, winogrona i pomarańcze (il. 2.24). Zwróć uwagę, że takie rośliny są całkowicie zależne od hodowcy, bo same nie mają już możliwości rozmnażania i rozprzestrzeniania się. Człowiek hoduje je i rozmnaża przy pomocy różnych metod ogrodniczych.

Tab. 2.1 Porównanie działania doboru naturalnego i doboru sztucznego

Porównywana cecha	Dobór naturalny	Dobór sztuczny
Czy dobór jest celowy i nakierowany na przyszły efekt?	działa on tylko w bieżącej chwili, w odpowiedzi na panujące warunki środowiska	człowiek celowo planuje i dobiera do rozrodu osobniki pod kątem ich szczególnych cech
Kto dokonuje selekcji?	środowisko życia	człowiek
Kto wybiera partnerów do rozrodu?	same organizmy	człowiek
Jakie cechy się upowszechniają?	przystosowawcze do środowiska	pożądane przez człowieka ze względu na ich użyteczność lub wartość handlową



2.24 Brak pestek w mandarynkach jest ceniony przez konsumentów, jednak dla rośliny oznacza brak naturalnego potomstwa

Więcej na temat

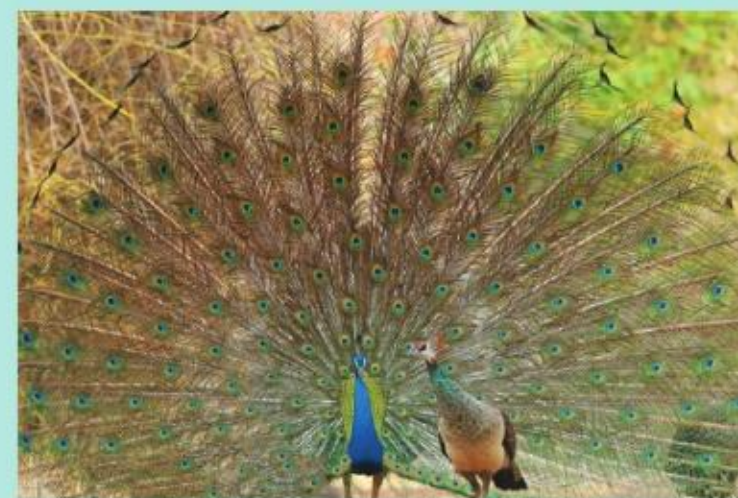
Dobór płciowy

Zastanawiające jest, dlaczego niektóre samce ptaków mają niezwykle barwne upierzenie, podczas gdy pióra samic są w stonowanych barwach – beżowych i brązowych. Różnice te można obserwować choćby na przykładzie kur i kogutów, par bażantów, kaczek lub pawi.

Wyjaśnienie skromnego upierzenia samic wydaje się proste. Barwa zlewająca się z dominującą w środowisku służy przetrwaniu i stanowi ochronę przed drapieżnikami. Została uzyskana wskutek działania doboru naturalnego. Czyżby samce wymienionych tu gatunków nie podlegały doborowi naturalnemu? Podlegają – jednak dotyczy to szczególnej formy doboru naturalnego. Jest ona nazywana **doborem płciowym**. W przypadku opisanych ptaków jaskrawe upierzenie samców i często zachowania godowe, takie jak taniec i śpiew, mają zapewnić zdobycie partnerki do rozrodu. Samica, kierując się oceną cech zewnętrznych, wybiera zestaw dobrych genów. Założenie gniazda z silnym partnerem daje większe szanse na dochowanie się zdrowego potomstwa. Wśród ptaków dobór partnerów do rozrodu jest dokonywany przez płęć bardziej obciążoną wychowaniem potomstwa, zwykle przez samicę.



Samiec kaczki krzyżówki w okresie godowym ma barwne upierzenie



Samice pawia wybierają partnerów na podstawie okazałości ogona

W skrócie

- Dobór naturalny to mechanizm ewolucji, który sprawia, że przeżywają osobniki o cechach korzystnych w danym środowisku, a więc te najlepiej dostosowane.
- Dobór naturalny działa na zróżnicowane genetycznie osobniki. Rolę selekcjonera pełni środowisko życia.
- Dobór naturalny nie działa celowo, tzn. nie po to, aby utworzyć jakąś cechę.
- Dobór sztuczny jest procesem, w którym człowiek pełni rolę selekcjonera – wybiera osobniki do rozrodu, aby uzyskać potomstwo z pożądaną cechą. Dzięki doborowi sztucznemu otrzymano bardziej wydajne rośliny nasienne i różne rasy zwierząt domowych.

Czy już umiesz? Sprawdź się!

- 1 Wyjaśnij, czym się różni dobór naturalny od doboru sztucznego.
- 2 Wymień 2 gatunki zwierząt występujące na obszarach podbiegunowych. Napisz, jakie ewolucyjne przystosowania pozwalają im tam żyć.
- 3 Na podstawie wiarygodnych źródeł wymień 2 gatunki zwierząt występujące na Saharze. Napisz, jakie ewolucyjne przystosowania pozwalają im tam żyć.
- 4 Czy dobór płciowy może działać przeciwnie do doboru naturalnego? Odpowiedź uzasadnij.

2.3 Ewolucja człowieka

Podejmij temat

- Czy człowiek powstał w wyniku jednej mutacji?
- Co różni człowieka i małpę?

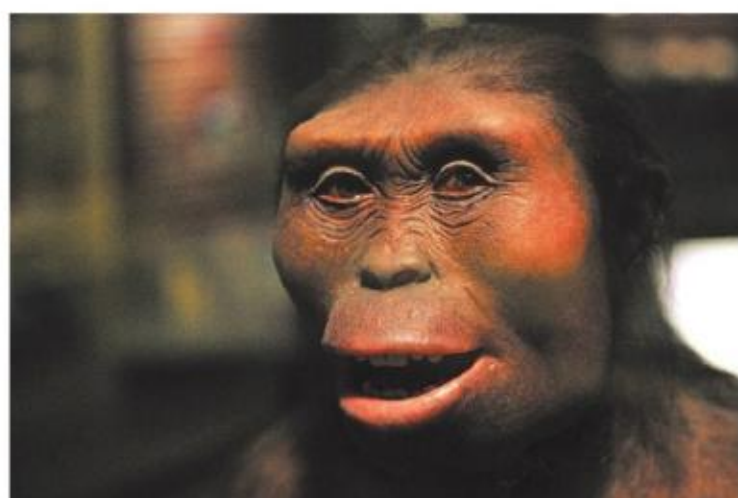
Człowiek należy do ssaków naczelných

Człowiek jako organizm w świecie żywym ma swoje miejsce w systematyce biologicznej i stanowi jedno z odgałęzień drzewa życia wszystkich organizmów. Pełna nazwa gatunkowa to **człowiek rozumny** – (łac. *Homo sapiens*). Należy on do **rzędu naczelných** w **gromadzie ssaki** (il. 2.25). Najbliższymi krewniakami człowieka są małpy człekokształtne: gibony, orangutany, goryle i szympansy.



Królestwo:	zwierzęta
Typ:	strunowce
Podtyp:	kręgowce
Gromada:	ssaki
Rząd:	naczelne
Nadrodzina:	małpy człekokształtne
Rodzina:	człowiekowate
Rodzaj:	człowiek
Gatunek:	człowiek rozumny

2.25 Pozycja systematyczna człowieka



2.26 Odtworzona przez antropologów głowa australopiteka potocznie nazywanego Lucy [czyt. lusi]



2.27 Odtworzona przez antropologów głowa człowieka z wyspy Flores zwanego hobbitem (*Homo floresiensis*)



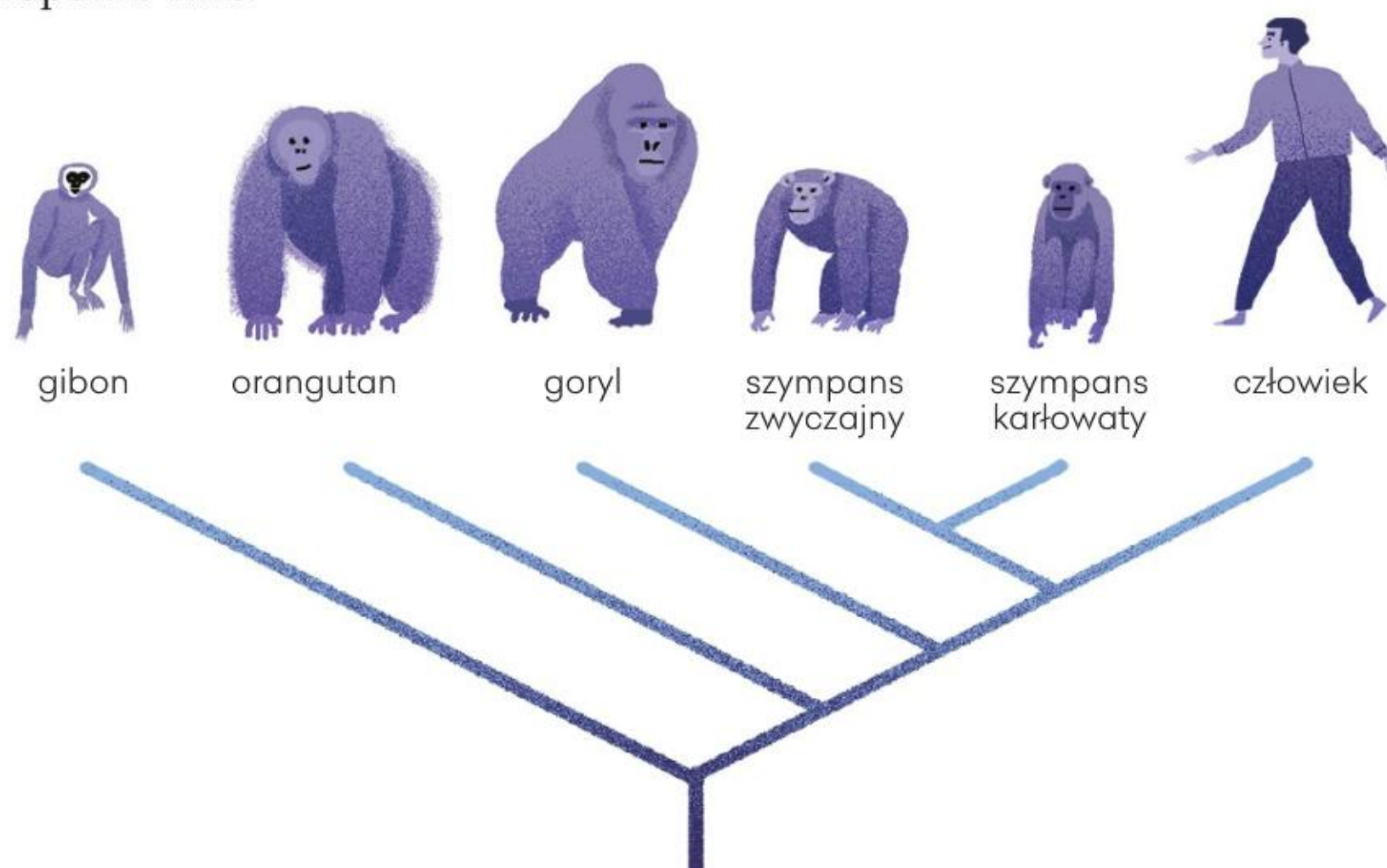
Jaka cecha różni australopiteka od człowieka z wyspy Flores?

Człowiek nie pochodzi od szympansa, ale ma z nim wspólnego przodka

Człowiek nie pochodzi ani od szympansa, ani od goryla – ma jednak z nimi wspólnych przodków. Małpy są dużą grupą organizmów, z której wyewoluowała linia prowadząca do człowieka. Z małpami łączy nas bliższe pokrewieństwo niż to łączące psa z kotem.

Naszym dość bliskim kuzynem jest gibbon. Jest to małpa o długich rękach, która spędza w koronach drzew niemal całe swoje życie. Jeszcze bliższymi krewniakami są małpy z rodziny człowiekowatych: 2 gatunki szympanсів, 2 gatunki goryli i 3 gatunki orangutanów. Wiele gatunków człowiekowatych już wymarło. Niektóre z nich były bardziej podobne do goryli, inne do orangutanów, a niektóre do człowieka rozumnego. Wymarłymi rodzajami z tej rodziny są gigantopitek (patrz il. 2.13), australopitek (il. 2.26) i człowiek z wyspy Flores zwany hobbitem (il. 2.27). Warto wiedzieć, że człowiekowate są często nazywane również hominidami (łac. *Hominidae*). Wspólny przodek wszystkich człowiekowatych żył ok. 14 mln lat temu (il. 2.28).

Człowiek jest najbliżej spokrewniony z szympansem. Dzieli z nim ponad 98% genów. Pod tym względem człowiek i szympanś są zadziwiająco podobni. Różnią nas tylko niektóre geny, np. te związane ze zdolnością do mowy artykułowanej. Różnica między genomem człowieka i szympansa wynika raczej z jego organizacji niż ze zmian w sekwencji DNA. Mamy geny kodujące te same białka, ale nie mamy tej samej liczby chromosomów. Szympanś ma o 1 chromosom więcej niż my. Natomiast u człowieka 1 z chromosomów jest dwukrotnie większy, ponieważ 2 chromosomy u naszego przodka połączyły się, tworząc 1. W naszym genomie pewne geny się powieliły, a inne, np. związane z węchem, przestały działać. W genomie szympansa powielone zostały zupełnie inne.



2.28 Drzewo pokrewieństwa naczelnych. Szympansy są bardziej spokrewnione z człowiekiem niż z gorylem i znacznie bliżej im do człowieka niż orangutana

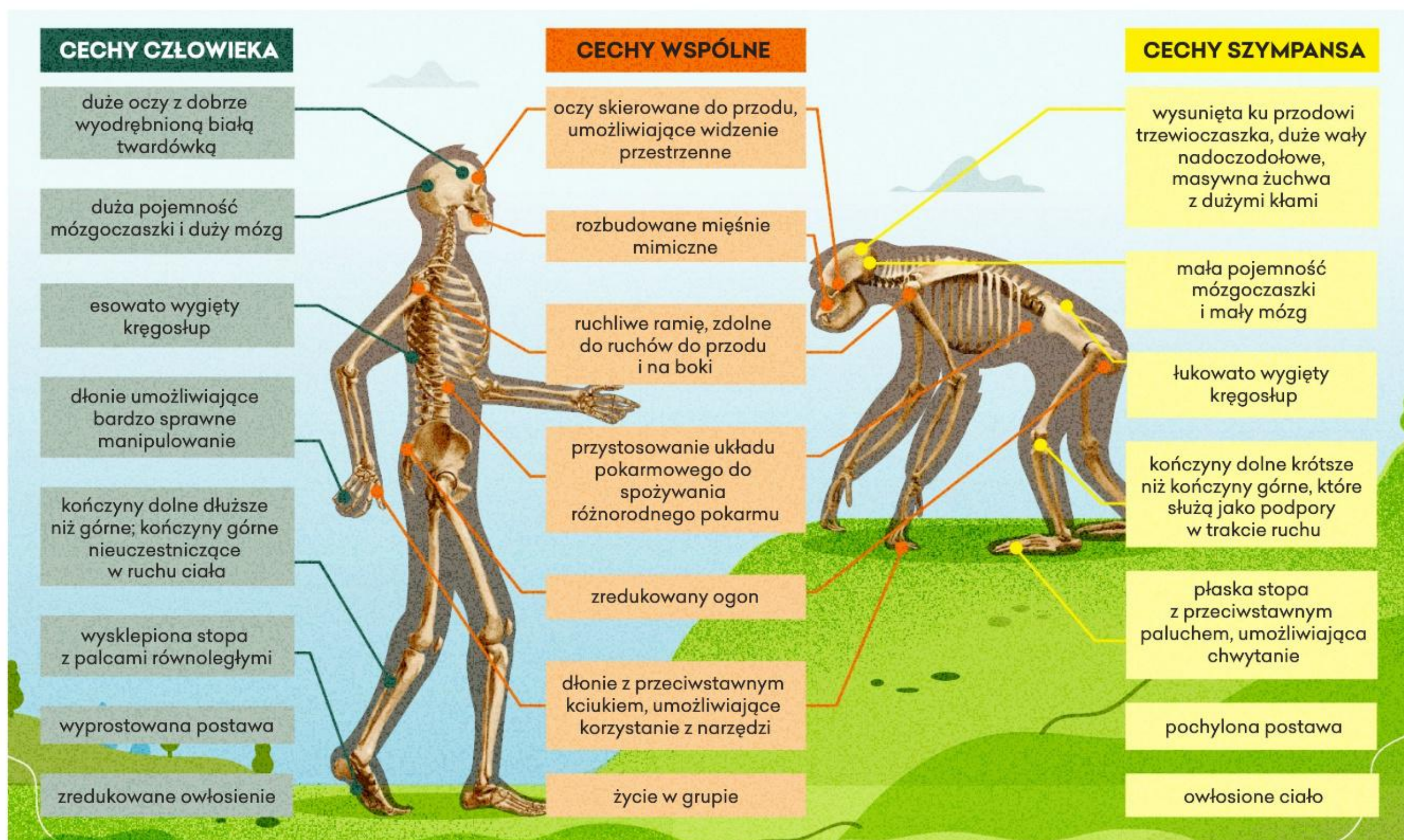
Kim są Lucy i hobbiti?

Ludzie od dawna pilnie studiują skamieniałości człowiekowatych. Jak dotąd najczęściej odkryto ich w Afryce. W 1974 r. amerykański badacz znalazł na terenie Etiopii pochodzące sprzed 3,2 mln lat szczątki dwunożnej istoty płci żeńskiej zaliczanej do rodzaju australopitek. Rewelacyjne znalezisko miało 40% kości szkieletu. To pozwoliło podjąć próbę odtworzenia nie tylko wyglądu, ale także trybu życia i sposobu poruszania się. W tym czasie w obozie paleontologów w radiu często grano piosenkę Beatlesów *Lucy in the Sky with Diamonds*. Zdecydowało to o nazwie, którą nadano skamieniałości.

Z kolei na indonezyjskiej wyspie Flores badacze znaleźli liczne szczątki ludzi pochodzących sprzed ok. 60 tys. lat. Odkryte kości należały do dorosłych, których wzrost nie przekraczał 110 cm. Z tego względu zostali oni nazwani hobbitami – jak bohaterowie o niskim wzroście i krępej posturze z książek Tolkiena.

Co nas różni od innych człekokształtnych, a co nas z nimi łączy?

Rodzaj *Homo* ma cechy, które odróżniają go od innych człekokształtnych. Swoiście ludzkimi cechami są m.in. wyprostowana postawa, dwunożny chód, duży mózg, dobra precyzja ruchów dłoni w posługiwaniu się narzędziami (il. 2.29). Tylko człowiek wytworzył mowę, która stanowi podstawę rozwoju kultury, i nauczył się korzystać z ognia, dzięki czemu zmienił swoje zwyczaje żywieniowe i poszerzył dietę.



Ciekawe!



Tych śladów stóp nie zostawił człowiek współczesny, ale żyjący w Afryce australopitek, który ok. 3,5 mln lat temu wszedł na wilgotny pył wulkaniczny. Dowodzą one, że wówczas po afrykańskiej ziemi chodziła już istota dwunożna.

Człowiek ma białą twardówkę wokół ciemniejszej tęczówki. Natomiast u goryli i innych małp twardówka jest ciemna (il. 2.30). Uważa się, że dzięki wydłużeniu szpary ocznej u przodków ludzi ich oczy stały się lepiej widoczne. Biała twardówka – wyraźnie kontrastująca z ciemniejszą tęczówką i źrenicą – jest cechą, która pozwoliła przodkom ludzi i później ludziom skuteczniej się nawzajem porozumiewać i odczytywać mowę ciała.

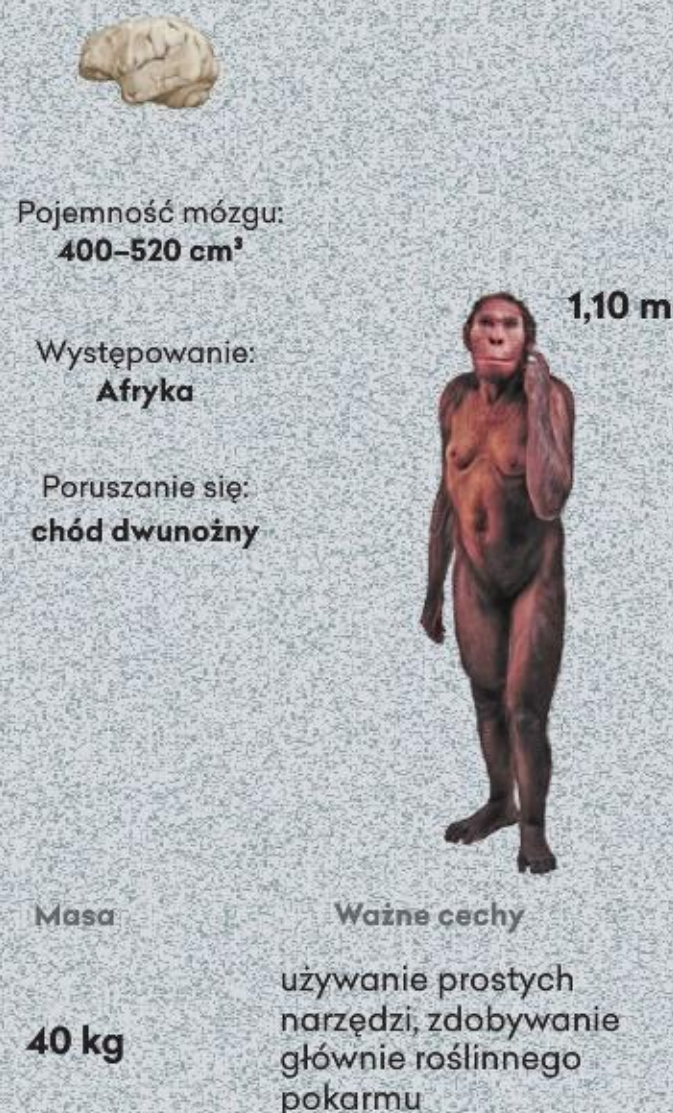


2.30 Oczy człowieka i oczy goryla

Historia człowieka

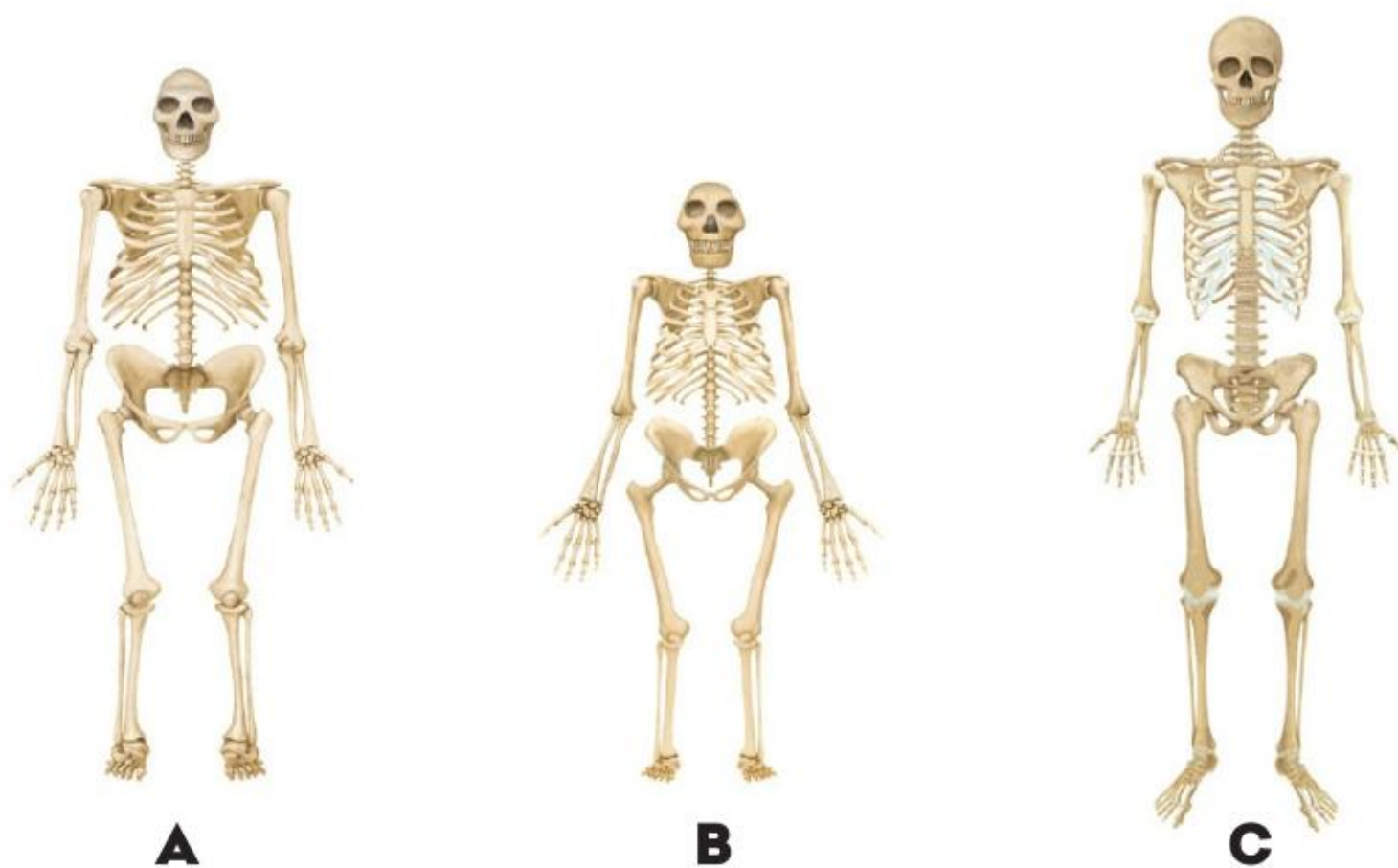
Do rodzaju człowiek (łac. *Homo*) zaliczamy człowieka rozumnego i takie wymarłe formy, jak np. człowiek wyprostowany czy człowiek neandertalski. Liczne dowody wskazują, że przejście przez pierwsze etapy ewolucji człowieka nastąpiło na obszarze Afryki. Uważa się, że wymarłe gatunki z tego rodzaju nie prowadziły już nadrzewnego trybu życia. Neandertalczyk krzyżował się z przedstawicielami człowieka rozumnego. Niemal każdy Europejczyk jest nosicielem neandertalskich genów. Nie mają ich tylko ci Afrykanie, których przodkowie nie opuścili Afryki i nie spotkali neandertalczyków żyjących w Europie i na Bliskim Wschodzie w epoce zlodowaceń, czyli od 250 tysięcy do kilkudziesięciu tysięcy lat temu.

AUSTRALOPITEK



CZŁOWIEK WYPROSTOWANY





2.31 Szkielety wybranych wymarłych człowiekowatych – człowieka wyprostowanego (A) i australopiteka (B) – oraz człowieka rozumnego (C)



Wskaż różnice między szkieletami australopiteka i człowieka wyprostowanego. Który z nich jest bardziej podobny do szkieletu człowieka rozumnego i dlaczego? Jakie cechy wskazują, że osobniki te sprawnie przemieszczały się na 2 nogach?

CZŁOWIEK NEANDERTALSKI

CZŁOWIEK ROZUMNY



Pojemność mózgu:
1100–1700cm³

Występowanie:
Europa, część Azji

Poruszanie się:
chód dwunożny



Masa

80 kg

Ważne cechy

tworzenie i używanie narzędzi, wykonywanie ubrań, polowanie na duże zwierzęta z zastosowaniem zasadzek, praktyka pochówków, rozwijanie sztuki, używanie prostego języka



Pojemność mózgu:
1350–1450cm³

Występowanie:
wszystkie kontynenty

Poruszanie się:
chód dwunożny



Masa

70 kg

Ważne cechy

używanie i produkcja narzędzi (z kamienia, potem metalu, a następnie plastiku), rozwój sztuki i środków komunikacji międzyludzkiej (od mowy do książki i smartfona)

Wysokość
(cm)

180
160
140
120
100
80
60
40
20
0

Przekonaj się

Czy człowiek mógłby wrócić do czworonożnego chodu?

Opis czynności:

- 1 Stań na 4 kończynach, opierając się całymi stopami i dłońmi. Przejdź dookoła klasy. Spróbuj się przebiec w tej pozycji.
- 2 Stań, opierając się na kłykciach dłoni, czyli paliczkach palców – spróbuj poruszać się tak, jak robią to goryle.

Wynik badania:

Opisz swoje odczucia związane z poruszaniem się w obu pozycjach. Czy coś sprawiało ci ból? Czy poruszanie się z podporem na kłykciach było łatwiejsze?

Wnioski:

Sformułuj wnioski, uwzględniając odpowiedzi na poniższe pytania.

- Jak jest ustawiona głowa goryla w stosunku do kręgosłupa, a jak jest ustawiona głowa człowieka względem kręgosłupa?
- Jaki jest stosunek długości rąk do nóg u człowieka i goryla i jak to wpływa na lokomocję?
- W jakiej konkurencji moglibyśmy wygrać z gorylem i dlaczego? W zapasach? Siłowaniu się na rękę? Biegu sprinterskim? A może w biegu długodystansowym?



Ciekawe!



Jednym z wymarłych hominidów, choć niebędącym naszym przodkiem, jest dwunożna małpa o nazwie parantrop (*Paranthropus*). Gatunki należące do tego rodzaju charakteryzują się bardzo masywną czaszką zwieńczoną kostnym grzebieniem – czyli biegnącym przez środek wyrostkiem. Te wielkie małpy żywiły się twardymi częściami roślin. Wyrostek na czaszce stanowił przyczep dla potężnych mięśni przytrzymujących żuchwę. Dzięki nim parantrop mógł z dużą siłą swobodnie rozcierać zębami twarde liście i gałązki.

Jak wyglądała Afryka kilka milionów lat temu?

Aby zrozumieć, dlaczego niektóre naczelne zwierzęta żyjące na drzewach przyjęły postawę wyprostowaną i rozwinęły dwunożną, warto sobie uświadomić, jak wyglądała Afryka w czasie, kiedy to nastąpiło, czyli 4–5 mln lat temu. Z powodu zmian klimatu zaczęła się zmniejszać powierzchnia lasów, a rozszerzał się obszar sawanny – trawiastych przestrzeni z pojedynczymi drzewami. Było ich za mało, by wyżywić grupy nadrzewnych, dużych zwierząt (il. 2.32).



2.32 Środowisko życia, w jakim doszło do przemian ewolucyjnych prowadzących do powstania człowieka współczesnego, bardzo różniło się od tego, w którym żyją orangutany, goryle i szympanse. Gdyby nie zmienił się klimat i nie zniknęły lasy, człowiekowate nie rozwinęłyby dwunożności

Czy istnieje gen człowieczeństwa? Jak to się stało, że nie mamy futra jak inne zwierzęta?

Wydaje się, że człowiek stracił futro ze względu na zmieniający się klimat. Gdy prowadził życie na sawannie, był zmuszony do częstego biegania w pogoni za zdobyczą. Pocenie się jest skutecznym sposobem ochładzania organizmu, a futro utrudnia wymianę ciepła. Nasi skromniej owłosieni przodkowie radzili sobie lepiej i mieli więcej potomstwa niż ci, którzy mieli gęste futro (il. 2.33). Nagość skóry na sawannie była korzystniejsza – stanowiła dostosowanie do panujących warunków środowiska.

Zmiany, jakie wystąpiły w budowie człowieka i szympansa, w porównaniu z budową wspólnego przodka tych 2 rodzajów, były skutkiem drobnych modyfikacji w wielu genach. Niektóre dotyczą takich cech, jak sprawność dłoni, inne nagości skóry, jeszcze inne zmian w krtani, które umożliwiły komunikowanie się za pomocą mowy, a także zmian w budowie naszych mózgów. Dzięki drobnym modyfikacjom genów człowiek zaczął bardziej niż jakiegokolwiek inne zwierzę przekształcać swoje środowisko. W końcu sam budował swoje siedliska, wytwarzał narzędzia i tworzył kulturę.

Czym się różni ewolucja biologiczna od ewolucji kultury?

Człowiek nie jest jedynym stworzeniem o upodobaniach artystycznych, bo przejawiają je np. ptaki altanniki, ani nie jest jedynym, które porozumiewa się za pomocą mowy, bo tak komunikują się też delfiny. Jednak na pewno jako jedyny na wielką skalę zaczął zmieniać świat. Czy ludzie ewolucją kultury zastąpili ewolucję biologiczną? Nie – ewolucja biologiczna trwa nadal.

Ewolucji człowieka nie jesteśmy w stanie zaobserwować, bo procesy ewolucyjne zachodzą niezwykle wolno. Natomiast kultura, którą tworzą ludzie, zmienia się bardzo szybko. Ewolucja biologiczna dotyczy przodków i potomków, czyli przekazu informacji genetycznej od rodziców do dzieci. Z kolei kultura rozprzestrzenia się wszędzie niezależnie od pokrewieństwa między ludźmi, a dzięki mediom przepływ informacji nie ma granic.

Człowiek wpływa na swoje środowisko znacznie mocniej niż zwierzęta. Zmienia je – wycina lasy, buduje miasta, przemieszcza się bez ograniczeń. Zmieniając środowisko, nierzadko szkodzi innym organizmom zamieszkującym Ziemię. Tak wielki wpływ człowieka na środowisko sprawił, że ostatnia epoka geologiczna została nazwana antropocenem (gr. *anthropos* – człowiek).

Człowiek jest wyjątkowym zwierzęciem – obdarzonym potężnym mózgiem, inteligencją i kreatywnością. Pewne umiejętności, np. zdolności artystyczne, są dziedziczone i związane z naszymi genami. Jednak determinacja i praca mogą nawet z niezbyt zdolnego ucznia uczynić artystę, a z człowieka niepełnosprawnego – sportowca (il. 2.34). Biologia i kultura nie działają według tych samych zasad. Człowiek przekracza swoje możliwości naturalne właśnie dzięki rozwojowi kultury i dzięki ludzkim umiejętnościom nawet osoby chore i słabsze mogą żyć pełnią życia.



2.33 Człowiek neandertalski, choć żył w na północy Europy w czasie zlodowaceń, miał skórę pozbawioną gęstego futra



Dlaczego ewolucja nie doprowadziła do wykształcenia futra, w czasie kiedy ludzie zaczęli zamieszkiwać rejony chłodne, a dodatkowo nastały zlodowacenia?

Ciekawe!



Wymarłe gatunki człowieka rzadko są opisywane na podstawie pełnych lub niemal pełnych szkieletów. Człowiek z Jaskini Denisowej w górach Ałtaj został opisany tylko na podstawie 2 zębów i kości palca oraz analiz genetycznych, które potwierdziły jego odrębność.



2.34 Dla człowieka niepełnosprawność nie jest przeszkodą, by być sportowcem

W skrócie

- Człowiek należy do rzędu naczelnych, rodziny człowiekowatych i rodzaju *Homo*. Jest jedynym żyjącym przedstawicielem tego rodzaju.
- Szympan jest bliżej spokrewniony z człowiekiem niż z innymi człowiekowatymi. Ludzie mają z szympanami wspólnego przodka, który żył na świecie ok. 6 mln lat temu.
- Do cech specyficznie ludzkich należą m.in. postawa wyprostowana i dwunożność, duży mózg, rozwój mowy, zdolność do abstrakcyjnego myślenia i tworzenia kultury, długotrwała opieka nad potomstwem.
- Organizmy reprezentujące rodzinę człowiekowatych o postawie dwunożnej żyły na świecie już 3,5 mln lat temu.
- Człowiek ma nagą skórę, ponieważ lepiej się sprawdzała od futra, gdy obficie się pocił zmuszony do biegania podczas polowań na sawannie.
- Człowiek jest gatunkiem, który zaczął na dużą skalę zmieniać środowisko przyrodnicze. Z tego względu obecna epoka geologiczna jest nazywana antropocenem.

Czy już umiesz? Sprawdź się!

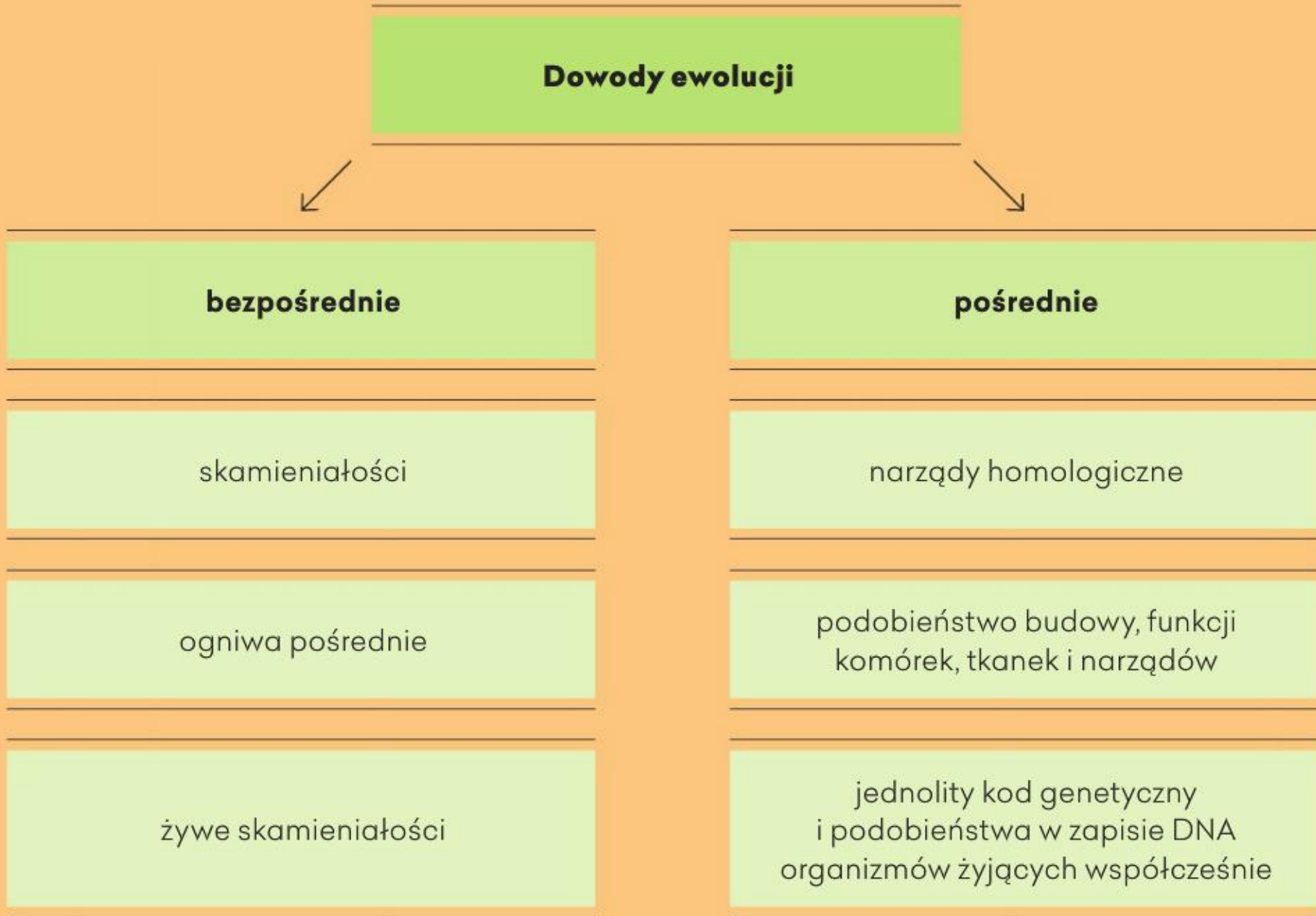
- 1 Wymień cechy łączące człowieka z innymi człękokoształnymi.
- 2 Wytłumacz, jakie znaczenie dla sukcesu ewolucyjnego człowieka rozumnego miał silny rozwój mózgu.
- 3 Wyjaśnij, o czym świadczy obecność przeciwnego palucha w skamieniałościach kości nogi znalezionych szczątków zwierzęcia z grupy człowiekowatych, które odkopano w Afryce. Jaki był jego tryb życia?

Podsumowanie działu 2

Ważne pojęcia

ewolucja	ewolucjonizm	dostosowanie	selekcja	dobór naturalny	dobór sztuczny
skamieniałości	paleontologia	badania porównawcze	wymieranie	naczelne	człękokształtne
	człowiekowate (hominidy)	australopitek	neandertalczyk	antropocen	

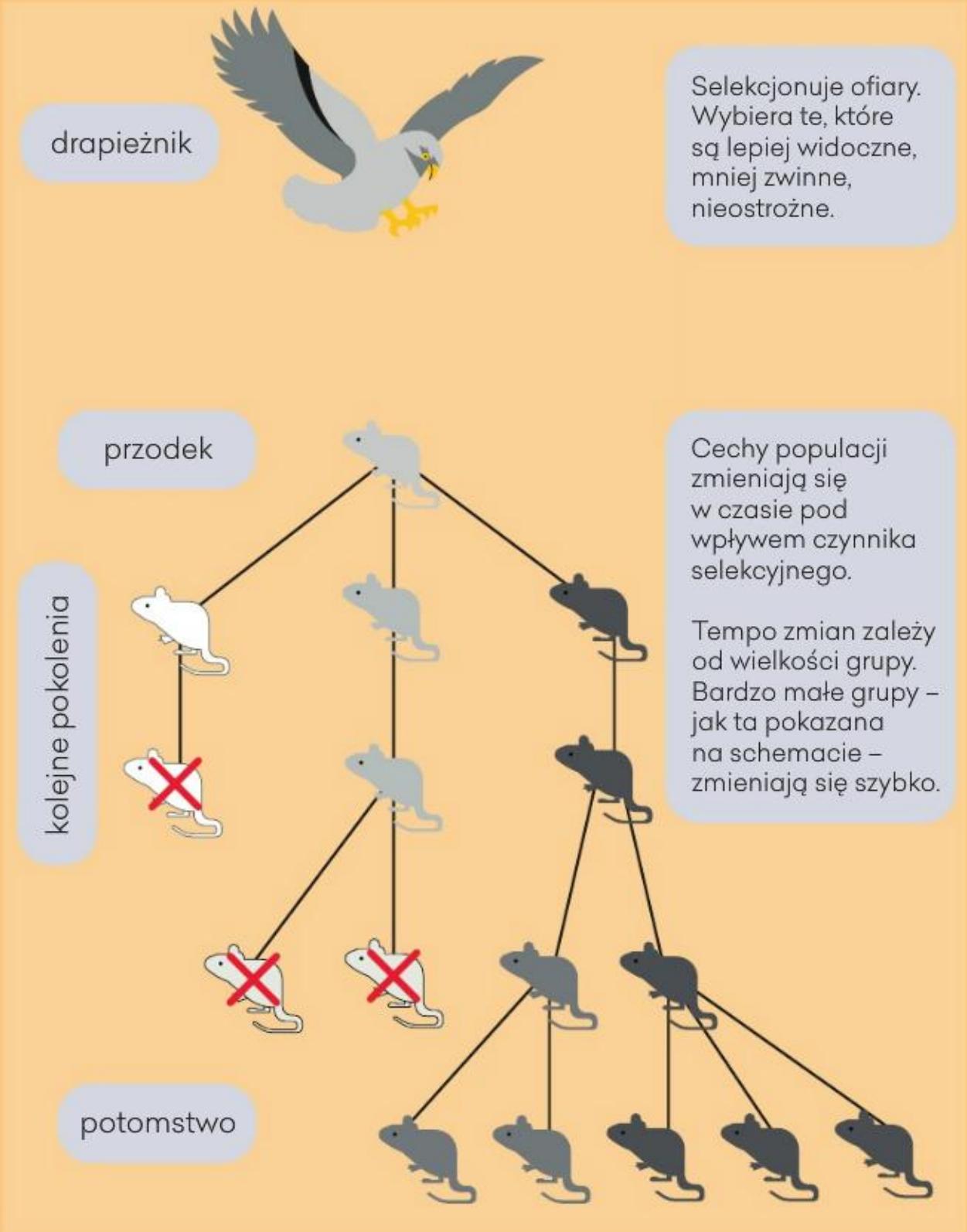
Ewolucja – proces powolnych zmian organizmów, który przebiega w ciągu wielu pokoleń i prowadzi do powstawania nowych cech i gatunków.



- Ewolucja to proces opisany i wyjaśniony przez Darwina i uzupełniony przez wielu innych badaczy – genetyków, ekologów i geologów.
- Ewolucjonizm** – dział biologii, który zajmuje się badaniem ewolucji. Korzysta z osiągnięć ekologii i genetyki. Jest to także pogląd oparty na przeświadczeniu o prawdziwości teorii ewolucji. Teoria ta najlepiej wyjaśnia, jak doszło do wykształcenia wielu różnych organizmów od wspólnego przodka i tłumaczy zjawisko zmian i wymierania gatunków.
- Paleontologia** – nauka, która zajmuje się badaniem szczątków dawnych organizmów. Dostarcza wiedzy o różnorodności i cechach organizmów żyjących we wcześniejszych erach, okresach i epokach.
- Dobór naturalny** – mechanizm ewolucji, który sprawia, że przeżywają osobniki o cechach korzystniejszych w danym środowisku, czyli te dostosowane do środowiska.
- O dostosowaniu do środowiska świadczy duża przeżywalność potomstwa danego osobnika.

Cechy doboru naturalnego

działa na grupę osobników danego gatunku zróżnicowaną genetycznie i różniącą się drobnymi cechami
organizmy genetycznie lepiej dopasowane do środowiska mają więcej potomstwa
rolę selektonera odgrywa środowisko – przeżywają organizmy o takich cechach, które zapewniają trwanie i wydawanie potomstwa
selekcjonowane są cechy przydatne podczas życia organizmu – ewolucja nie działa „na przyszłość”
cecha przystosowawcza do środowiska jest dziedziczona przez liczne potomstwo i staje się powszechna
mutacje zachodzą przypadkowo, a organizmy nie mogą powrócić do formy, która charakteryzowała ich przodków; prawdopodobieństwo, że pojawi się mutacja przywracająca dawny stan, jest bardzo małe – ewolucja jest nieodwracalna



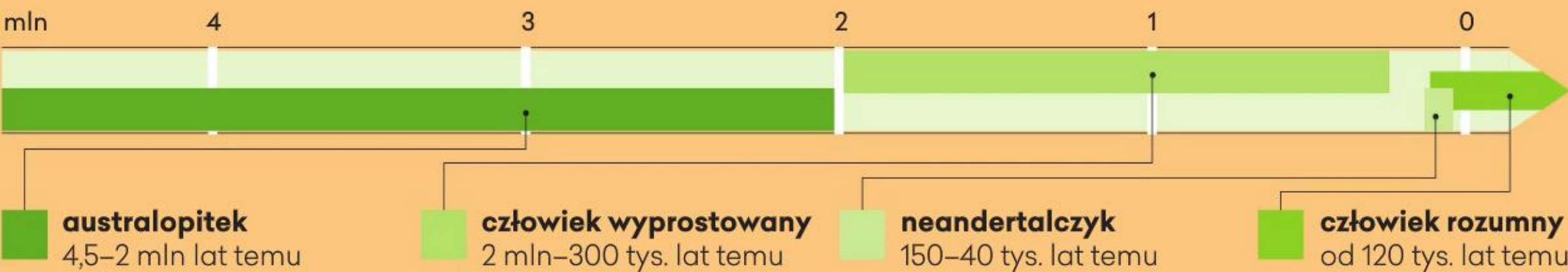
- Dobór sztuczny** jest procesem, w którym to człowiek pełni rolę selektonera – wybiera osobniki na partnerów do rozrodu, aby uzyskać potomstwo z pożądaną cechą. Dzięki doborowi sztucznemu otrzymano bardziej wydajne rośliny nasienne i różne rasy zwierząt domowych.
- Porównanie doboru naturalnego i doboru sztucznego

Porównywane cechy	Dobór naturalny	Dobór sztuczny
Podstawowe źródło różnic	mutacje	mutacje
Kto dokonuje selekcji?	środowisko życia	człowiek
Efekt danego typu doboru	lepsze dostosowanie do środowiska np. pieczarek w naturze (fot.) 	otrzymanie organizmu o pożądanых przez człowieka cechach, np. u pieczarek hodowlanych (fot.)  + odmiana czysto biała, która się podoba klientom, szybki wzrost, łatwa hodowla - brak odporności na grzyby pleśniowe, szczególne wymagania glebowe utrudniające rozwój poza hodowlą

- Człowiek – nazwa gatunkowa człowiek rozumny (*Homo sapiens*) – należy do rzędu naczelnych, rodziny człowiekowatych i rodzaju *Homo*. Jest spokrewniony z małpami człekokształtnymi, do których należą gibony, orangutany, goryle i szympansy. Razem z szympansem miał wspólnego przodka.
- Swoiście ludzkimi cechami są: wyprostowana postawa, dwunożny chód, duża pojemność mózgowiczaszki, duży mózg, dobra precyzja ruchów dłoni, sprawność w posługiwaniu się narzędziami, mowa i umiejętność tworzenia kultury.
- Porównanie człowieka i człekokształtnych

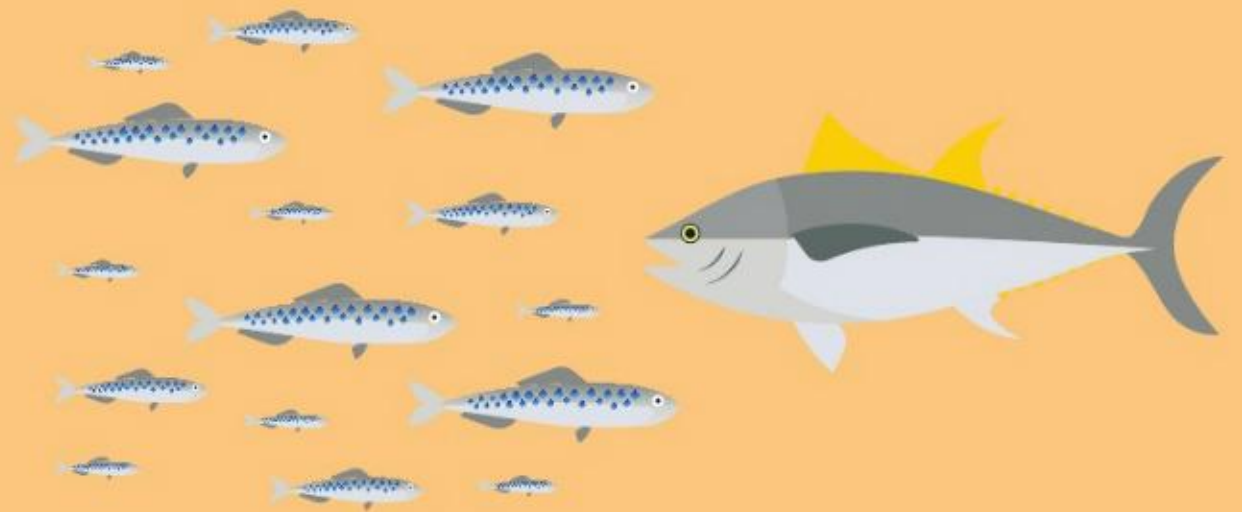
Cechy człowieka	Cechy człekokształtnych
oczy skierowane do przodu – umożliwiające widzenie przestrzenne	
dłonie z przeciwnym kciukiem – umożliwiające korzystanie z narzędzi; ruchliwe ramię – zdolne do ruchów do przodu i na boki	
zredukowany ogon	
rozbudowane mięśnie mimiczne; życie w grupie	
wyprostowana postawa	pochylona postawa
duża pojemność mózgowiczaszki, czaszki i duży mózg	mała pojemność mózgowiczaszki i mały mózg
cofnięta trzewioczaszka, płaska twarz, mała żuchwa, obecność bródki	wysunięta ku przodowi trzewioczaszka, duże wały nadoczołowe, masywna żuchwa z dużymi kłami
esowato wygięty kręgosłup	łukowato wygięty kręgosłup
kończyny górne nieuczestniczące w ruchu ciała, dłonie umożliwiające sprawną manipulację	kończyny dolne krótsze niż kończyny górne – służące jako podpory w trakcie ruchu
wysklepiona stopa z palcami równoległymi	płaska stopa z przeciwnym paluchem – umożliwiająca chwytanie
zredukowane owłosienie	owłosione ciało

- O przystosowaniu człowieka do chodu dwunożnego świadczą:
 - czaszka w osi kręgosłupa,
 - esowato wygięty kręgosłup, beczułkowata klatka piersiowa,
 - miednica podtrzymująca ciało, krótkie panewki kości udowej,
 - kolana w osi ciała, nogi zdolne do pełnego wyprostu,
 - paluch w stopie równoległy do innych palców, wysklepiona stopa.
- Najstarsze skamieniałości istot dwunożnych, przodków człowieka, odnaleziono w Afryce. Pochodzą sprzed kilku milionów lat.



Czy już umiesz ? Sprawdź się!

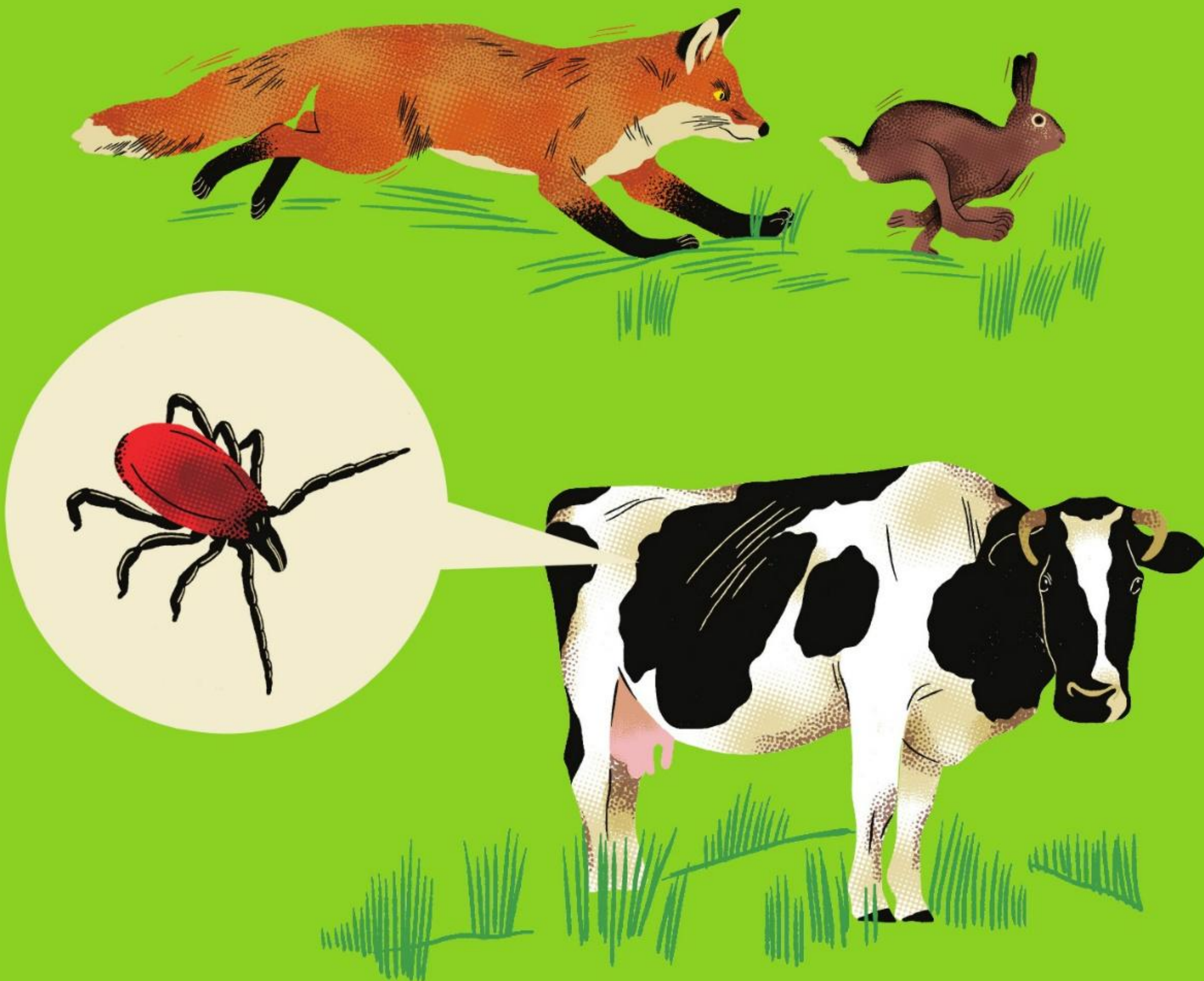
- 1 Wyjaśnij, czym się zajmuje paleontologia i jakie ma znaczenie dla poznania ewolucji.
- 2 Podaj na przykładzie, na czym polega dostosowanie organizmu do środowiska.
- 3 Porównaj dobór naturalny i dobór sztuczny.
- 4 Podaj, na jakim kontynencie i kiedy doszło do pojawienia się pierwszych dwunożnych przodków człowieka. Przedstaw na osi czasu ich występowanie na Ziemi.
- 5 Wyjaśnij, co przemawia za afrykańskim pochodzeniem człowieka.
- 6 Na podstawie wiedzy zawartej w dziale *Ewolucja życia* uszereguj podane organizmy od najstarszych ewolucyjnie do najmłodszych.
 - człowiek, koń, skrzypłocz, archeopteryks, australopitek, trylobit
- 7 Na ilustracji przedstawiono 2 gatunki ryb. Jeden z nich, największy, jest drapieżnikiem tych drugich. Wyjaśnij, dlaczego wśród przedstawicieli gatunku ofiary lepiej dostosowane do środowiska będą ryby bardzo małe i dość duże.
- 8 Wymień 3 przystosowania małp do życia w koronach drzew.
- 9 Wyjaśnij, skąd wiemy, że neandertalczyk krzyżował się z człowiekiem rozumnym.
- 10 Na ilustracji zestawiono kończyny górne kilku zwierząt. Zwróć uwagę na różnice kształtu i długości różnych kości homologicznych, które oznaczono za pomocą tych samych kolorów. Wyjaśnij, skąd się biorą te różnice. Podaj, czyje kończyny przedstawiono i jakie są ich funkcje.



- 11 Skorzystaj z ilustracji oznaczonej literą B w zadaniu 10 i zamieszczonych na rysunku obok śladów człowieka i psa, by wyjaśnić, dlaczego w odciskach stóp człowieka i psa liczba palców jest różna.
- 12 Skrzypłocz jest organizmem, którego plan budowy nie zmienił się od ok. 400 mln lat. Wyjaśnij, jaka może być tego przyczyna.



3. Ekologia



1. W jakich środowiskach można spotkać przedstawione na ilustracjach organizmy?
2. Jak te organizmy wpływają na siebie?
3. Jak się odżywiają?

3.1 Ekosystem

Podejmij temat



Czym różnią się środowiska przedstawione na ilustracjach? Jakie czynniki decydują o występowaniu w nich określonych gatunków organizmów?



Czym się zajmuje ekologia?

Nazwa **ekologia** powstała z połączenia słów *oikos* – (gr.) dom, otoczenie, i *logos* – (gr.) wiedza, słowo, nauka. Jest to dziedzina biologii zajmująca się badaniem zależności między organizmami a środowiskiem, w którym one żyją, a także między samymi organizmami. Na przykład ekolog, którego przedmiotem zainteresowania jest drzewo o nazwie klon jesionolistny, bada czynniki środowiska wpływające na tę roślinę. Uwzględnia zatem takie elementy klimatu jak temperatura powietrza, wilgotność i ilość opadów czy nasłonecznienie. Analizuje też, jaki wpływ na ten organizm ma rodzaj podłoża, na którym rośnie, a także występowanie innych organizmów: bakterii, grzybów, owadów, ssaków, roślin rosnących w pobliżu czy osobników tego samego gatunku. W swoich badaniach szuka także odpowiedzi na pytanie, jak ten gatunek zmienia środowisko, w którym występuje.

Ekolodzy badają przyrodę na różnych poziomach złożoności (patrz s. 78 i 79). Mogą zajmować się ekologią konkretnego gatunku, czyli wzajemnymi oddziaływaniami między tym gatunkiem a środowiskiem. Przedmiotem ich zainteresowań bywają także oddziaływania występujące w takich środowiskach lądowych, jak las czy łąka, albo w środowiskach wodnych, np. w jeziorze. Las, łąka (patrz *Podejmij temat*) czy jezioro (il. 3.1) są przykładami ekosystemów. Ekosystem jest podstawowym pojęciem w ekologii.

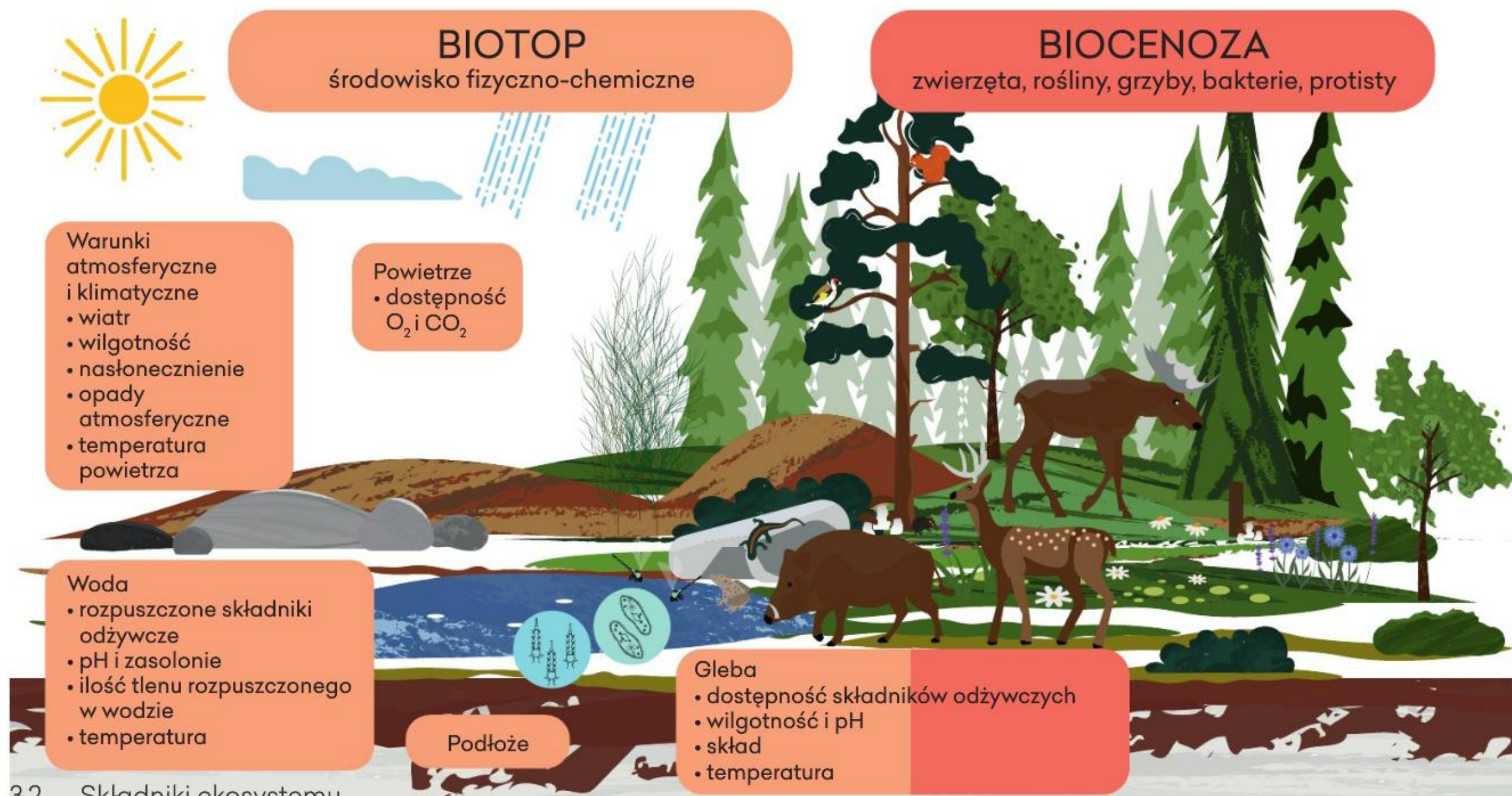
3.1 Organizmy żyjące w ekosystemie jeziornym wpływają na siebie. Oddziaływania te mogą być korzystne lub niekorzystne. Rzadziej organizmy są dla siebie obojętne



Składniki ekosystemu

Ekosystem to wszystkie występujące na danym obszarze **organizmy** (czyli elementy ożywione) oraz **środowisko fizyko-chemiczne**, w którym te organizmy występują (czyli elementy nieożywione). Elementy ożywione (biotyczne, od gr. *bios* – życie) ekosystemu są nazywane **biocenozą**. Natomiast elementy nieożywione (abiotyczne) to **biotop**. Biocenoza i biotop wzajemnie na siebie oddziałują i razem tworzą ekosystem (il. 3.2). Prześledźmy, na czym polegają zależności między organizmami w ekosystemie i oddziaływania między biocenozą a biotopem.

Rośliny pobierają wodę i sole mineralne z podłoża, dwutlenek węgla z powietrza i wykorzystując energię promieniowania słonecznego, przetwarzają je podczas fotosyntezy na substancje organiczne, które wbudowują w swoje ciała. Dostarczają one zwierzętom pokarmu, zapewniają im kryjówki oraz służą jako miejsca do zakładania legowisk i gniazd. Zwierzęta żywią się nie tylko roślinami rosnącymi w danym ekosystemie, ale także organizmami żerującymi na roślinach (np. ptaki żywią się roślinożernymi larwami owadów). Ptaki i ssaki zjadają owoce roślin i zarazem rozsiewają ich nasiona. Owady zapylają kwiaty. Dżdżownice i nicianie napowietrzają i spulchniają glebę. Zwierzęta przekształcają podłoże, pozostawiając na nim odchody. Zarówno organizmy roślinne, jak i zwierzęce są atakowane przez pasożyty z królestwa protistów, bakterii i grzybów. Martwe organizmy stają się pożywieniem dla grupy małych zwierząt, grzybów i bakterii. W ten sposób szczątki organizmów są rozkładane i składniki mineralne wracają do podłoża, skąd pobierają je rośliny.



3.2 Składniki ekosystemu

Poziomy organizacji przyrody, które badają ekolodzy

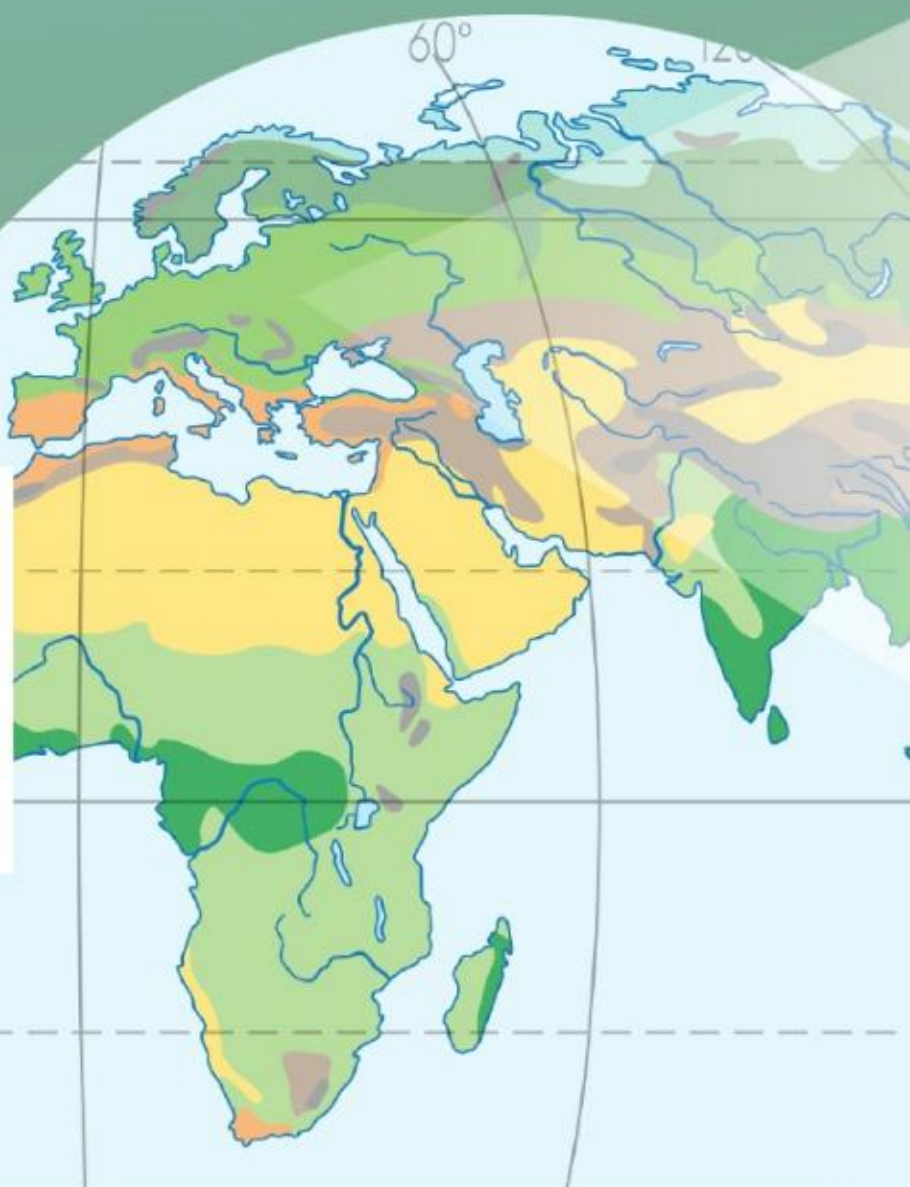
W zakresie badań ekologicznych znajdują się biosfera, biomy, ekosystemy, a w nich tworzące ekosystemy biocenozy i biotopy. Obiektem tych badań są także populacje organizmów i pojedyncze organizmy.

1

Biosfera – strefa występowania życia na Ziemi, wszystkie biomy.

2

Biom – ekosystemy na określonym obszarze geograficznym charakteryzującym się podobnymi warunkami klimatycznymi i glebami.



	pustynia lodowa		las mieszane i liściaste strefy umiarkowanej		pustynie gorące i chłodne
	tundra		stepy		sawanny
	lasy iglaste (tajga)		roślinność typu śródziemnomorskiego		wilgotne lasy równikowe i podzwrotnikowe
					roślinność wysokogórska

6

Organizm – pojedynczy osobnik danego gatunku, który żyje w określonym środowisku.



3

Ekosystem – układ ekologiczny, który tworzą biocenoza i biotop.



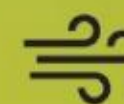
POWIETRZE



NASŁONECZNIE



WODA



WIATR



PODŁOŻE



TEMPERATURA

Biotop – wszystkie elementy, które tworzą środowisko nieożywione na danym obszarze.

4

Biocenoza – wszystkie populacje różnych gatunków, które żyją na danym obszarze.

5

Populacja – grupa osobników jednego gatunku zamieszkująca w danym czasie określony obszar.



Więcej na temat

Przemiany ekosystemów

Zanim na niezasiedlonym podłożu – na nagiej skale lub piasku – rozwinię się złożony ekosystem, jakim jest las, musi nastąpić wiele zmian. Najpierw pojawiają się na nim mikroorganizmy – grupy bakterii, mikroskopijnych grzybów i porostów. Organizmy te są nazywane pionierskimi. Z ich szczątków i okruchów skalnych powstaje pierwsza warstwa gleby. Zaczynają na niej rosnąć rośliny, takie jak mchy i trawy współżyjące z grzybami. W ten sposób rozwijają się proste ekosystemy. Ciągłe zmieniający się biotop umożliwia pojawianie się kolejnych organizmów i powoduje wypieranie tych, które były na początku. Takie stopniowe przekształcanie się ekosystemu to **sukcesja pierwotna**. W ciągu wieków w ekosystemach zmieniał się skład gatunkowy. Jednak zasady funkcjonowania ekosystemów pozostają niezmiennie.



Na gołych skałach pojawiają się jako pierwsze mikroorganizmy – bakterie, mikroskopijne grzyby i porosty

Na powstałej z okruchów skalnych i obumarłych mikroorganizmów warstwie gleby zaczynają rosnąć mchy i trawy współżyjące z grzybami

Na coraz grubszej warstwie gleby i próchnicy bujnie rosną trawy; pojawiają się wśród nich krzewy

Krzewy przekształcają środowisko tak, że pojawiają się w nim drzewa i z czasem powstaje las

Sukcesja pierwotna

Katastrofy naturalne (trąby powietrzne, powodzie, aktywność wulkanów, pożary) lub działalność człowieka (wydobycie kopalin, emisja trujących gazów, odprowadzanie ścieków, intensywna działalność rolnicza) mogą naruszyć związki w ekosystemie i doprowadzić do jego zniszczenia. Takie ekosystemy podlegają **sukcesji wtórnej** – organizmy zniszczonej biocenozy są zastępowane przez organizmy stanowiące nową biocenozę, zwykle znacznie uboższą niż pierwsza. W Polsce sukcesję wtórną często można obserwować na obszarach porolnych.



Na zniszczonym obszarze po pewnym czasie pojawią się rośliny



Na ugorze, czyli porzuconym polu pojawiają się dziko rosnące rośliny jednoroczne

Oprócz roślin jednorocznych wyrastają siewki drzew

Z czasem powstają zarośla brzoź, wierzb i osik

Pojawiają się także inne gatunki drzew, niegdyś rosnące na tym obszarze. Po pewnym czasie powstaje las mieszany

Sukcesja wtórna – od ugoru do powstania lasu liściastego

Typy ekosystemów

Ekosystemy ze względu na charakter biotopu można podzielić na **lądowe** i **wodne** (tab. 3.1). Inny podział odnosi się do ich pochodzenia – wyróżnia się w nim ekosystemy naturalne i sztuczne. **Ekosystemy naturalne** powstały bez udziału człowieka i bez niego funkcjonują. Należą do nich niektóre lasy, łąki wysokogórskie i torfowiska. **Ekosystemy sztuczne** zostały ukształtowane przez człowieka. Zalicza się do nich: parki, stawy, pola uprawne, ogrody, sady (il. 3.3).

W określonych abiotycznych warunkach środowiska ekosystem naturalny ma pewien stały skład gatunkowy roślin, zwierząt, grzybów i mikroorganizmów. Takie ekosystemy są z reguły różnorodne gatunkowo. W niektórych rejonach Ziemi naturalnym ekosystemem jest las iglasty, w innych las liściasty, step czy torfowisko. Współcześnie ekosystemy naturalne są już rzadkie. Występują przede wszystkim na obszarach chronionych. Dlatego tereny te mają wyjątkowe znaczenie dla badań nad naturalnymi zależnościami między organizmami oraz między organizmami a ich środowiskiem. Przykładem ekosystemu naturalnego jest rezerwat ściśły w Puszczy Białowieskiej (il. 3.4).



3.3 Pole uprawne – przykład ekosystemu, który powstał w wyniku działalności człowieka



3.4 Puszcza Białowieska – przykład lasu pierwotnego z wieloma gatunkami drzew o różnym wieku

Tab. 3.1 Podział ekosystemów ze względu na biotop

Ekosystemy	
lądowe	wodne
lasy łąki stepy sawanny pustynie półpustynie pola ogrody sady	oceany morza estuaria (ujścia rzek ze słonawą wodą) jeziora torfowiska stawy akwaria

W skrócie

- Ekologia – nauka o wzajemnych powiązaniach między organizmami a środowiskiem, w którym one żyją, a także między samymi organizmami.
- Ekosystem to podstawowe pojęcie w ekologii. Obejmuje biocenozę i biotop.
- Biocenoza to wszystkie organizmy, które zamieszkują dany obszar i pozostają między sobą w różnego rodzaju zależnościach – ożywiona (biotyczna) część ekosystemu.
- Biotop to środowisko fizyko-chemiczne przekształcane przez organizmy – nieożywiona (abiotyczna) część ekosystemu.

Czy już umiesz? Sprawdź się!

- 1 Wyjaśnij, jaka jest różnica między określeniami biocenoza lasu i ekosystem lasu.
- 2 Podaj po 1 przykładzie ekosystemów: lądowego, wodnego, naturalnego, sztucznego w pobliżu twojego miejsca zamieszkania.
- 3 Podaj nazwy wymienionych poniżej elementów lasu dębowego. Wybierz spośród terminów: populacja, biocenoza, ekosystem, czynnik abiotyczny.
 - a) cały las dębowy
 - b) wszystkie organizmy występujące w lesie
 - c) wilgotność
 - d) wszystkie wiewiórki pospolite w lesie dębowym

3.2 Oddziaływania między organizmami w biocenozie. Konkurencja i pasożytnictwo

Podejmij temat

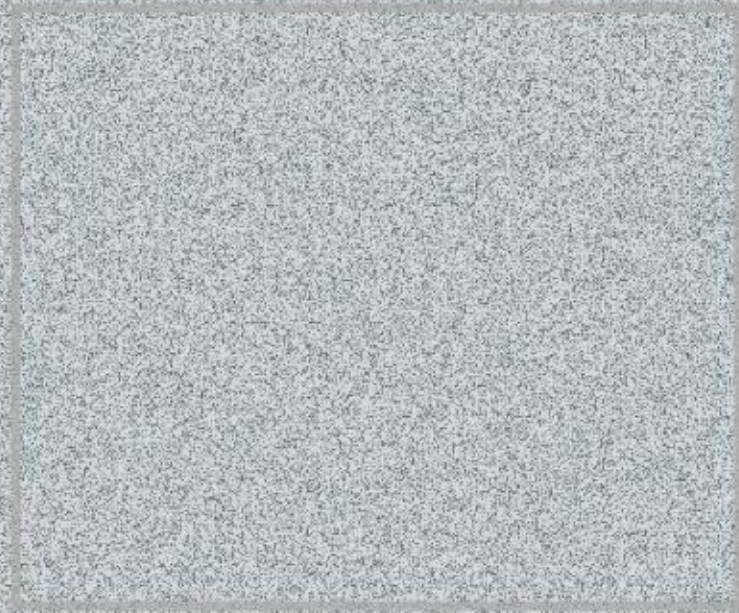


Jakie rodzaje oddziaływań między organizmami dostrzegasz na ilustracji? Krótko je opisz.



Rodzaje oddziaływań między organizmami

W obrębie biocenozy zachodzą różne interakcje między osobnikami tego samego gatunku, a także między osobnikami różnych gatunków. Mogą one mieć charakter neutralny, jeśli dwa gatunki żyją obok siebie, jednak są dla siebie obojętne. Bywają też interakcje negatywne, określane jako antagonistyczne, które przynoszą straty przynajmniej jednej ze stron. Oddziaływania, w wyniku których jedna strona odnosi korzyści, a druga nie ponosi strat, albo obie strony zyskują, są natomiast określane jako nieantagonistyczne.



Konkurencja – współzawodnictwo o zasoby

Organizmy korzystają z zasobów środowiska, aby przeżyć i wydać potomstwo. Przykładowo dla roślin zasobami są światło, woda, sole mineralne, a dla niektórych z nich także owady zapylające, dla zwierząt – dostęp do pokarmu, miejsce do schronienia, partnerzy do rozrodu.

Gdy organizmy walczą o te same zasoby środowiska, np. przestrzeń, pożywienie, światło (il. 3.5), zachodzi między nimi oddziaływanie nazywane **konkurencją** (lub współzawodnictwem). Zależność ta występuje, gdy wspólnie wykorzystywane zasoby są zbyt małe, aby zaspokoić potrzeby różnych organizmów.

Współzawodnictwo może zachodzić między osobnikami tego samego gatunku. Nosi wtedy nazwę **konkurencji wewnątrzgatunkowej**. Jeśli zaś zachodzi między osobnikami różnych gatunków, wówczas jest określane jako **konkurencja międzygatunkowa** (il. 3.6). Zjawisko konkurencji jest ważnym czynnikiem regulującym rozmieszczenie roślin i zwierząt.



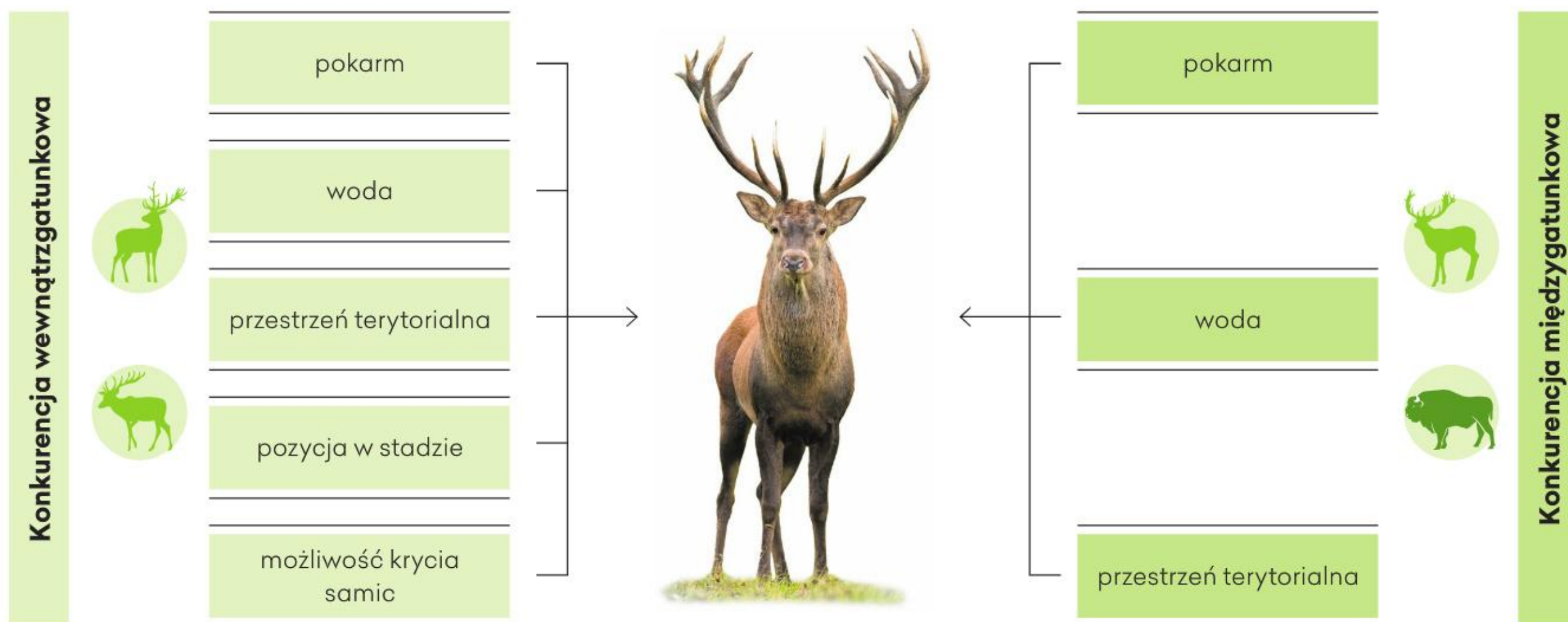
3.5 Rośliny często konkurują o dostęp do światła. Przykładem jest teren szkółki leśnej, na którym współzawodniczą sosna i trawa (A). Gdy z młodnika (B) wyrośnie bór sosnowy (C), trawa nie stanowi konkurencji dla drzew

Konkurencja wewnątrzgatunkowa

Konkurencja wewnątrzgatunkowa może być bardzo intensywna, ponieważ osobniki tego samego gatunku najczęściej mają takie same lub podobne wymagania. Przybiera na sile, gdy wyczerpują się zasoby środowiska (il. 3.6), np. z powodu wzrostu liczby osobników w populacji.

Skutkiem konkurencji wewnątrzgatunkowej są:

- **zachowania agresywne** – prowadzące do śmierci osobników tego samego gatunku (il. 3.7); u roślin ich przejawem jest produkcja toksycznych związków chemicznych;
- **migracja** – w poszukiwaniu nowych terenów do zasiedlenia;
- **ustalenie hierarchii** (stopnia ważności) – wewnątrz populacji osobniki konkurują ze sobą o partnera i możliwość rozrodu. Największe szanse na ich zdobycie mają osobniki silne, zdrowe i najlepiej przystosowane do środowiska (il. 3.8). Osobniki będące najwyżej w hierarchii pierwsze korzystają z pokarmu i mają możliwość rozmnożenia się dzięki dostępowi do samic.



3.6 Konkurencja wewnątrz- i międzygatunkowa na przykładzie jelenia szlachetnego



3.7 Głód najpierw zaspokajają najsilniejsi w stadzie. Dla najsłabszych pokarmu może zabraknąć



3.8 Podczas rykowiska samce jeleni prowadzą walki o samice. Możliwość rozrodu mają tylko jelenie najsilniejsze

Konkurencja międzygatunkowa

Rywalizacja dwóch różnych gatunków o te same zasoby środowiska występuje wówczas, gdy ich wymagania się pokrywają. W jej wyniku dochodzi do **wypierania słabszego konkurencyjnie gatunku z danego siedliska** lub do **zmiany jego upodobań pokarmowych**. Przykład może stanowić wyparcie jaszczurki żyworódki na bardziej cieniste stanowiska w wilgotnych lasach i na łąkach przez silniejszą jaszczurkę zwinkę, która występuje na obrzeżach suchych i słonecznych lasów i polan śródleśnych.

Innym przykładem jest zmiana miejsc występowania szczura śniadego z powodu pojawienia się w XVIII w. w Europie szczura wędrownego, który od tysiącleci rozprzestrzenił się niemal po całym świecie. Okazało się, że oba gatunki mają bardzo podobne wymagania życiowe. Konkurencja między nimi prawie doprowadziła do wyginięcia szczura śniadego, ale zdołał on zmienić sposób życia tak, by unikać konkurenta. Został wyparty na strychy, a szczur wędrowny opanował piwnice i systemy kanalizacyjne.



Specyficznym typem pasożytnictwa jest pasożytnictwo lęgowe. Polega ono na tym, że niektóre ptaki nie wysiadują swoich jaj, lecz składają je w gniazdach innych ptaków. Pasożyty lęgowe wykształciły liczne przystosowania do takiej strategii rozrodu. Są to m.in. zdolność do szybkiego składania jaj, dostosowanie barwy i wielkości jaj do barwy i wielkości jaj przybranych rodziców czy szybkie tempo rozwoju piskląt. Jednym z przykładów pasożyta lęgowego jest kukułka.

Pasożytnictwo – życie kosztem innych

Pasożytnictwo to zależność między organizmami różnych gatunków, w której jeden jest **żywicielem** i ponosi szkodę, a drugi, zwany **pasożytem**, czerpie korzyść (najczęściej pożywienie), bez której nie mógłby utrzymać się przy życiu. Pasożyt jest zależny od swego żywiciela i pozostaje z nim w ścisłym związku przez całe życie lub przez jego część. Pasożyty mogą pobierać i trawić cząstki stałe albo też wchłaniać substancje organiczne zawarte w płynach ciała czy tkankach żywiciela. Niektóre pasożyty w trakcie rozwoju zmieniają żywicieli. Pasożytnictwo może przynosić żywicielowi niewielkie szkody. Niekiedy zaś wywołuje choroby. Komórki żywiciela są niszczone lub poddawane działaniu toksycznych produktów przemiany materii pasożyta. Mimo niekorzystnego oddziaływania pasożytów na żywicieli na ogół jest zachowywana między nimi pewna równowaga, zwłaszcza jeśli jest to **żywiciel ostateczny**. Pasożyt na ogół nie doprowadza do jego śmierci. Wskutek pasożytnictwa giną przeważnie osobniki mało odporne, gorzej przystosowane i słabe.

Pasożyt żyje na powierzchni żywiciela lub wewnątrz jego ciała.

Pasożyty zewnętrzne

Pasożyty zewnętrzne wykazują wiele przystosowań, które ułatwiają im prowadzenie odpowiedniego trybu życia. Pasożytnicze bezkręgowce to przeważnie małe organizmy z aparatami gębowymi kłująco-ssącymi lub tnąco-liżącymi. Są wyposażone w czepne pazurki, przyssawki i mają struktury służące do gromadzenia krwi. Pasożytami zewnętrznymi w królestwie zwierząt są m.in. wszy, pchły, kleszcze (il. 3.9) i pluskwy. Wśród grzybów są to np. pasożytujące na roślinach buławinki czerwone (il. 3.10) i mączniaki. Z kolei w królestwie roślin przykładem pasożyta jest kianiaka (il. 3.11).



Wesz



Pchła



Kleszcz

3.9 Przykłady pasożytów zewnętrznych królestwa zwierząt



3.10 Grzyb buławinka czerwona wytwarza czarne przetrwalniki



3.11 Kianiaka ssawkami pobiera z żywiciela soki roślinne



Podaj żywicieli pasożytów przedstawionych na ilustracjach. W razie potrzeby skorzystaj z dodatkowych źródeł wiedzy.

Pasożyty wewnętrzne

Pasożyty wewnętrzne również wykazują wiele przystosowań ułatwiających im prowadzenie pasożytniczego trybu życia. Pasożyty zwierzęce mają ciało okryte ochronną warstwą, a czasem także haczyki i przyssawki umożliwiające utrzymanie wewnątrz ciała gospodarza. Ich narządy ruchu i zmysłów, a u niektórych także układ pokarmowy, są zredukowane. Cechuje je duża rozrodczość, a u wielu występuje obojnactwo.

Przykładami pasożytów wewnętrznych z królestwa zwierząt są niektóre płazińce: tasiemiec uzbrojony, tasiemiec nieuzbrojony, motylca wątrobowa (il. 3.12), a spośród nicieni: włosień kręty, glista ludzka, owsik ludzki (il. 3.13). Pasożytami wewnętrznymi są też chorobotwórcze bakterie, np. prątek gruźlicy, chorobotwórcze protisty, np. rzęsistek pochwowy.

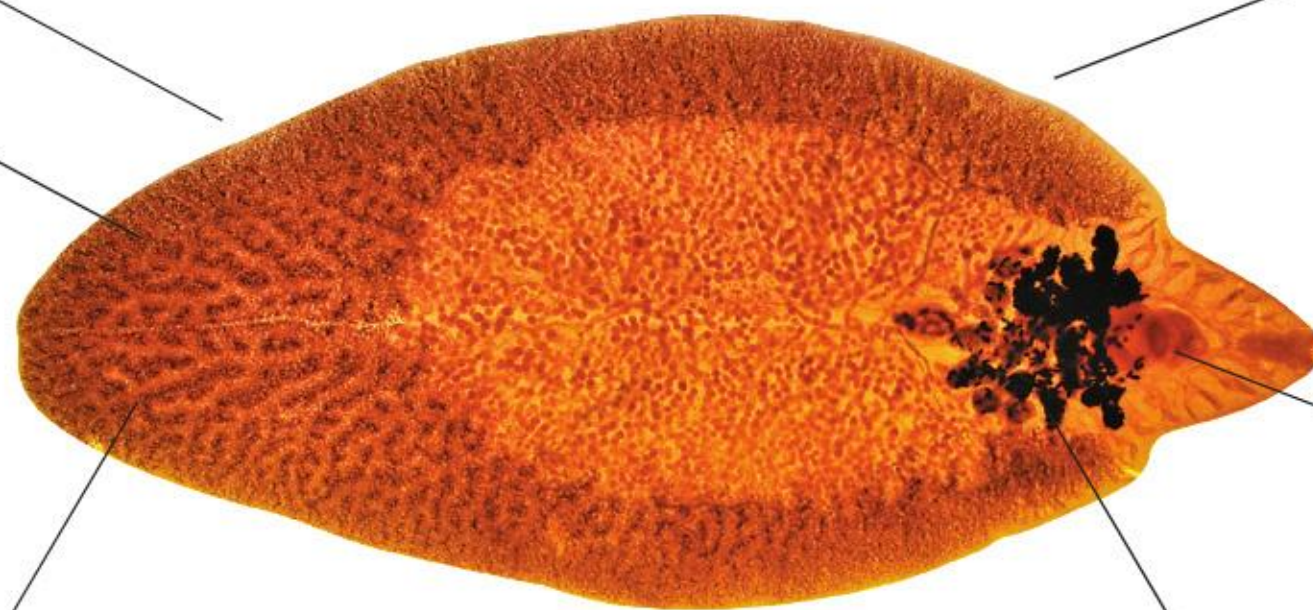


3.13 Owsiki – pasożyty człowieka żyjące w jelicie grubym

spłaszczone ciało zapobiega wydostaniu się z ciała żywiciela

nabłonek pokrywający ciało stanowi barierę biochemiczną przed truciznami gospodarza

macica wypełniona olbrzymią ilością jaj; duża rozrodczość zwiększa prawdopodobieństwo znalezienia żywiciela



zdolność do oddychania beztlenowego

aparat gębowy w postaci przyssawki

przyssawka brzuszna zapobiega wypłukaniu z ciała żywiciela

każdy osobnik ma narządy rozrodcze zarówno żeńskie, jak i męskie (obojnactwo)

3.12 Przystosowania do pasożytnictwa motylcy wątrobowej, której żywicielem ostatecznym jest bydło lub człowiek

W skrócie

- Organizmy tworzące biocenozę oddziałują na siebie. Interakcje między organizmami mogą być neutralne, nieantagonistyczne lub antagonistyczne.
- Oddziaływania antagonistyczne między organizmami to takie, w których przynajmniej jeden z gatunków ponosi straty. Należą do nich: konkurencja, pasożytnictwo, roślinożerność i drapieżnictwo.
- Organizmy konkurują o zasoby środowiska, których jest za mało, np. pokarm, partnera do rozrodu, dostęp do wody, światła i terytorium.
- Pasożytnictwo jest zależnością, w której pasożyt żyje kosztem żywiciela.

Czy już umiesz? Sprawdź się!

- Wyjaśnij, dlaczego konkurencja i pasożytnictwo są określane jako oddziaływania antagonistyczne.
- Podaj przykłady konkurencji i pasożytnictwa.
- Wskaż, w jaki sposób konkurencja wpływa na siedliska organizmów roślinnych i zwierzęcych.
- Wymień kilka cech umożliwiających tasiemcowi uzbrojonemu prowadzenie pasożytniczego trybu życia.
- W zespołach zaprojektujcie mapę myśli, na której przedstawicie oddziaływania między organizmami. Wykorzystajcie pojęcia poznane na lekcji.

3.3 Roślinożerność i drapieżnictwo

Podejmij temat

- Jak różnią się zając i lis pod względem odżywiania? Jakie cechy ułatwiają im zdobywanie pokarmu?
- Dlaczego ptaki mają różne dzioby?

Ciekawe!

Warto wiedzieć, że oprócz roślinożerności i drapieżnictwa – oddziaływań, które mają negatywne skutki dla organizmów zjadanych, a przynoszą korzyści zjadającemu – wyróżnia się także grzybożerność. Wiele gatunków jako wszystkożercy odżywia się także grzybami. Jednak istnieją też typowi grzybożercy, dla których grzyby stanowią jedyny pokarm. Przykładem są larwy much rozwijające się wewnątrz maślaków.

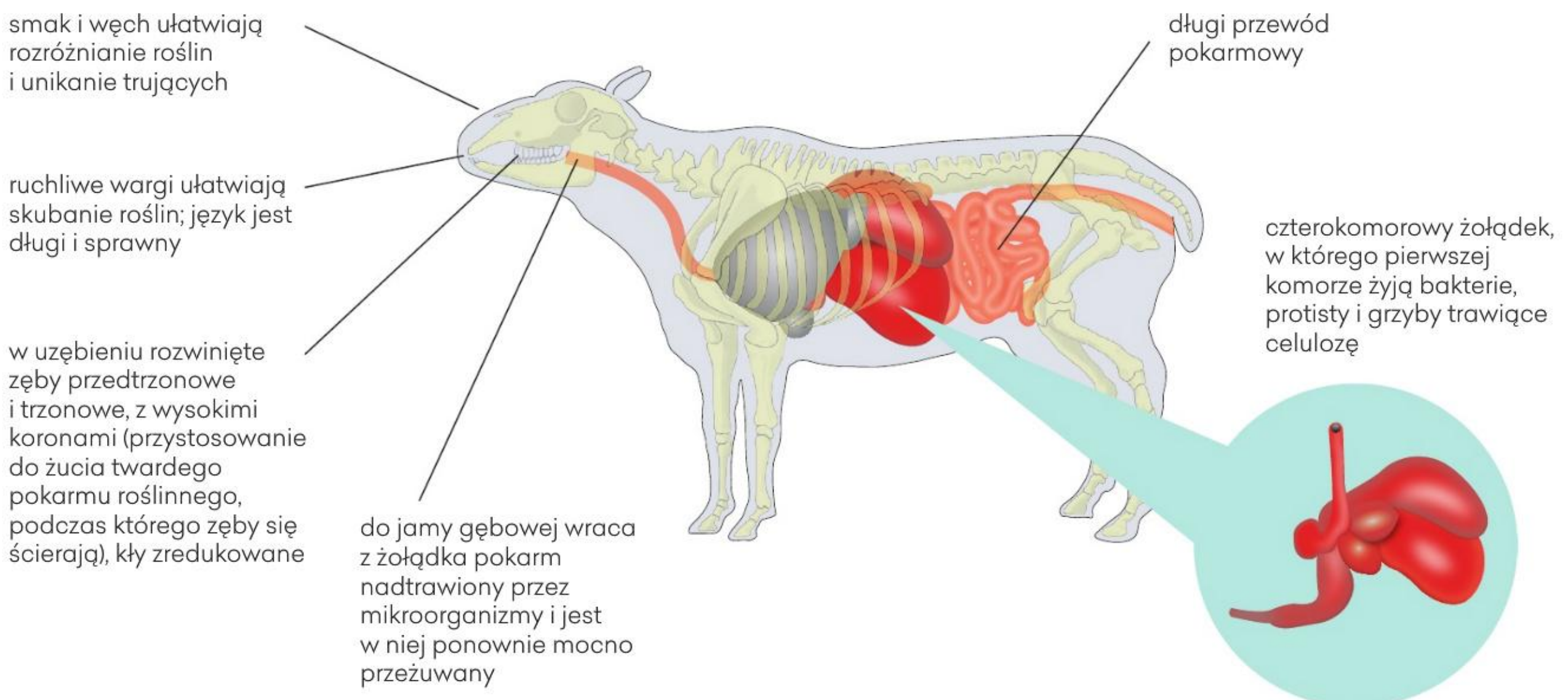
Roślinożerność – kiedy rośliny są pokarmem

Roślinożerność jest jedną z podstawowych form odżywiania się (pobierania pokarmu) i polega na zjadaniu roślin. Jako oddziaływanie przynosi korzyść roślinożercy, a straty roślinie. Z reguły zwierzęta jedynie zgryzają części rośliny i nie uśmiercają jej. Niektóre rośliny ewolucyjnie przystosowały się do zgryzania, np. trawy. Jednak czasami roślinożerność może także prowadzić do ich śmierci.

Przystosowania do roślinożerności

Zwierzęta roślinożerne mają wiele różnorodnych przystosowań do odżywiania się w ten sposób (il. 3.14). Łatwo można je zaobserwować u zwierząt żyjących na sawannie (il. 3.15–3.17).

Roślinożercami są nie tylko duże ssaki. Można ich znaleźć w każdej grupie zwierząt. Wiele ptaków żywi się nasionami (il. 3.18) i owocami. Gady, takie jak roślinożerne żółwie, mają rogowe ząbkowane listwy, które ułatwiają odgryzanie części roślin. Roślinożercy są także wśród bezkręgowców (il. 3.19).



3.14 Przystosowania do roślinożerności u przeżuwaczy – na przykładzie owcy



3.15 Żyrafa ma długą szyję i sprawny język. Dzięki temu może żywić się liśćmi z wysokich drzew, głównie z akacji



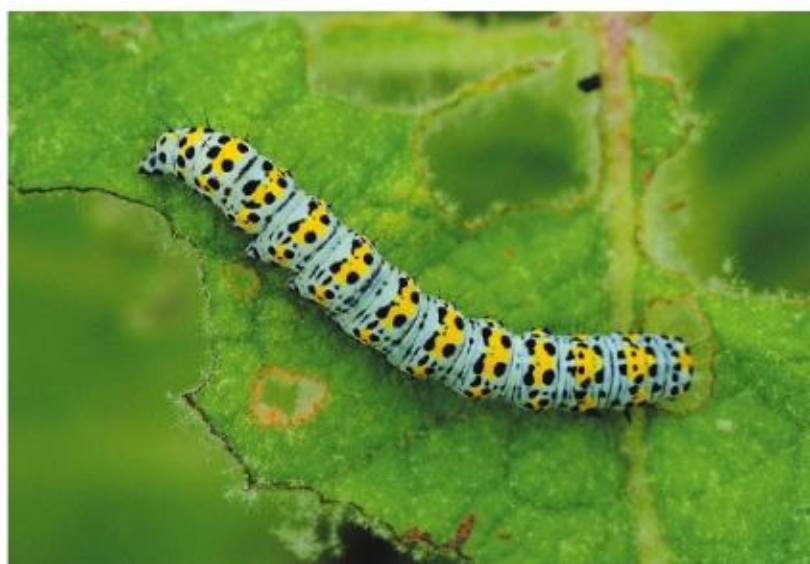
3.16 Słoń sięga po pokarm – trawy, liście, owoce i gałęzie – za pomocą chwytnej, silnej trąby



3.17 Antylopy gerenuk mają taką budowę kręgosłupa, która umożliwia im stawanie na tylnych kończynach



3.18 Krzyżodziób sosnowy podważa swym dziobem twarde łuski szyszek i wydobywa z nich nasiona



3.19 Gąsienice kaptownicy dziewannówki mogą ogołocić roślinę z liści

Obrona przed zjadaniem

Niektóre rośliny wykształciły mechanizmy obronne przeciwko roślinożercom. Są nimi kolce, np. u róży (il. 3.20) czy ostrokrzewu, ciernie, np. u tarniny lub akacji (il. 3.21), parzące włoski, np. u pokrzywy. Czasem organy roślin są bardzo gęsto pokryte włoskami, co utrudnia ich zjedanie lub całkowicie zniechęca do zjedzenia przez zwierzęta (il. 3.22). Niektóre zawierają też substancje chemiczne psujące smak i działające szkodliwie (m.in. taniny) lub wręcz trujące (m.in. alkaloidy). Substancje te niekorzystnie wpływają na układ nerwowy (np. kofeina, nikotyna) albo na układ pokarmowy.



3.20 Kolce róży odstraszały roślinożerców



3.21 Długie ciernie akacji chronią liście przed zjedzeniem



3.22 Gęste włoski na szarotce alpejskiej zniechęcają roślinożerców

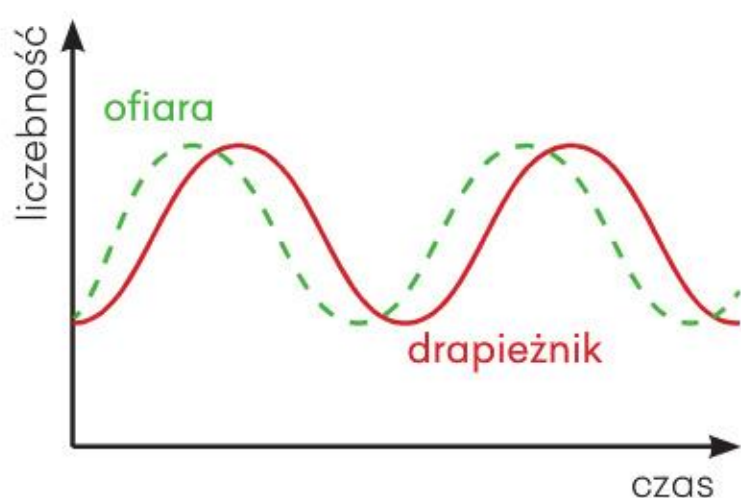
Drapieżnictwo – zjadanie upolowanych zwierząt

Drapieżnictwo to zależność, w której przedstawiciel jednego gatunku – **drapieżnik**, zabija i zjada przedstawiciela innego gatunku – **ofiara**. Drapieżnictwo **jest ważnym czynnikiem regulującym liczebność zwierząt w przyrodzie**. Na przykład wzrost populacji lisów stanowi zagrożenie dla zające, których liczebność z tego powodu znacznie się zmniejsza. W efekcie spada także liczba drapieżników, ponieważ giną, nie znajdując pożywienia i wchodząc w relacje **silnej konkurencji o pokarm**. Taka sytuacja sprzyja z kolei odnawianiu się populacji ofiar, a w następstwie – także populacji drapieżników. Tak więc wzrost i spadek liczebności drapieżników lub ofiar zmienia się cyklicznie (il. 3.23).

W ekosystemach morskich drapieżnikami są duże ryby, np. rekiny, i ssaki drapieżne, np. orki. W ekosystemach lądowych zaś można zaobserwować duże drapieżne ssaki, np. wilki, i drapieżne ptaki, np. jastrzębie.

Przystosowania do drapieżnictwa i obrony przed nim

Wzajemne oddziaływania w układzie drapieżnik-ofiara prowadzą do powstania nowych przystosowań u przedstawicieli obu gatunków. Są nimi m.in. ubarwienie ostrzegawcze albo maskujące, wyostrenie zmysłów wzroku, węchu, a także słuchu. U drapieżnych kręgowców pojawiły się cechy, które umożliwiają sprawne schwytanie ofiary i jej uśmiercenie (il. 3.24). Mogą to być kły, aparat jadowy (służący do produkowania i podawania jadu), pazury, silne kończyny umożliwiające szybki bieg czy wytrzymałość, która sprawia, że potrafią gonić ofiarę nawet kilka dni. Rozciągliwy przełyk pozwala drapieżnikom na połykanie dużych kęsów pokarmu, który trafia do dużego żołądka, a następnie – krótkiego jelita. Natomiast ofiary mają różne strategie obrony przed drapieżnikami (patrz s. 91).



3.23 Cykliczne zmiany w liczebności drapieżników i ich ofiar



3.24 Cechy drapieżnika na przykładzie bielika

Obrona przed drapieżnikami

Obrona mechaniczna – różne mechanizmy obronne potencjalnych ofiar, które utrudniają spotkanie, rozpoznanie, kontakt, obezwładnienie i spożycie



pancerz okrywający ciało – utrudnia dotarcie do jego miękkich części



życie w stadzie – kontakt z pojedynczym osobnikiem jest trudniejszy



aktywna ucieczka – dzięki silnym kończyom



kolce – utrudniają obezwładnienie



ubarwienie ochronne i kształty ciała – wtapiają w otoczenie i utrudniają dostrzeżenie



Barwy ostrzegawcze



żółte plamy na ciele salamandry są jak ostrzeżenie: „nie jedz mnie”

Obrona dźwiękowa



ostrzeganie innych przed niebezpieczeństwem, np. skrzek sójki

Obrona chemiczna – wydzielanie substancji chemicznych odstraszających napastników



cuchnąca wydzielina skunksów

Mimikra – upodabnianie niegroźnych gatunków do tych jadowitych; może dotyczyć kształtu, barwy ciała, wydzielanej woni czy wydawanego dźwięku



niegroźny wąż królewski (il. wyżej) doskonale naśladuje ubarwienia jadowitych węży koralowych (il. niżej)



muchówki z rodziny bzygowatych odstraszają swoim wyglądem – przypominają osy

Więcej na temat

Inne rodzaje oddziaływań antagonistycznych

Niekiedy oddziaływania antagonistyczne między organizmami nie są tak silne jak drapieżnictwo czy pasożytnictwo. Niektóre organizmy nie wpływają bowiem bezpośrednio na inne. Jednak zmieniając otoczenie wokół siebie, powodują, że inne organizmy nie mogą się w nim rozwijać. Przykładem może być oddziaływanie grzybów na bakterie, m.in. pędzlak produkujący antybiotyk – penicylinę – hamuje rozwój bakterii.

Budowa tam i żeremi przez bobry przyczynia się do zmiany stosunków wodnych w okolicy i warunków siedliskowych. Może więc wpływać na skład gatunkowy danego siedliska, np. ryb w rzekach czy bezkręgowców żyjących na ich dnie.



Na szalce z hodowlą bakteryjną kolonie bakterii w pobliżu grzybnii pędzla rosną słabiej i nie produkują barwnika. Zostały porażone przez wydzielaną przez grzyb penicylinę



Budowa tamy na rzece sprawia, że powstaje na niej staw, w którym zostaje spowolniony przepływ wody. W takich bobrowych stawach jest mniej gatunków bezkręgowców typowych dla dna rzeki

W skrócie

- Roślinożerność i drapieżnictwo są przykładami oddziaływań antagonistycznych między organizmami w biocenozie.
- Roślinożerność to oddziaływanie, w którym roślinożerca odnosi korzyść, a rośliny są narażone na straty.
- Drapieżnictwo jest zależnością, w której zwierzę poluje na inny organizm i zabija go.
- Zarówno roślinożercy, jak i drapieżniki mają cechy, które umożliwiają im odżywianie się określonym rodzajem pokarmu. Ofiary natomiast mają cechy, dzięki którym bronią się przed zjadaniem.

Czy już umiesz? Sprawdź się!

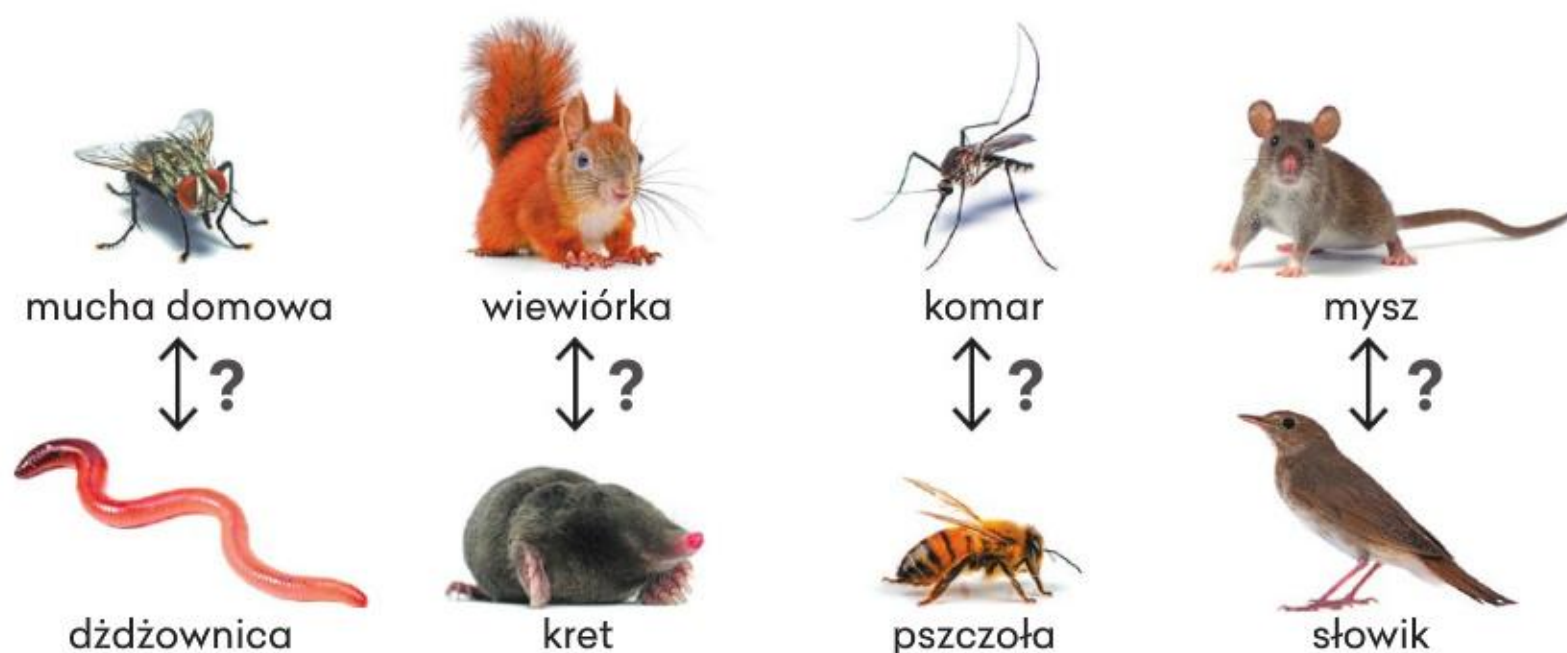
- 1 Podaj przykłady drapieżnictwa.
- 2 Wymień kilka cech umożliwiających:
 - a) kotu prowadzenie drapieżnego trybu życia,
 - b) zającowi obronę przed wrogiem.
- 3 Zaproponuj grę symulującą oddziaływania drapieżnika i ofiary. Ustal jej zasady tak, by odtwarzała mechanizmy funkcjonujące w przyrodzie.
- 4 W dostępnych, wiarygodnych źródłach poszukaj informacji o wydrze morskiej. Jaki wpływ na ekosystemy mórz północnego Oceanu Spokojnego miał ogromny spadek liczebności tego drapieżnika? Przygotuj prezentację na ten temat.

3.4 Przykłady oddziaływań nieantagonistycznych

Podejmij temat

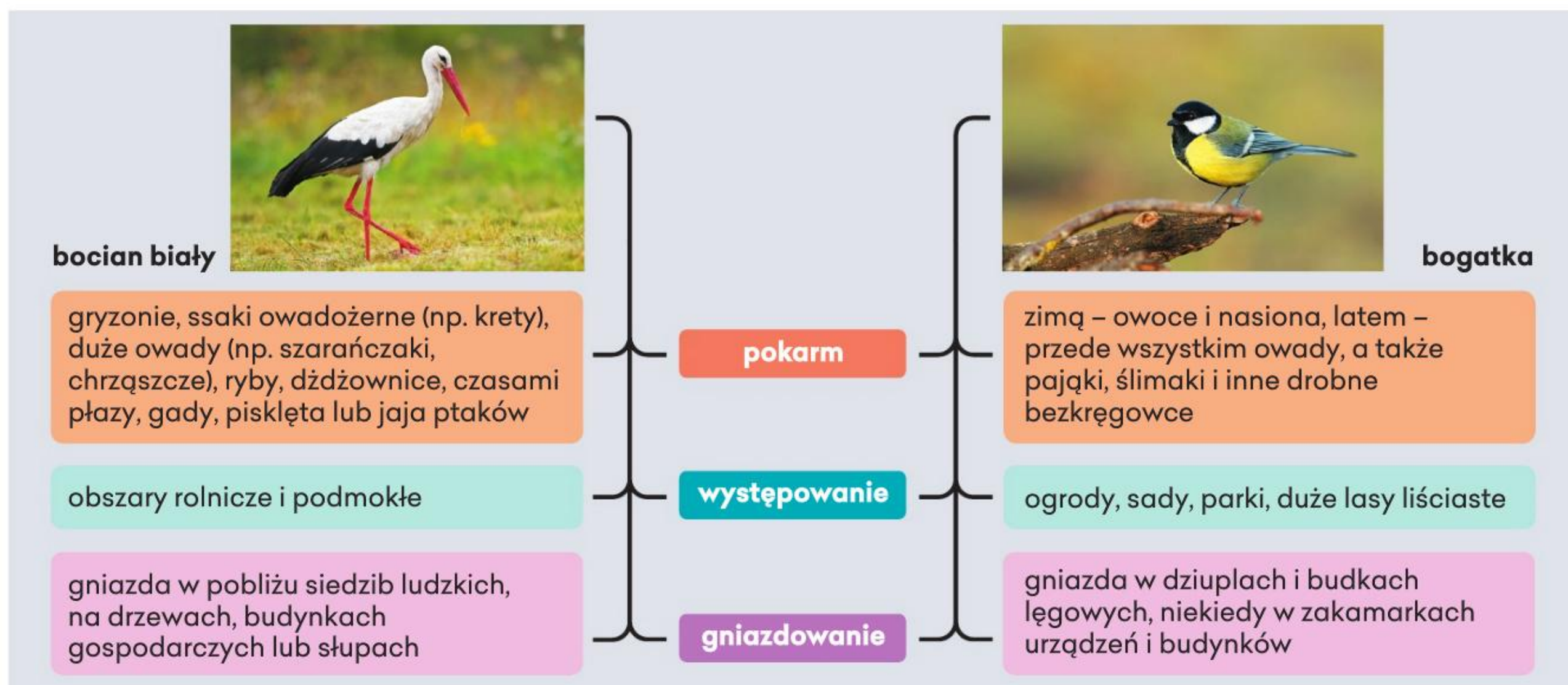


Czy wskazane w parach organizmy oddziałują na siebie? Uzasadnij swoje zdanie.



Neutralizm – gatunki żyją obok siebie

Brak jakiegokolwiek oddziaływania między gatunkami to **neutralizm** – działalność jednego gatunku nie wpływa na życie drugiego i odwrotnie. Zjawisko to w przyrodzie jest rzadkie. Zachodzi tylko wówczas, gdy liczebność gatunków na danym obszarze nie jest zbyt duża i pożywienia jest pod dostatkiem albo gatunki mają odmienne wymagania pokarmowe i różnią się wymogami dotyczącymi warunków potrzebnych do życia. Przykładem relacji dwóch gatunków, które nie konkurują ze sobą, są np. bocian biały i bogatka (il. 3.25). Warto pamiętać jednak, że czasem może dochodzić do wpływu jednego gatunku na drugi poprzez inne organizmy, np. wspólne pasożyty.



3.25 Bocian biały i bogatka mają odmienne wymagania życiowe

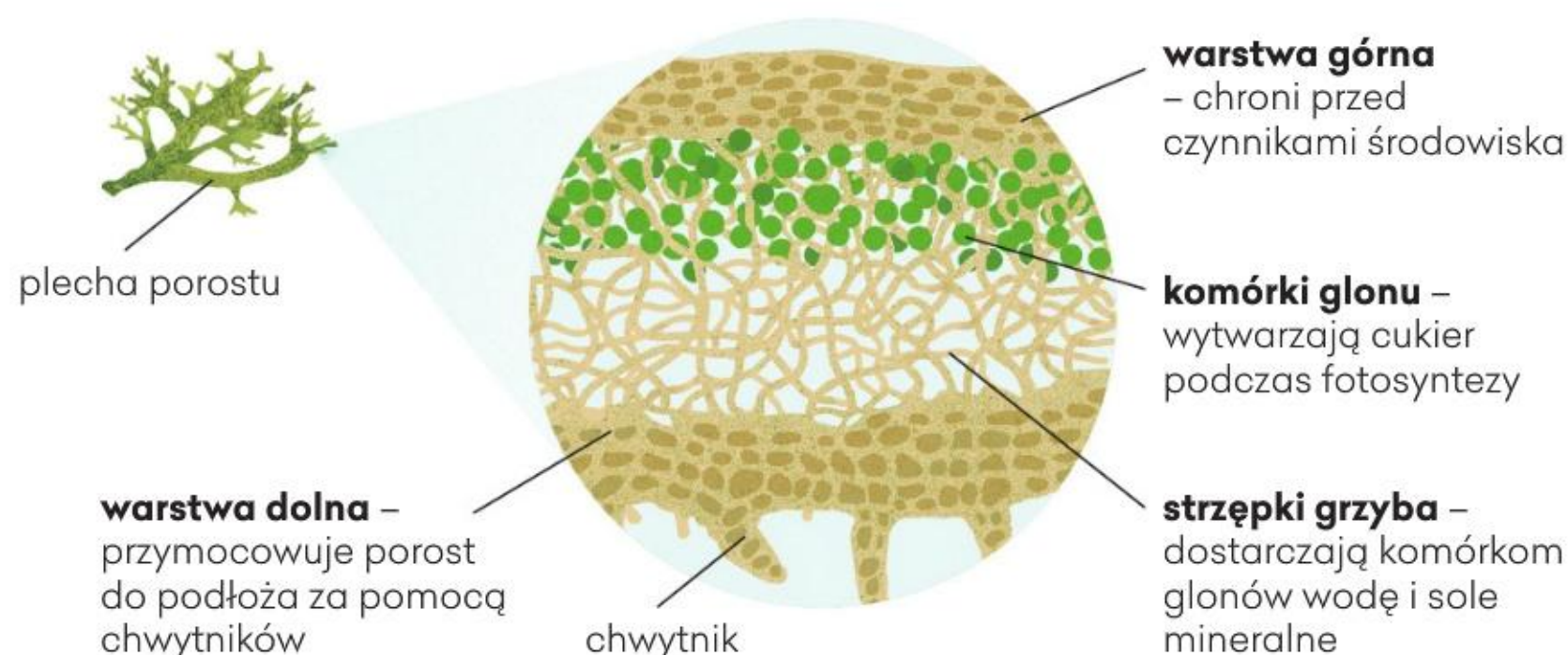


3.27 Termity odżywiające się drewnem żyją w symbiozie z protistami lub grzybami. Symbionty zamieszkują ich przewód pokarmowy

Symbioza – gatunki nie mogą bez siebie żyć

Kiedy populacje 2 gatunków oddziałują na siebie korzystnie i bez tej współpracy nie jest możliwe życie żadnego z partnerów, zachodzi **symbioza** lub **mutualizm obligatoryjny**. Jest to związek trwający stosunkowo długo, w którym co najmniej 2 różne gatunki żyją w bliskim sąsiedztwie.

Typowym przykładem symbiozy są **porosty**. Ich plecha składa się co najmniej z 2 elementów: cudzożywnych grzybów i samożywnych glonów – mikroskopijnych roślin (zielenic) czy bakterii (sinic) (il. 3.26). Glony dostarczają grzybom witamin i związków węgla, które stanowią źródło energii. Natomiast grzyby glonom – wody i związków mineralnych. Ponadto chronią je przed niekorzystnymi warunkami środowiska, zwłaszcza przed wysychaniem i nadmiarem światła. Oba organizmy łącznie tworzą kwasy porostowe i inne związki pomagające im przetrwać w trudnych warunkach.



3.26 Grzyby i glony funkcjonują jak jedna całość i wówczas dużo skuteczniej rozwijają się i opanowują środowisko

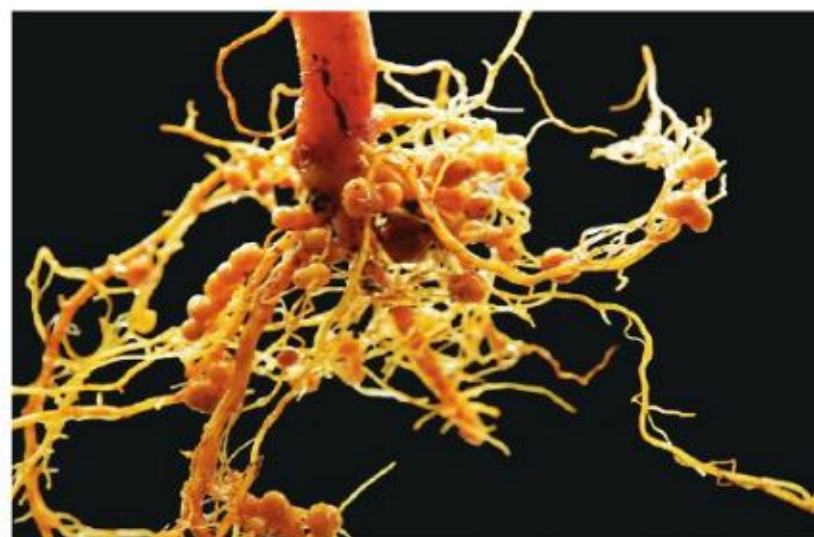
Zależności mutualistyczne łączą też termity i wiciowce (typ protistów), które rozkładają celulozę (il. 3.27). W symbiozie z bakteriami i grzybami rozkładającymi celulozę żyją również przeżuwacze. Symbionty zamieszkują ich żołądki.

Więcej na temat

Różne definicje symbiozy

Nazwa symbioza powstała w wyniku połączenia przedrostka *syn* – (gr.) z, razem, wspólnie; i słowa *bios* – (gr.) życie. Oznacza ścisły związek pomiędzy 2 gatunkami utrwalony przez ewolucję. W podręczniku opisujemy symbiozę jako oddziaływanie nieantagonistyczne i używamy tego pojęcia jako synonim mutualizmu obligatoryjnego przynoszącego współżyjącym gatunkom korzyści. Jednak niektórzy biolodzy traktują symbiozę szerzej – jako wspólne życie gatunków, które może być także antagonistyczne czy neutralne. Takie podejście do symbiozy zaproponował w XIX w. niemiecki botanik Anton de Bary. Wzajemne zależności współżyjących ze sobą organizmów mogą się zmieniać. Czasami symbiont, który odnosi większe korzyści, może okazać się pasożytem i doprowadzić nawet do śmierci swojego partnera.

Innym przykładem mutualizmu jest **mykoryza**, czyli współżycie roślin nasiennych z grzybami, w którym grzybnia wchodzi w ścisły związek z korzeniami roślin. Grzyby wspomagają roślinę w pobieraniu wody i soli mineralnych i korzystają z produktów jej fotosyntezy. Organizmami mykoryzowymi są np. dęby i borowiki. Częstym zjawiskiem jest także symbioza mikroorganizmów z roślinami nasennymi. Bakterie brodawkowe mają zdolność wiązania azotu atmosferycznego potrzebnego roślinom. Współżyją one z roślinami z rodziny bobowatych: fasolą, grochem, łubinem (il. 3.28) lub seradelą, które dzięki temu mogą rosnąć na podłożach ubogich w azot. Dostarczają im azotu, a same korzystają z wyprodukowanych przez nie związków organicznych.



3.28 Bakterie brodawkowe (zdjęcie po prawej) tworzą na korzeniach łubinu brodawki różnego kształtu i wielkości

Protokooperacja – współpraca gatunków jest korzystna, ale nie niezbędna

Zjawisko współdziałania 2 gatunków w taki sposób, że oba czerpią wymierne korzyści, ale potrafią się też bez nich obejść, to **protokooperacja** albo inaczej: **mutualizm fakultatywny**. Jest to dość luźny związek. Jego przykładem może być zależność między mszycami a mrówkami (il. 3.29). Mrówki korzystają ze spadzi – gęstej cieczy bogatej w cukry, którą wydalają mszyce odżywiające się sokami roślin. Dla mrówek spadz jest ważnym źródłem pokarmu. Z kolei mszyce są chronione przed naturalnymi wrogami i przenoszone na te części roślin, gdzie produkcja spadzi jest największa. Inne przykłady to współżycie raka pustelnika z ukwiałem (il. 3.30), a także bąkojadów żółtodziobych z nosorożcami i bawołami afrykańskimi (il. 3.31).



3.29 Mrówki i mszyce odnoszą korzyści ze swojej współpracy, ale mogą też funkcjonować bez siebie



3.30 Pustelnik chroni się w pustej muszli ślimaka, często z osiadłym na niej ukwiałem



3.31 Bąkojady żółtodziobe oczyszczają skórę dużych ssaków z larw bąków i kleszczy



3.32 Różanka podczas tarła

Komensalizm – gatunki odnoszą korzyści, nie szkodząc sobie

Komensalizm to zależność, w której jeden z partnerów – **komensal** – osiąga korzyści ze współżycia, ale sam nie wywiera ani dodatniego, ani ujemnego wpływu na drugiego partnera – **gospodarza**. Ten zapewnia komensalowi warunki sprzyjające, a niejednokrotnie konieczne do jego pełnego rozwoju. Czyni to w sposób następujący:

- przekształca produkty pokarmowe w przyswajalne dla komensala, przykładowo owady żyjące w ptasich gniazdach odżywiają się resztkami pokarmu gospodarzy;
- produkuje niezbędne do rozwoju komensala substancje wzrostowe, przykładowo witaminy stymulujące wzrost partnerów;
- dostarcza pożywienia, zapewnia obronę i schronienie.

Ta ostatnia forma komensalizmu jest nazywana także **współbiesiadnictwem**. Przykładowo niektóre płazińce są przyczepione do skrzeli skrzypłoczy (patrz il. 2.10). Dzięki temu mają zapewniony transport, ochronę i pożywienie, ale nie czynią szkody gospodarzowi. Innym przykładem jest ryba remora. Ma specyficzną budowę płetw, która umożliwia jej przyczepianie się do dużych ryb i dzięki temu sprawne przemieszczanie.

Wiele chrząszczy żyje w mrowiskach i termitierach. Słodkowodna ryba różanka składa ikrę w skrzelach małży (il. 3.32). Dzięki temu narybek ma zapewnioną ochronę w pierwszych dniach życia. Później opuszcza ciało gospodarza i nie wyrządza mu żadnej szkody. Liczne gatunki zwierząt zamieszkują ciała gąbek i zakątki rafy koralowej (il. 3.33). Wiele gatunków „sprząta” resztki pokarmu pozostawione przez drapieżniki. Przykładowo ryba pilot (systematyczna nazwa: przynawek retman) zjada resztki pozostawione przez rekiny (il. 3.34), a sępy ucztuja na szczątkach ofiar lwa (il. 3.35).



3.33 Między parzydełkami ukwiatów mieszkają błazenki – w ten sposób zapewniają sobie ochronę



3.34 Przynawki korzystają z resztek pożywienia rekina, dla którego ich obecność jest obojętna



3.35 Sępy odżywiają się pozostałościami ofiar lwów

Do komensalizmu zalicza się również niektóre zależności pomiędzy roślinami a zwierzętami. Na przykład owocostan łopianu przemieszcza się przyczepiony do sierści ssaków. Dzięki temu zwiększa się zasięg występowania tego gatunku. Niektóre ptaki budują gniazda w koronach drzew, korzystając ze schronienia wśród listowia. Roślinie zachowania te nie przynoszą korzyści ani strat.

W skrócie

- Przykładami zależności nieantagonistycznych są: symbioza (mutualizm obligatoryjny), protokooperacja (mutualizm fakultatywny) i komensalizm (współbiesiadnictwo).
- Symbioza to ścisła zależność 2 gatunków (partnerów), które czerpią ze współżycia obustronne korzyści. Ich samodzielne życie nie jest możliwe.
- Protokooperacja to współżycie 2 gatunków, które czerpią obustronne korzyści, ale mogą także funkcjonować niezależnie od siebie.
- Komensalizm to zależność, w której komensal czerpie korzyści ze współżycia z gospodarzem, a dla gospodarza ten związek jest obojętny.

Czy już umiesz? Sprawdź się!

- 1 Wyjaśnij, czym charakteryzuje się neutralizm. Podaj przykłady populacji gatunków neutralnych.
- 2 Wymień rodzaje oddziaływań nieantagonistycznych między różnymi gatunkami i podaj po 1 przykładzie każdego z nich.
- 3 Na czym polega komensalizm? Wskaż przykłady tego typu relacji.
- 4 Podaj 3 przykłady związków symbiotycznych.

3.5 Zależności pokarmowe w ekosystemie

Podejmij temat



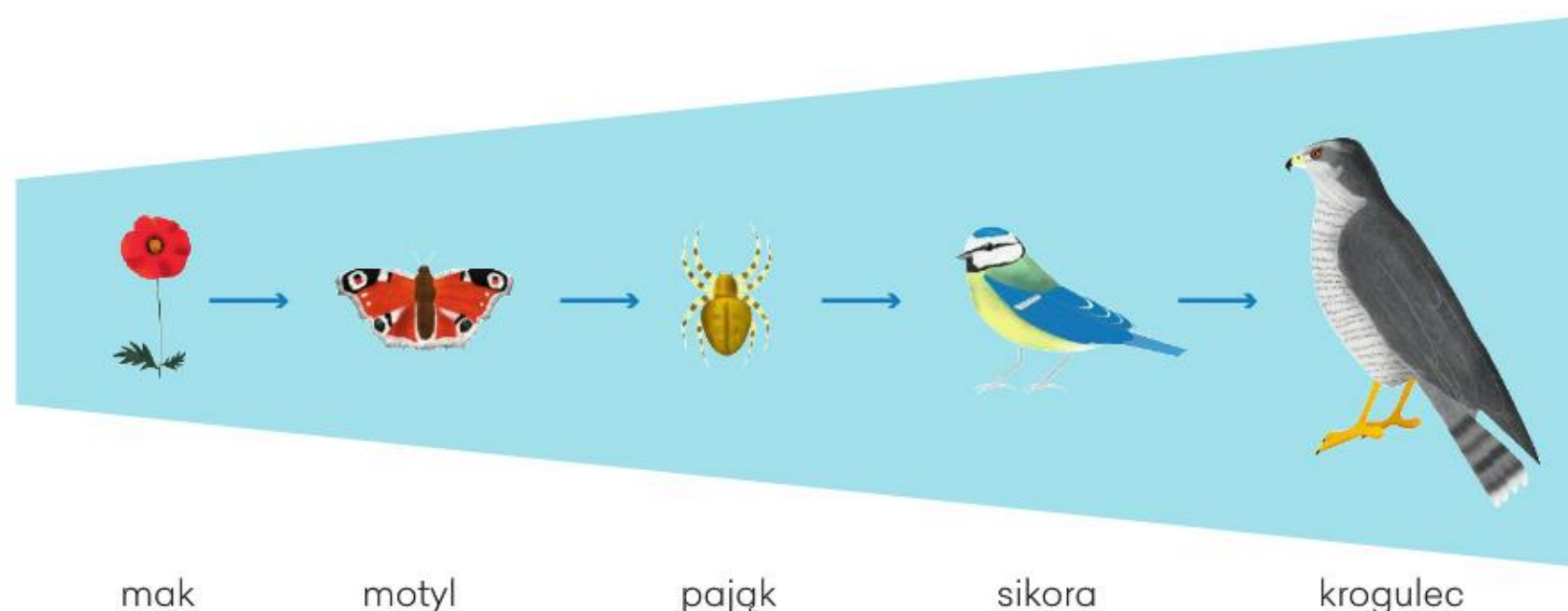
Czym się żywi bażant? Jak myślisz, od czego zależy rodzaj pokarmu, jakim odżywiają się ptaki?



Łańcuch pokarmowy – szereg organizmów ustawionych według kolejności zjadania jednych przez drugie.

Kto co zjada, czyli łańcuch pokarmowy

Wśród organizmów tworzących biocenozę w ekosystemie znajdują się organizmy samożywne, które same wytwarzają pokarm, a także cudzożywne – odżywiające się innymi. Jeśli ustawimy organizmy według kolejności zjadania jednych przez drugie, to otrzymamy **łańcuch pokarmowy** (il. 3.36).



3.36 Łańcuch pokarmowy

Poziomy troficzne

Pierwszymi ogniwami w łańcuchach pokarmowych są organizmy samożywne, np. rośliny. Wykorzystują one energię promieniowania słonecznego i wytwarzają („produkuja”) substancje organiczne, dlatego są nazywane **producentami**. Dalszymi ogniwami są zwierzęta, które odżywiają się roślinami lub innymi zwierzętami. Konsumują one substancje organiczne w gotowej postaci i są nazywane **konsumentami**.

W zależności od miejsca, jakie konsumenci zajmują za producentami, określa się ich jako konsumentów I, II, III lub IV rzędu. Konsumentami I rzędu są roślinożercy, konsumentami II rzędu – drapieżniki zjadające roślinożerców. Te z kolei stają się pokarmem dla konsumentów III rzędu (tab. 3.2).

Poszczególne ogniwa łańcucha są też określane jako poziomy troficzne (gr. *trofia* – żywność, pożywienie). Producenci stanowią pierwszy poziom troficzny, a konsumenci – następne poziomy. Każdy kolejny wykorzystuje energię i materię zawarte w ciałach organizmów poprzedniego poziomu. Z tego powodu strzałka w łańcuchach pokarmowych jest skierowana od organizmu zjadanego w stronę organizmu zjadającego.

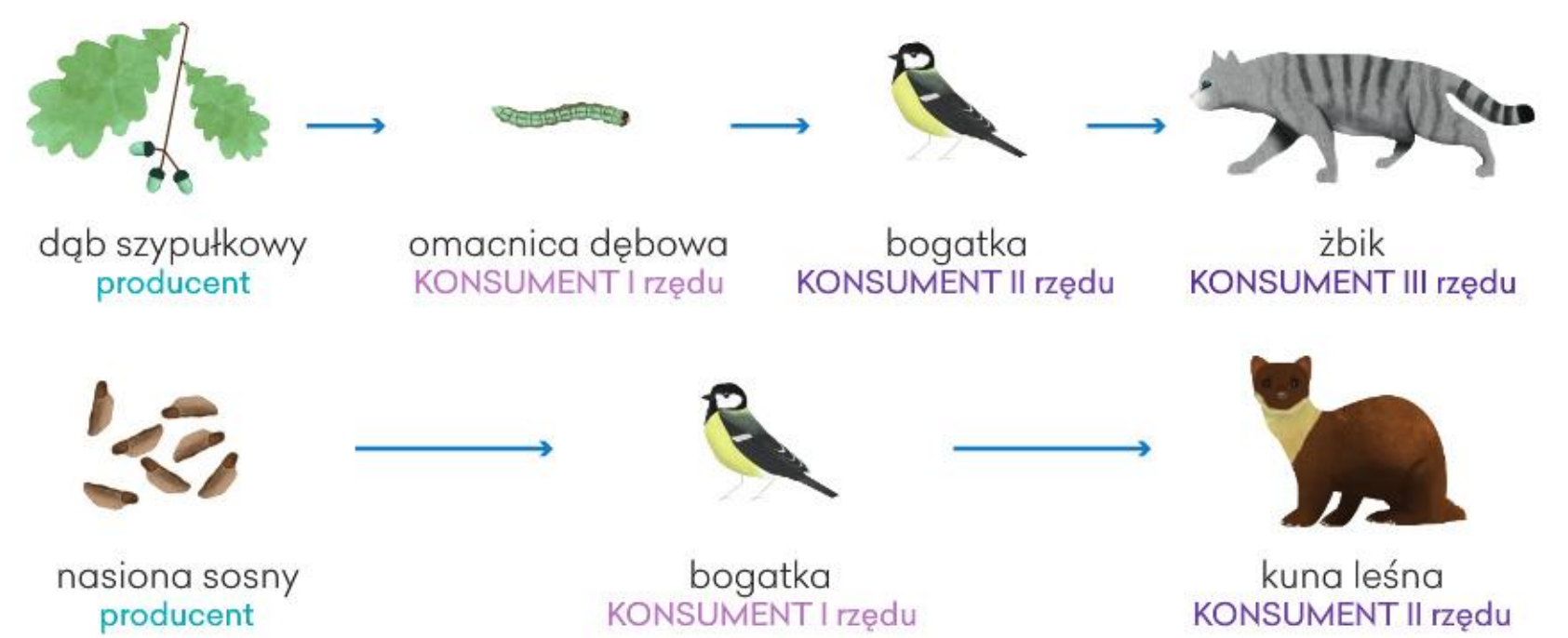
Tab. 3.2 Przykłady łańcuchów pokarmowych

Poziomy troficzne			
Producenci	Konsumenci		
	I rzędu	II rzędu	III rzędu
• drzewa • byliny	• roślinożerne larwy owadów	• owadożerne ptaki	• drobne ptaki szponiaste • drapieżne ssaki
• glony	• drobne skorupiaki • mięczaki • larwy owadów	• drobne ryby drapieżne	• duże ryby drapieżne

Zależności pokarmowe są złożone

Łańcuchy pokarmowe nie oddają złożoności zależności pokarmowych w przyrodzie. Większość organizmów odżywia się bowiem pokarmem urozmaiconym.

Sikora bogatka zje nie tylko pająka, ale także gąsienicę motyla, a zimą nie pogardzi nasionami roślin. W zależności od spożywanego pokarmu będzie więc w łańcuchu pokarmowym konsumentem III rzędu, II rzędu albo I rzędu – gdy jej pożywieniem będą rośliny (il. 3.37). Żbik poluje przeważnie na gryzonie i drobne ptaki, ale sporadycznie może zjadać także owady.



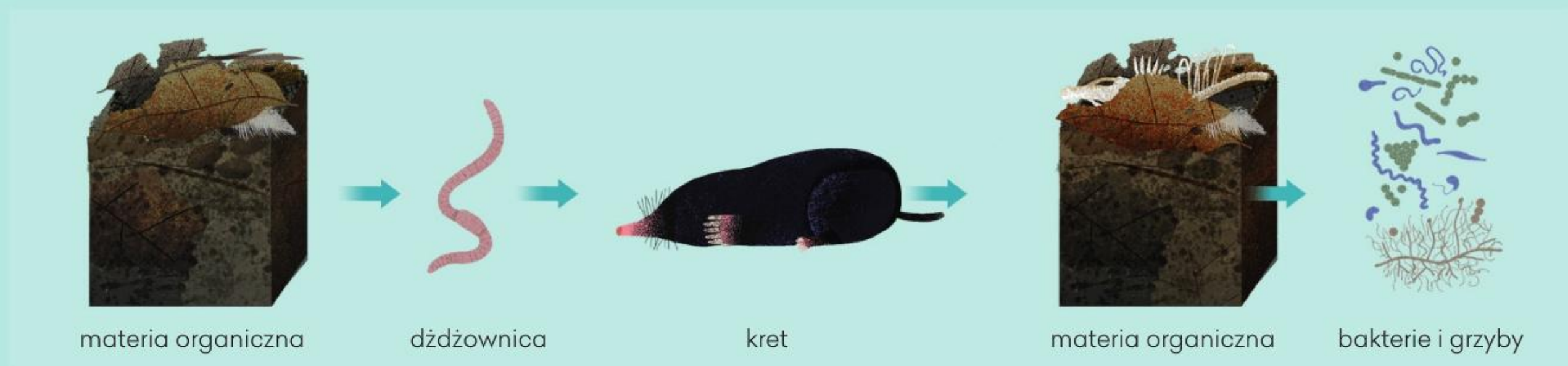
3.37 Łańcuchy zależności pokarmowych

Zależności pokarmowe lepiej opisują **sieci pokarmowe** (il. 3.38), gdyż tylko nieliczni roślinożercy czy niewiele drapieżników specjalizuje się w jednym typie pokarmu.

Więcej na temat

Czy tylko producenci mogą być pierwszym poziomem troficznym?

Omówione wcześniej łańcuchy pokarmowe, w których pierwszym ogniwem są producenci, np. rośliny, określa się jako **łańcuchy spasilania**. Oprócz nich wyróżnia się także **łańcuchy detrytusowe** (łac. *detritus* – rozdrobniony). Pierwszym poziomem troficznym są w nich szczątki roślin i zwierząt, czyli martwa materia organiczna (detrytus), a ostatnim bakterie i grzyby, które uwalniają do środowiska proste związki nieorganiczne.



Przykładowy łańcuch detrytusowy

W skrócie

- W zależności od sposobu odżywiania organizmy można podzielić na 3 poziomy troficzne: producentów, konsumentów i destrucentów.
- Producenci to organizmy samożywne, które produkują materię organiczną w procesie fotosyntezy.
- Konsumenty to organizmy cudzożywne, które odżywiają się gotową materią organiczną wyprodukowaną przez inne organizmy. Zaliczamy do nich wszystkich roślinożerców, drapieżniki, pasożyty (w tym pasożytnicze grzyby i rośliny) i organizmy odżywiające się martwą materią organiczną.
- Destruenci są organizmami odżywiającymi się martwą materią organiczną pochodzenia roślinnego, grzybowego i zwierzęcego. Powodują one jej rozkład do prostych związków mineralnych.

Czy już umiesz? Sprawdź się!

- 1 Wymień przykładowego producenta, konsumenta, destruenta z ekosystemu ogrodu.
- 2 Podaj przykład łańcucha pokarmowego z ekosystemów:
a) lasu, b) łąki, c) stawu.
- 3 Zapisz 3 różne łańcuchy pokarmowe, których częścią będą:
a) lis, b) szczupak, c) człowiek.

3.6 Obieg materii i przepływ energii

Podejmij temat



Czy na podstawie analizy ilustracji zgodzisz się ze stwierdzeniem, że każdy organizm czerpie energię ze Słońca? Uzasadnij swoją odpowiedź.



Struktura ekosystemu

Ekosystemy zajmują obszary różnej wielkości. W dużej mierze to rośliny decydują o ich specyfice, mimo że zwykle liczba gatunków roślin w biocenozie jest mniejsza niż liczba gatunków zwierząt. Mało widoczną część biocenozy stanowią grzyby, protisty i bakterie, które jednak odgrywają ogromną rolę w ekosystemie. **Roślinność zazwyczaj tworzy w ekosystemie warstwy.** Na przykład w leśnym wyróżnia się warstwy: koron drzew, podszytu, runa leśnego i ściółki.

W każdym ekosystemie występują **poziomy troficzne**, które opisano już w poprzednim temacie:

- producenci,
- konsumenci,
- destruenci.

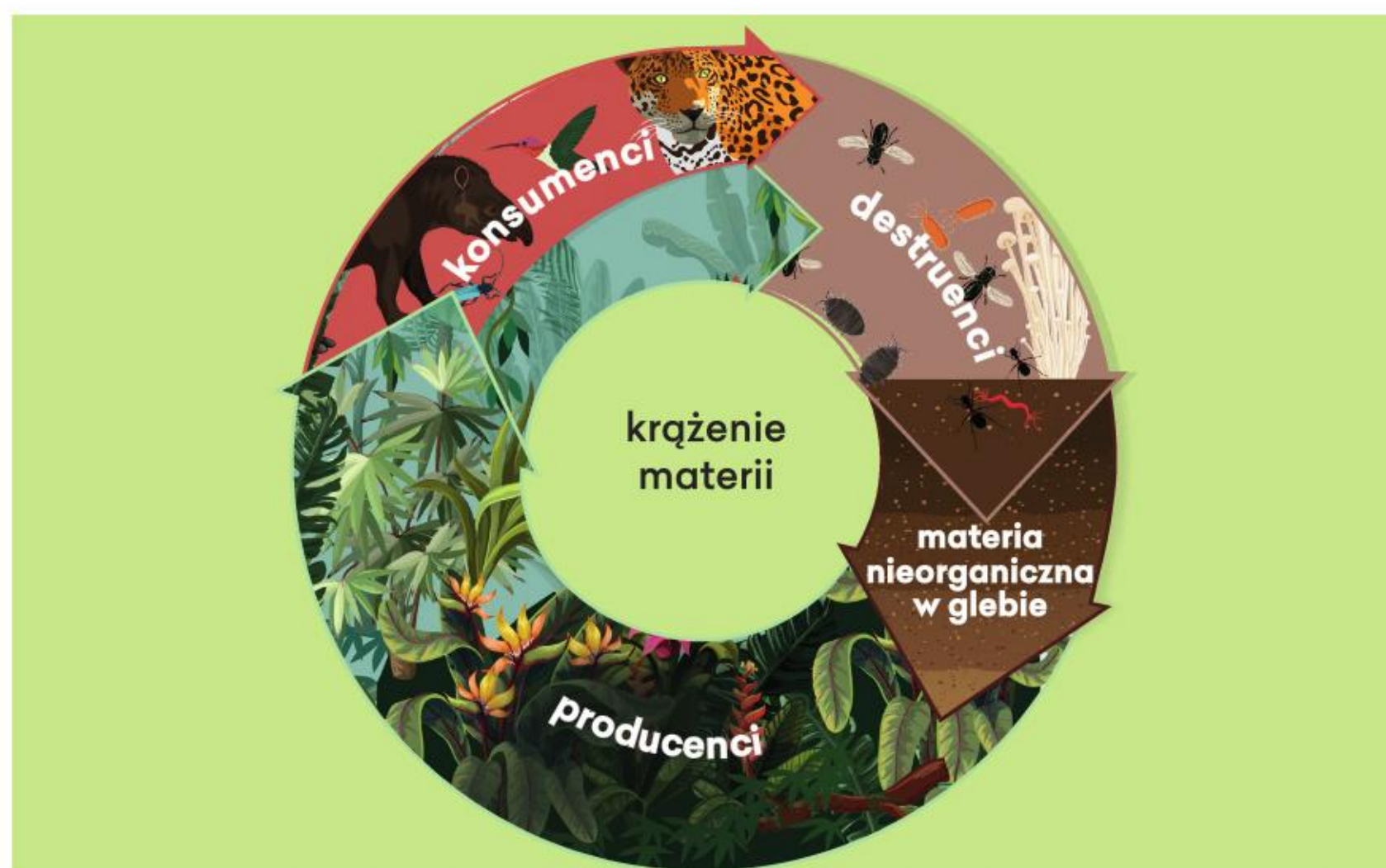
Istniejące między nimi **zależności pokarmowe** można przedstawić nie tylko w postaci łańcuchów pokarmowych, ale także za pomocą **piramidy ekologicznej** (il. 3.39). Jej podstawę – najniższy poziom troficzny – stanowią producenci (rośliny). Organizmy te wykorzystują do fotosyntezy energię słoneczną i produkują największą ilość materii organicznej, która stanowi pokarm dla pozostałych organizmów. Wyższy poziom troficzny tworzą zwierzęta roślinożerne, czyli konsumenci I rzędu, a jeszcze wyższe poziomy – drapieżniki będące konsumentami II i wyższych rzędów. Piramida ekologiczna służy do przedstawiania **struktury troficznej** ekosystemu. Za jej pomocą są prezentowane takie dane, jak **ilość zmagazynowanej energii na poszczególnych poziomach troficznych, liczba osobników lub też ich masa na poszczególnych poziomach**, nazywana biomasą.



3.39 Piramida ekologiczna – graficznie przedstawiona struktura troficzna ekosystemu

Funkcjonowanie ekosystemu – krążenie materii

Rośliny wytwarzają materię organiczną ze związków nieorganicznych podczas fotosyntezy. Jako pokarm trafia ona do konsumentów (roślinożerców, drapieżników i pasożytów). Ci pozyskują z niej energię potrzebną do życia. Materia wbudowana w ich ciała jest wykorzystywana przez destruentów, którzy rozkładają ją do prostych związków mineralnych. Te trafiają do gleby lub wody i znowu mogą być dostępne dla roślin (producentów). Dlatego mówimy o **krążeniu materii** w ekosystemie. Odbywa się ono w **obiegu zamkniętym** (il. 3.40). Sprawnie funkcjonujący i bogaty ekosystem nie potrzebuje dopływu materii z zewnątrz, gdyż ona ciągle w nim krąży.



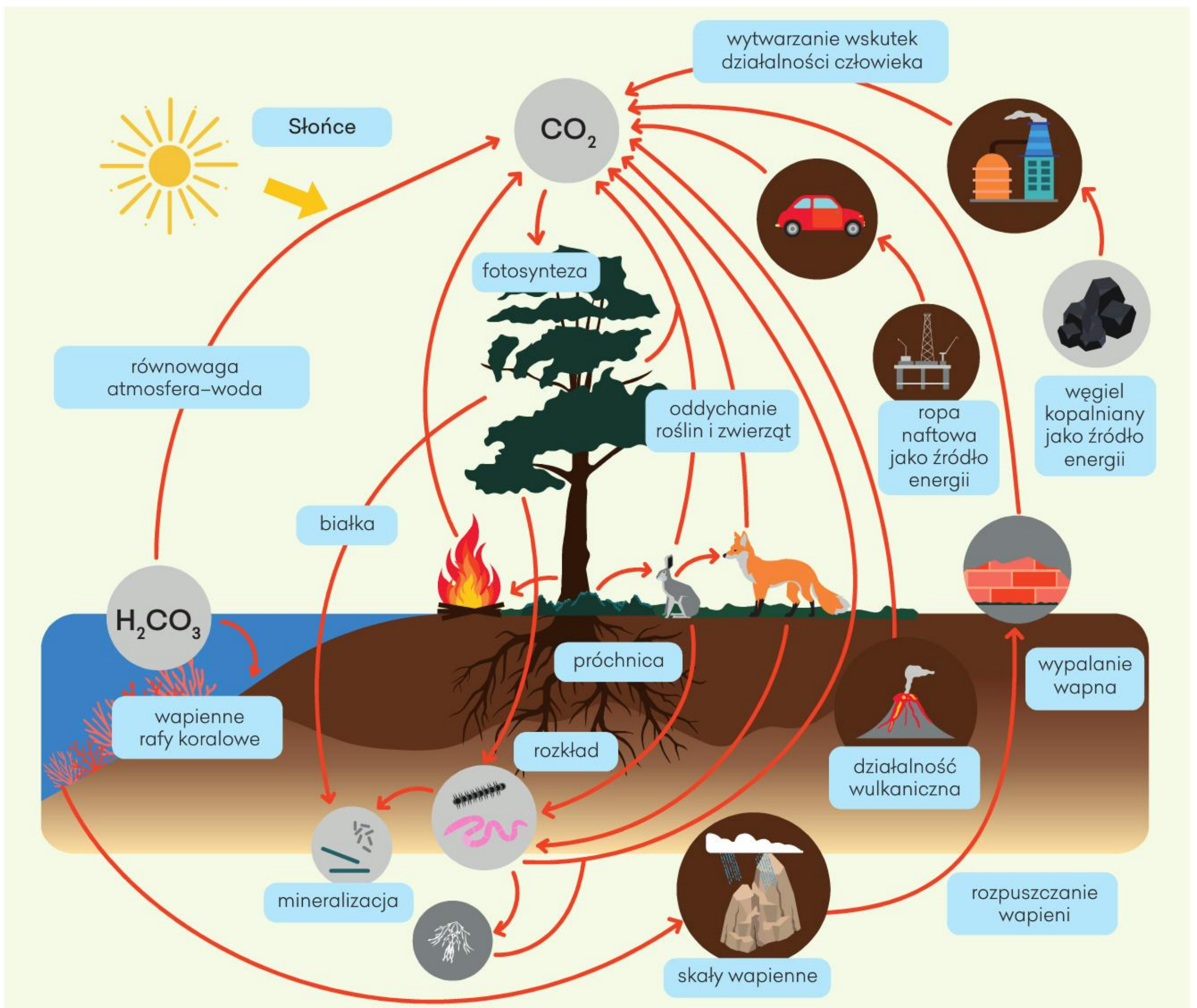
3.40 Krążenie materii w ekosystemie

Krążenie pierwiastków w przyrodzie

Pierwiastki na Ziemi znajdują się w ciągłym obiegu – krążą między środowiskiem nieożywionym a organizmami. W wyniku procesów biochemicznych i fizykochemicznych są stale przemieszczane i wbudowywane w różne związki. Odbywa się to w cyklach zamkniętych, choć czasami niewielkie ich ilości odkładają się w osadach głębinowych.

Obieg pierwiastków w przyrodzie jest warunkiem istnienia organizmów. W materii organicznej tworzącej ich ciała najważniejsze pierwiastki to: węgiel, tlen, wodór, azot, siarka i fosfor. Ze względu na tę rolę są one nazywane **biogennymi**. Węgiel krąży w ekosystemach głównie dzięki procesom fotosyntezy i oddychania. Wchodząc w skład dwutlenku węgla (CO_2), jest składnikiem powietrza atmosferycznego, ale najwięcej jest go w wodach mórz i oceanów. Rośliny lądowe i rośliny wodne nieustannie pobierają dwutlenek węgla i zużywają w procesie fotosyntezy. Pewna jego część wraca do atmosfery podczas oddychania organizmów.

Zasoby węgla zgromadzone w roślinach (w postaci węglowodanów, białek i tłuszczów) stanowią pokarm dla innych organizmów i służą do budowy ich ciała oraz są wykorzystywane w procesach metabolicznych. Znaczne ilości węgla pozostają w szczątkach roślin i zwierząt. Ich rozkład i mineralizacja prowadzą w końcowej fazie do uwolnienia dwutlenku węgla. W obiegu węgla uczestniczy również część zasobów tego pierwiastka zmagazynowana w formie węglanów w skałach osadowych. Naturalny obieg węgla zakłóca działalność człowieka (il. 3.41), który do uzyskiwania energii wykorzystuje takie złoża kopalne, jak węgiel kamienny, węgiel brunatny czy ropa naftowa. W wyniku spalania tych surowców do atmosfery trafiają dodatkowe ilości dwutlenku i tlenku węgla.



3.41 Schemat obiegu węgla w przyrodzie

Funkcjonowanie ekosystemu – przepływ energii

Energia przepływa jednokierunkowym strumieniem przez ekosystem (il. 3.42). Jej pierwotnym źródłem jest Słońce. Rośliny wykorzystują do fotosyntezy tylko część docierającej do nich energii słonecznej – reszta ulega rozproszeniu. Przy udziale energii wytwarzają materię organiczną. Jednak ponad połowę z niej zużywają w procesie oddychania tlenowego. Tracą ją też w postaci ciepła. Jedynie część przyswojonej energii zostaje zmagazynowana w ciele rośliny i stanowi podstawę pożywienia zwierząt roślinożernych oraz patogenów roślin.

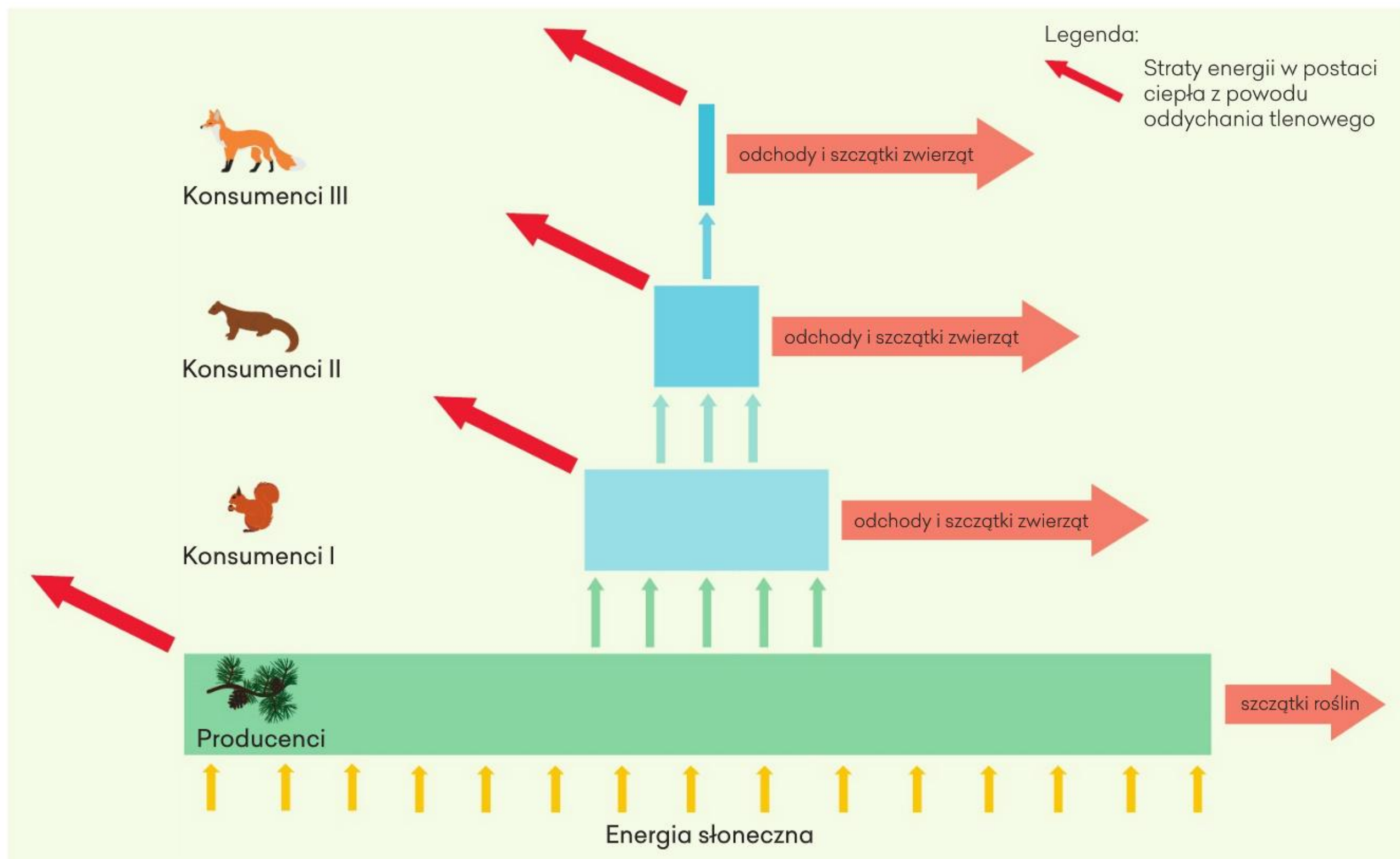
Również na wyższych poziomach troficznych większość energii pozyskana w pożywieniu jest zużywana na podtrzymanie procesów życiowych i tracona w postaci ciepła, a także usuwana z organizmu w postaci odchodów. Na każdym poziomie troficznym straty energii są znaczące, dlatego na kolejnych poziomach zmniejsza się liczba konsumentów. Jest to konieczne do tego, aby wystarczyło dla nich pożywienia na zaspokojenie ich potrzeb energetycznych.

Kolejność ogniw łańcucha pokarmowego jest ściśle określona. Producenci wykorzystują energię świetlną i magazynują ją, budując swoje ciała. Gdy rośliny stają się pokarmem, energia jest przekazywana konsumentom. Dlatego mówi się o **przepływie energii**, a nie o jej obiegu. Dzięki temu przepływowi w ekosystemie może krążyć materia.

Ciekawe!



Miasta to sztuczne ekosystemy, w których konsumenci zdecydowanie przeważają nad producentami. Z tego powodu mieszkańcy miast muszą pozyskiwać energię z innych ekosystemów.



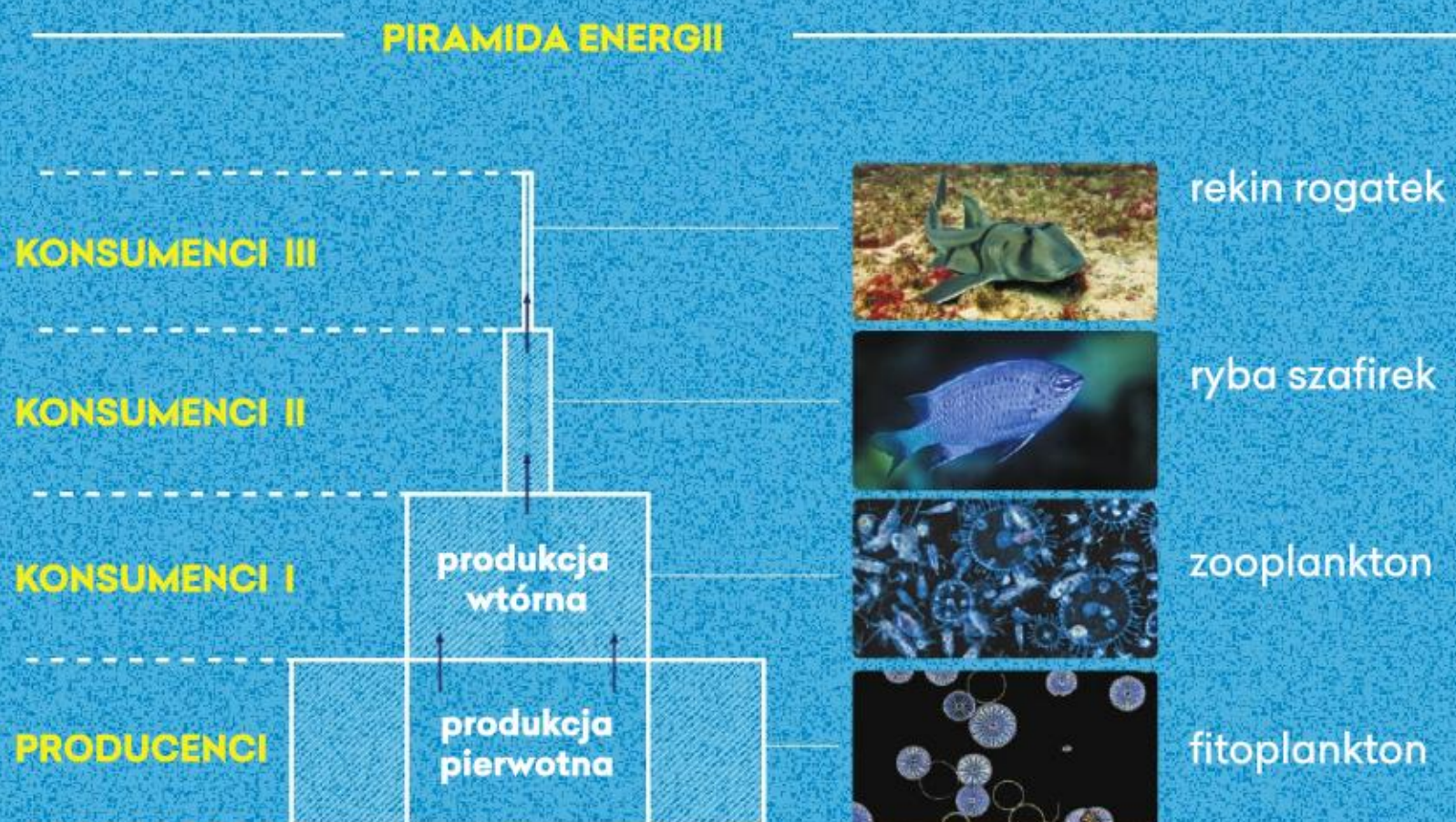
3.42 Przepływ energii przez ekosystem



Produktywność ekosystemów

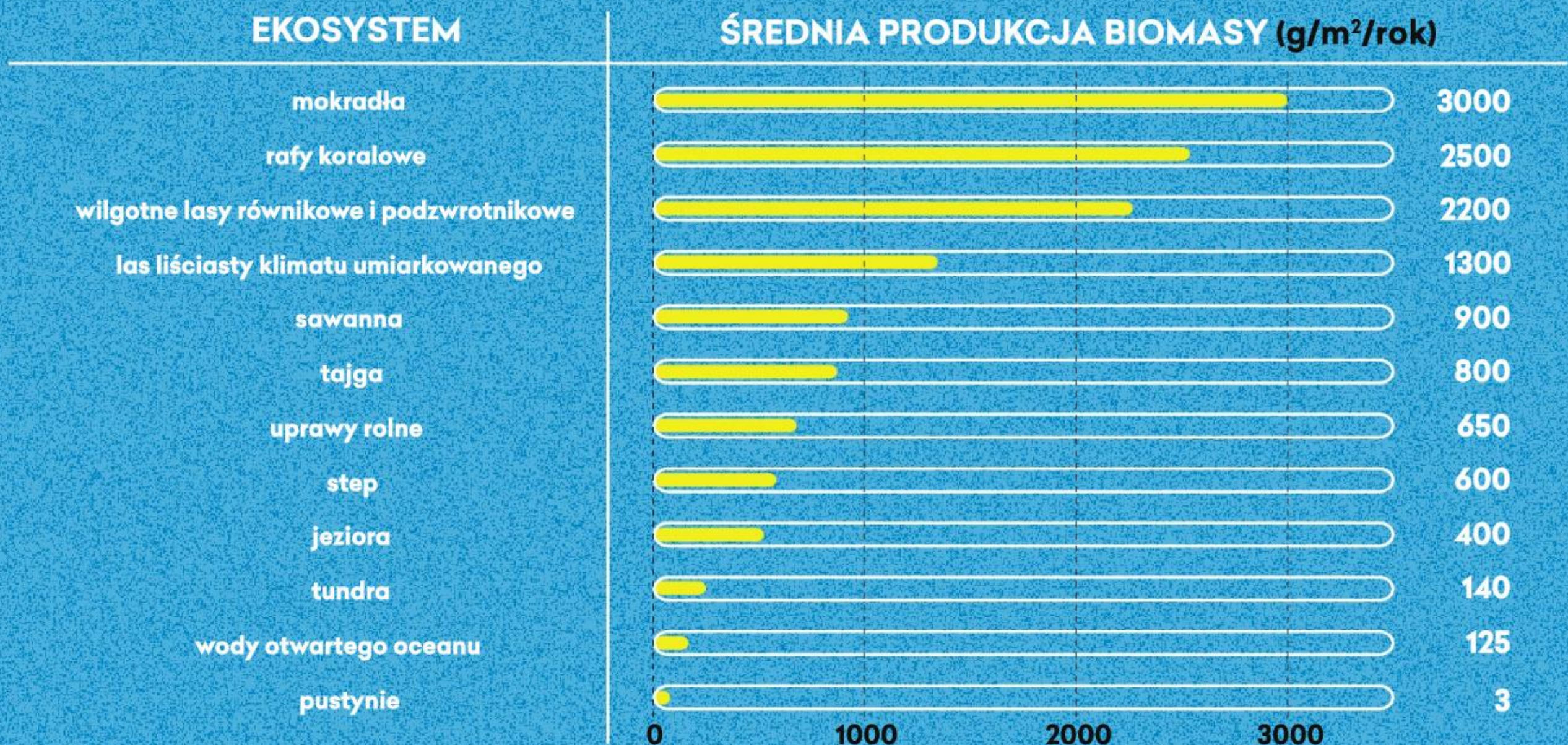
Ekosystemy w zależności od różnorodności występujących w nich gatunków i zagęszczenia ich populacji mają różną **produktywność**, czyli **tempo powstawania w nich nowej biomasy** (inaczej tempo przybywania materii organicznej). Przy określaniu produktywności ekosystemu często nawiązuje się do pojęcia **produkcji pierwotnej**, czyli ilości materii organicznej wytwarzanej przez producentów na danej jednostce powierzchni (m^2), lub w danej jednostce objętości (m^3), w jednostce czasu (rok) – $g/m^2/rok$ lub $g/m^3/rok$. Produktywność może być także wyrażona jako skumulowana energia w dżulach (J) – $J/m^2/rok$ lub $J/m^3/rok$. **Produkcja wtórna** to materia organiczna gromadzona w ciałach konsumentów i destruentów.

Najwięcej substancji organicznych wytwarzają te ekosystemy, w których znajduje się optymalna ilość substancji mineralnych i które mają dostęp do energii słonecznej. W wypadku ekosystemów lądowych istotna jest także dostateczna ilość wody. Dlatego do **bardzo produktywnych ekosystemów** zalicza się **mokradła, ciepłe, płytkie morza z rafami koralowymi oraz wilgotne lasy równikowe i podzwrotnikowe**. Z kolei **najuboższymi ekosystemami** z uwagi na trudne warunki życia są pustynie (brak wody) i **otwarte oceany** (brak substancji mineralnych). Proces produkcji pierwotnej jest możliwy tylko w tych rejonach, gdzie przynajmniej przez część roku panują temperatury powyżej $0^{\circ}C$.



McMurdo Dry Valleys na Antarkydzie to zimna pustynia, która jest jednym z najmniej produktywnych ekosystemów. Średnia roczna temperatura wynosi tam $-19,8^{\circ}C$. Wilgotność powietrza jest mniejsza niż 1%. W tak ekstremalnych warunkach występują jedynie bakterie, nieliczne glony i grzyby.





Źródło: *Primary productivity of the biosphere*, ed. H. Lieth, R.H. Whittaker, Berlin-Heidelberg-New York 1975

Wielka Rafa Koralowa, rozciągająca się wzdłuż północno-wschodnich wybrzeży Australii, jest jednym z najbogatszych i najbardziej produktywnych ekosystemów na Ziemi. Niestety jego stabilności zagrażają zmiany klimatyczne związane ze wzrostem temperatury wody (patrz s. 135).



1. Wyjaśnij pojęcia produkcja pierwotna i produkcja wtórna.
2. Większa produktywność na takiej samej powierzchni występuje w Biebrzańskim Parku Narodowym czy w Tatrzańskim Parku Narodowym? Uzasadnij swój wybór.
3. Wymień czynniki, które ograniczają produktywność ekosystemu pustyni oraz otwartej toni oceanu.
4. Zastanów się i wyjaśnij, dlaczego produkcja pierwotna jest uzależniona od temperatury powietrza.

Równowaga ekosystemu

Jeśli przepływ energii i obieg materii przebiegają w sposób prawidłowy, to ekosystem pozostaje w stanie równowagi. Na tę stabilność wpływają skład gatunkowy i liczba organizmów na poszczególnych poziomach troficznych, a także wzajemne relacje między organizmami, np. drapieżnictwo, roślinożerność i pasożytnictwo. Na przykład w relacji drapieżnik-ofiara liczba jednych i drugich jest od siebie zależna (patrz wykres na s. 90).

Zagrożeniem dla ekosystemów są ingerencje człowieka, które zakłócają równowagę ekosystemu, np. przez eliminację któregoś gatunku, dokarmianie populacji zwierząt lub zawlekanie z innych kontynentów gatunków, które w danym ekosystemie nie mają naturalnego wroga (il. 3.43).



3.43 Póki nie pojawią się gatunki chętne do spożywania gąsienic ómy bukszpanowej przybyłej do Europy z Azji, bukszpany rosnące w europejskich ogrodach pozostaną mocno zagrożone

W skrócie

- Każdy ekosystem ma określoną strukturę troficzną, którą tworzą producenci i konsumenci.
- Strukturę troficzną przedstawia się za pomocą piramidy ekologicznej. Jej poszczególne poziomy odzwierciedlają ilość energii zgromadzonej na kolejnych poziomach troficznych, liczbę osobników lub ich masę.
- Materia krąży w ekosystemie – przemieszcza się z gleby lub wody do producentów, a potem w różnej formie jako pokarm przechodzi do kolejnych poziomów konsumentów, by w końcu, dzięki destruktorom, powrócić do wody czy gleby.
- Energia przepływa przez ekosystem, a ciągłość życia na Ziemi jest możliwa dzięki stałemu dopływowi energii słonecznej.
- Przepływ energii i obieg materii są podstawą funkcjonowania ekosystemu.

Czy już umiesz? Sprawdź się!

- 1 Wyjaśnij, na czym polega krążenie pierwiastków w przyrodzie.
- 2 W jakiej formie występuje węgiel przyswajalny przez organizmy i gdzie znajdują się jego główne zasoby?
- 3 Wytlumacz, co się dzieje z energią świetlną docierającą do Ziemi.
- 4 Czy przechodzenie energii z jednego poziomu troficznego na drugi zawsze łączy się z jej stratami? Uzasadnij odpowiedź.
- 5 Dlaczego w odniesieniu do materii mówimy o jej obiegu w ekosystemie, a w odniesieniu do energii – o jej przepływie przez ekosystem?
- 6 Korzystając z dostępnych, wiarygodnych źródeł wiedzy, wyjaśnij, dlaczego gatunki zwierząt, takie jak rak pręgowany i żółw czerwonołocy, są zagrożeniem dla rodzimych ekosystemów.

3.7 Tolerancja organizmu na czynniki środowiska

Podejmij temat



Dlaczego pokazane na zdjęciach liście są przebarwione? Jak to świadczy o zdrowiu rośliny? Co może być przyczyną tego zjawiska?



Wymagania gatunku, czyli nisza ekologiczna

Każdy organizm potrzebuje do życia i wydania potomstwa odpowiednich warunków środowiska i korzysta ze zgromadzonych w nim zasobów. Dla roślin zasobami są np. dostęp do światła, wody, soli mineralnych, dla zwierząt – dostęp do pokarmu, miejsce do schronienia, partnerzy do rozrodu, a dla grzybów – m.in. ciała roślin i zwierząt – żywe lub martwe.

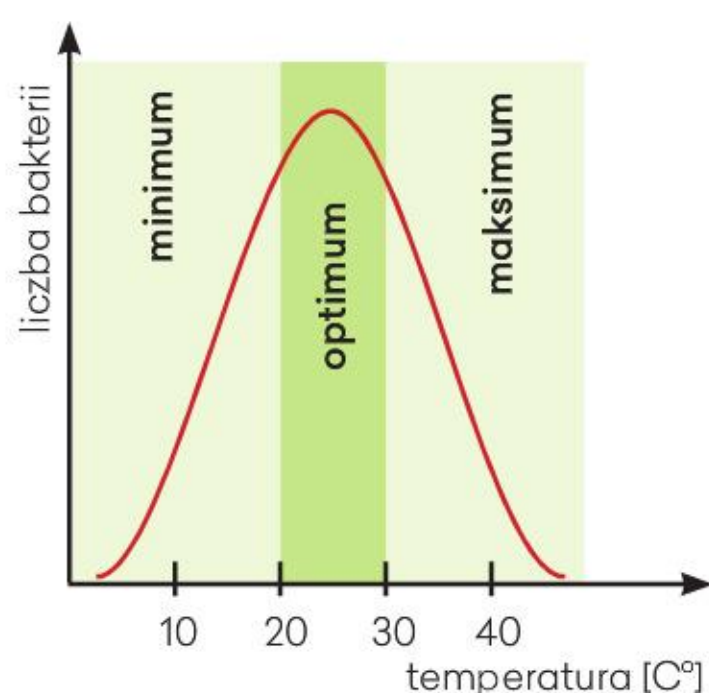
Wszystkie wymagania gatunku dotyczące warunków środowiska (np. temperatury, wilgotności, dostępności takich zasobów jak światło czy pokarm) oraz jego powiązania z innymi gatunkami (np. życie w symbiozie, miejsce w łańcuchu pokarmowym, zakres konkurencji, rodzaj wrogów i pasożytów) nazywamy **niszą ekologiczną** tego gatunku. W danym ekosystemie współwystępujące gatunki zazwyczaj zajmują różne nisze ekologiczne, choć w niewielkim stopniu mogą się one nakładać (il. 3.44).

Nisza ekologiczna – potrzeby życiowe organizmu obejmujące abiotyczne i biotyczne czynniki środowiska.



3.44 Oba gatunki błotniaków żywią się takim samym rodzajem pokarmu. Jednak poszukują go na obszarach różniących się warunkami abiotycznymi i roślinnością. Ich nisze ekologiczne – choć podobne – nie są identyczne

Tolerancja ekologiczna – zdolność przystosowania się organizmu do określonych zmian czynników środowiska, bez szkody dla życia i rozwoju.



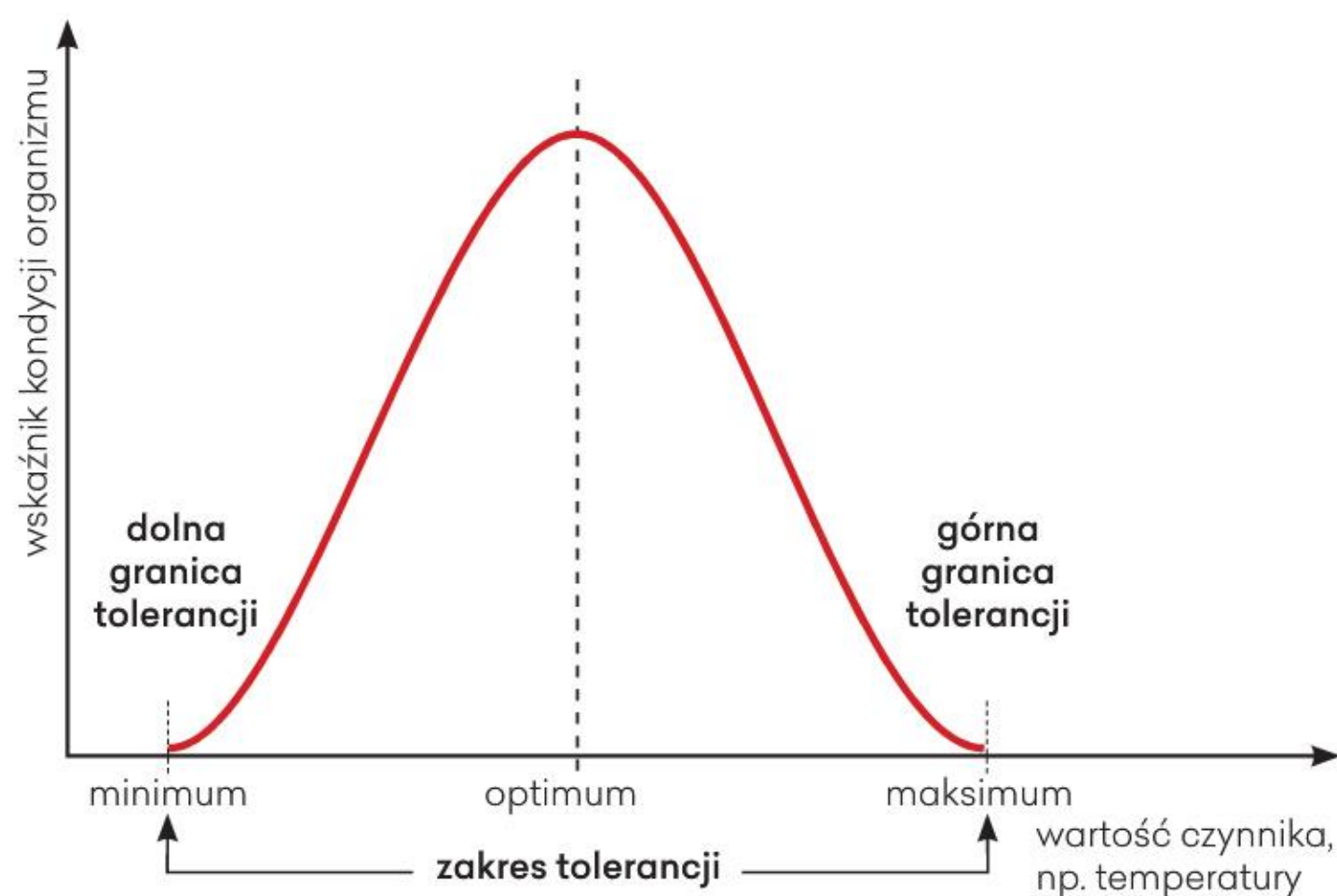
3.46 Wpływ temperatury na rozwój bakterii. W temperaturze 20–30°C rozwijają się one najlepiej – jest ona określana jako optymalna dla ich życia i rozwoju. Natomiast w temperaturze niższej niż 20°C i wyższej niż 30°C bakterie rozwijają się gorzej albo giną

Przykładem gatunków współzyskujących ze sobą na jednym obszarze mogą być roślinożercy eksploatujący różne części tej samej rośliny (np. ptaki i owady, których nisze zazębiają się poprzez zasiedlanie tych samych drzew). Jeśli nisze ekologiczne 2 gatunków pokrywają się, to między tymi gatunkami występują silne oddziaływania konkurencyjne.

Tolerancja organizmu

Wartości danego czynnika w środowisku, np. temperatury, zasolenia, wilgotności, nie są stałe. Mogą się zmieniać w pewnym przedziale wielkości. Wahania jego wartości mogą następować w ciągu doby, w rytmie dzień-noc lub w ciągu roku, np. ze względu na zmianę pór roku. Organizmy, aby przetrwać w danym środowisku, wykształciły w trakcie ewolucji różne cechy. Umożliwiają im one przeżycie mimo zmian poziomu danego czynnika. Cechy ujawniające się w fenotypie są wynikiem zmian powstałych w genomie. Zdolność organizmu do życia w zmieniających się warunkach nazywamy **tolerancją ekologiczną**.

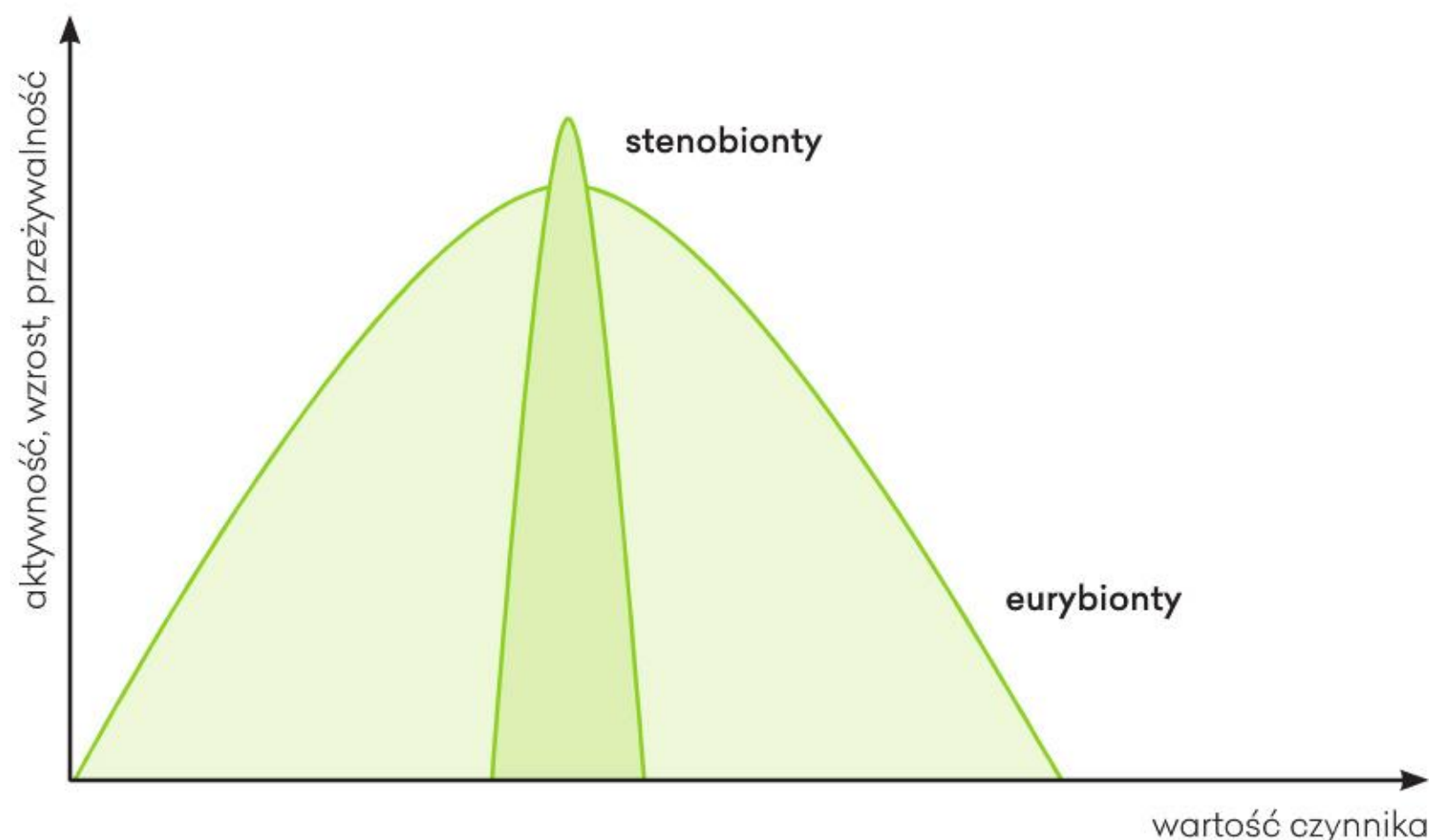
Każdy gatunek może dostosowywać się do zmian czynników środowiska, ale tylko w określonych granicach. Są one wyznaczone przez maksymalną i minimalną wartość danego czynnika, czyli **zakres tolerancji** (il. 3.45).



3.45 Krzywa, która wyraża reakcje organizmu na zmiany czynnika ekologicznego, np. zasolenia, temperatury albo zawartości związków azotowych. Jest ona wyznaczona 3 głównymi punktami: minimum, optimum i maksimum. Dwie skrajne wartości wyznaczają: minimalną i maksymalną wartość danego czynnika, przy których dany gatunek może przeżyć

Wartość czynnika, przy którym organizm najlepiej funkcjonuje i ma najlepsze warunki do rozmnażania, to **wartość optymalna**. Środowisko ze wszystkimi warunkami zewnętrznymi występującymi w najkorzystniejszych wartościach to **optimum ekologiczne** (il. 3.46). Przekroczenie wartości minimalnej lub maksymalnej oznacza śmierć dla organizmu.

Organizmy mają różne zakresy tolerancji na różne czynniki. Jedne mogą występować w **szerokich granicach** zmienności danego czynnika – są to **eurybionty**. Inne zaś mają bardzo **wąski zakres tolerancji**. Są to **stenobionty**, które znoszą tylko niewielkie odchylenia od optimum (il. 3.47).



3.47 Wykresy szerokiego i wąskiego zakresu tolerancji

Na przykład organizmami występującymi w szerokim zakresie termicznym są wróble (il. 3.48) i paproć orlica. Dzięki tej tolerancji organizmy te występują powszechnie na różnych szerokościach geograficznych kuli ziemskiej. Z kolei np. większość małp ma niewielką tolerancję na zmiany temperatury. Znoszą one tylko tę typową dla klimatu równikowego. W związku z tym zasięg geograficzny tych ssaków jest ograniczony do terenów, gdzie temperatura nie spada poniżej 18–19°C i nie przekracza 48–50°C. Stenobiontami pod względem temperatury są także niektóre bakterie, koralowce (il. 3.49) i termity – nie tolerują jej dużych wahań.



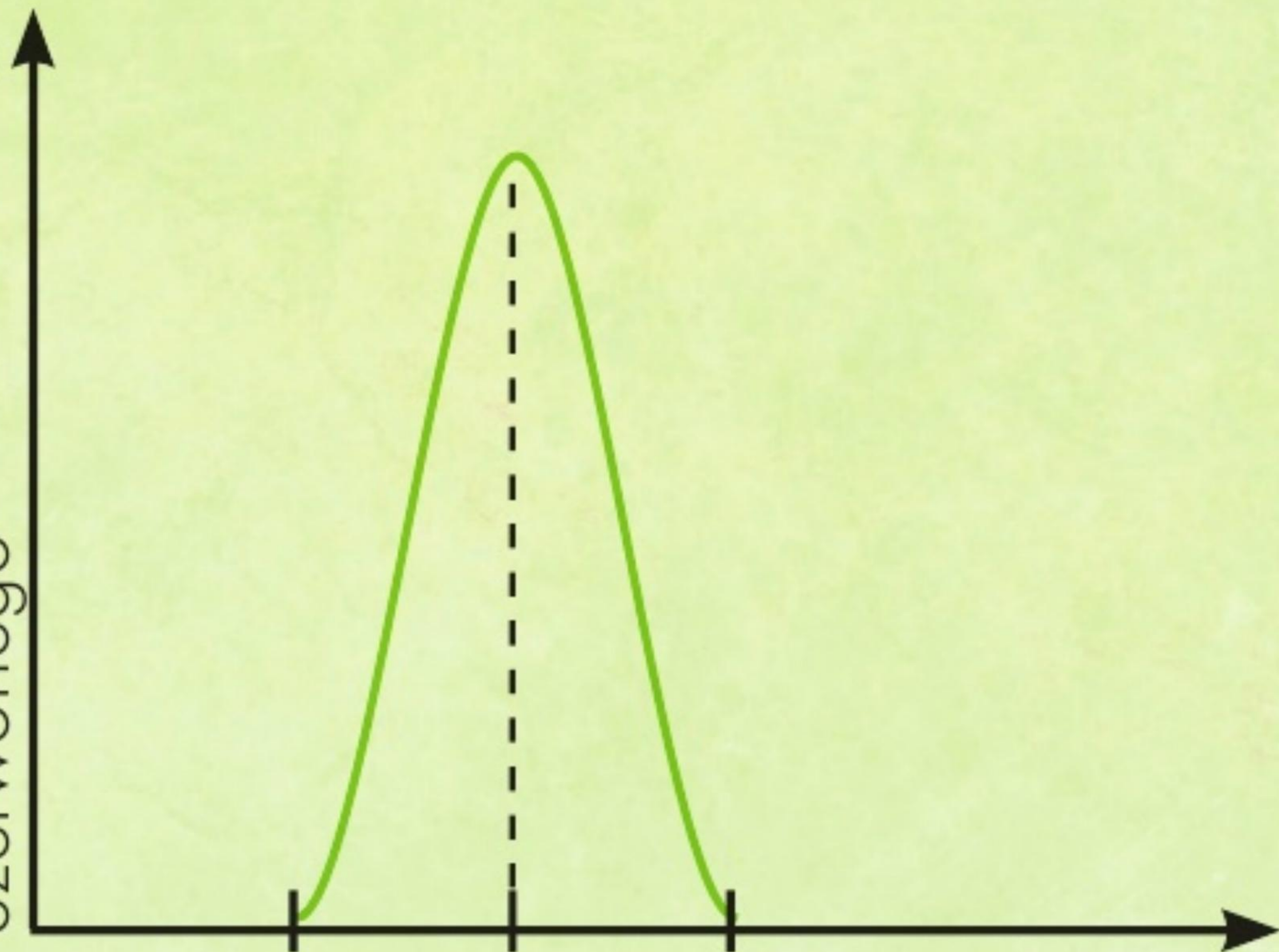
3.48 Wróble mogłyby żyć na całym świecie ze względu na ich szeroki zakres tolerancji termicznej. Jednak czynnikiem ograniczającym jest dla nich dostęp do odpowiednich miejsc do gniazdowania, takich jak np. szczeliny budynków



3.49 Koralowce występują na niewielkich głębokościach. Można je spotkać jedynie w morskich wodach o temperaturze 18–34°C, dobrze natlenionych, naświetlonych i o dużym zasoleniu. Są bardzo wrażliwe na zmiany tych warunków życia

przebieg choroby koronawirusa

czerwonego



16

28

34

temperatura [°C]

Organizmy wskaźnikowe

Wiemy już, że pewne szczególne czynniki wpływają na to, jakiego typu organizmy mogą występować w danym środowisku. Jeśli odwrócimy tę zależność, to możemy określić rodzaj czynników lub środowiska na podstawie występujących w nim organizmów. Organizmy te określamy mianem **wskaźników biologicznych** lub **bioindykatorów** (tab. 3.3).

Tab. 3.3 Przykłady gatunków wskaźnikowych

Czynnik	Gatunek wskaźnikowy		
duża wilgotność podłoża	 knieć błotna (kaczyńiec)	 niezapominajka błotna	 kozłek lekarski
bogactwo soli mineralnych w glebie	 przylaszczka pospolita	 bodiszek łąkowy	 sromotnik smrodliwy
kwaśne podłoże	 wrzos zwyczajny	 fiołek trójbarwny	 pieprznik jadalny

W przypadku występowania zanieczyszczeń chemicznych powietrza na danym obszarze dobrymi bioindykatorami tych zanieczyszczeń są porosty. Nie tylko ich brak (pustynia porostowa) lub obecność, ale też skład gatunkowy, rozmiary i wygląd plechy pozwalają określić ilość trujących substancji w otoczeniu (patrz s. 140–141). Bioindykatorami są także niektóre gatunki drzew. W tym przypadku wskaźnikiem jakości i ilości zanieczyszczeń jest wygląd, kształt, wielkość i rozmieszczenie liści, a także stan kory.

Przekonaj się

Obserwacja wpływu różnego stężenia soli w podłożu na kiełkowanie rzeżuchy

Potrzebne materiały: torebka nasion rzeżuchy ogrodowej, 4 spodeczki, 4 zakraplacze, łyżka stołowa, lignina lub wata, linijka, sól kuchenna (chlorek sodu – NaCl, do sporządzenia roztworów soli o różnym stężeniu), woda, 4 szklanki o pojemności 250 ml, mazak wodoodporny.

Opis czynności:

- 1 W 3 szklankach przygotuj roztwory soli o różnym stężeniu. Napełnij szklanki wodą. Do pierwszej wsyp 1 łyżkę stołową soli, do drugiej – 3, do trzeciej – 6. Każdą z nich odpowiednio oznacz, np. B1, B3, B6. Do czwartej szklanki nalej jedynie wody. Będzie służyła do nawadniania próby kontrolnej. Tę szklankę oznacz np. literą K.
- 2 Na 4 spodeczkach umieść ligninę lub watę. Odpowiednio oznacz spodki: K, B1, B3, B6. Zwilż ich podłoża za pomocą zakraplaczy, również odpowiednio oznaczonych.
- 3 Na każdej szalce wysiej po ok. 20 nasion rzeżuchy. Przygotowane zestawy postaw na parapecie okiennym.
- 4 Przez 2 tygodnie prowadź obserwacje. Codziennie zwilżaj podłoża odpowiednich próbek właściwymi roztworami.

Wynik obserwacji: Licz kiełkujące rośliny i mierz je linijką. Zapisuj wyniki. Zaobserwuj, ile nasion wykiełkuje od 3. do 5. dnia na każdym z podłoży. Czy rośliny różnią się wysokością? Czy można dostrzec także inne różnice w ich wyglądzie? Jakie?

Wniosek: Sformułuj go i zapisz w zeszycie. Jakie stężenie soli uniemożliwia kiełkowanie rzeżuchy? (Skorzystaj z wzoru na obliczanie stężeń: $C_p = m_s / m_r \cdot 100\%$; do przygotowania każdego z roztworów użyto 250 g wody; zakładamy, że 1 łyżka mieści 18 g soli). Jaki wpływ wywiera nadmierne zasolenie gleb na kiełkowanie i wzrost roślin? Dlaczego gleby należy zasilać nawozami mineralnymi ściśle według doświadczalnie ustalonych norm – dawek? Czy sól używana w zimie do posypywania ulic może zaburzać rozwój roślin rosnących na obrzeżach dróg? Uzasadnij odpowiedź.

W skrócie

- Nisza ekologiczna to całokształt potrzeb życiowych organizmu dotyczących czynników środowiska.
- Tolerancja ekologiczna to zdolność organizmu do przystosowania się do zmian danego czynnika w określonych granicach. Skrajne wartości tych granic to minimum i maksimum.
- Gatunki mogą mieć wąski lub szeroki zakres tolerancji w odniesieniu do danego czynnika i są nazywane odpowiednio: stenobiontami i eurybiontami.
- Gatunki o wąskim zakresie tolerancji na określone warunki środowiska to gatunki wskaźnikowe.

Czy już umiesz? Sprawdź się!

- 1 Wyjaśnij pojęcie zakres tolerancji.
- 2 Podaj przykład stenobionta i eurybionta w odniesieniu do wybranego czynnika środowiska.
- 3 Podaj 3 przykłady organizmów wskaźnikowych. O czym świadczy ich występowanie na danym terenie?
- 4 W grupach zaplanujcie doświadczenie, które pozwoli określić stopień zanieczyszczenia gleby. Jakich gatunków wskaźnikowych można użyć do tego celu?
- 5 Wyszukaj w twojej okolicy miejsce, gdzie będzie widoczny przekrój gleby, np. w uskoku, wąwozie. Wyznacz na nim punkty w pionie, np. co 20 cm. Zmierz pH i temperaturę w każdym z nich. Zaobserwuj, jakie organizmy tam żyją. Wykonaj szkic warstw gleby i nanieś wszystkie dane. Wyciągnij wnioski z badania.

3.8 Populacja

Podejmij temat



Czy organizmy przedstawione na zdjęciu tworzą populację? Uzasadnij swoją odpowiedź.



Grupy osobników tego samego gatunku tworzą populację

Organizmy, które reprezentują jeden gatunek, żyją na określonym obszarze i w określonym czasie, swobodnie się kontaktują i krzyżują ze sobą, tworzą **populację** (il. 3.50 i 3.51). Różnią się jednak między sobą wzrostem, masą ciała, aktywnością, ilością pobieranego pokarmu, odpornością na choroby i takie czynniki środowiska, jak: temperatura, woda, światło, odczyn gleby, obecność innych organizmów.

Populację tworzy np. świetlik wysmukły w Karkonoskim Parku Narodowym lub pantofelek w szkolnym akwariu. Ptaki żyjące w stadach, jak mewy i kormorany, także są przykładami populacji zwierząt. Różne populacje mogą mieć odmienną tolerancję ekologiczną w zakresie działania poszczególnych czynników środowiska.

Aby scharakteryzować populację, podaje się jej cechy: liczebność, zagęszczenie, rozrodczość, śmiertelność, rozprzestrzenianie się, czyli migracje, rozmieszczenie (struktura przestrzenna, struktura wiekowa i struktura płciowa).

Populacja – wszystkie osobniki jednego gatunku, które żyją na danym obszarze w określonym czasie i mogą się swobodnie krzyżować.



3.50 Wiewiórki w miejskim parku tworzące populację



3.51 Populacja chabrów na polu żyta



Na podstawie wiadomości z poprzednich lekcji wymień oddziaływania, jakie występują między osobnikami populacji wiewiórek pokazanych na zdjęciu. Wyjaśnij, jakie zależności mogą ją łączyć z populacjami innych gatunków. Określ także zależności między populacjami chabrów i żyta pokazanymi na zdjęciu.



3.52 Gradacja stonki ziemniaczanej jest groźna dla upraw ziemniaków. Larwy stonki ogoławiają rośliny z liści

Liczebność i zagęszczenie populacji

Liczebność populacji oznacza liczbę osobników składających się na populację w danym czasie. Nie jest ona wartością stałą i ciągle się zmienia, ponieważ zależy od gatunku i warunków środowiska. Ważne jest, aby liczebność nie osiągnęła wartości zbyt niskiej, gdyż ogranicza to możliwość odtworzenia danej populacji.

Szybki wzrost liczebności populacji jakiegoś gatunku, który prowadzi do jego masowego pojawienia się na danym obszarze, to **gradacja**. Nadmierna liczba organizmów w ekosystemie, np. roślinożernych owadów, zakłóca jego równowagę, a w takich ekosystemach sztucznych, jak pola uprawne, przynosi szkody gospodarce człowieka (il. 3.52).

Zagęszczenie określa liczbę osobników przypadającą na jednostkę powierzchni (np. 1000 sosen/ha) lub w przypadku organizmów wodnych oznacza ich liczbę w danej objętości (np. 6 mln okrzemek/m³). Zagęszczenie populacji spada albo wzrasta w zależności od warunków środowiska. Wahań pojawiają się w ciągu roku i w poszczególnych latach.

Liczebność zależy od rozrodczości

Bezpośredni wpływ na liczebność danej populacji ma m.in. rozrodczość. **Rozrodczość** populacji to tempo, w którym jej osobniki wydają potomstwo. Miarą jest liczba przybywającego potomstwa w populacji w określonym czasie w wyniku rozrodu. Rozród może następować przez wylęganie z jaj, rodzenie, tworzenie nasion i zarodników czy podział osobników rodzicielskich. Rozrodczość jest zależna od wielkości i składu populacji, wieku i kondycji osobników, warunków środowiska, np. temperatury, dostępności pokarmu. W przypadku zwierząt duże znaczenie mają: czas trwania ciąży, sezonowość rozrodu, częstotliwość wydawania potomstwa, liczebność samic. Liczba wydawanego potomstwa organizmów jest zróżnicowana i charakterystyczna dla gatunku. Duże organizmy mają przeważnie niewielką liczbę potomstwa – ludzie zwykle kilkoro w ciągu życia, inne zwierzęta co najwyżej kilka młodych z jednego lęgu i jednej ciąży. Otaczają je opieką, co zwiększa ich szanse na przeżycie. Dotyczy to większości ptaków, np. kardynała szkarłatnego, i ssaków, np. niedźwiedzia brunatnego (il. 3.53).



3.53 Większość ptaków i ssaków opiekuje się swoim potomstwem

Zwierzęta, które nie opiekują się swymi młodymi, wydają na świat więcej potomstwa. Tylko jego niewielka liczba ma szansę na przeżycie, wzrost i wydanie na świat nowego pokolenia (il. 3.54). Tę strategię w zakresie rozrodczości ma także wiele roślin – wytwarzają one ogromną liczbę nasion (il. 3.55). Szczególnie duża rozrodczość charakteryzuje organizmy rozmnażające się w sposób bezpłciowy (np. bakterie), a także grzyby, które rozmnażają się przez zarodniki.



3.54 Żółwie składają wiele jaj. Ich młode po wykluciu są zdane same na siebie



3.55 Populacje niektórych roślin, np. mniszka lekarskiego, cechuje duża rozrodczość

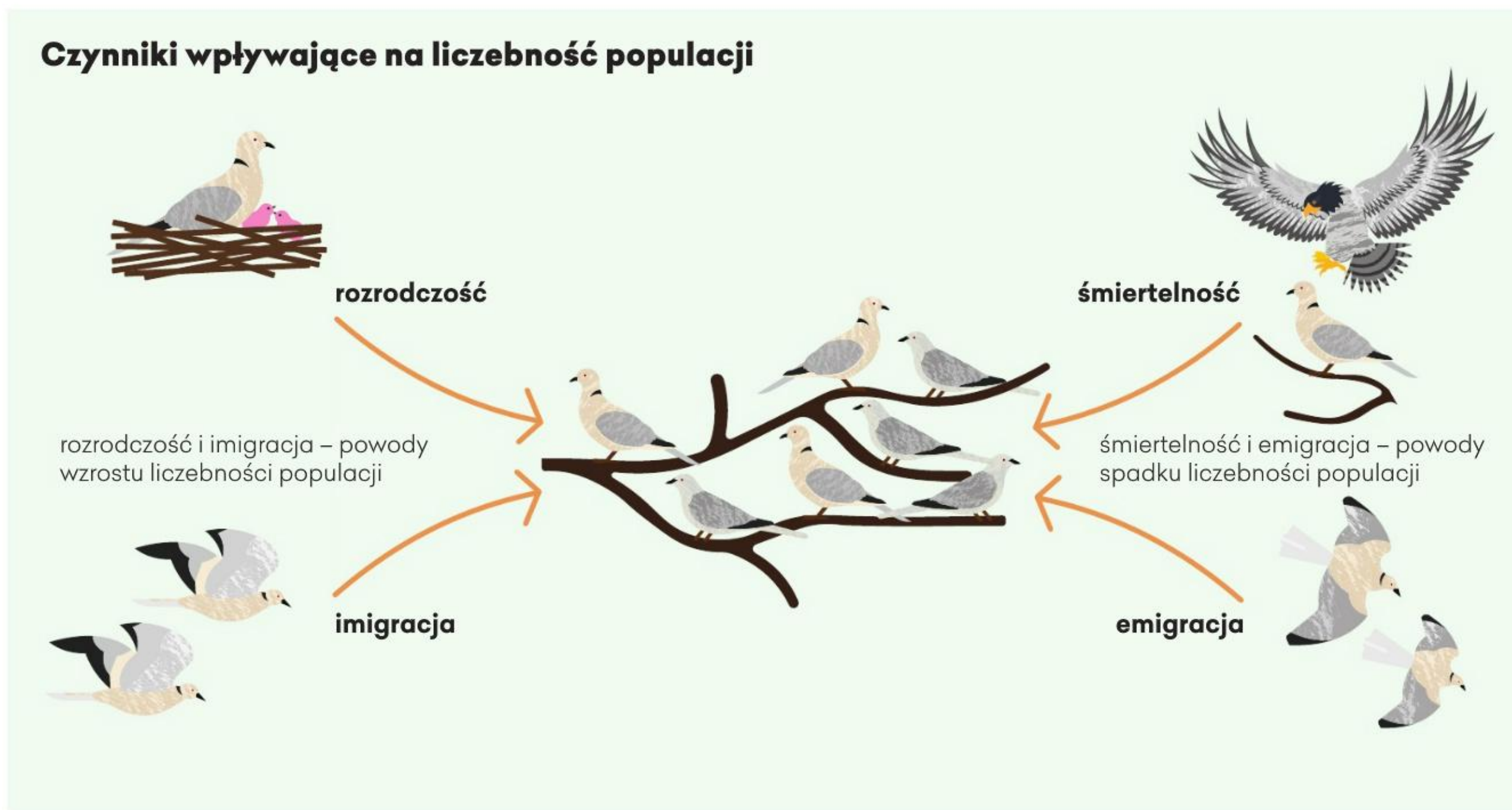
Jeżeli organizmy mają w środowisku dość pożywienia, a liczba naturalnych wrogów jest niewielka i istnieją sprzyjające warunki środowiskowe, wówczas w pełni przejawia się zdolność rozrodcza populacji. Dochodzi do wzrostu rozrodczości, która z czasem będzie hamowana z powodu konkurencji między osobnikami.

Szybko powiększające się populacje owadów lub grzybów będących patogenami roślin mogą negatywnie wpływać na gospodarkę człowieka. Przykładem mogą być gatunki owadów, które dynamicznie się rozmnażają w niektórych uprawach leśnych, składających się z drzew jednego gatunku. Są one nazywane monokulturami (od gr. *monos* – jeden, jedyny; i łac. *cultura* – uprawa). W monokulturze sosnowej dzięki dostępności pokarmu może nadmiernie rozmnożyć się motyl zwójka sosnoweczka, którego gąsienice żerują w pędach sosny. Gradacja tego gatunku przyczynia się do osłabienia drzew i opadania ich igieł.

Liczebność a śmiertelność i migracje osobników

Śmiertelność populacji to liczba osobników ginących w określonej jednostce czasu. Wpływają na nią: wiek populacji, obecność chorych lub słabych osobników, dostępność pokarmu, zagęszczenie populacji (jeśli jest zbyt duża, śmiertelność rośnie), silne oddziaływanie drapieżników. Śmiertelność jest więc czynnikiem, który powoduje spadek liczby osobników w populacji. Ubywa ich także z powodu **emigracji**, czyli przemieszczania osobników z populacji na inne obszary, np. w poszukiwaniu pokarmu. Ruch ten może następować także w przeciwną stronę. Do zmian liczebności dochodzi także z powodu **imigracji**, czyli przybywania na dany obszar nowych osobników. Emigracja i imigracja są nazwane łącznie **migracjami**.

Czynniki wpływające na liczebność populacji



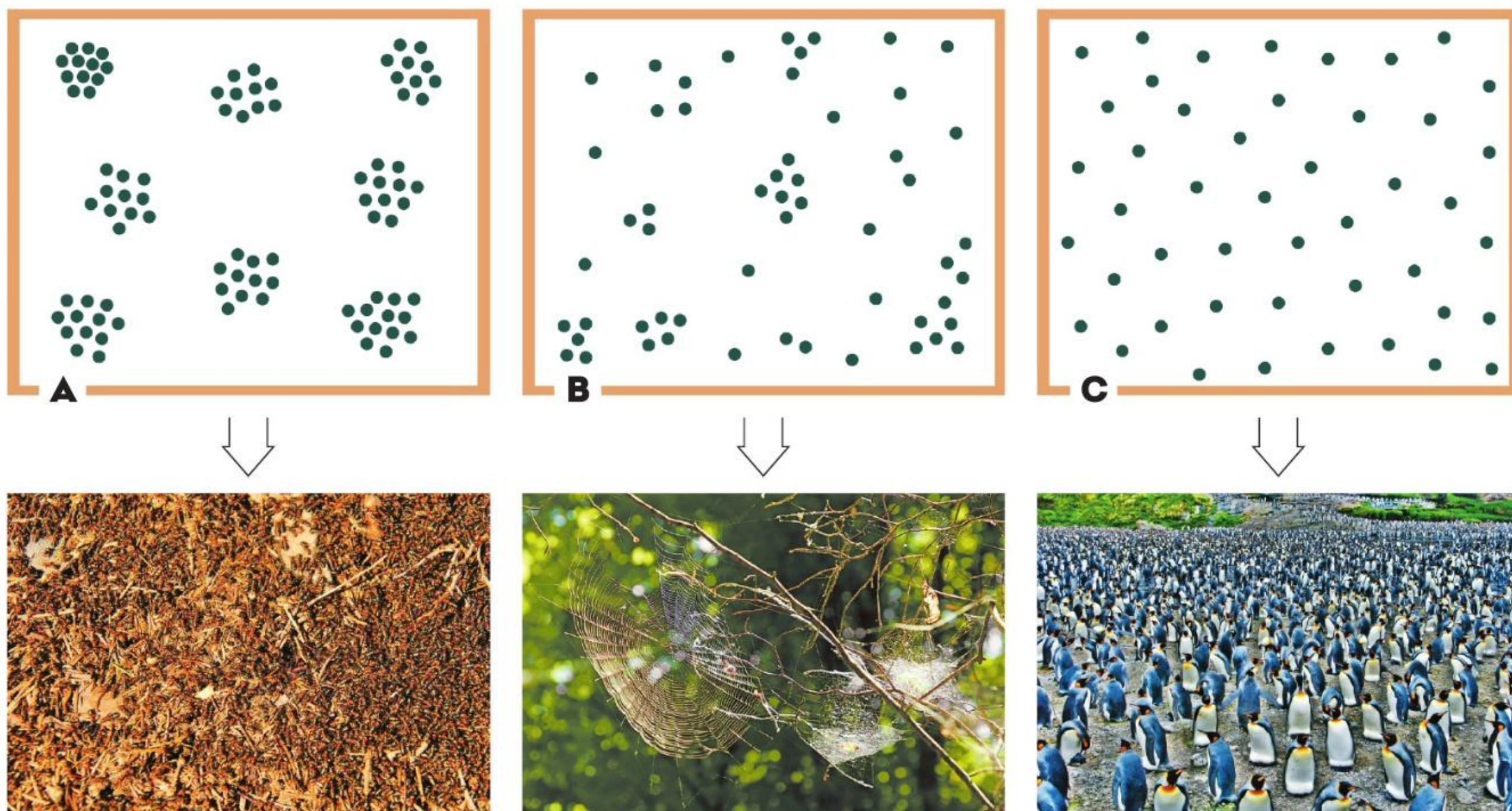
Struktura populacji pozwala przewidzieć jej przyszłość

Struktura przestrzenna to sposób rozmieszczenia osobników w obrębie zajmowanej przez populację przestrzeni. Najczęściej spotykane jest rozmieszczenie **skupiskowe** (il. 3.56). Występuje one u większości gatunków. Zalety bliskiego sąsiedztwa przeważają w nim nad wadami. Jest ono charakterystyczne m.in. dla zwierząt żyjących w stadach, ryb w ławicach, pszczół, mrówek, szpaków, pokrzywy czy jeżyny.

Osobniki żyjące w stadzie z jednej strony konkurują ze sobą przy zdobywaniu pożywienia, wody lub światła, z drugiej – są odporniejsze na niesprzyjające warunki otoczenia. Przykładowo ptak żyjący w stadzie ma większą szansę uniknięcia ataku drapieżnika, gdyż uwaga napastnika rozkłada się na wiele potencjalnych ofiar. Z kolei drapieżnikom polującym w stadzie łatwiej jest upolować dużą ofiarę. Stepowe gryzonie np. wystawiają wartowników, którzy sygnałami dźwiękowymi ostrzegają członków stada przed niebezpieczeństwem.

Rozmieszczenie **losowe** występuje rzadziej, np. u pajaków, niektórych pasożytów i drzew wiatropylnych. Osobniki są rozmieszczone nieregularnie. W niektórych częściach terenu zajmowanego przez populację nie ma ich w ogóle, gdzie indziej osobników jest niewiele, ale zdarzają się też spore ich skupienia.

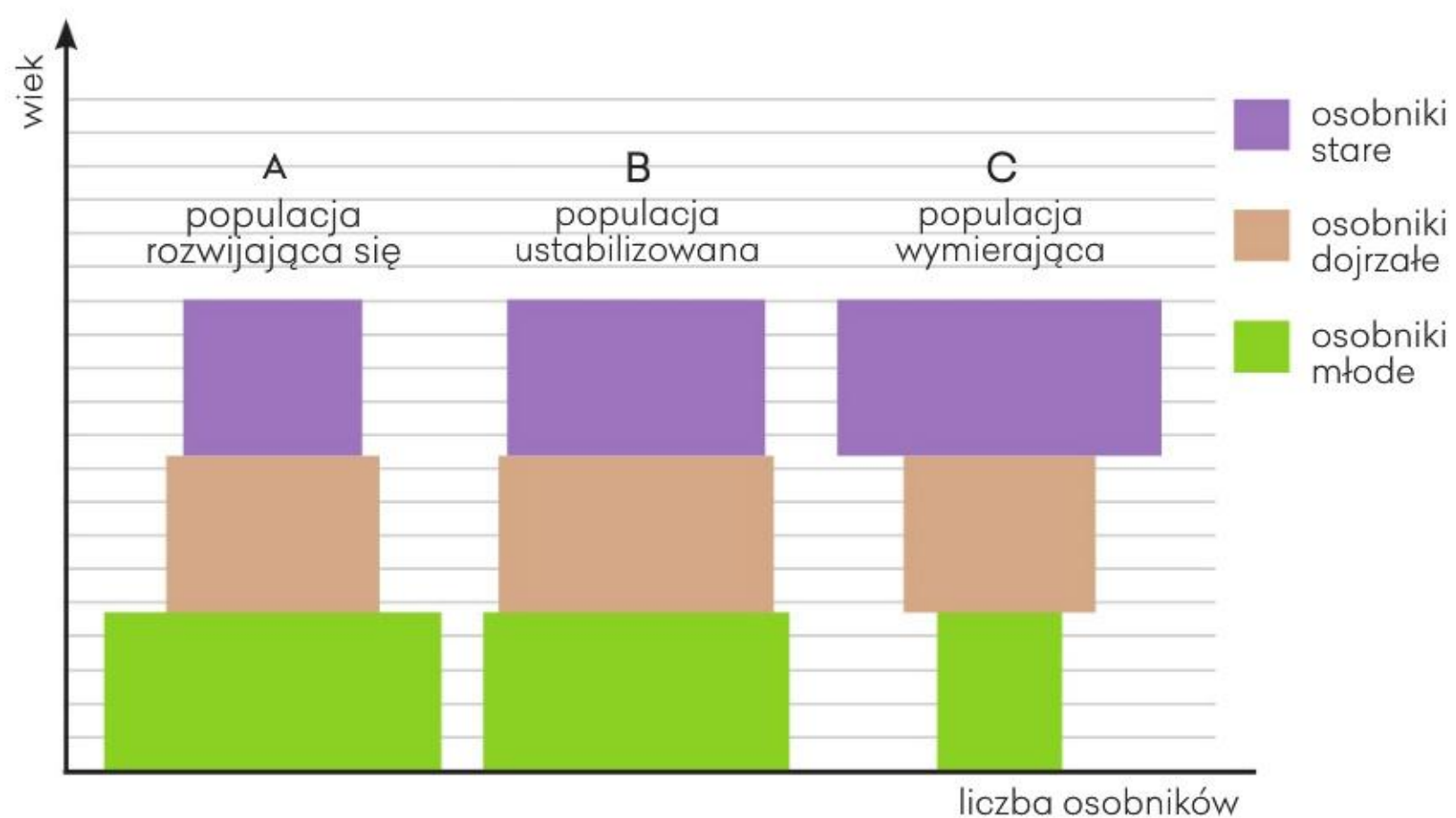
Rozmieszczenie **równomierne** występuje rzadko – odległości między osobnikami są równe. Tak rozmieszczone są takie rośliny, jak zawilec gajowy czy jaskier rozłogowy, a spośród zwierząt – pingwiny w Antarktyce, ryby raf koralowych, drzewa owocowe w sadzie czy rośliny na polu uprawnym.



3.56 Sposoby rozmieszczenia organizmów w populacji: skupiskowe (A), losowe (B) i równomierne (C)

Struktura wiekowa to udział różnych grup wiekowych (osobników młodych, dojrzałych i starych) w populacji. Można ją przedstawić w postaci piramid wiekowych (il. 3.57). W zależności od wieku osobników wyróżnia się następujące populacje:

- **rozwijająca się** – dużo osobników młodych,
- **ustabilizowana** – równomierny udział grup wiekowych,
- **wymierająca** – najwięcej osobników starych.



3.57 Typy piramid wiekowych

Struktura płciowa jest charakterystyczna dla gatunków, u których jest obecna płęć, czyli występują samce i samice. Obejmuje stosunek liczby samiec ♀ do liczby samców ♂ (il. 3.58).



3.58 Piramida przedstawiająca jednocześnie strukturę wiekową i płciową ludności Polski (w 2020 r.)

Krok po kroku

Analiza struktury wiekowej populacji

Potrzebne materiały: dla każdej grupy kuweta z rzęszą wodną odłowioną z akwarium lub zbiornika wodnego, szklane naczynie, siatka do wyławiania roślin, papier milimetrowy.

Opis czynności:

- 1 Podzielcie w kuwecie osobniki rzęsy wodnej na grupy wiekowe. W zależności od liczby członów pędowych przypominających liście (1–5 pędów i więcej) dzieli się je na osobniki: młode (1–2 pędów), dojrzałe (3–4 pędów) i stare (5–7 pędów).
- 2 Policzcie, ile osobników znajduje się w każdej z grup wiekowych.
- 3 Uzyskane dane przedstawcie graficznie na wykresie liniowym albo słupkowym na papierze milimetrowym. Sformułujcie wniosek.
- 4 Zaobserwujcie, czy w danej populacji występują okazy martwe i obumierające, tzn. takie, które mają 5–7 żółtych pędów.
- 5 Jeżeli zaobserwowaliście martwe lub obumierające osobniki, to określcie stosunek martwych i obumierających osobników populacji rzęsy wodnej do żywych. Podzielcie ich liczbę przez liczbę wszystkich osobników w populacji.



Więcej na temat

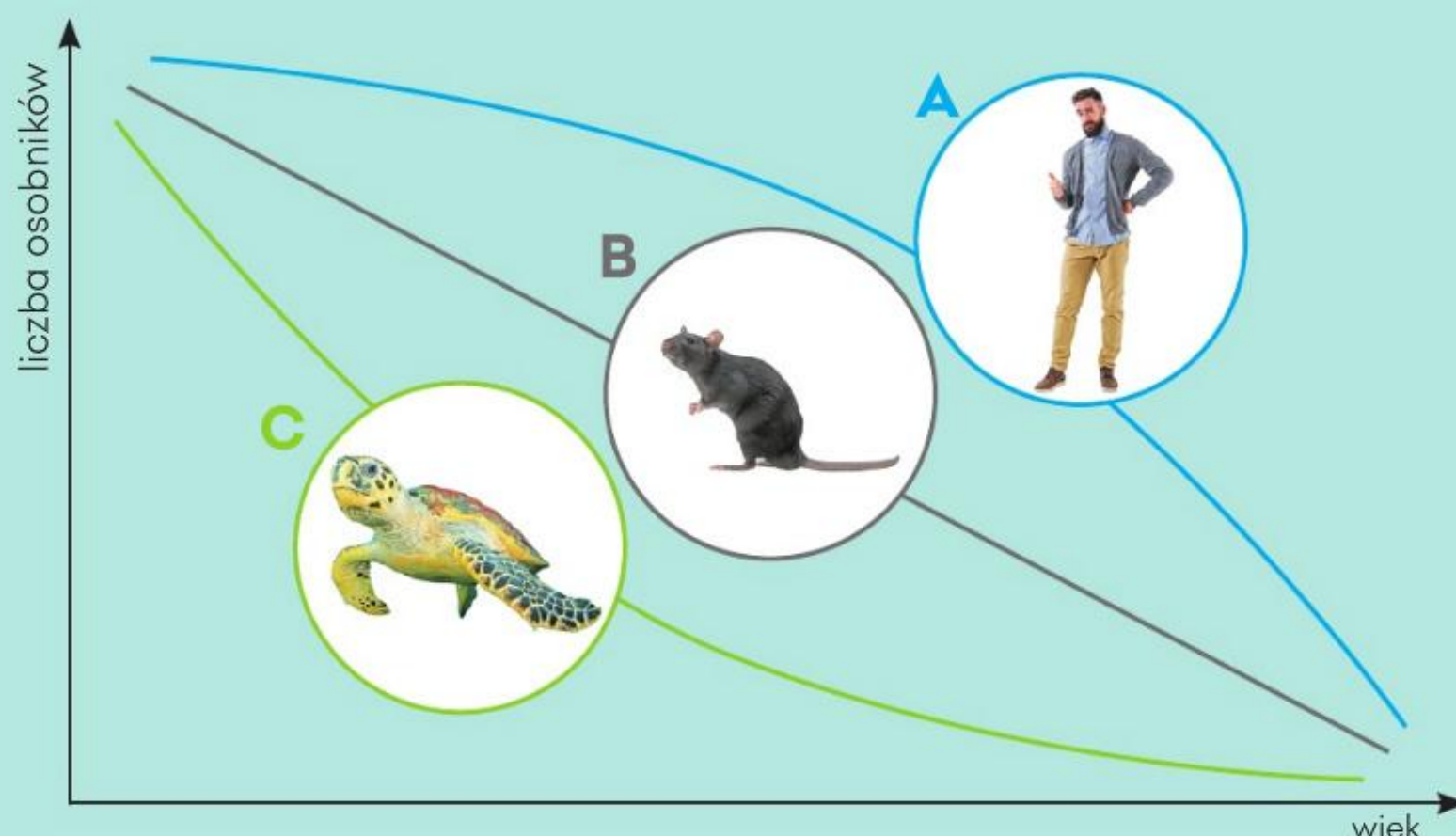
Krzywa przeżywania

Na podstawie cech populacji, takich jak rozrodczość, śmiertelność i udział osobników w poszczególnych grupach wiekowych, można przygotować **krzywe przeżywania** dla populacji. Wyróżnia się 3 różne typy krzywych przeżywania.

Krzywa A jest na początku płaska. Wynika to z niskiej śmiertelności osobników populacji w młodym i średnim wieku. Później krzywa gwałtownie opada, gdyż wzrasta śmiertelność wśród osobników starszych. Jest ona charakterystyczna dla dużych ssaków, które wydają mało potomstwa, a także dla człowieka.

Krzywa C opada gwałtownie na początku. Wynika to z dużej śmiertelności osobników młodocianych. Dalej wypłaszcza się, gdyż śmiertelność osobników dojrzałych, którym udało się przetrwać wczesny etap życia, nie jest duża. Krzywa C jest charakterystyczna dla populacji, które mają dużo potomstwa, ale nie zapewniają mu opieki. Tak się dzieje np. w populacjach dużych drzew, morskich bezkręgowców, wielu ryb i licznych grzybów.

Krzywa B ma kształt pośredni. Śmiertelność w populacji jest stała niezależnie od wieku osobników. Ten typ przeżywania występuje u niektórych gryzoni, bezkręgowców, jaszczurek lub roślin jednorocznych.



Krzywe przeżywania: A – mała śmiertelność osobników młodych, większość osobników populacji osiąga wiek dojrzały, B – równomierne prawdopodobieństwo śmierci osobników w każdym wieku, C – duża śmiertelność osobników młodych

W skrócie

- Populacja to zespół osobników tego samego gatunku, które zajmują w tym samym czasie określony obszar.
- Parametry opisujące populację to m.in. liczebność, rozrodczość, śmiertelność, migracje, struktura wiekowa, struktura przestrzenna, struktura płciowa.
- Liczebność to liczba wszystkich osobników w populacji. Zagęszczenie to liczba osobników na określonej powierzchni lub w danej objętości. Struktura przestrzenna to rodzaj rozmieszczenia osobników populacji w środowisku. Może być skupiskowe, losowe lub równomierne.
- Struktura wiekowa to liczba osobników z poszczególnych grup wiekowych. Można ją przedstawić w postaci piramidy.
- Struktura płciowa to stosunek liczby samców do samic.

Czy już umiesz? Sprawdź się!

- 1 Wymień cechy populacji.
- 2 Wyjaśnij, czym są liczebność i zagęszczenie populacji.
- 3 Określ, czym są rozrodczość i śmiertelność populacji.
- 4 Przedstaw graficznie rodzaje struktur wiekowych populacji i je zinterpretuj.
- 5 Narysuj schematycznie możliwe typy rozmieszczenia populacji.
- 6 Zaplanuj doświadczenie: „Wpływ zagęszczenia osobników na tempo rozwoju rzeźuchy”.
- 7 Korzystając z dostępnych, wiarygodnych źródeł wiedzy, poszukaj informacji na temat populacji bielika w Polsce. Wymień czynniki, które wpływały na znaczący spadek jego populacji do lat 70-tych XX w. oraz te, które przyczyniły się do odbudowy jego populacji pod koniec XX i na początku XXI w.

Podsumowanie działu 3

Ważne pojęcia

ekologia	ekosystem	biotop	biocenoza	populacja	obieg materii	przepływ energii
	zależności pokarmowe	łańcuch spasan	producenti	konsumenci	destruenci	
	oddziaływania antagonistyczne	konkurencja	roślinożerność	drapieżnictwo	pasożytnictwo	
		oddziaływania nieantagonistyczne	mutualizm obligatoryjny (symbioza)			
	mutualizm fakultatywny (protokooperacja)	komensalizm	nisza ekologiczna	tolerancja organizmu		
	zakres tolerancji	cechy populacji	liczebność	zagęszczenie	rozrodczość	śmiertelność
	migracje	struktura przestrzenna (rozmieszczenie)	struktura wiekowa	struktura płciowa		

- Ekologia** – nauka zajmująca się badaniem współzależności i związków między organizmami, a także między organizmami a ich środowiskiem.
- Ekosystem** – fragment przyrody, który stanowi funkcjonalną całość. Obejmuje biocenozę i biotop. Zachodzi w nim obieg materii i przepływ energii. Charakteryzuje się m.in. swoistą strukturą gatunkową i troficzną.
- Ekosystemy naturalne** – powstałe bez udziału człowieka, np. lasy, łąki wysokogórskie, torfowiska.
- Ekosystemy sztuczne** – ukształtowane przez człowieka, np. parki, stawy, pola uprawne, ogrody, sady.
- Biocenoza** – zbiór populacji zamieszkujących dany obszar, czyli ożywiona część ekosystemu.
- Biotop** – środowisko fizyczno-chemiczne przekształcane przez populacje wchodzące w skład biocenozy, czyli nieożywiona część ekosystemu.
- Struktura i funkcjonowanie ekosystemu

Określana cecha		Charakterystyka
elementy ekosystemu	abiotyczne	- woda, podłoże (piaski i skały) - gazy atmosferyczne (tlen, dwutlenek węgla, azot, para wodna i inne) - rzeźba terenu - klimat - temperatura - wszystkie te elementy tworzą biotop
	biotyczne	wszystkie organizmy pozostające między sobą w różnego rodzaju zależnościach tworzą biocenozę
struktura troficzna	producenti	organizmy samożywne zdolne do wytwarzania materii organicznej podczas fotosyntezy (wszystkie rośliny, protisty samożywne i bakterie fotosyntetyzujące)
	konsumenci	- organizmy cudzożywne niezdolne do wytwarzania związków organicznych i przystosowane do pobierania gotowej materii organicznej (wszystkie zwierzęta) - w zależności od pobieranego pokarmu dzielą się na roślinożerców, mięsożerców i wszystkożerców
	destruenci	organizmy cudzożywne, które odżywiają się martwą materią organiczną – rozkładają ją na proste związki nieorganiczne (bakterie i grzyby, roztocza, dżdżownice, padlinożercy)

Określana cecha		Charakterystyka
funkcjonowanie ekosystemu	przepływ energii	Słońce jest pierwotnym źródłem energii dla organizmów fotosyntetyzujących; producenci pochłaniają energię słoneczną, lecz tylko jej część jest kumulowana w organizmach, reszta rozprasza się w postaci ciepła
	obieg materii (w łańcuchu spasanía)	- materia organiczna – wytworzona przez producentów ze związków nieorganicznych przy udziale energii świetlnej – jest pobierana jako pokarm i wykorzystywana przez zwierzęta (kolejne ogniwa w łańcuchu pokarmowym) - roślinożerne zwierzęta (konsumenci I rzędu) odżywiają się producentami, drapieżniki zaś (konsumenci II i III rzędu) – roślinożercami lub innymi drapieżnikami - szczątki ciał roślinożerców i drapieżników oraz odchody (niestrawione resztki pokarmu) są rozkładane przez destruktorów do prostych związków nieorganicznych, które mogą być znowu pobrane przez producentów
	zależności międzygatunkowe	konkurencja, roślinożerność, drapieżnictwo, pasożytnictwo, mutualizm, komensalizm

- Zależności międzygatunkowe** – oddziaływania między populacjami różnych gatunków, które przynoszą straty lub korzyści przynajmniej jednej z nich. Wyróżnia się także oddziaływania neutralne.
- Zależności nieantagonistyczne**

Nazwa		Wpływ*	Charakterystyka	Przykłady
mutualizm	obligatoryjny – symbioza	+ / +	- ściśła współzależność 2 gatunków (partnerów) czerpiących ze współżycia obustronne korzyści - samodzielne życie takich partnerów jest niemożliwe	- bakterie i protisty żyjące w przewodzie pokarmowym roślinożernych ssaków i termitów, rozkładające celulozę - porosty – współżycie glonów i grzybów - mykoryza – współżycie korzeni większości roślin lądowych z grzybami, np. sosny z maślakiem
	fakultatywny – protokooperacja	+ / +	współżycie 2 gatunków czerpiących obustronne korzyści, ale mogących także funkcjonować niezależnie od siebie	współżycie pustelnika z ukwiałem
komensalizm (współbiesiadnictwo)		+ / 0	- jeden gatunek czerpie korzyści ze współżycia z drugim, dla którego ten związek jest obojętny - komensalami są np. zwierzęta żywiące się resztkami zdobyczy innych zwierząt lub znajdujące w ciałach innych organizmów schronienie	- różanki składające ikrę w skrzelach małży - ryby podnawki przyssane do rekinów - sępy współbiesiadujące z drapieżnikami

Zależności antagonistyczne

Nazwa	Wpływ*	Charakterystyka	Przykłady
konkurencja	– / –	- rywalizacja osobników lub populacji różnych gatunków o te same zasoby środowiska - występuje wówczas, gdy nisze ekologiczne gatunków się pokrywają - w wyniku konkurencji dochodzi do zawężenia nisz ekologicznych, a niekiedy do wypierania słabszego konkurencyjnie gatunku z danego siedliska	- konkurencja roślin np. o światło - zmiana niszy ekologicznej szczura śniadego z powodu pojawienia się w Europie szczura wędrownego
roślino-żerność	+ / –	roślinożercy najczęściej zgryzają rośliny bez doprowadzania do ich śmierci, choć przynosząc im straty; tylko czasami może się zdarzyć, że dochodzi do śmierci rośliny	- ssaki kopytne odżywiające się trawami - mszyce odżywiające się sokami roślin
drapieżnictwo	+ / –	- drapieżniki zabijają i zjadają przedstawicieli innego gatunku (ofiary) wielokrotnie w ciągu swego życia w celach pokarmowych - zjadający są zazwyczaj więksi od swych ofiar, a jeśli mniejsi – polują stadnie - w biocenozie zjadający i zjadani regulują nawzajem swoją liczebność	- lwy polujące na antylopy - lisy zjadające kury - okonie żywiące się uklejami - sikory zjadające larwy owadów - biedronki zjadające mszyce
pasożytnictwo	+ / –	pasożyty żyją kosztem osobników innego gatunku (żywicieli) i zazwyczaj nie zabijają ich, lecz znacznie osłabiają	- pasożyty zewnętrzne, np. pchły, kaniarki - pasożyty wewnętrzne, np. tasiemce, buławinka czerwona, zarodek malarii, dwoinka rzeżączki

* Wpływ na populację gatunków będących we wzajemnej zależności: (+) korzystny, (–) niekorzystny.

- Nisza ekologiczna** – wymagania życiowe gatunku odnoszące się do zasobów środowiska.
- Tolerancja ekologiczna** – zdolność organizmu do przystosowania się do zmian danego czynnika w określonych granicach. Każdy gatunek ma pewien zakres tolerancji. Skrajne wartości danego czynnika środowiska są określane jako minimum i maksimum. Wartości średnie są najkorzystniejsze dla organizmu. Określa się je jako optimum.
- Ze względu na zakres tolerancji wśród organizmów wyróżnia się:
 - stenobiony – mają wąski zakres tolerancji,
 - eurybionty – mają szeroki zakres tolerancji.
- Gatunki o wąskim zakresie tolerancji na określone warunki środowiska to gatunki wskaźnikowe.



- **Populacja** – zespół osobników tego samego gatunku, które zajmują w tym samym czasie określony obszar i są ze sobą powiązane różnymi zależnościami.
- Cechy populacji

Cecha	Definicja	Czynniki wpływające na cechę
liczebność	liczba osobników tworzących populację w danym czasie	• rozrodczość • śmiertelność • imigracje • emigracje
zagęszczenie	liczba osobników przypadająca na daną jednostkę powierzchni lub objętości	• warunki i zasoby środowiska • konkurencja międzygatunkowa • drapieżnictwo • typ rozmieszczenia gatunku (struktura przestrzenna)
rozrodczość	liczba nowo narodzonych osobników w populacji (w danym przedziale czasu) w przeliczeniu na 1 osobnika populacji lub całą populację	• struktura wiekowa • płodność osobnicza • liczebność • warunki i zasoby środowiska • struktura płciowa
śmiertelność	liczba osobników zmarłych w populacji (w danym przedziale czasu)	• zasoby środowiska • konkurencja wewnątrz- i międzygatunkowa • drapieżnictwo • pasożytnictwo • zagęszczenie • starzenie się
migracje	przemieszczanie się organizmów (nasion i zarodników w przypadku roślin) między populacjami	• warunki i zasoby środowiska • konkurencja wewnątrz- i międzygatunkowa • zagęszczenie
struktura przestrzenna	rozmieszczenie osobników na zajmowanej przez populację przestrzeni	• zasoby środowiska
struktura wiekowa	udział w populacji osobników z różnych grup wiekowych	• rozrodczość • śmiertelność • migracje
struktura płciowa	udział w populacji osobników męskich i żeńskich w danym przedziale czasu	• liczebność

Czy już umiesz? Sprawdź się!

- 1 Wskaż żywe i nieożywione elementy ekosystemu. Podaj, jak się je inaczej nazywa w ekologii. Wykaż, że są one powiązane wieloma zależnościami.
- 2 Podaj, jakie czynniki abiotyczne lasu decydują o specyficznych warunkach panujących w tym ekosystemie.
- 3 Wyjaśnij, co jest przyczyną zarówno konkurencji pomiędzy organizmami danej populacji, jak i pomiędzy populacjami różnych gatunków. Wymień przykłady zasobów, o które mogą konkurować organizmy.
- 4 Podaj przynajmniej 2 pasożyty zewnętrzne i 2 pasożyty wewnętrzne. Omów różnice w odżywianiu tych 2 rodzajów pasożytów.

- 5 Wskaż gatunki, które są typowymi roślinożercami i wymień ich przystosowania do roślinożerności.
- 6 Wyjaśnij rolę mikroorganizmów żyjących w żołądkach przeżuwaczy. Jak jest określany ten typ oddziaływania między organizmami?
- 7 Wymień przykładowe sposoby obrony roślin przed roślinożercami.
- 8 Podaj, jakie oddziaływania mogą występować pomiędzy populacjami zajęcy i rysi. Jak może się zmieniać liczebność tych populacji i od czego to zależy?
- 9 Przedstaw, jak ofiary przystosowały się do unikania drapieżników.
- 10 Podaj 2 przykłady mutualizmu **obligatoryjnego**. Wypisz korzyści, jakie osiąga każdy z organizmów w takiej zależności. ✕
- 11 Przedstaw, na czym polega komensalizm. Podaj 2 przykłady organizmów powiązanych taką zależnością.
- 12 Wyjaśnij pojęcia: łańcuch pokarmowy, sieć pokarmowa, poziom troficzny.
- 13 Uzasadnij nazywanie roślin producentami, a zwierząt – konsumentami.
- 14 Wyjaśnij, który poziom troficzny może zajmować każdy z wymienionych organizmów: zając, ryś, krowa, kleszcz. Podaj przykłady odpowiednich łańcuchów pokarmowych.
- 15 Podaj przykłady destruentów i wskaż ich rolę w ekosystemie.
- 16 Przedstaw graficznie obieg materii w ekosystemie.
- 17 Wyjaśnij, jaką rolę odgrywa fotosynteza w obiegu węgla w przyrodzie.
- 18 Przedstaw graficznie przepływ energii w ekosystemie.
- 19 Podaj, jak się określa organizmy o szerokim i wąskim zakresie tolerancji. Przedstaw przykłady organizmów o odmiennej tolerancji na:
 - a) temperaturę otoczenia,
 - b) wilgotność powietrza,
 - c) stężenie dwutlenku siarki. ✕
- 20 Określ, czym jest nisza ekologiczna. Podaj elementy niszy ekologicznej wiewiórki rudej i bociana białego.
- 21 Przedstaw znaczenie poszczególnych cech populacji: liczebność, zagęszczenie, rozrodczość, śmiertelność, struktura przestrzenna, struktura wiekowa, struktura płciowa.
- 22 Wyjaśnij, jakich informacji o populacji dostarcza określenie jej struktury wiekowej.
- 23 Rozpoznaj w czasie zajęć terenowych lub indywidualnego spaceru cechy różnych populacji na przykładach mniszka lekarskiego, babki wąskolistnej i mrówki rudnicy.

4. Ochrona środowiska i różnorodności biologicznej



1. Jakie znasz formy ochrony przyrody?
2. Gdzie można w Polsce spotkać szarotkę?
3. Czy znasz gatunki, do których wytępienia przyczynił się człowiek? Jeśli tak, wymień je.
4. Jak możesz włączyć się w ochronę przyrody?

4.1 Człowiek korzysta z zasobów przyrody

Podejmij temat



Dlaczego nowa epoka geologiczna została nazwana antropocenem?
W jaki sposób człowiek przyczynia się do wymierania roślin, zwierząt i grzybów?



Zasoby przyrody (zasoby naturalne) – wszystkie użyteczne elementy środowiska, które człowiek może wykorzystać.

Jakie zasoby przyrody są wykorzystywane przez człowieka?

Zasoby przyrody, zwane również **zasobami naturalnymi**, to wszystkie użyteczne elementy środowiska, które człowiek może wykorzystać. Dzieli się je według różnych kategorii, np. na nieorganiczne (mineralne) i organiczne (powstałe w organizmach). Inny podział dotyczy tego, czy się wyczerpują, czy też podlegają cyklom, w których naturalnie mogą się odnowić. Zgodnie z tym kryterium dzielimy je na **nieodnawialne** i **odnawialne**.

Zasoby mineralne i skalne należą do zasobów nieodnawialnych, ale niektóre z nich można ponownie wykorzystać dzięki recyklingowi (il. 4.1).

Tabela 4.1 Podział zasobów przyrody

Sposób wykorzystania	Zasoby			
	nieodnawialne		odnawialne	
dostarczające energię	paliwa kopalne	węgiel kamienny	odnawialne źródła energii (OZE)	energia słoneczna
		węgiel brunatny		energia wiatru
		ropa naftowa		energia Ziemi (geotermalna)
		gaz ziemny		energia wody
		pierwiastki promieniotwórcze		energia biomasy
wykorzystywane w budownictwie i przemyśle	zasoby skalne		biomasa (np. drewno budowlane)	
	zasoby mineralne (metaliczne i niemetaliczne)		zasoby pochodzące z organizmów (kwasy organiczne, enzymy)	



4.1 Niektóre metale odzyskuje się ze złomu

Czym grozi nieograniczone korzystanie z zasobów nieodnawialnych?

Zasoby nieodnawialne to w większości zasoby kopalne, czyli takie, które znajdują się pod ziemią. Wydobywamy je, by służyły do produkcji energii i w przemyśle. Wśród nich wyróżnia się **paliwa kopalne**: węgiel brunatny, węgiel kamienny, ropę naftową i gaz ziemny. Spalając je, pozyskuje się energię cieplną, którą można przerabiać w elektrowniach na energię elektryczną, a w silnikach – na energię mechaniczną. Pokłady trzech ostatnich wymienionych paliw są szczególnie mocno eksploatowane. Występują na Ziemi tylko w niektórych miejscach, dlatego są sprzedawane i transportowane specjalnymi statkami lub koleją bądź rurociągami.

Do paliw kopalnych zalicza się również pierwiastki promieniotwórcze, np. uran. Energia powstaje w wyniku rozpadu ich jąder atomowych. Pozyskiwanie energii elektrycznej w ten sposób odbywa się w elektrowniach jądrowych.

Zasobami nieodnawialnymi są także **surowce metaliczne**, np. rudy żelaza, rudy cynku, oraz **zasoby niemetaliczne**, np. złoża siarki, soli kamiennej. Zalicza się do nich także **skały** wykorzystywane przez człowieka m.in. w budownictwie, np. granity.

Badania dowodzą, że jeśli będziemy zużywać paliwa kopalne w tym tempie co obecnie, to węgiel kamienny skończy się w ciągu 150 lat. Z kolei gaz ziemny i ropa naftowa znikną w ciągu 80 lat. Nieograniczone korzystanie z nieodnawialnych zasobów Ziemi jest nazywane **gospodarką rabunkową**.

Jednym z rozwiązań technologicznych służących ograniczeniu zużycia paliw kopalnych są samochody elektryczne. Jednak na razie korzyści dla środowiska z ich użytkowania są pozorne. Niestety napędzająca je elektryczność w większości pochodzi z elektrowni, w których spala się paliwa kopalne. Rozwiązanie to będzie ekologicznie opłacalne wówczas, kiedy te pojazdy będą ładowane energią odnawialną.

Zasady zrównoważonego rozwoju

W celu zapobiegania gospodarce rabunkowej w korzystaniu z zasobów przyrody wprowadza się **zasady zrównoważonego rozwoju**. Mają zapewnić postęp technologiczny przy poszanowaniu środowiska przyrodniczego.

Pod koniec XX w. przedstawiciele wielu krajów podpisali w Rio de Janeiro dokument o ograniczeniu eksploatacji zasobów. Uzgodnienie to jest nazywane **Deklaracją z Rio w sprawie środowiska i rozwoju**. Uznano, że należy mieć na uwadze dobro przyszłych generacji – dlatego nie wolno zużywać zasobów zbyt szybko. Ochrona środowiska jest uwzględniana podczas tworzenia planów rozwoju, a środkiem do zrównoważonego rozwoju jest **ograniczenie konsumpcji dóbr**. Zwrócono uwagę na potrzebę **recyklingu** – odzyskiwania zasobów ze zużytych produktów, np. z akumulatorów czy baterii. W zgodzie z tymi zasadami jest **pozyskiwanie energii z zasobów odnawialnych**, a nie z paliw kopalnych (il. 4.2).

Ciekawe!



Ropa naftowa i gaz ziemny powstały ze szczątków roślinnych i zwierzęcych, głównie z glonów zgromadzonych wraz z drobnymi okruchami mineralnymi w osadach morskich. Podlegały one zmianom chemicznym i fizycznym w obecności wodoru, w warunkach podwyższonego ciśnienia i wysokiej temperatury. W procesach tych uczestniczyły także bakterie beztlenowe.

Pokłady węgla kamiennego utworzyły się ze szczątków roślin lądowych. Podlegały one rozkładowi w wilgotnej glebie, przy nikłym dostępie do tlenu, wskutek czego uległy uwęgleniu. W przemianach chemicznych zmniejszał się udział wodoru i tlenu, a rósł – czystego węgla. Zarówno pokłady ropy naftowej, jak i węgla kamiennego pochodzą głównie z ery paleozoicznej, z okresu karbońskiego (patrz il. na s. 51).



4.2 Wykorzystanie zasobów odnawialnych, które mogą stanowić źródła energii

Rządy opierające gospodarkę na **zasadach zrównoważonego rozwoju** wspomagają technologie bazujące na energii odnawialnej, zachęcają do wykorzystywania energii geotermalnej oraz stosują dopłaty do instalowanych paneli słonecznych. Zmniejszanie wydobywania surowców w kopalniach jest związane z troską o zachowanie zasobów nieodnawialnych dla przyszłych pokoleń.

Woda, energia wody i energia wnętrza Ziemi

Woda jest ważnym zasobem odnawialnym – jako **woda słodka jest niezbędna do życia**. Każda żyjąca istota musi uzupełniać jej braki w organizmie. Woda, która paruje z powierzchni ziemi i z organizmów, nie jest tracona, bo nie opuszcza atmosfery ziemskiej. Przemieszcza się w chmurach, a potem spada w postaci deszczu, gradu lub śniegu. Bardzo ważnym elementem obiegu wody jest jej magazynowanie w glebie i w ekosystemach. Zdolność do gromadzenia zasobów wodnych w środowisku jest określana jako **retencja wodna**. Wszelkie działania, które poprawiają retencję wodną, służą zachowaniu krajobrazu naturalnego, przeciwdziałają suszom i powodziom.

Do najlepszych magazynów wody należą **torfowiska**. Są to podmokłe ekosystemy zdominowane przez mchy i rośliny bagienne, które tworzą się na podłożu trudno przepuszczalnym. Można je porównać do gąbki chłonej wodę opadową. Chłonicymi ją ekosystemami są także **wilgotne łąki**. Wodę przetrzymują również w środowisku wszelkie małe zbiorniki wodne, takie jak stawy, oczka wodne i glinianki, określane jako **zbiorniki małej retencji**. Spowalniają one spływ wód do rzek i mórz.

Przepływ wody generuje ogromne ilości energii mechanicznej (il. 4.3). Jest ona przetwarzana w elektrowniach wodnych na energię elektryczną.

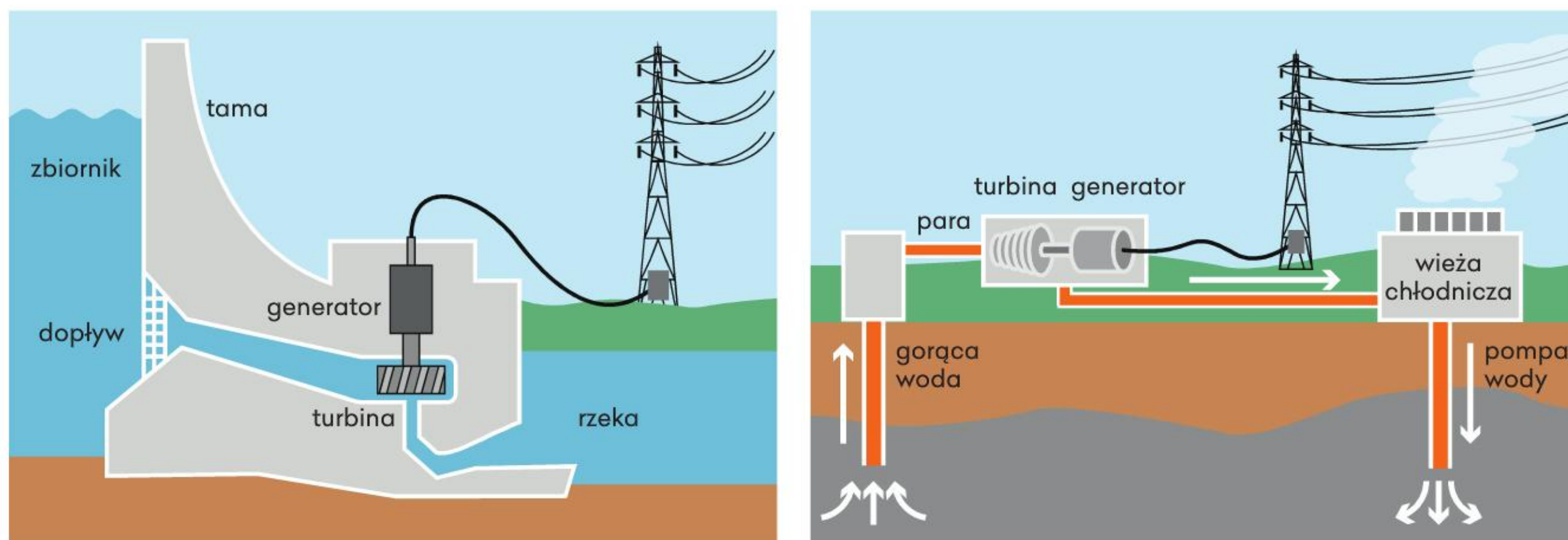
W głębi Ziemi jest wysoka temperatura. Tę energię cieplną, nazywaną geotermalną, można wykorzystać, pobierając z głębokich odwiertów gorącą wodę i parę wodną. Służą one bezpośrednio do ogrzewania budynków lub przetwarza się ich energię cieplną na energię elektryczną w elektrowniach (il. 4.4).



4.3 W Szwajcarii aż 60% energii elektrycznej pozyskuje się z energii wody



Jak myślisz, dlaczego wykorzystanie wody jako źródła energii jest w Szwajcarii tak opłacalne, podczas gdy w Polsce ponad 70% energii uzyskuje się ze spalania węgla kamiennego?



4.4 Energia mechaniczna i ciepła wody mogą być przekształcone na energię elektryczną

Biomasa i biopaliwa

Biomasa to termin funkcjonujący w ekologii jako miara produktywności środowiska, inaczej masa organizmów. Jednak tak samo określa się również **odnawialne zasoby przyrody**, które stanowią **głównie mikroorganizmy, rośliny i zwierzęta**. Ich szczątki, które ulegają przemianom fizycznym i chemicznym w trakcie rozkładu, mogą zostać wykorzystane jako źródło materii i energii. Spalanie biomasy (drewna, słomy, brykietu z resztek roślinnych) prowadzi do uwolnienia energii, którą można wykorzystać jako źródło ciepła lub – po przetworzeniu w elektrowniach biomasowych – jako źródło energii elektrycznej.

Z biomasy otrzymuje się również **biopaliwa**, czyli paliwa wytwarzane z surowców organicznych. Biobenzyna, biodiesel lub bioetanol służące do napędzania silników spalinowych są produktami odpowiednio przetworzonych roślin, które zostały poddane fermentacji i innym przemianom chemicznym.

W wyniku fermentacji odpadów zwierzęcych i roślinnych powstaje także biogaz. Może on zastępować gaz ziemny. Biomasa często służy również jako surowiec budowlany.

Wykorzystanie energii solarnej i wiatrowej

Na całym świecie coraz częściej wykorzystuje się źródła energii elektrycznej, które mogą działać lokalnie i nie wymagają tworzenia wielkich linii przesyłowych. Ich przykładem są ogniwa fotowoltaiczne, czyli panele do przetwarzania energii słonecznej na energię elektryczną zasilającą lokalną sieć.

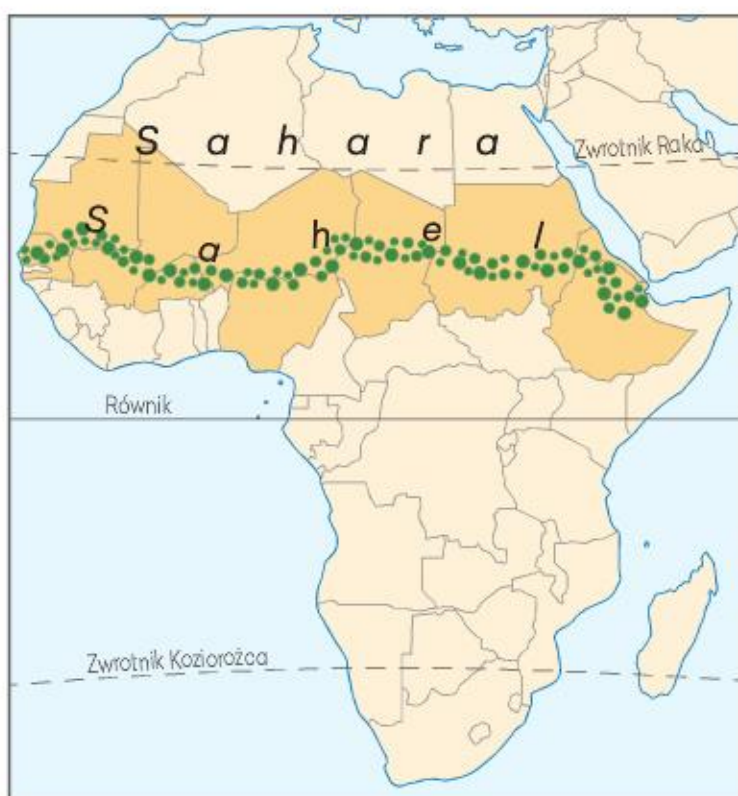
Takie zastosowanie mają także wiatraki (il. 4.5). Za pomocą tych urządzeń można uzyskiwać energię nawet na terenach pustynnych lub niezasiedlonych wybrzeżach morskich. Wiatr wieje tam z dużą siłą, co zapewnia jej stałą produkcję. Wymienione źródła energii nie tylko ograniczają zużycie paliw kopalnych, ale także zanieczyszczanie powietrza.

Ciekawie!

Torf to skała osadowa bogata w węgiel (pierwiastek), zbudowana z nierozłożonych części roślin. Przez wieki był wydobywany i używany jako opał. Do tej pory torf jest wykorzystywany do produkcji energii elektrycznej w Irlandii i Finlandii. Obecnie w Polsce torfowiska są rzadkimi i cennymi ostojami wielu gatunków, a pozyskiwanie torfu ograniczono.



4.5 Panele fotowoltaiczne i wiatrak



4.6 Planowany przebieg afrykańskiego Wielkiego Zielonego Muru. W ciągu 10 lat trwania akcji posadzono miliony drzew

Użytkowanie ekosystemów

Źródłem pożywienia dla człowieka są rośliny, grzyby i zwierzęta, w większości pochodzące z upraw i hodowli. Jednak nadal część z nich pozyskujemy z natury, np. wybrane gatunki ryb, grzyby czy zioła. Zarówno niektóre grzyby, jak i rośliny bywają także wykorzystywane jako leki.

Nie wszystkie typy środowiska są równie cenne jako źródło zasobów przyrody. Ekosystemem, który wyróżnia się pod tym względem, są wilgotne lasy równikowe, zwłaszcza Puszcza Amazońska. Niestety obecnie jest ona karczowana w wielu rejonach (patrz *Podejmij temat*). Choć wycinanie puszczy może być opłacalne dla mieszkańców danego obszaru, to dla funkcjonowania przyrody w skali globalnej może okazać się katastrofalne w skutkach. Teoretycznie wykarczowany las można zastąpić nowym. Jednak w takim lesie będzie mniej gatunków, a zależności między organizmami nigdy już nie będą takie jak dawniej. Wiele gatunków stracimy na zawsze.

Człowiek zmienia środowisko naturalne: buduje miasta, sieci komunikacyjne, a odlesione obszary przeznacza na działalność rolniczą, hodowlaną i przemysłową. Jego wpływ ma obecnie globalne znaczenie. Zmiany, do których się przyczynił, są odczuwalne na całym świecie, nawet w Arktyce i na Antarktydzie. Dlatego nową epokę geologiczną nazwano **antropocenem**.

W ramach zrównoważonego rozwoju ludzie podejmują inicjatywy zalesiania. Do największych z nich należy tworzenie Wielkiego Zielonego Muru w Afryce Środkowej (il. 4.6). Jedenaście krajów połączyło siły, by stworzyć długi pas drzew. Ma on mieć 8 tys. km. Posadzone drzewa mają przeciwdziałać rozszerzaniu się Sahary w kierunku południowym w regionie zwanym Sahelem.

W skrócie

- Zasoby przyrody to elementy środowiska wykorzystywane przez człowieka. Są źródłem energii oraz materiałów stosowanych w przemyśle, rolnictwie i budownictwie. Dzieli się je na zasoby nieodnawialne i odnawialne.
- Do najczęściej wykorzystywanych nieodnawialnych źródeł energii należą: węgiel, ropa naftowa i gaz ziemny. Nieodnawialne zasoby energii z każdym rokiem się kurczą.
- Do odnawialnych źródeł energii należą: energia wodna, wiatrowa, słoneczna, geotermalna i biomasy. Zalicza się do nich także organizmy i tworzone przez nie ekosystemy.
- Gospodarowanie zasobami przyrody zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju daje możliwość przywrócenia równowagi ekosystemom na Ziemi.

Czy już umiesz? Sprawdź się!

- 1 Jakie znasz sposoby pozyskiwania energii odnawialnej w twoim województwie?
- 2 Przypomnij sobie z lekcji geografii z klasy 7 lub sprawdź w internecie, gdzie w Polsce wydobywa się najwięcej nieodnawialnych zasobów: węgla kamiennego, siarki, soli kamiennej i rud metali.
- 3 Zapisz 3 argumenty przemawiające za wykorzystaniem odnawialnych zasobów przyrody.
- 4 Przedstaw możliwości poprawienia retencji wody w twojej okolicy. Oceń też, czy działalność bobrów sprzyja retencji wody, czy też nie. Odpowiedź uzasadnij.
- 5 Na podstawie dostępnych, wiarygodnych źródeł wiedzy wymień po 3 gatunki ryb i grzybów, które są pozyskiwane wyłącznie z natury.

4.2 Różnorodność biologiczna

Podejmij temat



Czy wiesz, ile gatunków nas otacza i w jakich ekosystemach jest ich najwięcej? Czy znamy już wszystkie istniejące gatunki? Organizmy z jakiej grupy są najmniej poznane i dlaczego?



Co to jest różnorodność biologiczna?

Różnorodność biologiczna, nazywana w skrócie **bioróżnorodnością**, to bogactwo różnych form życia na naszej planecie. Można ją opisywać na trzech głównych poziomach – jako różnorodność ekosystemową, różnorodność gatunkową i różnorodność genetyczną.

Różnorodność ekosystemowa oznacza występowanie na danym terenie wielu różnych ekosystemów. Na ich trwanie ma bezpośredni wpływ różnorodność ich biocenoz. Istotne są również warunki abiotyczne. W każdej biocenozie organizmy są ze sobą powiązane siecią zależności. Im więcej powiązań między organizmami, tym bardziej stabilny jest ekosystem. Gdyby rośliny kwiatowe były zapylane przez pojedyncze gatunki owadów, to zniknięcie tych zapylaczy, np. z powodu bardzo surowej zimy, spowodowałoby również zanik uzależnionych od nich roślin. Najczęściej jednak są one zapylane przez zespoły owadów. Warto pamiętać, że pasożyty również mają znaczenie dla stabilności biocenozy. Podobnie jak drapieżniki wpływają na selekcję organizmów i przetrwanie najlepiej dostosowanych do środowiska. Część różnorodności biocenozy kryje się też w jelitach zwierząt i tkankach roślin.

Różnorodność gatunkowa dotyczy liczby gatunków występujących w ekosystemie. Im bardziej jest zróżnicowany świat organizmów, tym większa jest stabilność ekosystemu. Oznacza to, że staje się on mniej podatny na niekorzystne zmiany.

Różnorodność genetyczna dotyczy zmienności osobniczej w populacji, która wynika z występowania różnych alleli tego samego genu. Im bardziej zróżnicowana genetycznie populacja, tym jej trwanie jest pewniejsze w środowisku. W zróżnicowanej populacji proces selekcji prowadzi do eliminacji słabszych organizmów i przetrwania tych najlepiej dostosowanych.

Jak dotąd znamy ok. 1,3 mln gatunków organizmów. Wiemy także, że wielu nauka jeszcze nie odkryła. Według niektórych badaczy na naszej planecie żyje ok. 8,7 mln gatunków różnych organizmów.

Różnorodność biologiczna –
rozmaitość form życia na Ziemi.

Ciekawe!



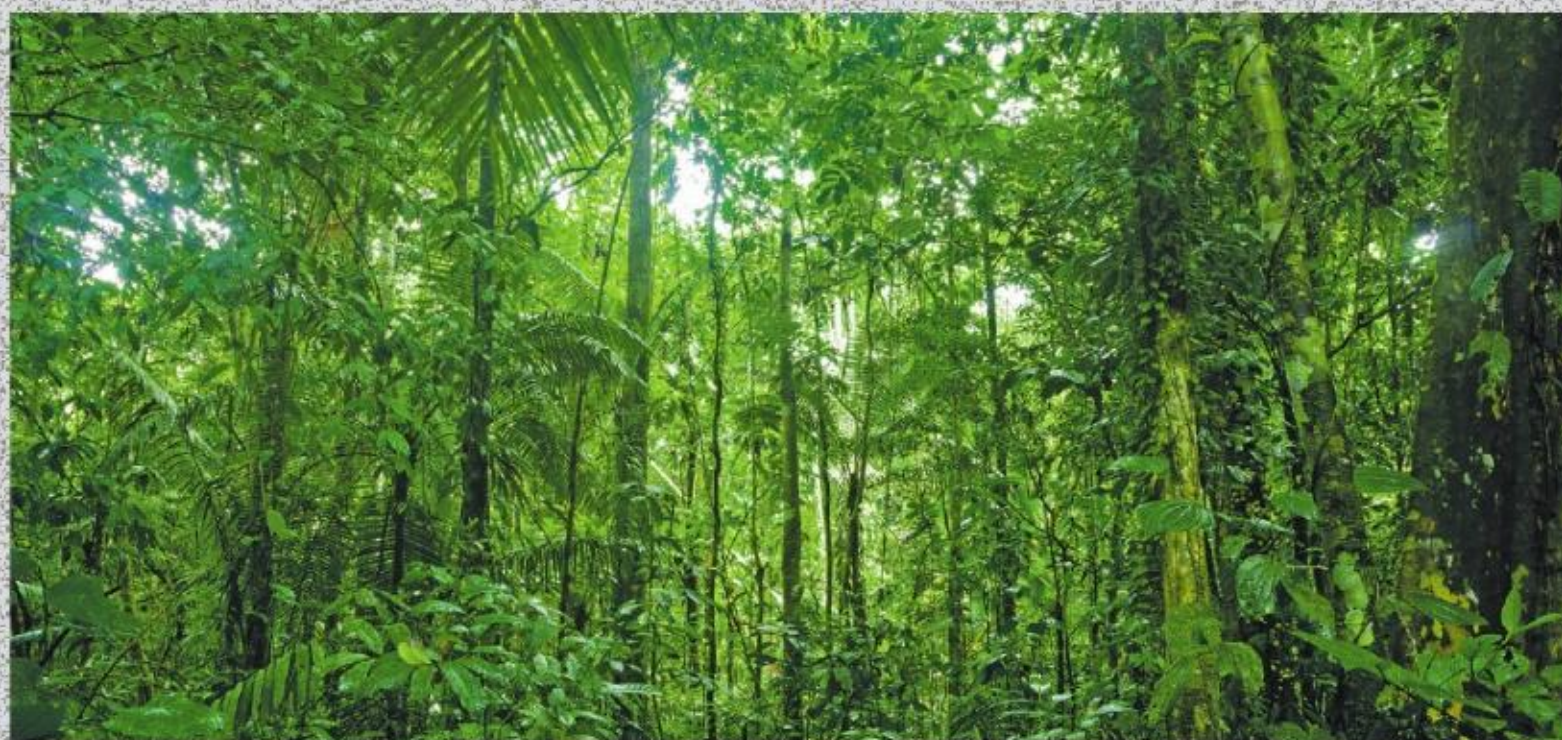
W starych dębowych pniach i dziuplach mieszka kwietnica okazała – piękny i rzadki chrząszcz. Jest częstym towarzyszem kozioroga dębosza. Jego larwy, które drążą pod korą szerokie chodniki, ułatwiają kwietnicom zasiedlanie pni. Często obecność jednego organizmu jest warunkiem koniecznym do pojawiania się innego.

Najbogatsze ekosystemy

Do najbogatszych ekosystemów na Ziemi zaliczamy te, które znajdują się w strefie klimatów równikowego i zwrotnikowego. Są to **wilgotne lasy równikowe** i **rafy koralowe**. Życie najbujniej rozkwita właśnie tam, gdzie w ciągu roku dociera najwięcej promieniowania słonecznego i jednocześnie jest stały dostęp do wody.

Wilgotne lasy równikowe

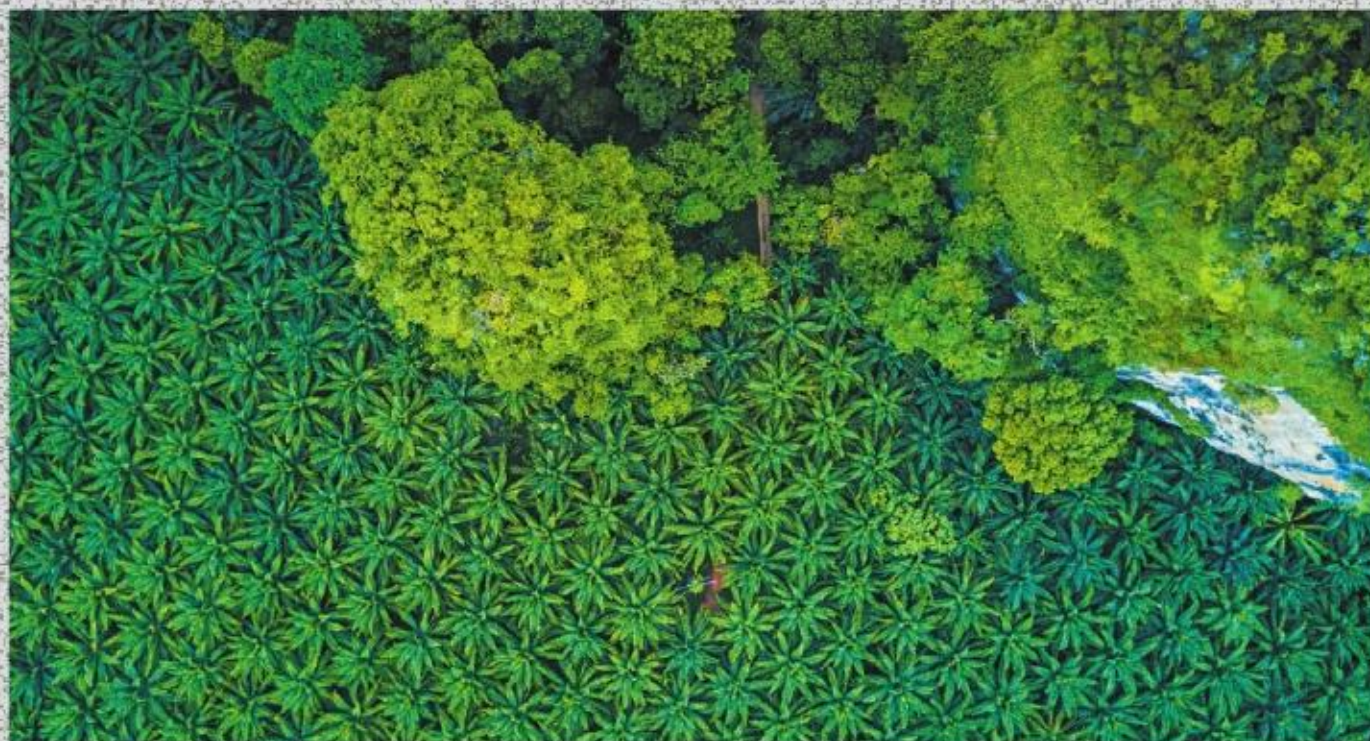
Ich największe kompleksy znajdują się w dorzeczu Amazonki, gdzie zajmują obszar ok. 5,5 mln km². Występuje tu ok. 2,5 mln gatunków owadów i ok. 40 tys. gatunków roślin. Notuje się również dużą liczbę nowych gatunków grzybów. Dla porównania w Białowieskim Parku Narodowym, który chroni bogaty ekosystem lasów liściastych strefy umiarkowanej, występuje tylko ok. 1 tys. gatunków roślin.



Struktura lasu deszczowego klimatu równikowego

Struktura lasu liściastego klimatu umiarkowanego

Bogactwo lasów równikowych wiąże się z ich silnie rozwiniętą strukturą pionową. Tworzą je drzewa wielu gatunków w różnym wieku i o różnej wysokości. Ponadto bardzo bogaty jest podszyt. W koronach drzew mają siedliska rośliny epifityczne, a mrówki i inne owady zakładają tam swoje gniazda. Pomiedzy drzewami zwisają rośliny pnące – liany.

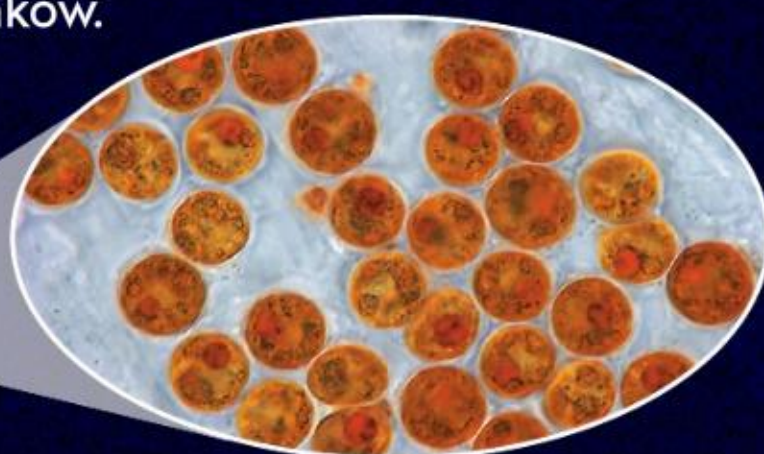


Wilgotne lasy równikowe są tak zróżnicowane, że wędrowiec może tam co chwila ujrzeć odmienne gatunki roślin, grzybów, zwierząt. Życie tętni także pod stopami podróżnika. W glebie i w ściółce żyje mnóstwo organizmów mikroskopijnej wielkości. Każdy opadły liść jest obrosnięty grzybnia. To staje się pokarmem dla bezkręgowców i kolejnych grzybów. To m.in. dlatego wycinanie lasów równikowych budzi sprzeciw. W wyniku ich przekształcania w plantacje palm olejowych (na zdjęciu) tracimy na zawsze gatunki organizmów nieznane jeszcze nauce lub już znane, lecz rzadkie.

Rafy koralowe



To podwodne ekosystemy, które powstają dzięki parzydełkowcom budującym wapienne szkielety zewnętrzne. Kolejne pokolenia tych organizmów wzrastają na resztkach szkieletów swych poprzedników. Rafy koralowe rozwijają się najlepiej w wodzie o temperaturze wynoszącej ok. 26°C. Są one oazami nie tylko dla ryb, ale również licznych glonów – zielenic, brunatnic, krasnorostów – oraz skorupiaków i niezwykle zróżnicowanego świata mięczaków. W ekosystemie rafy koralowej żyje aż 20 tys. gatunków ryb. W polskich wodach jest ich tylko ok. 120 gatunków.



To dzięki obecności symbiotycznych glonów koralowce rafotwórcze budują wapienne szkielety – rafa jako całość wciąż przyrasta.

Koralowce tworzące rafy żyją w symbiozie z glonami. Jedynie nocą pobierają pokarm zwierzęcy, wyciągając swoje ramiona i czułki z komórkami parzydełkowymi. W ciągu dnia glony wypełniające komórki koralowców prowadzą fotosyntezę, a większością wytworzonego cukru odżywiają swego gospodarza.



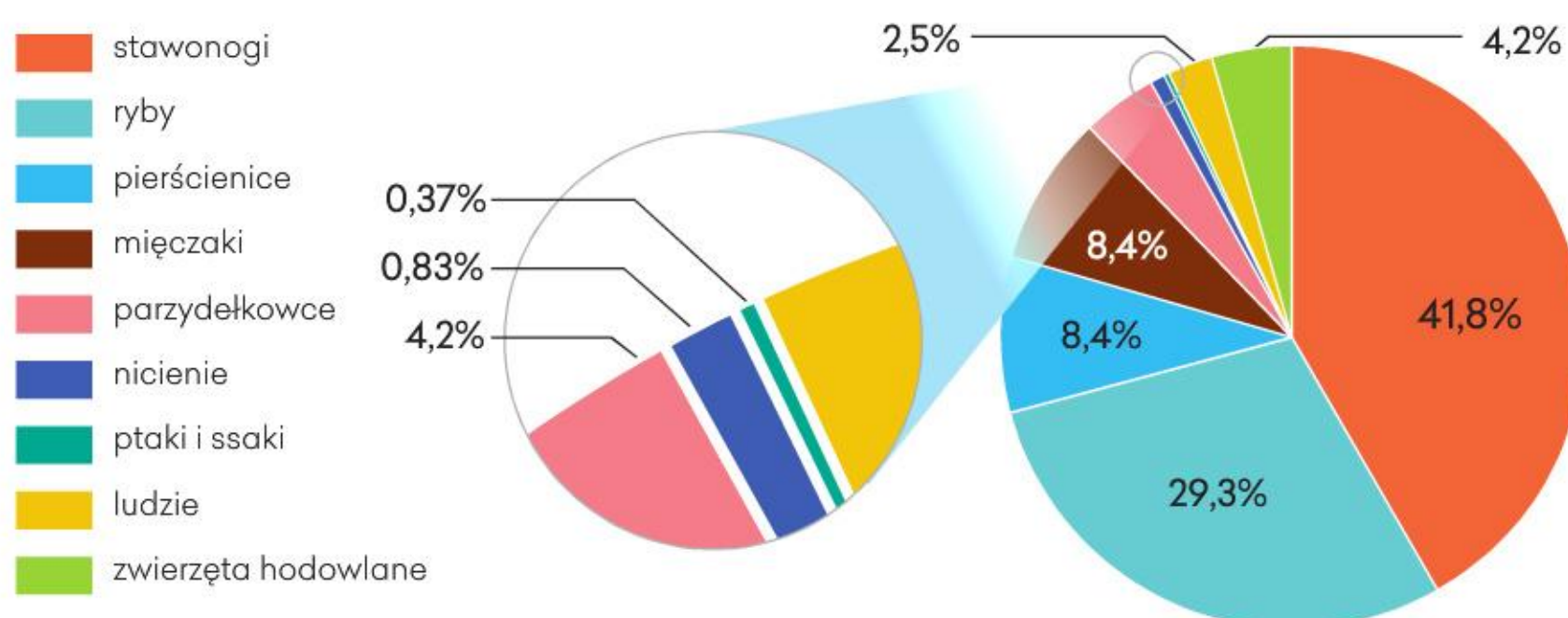
Rafy koralowe są wrażliwe na zmiany warunków, a zwłaszcza na różnice temperatury wody. W wyniku jej podwyższenia o 3°C dochodzi do **blaknięcia raf**. Zjawisko to świadczy o zachwianiu symbiozy między koralowcami i glonami. Koralowce tracą glony, czego objawem jest utrata koloru i powolne obumieranie.



Po obumarłych koralowcach pozostają szkielety, które z czasem pokrywają się glonami. Barwny ekosystem rafy koralowej zamienia się w smutną podwodną pustynię. Mnóstwo organizmów traci wówczas miejsce do życia.

Wpływ człowieka na bioróżnorodność

W 2018 r. naukowcy postanowili porównać masę wszystkich organizmów na Ziemi. W wyniku tego stwierdzili, że ludzie wcale nie stanowią grupy o największej łącznej masie wśród innych zwierząt (il. 4.7). Największą mają stawonogi – głównie owady. Są one zarazem grupą najliczniejszą w gatunki. My stanowimy tylko niecałe 3% masy wszystkich zwierząt – kręgowych i bezkręgowych. Nawet masa wszystkich pierścienic i mięczaków jest większa niż przedstawicieli gatunku ludzkiego. Warto też zwrócić uwagę, że znacznie więcej niż wszyscy ludzie razem wzięci ważą hodowane przez nas zwierzęta.



4.7 Udział różnych grup zwierząt i ludzi w masie wszystkich organizmów zwierzęcych. Pominęto płazy i gady, gdyż ich całkowita masa jest znikoma

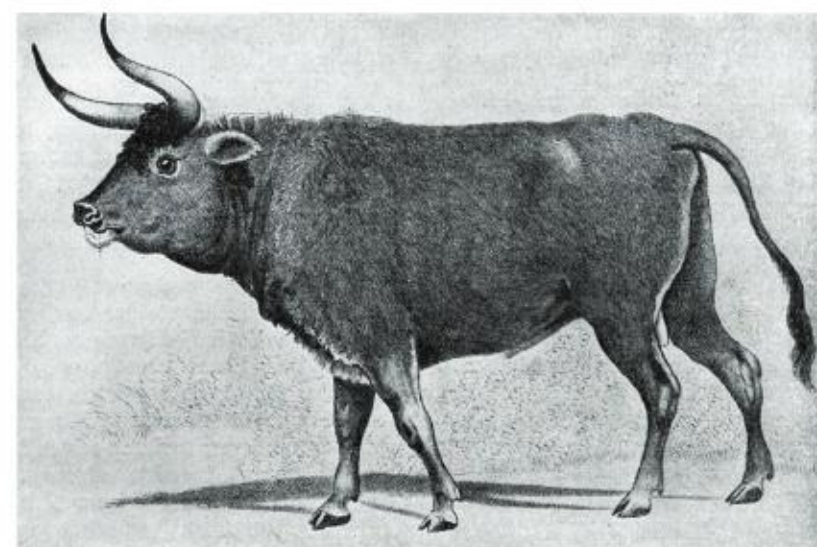
Człowiek ma ogromny wpływ na liczebność innych organizmów żyjących na Ziemi. Zanim pojawił się na naszej planecie, masa wszystkich dzikich zwierząt była przynajmniej siedmiokrotnie większa, niż jest obecnie. Ludzie nie mieli co prawda wpływu na wymieranie dinozaurów, bo w erze mezozoicznej, gdy wielkie gady panowały na Ziemi, człowiek jeszcze nie istniał. Jednak gdy się pojawił, przyczynił się do wymarcia bardzo wielu organizmów, takich jak mamut (il. 4.8), dront dodo (il. 4.9) czy tur (il. 4.10). Niestety często człowiek nie liczy się z zanikaniem zasobów przyrodniczych i nie potrafi ocenić skutków swojego udziału w eksploatacji zasobów natury (il. 4.11).



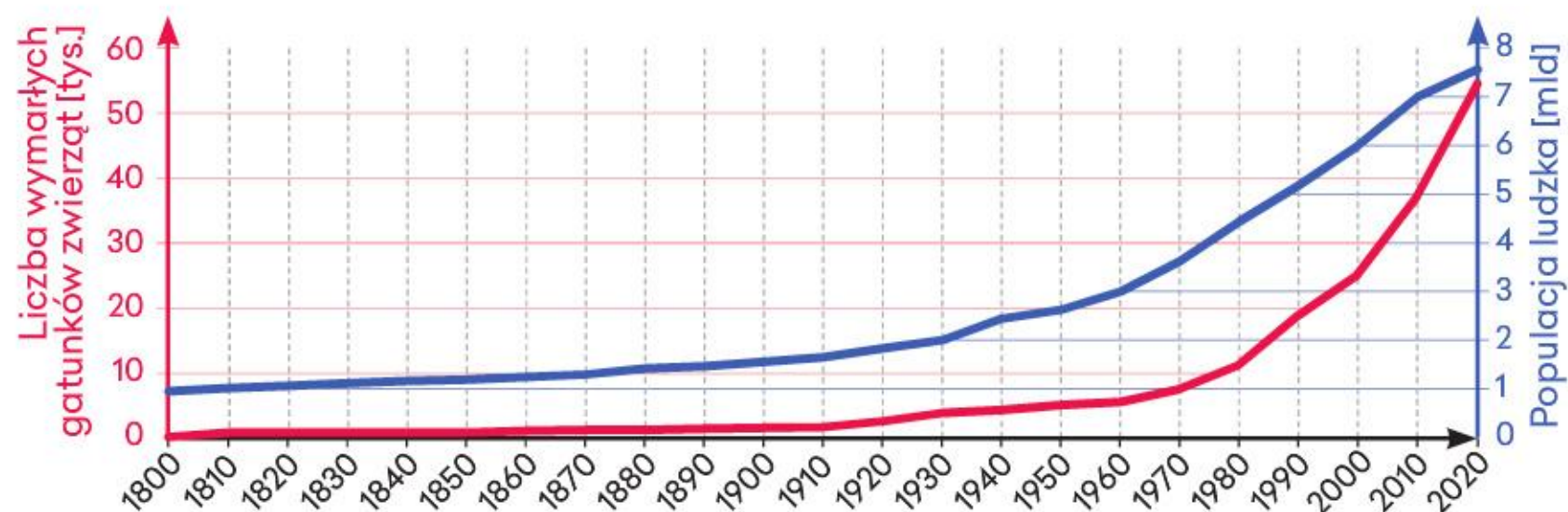
4.8 W Krakowie w okolicach kopca Kościuszki archeolodzy znaleźli kości ponad 100 mamutów. W jednej z nich tkwił kamienny grot



4.9 Dront dodo to ptak żyjący niegdyś na Mauritiusie. Wyginął w XVII w. m.in. na skutek polowań i zawleczenia na wyspę szczurów



4.10 Tury żyły w Europie do XVII w. Przyczyną ich wyginiecia był rozwój rolnictwa i wycinanie lasów. Ostatni osobnik padł w 1755 r.



4.11 Populacja ludzka a wymieranie kręgowców

Czy pozbycie się patogenów i chwastów byłoby korzystne?

Niekiedy ludziom wydaje się, że wszystkie organizmy wywołujące choroby – bakterie, protisty chorobotwórcze i grzyby chorobotwórcze – powinno się wytępić. Nic bardziej mylnego. Przeprowadzono doświadczenie sprawdzające, jak organizmy glebowe wpływają na kiełkowanie nasion. W lesie równikowym z gleby bogatej w nasiona wyeliminowano grzyby. Okazało się, że po ich usunięciu zaczęło kiełkować dużo mniej nasion, a biocenoza była znacznie uboższa. Dlaczego? Usunięcie grzybów uniemożliwiło roślinom wchodzenie w mykoryzę. W utrzymaniu różnorodności gatunkowej pomagały też grzybowe patogeny. Gdy je wyniszczono, rośliny dominujące w środowisku zaczęły się intensywnie rozprzestrzeniać i eliminować te rzadsze i cenniejsze, bo grzyby chorobotwórcze już nie ograniczały wzrostu ich populacji. Eksperyment wykazał, że organizmy wywołujące choroby także są potrzebne w przyrodzie – regulują liczebność innych gatunków.

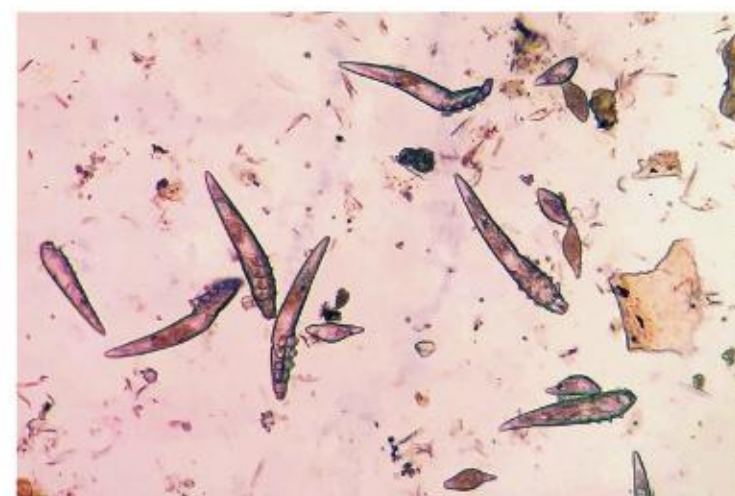
Zazwyczaj w miejscach zmienionych przez człowieka różnorodność biologiczna jest znacznie mniejsza niż w ekosystemach naturalnych lub w niewielkim stopniu zaburzonych jego działalnością. Z trawnika czy z pola są usuwane rośliny, które wydają się niepotrzebne. Jednak obecność chwastów (il. 4.12), czyli roślin towarzyszącym uprawom, jest ważna. Zapewnia bowiem większą różnorodność biologiczną i jest warunkiem zachowania dynamicznej równowagi w przyrodzie. Oszacowano, że na 1 gatunek rośliny przypada przynajmniej 6 gatunków grzybów. Ich obecność również przyczynia się do utrzymania stabilności ekosystemu.



4.12 Chabry i maki na polu zboża nie cieszą rolników, ale świadczą o większej bioróżnorodności

Ciało człowieka to środowisko życia

Wewnątrz twojego ciała i na skórze żyją setki innych organizmów. Dominują wśród nich bakterie. W jelitach człowieka żyje ok. 200 gatunków organizmów bezjądrowych. Do mieszkańców naszych ciał należą też grzyby, np. drożdże. Wielu z nas, choć o tym nie wie, w mieszkach włosowych rzes żywi wydzielinami gruczołów drobne roztocza – nużeńce (il. 4.13). Te niemal nieruszające się pajęczaki całe życie spędzają w ukryciu. W sumie znamy ok. 5 tys. gatunków małych organizmów, które zasiedlają ludzkie ciało. Masa drobnoustrojów żyjących w organizmie dorosłego człowieka może wynosić 2 kg.



4.13 Nużeńce



Badanie różnorodności biologicznej

Organizmy występujące w ogrodzie lub na podwórku można nazwać biocenozą. Składają się na nią: fauna danego miejsca – wszystkie gatunki organizmów zwierzęcych, flora – wszystkie gatunki roślin, funga – wszystkie gatunki grzybów na tym terenie, a także zespół mikroorganizmów. Aby poznać pełną biocenozę, należy stosować inne metody badawcze w odniesieniu do każdej kategorii organizmów.

ABY POZNAĆ FAUNĘ

- zajrzyj pod kamienie – sprawdź obecność bezkręgowców,
- obserwuj owady w pobliżu kwiatów i pająki na roślinach,
- przyjrzyj się ćmom zlatującym się nocą do lampy,
- policz mieszkające w danym miejscu gatunki ptaków i nagraj ich głosy,
- notuj zauważone tropy ptaków i ssaków, zwróć uwagę na ślady żerowania.



ABY POZNAĆ FLORE

- policz wszystkie widoczne gatunki roślin,
- powtórz liczenie kilka razy w roku – najlepiej wiosną, latem i jesienią,
- porównaj, jakie gatunki można zauważyć w różnych porach roku,
- zanotuj, kiedy dane gatunki roślin kwitną i wydają nasiona,
- określ sposób zapylenia i rozsiewania nasion u spotkanych roślin.



ABY POZNAĆ FUNGĘ

- zaobserwuj, czy w ogrodzie występują owocniki grzybów – szukaj ich nie tylko na ziemi, ale również na pniach i konarach drzew,
- zbadaj, czy na martwych gałązkach, ściółce i owocach leżących na ziemi pojawiają się pleśnie, a także drobne owocniki i śluzowce,
- poszukaj porostów na kamieniach, gałązkach drzew i pniakach,
- zwróć uwagę na różny termin występowania owocników grzybów – wskaż, które są obecne przez cały rok, a które występują tylko w określonej porze roku.



Pomocne przy badaniu biocenozy



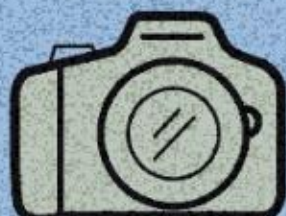
STRONY INTERNETOWE
np. <https://atlas-roslin.pl>



ATLASY I KLUCZE DO
OZNACZANIA GATUNKÓW



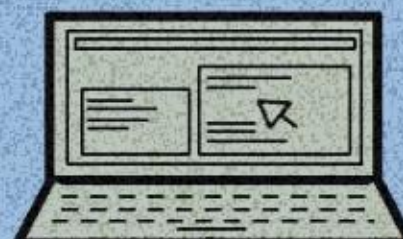
LUPA



APARAT
FOTOGRAFICZNY



LORNETKA



FORA INTERNETOWE O WYBRANYCH
GRUPACH ORGANIZMÓW



NOTES



APLIKACJE NA TELEFON
np. BirdNET, iNaturalist

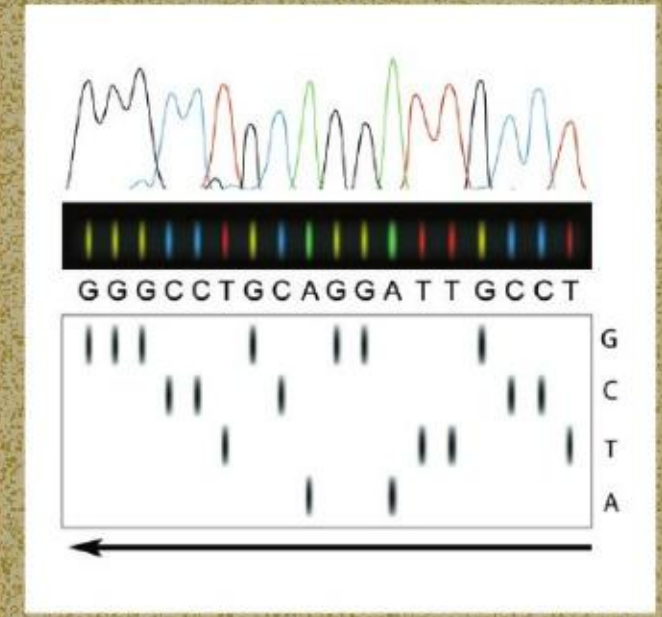
Jak naukowcy badają różnorodność biologiczną?



Pobieranie materiału do badań



Metody molekularne pozwalają na izolację z pobranej próbki różnych typów kwasów nukleinowych



Metody bioinformatyczne – porównywanie otrzymanego DNA z próbek z sekwencjami DNA dostępnymi w bazach danych

Współcześnie w badaniu bioróżnorodności bardzo pomocne są metody molekularne. Z pobranej próbki – gleby czy wody – izoluje się DNA różnych organizmów i powiela fragmenty pozwalające je zidentyfikować. Organizmy oznacza się przez porównanie otrzymanych sekwencji z biblioteką DNA w bazach danych. Dzięki tej metodzie w krótkim czasie uzyskuje się informacje o występowaniu gatunków w danym środowisku bez konieczności użycia mikroskopów i prowadzenia hodowli.



Fotopułapka w lesie



Zdjęcie z fotopułapki

Naukowcy pracują także w terenie. Stosują fotopułapki, aby obserwować zwierzęta aktywne nocą lub płochliwe. Do badania ich kondycji, pokrewieństwa na danym terenie czy między różnymi populacjami stosuje się pułapki żywołowne. Złapane ssaki są mierzone, ważone, pobiera się im próbkę sierści do badań biochemicznych, a czasem krwi lub odchodów do badań mikroorganizmów pasożytniczych, a następnie zwierzęta się wypuszcza. Wędrowniki ptaków obserwuje się dzięki umieszczaniu na ich grzbietach miniaturowych nadajników. Ponadto ptaki mogą też być obrączkowane przez uprawnionych obrączkarzy. Natomiast przy badaniu nietoperzy wykorzystuje się specjalne rejestratory sygnałów i analizatory fal akustycznych. Ważne jest, by zebrane dane były udostępnione innym badaczom. Z tego względu dobrze jest swoje obserwacje odpowiednio dokumentować, materiały przekazywać do odpowiednich archiwów – zielników, muzeów przyrodniczych, a uzyskane wyniki – publikować.

1. Jakiej metody użyjesz do szukania porostów w swojej okolicy?
2. Która metoda pozwala stwierdzić, jaki drapieżnik próbował się dostać do gołębnika?
3. Jak myślisz, dlaczego niektóre kwiaty pojawiają się bardzo wczesną wiosną i wydaje się, że znikają, kiedy drzewa rozwijają liście?
4. Jakie wyposażenie powinieneś mieć, by znaleźć i zidentyfikować jak najwięcej bezkręgowców żyjących na trawniku przed domem?
5. Przygotuj prezentację na temat organizmów żyjących w badanym ogrodzie.

Różnorodność biologiczna



recykling odpadów
i ograniczanie ich spalania

zachowanie
siedlisk
naturalnych
i budowanie
korytarzy
ekologicznych

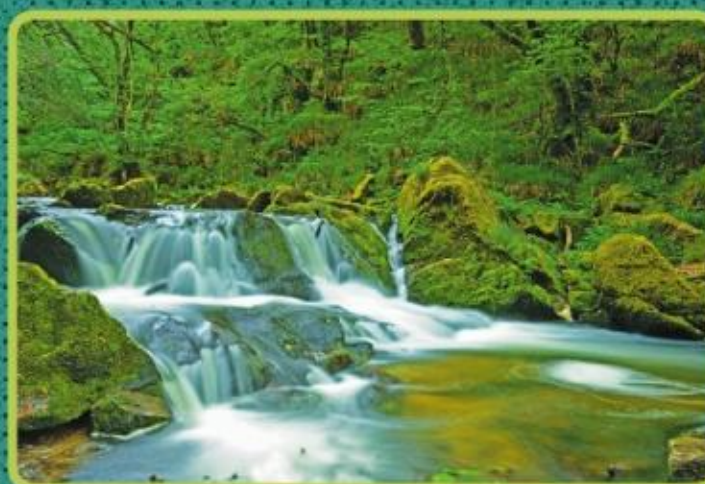


CO JEJ
SŁUŻY?



budowa efektywnych
oczyszczalni ścieków

zachowanie dolin
rzecznych z regulacją
przeciwpowodziową



Co to jest skala porostowa?

Skala porostowa to sposób wykorzystania porostów rosnących na korze drzew do oceny zanieczyszczenia powietrza na danym obszarze. Porosty są w tym wypadku gatunkami wskaźnikowymi. Wykazują one dużą wrażliwość na skład powietrza, zwłaszcza na zawartość związków siarki i azotu. Im bardziej porosty mają rozbudowaną powierzchnię, tym bardziej są wrażliwe na zanieczyszczenia. To właśnie dlatego w mieście nie spotykamy raczej porostów krzaczkowatych.

- Za pomocą skali porostowej oceń stopień zanieczyszczenia powietrza tlenkami siarki w swojej miejscowości.



STREFA I

(>170 $\mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$)

- powietrze szczególnie silnie zanieczyszczone – centra dużych miast i ośrodki przemysłowe
- kora drzew pokryta glonami



STREFA II

(170–100 $\mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$)

- powietrze bardzo zanieczyszczone – miasta i ośrodki przemysłowe
- glony, porosty proszkowate i skorupiaste



STREFA III

(100–70 $\mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$)

- powietrze dość silnie zanieczyszczone – zadrzewione aleje i parki miejskie
- porosty skorupiaste i nieliczne listkowate

CO JEJ ZAGRAŻA?



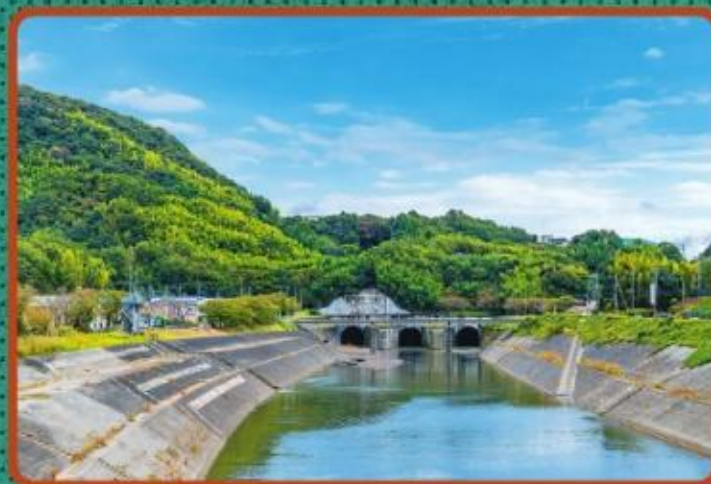
niszczenie siedlisk
i kłusownictwo



wprowadzanie gatunków
inwazyjnych (na zdjęciu
nawłóć późna)



zanieczyszczenia powietrza, wody
i gleby oraz używanie opakowań
jednorazowych



melioracje i regulacje rzek



nawożenie i używanie
środków ochrony roślin oraz
uprawy wielkoobszarowe



STREFA IV

(70–50 $\mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$)

- powietrze średnio zanieczyszczone – lasy wokół miast
- porosty listkowe i nieliczne drobne formy krzaczkowe



STREFA V

(50–40 $\mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$)

- powietrze mało zanieczyszczone – lasy gospodarcze
- liczne porosty listkowe i niektóre formy porostów krzaczkowatych



STREFA VI

(40–30 $\mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$)

- powietrze nieznacznie zanieczyszczone – duże lasy naturalne
- porosty listkowe i krzaczkowe osiągające znaczne rozmiary



STREFA VII

(<30 $\mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$)

- powietrze czyste
- zróżnicowane porosty krzaczkowe i listkowe o znacznych rozmiarach

Przekonaj się!

Badanie bioróżnorodności

Potrzebne materiały: koło hula-hop, kartka do zapisywania wyników, pisak.

Opis czynności:

- 1 Wybierz się na krótką wycieczkę i przeprowadź badanie w 3 różnych miejscach: na trawniku, na polu, w lesie lub nad rzeką.
- 2 W każdym z 3 miejsc rzuć koło hula-hop na ziemię, po czym policz, ile gatunków roślin znajduje się w okręgu.

Wynik obserwacji: Porównaj liczby gatunków w poszczególnych miejscach.

Wniosek:

Sformułuj wniosek i zapisz go w zeszycie, odpowiadając na pytania.

- Gdzie różnorodność roślin jest największa, a gdzie – najmniejsza?
- Czy tam, gdzie jest mniej gatunków roślin, może być więcej gatunków owadów i grzybów?

W skrócie

- Różnorodność biologiczna to różnorodność form życia na Ziemi. Ma ona podstawowe znaczenie dla zdrowego funkcjonowania ekosystemów. Wszystkie organizmy w środowisku są powiązane ze sobą różnymi zależnościami. Usunięcie choćby jednego gatunku narusza równowagę.
- Organizmy chorobotwórcze są elementami sieci zależności i spełniają ważną rolę – w sposób naturalny usuwają organizmy gorzej dostosowane do środowiska.
- Ekosystemami o największej różnorodności biologicznej są wilgotne lasy równikowe i rafy koralowe. Najbogatszą w gatunki grupą organizmów są owady. Na każdy gatunek rośliny przypada ok. 6 gatunków grzybów.
- Jak dotąd człowiek poznał tylko część różnorodności biologicznej naszej planety, ale wciąż opisuje nowe gatunki organizmów.
- Ludzie przyczynili się do wytępienia wielu zwierząt, m.in. tura i dronta dodo.
- Niszczenie siedlisk naturalnych – będące skutkiem odlesiania, melioracji, rozrastania się miast i nadmiernej eksploatacji związanej z przyrostem ludności i nie zrównoważoną konsumpcją – jest główną przyczyną utraty różnorodności biologicznej.

Czy już umiesz? Sprawdź się!

- 1 W grupach przedstawcie plan, co można zrobić na podwórku szkolnym, by zwiększyć jego różnorodność biologiczną.
- 2 Wymień 5 typów działalności człowieka, które wpływają na zmniejszenie różnorodności biologicznej.

4.3 Ochrona przyrody

Podejmij temat



Czego potrzebuje do życia ryś? Jak chronić rysie występujące w Polsce i dlaczego warto podejmować takie działania?



Jak chronimy przyrodę w Polsce?

Bogactwo przyrodnicze jest bezcennym zasobem. Nie można go kupić, dlatego trzeba o nie dbać i starać się je zachowywać. Do bogactwa przyrodniczego należą gatunki zwierząt, grzybów i roślin, ekosystemy torfowisk, łąk, lasów czy miejsca szczególnie piękne krajobrazowo. Wyróżniamy ochronę indywidualną, ochronę gatunkową i ochronę obszarową.

Ochrona indywidualna ma długą tradycję w Polsce. Tak są chronione stare, okazałe drzewa, głazy narzutowe, grupy skał albo wydmy. Formami ochrony indywidualnej są: pomniki przyrody (il. 4.14), stanowiska dokumentacyjne, użytki ekologiczne i zespoły przyrodniczo-krajobrazowe (patrz s. 145).

Ochrona gatunkowa to troska o wszystkie osobniki spośród rzadkich i wymierających gatunków roślin, zwierząt lub grzybów (patrz s. 145).

Jednym z chronionych gatunków jest **ryś**. To duże zwierzę z rodziny kotowatych może mieć do 1,5 m długości. Jest drapieżnikiem, a jego ofiarami padają przede wszystkim sarny, ale też młode jelenie lub większe ptaki, które mają gniazda na ziemi. Ryś żyje w dużych, wielogatunkowych, starych lasach z gęstym podszytem. Lubi wykroty, czyli miejsca powstałe po przewróceniu się drzewa, skalne kryjówki i leżące wypróchniałe kłody. Jeden ryś potrzebuje z reguły zalesionego obszaru o powierzchni ok. 350 km², czyli mniej więcej wielkości Krakowa. W pojedynczych dużych lasach, takich jak Puszcza Białowieska lub Puszcza Knyszyńska, żyje ich po 20 osobników. W całej Polsce jest w sumie ok. 200 rysiów.

Ochrona obszarowa jest szczególnie cenna. Obejmuje całe ekosystemy, dzięki czemu chronione są nie tylko występujące tam organizmy, lecz także istniejące między nimi sieci powiązań, układy zależności oraz procesy przemian, jakim podlegają. Dzięki tej ochronie dbamy również o organizmy drobne, niepozorne, nieobjęte innymi formami ochrony, a być może również wyjątkowe i unikatowe. Formami ochrony obszarowej są: parki narodowe, parki krajobrazowe, rezerваты przyrody i obszary chronionego krajobrazu (patrz s. 144).

×



4.14 Najbardziej znanym polskim pomnikiem przyrody jest dąb Bartek rosnący w pobliżu Zagnańska

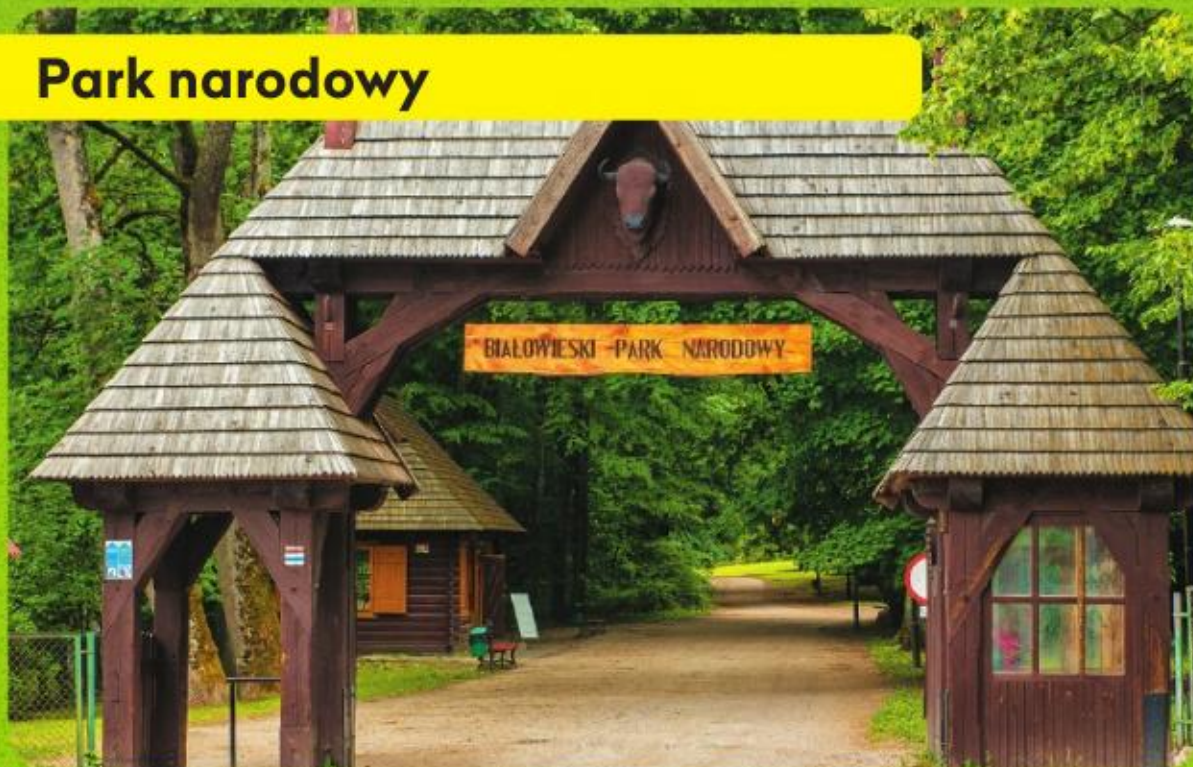
×

Formy ochrony przyrody

OCHRONA OBSZAROWA

Czym się różnią poszczególne formy ochrony obszarowej: park narodowy od rezerwatu przyrody i park krajobrazowy od obszaru chronionego krajobrazu?

Park narodowy



- rozległy obszar o **powierzchni ponad 1000 ha**
- wyróżnia się przyrodniczo, pozostaje w stanie naturalnym lub bliskim naturalnemu
- ochronie podlega **cała przyroda** – wszystkie procesy ekologiczne, gatunki i ekosystemy
- jest niezamieszkały przez człowieka
- wpływ działalności ludzkiej na stan krajobrazu i przyrody jest w nim niewielki
- można go odwiedzać, poruszając się jedynie po wyznaczonych szlakach

Rezerwat przyrody



- obejmuje obszar o **powierzchni poniżej 1000 ha**
- pozostaje w stanie naturalnym lub mało zmienionym
- ochronie podlegają **elementy przyrody** wyróżniające się szczególnymi wartościami przyrodniczymi, naukowymi, kulturowymi, krajobrazowymi, np. ekosystemy, ostoje i siedliska roślin, grzybów i zwierząt, formy przyrody nieożywionej

Park krajobrazowy



- obszar chroniony wyróżniający się **wartościami przyrodniczymi, krajobrazowymi, historycznymi i kulturowymi**
- strzeże się na nim tych wartości zgodnie z zasadami racjonalnego i zrównoważonego gospodarowania zasobami przyrody
- na tych zasadach jest w nim dopuszczona działalność gospodarcza

Obszar chronionego krajobrazu



- teren chroniony ze względu na **zróżnicowany krajobraz, wartości turystyczne i wypoczynkowe**
- zwykle jest zamieszkały przez człowieka
- ogranicza się tu niektóre formy działalności ludzkiej
- często pełni rolę **korytarza ekologicznego**
- dopuszcza się w nim działalność rolniczą, leśną i rybacką

OCHRONA GATUNKOWA

W stosunku do gatunków objętych ochroną gatunkową obowiązują różne **zakazy**:

- w przypadku zwierząt – **zakaz płoszenia, przetrzymywania i zabijania**;
- w przypadku roślin i grzybów – **zakaz zbierania, świadomego niszczenia, przetrzymywania, niszczenia siedlisk** tych organizmów i **handlowania** nimi.

PRZYKŁADY ORGANIZMÓW OBJĘTYCH OCHRONĄ GATUNKOWĄ W POLSCE

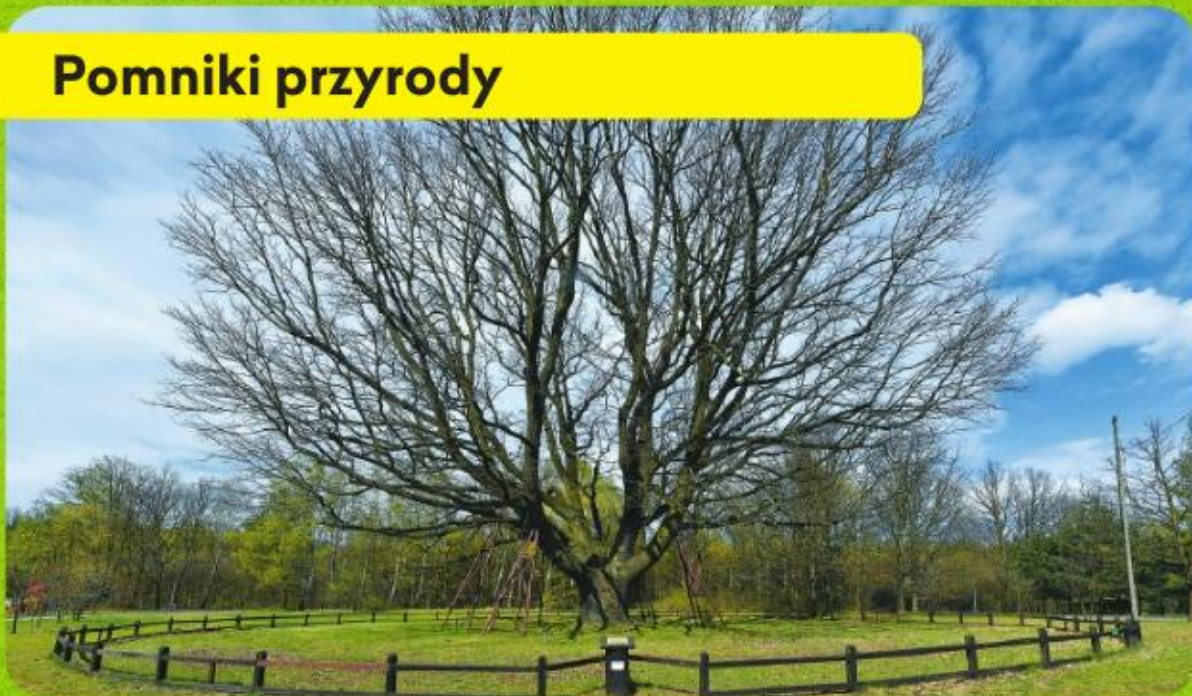
Grupa organizmów		rośliny	grzyby nietworzące porostów	grzyby zlichenizowane, czyli porosty	pajęczaki	płazy	gady	ptaki	ssaki
Liczby taksonów pod ochroną*	ściąg	415	54	178	8	10	8	427	51
	częściową	315	63	27	3	8	5	9	22
Przykładowe organizmy		mikołajek nadmorski	gwiazdosz kwiatuskowaty	granicznik płucnik	gryziel tapetnik	grzebiuszka ziemna	gniewosz plamisty	rycyk	żubr
									

* Takson to kategoria systematyczna organizmów, np. gatunek lub rodzaj. Dane liczbowe wg aktów prawnych aktualnych w 2020 r.

OCHRONA INDYWIDUALNA

Powszechnie znanymi formami ochrony indywidualnej są pomniki przyrody. Nieco rzadziej spotyka się użytki ekologiczne. Dodatkowymi formami ochrony przyrody indywidualnej są stanowiska dokumentacyjne i zespoły przyrodniczo-krajobrazowe. Stanowią je obszary wartościowe pod względem walorów naukowych, widokowych czy estetycznych.

Pomniki przyrody



- pojedyncze twory przyrody ożywionej i nieożywionej lub ich skupienia
- mają szczególne wartości przyrodnicze, naukowe, kulturowe, historyczne lub krajobrazowe
- zalicza się do nich np. stare drzewa, krzewy, źródła, wodospady, wywierzyska, skałki, jary, głązy narzutowe, jaskinie

Użytki ekologiczne



- niewielkie powierzchniowo cenne przyrodniczo obiekty
- ich zachowanie jest ważne ze względu na podtrzymanie różnorodności biologicznej
- zalicza się do nich np. oczka wodne, wydmy, starorzecza, wychodnie skalne

Korytarze ekologiczne – obszary łączące ze sobą większe kompleksy dzikiej przyrody. Tworzą sieć umożliwiającą przemieszczanie się zwierząt, zapewniają dogodne warunki rozwoju roślin i grzybów.



4.15 Dzięki akcji odtwarzania populacji sokoła wędrownego każdego roku ptaki te zakładają w Polsce ok. 20 gniazd. Jednak zaobserwowanie sokoła wędrownego jest ciągle nie lada sztuką

Międzynarodowe umowy i formy ochrony przyrody



Polska podpisała kilka międzynarodowych dokumentów, na mocy których są chronione cenne obszary i jest zapewniona ciągłość siedlisk z ograniczonym wpływem człowieka. Sieć tych obszarów tworzy **korytarze ekologiczne** – ciągi komunikacyjne służące swobodnemu przemieszczaniu się zwierząt, gdzie rośliny i grzyby znajdują lepsze warunki rozwoju. Często biegną one wzdłuż dolin rzecznych. Łączą ze sobą większe kompleksy dzikiej przyrody.

Takie korytarze ekologiczne utworzono w ramach programu **Natura 2000**. Dzięki temu na terytorium Unii Europejskiej stworzono sieć obszarów objętych ochroną przyrody. Inną międzynarodową formą ochrony są **rezerваты biosfery UNESCO**, o czym więcej przeczytasz na s. 148–152.

Do istotnych form ochrony przyrody w ramach współpracy międzynarodowej należy inicjatywa **CITES**, czyli **Konwencja o międzynarodowym handlu dzikimi zwierzętami i roślinami gatunków zagrożonych wyginięciem**. Polska zobowiązała się strzec granic, by uniemożliwić przemyt do naszego kraju chronionych zwierząt, roślin lub ich fragmentów albo wywożenie cennych organizmów. Również stroje i dodatki, np. wykonane z krokodylej skóry, ozdoby z drewna rzadkich drzew czy z kości słoniowej, mogą zostać odebrane na granicy, a osobie, która je przewozi, grozi kara.

Kolejną międzynarodową umową obowiązującą również w Polsce jest np. dokument o **ochronie obszarów wodno-błotnych**. Podpisano go w irańskim mieście Ramsar i jest znany jako **konwencja ramsarska**. Z kolei **konwencja berneńska** podpisana w Bernie w 1979 r. uzgadnia warunki międzynarodowej współpracy w kwestii **ochrony gatunków dzikiej flory** (roślin) **i fauny** (zwierząt) **oraz ich siedlisk**.

Ochrona bierna i ochrona czynna

Czasem wystarczy wyłączyć jakiś obszar z użytkowania, by go chronić – wówczas jest to **ochrona bierna**. Niekiedy jednak, aby zachować wyjątkowo cenne organizmy i siedliska, konieczne jest zaangażowanie ludzi. Wówczas jest to **ochrona czynna**. W takim przypadku człowiek ingeruje w środowisko, np. przez **powtórne wprowadzanie zwierząt czy roślin** w miejsca, w których zostały one wytępione, czy przez **koszenie łąk**, które służą jako lęgowiska rzadkich ptaków. Do ochrony czynnej należy też **przenoszenie niektórych roślin** z tych miejsc, które zostaną zniszczone (np. z powodu inwestycji budowlanych), lub **przywracanie odpowiednich stosunków wodnych** tam, gdzie zostały one zaburzone.

W ramach ochrony czynnej **odtwarzane są populacje gatunków o bardzo małej liczebności**. W Polsce działa m.in. program odtworzenia populacji sokoła wędrownego (il. 4.15). Hodowane młodociane ptaki wprowadza się w miejsca odpowiadające temu gatunkowi. Innym zwierzęciem, którego populacja się odrodziła, jest bóbr. Obecnie występuje w kraju dość licznie i w wielu miejscach poprawia retencję wody.

Ochrona ścisła a ochrona częściowa

W ramach ochrony obszarowej wyodrębnia się tereny **ochrony ścisłej**. Oznacza to zakaz zmieniania czegokolwiek na całym chronionym obszarze: **nie wolno po nim chodzić, ścinać drzew, wywozić drewna, sadzić roślin**. Ochronę czynną można prowadzić tylko w sytuacji, gdy jest to niezbędne.

Ochronę ścisłą stosuje się także w ochronie gatunkowej. Podlegający ochronie ścisłej **gatunek jest stale – w ciągu całego roku – otoczony opieką państwa**. Dotyczy to wszystkich jego osobników. Przykładowo oznacza to, że polowanie na zwierzę chronione podlega karze.

Ochrona częściowa dopuszcza pewne formy turystyki na chronionym obszarze lub warunkowe pozyskiwanie osobników. Ochroną częściową są objęte np. smardze. Jeśli wyrosną w ogrodzie, możemy je stamtąd zebrać i zjeść. Natomiast nie możemy bez pozwolenia odpowiednich władz przynosić ich z lasu. Ślimaki winniczki zaś możemy zbierać, ale tylko wtedy, gdy osiągną odpowiednie rozmiary, i wyłącznie w określonym czasie.

Ogrody botaniczne i zoologiczne

Organizmy najlepiej chronić tam, gdzie występują naturalnie. Trzeba pozwolić im żyć w spokoju, nie niepokoić, nie przerywać ich wzrostu, umożliwić swobodne rozmnażanie się. Czasem jednak taka ochrona nie wystarczy. Jeśli na pewnym obszarze poważnie uszczuplono populację jakiegoś zwierzęcia, to może się okazać, że aby ją zachować, należy wspomóc rozród. Łączy się wówczas ze sobą osobniki z różnych populacji w miejscu dogodnym dla nich do życia i zabezpieczonym przed kłusownikami. W przeciwnym razie mogłyby one zniknąć bezpowrotnie. Takimi miejscami szczególnej dbałości o organizmy, których egzystencja w naturze jest zagrożona, są **ogrody zoologiczne i ogrody botaniczne**, czasem **muzea historii naturalnej**, a także **specjalne hodowle**. Służą one prowadzeniu badań naukowych i mają wartość edukacyjną.

Ciekawe!



Park Keukenhof w Holandii jest otwarty dla zwiedzających zaledwie 8 tygodni w roku. Corocznie ogrodnicy sadzą tu ręcznie ponad 7 mln cebul kwiatowych, np. tulipanów, hiacyntów, narcyzów i krokusów.

Więcej na ten temat

Banki materii biologicznej

Naszym wspólnym bogactwem jest różnorodność biologiczna, dlatego tworzy się **banki genów, zarodników, nasion i kultur mikroorganizmów**. Przechowuje się w nich części organizmów lub całe organizmy, zamrażając je z użyciem metod, które nie niszczą ich właściwości. Zwykle są trzymane w temperaturze ok. -80°C . Szczelnie zamknięte w zamrażarkach spoczywają rośliny, grzyby, komórki zwierzęce i mikroorganizmy, a także wyizolowany materiał genetyczny. W ten sposób mamy nadzieję bezpiecznie przechować te dobra dla następnych pokoleń. Największy – Globalny Bank Nasion – znajduje się na wyspie Spitsbergen w Norwegii, gdzie spoczywa bezpiecznie ponad milion próbek nasion roślin z całego świata.

Parki narodowe w Polsce i rezerваты biosfery

W Polsce do 2020 r. utworzono 23 parki narodowe. Symbole parków najczęściej zawierają wizerunki najcenniejszych i charakterystycznych dla nich zwierząt lub roślin. To dlatego w logo Kampinoskiego Parku Narodowego jest łoś, a w logo Poleskiego Parku Narodowego widnieje żuraw. Każdy park narodowy to wyjątkowe miejsce. Są jednak takie parki, które są otoczone szczególną opieką międzynarodową i uzyskują status rezerwatów biosfery. Należą do nich często obszary, które mają transgraniczne położenie, m.in. rezerваты biosfery: Karkonoski, Tatrzański, Poleski i Białowiecki.



Białowiecki Rezerwat Biosfery

Rezerwat ten – obejmujący Białowiecki Park Narodowy i okoliczne lasy – chroni unikatowe w skali kraju siedliska lasów grądowych i mieszanych. Jest pozostałością pradawnej puszczy. Właśnie tu, dzięki ochronie władców, zostały zachowane żubry w swoich naturalnych ostojach. W dzikich ostępach puszczy możemy napotkać pozostałości saren i jeleni upolowanych przez wilki lub rysie.

Jest miejscem życia największej liczby rzadkich gatunków zwierząt, roślin i grzybów. Nie ma w Europie drugiego tak dobrze zachowanego dużego lasu liściastego, w którym działalność człowieka byłaby od dawna ograniczona. To dzięki wielkości obszaru oraz niewielkiej ingerencji ludzi możemy tam znaleźć organizmy niespotykane nigdzie indziej. Wśród nich są drzewa starsze niż w innych krajach Europy, bardzo rzadkie ptaki, owady czy grzyby. Na wiosnę można np. podziwiać kwitnącego pełnika europejskiego, jesienią unikatowe grzyby, np. złotoporka puszczańskiego.



Rezerwat Biosfery Puszcza Kampinowska

Obejmuje on w całości Kampinoski Park Narodowy. Powstał, by chronić największy kompleks leśny na Mazowszu. Znajduje się na terenie wydmowym, w którym piaszczyste pagórki są poprzedzielane głębokimi dolinami wypełnionymi wodą albo torfem. Obszar taki bywa nazywany mozaikowym, gdyż suche lasy sosnowe graniczą z wilgotnymi lasami i torfowiskami. To miejsce wymarzone dla łośi, które stały się symbolem Kampinoskiego Parku Narodowego. Można tu również spotkać bociana czarnego. Wśród roślin wyróżniają się fiołkowa sasanka i krytycznie zagrożony wyginięciem dzwoniecznik wonny.

Rezerwat Biosfery Polesie Zachodnie

Jest to rezerwat transgraniczny. Leży na terytorium Polski, Białorusi i Ukrainy. Obejmuje m.in. Poleski Park Narodowy. Teren obfitujący w jeziora, doliny rzeczne i torfowiska tworzy zespół siedlisk. Lokalizacja na przecięciu ważnych korytarzy ekologicznych sprawia, że można tu spotkać liczne zwierzęta, np. wilki i łośie. Pośród mchów na torfowiskach występują rośliny typowe dla północy Europy, takie jak brzoza niska, wierzba lapońska, a także wiele gatunków rosiczek. Spośród ptaków w tym rezerwacie można zobaczyć m.in. dubelty, cietrzewie i żurawie – symbol Poleskiego Parku Narodowego.





Rezerwat Biosfery Roztocze

Ten polsko-ukraiński rezerwat obejmuje swymi granicami Roztoczański Park Narodowy. Został ustanowiony dla ochrony siedlisk i organizmów żyjących w paśmie niewysokich wapiennych wzgórz z licznymi wąwozami i głębokimi dolinami oraz źródłami siarczanowymi. Symbolem Roztoczańskiego Parku Narodowego jest konik polski – jedyna dziko występująca w Polsce rasa koni. Dobre warunki do życia znajdują tu także stare rasy bydła i owiec, które stanowią cenny zasób regionu. Na wapiennych glebach wiosną można podziwiać kwitnące storczyki, a wśród nich – obuwika.

Rezerwat Biosfery Karpaty Wschodnie

Leży on na terytorium Polski, Słowacji i Ukrainy. Obejmuje kilka parków. Jego częścią jest m.in. polski Bieszczadzki Park Narodowy. W objętych ochroną bukowych lasach możemy napotkać rysia, który został uznany za oficjalny symbol Bieszczadzkiego Parku Narodowego, a także żbika. Występują tu naturalnie kwitnące na błękitno i fioletowo ostróżki wyniosłe, tojadę oraz węży mord górski o różowych kwiatostanach.



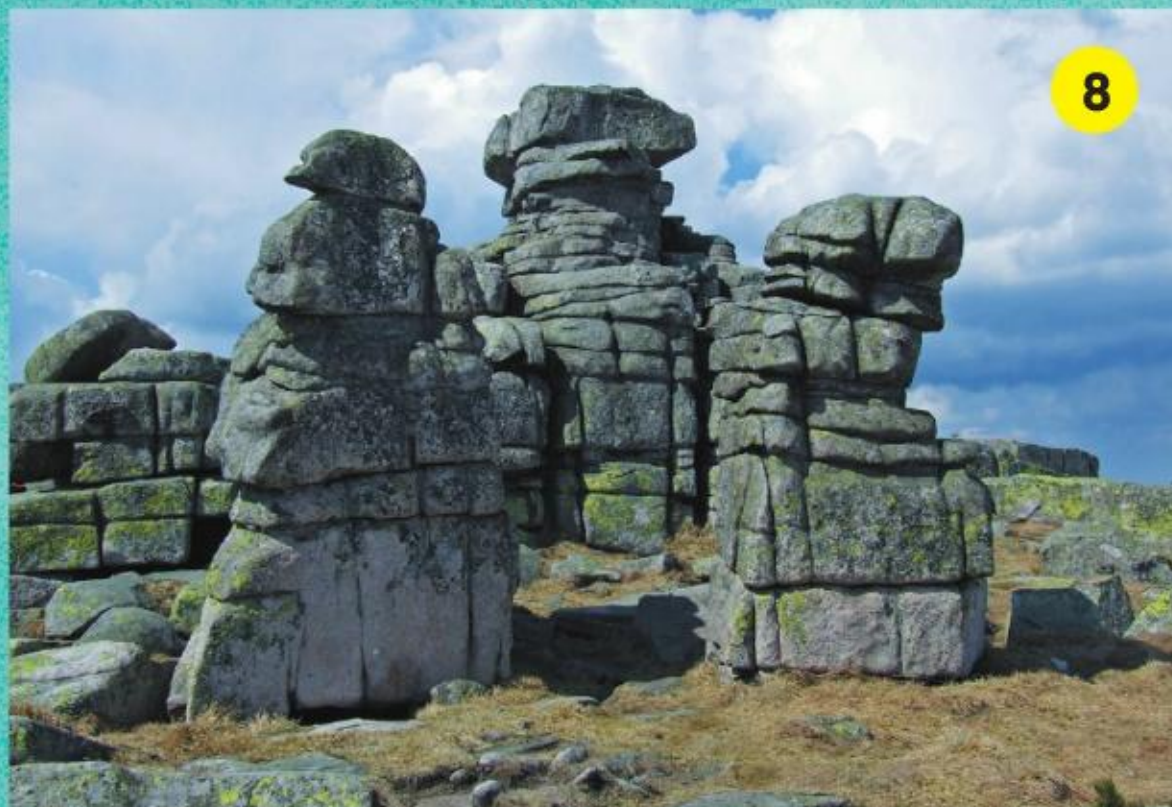
Tatrzański Rezerwat Biosfery

Obszar polskiego i słowackiego Tatrzańskiego Parku Narodowego chroni siedliska górskie typu alpejskiego. Występuje tu dużo unikatowych roślin. Do najbardziej znanych spośród nich należą szarotka alpejska i dziewięciśń bezłodygowy. Symbolem Tatrzańskiego Parku Narodowego jest kozica, która żyje wśród turni na łąkach wysokogórskich. Nad turniami można czasem dostrzec krążące orły przednie. Nierzadko na szlakach Tatrzańskiego Parku Narodowego można spotkać niedźwiedzia brunatnego lub ślady przez niego pozostawione.



Rezerwat Biosfery Babia Góra

Jest to jedno z takich miejsc w Polsce, które już z daleka zwraca uwagę. Masyw górski Babiej Góry, z najwyższym szczytem o wysokości 1725 m n.p.m., można wypatrzeć na horyzoncie z Tatr, Karkonoszy, Krakowa czy Katowic. Został objęty ochroną również w prawie krajowym w ramach Babiogórskiego Parku Narodowego. Jego unikatową wartość stanowi strefowość siedlisk i różnorodność zbiorowisk roślinnych. Wspaniale zachowały się tutaj naturalne drzewostany tworzące lasy liściaste regła dolnego i lasy iglaste regła górnego. W piętrze kosodrzewiny rosną takie gatunki jak np. wierzba śląska, porzecznica skalna, jałowiec halny. W piętrze alpejskim dominują trawy, mchy, grzyby i porosty. Symbolem tego parku jest bardzo rzadka roślina z rodziny selerowatych – okrzyń jeleni. Możemy tu też spotkać duże drapieżniki – wilki i rysie, a także wszystkożerne niedźwiedzie i borsuki.

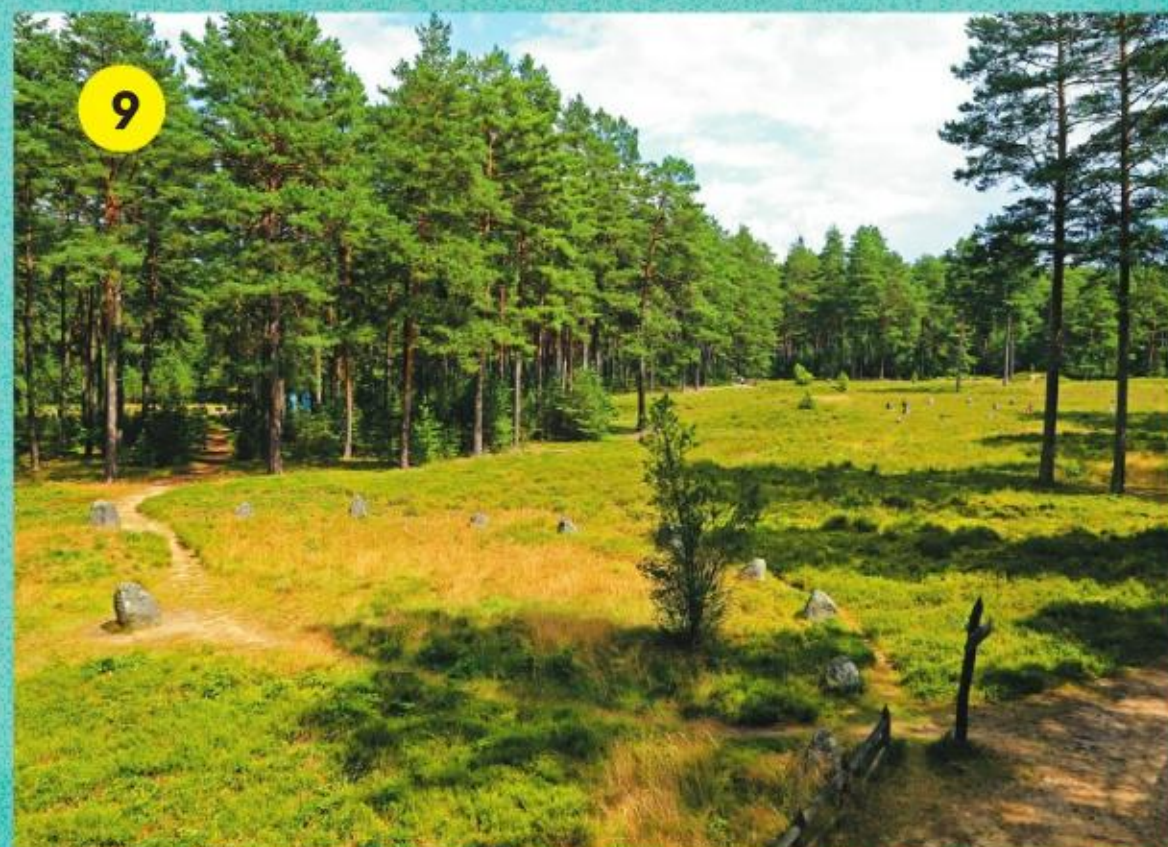


Karkonoski Park Narodowy

W 1992 r. teren ten stał się częścią polsko-słowackiego Karkonoskiego Rezerwatu Biosfery. Żyją tu liczne relikty z czasów zlodowaceń, czyli takie organizmy, które wyginęły w pozostałych częściach kraju, a przetrwały tylko w środowiskach o surowszym klimacie. Są to np. ślimaki – poczwarówka arktyczna i poczwarówka alpejska. Występującą tu rzadkością jest również ryba głowacz białopłetwy, która najlepiej czuje się w rzekach o kamienistym dnie. Roślinny relikwitu stanowi malina moroszka, pospolicie występująca w Skandynawii.

Rezerwat Biosfery Bory Tucholskie

Obejmuje on Park Narodowy „Bory Tucholskie” i kilka parków krajobrazowych. Położony na niżu Europy Środkowej chroni charakterystyczne dla niego siedliska: buczyny, brzeziny, dąbrowy, suche bory, torfowiska, murawy napiaskowe, wrzosowiska oraz płytkie i czyste jeziora stanowiące ostoję lobelii lobelii jeziornej, czyli rzadkiej wodnej rośliny z rodziny dzwonkowatych. Symbolem Parku Narodowego „Bory Tucholskie” jest głuszec. Gatunek został na tych terenach wytępiony, ale jest nadzieja, że dzięki ochronie tego obszaru powróci na swoje dawne siedliska.





Słowiński Rezerwat Biosfery

Chroni on nadbałtyckie wydmy Słowińskiego Parku Narodowego. Ten dość duży obszar, który znajduje się w centralnej części polskiego wybrzeża Morza Bałtyckiego, przypomina piaskową pustynię. Gdziekolwiek na wydmach można dostrzec kolczastą roślinę – mikołajka nadmorskiego. Wysokie wydmy oddzielają morze od szerokich i płytkich jezior nadmorskich otoczonych szuwarami. Są one siedliskiem wielu gatunków ptaków, np. rzadko występującej sieweczki obrożnej. Obszar ten jest chroniony także w ramach konwencji ramsarskiej.

Rezerwat Biosfery Jeziora Mazurskie

Rezerwat ten aż do 2017 r. był ograniczony tylko do jednego niewielkiego jeziora Łuknajno (nieopodal Mikołajek). Obecnie jego obszar ma znacznie większą powierzchnię. Ochronie podlegają tu środowiska mokradłowe, które chroni konwencja ramsarska. Wilgotne łąki, szuwary, trzcinowiska są rajem dla wielu ptaków. Na powierzchni płytkiego jeziora Łuknajno latem można zobaczyć setki osobników łabędzia niemego.



Więcej na temat

Rzeki jako korytarze ekologiczne

Korytarze ekologiczne czasem są dokładnie planowane, czego przykładem są przejścia dla zwierząt nad lub pod ruchliwymi drogami. Niekiedy także podczas ich tworzenia zalesia się bezdrzewne obszary. Jednak doskonałymi korytarzami ekologicznymi są cieki wodne. Zachowanie naturalnego biegu rzeki i zalesień w jej dolinie to najlepszy sposób, by umożliwić przemieszczanie się organizmów. Nierzadko nawet w dużych miastach możemy dostrzec nad ich brzegami tropy dzików, saren, jenotów czy lisów. Wyspy rzeczne i łąchy nadwodne są miejscami gniazdowania wielu gatunków ptaków. Przemieszczaniu się organizmów sprzyjają też okresowe powodzie. Okazuje się, że w Lesie Bielańskim w Warszawie można spotkać duże niebieskawe skoczogonki, które są charakterystyczne dla gór i pogórzy. Uważa się, że musiały zostać przetransportowane z drewnem powodziowym i znalazły dobre warunki życia w lesie leżącym przy samym korycie rzeki. Podobnie przemieszczają się również rzadkie grzyby i porosty.



Skoczogonki z gatunku czworoząb bielański żywią się głównie grzybami porastającymi bardzo wilgotne drewno

Krok po kroku

Ty też możesz pomóc chronić przyrodę!

- 1 Poznaj organizmy chronione.
- 2 Zaobserwuj ich występowanie w twoich okolicach i monitoruj je, czyli systematycznie obserwuj. Możesz notować, czy ich przybywa, czy ubywa.
- 3 Jeśli na jakimś niechronionym obszarze znajdziesz coś wyjątkowego – udokumentuj znalezisko, robiąc zdjęcia.
- 4 Możesz zgłosić propozycję objęcia danego miejsca statusem „użytku ekologicznego”, pisząc pismo z uzasadnieniem do rady swojej gminy. To właśnie rady gmin, w porozumieniu z regionalnym dyrektorem ochrony środowiska, podejmują decyzje o wprowadzaniu użytków ekologicznych. Zadbaj o to, by jak największa liczba osób podpisała ten list.
- 5 Nigdy nie niszczyć gniazd, owocników grzybów, nie hałasuj na terenach leśnych i nie spuszczać psa ze smyczy w lesie lub na jego skraju. Pamiętaj, że wiele zwierząt boi się psów, które są drapieżnikami. Dzikie zwierzęta nie rozumieją, że pies jest łagodny i udomowiony. Twój kot to również drapieżnik.

W skrócie

- Ochrona przyrody polega na trosce o zachowanie bogactwa natury. Wyróżnia się ochronę: gatunkową, obszarową i indywidualną.
- Przyroda może być chroniona w sposób bierny i czynny. Ochrona bierna polega na zaprzestaniu gospodarki człowieka w wyznaczonym ekosystemie. Natomiast ochrona czynna – na podejmowaniu działań ochronnych służących utrzymaniu zagrożonego wyginięciem gatunku.
- Obszary i gatunki mogą być objęte ochroną ścisłą lub częściową. Ochrona ścisła w odniesieniu do obszarów oznacza całkowity zakaz działalności człowieka, a w wypadku gatunków – całkowity zakaz ich pozyskiwania. Ochrona częściowa umożliwia pozyskiwanie gatunków w wyznaczonym czasie lub po spełnieniu określonych warunków.
- Gatunki są chronione w miejscu ich występowania, a także utrzymywane i rozmnażane w miejscach szczególnie do tego przeznaczonych: w ogrodach zoologicznych, botanicznych i specjalnych hodowlach.

Czy już umiesz? Sprawdź się!

- 1 Podaj, w którym królestwie organizmów: roślin, grzybów (wraz z porostami) czy zwierząt, jest najwięcej gatunków objętych ochroną w Polsce. Na czym polega ochrona gatunkowa?
- 2 Wyjaśnij, dlaczego parki narodowe są uznawane za bardzo skuteczne formy ochrony przyrody.
- 3 Który park narodowy – Słowiński, Biebrzański czy Tatrzański – jest objęty szczególną ochroną w ramach konwencji z Ramsar?

Podsumowanie działu 4

Ważne pojęcia

zasoby przyrody (naturalne)		zasoby nieodnawialne	zasoby odnawialne	
zasady zrównoważonego rozwoju		różnorodność biologiczna (bioróżnorodność)	skala porostowa	
formy ochrony przyrody	ochrona obszarowa	ochrona gatunkowa	ochrona indywidualna	
park narodowy	rezerwat przyrody	park krajobrazowy	pomnik przyrody	ochrona czynna
	ochrona bierna	ochrona ścisła	ochrona częściowa	

Zasoby przyrody (naturalne) – wszystkie elementy środowiska wykorzystywane przez człowieka. Dzieli się je na zasoby nieodnawialne i odnawialne.



- Do zasobów energetycznych należą także drewno i torf. Ich pozyskiwanie jest jednak niewskazane, bo są bardzo cenne, a ich odnowienie trwa nawet tysiące lat. Lasy i torfowiska, skąd są pozyskiwane te zasoby, stanowią ważne ekosystemy, gdyż chłoną i zatrzymują wilgoć, czyli wpływają na retencję wody. Drzewa są niezbędnym elementem kształtowania się cennych ekosystemów i środowiskiem życia chronionych organizmów.
- Cennym zasobem przyrody – ze względu na bogactwo ekosystemów, zamieszkujących je gatunków i zróżnicowanie genetyczne populacji – jest Puszcza Białowieska. Na jej obszarze utworzono Białowieski Park Narodowy.

Puszcza Białowieska		
kilkadziesiąt ekosystemów, np. lasy grądowe, torfowiska niskie, olsy, bory bagienne, bory świeże, łągi	- ok. 1 tys. gatunków roślin - ok. 2 tys. grzybów wielkoowocnikowych - ok. 500 gatunków porostów	- największa populacja żubrów na świecie - duża populacja wilków - najlepsze w Polsce miejsce gniazdowania rzadkich gatunków dzięciołów

- Gospodarowanie zasobami przyrody zgodnie z **zasadami zrównoważonego rozwoju** umożliwia przywrócenie równowagi ekosystemom na Ziemi. Oznacza ono dbałość o zachowanie różnorodności biologicznej i procesów przyrodniczych z jednoczesnym niezaburzonym rozwijaniem gospodarki zapewniającej dobrostan społeczny. Podstawowe zasady zrównoważonego rozwoju to:
 - pozyskiwanie energii z odnawialnych źródeł energii – zamiast eksploatacji nieodnawialnych paliw kopalnych,
 - racjonalne wykorzystywanie zasobów nieodnawialnych.

- **Różnorodność biologiczna** (bioróżnorodność) to różnorodność form życia na Ziemi.
- Ekosystemami o największej różnorodności biologicznej są **wilgotne lasy równikowe** i **rafy koralowe**. Cechuje je duża różnorodność gatunkowa, szybki obieg materii i energii, bogata struktura przestrzenna.
- **Skala porostowa** wykorzystuje porosty jako organizmy wskaźnikowe zanieczyszczenia powietrza związkami siarki i azotu. Pozwala na monitorowanie zanieczyszczeń powietrza poprzez analizę obecności konkretnych gatunków porostów. Jeśli siedlisko życia porostów jest porównywalne (np. są to podobne typy lasów), ale w jednym z nich brakuje porostów krzaczkowatych, to prawdopodobnie zanieczyszczenie powietrza w tym rejonie jest większe niż tam, gdzie porosty się rozwijają. Do porostów preferujących bardzo czyste powietrze należą porosty krzaczkowate lub płatowate o pomarszczonej powierzchni, np. granicznik płucnik. Skala porostowa jest schematem opisującym wpływ działania zanieczyszczeń na różnorodność porostów w środowisku.
- Różnorodność biologiczna ma podstawowe znaczenie dla zdrowego funkcjonowania ekosystemów. Aby **zachować różnorodność biologiczną**, należy:
 - ograniczyć wycinkę drzew, chronić siedliska naturalne, otaczać ochroną gatunkową organizmy, powiększać obszary podlegające ochronie ścisłej, tworzyć korytarze ekologiczne, nie wprowadzać gatunków obcych do środowiska;
 - tam, gdzie to możliwe, nie regulować rzek oraz dbać o retencję wody, minimalizować melioracje;
 - ograniczyć wykorzystanie zasobów nieodnawialnych, wdrażać systemy wykorzystania odnawialnych źródeł energii;
 - budować oczyszczalnie ścieków i dbać o ich sprawność;
 - zmniejszyć konsumpcję dóbr, prowadzić politykę recyklingu i segregować odpady;
 - ograniczyć emisję spalin (np. przez montaż filtrów);
 - zminimalizować nawożenie i stosowanie chemicznych środków ochrony roślin.
- Ochrona przyrody to troska o zachowanie bogactwa przyrodniczego. Wyróżnia się ochronę obszarową, gatunkową i indywidualną.



● Najcenniejszymi formami ochrony przyrody są parki narodowe, a także rezerваты przyrody.

Kategoria porównania	Parki narodowe	Rezerваты przyrody
powierzchnia	duża (powyżej 1000 ha)	niewielka lub niezbyt duża (poniżej 1000 ha)
cel ochrony	zachowanie całej przyrody, jej różnorodności biologicznej: gatunkowej i ekosystemowej oraz wszystkich procesów ekologicznych	zachowanie elementów przyrody: niezmienionych lub mało zmienionych ekosystemów lub ich fragmentów, siedlisko rzadkiego gatunku
szczególne walory	przyrodnicze, krajobrazowe, naukowe, społeczne, kulturowe i edukacyjne	przyrodnicze, krajobrazowe, niekiedy naukowe, historyczne lub kulturowe
działalność gospodarcza	mocno ograniczona	umiarkowana

● Polska podpisała kilka międzynarodowych umów, na mocy których są chronione wartości przyrodnicze.

Międzynarodowe formy ochrony przyrody	Cel ochrony
obszary Natura 2000	mało zmienione siedliska mające wartość jako korytarze ekologiczne
rezerваты biosfery UNESCO	duże obszary, często transgraniczne, o wybitnych wartościach przyrodniczych i kulturowych mających uniwersalne znaczenie
konwencja CITES	ochrona gatunków, zakaz handlu i przewozu określonych żywych organizmów, zakaz przewozu produktów wytworzonych z organizmów objętych ochroną
konwencja berneńska	ochrona gatunkowa zwierząt, roślin i ich siedlisk w skali międzynarodowej
konwencja ramsarska	obszary wodno-błotne

● W Polsce do 2021 r. utworzono 23 parki narodowe, z których 10 jest jednocześnie chronionych jako rezerваты biosfery UNESCO.

● Ze względu na wpływ człowieka na chronione obiekty wyróżnia się ochronę czynną i ochronę bierną.

Ochrona czynna	Ochrona bierna
zakłada ingerencję człowieka w ekosystem i populacje wchodzące w skład ekosystemu, np. poprzez wprowadzanie do niego zwierząt i roślin lub koszenie zapewniające utrzymanie trawiastych siedlisk	wyklucza ingerencję człowieka w ekosystem, np. poprzez inwestycje, wycinkę, usuwanie powalonych drzew

● Ze względu na gospodarcze wykorzystanie ekosystemów i gatunków organizmów wyróżnia się ochronę ścisłą i ochronę częściową.

Ochrona ścisła	Ochrona częściowa
- obszarowa – zakaz działalności człowieka; ochrona czynna możliwa tylko wtedy, gdy jest niezbędna - gatunkowa – stały zakaz pozyskiwania określonych gatunków z natury	- obszarowa – dopuszcza turystykę lub warunkowe pozyskiwanie osobników czy kontrolowaną wycinkę drzew - gatunkowa – możliwe pozyskiwanie gatunków z natury w określonych warunkach, np. w wyznaczonych okresach lub po osiągnięciu przez nie wskazanych wielkości

Czy już umiesz? Sprawdź się!

- 1
- Aż 8 z 23 istniejących parków narodowych znajduje się w górach. Dlaczego są one miejscem szczególnie cennym?
- 2
- Poszukaj w dostępnych, wiarygodnych źródłach, na jakich siedliskach występuje rosiczka okrągłolistna. Która z konwencji międzynarodowych podpisanych przez Polskę służy ochronie jej siedlisk?
- 3
- Uzasadnij, że w ramach ochrony różnorodności biologicznej należy chronić duże drapieżniki (np. wilki). Podaj argumenty, które uwzględniają ich rolę ekologiczną i pozytywny wpływ na ekosystem.
- 4
- Sprawdź w dostępnych, wiarygodnych źródłach, dlaczego pniarek lekarski stał się bardzo rzadkim grzybem nie tylko w Polsce, ale na całym świecie. Wyjaśnij, jak człowiek mógł wpłynąć na zmniejszenie jego populacji.

5. Ćwiczenia terenowe i działania praktyczne



1. Co możesz obserwować podczas wycieczki przyrodniczej lub zajęć terenowych?
2. Rysunki przedstawiają podstawowe wyposażenie obserwatora przyrody. W jaki sposób wykorzystasz każdy z tych przedmiotów podczas zajęć terenowych?
3. Który przedmiot będzie pomocny w obserwacji niezwykle małych obiektów? Przypomnij zasady posługiwania się nim.
4. W jaki sposób możesz poznać bioróżnorodność swojej okolicy? Z czego skorzystasz, aby dowiedzieć się, jakie gatunki roślin, zwierząt czy grzybów obserwujesz?

5.1 Badanie ekosystemów w okolicy

Ćwiczenie 1

Badamy żywe i nieożywione elementy ekosystemu

Potrzebne materiały: notatnik (zeszyt przedmiotowy lub karta pracy), ołówek, lornetka (opcjonalnie), lupa.

Opis czynności:

- 1 Przypomnij sobie albo sprawdź w podręczniku definicje biotopu, biocenozy i ekosystemu.
- 2 Wybierz się na spacer po najbliższej okolicy twojej szkoły lub domu. Popatrz na środowisko w sposób naukowy, tak jak obserwują je biolodzy.
- 3 Wybierz obszar, którego powierzchnia wynosi co najmniej 10 m².
- 4 Przyjrzyj się elementom składowym ekosystemu: żywym i nieożywionym. Wypisz je i jeśli to możliwe, podaj ich liczbę. Drobne organizmy (np. mrówki) obserwuj za pomocą lupy (il. 5.1). Do oglądania tych oddalonych (np. ptaków) może być przydatna lornetka.
- 5 Podaj czas (np. 2 tygodnie) i częstotliwość (np. codziennie o godz. 16.00) prowadzenia obserwacji. Notuj zauważone zmiany.



5.1 Dzięki lupie możemy dostrzec szczegóły budowy drobnych organizmów

Wyniki obserwacji:

- 1 Określ, w jakim ekosystemie (np. las liściasty, łąka, ogród, trawnik, aleja) znajduje się twój obszar badawczy.
- 2 Co stanowi nieożywioną część – **biotop** – badanego ekosystemu?
- 3 Czy obserwowaną **biocenozę** tworzą organizmy wodne czy lądowe? Wymień po 3 różne organizmy z każdego królestwa, które odnajdujesz. Jeśli nie znasz ich nazw, opisz je i narysuj. Jak myślisz, które organizmy – grzyby, rośliny czy zwierzęta – są tu najliczniej reprezentowane?
- 4 Jakie zależności dostrzegasz pomiędzy biotopem a biocenozą badanego terenu? Spróbuj je opisać. Przykładowo: trzciny wyrastają z piaszczystego dna jeziora, ale nie dalej niż 5 m od brzegu.

Ćwiczenie 2

Badanie zależności pokarmowych w biocenie

Potrzebne materiały: lupa, klucz lub atlas do oznaczania roślin, klucz lub atlas do oznaczania zwierząt (owadów, pajęczaków, bezkręgowców), zeszyt przedmiotowy, ołówek.

Opis czynności:

- 1 Wybierz w swojej okolicy ekosystem, w którym będą prowadzone badania. Podaj jego nazwę.
- 2 Zaobserwuj, jakie organizmy występują w wybranym ekosystemie oraz w jaki sposób się odżywiają.
- 3 Skorzystaj z klucza lub atlasu i oznacz obserwowane organizmy.
- 4 Przerysuj tabelę do zeszytu i uzupełnij ją.



5.2 Kwietnik przyjmuje barwę kwiatu, na którym przebywa, i z zaskoczenia atakuje owady odwiedzające roślinę

Tab. 5.1 Gatunki organizmów w obserwowanym ekosystemie

Sposoby odżywiania się	Przykłady organizmów (nazwy gatunkowe)
organizmy samożywne	?
zwierzęta roślinożerne	?
zwierzęta drapieżne	?
pasożyty roślin i zwierząt	?
organizmy rozkładające szczątki roślin i zwierząt	?

Wyniki obserwacji:

- 1
- Skorzystaj z informacji z atlasów lub kluczy do oznaczania i uzupełnij tabelę w zeszycie.
- 2
- Zastanów się, czy możesz określić, na którym poziomie troficznym znajdują się znalezione przez ciebie organizmy. Jeśli jest to trudne, wyjaśnij, dlaczego tak się dzieje.

Ćwiczenie 3

Badanie liczebności, rozmieszczenia i zagęszczenia wybranego gatunku rośliny zielnej

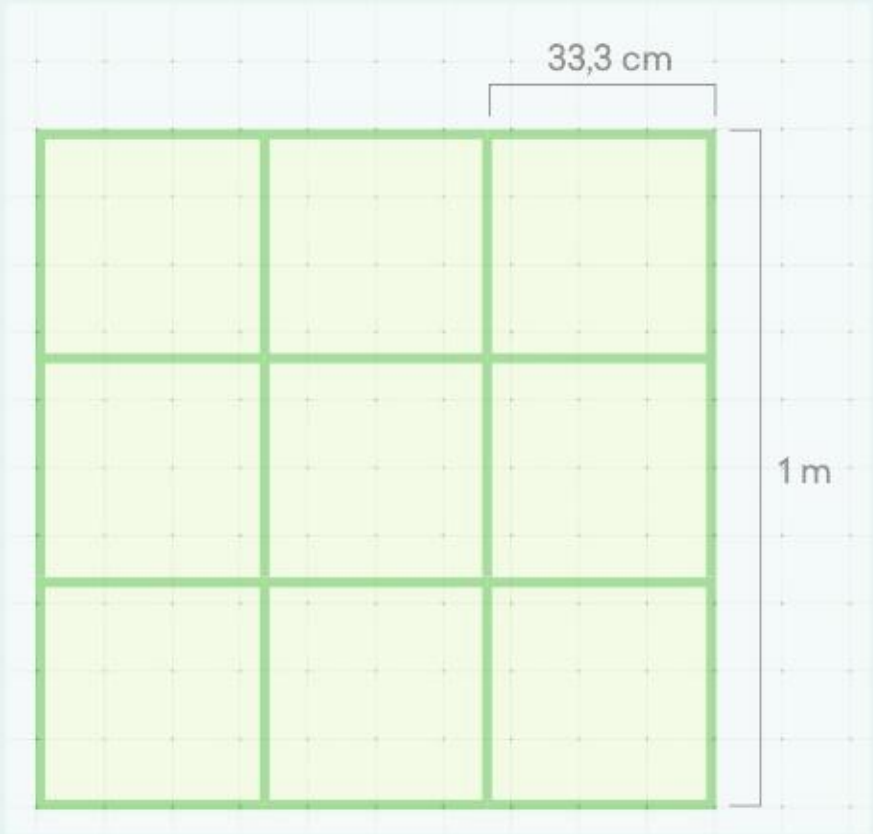
Potrzebne materiały: 4 paliki do wbicia w ziemię (np. tyczki bambusowe długości 50 cm), kawałek sznurka (długości nieco ponad 4 m), taśma miernicza, notatnik, ołówek, kredki.

Opis czynności:

- 1
- Wbij pierwszy palik w ziemię. Za pomocą taśmy mierniczej wyznacz kwadrat o bokach 1 m x 1 m. W każdym rogu kwadratu wbij palik.
- 2
- Połącz sznurkiem paliki. Przywiąż sznurek możliwie blisko podłoża i otocz pętlą kolejne paliki. W ten sposób wytyczysz poletko badawcze.
- 3
- Narysuj w notatniku plan wyznaczonego poletka. Zachowaj odpowiednie proporcje. Dla ułatwienia podziel swój plan na 9 równych części według zamieszczonego obok wzoru.
- 4
- Zidentyfikuj, np. korzystając z klucza do oznaczania gatunków, ten gatunek, który występuje najliczniej (dominuje) na wyznaczonym poletku.
- 5
- Zaznacz na planie wyznaczonego poletka miejsca występowania osobników wytypowanego gatunku.

Wyniki obserwacji:

- 1
- Przypomnij sobie definicje liczebności i zagęszczenia. Następnie oblicz te parametry dla badanego gatunku.
- 2
- Przeanalizuj wykonany schemat i na tej podstawie określ rodzaj struktury przestrzennej tego gatunku (przypomnij sobie temat 3.8).
- 3
- Sprawdź, kto z osób w twojej klasie badał liczebność, zagęszczenie i rozmieszczenie tego samego gatunku. Policzcie wspólnie średnie wartości badanych parametrów.

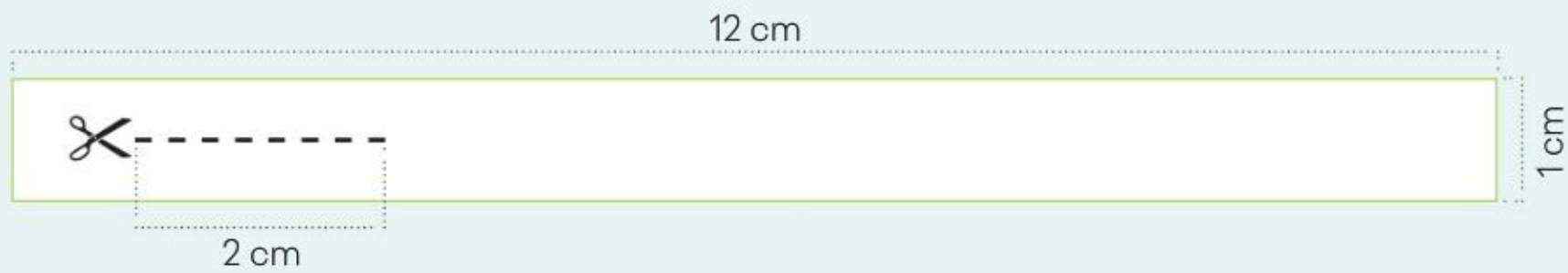


5.3 Plan poletka badawczego w skali 1 : 20

Ćwiczenie 4

Badanie zagęszczenia populacji mszyc

Potrzebne materiały: lupa, linijka, papier w kratkę lub papier milimetrowy (opcjonalnie), telefon z dostępem do internetu lub atlas pospolitych roślin, gumowe rękawiczki umożliwiające precyzyjne ruchy palcami, ołówek i zeszyt przedmiotowy, ok. 60 cienkich pasków papieru przygotowanych zgodnie ze schematem.



Opis czynności:

- 1

Sprawdź w internecie lub w atlasie roślin, jakie wymagania życiowe ma pokrzywa (il. 5.4). Następnie poszukaj w okolicy siedlisk, które zapewniają tej roślinie odpowiednie warunki.
- 2

Wybierz 5 okazów pokrzywy z mszycami od spodu. Załóż rękawice ochronne i roboczo zaznacz rośliny paskami papieru. Owiń pasek wokół łodygi i przełóż jego koniec przez wycięcie. Zapisz numer rośliny cyframi rzymskimi I–V.
- 3

Na każdej roślinie wytypuj po 10 liści, które zbadasz. Zaznacz każdy liść paskiem papieru z odpowiednim oznaczeniem cyfrą arabską 1–10.
- 4

Zmierz linijką każdy badany liść. Oblicz jego przybliżoną powierzchnię, korzystając ze wzoru na powierzchnię trójkąta: $P = \frac{1}{2}ah$ lub na powierzchnię trójkąta równobocznego: $P = \frac{a^2\sqrt{3}}{4}$.
- 5

Przerysuj tabelę do zeszytu. Zapisz w niej otrzymane wyniki.
- 6

Po zakończonych pomiarach usuń z roślin paski papieru. Zabierz je z sobą, by nie zostawiać po sobie śmieci, i wyrzuć do pojemnika na papier.



5.4 Pokrzywa w czasie kwitnienia

Tab. 5.2 Powierzchnia badanych liści pokrzywy

Numer pokrzywy	Numer liścia										Średnia powierzchnia liścia
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
I	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
II	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
III	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
IV	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
V	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?

Wyniki obserwacji:

- 1 Na pokrzywie żyją zwykle brązowozielone mszyce (*Macrosiphum euphorbiae*; il. 5.5) i zielone z ciemnymi podłużnymi liniami (*Aphis urticaria*; il. 5.6). Za pomocą lupy dokładnie obejrzyj spodnią stronę każdego z wytypowanych 10 liści. Policz, ile mszyc występuje na każdym z nich.



5.5 Mszyce *Macrosiphum euphorbiae*



5.6 Mszyce *Aphis urticaria*

- 2 Przerysuj tabelę do zeszytu. Zapisz w niej otrzymane wyniki.

Tab. 5.3 Liczba mszyc na badanych liściach pokrzywy

Numer pokrzywy	Liczba mszyc na spodniej stronie liści											
	numer liścia										razem	średnio na 1 liście
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
I	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
II	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
III	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
IV	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
V	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?

- 3 Oblicz zagęszczenie populacji mszyc, czyli ile mszyc występuje średnio na 1 cm² liścia pokrzywy. W tym celu podziel średnią liczbę mszyc na liście (ostatnia kolumna tab. 5.3) przez średnią powierzchnię liścia (ostatnia kolumna tab. 5.2).
- Przykładowo:** Średnia liczba mszyc na liście: 40, średnia powierzchnia liścia: 12,5 cm.
 $X = 40/12,5$, zatem $X = 3,2$.
- Odpowiedź:** Na liście znajduje się średnio 3,2 mszyc na 1 cm².
- 4 Na podstawie otrzymanych wyników sformułuj i zapisz wniosek na temat zagęszczenia populacji mszyc żerujących na pokrzywie.
- 5 Nazwij zależność pokarmową pomiędzy pokrzywą i mszycą.
- 6 Oceń, jaki wpływ na kondycję roślin ma obecność mszyc. Jaki związek zachodzi pomiędzy kondycją roślin a zagęszczeniem mszyc?
- 7 Określ, ile gatunków mszyc występuje na pokrzywach. Jeśli więcej niż jeden, czy któryś z nich jest liczniejszy?
- 8 Zaplanuj podobną obserwację dotyczącą innych gatunków zwierząt i roślin.

Ćwiczenie 5

Badanie różnorodności gatunkowej roślin na terenach zielonych w pobliżu szkoły

Potrzebne materiały: notatnik, ołówek, lupa, atlas lub klucz do oznaczania roślin, aparat fotograficzny (np. w telefonie), 4 sznurki (każdy ok. 1,5 m długości).

Opis czynności:

- 1 Wybierz trawnik i przydroże lub pole i miedzę w pobliżu szkoły.
- 2 Na każdym z wybranych terenów wyznacz obszar, który będziesz badać. Rozłóż prosto 2 sznurki, tak aby kąt między jednym a drugim wynosił 90 stopni. W ten sposób zobaczysz tereny swoich badań. Oblicz powierzchnię każdego z nich.
- 3 Następnie przyjrzyj się roślinom na badanych obszarach. Zanotuj ich liczbę i oznacz za pomocą klucza lub atlasu.

Wyniki obserwacji:

- 1 Zaobserwuj i zapisz, ile różnych gatunków roślin zielnych, krzewów i drzew dostrzegasz na badanych obszarach. Możesz je udokumentować na zdjęciach. Na którym z obszarów występuje więcej gatunków?
- 2 Oceń, który gatunek roślin dominuje, czyli występuje najliczniej na każdym badanym obszarze.
- 3 Za pomocą atlasu lub klucza do oznaczania roślin ustal nazwę gatunkową rośliny dominującej.
- 4 Spróbuj określić, ile i jakie gatunki roślin udało ci się zaobserwować. Im więcej gatunków dostrzegłeś na badanym terenie, tym jest cenniejszy, a jego stopień różnorodności gatunkowej większy. Czy spośród oznaczonych gatunków któryś jest rzadki lub chroniony?

Ćwiczenie 6

Badanie różnorodności gatunkowej zwierząt na terenach zielonych w pobliżu szkoły

Potrzebne materiały: 4 paliki do wbicia w ziemię (np. tyczki bambusowe długości 50 cm), sznurek (długości nieco ponad 4 m), taśma miernicza, notatnik, atlas lub klucz do oznaczania zwierząt (np. bezkręgowców na łące, ślimaków, ptaków), lupa, ołówek, aparat fotograficzny (np. w telefonie).

Opis czynności:

- 1 Wbij pierwszy palik w ziemię. Za pomocą taśmy mierniczej wyznacz kwadrat o bokach 1 m x 1 m. W każdym rogu kwadratu wbij palik.
- 2 Połącz sznurkiem paliki, wyznaczając poletko badawcze. Przywiąż sznurek blisko podłoża pierwszego z nich. Następnie otocz pętlą kolejne paliki.
- 3 Zaobserwuj, jakie zwierzęta na nim występują. Aby obserwacja się powiodła, zachowuj się cicho. Nie dotykaj zaobserwowanych zwierząt. **Nie zabijaj!** Obserwuj, jak wyglądają, co robią, jak się poruszają, na jakich gatunkach roślin występują.



5.7 Motyle z rodziny rusałkowatych chętnie przebywają na kwiatkach

Wyniki obserwacji:

- 1 Zaobserwuj, sfotografuj i zapisz, ile różnych gatunków zwierząt występuje na badanym obszarze.
- 2 Ustal, do jakich grup systematycznych należą zaobserwowane zwierzęta. Które cechy ich budowy na to wskazują?
- 3 Za pomocą atlasu do oznaczania zwierząt ustal nazwę gatunkową jednego z zaobserwowanych zwierząt.
- 4 Opisz zachowanie przedstawicieli jednego z zaobserwowanych gatunków zwierząt.

5.2 Twoje działania mają wpływ na przyrodę

Ćwiczenie 7

Badanie swojego śladu węglowego

Potrzebne materiały: komputer z dostępem do internetu, zeszyt przedmiotowy, długopis.

- 1 Przeczytaj poniższy tekst.

Czy myślisz o sobie jako o przedstawicielce/przedstawicielu królestwa zwierząt? Oddychając, zużywasz tlen i produkujesz dwutlenek węgla. By się odżywiać, korzystasz z materii zgromadzonej w ciałach innych organizmów. Swoim istnieniem wywierasz wpływ na przyrodę. O tym, jak jest duży, świadczy pozostawiany w przyrodzie **ślad węglowy**, czyli **suma emisji gazów cieplarnianych wywołanych – bezpośrednio lub pośrednio – przez daną osobę**.

Ze względu na wzmożoną konsumpcję, podróże czy zaspokajanie przyjemności wpływ człowieka na przyrodę (ślad węglowy) jest znacznie większy niż innych gatunków. Możesz oszacować swój ślad węglowy, który powstaje w wyniku pośredniej emisji dwutlenku węgla będącej skutkiem używania przez ciebie dóbr (ich produkcja wiąże się z uwalnianiem do atmosfery gazów cieplarnianych). Oceny jego wielkości dokonasz, wypełniając specjalną ankietę. Pomyśl, co możesz zmienić w swoich wyborach i postępowaniu, aby twój ślad węglowy był mniejszy.

- 2 Znajdź w internecie stronę z kalkulatorem śladu węglowego i odpowiedz on-line na zawarte w nim pytania (Aby wyniki były porównywalne, wszyscy w klasie skorzystajcie z tego samego kalkulatora).
- 3 Przeanalizuj otrzymany wynik i na tej podstawie oceń wielkość swojego śladu węglowego. Sformułuj wniosek i zapisz go.
- 4 Opracuj plan redukcji osobistego śladu węglowego i zastosuj go. Realizuj swój plan przez co najmniej 2 tygodnie.



5.8 Twoje codzienne wybory wpływają na ilość dwutlenku węgla, która trafia do atmosfery

- 5 Ponownie zbadaj, przy użyciu osobistego kalkulatora emisji CO₂, wielkość swojego śladu węglowego. Następnie porównaj otrzymany wynik z wynikiem z pierwszego badania. Sformułuj i zapisz wnioski.
- 6 Oceń prawdopodobieństwo, że będziesz kontynuować korzystną dla przyrody i środowiska zmianę swoich zachowań.
- 7 Opisz, jaki wpływ na przyrodę ma redukcja śladu węglowego. Możesz skorzystać z informacji zawartych na stronie: <https://naukaoklimacie.pl/aktualnosci/jaki-jest-twoj-slad-weglowy-i-czy-warto-go-redukowac-305>. Nie przepisuj ich – przeczytaj, przemyśl i sformułuj własną wypowiedź.
- 8 Zapisz 2–4 argumenty, którymi zachęcisz swoich bliskich do zbadania wielkości ich śladu węglowego oraz podjęcia działań w celu jego redukcji.

Ćwiczenie 8

Badanie swojego śladu wodnego

Potrzebne materiały: komputer z dostępem do internetu, zeszyt przedmiotowy, długopis.

- 1 Przeczytaj poniższy tekst.

Naukowcy poszukujący śladów życia na innych planetach badają, czy jest na nich, albo w przeszłości była, woda. Dlaczego? Bo jest to kluczowy związek warunkujący życie na Ziemi. Stanowi ok. 70–75% masy twojego ciała. Nawet niewielki jej niedobór skutkuje zaburzeniem funkcjonowania organizmu. Jest potrzebna do wielu zachodzących w nim reakcji chemicznych. Umożliwia utrzymanie stałej temperatury ciała i transport substancji. Jest też niezbędna przy wydalaniu tych szkodliwych.

Czy wiesz, ile wody zużywasz codziennie? Czy zdajesz sobie sprawę z tego, że twoje zużycie obejmuje także tę potrzebną do wyprodukowania żywności i rzeczy, z których korzystasz? Możesz to zbadać, mierząc swój **ślad wodny**.

Ślad wodny to **suma zużytej przez nas wody (bezpośrednio i pośrednio)**.

- 2 Wejdź na stronę: <https://zhp.pl/2016/oblicz-swoj-slاد-wodny/> (lub inną z kalkulatorem śladu wodnego). Odpowiedz on-line na pytania z osobistego kalkulatora śladu wodnego.
- 3 Przeanalizuj otrzymany wynik. Oceń, w jakim stopniu ślad wodny, który zostawiasz w środowisku, obciąża przyrodę. Sformułuj i zapisz wniosek.
- 4 Wyszukaj w internecie informacje na temat sposobów oszczędzania wody i tego, jak preferowany styl życia i kupowane produkty wpływają na wielkość śladu wodnego.
- 5 Zastanów się, jak zmienić swoje codzienne zachowania i wybory, aby zostawiać mniejszy ślad wodny. Opracuj i zastosuj plan redukcji osobistego śladu wodnego. Realizuj go przez co najmniej 2 tygodnie.



5.9 Kiedy układamy swoje menu czy się myjemy, warto myśleć o tym, jak dużo wody zużywamy

- 6 Ponownie zbadaj – przy użyciu osobistego kalkulatora – wielkość swojego śladu wodnego. Następnie porównaj otrzymany wynik z tym z pierwszego badania. Sformułuj i zapisz wnioski.
- 7 Oceń, jakie jest prawdopodobieństwo, że będziesz kontynuować korzystną dla przyrody i środowiska zmianę swoich zachowań i wyborów.
- 8 Zapisz 2–4 argumenty, którymi zachęcisz swoich bliskich do zbadania wielkości ich śladu wodnego oraz podjęcia działań w celu jego redukcji.

Projekt działania lokalnego

„Bo Ziemię mamy tylko jedną – od nas zależy, na jak długo nam starczy”

Potrzebne materiały: komputer z dostępem do internetu, zeszyt przedmiotowy, długopis.

Zadania dla uczniów (grup zadaniowych)

- 1 Przeczytajcie poniższy tekst.

Żyjemy w taki sposób, że zasoby naszej planety wyczerpują się w zastraszająco szybkim tempie. Tylko niektóre z nich mogą się odnawiać. Zasoby takie jak paliwa kopalne (m.in. węgiel kamienny, brunatny, gaz ziemny, ropa naftowa), rudy metali i niemetalu, minerały i pierwiastki należą do nieodnawialnych i są na wyczerpaniu. Może ich zabraknąć już za życia twojego pokolenia.

Zwierzęta się rozmnażają, rośliny stale rosną, woda krąży w atmosferze, a energia Słońca wydaje się być niewyczerpywalna. To jednak jedynie teoria. W praktyce bowiem działalność człowieka jest związana z coraz intensywniejszym korzystaniem z zasobów naturalnych. Powoduje to wyczerpywanie się również zasobów uznawanych za odnawialne.

O tempie ich wyczerpywania się pisze w swoim artykule Maciej Wernio. Zapoznaj się z jego fragmentem.

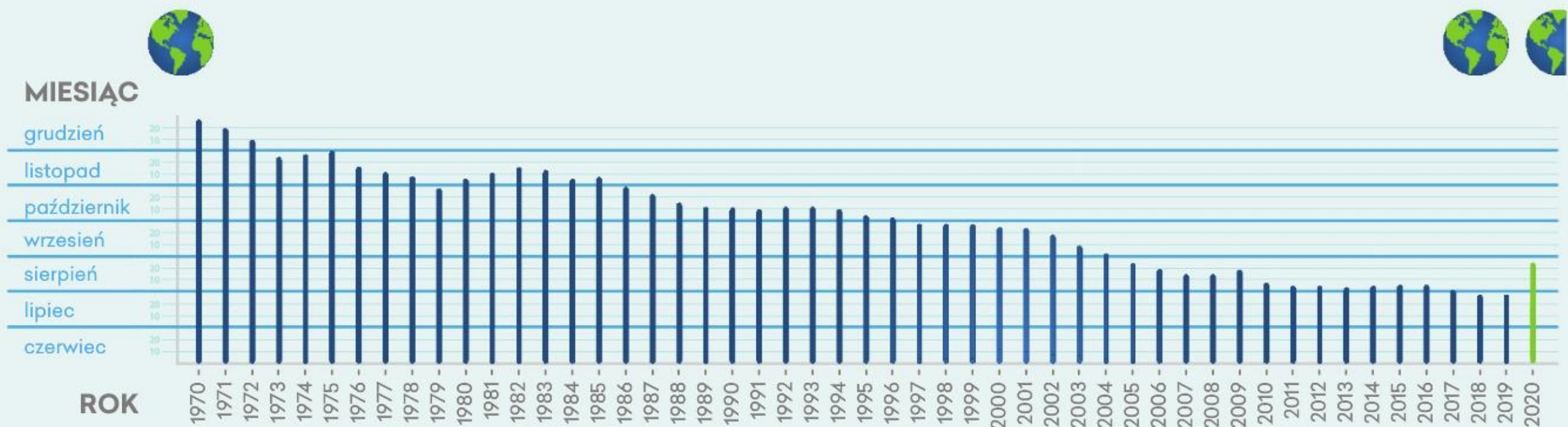
W poniedziałek 29 lipca 2019 roku wykorzystaliśmy zasoby naturalne, które mogą odnowić się w 2019 roku. W tym roku Dzień Długu Ekologicznego przypadł najszybciej w historii. Dzień Długu Ekologicznego (ang. Earth Overshoot Day) to dzień, w którym mieszkańcy Ziemi wykorzystali wszystkie surowce naturalne (m.in. gleba, (...), lasy, (...), woda), które mogłyby odnowić się jeszcze w tym roku. Oznacza to, że po tej dacie żyjemy już „na kredyt” i wykorzystujemy surowce kolejnych pokoleń. W 2019 roku Dzień Długu Ekologicznego przypadł na poniedziałek 29 lipca i po raz pierwszy w historii data wypadła tak wcześnie (od 2005 do 2018 roku były to dni sierpniowe).

Źródło: <https://noizz.pl/ekologia/dzien-dlugu-ekologicznego-2019-kolejny-smutny-ekologiczny-rekord-ziemi/1ng9elt>, dostęp: 17.03.2021 r.

W 2020 r. Dzień Długu Ekologicznego przypadł na 22 sierpnia – to najlepszy wynik od 2005 r. Zastanów się, jakie czynniki spowodowały taką poprawę. Zwróć uwagę, że pandemia koronawirusa w 2020 r. czasowo znacznie ograniczyła możliwość przemieszczania się. Przyczyniła się także do zmniejszenia produkcji (m.in. przez czasowe wyłączanie poszczególnych gałęzi gospodarki). Przeanalizuj ilustracje 5.10 i 5.11.

- 2 Podzielcie się na pięcioosobowe zespoły. W każdym wybierzcie lidera, którego zadaniem będzie zorganizowanie pracy waszego zespołu oraz regularne kontaktowanie się z opiekunem merytorycznym projektu.
- 3 Waszym celem będzie opracowanie i zrealizowanie dla społeczności lokalnej (np. uczniów szkoły, mieszkańców bloku, osiedla, dzielnicy) planu działań, których wdrożenie zmniejszy obciążenia dla środowiska i przyrody.
- 4 Wspólnie ustalcie zasady waszej współpracy podczas realizacji projektu. Spiszcie je w postaci kontraktu.
- 5 Podajcie jak najwięcej pomysłów, których zastosowanie zmniejszy ślad węglowy oraz ślad wodny i może przyczynić się do zmiany daty Dnia Długu Ekologicznego na późniejszą. Zapiszcie wszystkie pomysły, nawet te najdziwniejsze. Przedyskutujcie każdy z nich pod kątem możliwości jego realizacji.
- 6 Wybierzcie jeden lub kilka pomysłów, które oceniliście jako możliwe do urzeczywistnienia. Następnie podzielcie się zadaniami projektowymi i opracujcie harmonogram ich realizacji. W tym celu pomocna będzie tabela z kategoriami w nagłówkach: zadanie, cel, oczekiwany efekt, realizatorzy i termin.
- 7 Zaplanujcie sposób zaprezentowania wyników waszych działań. Zastanówcie się komu, w jakim celu i w jakiej formie je przedstawicie. Pomyślcie nad wykonaniem prezentacji dotyczącej śladu węglowego i wodnego oraz Dnia Długu Ekologicznego, którą można pokazać w szkole, ośrodku kultury itp.
- 8 Opracujcie sposoby zachęcenia innych uczniów do realizacji podobnych projektów.

Dzień Długu Ekologicznego w latach 1970–2020



5.10 Dzień Długu Ekologicznego w latach 1970–2020

Dzień Długu Ekologicznego w 2020 r. w poszczególnych państwach



5.11 Dzień Długu Ekologicznego w 2020 r. w poszczególnych państwach

Indeks

A			D			G		
abiotyczne elementy	77, 122		daltonizm	30, 31		gatunki		
allel			Darwin Karol	46, 60		powstawanie	46	
dominujący	23		delecja	35		gen	9	
recesywny	23		destruent	100, 102, 122		genom	34	
amonit	50		diploidalne (komórki, organizmy)	15		genotyp	22	
anemia sierpowata	32		DNA	8, 12, 13		gigantopitek	53, 64	
antropocen	132		izolacja z komórek	10		goryl	63–65	
antyoksydant	40		komplementarność nici	13		gradacja	116	
archeopteryks	50		replikacja	14		H		
australopitek	64, 66, 67, 73		struktura	12		haploidalne (komórki, organizmy)	15	
autosom	15		dobór			hemofilia	30, 31	
B			naturalny	56, 71		heterozygota	23	
bakterie brodawkowe	95		płciowy	62		hobbit	64, 65	
barwy ostrzegawcze	91		sztuczny	60, 61		hominidy	64	
belemnit	50		dowody ewolucji			wymarłe	64, 66–68	
biocenoza	77, 79, 81, 122, 158		bezpośrednie	49, 71		<i>Homo</i>	66	
bioindykator	113		pośrednie	53, 71		<i>floresiensis</i>	64	
biom	78		drapieżnictwo	90, 124		<i>sapiens</i>	63	
biomasa	131		drapieżnik	90, 91		homozygota	23	
biopaliwo	131		duplikacja	35		I		
biosfera	78		dwunożność	68, 73		imigracje	117	
biotop	77, 79, 81, 122, 158		dziedziczenie	22		insercja	35	
biotyczne elementy	77, 122		grup krwi	27, 28		interfaza	37	
C			jednogenowe	26		inwersja	35	
cechy			płci	29		K		
ludzkie	65, 73		wielogenowe	26		kariotyp	15	
populacji	115–120, 125		Dzień Długu Ekologicznego	165		klon	22	
sprzężone z płcią	30		E			kod genetyczny	13	
centromer	14		ekologia	76, 81, 122		komensalizm	96, 97, 123	
choroba			ekosystem	77, 79, 80, 158		komplementarność	13	
genetyczna	35, 36		krążenie materii	103, 123		konkurencja	84, 124	
nowotworowa	40		lądowy	81		międzygatunkowa	84, 85	
sprzężona z płcią	30, 31		leśny	100		wewnątrzgatunkowa	84	
chromatyda	14		naturalny	81, 122		konsument	98, 99, 102, 122	
chromatyna	15		produkcja pierwotna	106		konwencja		
chromosom	14, 15		produkcja wtórna	106		berneńska	146	
homologiczny	15		produktywność	106		ramsarska	146	
płci	15		przepływ energii	105, 123		korytarze ekologiczne	146	
CITES	146		struktura troficzna	102, 122		krążenie materii	103, 123	
cykl komórkowy	37		sztuczny	81, 122		kreacjonizm	54	
człękokształtne	65, 73		wodny	81		krzywa przeżywania	121	
człowiek	65, 69		elementy			krzyżówka genetyczna	25	
neandertalski	66, 67		abiotyczne	77, 122		kwas deoksyrybonukleinowy	8	
rozumny	63, 64, 66, 67, 73		biotyczne	77, 122		L		
wyprostowany	66, 67, 73		emigracje	117		latimeria	52	
z wyspy Flores	64		eurybiont	111, 124		liczebność	116–118, 125	
człowiekowate	63, 64, 67		ewolucja	46, 71		Lucy	64, 65	
wymarłe	67		człowieka	63, 64, 69		łańcuch		
czynnik			kultury	69		detrytusowy	101	
kancerogeny	39		ewolucjonizm	46, 54, 71		pokarmowy	98, 99, 101	
mutageny	33, 34		F			spasania	101	
			faza M	37				
			fenotyp	22				
			fenyloketonuria	35, 36				

M

mały	
człękokształtne	63–65
zwierzokształtne	63
mejoza	17–19
Mendel Grzegorz	24, 60
migracje	117, 125
mimikra	91
mitoza	17–19
mukowiscydoza	35, 36
mutacja	32, 33
chromosomowa	34, 35
punktowa	34
mutualizm	
fakultatywny	95, 123
obligatoryjny	94, 123
mykoryza	95

N

narządy homologiczne	53
Natura 2000	146
neandertalczyk	66, 67, 73
neutralizm	93
nisza ekologiczna	109, 124
nowotwór	38–40
nukleotyd	12, 13

○

obieg	
materii	102
węgla	104
obrona	
chemiczna	91
dźwiękowa	91
mechaniczna	91
ochrona	
bierna	146
częściowa	145, 147
czynna	146
gatunkowa	143, 145
indywidualna	143, 145
obszarowa	143, 144
ściśła	145, 147
oddziaływania	
antagonistyczne	83–92
neutralne	83, 93
nieantagonistyczne	83, 93–97
ofiara	90, 91
ogniwa pośrednie	50
optimum ekologiczne	110
orangutan	63, 64
organizm wskaźnikowy	113, 124

P

paleontologia	50, 71
paliwa kopalne	129
<i>Paranthropus</i>	68
parantrop	68
parki narodowe	144, 148
pasożyt	
wewnętrzny	87
zewnątrzny	86
pasożytnictwo	86, 87, 124
łęgowe	86

pierwiastki biogenne	103
piramida ekologiczna	102
podwójna helisa	12
populacja	79, 115, 118
porost	94
poziomy troficzne	98, 99, 102
producent	98, 99, 102
protokooperacja	95, 123
przepływ energii	105, 123

R

recykling	129
replikacja	14
retencja wodna	130
rezerwy biosfery UNESCO	146, 148–152
roślinożerność	88, 124
rozmieszczenie	
losowe	118, 119
równomierne	118, 119
skupiskowe	118, 119
rozmnażanie	
bezpłciowe	22
płciowe	23
rozrodczość	116, 125
różnorodność	
biologiczna	133, 138, 139
ekosystemowa	133–135
gatunkowa	133
genetyczna	133

S

sieć pokarmowa	99, 100
skala porostowa	140, 141
skamieniałość	49
skamieniałość żywa	52
skrzypłocz	52
ssaki naczelne	63, 64
stenobiont	111, 124
struktura	
płciowa	120, 125
przestrzenna	118, 119, 125
troficzna	102, 122
wiekowa	119, 120, 125
sukcesja	
pierwotna	80
wtórna	80
symbioza	94, 123
szympanś	63–65
ślad	
węglowy	163
wodny	164
śmiertelność	117, 125

T

teoria ewolucji	46
tolerancja ekologiczna	110, 124
transformacja nowotworowa	38
translokacja	35
trylobit	49

W

współbiesiadnictwo	96,123
wymieranie organizmów	48

Z

zagęszczenie	116, 125
zakres tolerancji	110–112
zależności	
antagonistyczne	84–92, 124
międzygatunkowe	83, 123
nieantagonistyczne	93–97, 123
pokarmowe	99, 100
zasoby	
nieodnawialne	128, 129
odnawialne	128, 130
przyrody	128
zespół Downa	35
zróżnicowanie genetyczne	21
żywa skamieniałość	52

Wykaz dysponentów praw autorskich do obrazów i zdjęć zamieszczonych w publikacji:

Biologia. Podręcznik dla klasy ósmej szkoły podstawowej

BE&W (SCIENCE SOURCE – chromosomy w komórce, s. 16, podział komórki, s. 17; BSIP RM – noworodek podczas testów, s. 36; SCIENCE SOURCE – szalka z grzybnią, s. 92, bakterie brodawkowe, s. 95; IMAGEBROKER RM – zooplankton, s. 106); **BE&W/Alamy** (latimeria, s. 52, czaszka parantropa, s. 68, porost brodaczką kędzierzawa, s. 141); **EAST NEWS**: A. BARRINGTON BROWN, GONVILLE & CAIUS COLLEGE/Science Photo Library (model helisy DNA Watsona i Cricka, s. 13); WOJCIECH FRANUS/REPORTER (skamieniałości z Krasiejowa, s. 49); JOHN SIBBICK/Science Photo Library (gigantopitek, s. 53); JOSE ANTONIO PENAS/Science Photo Library (*Homo erectus*, s. 66); s. ENTRESSANGLE/E. DAYNES (australopitek, s. 67); JOHN BAVARO FINE ART (*Homo sapiens*, s. 67); JOHN BAVARO FINE ART/Science Photo Library (neandertalczyk, s. 67); MENAHEM Science Photo Library (ślady stóp australopiteka, s. 66); KAHANA/AFP (rekonstrukcja człowieka z Jaskini Denisowej, s. 70); TOMASZ RYTYCH/REPORTER (skup złomu, s. 128); **Flickr**: Ryan Somma (głowa człowieka z wyspy Flores, s. 64); **GettyImages**: Tim Boyle (głowa australopiteka, s. 64); **Koppert Biological Systems** (mszyce *Macrosiphum euphorbiae*, s. 161); **Instytut Systematyki i Ewolucji Zwierząt PAN (ISEZ PAN)** oraz **Instytut Archeologii UJ (IA UJ)** (kości mamuta, s. 136); **Shutterstock**: Daniel Heighton (mózg, s. 8); Ljupco Smokovski (nastolatka, s. 8); Rawpixel.com (ludzie, s. 8); Edgloris Marys (komórki, s. 9); Jose Luis Calvo (nić DNA, s. 9); Master1305 (psy, s. 9); Unique Vision (ogrod. s. 9); Lebendkulturen.de (rozwiłtka, s. 11); Triff (wkręt, s. 12); Winai Tepsuttinun (lampki, s. 12); Kateryna Kon (kariotypy, s. 16; plemniki i oocyty, s. 17; chromosomy X i Y, s. 29; drożdże, s. 53; owsiki, s. 87); Africa Studio (dzieci, niemowlę, s. 17); Samborskyi (rodzina, s. 21); COULANGES (rozłogi truskawki, s. 22); Monkey Business Images (rodzice z dziećmi, s. 22); Rattiya Thongdumhyu (drożdże, s. 22); kurhan (ludzie, s. 26); ngellodeco (próbki krwi, s. 27); eveleen (tablica okulistyczna, s. 31); VectorMine (cząsteczka hemoglobiny, s. 32); royaltystockphoto.com (erytrocyty, s. 33); SciePro (anemia sierpowata, s. 33); Denis Kuvaev (osoba z zespołem Downa, s. 36); Bolyuk Studio (rowerzystka, s. 37); Joshua Resnick (grillowanie, s. 39); NadyGinzburg (spaliny, s. 39); vectorfusionart (dosalanie, s. 39); Lilly Trott (żywność, s. 40); Orla (tyranozaur, s. 46); Viktor Hejna (hatteria, s. 48); Bjoern Wylezich (mszyca w bursztynie, s. 50); Guillermo Guerao Serra (trylobit, s. 50, patyczak, s. 91); Natalia van D (archeopteryks, s. 50); Warpaint (mamut, s. 50); Zina Deretsky, National Science Foundation (tiktaalik, s. 50); Podolnaya Elena (skrzyplacz, s. 52); CezaryKorkosz (dzieciół czarny, s. 55); Free Wind 2014 (Somalijszczy, s. 55); Lee Jorgensen (Innuici, s. 55); Ivan Marjanovic (pszczoły, s. 56); Helge Zabka (żółw słoniowy, s. 57); Jesus Giraldo Gutierrez (dzieciół duży, s. 57); Neil Bowman (czarnogłówka, s. 57); Anna Kepa (gałązka świerku, s. 58); gubernat (porost żyłecznik halny, s. 58); hagit berkovich (fenek, s. 58); Sophia Granchinho (piesiec, zając polarny s. 58); Maximillian cabinet (brzoza, s. 58); Aldona Griskeviciene (ewolucja koni, s. 59); Everett Collection (Karol Darwin, s. 60); ChiccoDodiFC (pomarańcze, s. 61); dien (malamut, s. 61); Eric Isselee (basset, s. 61); Jim Cumming (wilk, s. 61); Svetography (buldog francuski, s. 61); TrapezaStudio (Chart rosyjski, s. 61); waćpan (terier walijski, s. 61); bharat kansara (pawie, s. 62); Robert Adami (para krzyżówek, s. 62); Anna Kucherovala (kapucynka, s. 63); Don Mammoser (orangutan, s. 63); Edwin Butter (pawian, s. 63); Ekaterina Pokrovsky (wyrak, s. 63); Eric Gevaert (szympansy zwyczajny, s. 63); Margo Basarab (człowiek, s. 63); Sergey Uryadnikov (szympansy karłowaty, s. 63, niedźwiedź brunatny, s. 116); Stephaniellen (goryl, s. 63); teekayu (gibon, s. 63); yakub88 (lemur, s. 63); Irina Bg (oczy człowieka, s. 66); Vivvi Smak (oczy goryla, s. 66); bimserd (goryl, s. 68); RaveeCG (neandertalczyk, s. 69); sportpoint (sportowiec, s. 70); Dmytro Ostapenko (pieczarka dwuzarodnikowa, s. 72); Ekaterina Staromanova (pieczarka łąkowa, s. 72); Aleksander Bolbot (las, s. 76, puszcza białowieska, s. 81); BikerBarakuss (łąka, s. 76); Bildagentur Zoonar GmbH (jelenie na rykowisku, s. 98); max dallocco (Ziemia, s. 78); Bartosz Dziugiel (las, s. 79); Matt Gibson (jeleń, s. 79); Miroslav Hlavko (sowa, s. 79); Mirshik (żaba na grzybie, s. 79); Tomasz Mazon (las po wichurze, s. 80); Mike Mareen (pole rzepaku, s. 81); mik ulyannikov (szkoła leśna, s. 84); Sahani Photography (bór sosnowy, s. 84); vo_studio (młoda sosna, s. 84); Jamie Hall (rykowisko, s. 85); Mogens Trolle (likaony, s. 85); WildMedia (jeleń, s. 85); Carmen Rieb (sporysz, s. 86); ChWeiss (kianianka, s. 86); John Navajo (kukułka i rudzik, s. 86); KPixMining (kleszcz, s. 86); Protasov AN (wesz, s. 86, różnorodność owadów, s. 133); Vera Larina (pchła, s. 86); D. Kucharski K. Kucharska (motylka, s. 87); Andrzej Kubik (żyrafa, s. 89); Bene_A (słoń, s. 89); colin robert varndell (gąsienica, s. 89); Gertjan Hooijer (kutner szarotki, s. 89); Manfred Ruckszio (kolce róży, s. 89); MarinaGreen (ciernie akacji, s. 89); Morten Ekstroem (krzyżodziób, s. 89); Wijnand vT (antylopy, s. 89); Piotr Krzeslak (bielik, s. 90); ArCaLu (zebrzy, s. 91); Coatesy (jeź, s. 91); Dr.MYM (żółw, s. 91); Giedrius (sójka, s. 91); Holly Kuchera (skunks, wilk, s. 91); IanRedding (bzyg, s. 91); Jay Ondreicka (wąż królewski, s. 91); Krasula (sarna, s. 91); Lubos Houska (myszołów, s. 91); Patrick K. Campbell (wąż koralowy, s. 91); Pedro Luna (gniewosz, s. 91); slowmotiongli (orka, s. 91); Tremor Photography (salamandra, s. 91); Chase Dekker (bóbr, s. 92); Eric Isselee (kret, s. 93); hśagencia (dżdżownica, s. 93); KangGod (muchy, s. 93); Pakhnyushchy (mysz, s. 93); phichak (komar, s. 93); photomaster (słowik, s. 93); StefanRenner (pszczoła, s. 93); Tsekhmister (wiewiórka, s. 93); ChaiyonS021 (termity, s. 94); Marcin Perkowski (bocian, s. 94); taviphoto (bogotka, s. 94); DiveSpin.Com (pustelnik i ukwiat, s. 95); Ed Phillips (mrówki i mszyce, s. 95); krolya25 (łubin, s. 95); nwdph (bąkojady i bawół, s. 95); Richard Whitcombe (błazenki i ukwiały, s. 96); Chaithanya Krishnan (sępy, s. 97); kaschibo (rekin i ryby pilot, s. 97); Soru Eptok (bażant, s. 98); Tupungato (bazar, s. 105); Dale Lorna Jacobsen (Suche Doliny, s. 106); Dirk van der Heide (rekin rogatek, s. 106); Jubal Harshaw (fitoplankton, s. 106); Subphoto (ryba szafirek, s. 106); Pete Niesen (Wielka Rafa Koralowa, s. 107); Edel_s (óma, s. 108); Tomasash (gąsienice, s. 108); Dennis Jacobsen (błotniak łąkowy, s. 109); Kazakov Maksim (żółknący liść, s. 109); Lukasz Tyczkowski (krajobraz, s. 109); Marcin Perkowski (błotniak stawowy, s. 109); oel Meijer (żółknące igły, s. 109); Kristina Vackova (koralowiec, s. 111); Paul Vinten (wróbel, s. 111); Igor Podgorny (granicznik, s. 112); Ivaschenko Roman (chrabaszcz, s. 112); Kruglov_Orda (barczatka, s. 112); Nova Patch (misecznica, s. 112); Paolo Ponga (koral, s. 112); Tomasz Klejdysz (pędrak chrabaszcz, s. 112); Vladimir Zubkov (gąsienica barczatki, s. 112); Werner Baumgarten (wróbel, s. 112); Aleoks (bodziszek, s. 113); Artesia Wells (przylaszczka, s. 113); Calin Tatu (fiołek, s. 113); Muuraa (pieprznik, s. 113); Nadezhda Nesterova (knieć, s. 113); PozitivStudija (wrzos, s. 113); Robert Mertl (sromotnik, s. 113); Saku_Alamara (niezapominajka, s. 113); Snufkin_79 (kozłek, s. 113); B. Forenius (kormorany, s. 115); Charles Francis (wiewiórki, s. 115); Svetlana Wall (chabry, s. 115); Agnieszka Bacal (kardynał szkarłatny, s. 116); vladimir Salman (stonka, s. 116); Julian Wiskemann (żółwie, s. 117); Pawel Nawrot (mniszki lekarskie, s. 117); Foto-Ruhrgebiet (pajęczyny, s. 119); Rashman (pingwiny, s. 119); Weruu (mrówki, s. 119); sirithanyarat Noowong (rzęsa, s. 120); LiskaM (szczur, s. 121); PanicAttack (człowiek, s. 121); Rich Carey (żółw, s. 121); Guentermanaus (wycinka puszczy, s. 128); Parilov (węgiel na rękach, s. 129); Aerovista Luchtfotografie (elektrownia wiatrowa, s. 130); Daniel Turbasa (elektrownia geotermalna, s. 130); Fly_and_Dive (elektrownia słoneczna, s. 130); Maxim Burkovskiy (elektrownia wodna, s. 130); nostalgíe (elektrownia biomasowa, s. 130); Sadik Yalcin (wodospad, s. 130); Diyana Dimitrova (paneły i wiatrak, s. 131); Polych (kwietnica okazała, s. 133); frantisekhoidysz (wilgotny las równikowy, s. 134, nurek przy rafie, s. 135); 2seven9 (las równikowy i plantacja palm, s. 134); Ethan Daniels (blaknięcie rafy, s. 135); John A. Anderson (polipy koralowca, s. 135); Richard Whitcombe (wymarła rafa, s. 135); V_E (rafa koralowa, s. 135); Birute Vijeikiene (maki i chabry, s. 137); wimala namket (nużeniec ludzki, s. 137); Pieter Bruin (płomienica zimowa, s. 138); Viktorialvanets (fiołek wonny, s. 138); Vishnevskiy Vasily (ptaki przy karmniku, s. 138); Alila Medical Media (wydruk z bazy danych DNA, s. 139); Gorodenkoff (naukowiec, s. 139); Krasula (fotopułapka, s. 139); Microgen (pobieranie próbek ziemi, s. 139); PhotocechCZ (dziki z fotopułapki, s. 139); FOTOGRIN (przejście dla zwierząt, s. 140); Kekyalyaynen (oczyszczalnia, s. 140); PJ photography (rzeka, s. 140); Ulrich Mueller (recykling odpadów, s. 140); Anastasiia Tymoshenko (dymiący komin, s. 141); anmbph (nawłóć późna, s. 141); Kochneva Tetyana (wycinka drzew, s. 141) nelic (rozpylanie herbicydów, s. 141) Princess_Anmitsu (uregulowana rzeka, s. 141); Peter Fodor (ryś, s. 143); sanzios (dąb Bartek, s. 143); Damian Pankowiec (park narodowy, s. 144); Pawel Kazmierczak (rezerwat przyrody, s. 144); Andre Muller (gwiazdosz kwiatuskowaty, s. 145); Arthur van der Kooij (rycyk, s. 145); Golubev Dmitrii (grzebiuszka ziemna, s. 145); Joe McUbed (mikołajek nadmorski, s. 145); Sandra Standbridge (gniewosz plamisty, s. 145); Szczepan Klejbuk (żubr, s. 145); Zadiraka Evgenii (granicznik płucnik, s. 145); Chris Hill (sokół wędrowny, s. 146); Dmitry Eagle Orlov (ogród Keukenhof, s. 147); JanBeZiemni (Kampinoski PN, s. 149); Miłosz Masłanka (Roztoczański PN, s. 150); Oleg Totskyi (Tatrzański PN, s. 150); udmurd (Bieszczadzki PN, s. 150); bayazed (PN Bory Tucholskie, s. 151); Pavel Szabo (Babiogórski PN, s. 151); MagdaZarebska (Jezioro Łuknajno, s. 152); Altanaka (dziewczynka z lupą, s. 158); Leonid Ikan (kwietnik, s. 158); Montypeter (pokrzywa, s. 160); Klimek Pavol (motyle na roślinie, s. 162); Chrispictures (targ, s. 163); LeManna (uczeń na rowerze, s. 163); Pinkyone (recykling, s. 163); Asier Romero (posiłek, s. 164); Kleber Cordeiro (mycie zębów, s. 164); VaLiza (nastolatek pod prysznicem, s. 164); **Takao Ishikawa** (zdjęcia do doświadczenia, s. 10); **Wikipedia**: MRC Laboratory of Molecular Biology (Rosalind Franklin, s. 13); W. & D. Downey (królowa Wiktoria, s. 31); Dominikmatus (Grzegorz Mendel, s. 60); Ostjan (różanka, s. 96); Flickr by Oregon State University (glony symbiotyczne koralowców, s. 135); BazzaDaRambler (drond dodo, s. 136); Charles Hamilton Smith (rysunek tura, s. 136); Jerzy Opióła (porost złotorost ścienny, s. 140, porost mąklik otrębiasty, porost mąkla tarniowa, s. 141); Bernd Haynold (porost granicznik płucnik, s. 141); Lowdown (park krajobrazowy, s. 144); MOs810 (obszar chronionego krajobrazu, s. 144); Adrian Gryczuk (pomnik przyrody, s. 145); Daria Konitz (użytek ekologiczny, s. 145); Siga (gryziel tapetnik, s. 145); Azymut (Rafał M. Socha) (Poleski PN, s. 149); Ralf Lotys (Sicherlich) (Białowieski PN, s. 149); Pudelek (Karkonoski PN, s. 151); Bogusław Chyła (Słowiński PN, s. 152); s. Rae from Scotland, UK (mszyce *Aphis urticae*, s. 161); **Wrzecionowski Grzegorz** (nosorożec włochaty, s. 50); **Wrzosek Marta** (brodawki na korzeniach łubinu, s. 95, kora bez porostów, porost liszajec szary, s. 140; *Tetradontophora bielansis*, s. 152).



Grupa MAC S.A.
ul. Witosza 76
25-561 Kielce

www.mac.pl

ISBN 978-83-8227-117-1



9 788382 271171

indeks 881405