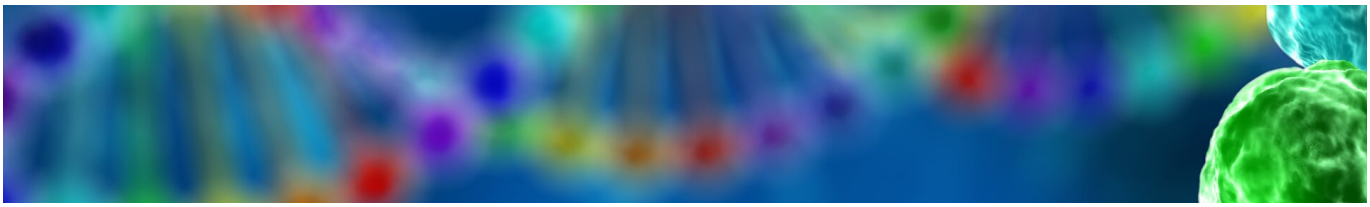


Świat pod lupą

Bądź eko i chroń środowisko. Poznaj historię życia na Ziemi.

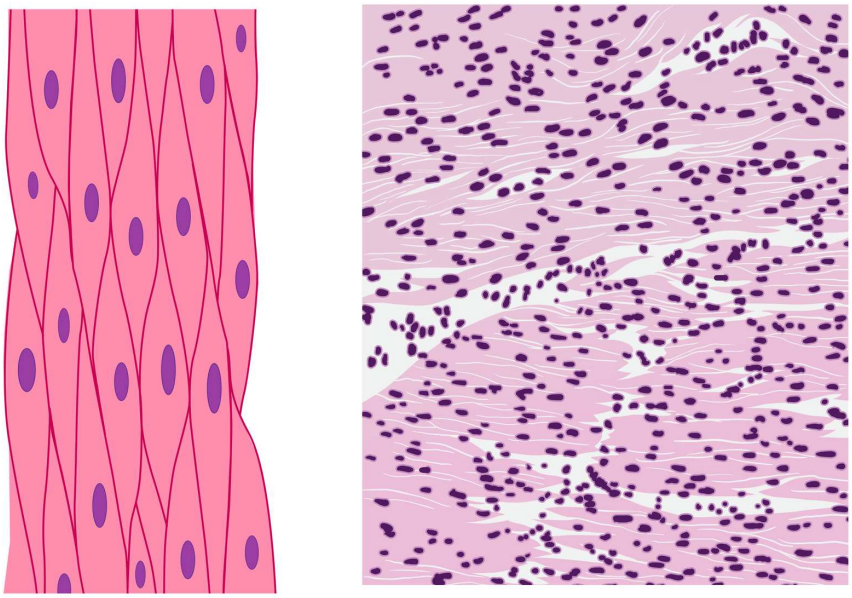
- Genetyka
    - Chromosomy
    - Genotyp i fenotyp
    - Dziedziczenie wybranych cech u człowieka
    - Dziedziczenie płci i cechy sprzężone z płcią
    - DNA – nośnik informacji genetycznej
    - Kod genetyczny
    - Zmienność organizmów
    - Istota dziedziczenia
- Ekologia
    - Organizmy i środowisko
    - Zjadający i zjadani
    - Konkurencja i pasożytnictwo
    - Współpraca między gatunkami
    - Ekosystem – współzależność środowiska i organizmów
    - Zależności pokarmowe w ekosystemie
    - Ekosystem – obieg materii i przepływ energii
    - Funkcjonowanie ekosystemu
- Ewolucja życia
    - Ewolucja i jej dowody
    - Mechanizmy ewolucji biologicznej
    - *Historia życia na Ziemi
    - Pochodzenie i ewolucja człowieka
- Globalne i lokalne problemy środowiska
    - Globalne ocieplenie klimatu
    - Odnawialne i nieodnawialne źródła energii i jej oszczędzanie
    - Zasoby wody i ich ochrona
    - Gospodarowanie odpadami
    - Nasz świat ma prawie pięć miliardów lat

Bibliografia:

-

Chromosomy

W twoim ciele nieustannie tworzą się nowe komórki. W ciągu godziny może ich przybywać nawet 1,5 miliarda. W zależności od rodzaju powstają na drodze jednego z dwóch podziałów – mitozy lub mejozy.



Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Już wiesz

- informacja genetyczna znajduje się w jądrze komórkowym w postaci DNA.

Nauczysz się

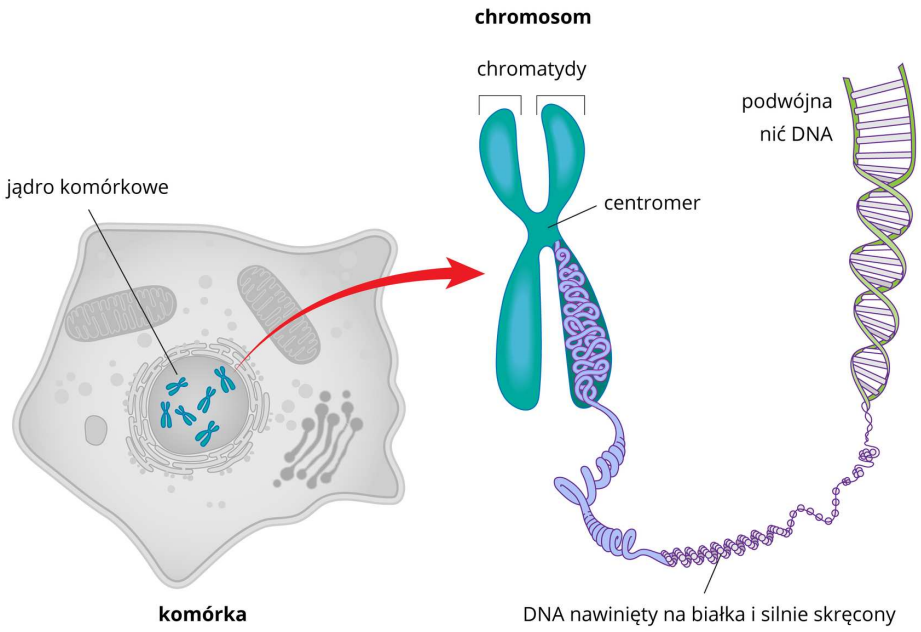
- przedstawiać budowę chromosomu;
- porównywać liczbę chromosomów po podziale mitotycznym i mejotycznym;
- rozróżniać komórki haploidalne i diploidalne i wyjaśniać, jak powstają;
- omawiać znaczenie podziałów komórkowych dla funkcjonowania organizmu;
- obliczać haploidalną i diploidalną liczbę chromosomów.

1. DNA i chromosomy

U wszystkich organizmów informacja genetyczna – czyli informacja o ich budowie i funkcjonowaniu – zawarta jest w DNA, **kwasie deoksyrybonukleinowym**. U organizmów jądrowych (eukariotycznych) większość DNA przechowywana jest w jądrze komórkowym, będącym swoistym centrum zarządzania komórki.

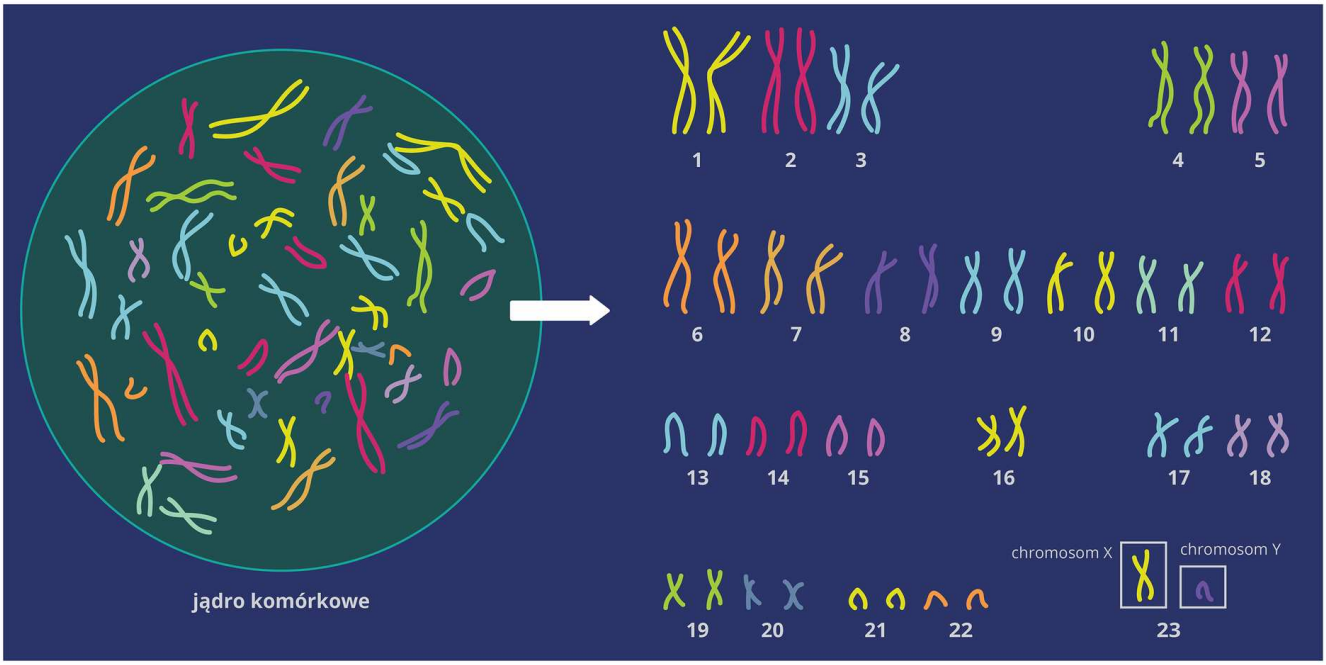
Poszczególne odcinki DNA, zwane genami, zawierają instrukcje dotyczące budowy białek komórkowych i różnych procesów przebiegających w komórce. Kiedy komórka akurat się nie dzieli, DNA jądrowe ma postać luźno ułożonych nici, a instrukcje w nim zawarte mogą być swobodnie odczytywane.

Przed podziałem komórki ilość zawartego w niej DNA się podwaja, a nici silnie skręcają. Podczas podziałów tworzą się z nich pałeczkowate, wydłużone struktury, które można dostrzec w mikroskopie optycznym. Są to chromosomy. Składają się one z dwóch chromatyd, które łączą się ze sobą w miejscu zwanym centromerem.



Źródło: Andrzej Bogusz, licencja: CC BY 3.0.

Liczba chromosomów w komórkach jest charakterystyczna dla danego gatunku. U człowieka wynosi ona 46. Wśród nich wyróżnia się 44 autosomy oraz 2 chromosomy płci. Te ostatnie są oznaczane literami X i Y. Kobiety mają w swoich komórkach somatycznych 44 autosomy oraz 2 chromosomy X, a mężczyźni – 44 autosomy, jeden chromosom X i jeden Y.



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

> **Polecenie 1**
>
> Korzystając z różnych źródeł, dowiedz się, jaką liczbę chromosomów mają w komórkach somatycznych pszenica, koń, muszka owocowa.

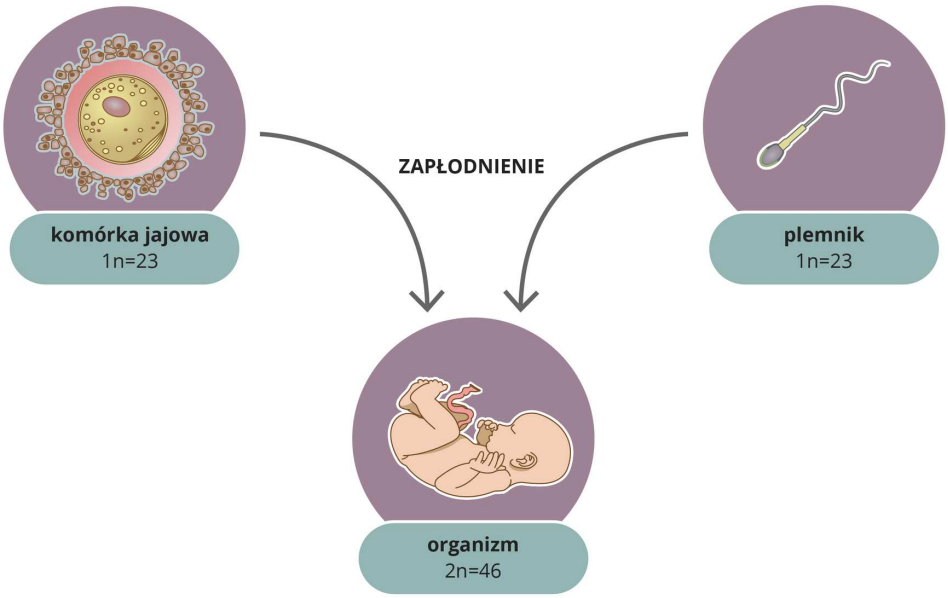
> **Ciekawostka**
>
> Mitochondria i chloroplasty zawierają pewne ilości DNA, które nie tworzą chromosomów.

2. Komórki diploidalne i haploidalne

W komórkach somatycznych wielu organizmów chromosomy tworzą pary. W skład każdej pary wchodzą dwa podobne do siebie chromosomy zawierające informacje dotyczące tych samych cech organizmu. Takie chromosomy nazywamy **homologicznymi**. W komórkach somatycznych człowieka jest 46 chromosomów (23 pary). Komórki, które zawierają taki podwójny zestaw chromosomów, nazywa się komórkami diploidalnymi i oznacza jako 2n. Ludzkie gamety posiadają 23 chromosomy, czyli pojedynczy zestaw chromosomów. Takie komórki nazywa się komórkami haploidalnymi i oznacza jako 1n.

Ponieważ i plemnik, i komórka jajowa są haploidalne, w wyniku zapłodnienia powstaje komórka diploidalna, a dziecko otrzymuje od każdego z rodziców po jednym komplecie

chromosomów.



Źródło: Andrzej Bogusz, licencja: CC BY 3.0.

> **Polecenie 2**
>
> Oblicz, ile chromosomów znajduje się w komórkach diploidalnych organizmów, których komórki haploidalne mają w swoich jądrach komórkowych następującą liczbę chromosomów: 12, 18, 24.

> **Ciekawostka**
>
> W komórkach niektórych organizmów może znajdować się potrójny, poczwórny, a nawet liczniejszy zestaw chromosomów. Dzieje się tak głównie u roślin, które dzięki temu odznaczają się większą odpornością, żywotnością i rozmiarami. Są wśród nich rośliny uprawne, takie jak zboża czy arbuzy.

3. Mitoza

Podziały komórkowe umożliwiają organizmom wzrost i rozwój, a także rozmnażanie się, czyli zwiększanie liczebności, będące podstawą przetrwania gatunku i ewolucji życia. Proces podziału komórki jądrowej składa się z dwóch etapów. Pierwszy polega na podziale

jądra komórkowego. Drugi etap to podział cytoplazmy i organelli komórkowych w niej zawartych.

U organizmów jądrowych wyróżnia się dwa podstawowe typy podziałów komórkowych. Jeden prowadzi do wytworzenia komórek o takiej samej liczbie chromosomów i nosi nazwę mitozy. Efektem drugiego, mejozy, jest powstanie komórek o zredukowanej o połowę, haploidalnej liczbie chromosomów.

Podczas mitozy z jednej komórki macierzystej powstają dwie komórki potomne, identyczne pod względem genetycznym. Można więc powiedzieć, że celem tego podziału jest zwielokrotnienie liczby takich samych komórek. W przypadku jądrowych organizmów jednokomórkowych w wyniku mitozy dochodzi do zwiększenia liczby osobników, a w przypadku organizmów wielokomórkowych – do ich wzrostu, polegającego na zwiększeniu liczby komórek ciała.

Częstotliwość podziałów mitotycznych może być różna w różnym okresie życia organizmu oraz w różnych obszarach ciała. Zwykle bardziej intensywna jest we wczesnych etapach rozwoju, a później ulega zwolnieniu. Komórki niektórych tkanek dzielą się intensywnie przez całe życie, np. komórki skóry u człowieka, komórki tkanki twórczej u roślin.

Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., Andrzej Bogusz, licencja: CC BY 3.0.

Animacja opisuje podziału komórki ciała (somatycznej) w procesie mitozy.

Mitozę mogą przechodzić zarówno komórki diploidalne, jak i komórki haploidalne. W wyniku podziału mitotycznego z komórki diploidalnej powstaną dwie komórki diploidalne, a z haploidalnej – dwie komórki haploidalne.

> **Polecenie 3**
>
> Podaj, ile chromosomów znajdowało się w komórkach macierzystych, z których w wyniku mitozy powstały komórki potomne o następującej liczbie chromosomów w jądrze komórkowym: 12, 18, 24.

Polecenie 4

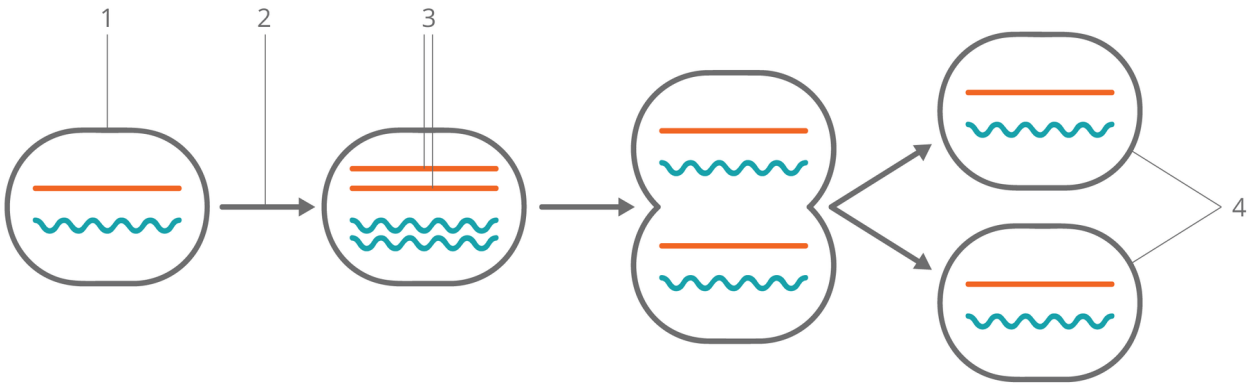
Wyjaśnij, dlaczego komórki krwi człowieka – erytrocyty – nie ulegają podziałom.

Wskazówka

W jakiej strukturze komórkowej przechowywana jest informacja genetyczna? Czym różnią się dojrzałe erytrocyty od innych komórek ciała?

Polecenie 5

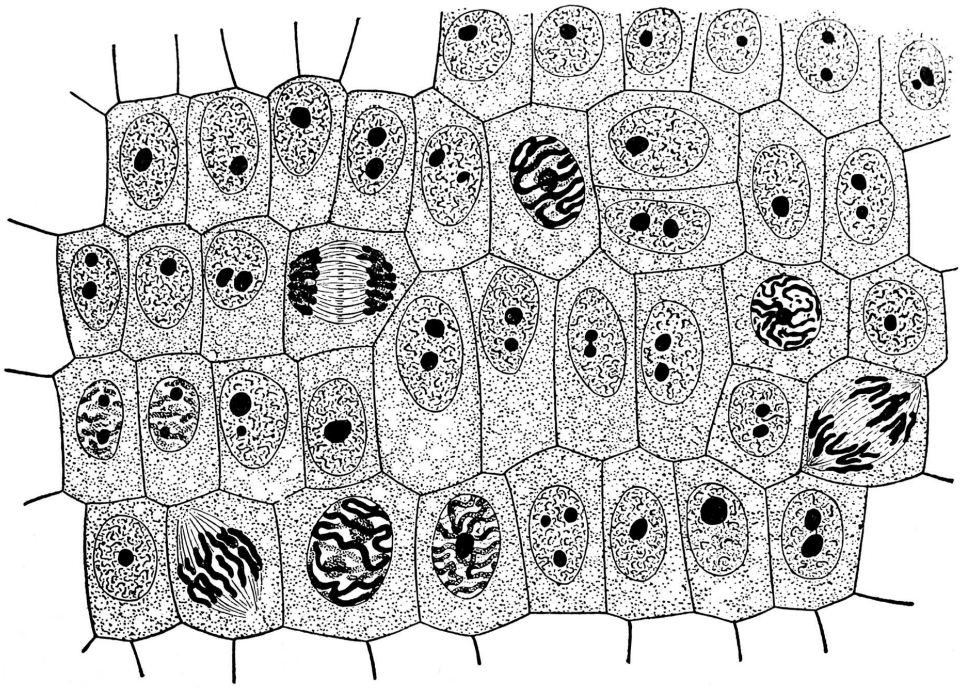
Omów przebieg podziału komórki na podstawie ilustracji. Określ dla tej komórki liczbę n i 2n.



Źródło: Anita Mowczan, licencja: CC BY 3.0.

Ciekawostka

Obserwując tkankę twórczą, łatwo dostrzec komórki w trakcie podziału. W odróżnieniu od innych widać w nich chromosomy.



Źródło: Andrzej Bogusz, licencja: CC BY 3.0.

4. Mejoza – podział prowadzący do powstania gamet

Mejoza to podział, który prowadzi do powstania czterech komórek potomnych z jednej komórki macierzystej. Każda z nich zawiera tylko połowę materiału genetycznego (1n) komórki macierzystej (2n). W wyniku mejozy u człowieka i innych zwierząt powstają komórki rozrodcze (gamety).

Podczas mejozy chromosomy tworzące parę, czyli homologiczne, zbliżają się do siebie, tworząc grupę złożoną z 4 chromatyd. Dwie z nich w swoim składzie mają materiał genetyczny pochodzący od ojca, dwie od matki. Chromatydy skręcają się wokół siebie. Proces ten może powodować pękanie chromatyd. Takie pęknięcia od razu są naprawiane, ale czasem dochodzi do zamiany fragmentów chromatyd pomiędzy chromosomami homologicznymi. Następnie pary chromosomów homologicznych ustawiają się pośrodku komórki, a włókna białkowe odciągają pojedyncze chromosomy (zbudowane z dwóch chromatyd) w przeciwne strony. Po tym podziale następuje kolejny, podobny do mitozy.

Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., Andrzej Bogusz, licencja: CC BY 3.0.

Komórka tylko z niebieską nicią, pojawia się różowa nić. Nić w komórce 1 kondensuje się i powstają chromosomy. W każdym chromosomie dwie chromatydy – niebieska i różowa

splątują się, pękają i wymieniają się fragmentami. Tworzą się chromosomy zrekombinowane. Chromosomy homologiczne ustawiają się w środku komórki, dokładnie w jej płaszczyźnie równikowej, a do nich zostają przyłączone włókna białkowe. Chromosomy homologiczne zostają rozdzielone. Zwykle zawierają one inne allele genów niż na początku podziału. Chromosomy wędrują w przeciwne strony, a komórka dzieli się na dwie. Każda z komórek potomnych ma o połowę mniej chromosomów niż komórka, z której powstała. Następnie każda z komórek przechodzi drugi podział mejotyczny, który jest bardzo podobny do mitozy. Chromosomy rozkręcają się, nici DNA są „łaciate" , odtwarza się błona jądrowa.

Mejoza zachodzi rzadziej niż mitoza i jest charakterystyczna tylko dla organizmów eukariotycznych. Przechodzą ją komórki diploidalne. Nie jest natomiast możliwa w komórkach haploidalnych.

Gamety wytwarzane przez jednego i tego samego osobnika różnią się między sobą materiałem genetycznym, ponieważ:

- chromosomy pochodzące od ojca i matki rozchodzą się do gamet losowo;
- podczas mejozy między chromosomami tej samej pary zachodzi proces losowej wymiany fragmentów chromatyd, czyli rekombinacji genetycznej.

Podczas zapłodnienia, w wyniku połączenia plemnika i komórki jajowej, powstaje unikatowy zestaw genów. Dlatego też dzieci tych samych rodziców różnią się między sobą wieloma cechami.

> **Polecenie 6**
>
> Podaj, ile chromosomów znajdowało się w komórkach macierzystych, z których w wyniku mejozy powstały komórki potomne o następującej liczbie chromosomów w jądrze komórkowym: 3, 18, 24.

> **Polecenie 7**
>
> Wyjaśnij, dlaczego komórka haploidalna nie może przejść podziału mejotycznego.

> **Ciekawostka**
>
> Mejoza trwa znacznie dłużej niż mitoza. Powstawanie komórek jajowych u dziewcząt rozpoczyna się jeszcze na etapie rozwoju płodowego i zostaje zatrzymane na początkowym etapie mejozy. Komórki jajowe w jajnikach zaczynają dojrzewać dopiero podczas okresu pokwitania, gdy dziewczyna osiąga dojrzałość płciową. Dojrzewanie komórek trwa przez cały okres płodności kobiety, czyli nawet 40 lat. U chłopców czas

trwania podziałów mejotycznych jest zdecydowanie krótszy, ponieważ powstawanie plemników rozpoczyna się dopiero w okresie dojrzewania i trwa 10-12 dni.

U roślin przeciętny czas trwania mejozy jest znacznie krótszy i wynosi 50-100 godzin.

Słowniczek

autosomy

wszystkie chromosomy danego organizmu poza tymi, które wyznaczają jego płeć

centromer

przewężenie chromosomu; miejsce, z którym łączą się włókna białkowe podczas podziału jądra komórkowego

chromatyda

jedna z dwóch identycznych części chromosomu

chromosomy

podziałowa postać DNA; wydłużone, pałeczkowate struktury powstające z nici DNA w jądrze tuż przed podziałem komórki i widoczne w czasie podziału jądra

chromosomy homologiczne

chromosomy o tym samym kształcie i wielkości; zawierają podobną informację genetyczną; układają się w pary na początkowym etapie mejozy; w każdej parze jeden z chromosomów pochodzi od matki, a drugi od ojca

gen

fragment DNA odpowiedzialny za powstanie określonego białka a w konsekwencji – określonej cechy organizmu; podstawowa jednostka dziedziczenia

komórka diploidalna

komórka, która zawiera podwójny zestaw (liczbę) chromosomów (2n)

komórka haploidalna

komórka, która zawiera pojedynczy zestaw (liczbę) chromosomów (1n)

komórka somatyczna

każda komórka budująca ciało organizmu z wyjątkiem komórek płciowych

mejoza

proces podziału jądra komórkowego, w wyniku którego z jednej komórki powstają cztery komórki potomne o zredukowanej o połowę (w porównaniu do komórki macierzystej) ilości materiału genetycznego; przebiega dwufazowo – pierwsza faza jest redukcyjna (redukcja liczby chromosomów)

mitoza

proces podziału jądra komórkowego, w wyniku którego z jednej komórki macierzystej powstają dwie komórki potomne o identycznym materiale genetycznym względem siebie i względem komórki macierzystej

rekombinacja genetyczna

proces wymiany fragmentów chromatyd między chromosomami homologicznymi, w wyniku którego zwiększa się zmienność genetyczna

Podsumowanie

- Chromosomy składają się z nici DNA i umożliwiają precyzyjny podział materiału genetycznego pomiędzy komórki potomne.
- Komórki diploidalne zawierają podwójny zestaw chromosomów, a komórki haploidalne – pojedynczy.
- Przed podziałem komórki zawsze zachodzi podwojenie ilości DNA w jądrze komórkowym.
- Mitoza to podział jądra, dzięki któremu z jednej komórki macierzystej powstają dwie komórki potomne posiadające identyczną informację genetyczną.
- Mitoza umożliwia wzrost i rozwój organizmów wielokomórkowych oraz rozmnażanie organizmów jednokomórkowych.
- Mejoza to podział jądra, dzięki któremu z jednej diploidalnej komórki macierzystej powstają cztery haploidalne komórki potomne.
- Mejoza prowadzi do powstania komórek rozrodczych (gamet).
- Podczas mejozy zachodzi proces rekombinacji genetycznej, dzięki któremu komórki potomne nie są identyczne

Praca domowa

Polecenie 8.1

Omów biologiczne znaczenie mitozy i mejozy.

Polecenie 8.2

Wyjaśnij, skąd pochodzą chromosomy homologiczne, i podaj, ile par tych chromosomów występuje u człowieka.

Zadania

Ćwiczenie 1

W komórce somatycznej pewnego organizmu występuje 38 chromosomów. Ile chromosomów jest w komórce jajowej tego organizmu?

- ◯ 76
- ◯ 23
- ◯ 12
- ◯ 19

Źródło: Katarzyna Lech, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Oceń prawdziwość zdań i zaznacz odpowiedź Prawda lub Fałsz.

	Prawda	Fałsz
DNA może występować w jądrze komórkowym w postaci luźno ułożonych nici lub chromosomów.	◯	◯
Jądra haploidalne zawierają pojedynczy zestaw chromosomów.	◯	◯
Na podział komórki eukariotycznej składają się podział jądra komórkowego i podział cytoplazmy oraz zawartych w niej organelli.	◯	◯
Chromosom składa się z jednej lub dwóch chromatyd i centromeru.	◯	◯
W wyniku mejozy z jednej diploidalnej komórki macierzystej powstają dwie diploidalne komórki potomne.	◯	◯
W wyniku mitozy z jednej diploidalnej komórki macierzystej powstają cztery haploidalne komórki potomne.	◯	◯
Chromosomy płci występują tylko w gametach.	◯	◯

Źródło: Katarzyna Lech, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Przyporządkuj pojęciom komórka haploidalna i DNA terminy, które można wykorzystać do ich opisu.

komórka haploidalna

DNA

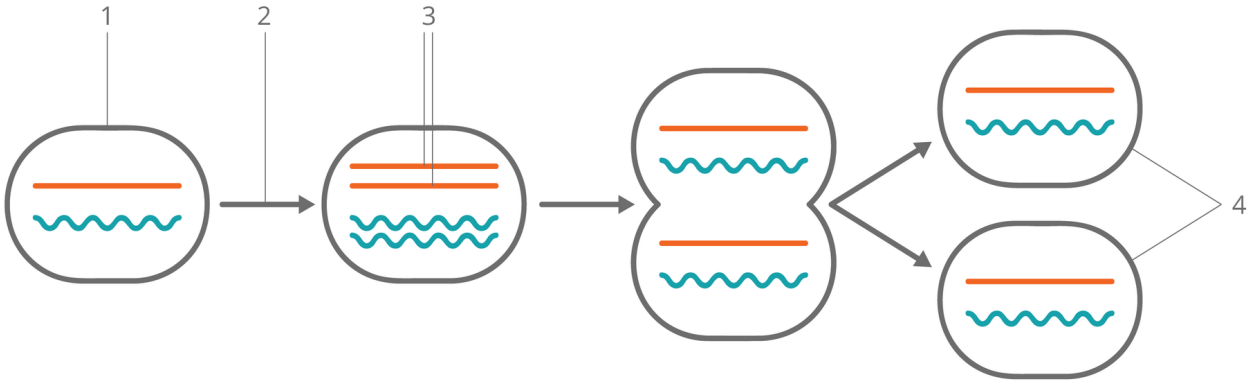
elementy nie pasujące do żadnej kategorii

mejoza | 2n | dwa komplety chromosomów | cytoplazma | 1n | gameta | jeden komplet chromosomów | chromosom | centromer | mitoza | chromatyda | autosom | komórka somatyczna | gen

Źródło: Katarzyna Lech, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Ustal, jakie elementy lub procesy wskazują cyfry 1-4, nazwij je i wpisz w luki.



zadanie

Źródło: Anita Mowczan, licencja: CC BY 3.0.

1. komórka ____
2. ____ ilości DNA
3. ____
4. komórki ____

Genotyp i fenotyp

Zestaw wszystkich genów organizmu można porównać do przepisu na sernik. Każdy piekarz ma podobny przepis, ale serniki wychodzą im różne, niektóre pyszne, a inne nieudane. Od czego zależy efekt pracy piekarza i co ma wspólnego z efektem działania genów?

Czy szczeniak tej jamniczki będzie w przyszłości tak samo jak ona z zapałem ścigać małe zwierzęta?

Już wiesz

- informacja o cechach organizmu jest zapisana w DNA znajdującym się w każdej komórce;
- materiał genetyczny rodziców przekazywany jest potomstwu za pośrednictwem gamet.

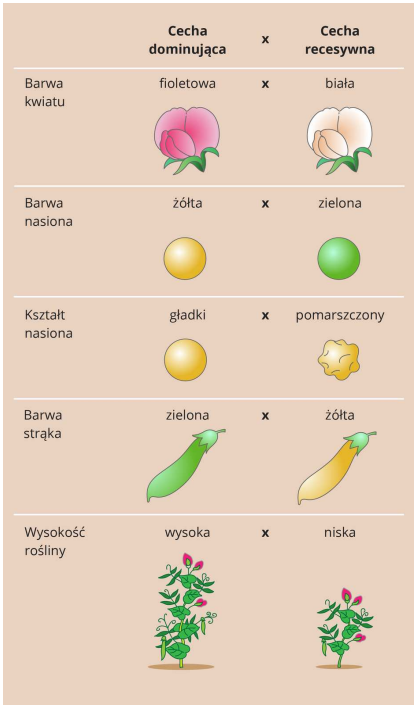
Nauczysz się

- przewidywać cechy potomstwa na podstawie cech rodziców, zapisując krzyżówkę genetyczną dla jednej cechy;
- interpretować schematyczny zapis dziedziczenia (krzyżówkę genetyczną), używając terminów fenotyp, genotyp, gen, allel, homozygota, heterozygota, dominacja, recesywność;
- odróżniać genotyp od fenotypu;
- wyjaśniać, od czego zależy na przykład wysokość ciała człowieka i wysokość pędu grochu.

1. Badania Grzegorza Mendla

Pionierem genetyki był żyjący w XIX w. Grzegorz Mendel. Uprawiał on groch zwyczajny i badał dziedziczenie cech tej rośliny. Mendel krzyżował ze sobą wiele osobników grochu, a badania powtarzał przez osiem kolejnych lat. Obserwował, jak w kolejnych pokoleniach zmieniają się pojedyncze, łatwe do odróżnienia cechy, m.in. barwa kwiatów, barwa i kształt nasion oraz strąków, długość łodyg.

Mendel zauważył, że gdy krzyżował rośliny różniące się jedną z wybranych przez niego cech (np. długością łodygi), wszystkie rośliny potomne były pod względem tej cechy takie same (np. w wszystkie miały długie łodygi). Cechę, która była „silniejsza" i dominowała w pokoleniu roślin potomnych, nazwał **dominującą**. Z kolei „słabszą" cechę, która się nie ujawniła, nazwał **recesywną**.



Źródło: Andrzej Bogusz, licencja: CC BY 3.0.

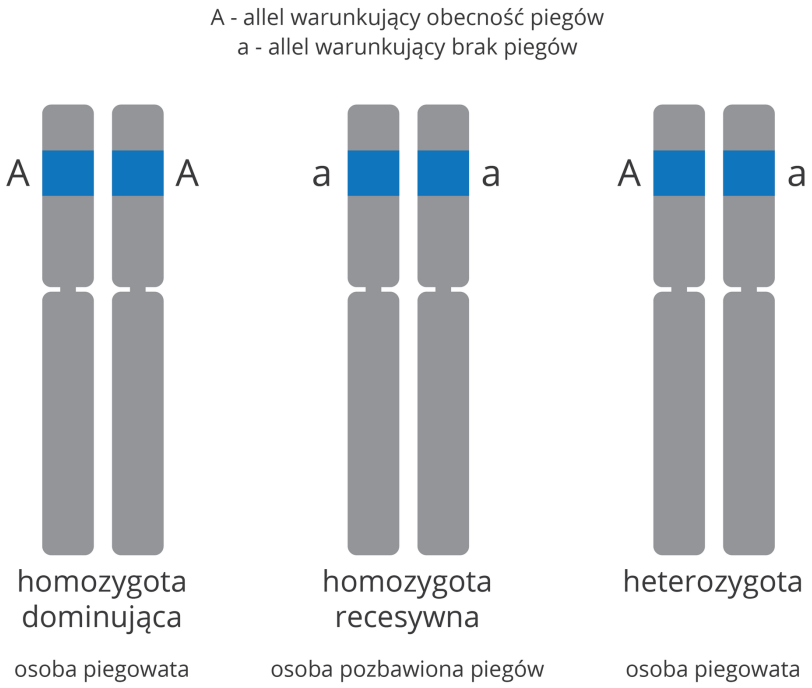
W kolejnym doświadczeniu Mendel krzyżował między sobą wyhodowane przez siebie rośliny z pierwszego pokolenia. Z uzyskanych nasion wyhodował drugie pokolenie roślin, które jednak nie składało się już z samych roślin wysokich. Pojawiły się w nim zarówno rośliny wysokie, jak i niskie, w proporcji 3:1.

2. Genotypy i fenotypy

Geny grochu odpowiadają za takie cechy, jak wysokość roślin, barwa kwiatów, barwa i kształt nasion czy strąków. Tak samo jest u innych organizmów – ich cechy są

warunkowane przez geny. Zbiór wszystkich genów, stanowiący kompletną informację genetyczną danego organizmu, nazywamy genotypem. Każdy osobnik ma właściwy sobie genotyp. Zespół wszystkich cech organizmu, warunkowany przez genotyp i do pewnego stopnia przez środowisko, nazywa się fenotypem. Barwa kwiatów, kształt nasion, wysokość łodygi grochu to cechy fenotypowe.

Jak wiemy, w komórkach diploidalnych, takich jak komórki somatyczne, każdy chromosom występuje w dwóch kopiach. Geny to fragmenty chromosomów, zatem w każdej diploidalnej komórce znajdują się po dwie kopie danego genu. Kopie te nazywa się allelami. W genetyce allele najczęściej oznacza się wielkimi lub małymi literami.



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

Allele danego genu mogą być dominujące albo recesywne. Dominujący jest ten allel, którego jedna kopia w komórce wystarcza, by pojawiła się dana cecha organizmu – nazywana wtedy odpowiednio **cechą dominującą**. Recesywny jest ten allel, który powoduje pojawienie się jakiejś cechy tylko i wyłącznie wtedy, gdy w komórce nie ma innego allelu tego genu. Cechy warunkowane przez allele recesywne nazywa się **cechami recesywnymi**. Jeżeli allele tworzące parę genów w komórce są identyczne, taki organizm nazywamy homozygotą pod względem tego genu. Kiedy organizm ma dwa różne allele danego genu, określa się go pod względem tego genu mianem heterozygoty. Dominujące allele zwykle oznacza się wielkimi literami, a recesywne małymi. Homozygotę posiadającą dwa allele dominujące danego genu nazywa się **homozygotą dominujacą**, a tę posiadającą dwa allele recesywne – **homozygotą recesywną**.

Pojęcia homozygota i heterozygota odnoszą się do konkretnych pojedynczych par genów. Organizmy mogą mieć w swoim DNA nawet kilkadziesiąt tysięcy genów, z których część występuje w układzie homozygotycznym, a część – heterozygotycznym. U homo- i heterozygot allele mogą się ujawniać w fenotypie w różny sposób. Fenotyp obejmuje zespół

wszystkich cech organizmu, takich jak cechy fizyczne, np. barwa kwiatów i nasion i strąków grochu.

Źródło: Kurt Shaped Box (https://commons.wikimedia.org), licencja: CC BY-SA 2.0.

Polecenie 1

Allel dominujący genu odpowiedzialnego za wysokość rośliny grochu oznaczymy wielką literą D, a allel recesywny – małą literą d. Groch niski posiada dwa allele recesywne, co zapisuje się jako genotyp dd.

1. Ustal, czy groch niski jest homo- czy heterozygotą.
2. Zapisz z pomocą liter genotyp grochu wysokiego. Wyjaśnij, czy jest on homo- czy heterozygotą.

Ciekawostka

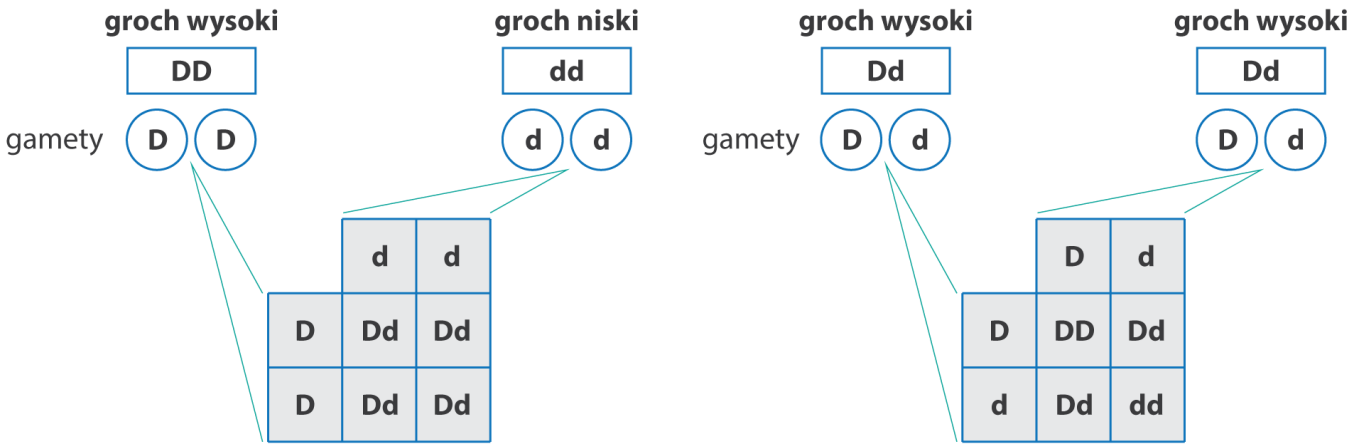
Rasowe zwierzęta są bardzo podobne do siebie, ponieważ pod względem wielu genów są homozygotami. Z tego powodu mają wiele wspólnych cech. Nie są jednak identyczne.

Źródło: Maëlick (https://www.flickr.com), licencja: CC BY-SA 2.0.

3. Dziedziczenie cech grochu

Zrozumienie, jak dziedziczą się poszczególne cechy, ułatwia schematyczny zapis zwanykrzyżówką genetyczną. Ilustruje on, jak geny są przekazywane od rodziców i jakie genotypy powstają w pokoleniu potomnym. Krzyżówka genetyczna zawiera symbolicznie zapisane genotypy (w odniesieniu do analizowanych genów) pokolenia rodzicielskiego oraz wszystkie możliwe genotypy pokolenia (pokoleń) potomnego.

Jak za pomocą krzyżówki genetycznej objaśnić wynik doświadczenie Mendla? Groch wysoki ma dwa allele genu odpowiadające za wysoki wzrost pędu (DD) i jest homozygotą dominującą, groch niski jest homozygotą recesywną i ma dwa allele odpowiadające za niski wzrost (dd). Po skrzyżowaniu pokolenia rodzicielskiego (groch wysoki x groch niski) wszystkie rośliny w pokoleniu potomnym były heterozygotami o wysokim wzroście (Dd). Każda z tych roślin odziedziczyła jeden gen po wysokim przodku i jeden gen po przodku niskim. Allel dominujący zestawiony w parę z recesywnym (Dd) sprawia, że instrukcja zawarta w tym ostatnim nie jest realizowana i nie ma wpływu na wysokość roślin. Tak więc w pierwszym pokoleniu potomnym wszystkie rośliny są heterozygotami o długich łodygach.



Pokolenie pierwsze po lewej stronie, pokolenie drugie po prawej

Gdy kwiaty wysokiego grochu z pierwszego pokolenia (Dd) zostaną zapylone pomiędzy sobą, otrzymamy drugie pokolenie potomne. 3/4 roślin tego pokolenia ma wysoki wzrost, a 1/4 – wzrost niski. Jeżeli przeanalizujemy genotypy poszczególnych roślin drugiego pokolenia, okaże się, że 1/4 to homozygoty dominujące, 2/4 (połowa), to heterozygoty, i 1/4 to homozygoty recesywne. Stosunek poszczególnych genotypów DD:Dd:dd wynosi zatem odpowiednio 1:2:1.

W podobny sposób jak wysokość pędu dziedziczona jest barwa kwiatów grochu. Mendel, krzyżując groch o fioletowych kwiatach i groch o kwiatach białych, uzyskał w pierwszym pokoleniu potomstwo o fioletowych kwiatach. Krzyżując to pokolenie między sobą, uzyskał drugie pokolenie potomne, w którym 3/4 roślin miało kwiaty fioletowe, a 1/4 białe. Rozkład tej cechy był zatem taki sam jak w przypadku wysokości roślin.

Polecenie 2

Sporządź krzyżówkę genetyczną przedstawiającą dziedziczenie barwy kwiatów u grochu.

Polecenie 3

Kwiaty fioletowo kwitnącego grochu (Ff) zapylono pyłkiem pochodzącym od innej fioletowo kwitnącej rośliny grochu (Ff). Uzyskano tylko 6 nasion, z których wyrosły 3 rośliny o fioletowych kwiatach i 3 o kwiatach białych. Wyjaśnij, czy ten wynik jest zgodny z wynikami doświadczeń Mendla.

Wskazówka

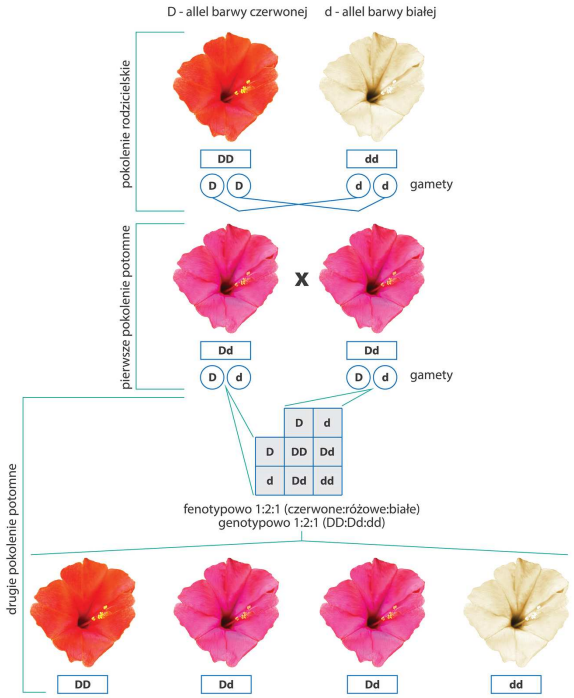
Proporcje poszczególnych fenotypów sprawdzają się w przypadku bardzo licznych prób.

Warto wiedzieć

> Większość cech warunkowana jest przez wiele genów. Tak jest na przykład u człowieka w przypadku barwy oczu czy zdolności zwijania języka w trąbkę. Pojedyncze geny odpowiedzialne są u człowieka za niektóre choroby genetyczne, takie jak np. mukowiscydoza czy anemia sierpowata. Są one dziedziczone zgodnie z zasadami, które odkrył Mendel badając przekazywanie cech u grochu.

4. Niepełna dominacja alleli

Nie zawsze dziedziczenie polega na pełnej dominacji jednego allelu nad drugim. Krzyżując rośliny dziwaczka kwitnące na czerwono z roślinami dziwaczka kwitnącymi na biało, w pierwszym pokoleniu potomnym uzyskuje się wyłącznie rośliny o kwiatach różowych. Kiedy krzyżuje się między sobą rośliny dziwaczka o kwiatach różowych, w drugim pokoleniu potomnym otrzymuje się osobniki, z których 1/4 ma kwiaty czerwone, 1/2 różowe i 1/4 białe (stosunek fenotypowy kwiatów czerwonych do kwiatów różowych i do kwiatów białych wynosi 1:2:1). Jeżeli przeanalizujemy genotypy poszczególnych roślin, okaże się, że 1/4 z nich to homozygoty dominujące, 1/2 to heterozygoty, a 1/4 to homozygoty recesywne.



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

W przypadku barwy kwiatów dziwaczka mamy do czynienia ze zjawiskiem zwanym **niepełną dominacją**. Allel dominujący nie maskuje zupełnie allelu recesywnego i w wyniku ich spotkania w heterozygocie powstaje osobnik o cechach pośrednich między homozygotą dominującą a recesywną. Niepełna dominacja występuje też u wyżlinu (lwiej paszczy). Czerwone są homozygoty dominujące, białe – homozygoty recesywne,

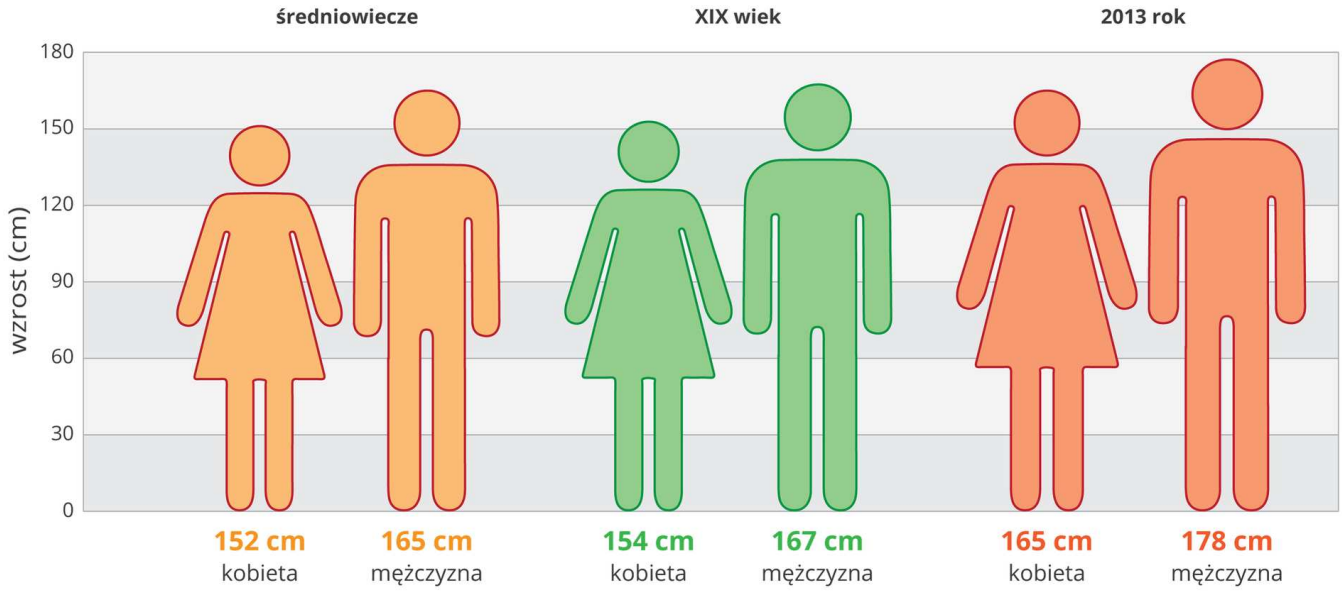
a heterozygoty – różowe. Przy dziedziczeniu z niepełną dominacją stosunek fenotypowy jest zatem równy stosunkowi genotypowemu.

> **Polecenie 4**
>
> Sporządź krzyżówkę genetyczną dla zapylających się wzajemnie różowych kwiatów wyżlinu. Określ proporcje pomiędzy genotypami i fenotypami w kolejnym pokoleniu.

5. Wpływ środowiska na fenotyp

Na fenotyp duży wpływ ma środowisko. Jedną z takich cech fenotypowych jest wysokość ciała. Gdyby groch o genotypie DD lub Dd rósł w nieodpowiednim środowisku, nie osiągnąłby maksymalnej wysokości. U grochu wysokość uwarunkowana jest jedną parą genów i wpływem środowiska.

U człowieka z kolei wysokość ciała jest warunkowana przez wiele genów oraz środowisko życia. Wysocy rodzice mają na ogół wysokie dzieci. Obecnie, ponieważ warunki życia dzieci są lepsze niż ich rodziców, potomkowie osiągają większy wzrost niż ich rodzice. Gdyby jednak w okresie rozwoju dzieciom wysokich rodziców brakowało dostatecznej ilości składników pokarmowych, nie osiągnęłyby genetycznie zaprogramowanej wysokości ciała. Podobny wpływ na wzrost jak niedojadanie ma na przykład palenie tytoniu przez dzieci i młodzież w okresie dojrzewania a także niektóre choroby. Zatem allele warunkujące wysoki wzrost, w zależności od warunków środowiska, mogą przejawiać się w postaci dużej, średniej lub małej wysokości ciała.



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

Organizmy o tych samych genotypach mogą wyglądać odmiennie, jeśli zasiedlają różne środowiska. Jeśli dwie jednakowe szczepki pochodzące od jednej rośliny posadzimy w różnych glebach, a doniczki ustawimy w miejscach o różnym dostępie światła, to po pewnym czasie, mimo że genetycznie są one identyczne, będą się różnić. Jedna będzie większa, druga mniejsza, jedna będzie miała więcej liści, a druga mniej. Pewne cechy obu tych roślin, np. kształt liści, zależne jedynie od genów, pozostaną mimo odmiennego wpływu środowiska takie same.

Słowniczek

> **allel**
>
> jedna z dwóch lub więcej odmian danego genu odpowiedzialnego za wytworzenie konkretnej cechy organizmu; allele danego genu są położone w określonym miejscu na chromosomie
> **genotyp**
>
> zespół wszystkich genów danego osobnika warunkujący jego cechy; pojęcie czasem (w krzyżówkach genetycznych) używane w odniesieniu do jednej lub kilku par alleli
> **heterozygota**
>
> organizm posiadający w chromosomach homologicznych dwa różne allele danego genu, np. Aa
> **homozygota**
>
> organizm posiadający w chromosomach homologicznych dwa identyczne allele danego genu, np. AA lub aa

Biogram Grzegorz Mendel (Gregor Johann Mendel) nie istnieje

Utwórz biogram

> **fenotyp**
>
> zespół wszystkich cech budowy i fizjologii organizmu wyznaczanych przez genotyp i środowisko
> **krzyżówka genetyczna**
>
> graficzny sposób zapisu dziedziczenia uwzgledniający allele pokolenia rodzicielskiego i pokoleń potomnych

Podsumowanie

- Genotyp to zbiór genów danego osobnika, a fenotyp to zespół jego cech.
- Wpływ na fenotyp mają geny i środowisko.
- Grzegorz Mendel stworzył w XIX w. podstawy genetyki.
- W przypadku krzyżowania homozygoty dominującej z recesywną otrzymujemy heterozygoty, które mają takie cechy fenotypowe jak homozygota dominująca.
- W przypadku krzyżowania dwóch heterozygot powstaje potomstwo o stosunku genotypów 1:2:1, którego fenotypy mają stosunek 3:1.

Praca domowa

Polecenie 5.1

Skrzyżowano groch będący heterozygotą o żółtych nasionach z grochem o nasionach zielonych (patrz Ilustracja 1). Jakie otrzymano fenotypy i w jakich proporcjach?

Polecenie 5.2

Skrzyżowano homozygotyczny groch o fioletowych kwiatach z grochem heterozygotycznym, także kwitnącym na fioletowo. Zapisz krzyżówkę genetyczną i określ, jakie rośliny powstaną w wyniku tej krzyżówki.

Zadania

Ćwiczenie 1

Oceń prawdziwość poniższych stwierdzeń i zaznacz odpowiedź Prawda lub Fałsz.

	Prawda	Fałsz
Homozygota dominująca posiada dwa allele genu, a homozygota recesywna tylko jeden.	◯	◯
Genotypem nazywamy wszystkie cechy obecne u osobnika, np. kolor oczu i grupę krwi.	◯	◯
Fenotyp może być modyfikowany przez środowisko.	◯	◯
W gametach zwykle znajdują się dwa allele każdego z dziedziczonych genów.	◯	◯
Fenotyp zależy od genotypu.	◯	◯

Źródło: Katarzyna Lech, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

U królików umaszczenie łaciate dominuje nad jednolitym. Allele umaszczenia oznaczono literami T i t. Wskaż zdanie prawdziwe.

- ◯ Po skrzyżowaniu królika łaciatego z jednolicie ubarwionym otrzymamy jednokolorowe potomstwo.
- ◯ Samiec królika jednobarwnego wytwarza jeden rodzaj gamet; zawierają one allel T.
- ◯ Króliki łaciate są heterozygotami.
- ◯ Króliki łaciate mają genotyp TT lub Tt.

Źródło: Katarzyna Lech, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Skrzyżowano ze sobą kwitnące czerwono rośliny grochu. Po wysianiu nasion otrzymanych z czerwonych kwiatów okazało się, że roślin kwitnących czerwono jest 720, a biało – 240. Narysuj krzyżówkę genetyczną, oznaczając allele literami R i r, a następnie oceń, czy komentarze odnoszące się do roślin, o których mowa w pierwszym zdaniu są poprawne. Jeśli tak, zaznacz odpowiedź Prawda, jeśli nie – Fałsz.

	Prawda	Fałsz
Stosunek fenotypowy roślin o czerwonych kwiatach do roślin o kwiatach białych wynosi 3:1.	◯	◯
Krzyżowane ze sobą rośliny były homozygotami recesywnymi	◯	◯
Wysiane nasiona miały genotyp Rr.	◯	◯
Osobniki grochu wytwarzające białe kwiaty są heterozygotami.	◯	◯
Skrzyżowane ze sobą rośliny o czerwonych kwiatach wytwarzają dwa rodzaje ziaren pyłku: z allelem R i z allelem r.	◯	◯
Wszystkie komórki jajowe znajdujące się w kwiatach roślin o białych kwiatach mają allel r.	◯	◯

Źródło: Katarzyna Lech, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Uzupełnij luki w tekście.

U każdego osobnika występują dwa allele danego genu. Jeżeli allele te są takie same, osobnika nazywamy [ ], a jeżeli różne – [ ].
Allel mocniejszy, tzw. allel [ ], maskuje w heterozygocie allel słabszy, zwany allelem [ ].
Osoba, która ma dwa allele dominujące to [ ].

dominujący | homozygotą | homozygota dominująca | heterozygotą | recesywnym

Źródło: Katarzyna Lech, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

Źródło: Alicja Kasińska, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 6

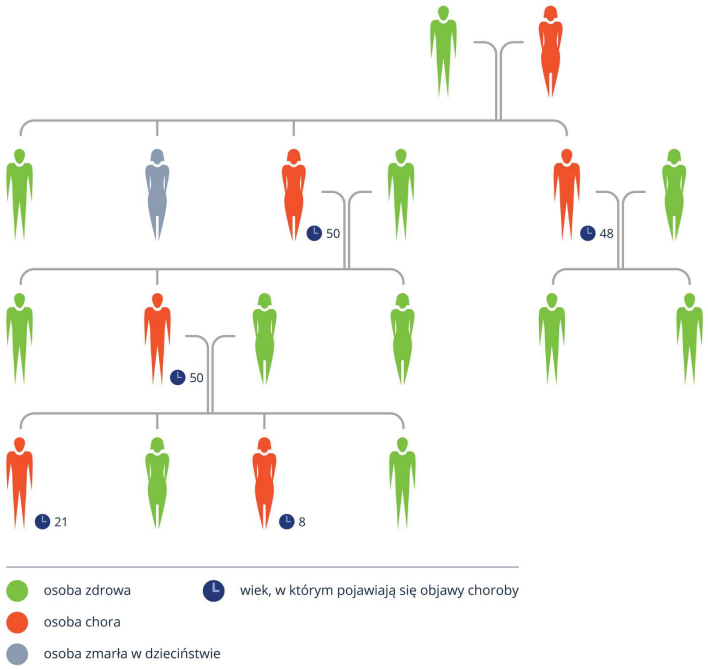
Połącz w pary terminy i ich definicje.

osobnik posiadający dwa identyczne allele danego genu	homozygota
fragment DNA zawierający określoną informacje genetyczną	gen
odmiana genu położona na chromosomie w określonym miejscu	allel
osobnik posiadający dwa różne allele danego genu	heterozygota

Źródło: Katarzyna Lech, licencja: CC BY 3.0.

Dziedziczenie wybranych cech u człowieka

W czasie ciąży wielu rodziców zastanawia się, jak będzie wyglądało ich dziecko: jaki będzie miało kolor oczu, włosów, płeć. Myślą o tym, czy będzie miało predyspozycje na przykład do uprawiania sportu czy muzykowania. Wszystkie te cechy zapisane są w genach nienarodzonego dziecka.



Schemat dziedziczenia pląsawicy Huntingtona w przykładowej rodzinie.
Źródło: Anita Mowczan, licencja: CC BY 3.0.

Już wiesz

- geny występują w odmianach zwanych allelami, które mogą być dominujące lub recesywne;
- o grupie krwi człowieka decydują antygeny A i B obecne na powierzchni erytrocytów;
- konflikt serologiczny może wystąpić, kiedy matka ma grupę krwi Rh-, a dziecko Rh+.

Nauczysz się

- opisywać dziedziczenie wybranych cech u człowieka;
- analizować schematy dziedziczenia pod kątem określania fenotypu i genotypu potomstwa (grupy krwi w układzie AB0, Rh);
- analizować dziedziczenie grupy krwi w przykładowych rodzinach.

1. Genetyka człowieka

Większość cech człowieka zależy od zespołów genów (dziedziczenie wielogenowe). Należą do nich m.in. barwa oczu, barwa i struktura włosów, kształt uszu, prawo- i leworęczność, wzrost, masa ciała, inteligencja, stężenie cholesterolu we krwi. Jednogenowo dziedziczone są niektóre choroby genetyczne.

Wybrane cechy dominujące i recesywne człowieka zależne od zespołów genów

Cecha dominująca	**Cecha recesywna**
włosy nierude	włosy rude
włosy ciemne	włosy jasne
uszy odstające	uszy nieodstające
zdolność do zwijania języka w trąbkę	brak zdolność do zwijania języka w trąbkę
prawa ręka wiodąca	lewa ręka wiodąca
obecność dołeczków w policzkach	brak dołeczków w policzkach
obecność piegów	brak piegów
rzęsy długie	rzęsy krótkie
wolne płatki uszu	przyrośnięte płatki uszu
kciuk prosty	kciuk wygięty
oko kształtu owalnego	oko kształtu okrągłego
owalny kształt twarzy	czworokątny (kwadratowy) kształt twarzy
układanie lewego kciuka na prawym podczas składania rąk	układanie prawego kciuka na lewym podczas składania rąk

Przyrośnięte płatki uszne ma 20-25% Polaków

Małżowina uszna to tylko część narządu słuchu

Polecenie 1

Korzystając z tabeli ustal, jakie masz cechy dominujące, a jakie recesywne.

Ciekawostka

W ostatnich latach naukowcy wykazali, że kolor skóry u człowieka warunkowany jest przez 10-20 różnych genów. Białka, kodowane przez te geny, są potrzebne głównie na różnych etapach procesu produkcji melaniny.

2. Dziedziczenie grup krwi

Dość często jeden gen ma więcej niż dwa allele. Allele występujące w więcej niż dwóch postaciach nazywa się allelami wielokrotnymi. Dobrym przykładem genu mającego kilka odmian jest gen warunkujący grupy krwi u człowieka. Występuje on w trzech allelach: I^A, I^B, i. Dwa pierwsze, jak wskazuje zapis, są allelami dominującymi, a trzeci – allelem recesywnym. W dodatku allele dominujące są w stosunku do siebie równorzędne, co oznacza, że jeden nie dominuje nad drugim. Każdy człowiek dziedziczy tylko dwa allele warunkujące określoną grupę krwi: jeden po ojcu, a drugi po matce.

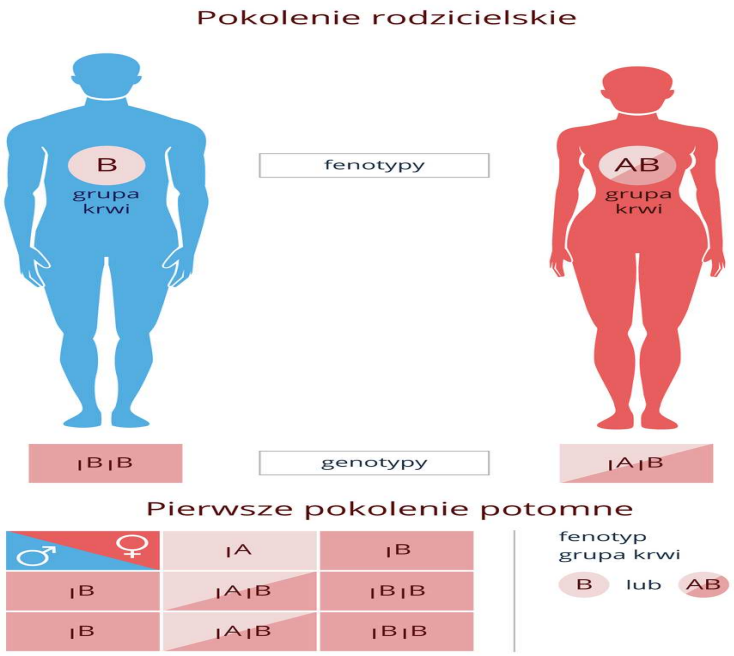
W układzie AB0 człowieka występują cztery grupy krwi: A, B, AB i 0.

grupa krwi (fenotyp)	genotyp
A	$I^A I^A$ lub $I^A i^0$
B	$I^B I^B$ lub $I^B i^0$
AB	$I^A I^B$
0	$i^0 i^0$

Genotypy warunkujące grupy krwi

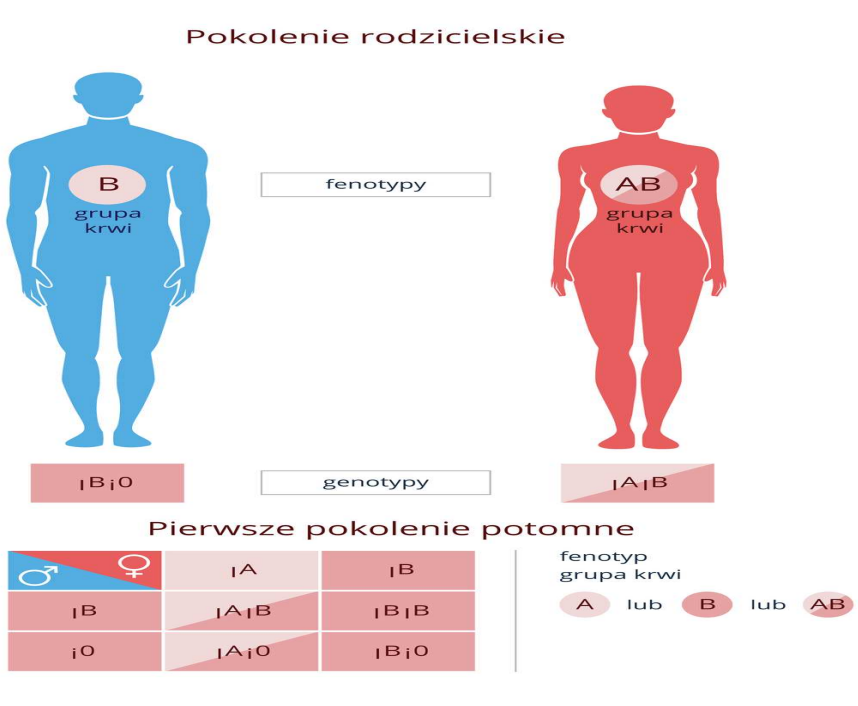
Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

Grupa krwi 0 jest warunkowana przez genotyp ii, a grupa AB przez genotyp I^AI^B. Grupy A i B mogą być wyznaczane przez dwa genotypy. Osoba o grupie krwi B może mieć genotyp I^BI^B lub I^Bi. Inna, o grupie A, może mieć natomiast genotyp I^A I^A lub I^A i . Aby przewidzieć grupy krwi potomstwa, należy rozpisać krzyżówki genetyczne.



Przypadek 1

Źródło: Anita Mowczan, licencja: CC BY 3.0.



Przypadek 2

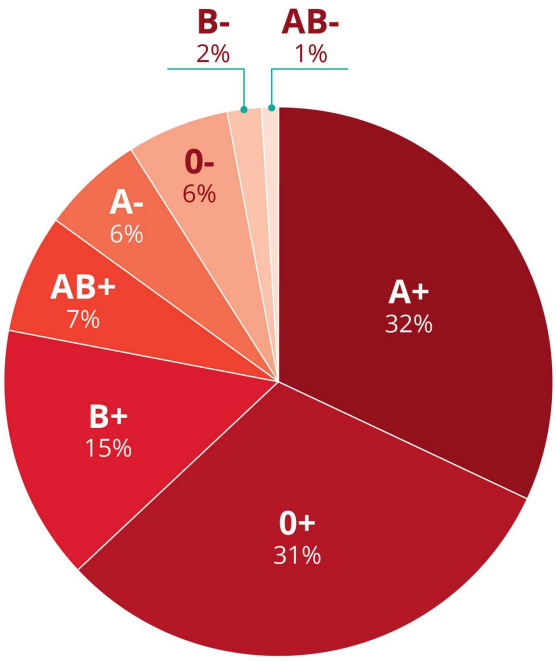
Źródło: Anita Mowczan, licencja: CC BY 3.0.

Polecenie 2

Określ, jaką grupę krwi mogą mieć dzieci małżeństwa, w którym kobieta ma grupę krwi 0, a mężczyzna AB. Zapisz i objaśnij krzyżówkę genetyczną.

Ciekawostka

W Polsce 37% ludności ma grupę krwi 0, grupę A – 38%, grupę B – 17% oraz 8% grupę AB.



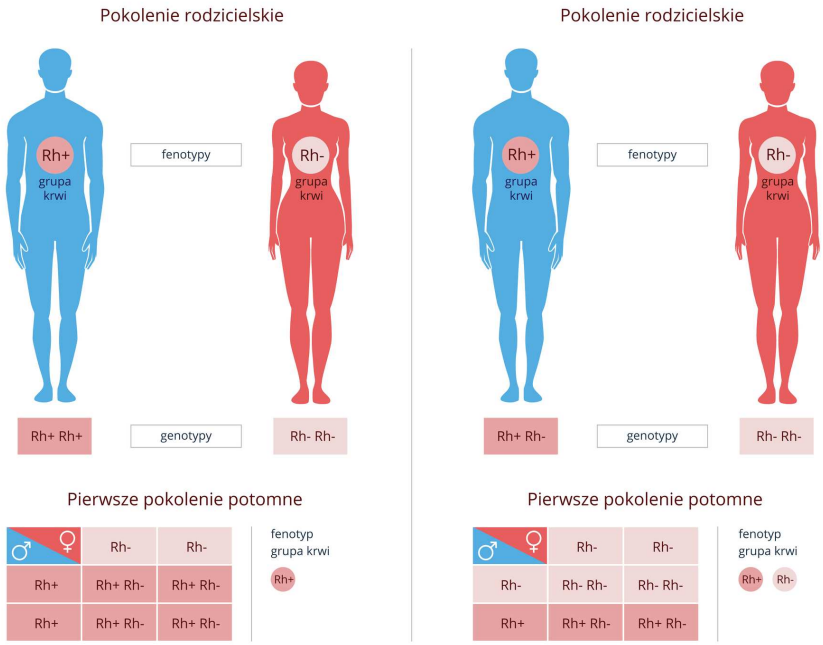
Częstość występowania grup krwi w Polsce
Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

3. Dziedziczenie czynnika Rh

Czynnik Rh to substancja zwana także **antygenem D**, występująca na powierzchni erytrocytów u 85% ludzi. U człowieka za dziedziczenie czynnika Rh odpowiada gen występujący w dwóch odmianach: **Rh+** i **Rh–**. Allel Rh+ jest allelem dominującym, a allel Rh– – allelem recesywnym. Odpowiednio osoby, które posiadają genotyp Rh+Rh+ lub Rh+Rh–, mają na powierzchni erytrocytów czynnik Rh (antygen D), a u osób o genotypie Rh–Rh– on nie występuje.

Potomstwo mężczyzny będącego heterozygotą o grupie krwi Rh+ i kobiety o grupie krwi Rh– może mieć grupy krwi Rh+ lub Rh–. Przy niezgodności czynnika Rh między matką a jej

nienarodzonym dzieckiem, czyli gdy dziecko matki Rh- dziedziczy po ojcu grupę Rh+, może dojść do konfliktu serologicznego.



Dziedziczenie czynnika Rh u człowieka
Źródło: Anita Mowczan, licencja: CC BY 3.0.

Ma on miejsce tylko wtedy, kiedy matka jest homozygotą recesywną pod względem czynnika Rh. Gdy ojciec przekaże dziecku czynnik Rh, ich dziecko będzie heterozygotą, co oznacza, że w jego krwi pojawi się czynnik Rh.

> **Polecenie 3**
>
> Ustal, jakie genotypy i fenotypy mogą mieć dzieci małżeństwa, w którym oboje rodzice mają grupę krwi Rh+. Rozpatrz wszystkie możliwości.

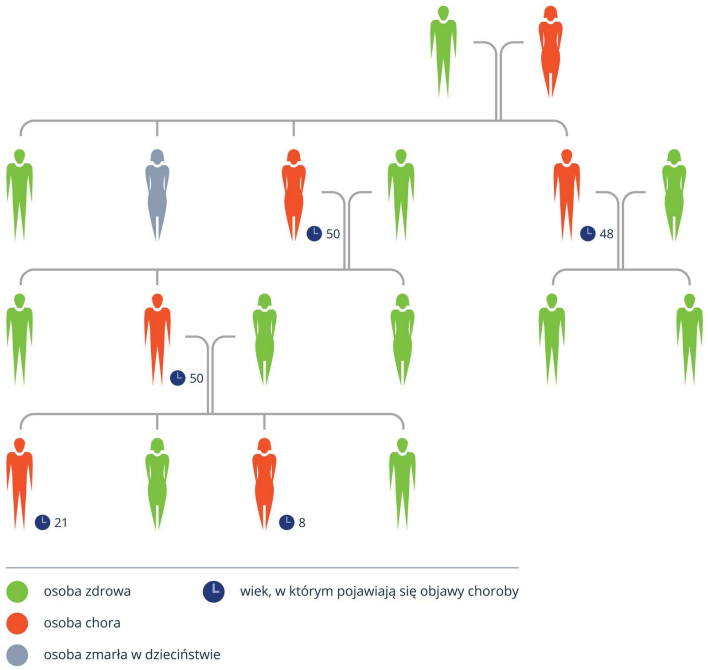
Warto oznaczyć swoją grupę krwi. Osoby dorosłe, znając ją, mogą odpowiadać na apele o oddawanie konkretnych grup krwi, zwłaszcza rzadkich. Na podstawie znajomości zasad dziedziczenia grup krwi można w pewnych przypadkach wykluczyć ojcostwo.

> **Ciekawostka**
>
> Czynnik Rh występuje nie tylko we krwi człowieka. Po raz pierwszy został odkryty w 1939 roku u małpy makaka rezusa (*Macacus rhezus*). Nazwa czynnika Rh pochodzi od dwóch pierwszych liter drugiego członu nazwy gatunkowej tej małpy.

4. Rodowód i drzewo rodowe

Dziedziczenie wybranych cech, np. grupy krwi, w kolejnych pokoleniach można przedstawić za pomocą drzewa rodowego. Jest to schematyczny zapis sposobu dziedziczenia danej cechy w obrębie spokrewnionej ze sobą grupy osób. Żeby stworzyć takie drzewo, należy ustalić u kogo przejawiała się interesująca nas cecha w poszczególnych pokoleniach i kto ją odziedziczył. Po zapisaniu drzewa możemy określić fenotypy i genotypy poszczególnych członków rodziny oraz prawdopodobieństwo pojawienia się badanej cechy w następnych jej pokoleniach.

Pląsawica Huntingtona jest chorobą wywołaną mutacją jednego genu w 4. chromosomie. Zmutowany gen jest dominujący. Powoduje powstanie białka o właściwościach toksycznych, które odkłada się w komórkach nerwowych i powoduje ich obumieranie. Choroba polega na postępującym otępieniu i ujawnia się na ogół po 35. roku życia. Zwykle posiadacze wadliwego genu mają już wtedy potomstwo. Statystycznie rzecz biorąc, połowa potomstwa osoby posiadającej wadliwy allel odziedziczy tę chorobę.



Schemat dziedziczenia pląsawicy Huntingtona w przykładowej rodzinie.
Źródło: Anita Mowczan, licencja: CC BY 3.0.

> **Polecenie 4**
>
> Czy matka rodu przedstawionego na ilustracji 5 była homo- czy heterozygotą pod względem genu wywołującego pląsawicę Huntingtona? Na podstawie jakiego faktu można to ustalić?

Słowniczek

allele wielokrotne

allele genu występujące w populacji w więcej niż dwóch postaciach, np. allele warunkujące grupę krwi u człowieka (I^A, I^B, i)
czynnik Rh

antygen, który występuje na powierzchni czerwonych krwinek u 85% ludzkiej populacji
konflikt serologiczny

może wystąpić w okresie ciąży między matką Rh- uczuloną na czynnik Rh i dzieckiem Rh+; jego skutkiem jest niszczenie erytrocytów dziecka
układ AB0

jeden z głównych układów grupowych krwi człowieka, oparty na obecności na powierzchni erytrocytów antygenów A i B

Podsumowanie

- Większość cech człowieka warunkowanych jest przez zespół wielu genów występujących w postaci dwóch lub więcej alleli.
- Nieliczne cechy człowieka dziedziczą się jednogenowo (są warunkowane przez jeden gen mogący występować w dwóch lub wiecej allelach); należą do nich m. in. grupy krwi i czynnik Rh.
- Grupy krwi w układzie AB0 są warunkowane obecnością dwóch z trzech alleli: I^A, I^B oraz i.
- Występowanie we krwi człowieka czynnika Rh zależy od dwóch alleli: allelu dominującego – Rh+ i allelu recesywnego – Rh-.

Praca domowa

Polecenie 5.1

Rozpisując odpowiednie krzyżówki genetyczne, ustal, czy rodzice o grupach krwi A i B mogą mieć dzieci o grupie krwi 0.

Polecenie 5.2

Wyjaśnij, czy w przypadku, gdy oboje rodziców jest heterozygotami pod względem czynnika Rh, może wystąpić konflikt serologiczny między matką a płodem. Odpowiedź poprzyj odpowiednią krzyżówką genetyczną.

Zadania

Ćwiczenie 1

Wskaż cechy, które są warunkowane przez jeden gen.

- [ ] barwa skóry
- [ ] długość rzęs
- [ ] inteligencja
- [ ] masa ciała
- [ ] grupa krwi w układzie AB0
- [ ] czynnik Rh
- [ ] obecność piegów
- [ ] wzrost

Źródło: Katarzyna Lech, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Wskaż fenotypy potencjalnego potomstwa, którego rodzice mają grupy krwi AB i 0.

- [ ] grupa krwi 0
- [ ] grupa krwi A
- [ ] grupa krwi AB
- [ ] grupa krwi B

Źródło: Katarzyna Lech, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Wskaż genotypy potencjalnego potomstwa, którego rodzice mają grupy krwi B i 0.

- [ ] I^BI^B
- [ ] I^AI^B
- [ ] I^Bi^0
- [ ] i^0i^0
- [ ] I^AI^B

Źródło: Katarzyna Lech, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Wskaż grupę krwi, jaką może mieć potomstwo rodziców posiadających grupy krwi A i 0.

- ◯ A, B i 0
- ◯ A i 0
- ◯ tylko A
- ◯ A, B i AB

Źródło: Katarzyna Lech, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

Oceń prawdziwość poniższych stwierdzeń i zaznacz Prawda lub Fałsz.

	Prawda	Fałsz
Dziecko o grupie krwi 0 zawsze pochodzi z rodziny, gdzie oboje rodzice mają krew grupy 0.	◯	◯
Do cech warunkowanych wielogenowo należy barwa skóry i leworęczność.	◯	◯
Większość cech, które dzieci dziedziczą od rodziców, jest warunkowana przez jeden gen.	◯	◯
Osoby o grupie krwi ARh- nie mają we krwi antygenu D.	◯	◯
U człowieka cztery grupy krwi warunkują trzy allele.	◯	◯

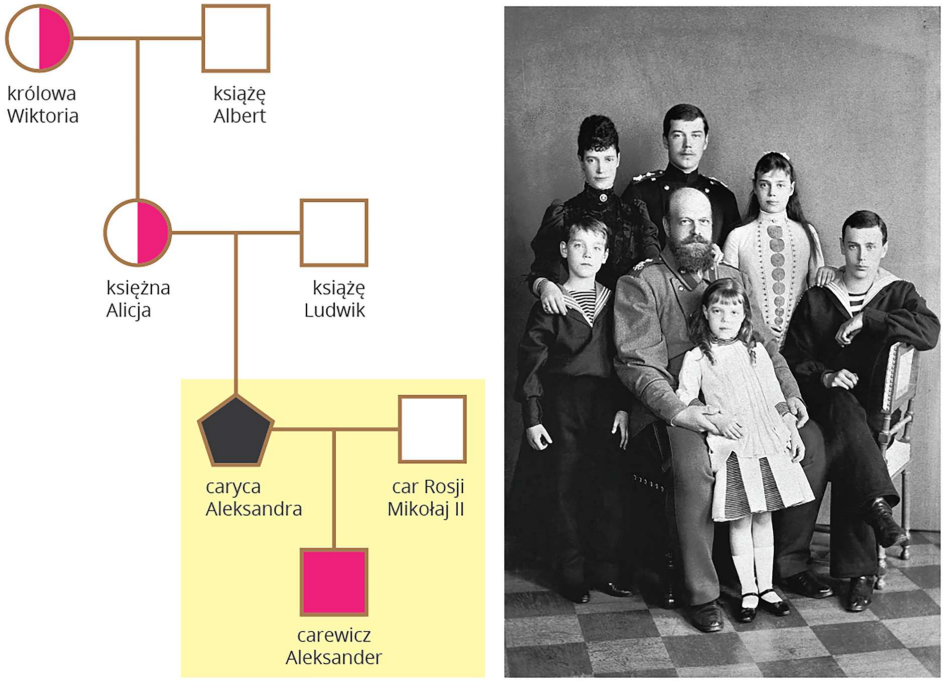
Źródło: Katarzyna Lech, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 6

Źródło: Katarzyna Lech, licencja: CC BY 3.0.

Dziedziczenie płci i cechy sprzężone z płcią

Od wielu wieków uczeni i lekarze zastanawiali się, dlaczego niektóre choroby częściej dotykają mężczyzn niż kobiety. Na przykład ślepota barw występuje u mężczyzn 20 razy częściej niż u kobiet. Podobnie jest z hemofilią, chorobą, która dotknęła rody królewskie w Europie. Umierali na nią głównie chłopcy.



Drzewo rodowe rosyjskiej rodziny królewskiej

Już wiesz

- geny występują w odmianach zwanych allelami;
- w komórkach somatycznych człowieka występuje 46 chromosomów;
- chromosomy płci są oznaczane literami X i Y.

Nauczysz się

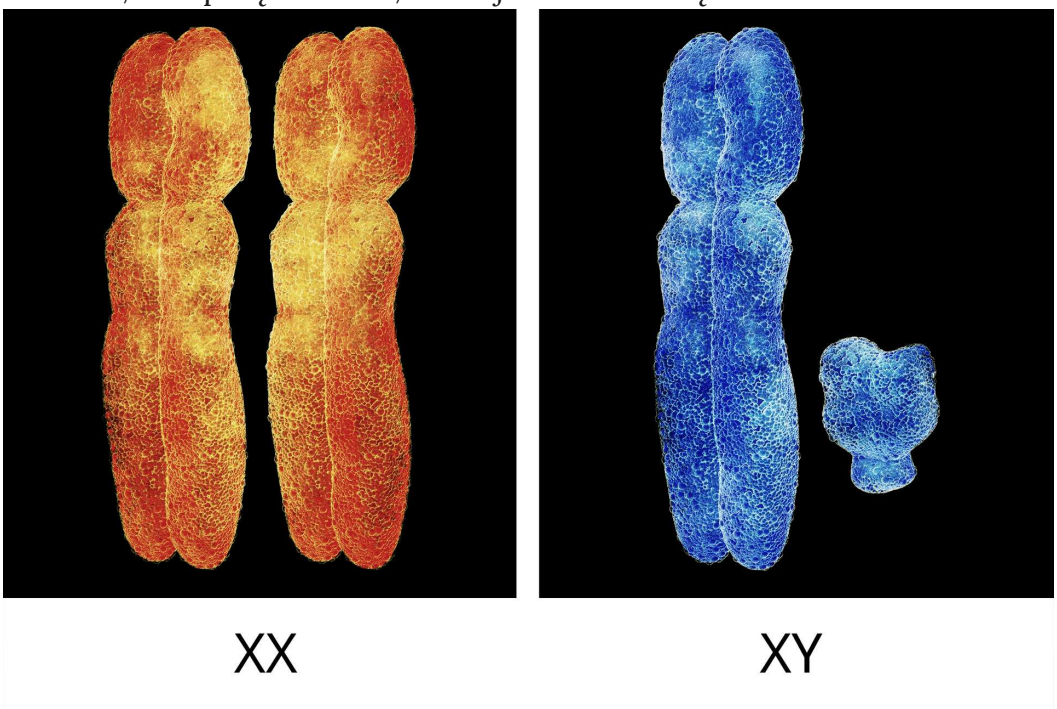
- rozróżniać chromosomy płci i autosomy;
- wyjaśniać, posługując się symbolami X i Y, sposób dziedziczenia płci u człowieka;
- wyjaśniać, dlaczego niektóre cechy są sprzężone z płcią;
- przedstawiać za pomocą krzyżówki genetycznej sposób dziedziczenia hemofilii i daltonizmu.

1. Determinacja płci u człowieka

Zestaw chromosomów obecnych w komórkach somatycznych człowieka nazywany jest kariotypem. Kariotyp mężczyzny i kobiety składa się z 22 par autosomów i jednej pary chromosomów płci. Chromosomy płci, nazywane X i Y, różnią się między sobą budową oraz obecnością różnych genów.

Kobiety mają w komórkach somatycznych oprócz autosomów A (44 chromosomy = 22 pary) dwa chromosomy X, dlatego ich kariotyp zapisuje się jako 44AXX, a mężczyźni – poza autosomami, mają jeden chromosom X i jeden Y, co oznacza, że ich kariotyp to 44AXY.

W chromosomie Y znajdują się nieliczne geny, głównie warunkujące wykształcenie się męskich cech płciowych. W chromosomie X występującym w kariotypie obu płci znajdują się geny warunkujące wykształcenie żeńskich cech płciowych (do ujawnienia się których potrzeba dwóch chromosomów X) oraz niespełna 1200 innych genów ważnych dla zdrowia zarówno kobiet jak i mężczyzn. Należą do nich m.in. geny odpowiadające za prawidłowe postrzeganie barw, krzepnięcie krwi, funkcjonowanie mięśni.



Źródło: Tomorrow Sp.z o.o., licencja: CC BY 3.0.

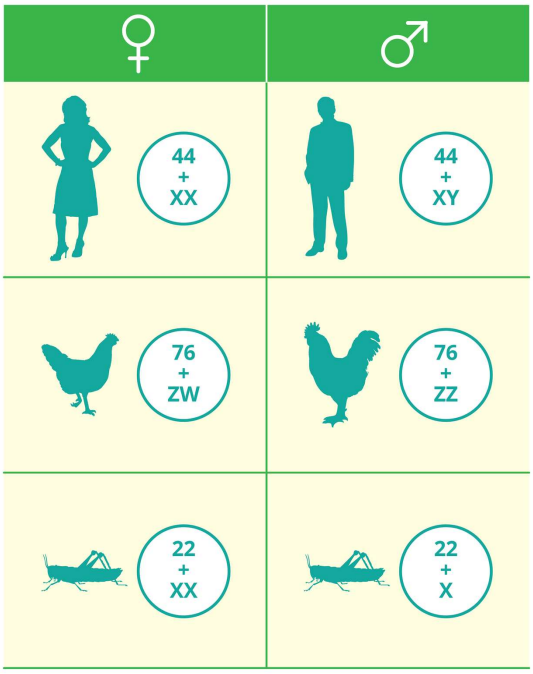
Polecenie 1

Porównaj budowę chromosomu X i chromosomu Y.

Ciekawostka

U różnych organizmów płeć jest wyznaczana (determinowana) na różne sposoby. System XY, w którym płeć jest wyznaczana przez chromosom Y pochodzący od ojca, jest charakterystyczny nie tylko dla człowieka, ale także dla innych ssaków i ryb. U ptaków, niektórych płazów i części owadów system determinacji płci jest odwrotny. Samice mają dwa różne chromosomy płci (ZW), a samce dwa jednakowe (ZZ). Płeć zależy więc od

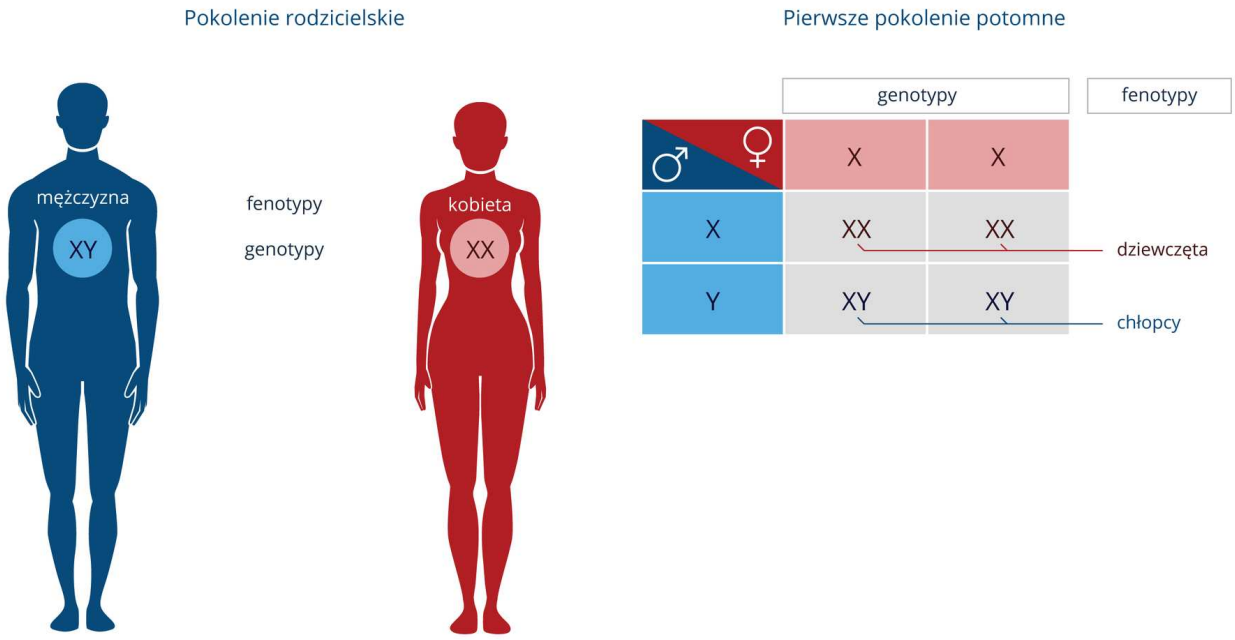
chromosomu W otrzymanego od matki. U części owadów samce mają jeden chromosom X, a u samice dwa.



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

2. Dziedziczenie płci

Płeć genetyczna człowieka kształtuje się w momencie zapłodnienia. Zależy ona od chromosomu płciowego, jaki zawarty jest w plemniku, który zapładnia komórkę jajową. Plemniki mają albo chromosom X, albo chromosom Y. W komórce jajowej znajduje się chromosom X. Jeśli dojdzie do zapłodnienia komórki jajowej plemnikiem z chromosomem Y, powstanie kariotyp 44AXY, czyli urodzi się chłopiec. Jeśli do komórki jajowej wniknie plemnik niosący chromosom X, powstanie kariotyp 44AXX, a na świat przyjdzie dziewczynka. Teoretyczne prawdopodobieństwo urodzenia się dziecka określonej płci wynosi więc 50%.



Źródło: Anita Mowczan, licencja: CC BY 3.0.

Polecenie 2

Jeszcze do niedawna w wielu krajach na świecie (a w Chinach czy Indiach nawet obecnie) bardziej ceniono synów niż córki, a winą za rodzenie zbyt wielu dziewcząt obarczano ich matki. Wyjaśnij, czy to od kobiety zależy, jaką płeć genetyczną będzie miało dziecko.

Warto wiedzieć

Plemniki męskie są szybsze niż żeńskie, dlatego zapłodnień męskich jest więcej niż żeńskich. Z tego też powodu na 100 dziewcząt rodzi się 104–106 chłopców.

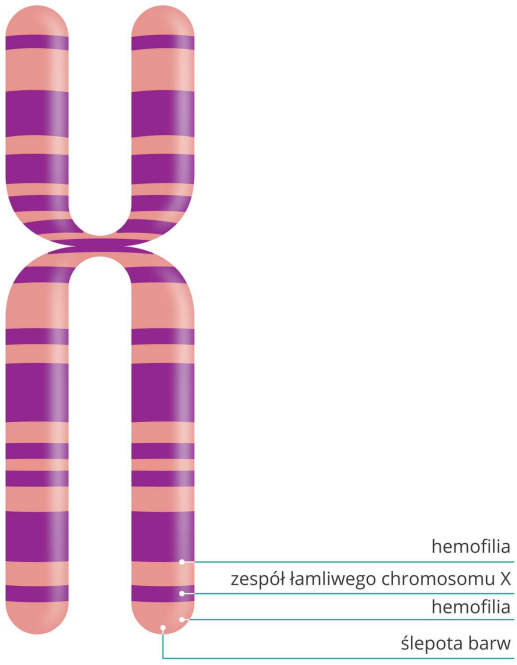
Ciekawostka

U muszki owocowej jest aż 5 płci. W populacji tych owadów wyróżnia się samice, samce, nadsamice, nadsamce i interseksy, które są obojnakami. Płeć tych owadów jest determinowana nie samą obecnością odpowiednich chromosomów płciowych, a stosunkiem ich liczby do liczby autosomów.

3. Cechy sprzężone z płcią

Cechami sprzężonymi z płcią nazywa się cechy warunkowane przez geny położone na chromosomie X (w przypadku płci determinowanej, jak u człowieka, przez system XY). Cechy te dziedziczą się w taki sam sposób jak płeć. Nie są przekazywane potomstwu niezależnie, lecz wraz z innymi genami położonymi na chromosomie X.

Do najbardziej znanych cech sprzężonych z płcią należą zaburzenie prawidłowego odróżniania barw (**daltonizm**) oraz **hemofilia** – choroba objawiająca się wrodzonymi nieprawidłowościami w krzepnięciu krwi. Pojawienie się tych cech warunkowane jest przez allel recesywny, dlatego wystepują one w populacji stosunkowo rzadko. Dodatkowo cechy te zdecydowanie rzadziej ujawniają się u kobiet niż u mężczyzn. Mężczyźni mogą otrzymać allel recesywny od swoich matek wraz z ich chromosomem X. To wystarczy do ujawnienia się cechy, gdyż na chromosomie Y nie ma odpowiedniego allelu dominującego. Aby u kobiety ujawniła się cecha sprzężona z płcią, musiałaby ona odziedziczyć dwa allele recesywne, po jednym po każdym z rodziców. Kobiety, które są heterozygotami pod względem cech sprzężonych z płcią i posiadają w swoim genotypie allel dominujący i allel recesywny, określane są mianem **nosicielek**. W ich fenotypie allel recesywny zwykle się nie ujawnia, ale mogą go przekazać swoim dzieciom.



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

Polecenie 3

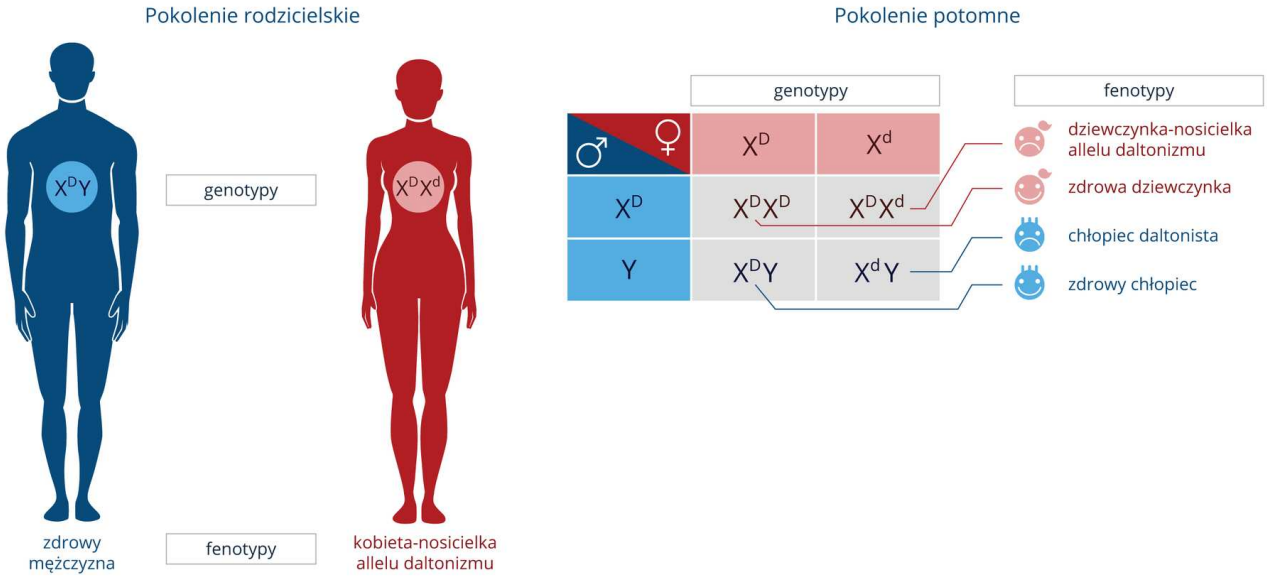
Korzystając z różnych źródeł informacji, odszukaj przykłady cech sprzężonych z płcią, innych niż wymienione w podręczniku.

Ciekawostka

Na niewielkiej wyspie pacyficznej Pingelap barw nie rozróżnia co 10. mieszkaniec, a co 3. jest nosicielem genu daltonizmu. Przyczyną tak dużej liczby osób z nieprawidłowym genem jest fakt, że wywodzą się one od żyjącego w XVIII w. nierozróżniającego barw władcy wyspy. Był on ojcem większości dzieci w tej małej populacji.

4. Dziedziczenie cech sprzężonych z płcią

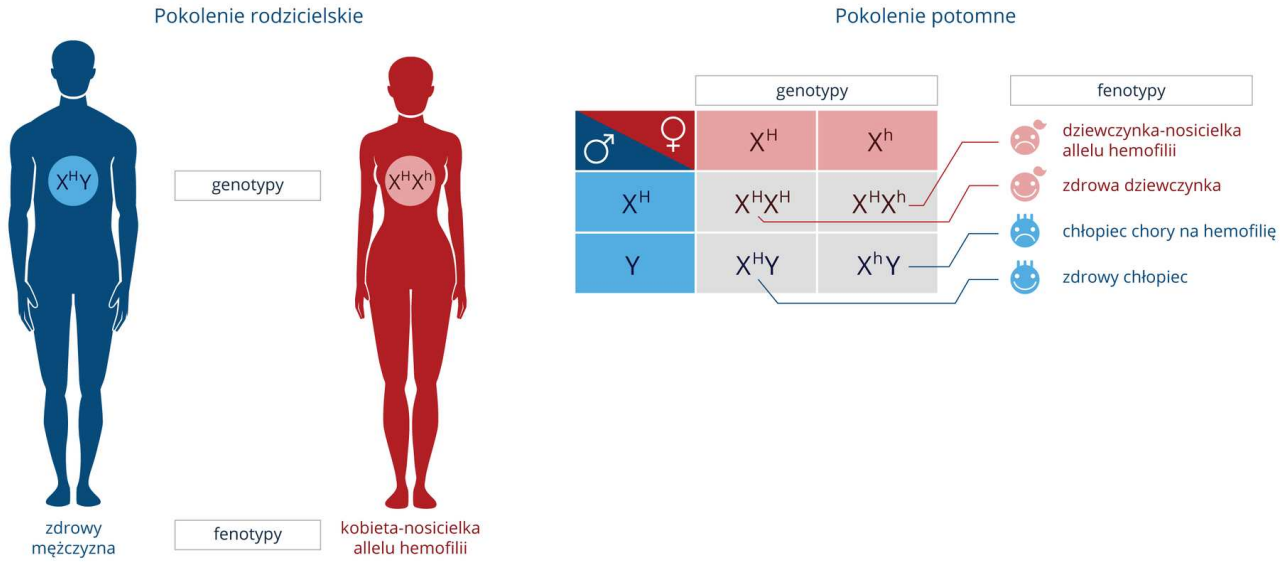
Daltonizm to jeden z rodzajów ślepoty barw, charakteryzujący się nieprawidłowym postrzeganiem barwy zielonej i częstym myleniem jej z barwą czerwoną. Przyczyną daltonizmu jest allel recesywny d genu umiejscowionego na chromosomie X. Allel dominujący D tego samego genu warunkuje prawidłowe postrzeganie barw. Na daltonizm cierpią głównie mężczyźni (8% osobników populacji), którzy otrzymali recesywny allel od swoich matek będących nosicielkami. Wśród kobiet jedynie 0,5% to daltonistki. W ich genotypie są obecne dwa allele recesywne, jeden odziedziczony po matce, a drugi po ojcu.



Źródło: Anita Mowczan, licencja: CC BY 3.0.

Hemofilia to bardzo rzadki defekt genetyczny, w wyniku którego w organizmie nie powstają wybrane czynniki krzepnięcia krwi. Występuje u 1 na 10 tys. osób. Rany chorych na hemofilię zasklepiają się bardzo powoli, dlatego grozi im wykrwawienie się, zwłaszcza niebezpieczne są krwotoki wewnętrzne. U osób chorych na hemofilię często występują krwawienia do mięśni i stawów (przez to na ich ciele często widoczne są siniaki) oraz krwawienia z nosa. Nawet drobne urazy powodują stany zapalne i ból mięśni oraz stawów. Leczenie osób chorych na hemofilię polega na podawaniu im przez całe życie syntetycznych czynników krzepnięcia krwi.

Hemofilia dziedziczy się w taki sam sposób jak daltonizm. Jest uwarunkowana przez recesywny gen h umiejscowiony na chromosomie X.



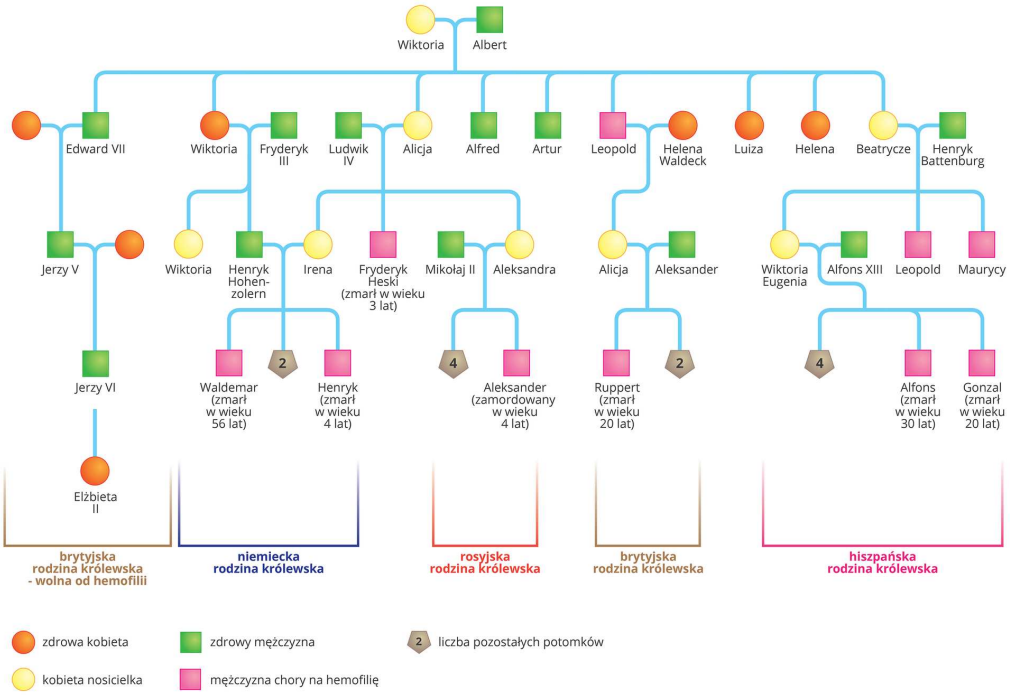
Źródło: Anita Mowczan, licencja: CC BY 3.0.

Polecenie 4

Ustal, jakie jest prawdopodobieństwo, że w rodzinie mężczyzny, który nie jest daltonistą, i kobiety będącej daltonistką urodzi się dziecko nierozróżniające barw. Odpowiedź poprzyj odpowiednimi krzyżówkami genetycznymi.

Ciekawostka

Hemofilię określa się niekiedy mianem choroby królewskiej lub choroby błękitnej krwi, ponieważ występowała u wielu męskich potomków rodów królewskich panujących w Europie. Pierwszą znaną nosicielką tego genu była królowa Wielkiej Brytanii i Irlandii, Wiktoria. Najprawdopodobniej właśnie u niej wystąpiła mutacja, której skutkiem były zaburzenia krzepliwości krwi. Z uwagi na fakt, że w ówczesnych czasach małżeństwa zawierano głównie z pobudek politycznych, córki Wiktorii wprowadziły ten zmutowany gen prawie do wszystkich europejskich rodzin królewskich. Najsłynniejszą jego ofiarą był carewicz Aleksy Romanow, syn ostatniego cara Rosji. Niektórzy historycy uważają, że mutacja, która wystąpiła u królowej Wiktorii, zmieniła losy świata.



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

Ciekawostka

Daltonizm odkrył i opisał na swoim własnym przypadku profesor John Dalton. Odkrył, że nieprawidłowo postrzega barwy, kiedy podarował swojej mamie na urodziny szare pończochy. Wręczając je, bardzo się zdziwił, kiedy ta oznajmiła, że nie wyjdzie w nich na ulicę, ponieważ są jaskrawoczerwone. Po tym wydarzeniu Dalton znaczną część swojego życia poświęcił badaniu postrzegania barw, polecił nawet przebadać po swojej śmierci swoje gałki oczne, aby znaleźć przyczynę ich nieprawidłowego działania. Udało się to zrobić dopiero w roku 1994 badaczom z Londyńskiego Instytutu Okulistycznego. Odkryli oni, że w siatkówce oczu Daltona nie było jednego z trzech typów czopków, tego, który odpowiada za postrzeganie barwy czerwonej.

Słowniczek

cechy sprzężone z płcią

cechy warunkowane przez geny położone na chromosomie X, np. ślepota barw, hemofilia

hemofilia

choroba genetyczna warunkowana przez recesywny allel znajdujący się na chromosomie X; jest efektem braku odpowiednich białek uczestniczących w procesie krzepnięcia krwi

kariotyp

zestaw chromosomów obecnych w komórkach somatycznych organizmu

ślepota barw

> zaburzenie widzenia uwarunkowane przez recesywny gen umiejscowiony na chromosomie X; występuje w kilku odmianach, z czego jedna, zwana daltonizmem, polega na nieprawidłowym postrzeganiu barwy zielonej i jej częstym nieodróżnianiu od barwy czerwonej; w skrajnym przypadku ślepota barw powoduje widzenie jedynie w odcieniach szarości

Podsumowanie

- Kariotyp człowieka składa się z 46 chromosomów: 44 autosomów i dwóch chromosomów płci.
- Płeć człowieka determinowana jest obecnością chromosomów płci: u kobiet – dwóch chromosomów X, u mężczyzn – jednego chromosomu X i jednego chromosomu Y.
- Cechy sprzężone z płcią, np. ślepota barw i hemofilia, są warunkowane przez allele recesywne genów położonych na chromosomie X.
- Cechy sprzężone z płcią ujawniają się zdecydowanie częściej u mężczyzn niż u kobiet.

Praca domowa

> **Polecenie 5.1**
>
> Ustal, jaki procent dzieci małżeństwa, w którym ojciec jest chory na hemofilię a matka wolna od objawów tej choroby, może być chorych na hemofilię. Przyjmij, że nikt z członków rodziny matki nie wykazywał objawów choroby. Zapisz odpowiednie krzyżówki genetyczne.

> **Polecenie 5.2**
>
> Wyjaśnij, dlaczego kobiety rzadziej cierpią na choroby sprzężone z płcią niż mężczyźni.

Zadania

Ćwiczenie 1

Wskaż cechy człowieka sprzężone z płcią.

- [ ] kolor włosów
- [ ] kolor oczu
- [ ] ślepota barw
- [ ] obecność czynnika Rh
- [ ] hemofilia
- [ ] kolor skóry

Źródło: Katarzyna Lech <Katarzyna.lech@up.wroc.pl>, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Wskaż fenotypy potencjalnego potomstwa, którego rodzice są daltonistami.

- [ ] chłopiec nosiciel nieprawidłowego genu
- [ ] dziewczynka rozróżniająca barwy
- [ ] dziewczynka nierozróżniająca barw
- [ ] chłopiec nierozróżniający barw
- [ ] chłopiec rozróżniający barwy
- [ ] dziewczynka nosicielka nieprawidłowego genu

Źródło: Katarzyna Lech <Katarzyna.lech@up.wroc.pl>, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Wskaż genotypy potencjalnego potomstwa nosicielki allelu hemofilii i zdrowego mężczyzny.

- [ ] X^hY
- [ ] X^HY
- [ ] X^HX^H
- [ ] X^hX^h
- [ ] X^HX^h

Źródło: Katarzyna Lech <Katarzyna.lech@up.wroc.pl>, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Wskaż genotypy, jakie może mieć potomstwo małżeństwa, w którym ojciec nie rozróżnia barw, a matka ma prawidłowe wersje genu.

- ◯ X^DX^D lub X^dY
- ◯ X^DX^d lub X^DY
- ◯ X^dX^d lub X^DY
- ◯ X^DX^d lub X^dY

Źródło: Katarzyna Lech <Katarzyna.lech@up.wroc.pl>, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

Oceń prawdziwość zdań i zaznacz Prawda lub Fałsz.

	Prawda	Fałsz
Kariotyp człowieka składa się z 23 chromosomów.	◯	◯
Płeć człowieka zależy od chromosomu płciowego obecnego w plemniku, który zapłodnił komórkę jajową.	◯	◯
Choroby sprzężone z płcią są warunkowane przez allele dominujące.	◯	◯
Hemofilia opisana w tej lekcji dotyka częściej mężczyzn niż kobiety.	◯	◯
Geny warunkujące cechy sprzężone z płcią są położone na autosomach.	◯	◯

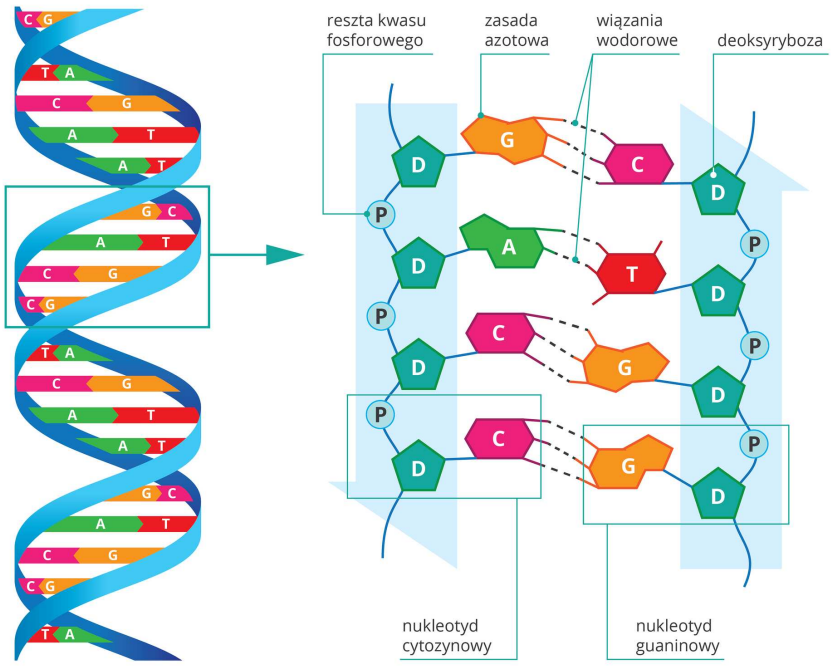
Źródło: Katarzyna Lech <Katarzyna.lech@up.wroc.pl>, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 6

Źródło: Katarzyna Lech <Katarzyna.lech@up.wroc.pl>, licencja: CC BY 3.0.

DNA – nośnik informacji genetycznej

Cząsteczki DNA znajdują się w każdej żywej komórce. Zawierają one informacje o budowie i funkcjonowaniu organizmu. W DNA ludzkiej komórki przechowywane jest tyle danych, ile daje się zapisać na 4 płytach CD-ROM.



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

Już wiesz

- kwasy nukleinowe zawierają informację genetyczną;
- DNA u organizmów jądrowych znajduje się w jądrze komórkowym, a u bezjądrowców na terenie cytoplazmy;
- przed podziałem jądra komórkowego dochodzi do powielenia DNA.

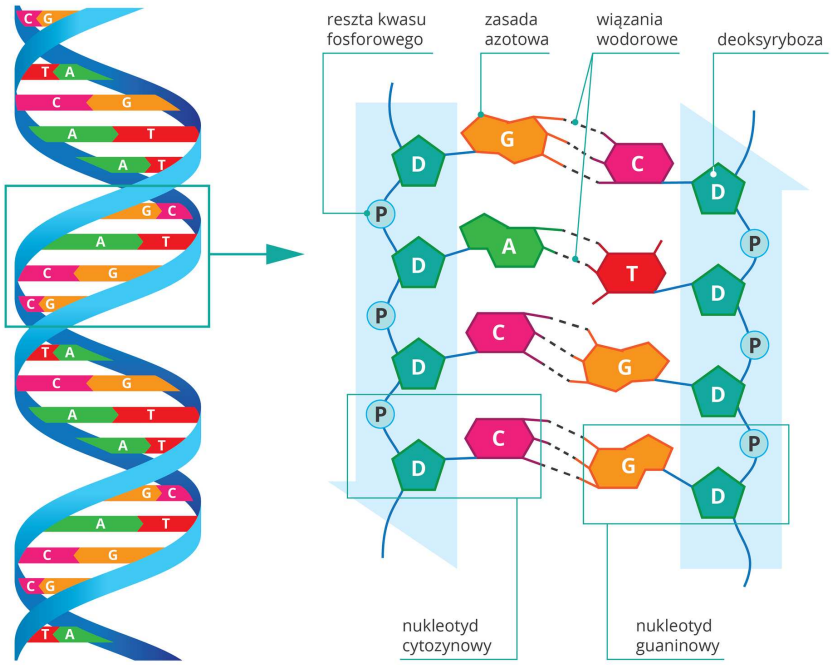
Nauczysz się

- opisywać budowę DNA;
- opisywać związek między DNA a genem;
- wyjaśniać, na czym polega powielanie informacji genetycznej i kiedy zachodzi.

1. Podwójna nić DNA

Cząsteczka DNA, czyli **kwasu deoksyrybonukleinowego**, jest zbudowana z dwóch nici, które są równo od siebie odległe i wspólnie spiralnie skręcone, dlatego przybiera kształt linii śrubowej, czyli **helisy**. Można ją porównać do sznurowej drabinki, której każdy szczebel buduje para nukleotydów.

Nukleotyd to najmniejsza jednostka budująca DNA. Każdy nukleotyd składa się z cukru **deoksyrybozy**, reszty **kwasu fosforowego** i **zasady azotowej**. W DNA występują 4 zasady azotowe: **adenina (A)**, **cytozyna (C)**, **guanina (G)** i **tymina (T)**. Każdy nukleotyd zawiera tylko jedną zasadę azotową, dlatego wyróżniamy 4 typy nukleotydów: **adeninowy**, **cytozynowy**, **guaninowy** i **tyminowy**. Pojedyncza nić DNA składa się z szeregu nukleotydów łączących się ze sobą poprzez reszty kwasu fosforowego. Nukleotydy budujące sąsiednie nici DNA są ze sobą połączone za pośrednictwem zasad azotowych. Zasady łączą się wiązaniami wodorowymi w ściśle określony sposób: adenina zawsze z tyminą, a cytozyna zawsze z guaniną. Dzięki temu kolejność zasad azotowych w jednej nici wyznacza ich ustawienie w drugiej nici. Taką właściwość zasad azotowych nazywa się komplementarnością.



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

> **Polecenie 1**
>
> Niektóre przedmioty są względem siebie komplementarne, czyli wzajemnie się uzupełniają lub dopełniają, jak np. samochód i benzyna, która jest potrzebna, aby autem jeździć, czy zamek i klucz niezbędny do jego otwarcia. Wskaż w swoim otoczeniu inne przykłady komplementarności.

Obserwacja 1

Wyizolowanie DNA z komórek owocu kiwi.

Wytrącone w probówce długie nitki to nie pojedyncze cząsteczki DNA (te są niewidoczne dla ludzkiego oka), lecz kompleksy utworzone przez wszystkie kwasy nukleinowe zawarte w komórkach owocu kiwi.

Co będzie potrzebne

- 1 owoc kiwi,
- płaska łyżeczka soli kuchennej,
- 100 ml wody,
- 10 ml 95% alkoholu etylowego (najlepiej zamrożonego lub przynajmniej schłodzonego),
- duża kropla skoncentrowanego (gęstego) płynu do mycia naczyń,
- naczynia: szklanka, probówka, lejek, miseczka, miska,
- statyw na probówki,
- lód,
- deska do krojenia,
- nóż,
- moździerz,
- tłuczek,
- filtr do kawy,

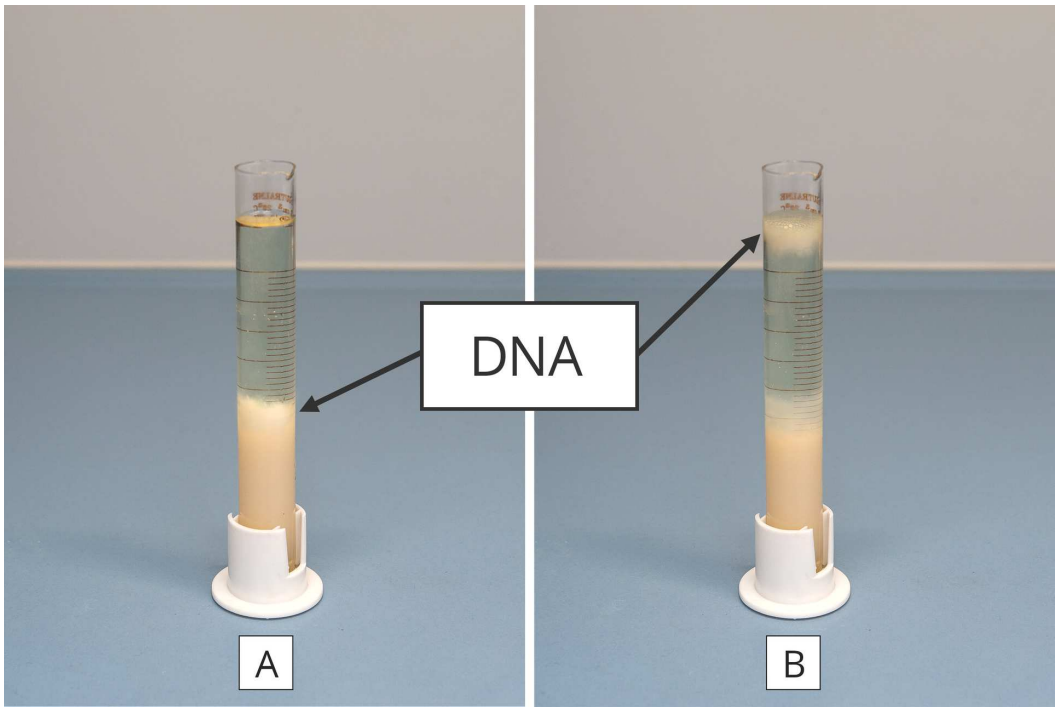
- wykałaczka,
- lniana ściereczka.

Instrukcja

1. Rozpuść jedną łyżeczkę soli kuchennej w 100 ml wody.
2. Kilka kostek lodu zawiń w ściereczkę, rozbij je tłuczkiem na drobne kawałki i wsyp do miseczki.
3. Z kiwi wykrój kostkę o wymiarach 1x2x3 cm i poszatkuj ją jak najdrobniej.
4. Poszatkowany miąższ włóż do moździerza, wlej dwie łyżeczki roztworu soli i utrzyj całość na gładką masę.
5. Uzyskaną masę przenieś do szklanki, dolej do niej roztworu soli, aby objętość zawiesiny zwiększyła się około dwu-, trzykrotnie.
6. Dodaj dużą kroplę płynu do mycia naczyń i delikatnie pomieszaj tak, żeby roztwór się nie spienił.
7. Włóż szklankę do miski z lodem. Lód powinien sięgać nieco niżej niż poziom płynu w szklance.
8. Mieszając zawiesinę co pewien czas, odczekaj około 5 minut.
9. Mieszaj potem tak długo, aż zawiesina stanie się lepka. Lepkość sprawdzaj palcami, dotykając wykałaczki zanurzonej w zawiesinie.
10. Umieść probówkę na statywie i włóż do niej lejek wyłożony filtrem do kawy zwilżonym wodą.
11. Mieszaninę wyjmij z lodu i przelej do lejka.

12. Odczekaj, aż w probówce zbierze się przesącz. Usuń lejek, lekko przechyl probówkę i bardzo ostrożnie nalej po ściance zmrożony spirytus – jego objętość nie powinna być większa niż objętość przesączu. Odstaw probówkę na 2-3 minuty.

13. Obserwuj zawartość probówki. Zwróć uwagę na małe, białe kłaczki pojawiające się na styku spirytusu i zawiesiny. Po 10 minutach zbiorą się one na powierzchni płynu. Można je nawet nawinąć na wykałaczkę i wyjąć z roztworu. Po wysuszeniu stają się niewidoczne.



Źródło: Tomorrow sp.z o.o., edycja: Aleksandra Ryczkowska, licencja: CC BY 3.0.

Podsumowanie

Kwas deoksyrybonukleinowy (DNA) znajduje się w jądrach komórkowych, mitochondriach i chloroplastach. Żeby uwolnić go z tych struktur, trzeba zniszczyć ściany i błony komórkowe poprzez rozcieranie, a następnie wypłukać go przy użyciu wodnego roztworu soli. Pomaga w tym detergent zawarty w płynie do mycia naczyń.

Uwolniony DNA zostałby szybko rozłożony przez enzymy zawarte w zniszczonych komórkach. By do tego nie dopuścić, mieszaninę się chłodzi, gdyż w temperaturze bliskiej 0°C enzymy są mało aktywne.

Odsączenie zawiesiny kiwi na filtrze służy oddzieleniu DNA od fragmentów tkanek. Alkohol i jony chlorku sodu powodują wytrącanie się DNA, który tworzy duże kompleksy widoczne

w roztworze jako długie nitki.

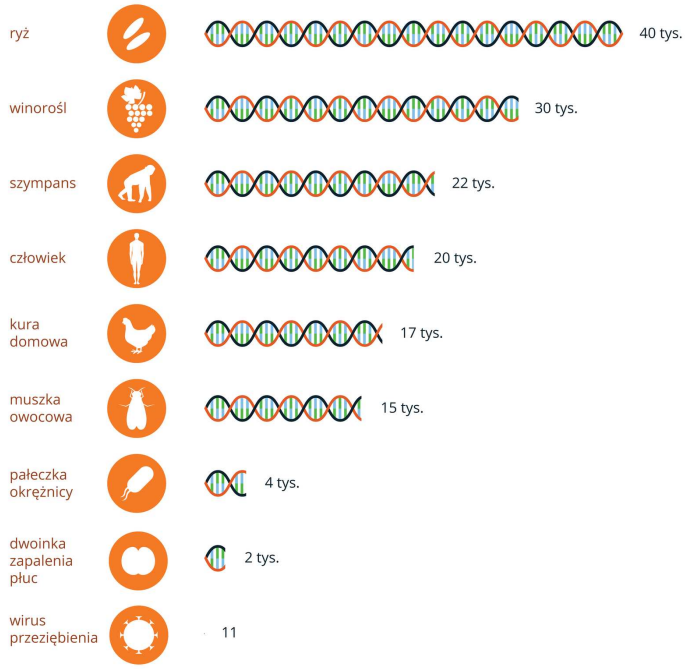
Ciekawostka

Cząsteczka DNA człowieka jest niesamowicie cienka i bardzo długa. Jej grubość wynosi zaledwie 2 nanometry, czyli dwie milionowe milimetra, a jej długość waha się od 2 do 7 centymetrów. W DNA jądrowym człowieka znajduje się ponad 3 mld par nukleotydów. Gdyby zapisano je po kolei, używając jedynie liter A, C, G i T, tekst zająłby ponad 800 grubych tomów.

2. Gen – odcinek DNA

Gen to fragment cząsteczki DNA. Może mieć długość od kilku tysięcy nawet do dwóch milionów par nukleotydów i odpowiada za wytworzenie konkretnego białka. Od obecności tego białka zależy pojawienie się cechy, takiej jak np. grupa krwi czy kształt nasion grochu. Zwykle jednak cechy organizmu, takie jak np. barwa oczu, wymagają obecności kilku białek, które wyznaczane są przez kilka genów.

Liczba genów w DNA zależy od organizmu. Najprostsze bakterie mają ich kilkaset, a zwierzęta kręgowe i rośliny naczyniowe kilkadziesiąt tysięcy. Niektóre geny są aktywne we wszystkich komórkach. Do takich genów należą te, które zawierają na przykład instrukcje wytworzenia białek enzymatycznych biorących udział w procesie oddychania wewnątrzkomórkowego. Proces ten zachodzi w każdej komórce i stale wymaga „czytania" instrukcji zawartych w genach kierujących tym procesem. Inne geny działają tylko w wybranych zespołach komórek. Takimi genami są na przykład geny kodujące hemoglobinę, aktywne tylko w niedojrzałych erytrocytach, i gen kodujący hormon wzrostu, zdolny do działania tylko w komórkach przysadki mózgowej.



Źródło: Anita Mowczan, licencja: CC BY 3.0.

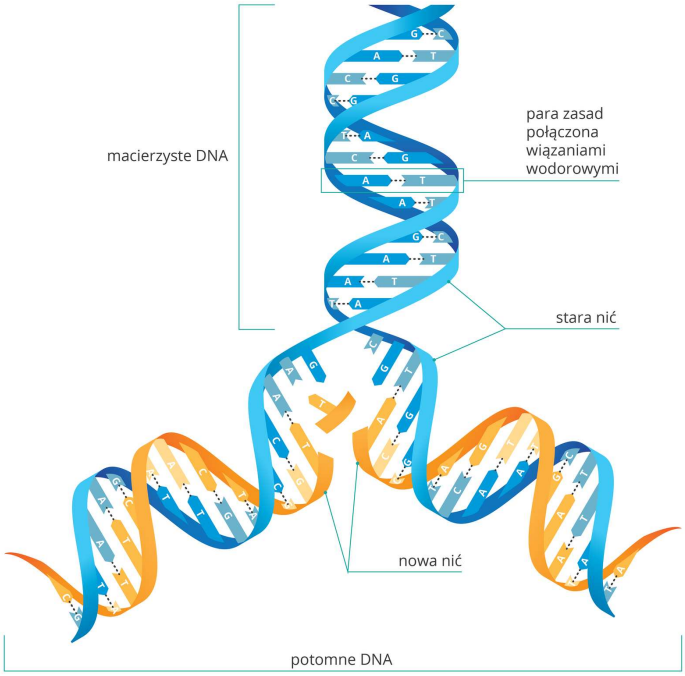
> **Polecenie 2**
>
> Wyjaśnij, na czym polega różnica pomiędzy genem i allelem.

3. Powielenie nici DNA

Każda nowo powstała komórka musi otrzymać własny komplet instrukcji działania, własne DNA. Dlatego przed podziałem w komórce macierzystej musi dojść do podwojenia liczby cząsteczek tego kwasu, czyli replikacji.

Podczas replikacji nici cząsteczki DNA są rozplatane. Dzieje się to tylko na pewnym odcinku i jest możliwe dzięki specjalnym **enzymom**, które przecinają wiązania wodorowe i powodują rozerwanie par zasad azotowych. Następnie do każdej starej nici dobudowywana jest nowa nić zgodnie z regułą komplementarności. Nukleotyd adeninowy jednej z macierzystych („starych") nici DNA tworzy parę z nukleotydem tyminowym nowopowstającej cząsteczki DNA. Nukleotyd guaninowy tworzy parę z nukleotydem zawierającym cytozynę. W ten sposób, w wyniku replikacji, z jednej macierzystej cząsteczki DNA powstają dwie cząsteczki potomne o identycznej budowie. Do komórki potomnej trafia DNA złożone z jednej starej i jednej nowej nici. Proces replikacji gwarantuje, że każda

z powstałych komórek potomnych otrzyma taki sam materiał genetyczny jak komórka macierzysta.



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

> **Polecenie 3**
>
> Stosując zasadę komplementarności, zapisz kolejność nukleotydów odcinka DNA, który powstał w wyniku replikacji fragmentu nici DNA o sekwencji AAACGCGTGAAG.

> **Ciekawostka**
>
> Replikacja DNA zachodzi stosunkowo szybko. U bakterii w ciągu sekundy kopiowanych jest od 500 do 1000 nukleotydów, a skopiowanie całej cząsteczki zajmuje około 40 minut. W komórkach eukariotycznych replikacja zachodzi wolniej. W ciągu sekundy powielanych jest około 50 nukleotydów. DNA organizmów jądrowych jest dużo dłuższe niż bakteryjne, więc proces powielenia całości DNA komórkowego może trwać w ich przypadku nawet do kilku godzin. Tak jest na przykład u człowieka.

Słowniczek

> **enzym**

białko pełniące funkcję katalizatora; przyspiesza przebieg reakcji biochemicznych

kwasy nukleinowe

organiczne związki chemiczne zbudowane z nukleotydów; pośredniczą w produkcji białek oraz stosunkowo rzadko pełnią funkcję enzymów; znane są dwa rodzaje kwasów nukleinowych: DNA i RNA

nukleotyd

podstawowy element strukturalny kwasu nukleinowego, zbudowany z cukru (rybozy lub deoksyrybozy), reszty kwasu fosforowego oraz zasady azotowej

replikacja DNA

proces polegający na skopiowaniu cząsteczki DNA; zachodzi przed podziałem komórki

wiązanie wodorowe

stosunkowo słabe wiązanie chemiczne; oddziaływanie elektrostatyczne między atomem wodoru a atomem pierwiastka silnie elektroujemnego, np. tlenu, fosforu, fluoru lub azotu

zasada komplementarności

zasada wzajemnego uzupełniania się par zasad azotowych budujących kwasy nukleinowe; w przypadku DNA komplementarne są adenina i tymina oraz cytozyna i guanina

Podsumowanie

- Materiałem genetycznym jest DNA będący zapisem informacji o budowie i funkcjonowaniu organizmu.
- Cząsteczka DNA jest zbudowana z nukleotydów i ma strukturę podwójnej helisy.
- Każdy nukleotyd DNA jest zbudowany z cukru deoksyrybozy, reszty kwasu fosforowego i jednej z czterech zasad azotowych: adeniny, cytozyny, guaniny lub tyminy.
- Zasady azotowe odpowiadających sobie nukleotydów obu nici łączą się ze sobą za pomocą wiązań wodorowych zgodnie z zasadą komplementarności.
- Komplementarne nici DNA powstają w wyniku powielenia (replikacji) materiału genetycznego zawartego w jądrze komórkowym, zachodzącego przed podziałem komórki.
- Gen to odcinek DNA, który zawiera informację o budowie określonego białka.

Praca domowa

Polecenie 4.1

Opisz budowę DNA.

Polecenie 4.2

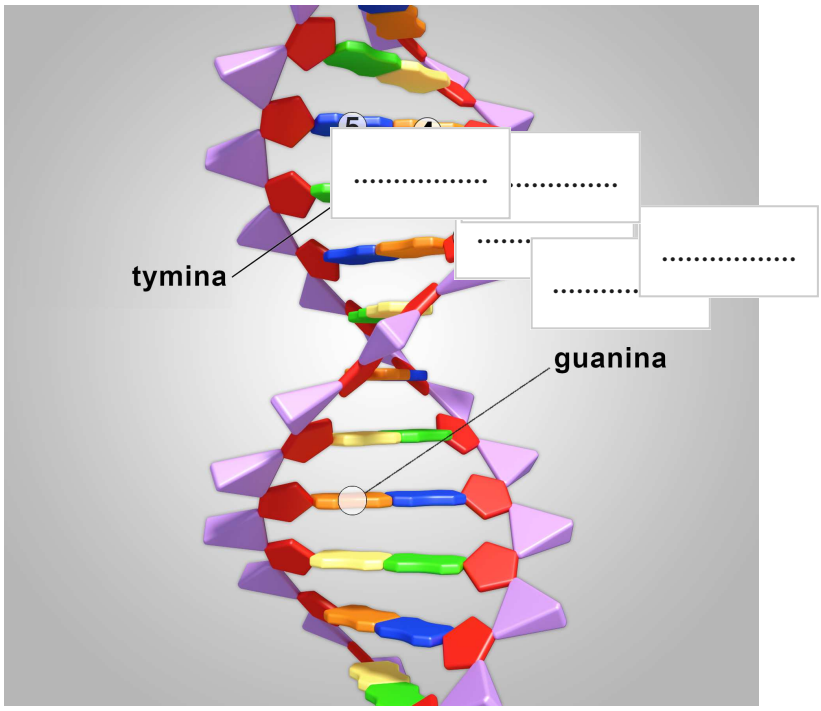
Wyjaśnij na czym polega proces replikacji DNA i przedstaw jego znaczenie dla organizmu.

Zadania

Ćwiczenie 1

Rozpoznaj na ilustracji elementy oznaczone cyframi 1-5. Umieść ich nazwy w lukach.

reszta kwasu fosforowego, cytozyna, adenina, deoksyryboza, guanina



Ćwiczenie 2

Wskaż cechy nici DNA powstałej w wyniku replikacji.

	Prawda	Fałsz
Ma taką samą długość jak nić macierzysta.	◯	◯
Występująca w niej tymina połączona jest wiązaniem wodorowym z adeniną.	◯	◯
Budujące ją nukleotydy są komplementarne do tych na nici macierzystej.	◯	◯
Ma dwa razy większą długość niż nić macierzysta.	◯	◯
Występująca w niej tymina połączona jest wiązaniem wodorowym z cytozyną.	◯	◯
Budujące ją nukleotydy są identyczne jak w nici macierzystej.	◯	◯

Źródło: Katarzyna Lech, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Wskaż hasła, za pomocą których można opisać budowę DNA.

- [ ] białka
- [ ] aminokwasy
- [ ] zasady wodorowe
- [ ] enzymy
- [ ] glukoza
- [ ] dwie nici
- [ ] nukleotydy
- [ ] jedna nić
- [ ] zasady azotowe
- [ ] geny

Źródło: Katarzyna Lech, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Oceń prawdziwość zdań i zaznacz odpowiedź Prawda lub Fałsz.

	Prawda	Fałsz
W skład różnych genów wchodzą te same zasady azotowe.	◯	◯
Wszystkie geny zbudowane są z tej samej liczby nukleotydów.	◯	◯
Nić DNA budująca chromosom X jest komplementarna do tej budującej chromosom Y.	◯	◯

Źródło: Katarzyna Lech, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

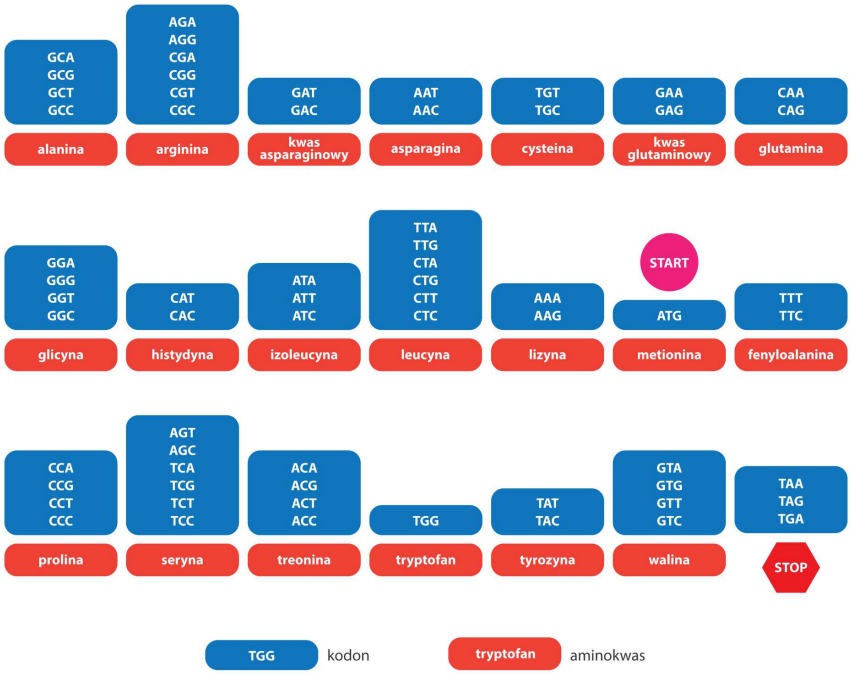
Oceń prawdziwość zdań i zaznacz odpowiedź Prawda lub Fałsz.

	Prawda	Fałsz
Geny są fragmentami DNA.	◯	◯
Cząsteczkę DNA buduje 6 różnych zasad azotowych.	◯	◯
Synonimem terminu replikacja jest termin powielenie.	◯	◯
Podczas replikacji DNA powstają nowe geny.	◯	◯

Źródło: Katarzyna Lech, licencja: CC BY 3.0.

Kod genetyczny

Wszystkie cechy organizmu zapisane są w cząsteczce DNA za pomocą szyfru składającego się z czterech znaków. Znaki te powtarzają się w DNA miliardy razy i decydują o budowie i funkcjonowaniu wszystkich organizmów.



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

Już wiesz

- informacja genetyczna jest zapisana w DNA;
- gen to fragment DNA.

Nauczysz się

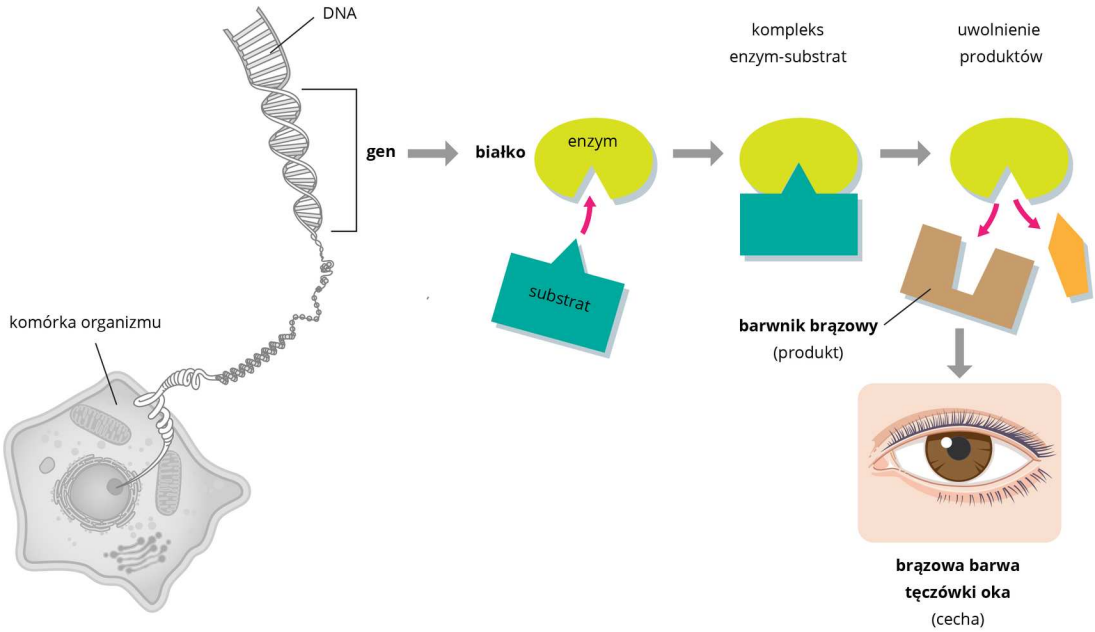
- wyjaśniać, jak na bazie DNA powstają białka, a potem określone cechy organizmu;
- rozróżniać pojęcia kod genetyczny i informacja genetyczna;
- przedstawiać sposób zapisu informacji genetycznej w DNA;
- opisywać kod genetyczny.

1. Sposób zapisu informacji genetycznej

Cechy organizmu zależą od rodzaju jego białek. Instrukcja budowy białek, czyliinformacja genetyczna, jest zapisana w DNA. Cząsteczka DNA zbudowana jest z miliardów par nukleotydów. Kolejność, czylisekwencja nukleotydów, nie jest przypadkowa. Stanowi ona specyficzny szyfr. Alfabet tego szyfru składa się zaledwie z 4 znaków – 4 zasad azotowych, które budują 4 rodzaje nukleotydów. W zależności od liczby i kolejności ułożenia nukleotydów złożone z nich geny zawierają instrukcje powstania odmiennych białek. Reguły zapisu szyfru noszą nazwę kodu genetycznego.

> **Przykład 1**
>
> Informacje w książkach zapisuje się za pomocą 32 liter. W zależności od ułożenia liter otrzymujemy słowa i zdania zawierające niezliczone informacje. Książkę taką można porównać do genotypu, jej rozdziały do cząsteczek DNA, a zdania do genów. Zmiana nawet jednej litery w zdaniu oznacza zmianę informacji. Na przykład prośba „Podaj mi buty" oznacza co innego niż „Podaj mi nuty".

> **Polecenie 1**
>
> Wyjaśnij, czym się różni kod genetyczny od informacji genetycznej.



Źródło: Andrzej Bogusz, licencja: CC BY 3.0.

W DNA człowieka znajduje się przeszło 20 tys. genów, a prawie każdy z nich odpowiedzialny jest za wytworzenie innego białka. Są wśród nich białka budujące struktury organizmu, enzymy, które umożliwiają przebieg różnych reakcji chemicznych w komórkach, hormony regulujące pracę tkanek i narządów oraz odpowiadające za wzrost i rozwój. Na przykład do wytworzenia barwy oczu potrzebne jest specjalne białko będące

enzymem, zdolne do przekształcenia bezbarwnego substratu w brązową melaninę. Enzym ten jest produkowany zgodnie z instrukcją zawartą w konkretnym genie. Jeśli u danej osoby gen kodujący ten enzym jest nieaktywny, w jej tęczówkach nie pojawi się melanina. Oczy takiej osoby zwykle mają czerwoną barwę. Bierze się ona stąd, że przez bezbarwne, niezawierające melaniny tkanki tęczówki przeświturją naczynia krwionośne.

Tymczasem ludzie mają oczy różnej barwy. Tę różnorodność zapewnia obecność różnych genów. Każdy z nich zawiera informację, ile melaniny ma zostać wytworzone w tęczówkach. Im jest jej więcej, tym barwa oka jest ciemniejsza. Ponieważ barwa ludzkiej tęczówki jest determinowana przez wiele genów, występuje w niezliczonej liczbie odmian. Barwne tęczówki są wspólną cechą wszystkich ludzi (z nielicznymi wyjątkami), ale kolor oczu jest indywidualną cechą każdego z nich.

> **Polecenie 2**
>
> Wyjaśnij, dlaczego w DNA zapisana jest informacja o budowie białek, a nie cukrów.

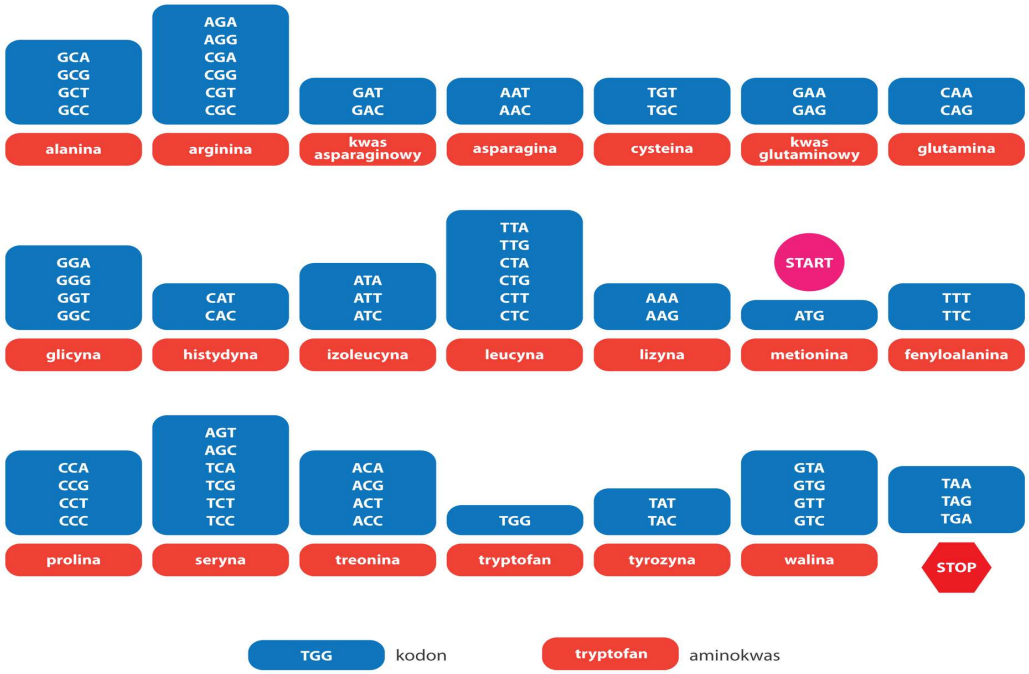
> **Wskazówka**
>
> Jaka jest rola tych grup związków chemicznych?

2. Wytwarzanie białek w komórce

Białka zbudowane są z pojedynczych aminokwasów, które łączą się ze sobą w bardzo długie łańcuchy. Każde białko charakteryzuje się określoną liczbą aminokwasów i kolejnością ich ułożenia. Od składu aminokwasowego zależy funkcja białka w organizmie. Rodzaj i kolejność aminokwasów jest wyznaczanam przez sekwencję nukleotydów w genie.

Nukleotydy, z których składa się gen, odczytywane są trójkami. Jedna trójka nukleotydów odpowiada jednemu aminokwasowi. Trójka nukleotydów stanowi podstawową jednostkę kodującą w kodzie genetycznym, zwaną kodonem.

Kod genetyczny składa się z 64 kodonów. 61 z nich koduje aminokwasy. Jeden z nich jest **kodonem START**. Wyznacza on aminokwas o nazwie metionina, od którego rozpoczyna się synteza każdego białka. Trzy pozostałe kodony, tzw. **kodony STOP**, nie odpowiadają żadnemu aminokwasowi. Ich obecność jest sygnałem do zakończenia produkcji białka. Taki sygnał w postaci kodonu jest niezbędny, ponieważ kod genetyczny nie zawiera żadnych przerw ani znaków oddzielających. Gdyby kodony STOP nie istniały, synteza białek mogłaby trwać w nieskończoność.



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

Polecenie 3

Używając kodonów, zaprojektuj fragment sekwencji nici DNA składający się z 10 nukleotydów, rozpoczynający się kodonem START i zakończony kodonem STOP. Następnie ustal, jakie aminokwasy on koduje.

Ciekawostka

Amerykanin Craig Venter dokonał syntezy cząsteczki DNA złożonej z 520 genów niezbędnych do życia najmniejszej komórki bakteryjnej. Dołączał nukleotyd po nukleotydzie i syntetyzował kolejne kodony. Gdy w 2010 roku sztuczny DNA był gotowy, wprowadził go do komórki bakterii. Bakteria podjęła funkcjonowanie i zaczęła się dzielić, przekazując sztucznie otrzymane geny komórkom potomnym.

3. Uniwersalność kodu genetycznego

Kod genetyczny jest uniwersalny, czyli taki sam u wszystkich organizmów. Oznacza to, że u wszystkich organizmów kodony kodują te same aminokwasy. Wykorzystując ten fakt, możemy wstawić do DNA bakterii ludzki gen insuliny i „zmusić" w ten sposób bakterię do wytwarzania tego białka w identycznej postaci, w jakiej występuje ono w organizmie

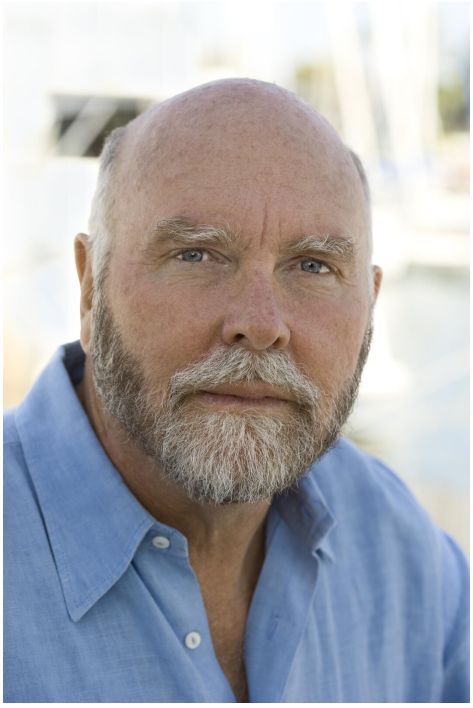
człowieka. Modyfikowane w podobny sposób mikroorganizmy wykorzystuje się także do produkcji innych białek, np. hormonu wzrostu, czynników krzepliwości krwi.

Organizmy, których materiał genetyczny został zmieniony w wyniku wprowadzenia do niego obcego DNA, nazywamy organizmami modyfikowanymi genetycznie. Często używa się skrótu angielskiej nazwy **GMO**.

Najważniejszymi instalacjami są kadzie, w których hoduje się zmodyfikowane genetycznie mikroorganizmy

> **Ciekawostka**
>
> Pierwszym lekiem, który został wyprodukowany przez bakterie na podstawie informacji zawartej w ludzkich genach, była insulina, hormon obniżający poziom glukozy we krwi. Insulina pochodząca z komórek bakterii została dopuszczona na rynek w 1982 roku.

Słowniczek



Źródło: Calliopejen (https://commons.wikimedia.org), licencja: CC BY 2.5.

Craig Venter

ur. 14.10.1946

Jest amerykańskim biochemikiem, genetykiem i przedsiębiorcą. Jako pierwszy skonstruował syntetyczną cząsteczkę DNA bakterii i z powodzeniem umieścił ją w pozbawionej oryginalnego DNA komórce bakteryjnej, która podjęła z sukcesem wszystkie funkcje życiowe. Kierowany przez niego zespół ustalił także sekwencję nukleotydów w genomie człowieka.

> **informacja genetyczna**
>
> informacja o kolejności aminokwasów w białkach zakodowana w sekwencji nukleotydów DNA, mówiąca pośrednio o cechach organizmu; nośnikiem informacji genetycznej jest DNA

> **kod genetyczny**
>
> sposób zapisu informacji genetycznej w materiale genetycznym (DNA)

> **kodon**
>
> trójka kolejnych nukleotydów w sekwencji kwasu nukleinowego, kodująca jeden aminokwas

> **organizmy modyfikowane genetycznie**
>
> z angielskiego GMO (*genetically modified organisms*); organizmy, których materiał genetyczny został sztucznie zmieniony w celu uzyskania u nich nowych cech

> **sekwencja nukleotydów**
>
> kolejność ułożenia nukleotydów w cząsteczce DNA

Podsumowanie

- Kod genetyczny to sposób zapisu informacji o budowie białek.
- Kod genetyczny jest trójkowy, co oznacza, że jeden aminokwas kodowany jest przez trójkę nukleotydów zwaną kodonem.
- Gen zawiera informacje o budowie określonego białka; kolejność kodonów w genie wyznacza kolejność aminokwasów w białku.
- Kod genetyczny jest uniwersalny; informacja genetyczna jest zapisana u wszystkich organizmów w taki sam sposób.

> **Praca domowa**
>
> > **Polecenie 4.1**
> >
> > Wyjaśnij, jaki jest związek między genem, białkiem i cechą organizmu.
>
> > **Polecenie 4.2**
> >
> > Opisz kod genetyczny i sposób, w jaki zapisane są w nim informacje.

Zadania

Ćwiczenie 1

Oceń prawdziwość zdań i zaznacz odpowiedź Prawda lub Fałsz.

	Prawda	Fałsz
Człowiek i bakteria mają ten sam kod genetyczny.	◯	◯
Genotyp człowieka składa się z takich samych genów, co genotyp kota, ponieważ kod genetyczny jest uniwersalny.	◯	◯
Do wytworzenia białka potrzebne są pojedyncze aminokwasy i pojedyncze nukleotydy.	◯	◯

Źródło: Katarzyna Lech <Katarzyna.lech@up.wroc.pl>, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Oceń prawdziwość zdań i zaznacz odpowiedź Prawda lub Fałsz.

	Prawda	Fałsz
Do utworzenia 8 aminokwasów potrzebne są 32 nukleotydy	◯	◯
Do utworzenia fragmentu białka składającego się z 20 aminokwasów potrzeba 60 kodonów.	◯	◯
U wszystkich organizmów te same kodony oznaczają te same aminokwasy.	◯	◯
Kod genetyczny koduje 30 różnych aminokwasów.	◯	◯
Do syntezy każdego białka potrzebna jest ta sama liczba kodonów.	◯	◯

Źródło: Katarzyna Lech <Katarzyna.lech@up.wroc.pl>, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Korzystając z tabeli kodonów, wybierz z list kodony odpowiedzialne za syntezę wymienionych aminokwasów i znaku STOP.

histydyna ____

prolina ____

walina ____

STOP ____

cysteina ____

GTC CCC CAC GTC TGA TGA TGC CCC CAC CAC TGC

CCC GTC TGC TGA GTC TGA TGC CAC CCC CCC CAC

TGC TGA GTC

Źródło: Katarzyna Lech <Katarzyna.lech@up.wroc.pl>, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Korzystając z ilustracji 1., połącz w pary aminokwasy i odpowiadające im kodony.

GTT	fenyloalanina
ATG	START
ATT	walina
GAT	kwas asparginowy
TTT	izoleucyna

Źródło: Katarzyna Lech <Katarzyna.lech@up.wroc.pl>, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

Korzystając z ilustracji 1., wskaż sekwencję DNA, która może kodować fragment białka o następującej kolejności aminokwasów: metionina, tryptofan, walina.

- ◯ ACTTATATG
- ◯ ATGTGGGTC
- ◯ CAACCCATG
- ◯ AATGAATAA

Źródło: Katarzyna Lech <Katarzyna.lech@up.wroc.pl>, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 6

Połącz w pary terminy i ich definicje.

sposób zapisu informacji genetycznej za pomocą sekwencji nukleotydów w łańcuchu DNA	kod genetyczny
informacja o budowie i funkcjonowaniu organizmu, zakodowana w nici DNA	informacja genetyczna
trójka kolejnych nukleotydów budujących nić DNA, kodująca jeden aminokwas	kodon

Źródło: Katarzyna Lech <Katarzyna.lech@up.wroc.pl>, licencja: CC BY 3.0.

Zmienność organizmów

Termin mutant kojarzy się dzieciom zwykle z bohaterem kreskówki lub komiksu, który zdobył nowe, nadprzyrodzone zdolności na przykład w wyniku działania promieniowania na jego DNA. Takie zmiany w materiale genetycznym zwane są mutacjami i zachodzą u wszystkich żywych organizmów. Nie dają im jednak nadprzyrodzonych zdolności. Część z nich jest neutralna, inne mogą być powodem poważnych chorób genetycznych lub nowotworowych. Bywają też mutacje korzystne, które zostają na stałe włączone do genomu, dając posiadaczowi takiej mutacji przewagę nad innymi osobnikami.

Źródło: Tomorrow sp.z o.o., Jared Tarbell (https://www.flickr.com), licencja: CC BY 3.0.

Już wiesz

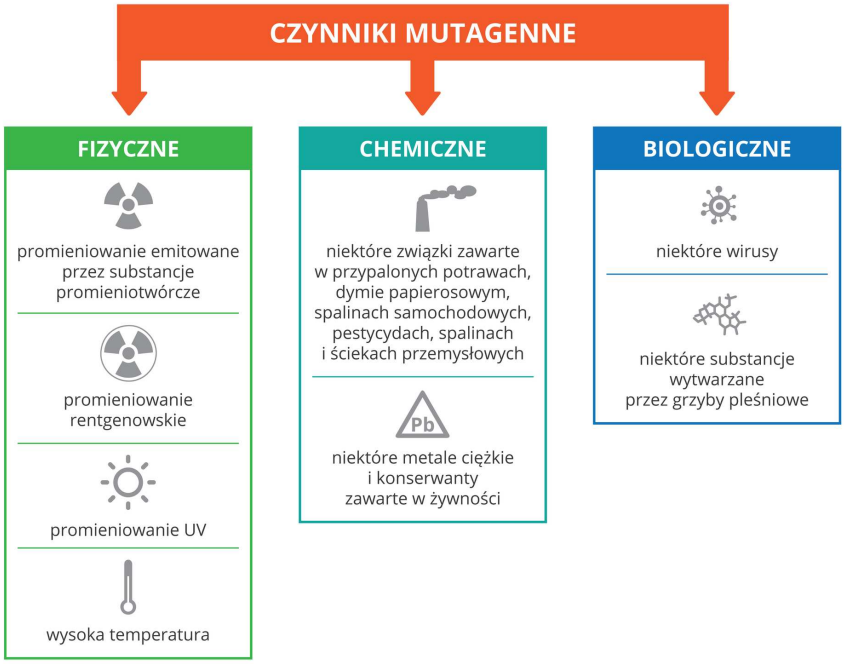
- rozmnażanie płciowe jest przyczyną zmienności genetycznej;
- niektóre choroby są wynikiem błędów, które powstają w DNA.

Nauczysz się

- odróżniać zmienność dziedziczną od niedziedzicznej i podawać ich przykłady;
- wyjaśniać, na czym polegają mutacje i jaki mają związek ze na zmiennością genetyczną;
- podawać przykłady czynników mutagennych;
- rozróżniać mutacje genowe i chromosomowe;
- podawać przykłady chorób człowieka wywołanych mutacjami.

1. Mutacje i ich przyczyny

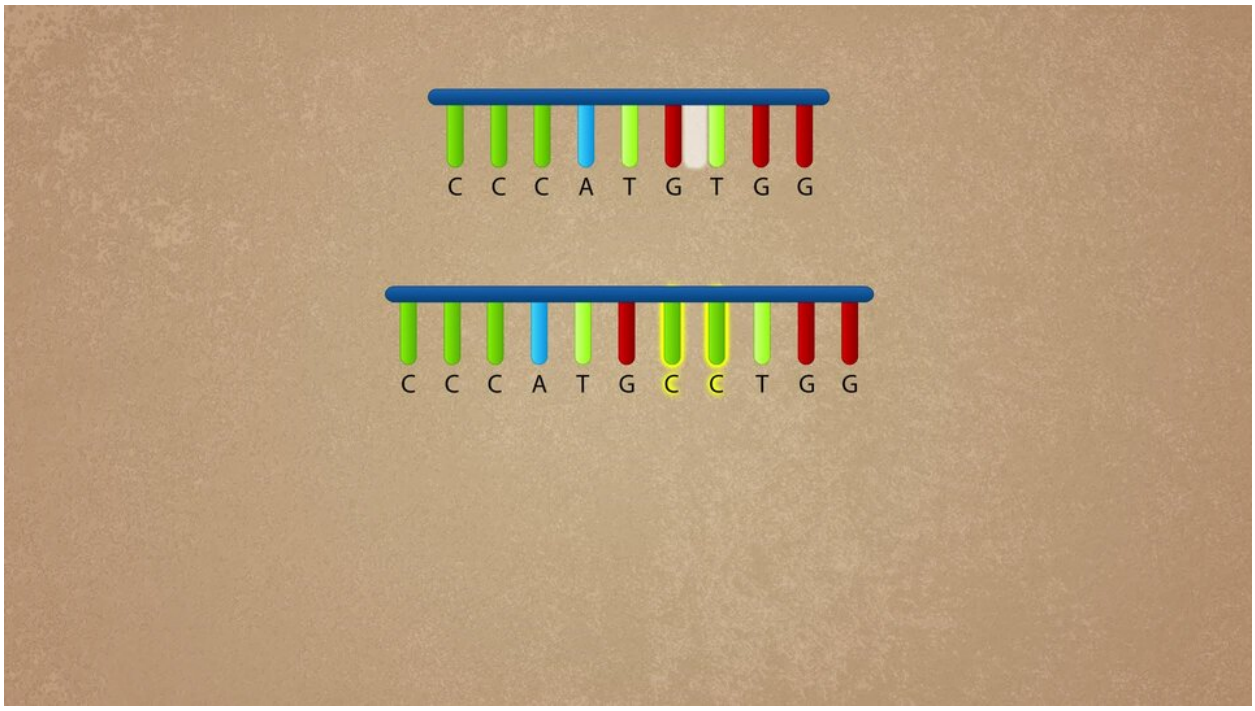
Podczas kopiowania nici DNA zdarzają się błędy, w wyniku których zmienia się zapis genetyczny. Takie nagłe zmiany, które pozostają na stałe (utrwalają się) w materiale genetycznym komórki, nazywa się mutacjami. Najczęściej jedna trwałe zmiany w DNA nie powstają wskutek pomyłek podczas kopiowania nici, ale pod wpływem czynników zewnętrznych, zwanych mutagenami. Mogą one nie tylko wywoływać zmiany w sekwencji nukleotydów (mutacje genowe), ale też w budowie i liczbie chromosomów (mutacje chromosomowe i genomowe). Mutagenami są czynniki fizyczne, np. promieniowanie UV, czynniki chemiczne, np. niektóre związki chemiczne zawarte w spalinach (dioksyny) i dymie papierosowym, oraz czynniki biologiczne, takie jak niektóre wirusy i produkty metabolizmu grzybów pleśniowych.



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

Mutacje, które zachodzą w pojedynczych genach, określa się mianem mutacji genowych. Polegają one na zmianach sekwencji pojedynczych nukleotydów w DNA. Mogą wystąpić w dowolnym odcinku DNA.

Inny typ mutacji chromosomowych polega na zmianie struktury chromosomów, wywołanej najczęściej czynnikami mutagennymi. Wskutek działania na przykład promieniowania jonizującego chromosomy mogą pękać na fragmenty, które ponownie mogą łączyć się w innej konfiguracji.



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Tomorrow sp.z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Animacja pokazuje typy mutacji genowych i sposób ich powstawania. 1. obraz Prawidłowa nić DNA, pozostaje stale na ekranie. Za każdym razem gdy pojawia się uszkodzona nić, na prawidłowej zostaje zaznaczone miejsce, gdzie dojdzie do zmiany. Pojawia się kolejno następne nici DNA. Na ekranie ostatnim widoczne są wszystkie 4 nici.

Większość drobnych zmian w materiale genetycznym jest neutralna. Część z nich jest korzystna i daje przewagę osobnikom, u których się pojawiły, nad ich pobratymcami. Nieliczne mutacje okazują się szkodliwe. Czasem zmiana nawet jednego nukleotydu w sekwencji DNA może spowodować nieprawidłowe działanie całego genu, a co za tym idzie powstanie niewłaściwego białka (lub jego brak) i, w następstwie tego zdarzenia, wystąpienie choroby genetycznej.

Organizm posiada wiele mechanizmów chroniących przed uszkodzeniem DNA oraz służących naprawie błędów powstałych podczas kopiowania, jednak czasami mechanizmy te zawodzą. Mutacje mogą się więc rozpowszechniać na komórki potomne w trakcie kolejnej replikacji. Mutacje pojawiające się w komórkach somatycznych nie są dziedziczone przez potomstwo powstające na drodze rozmnażania płciowego, ale mogą na przykład przyczyniać się do powstania chorób nowotworowych u osobników, u których wystąpiły. Jeśli mutacja zajdzie w DNA komórek rozrodczych, zostaje przekazana organizmom potomnym.

Polecenie 1

Wyjaśnij, dlaczego podczas prześwietlania zębów promieniami rentgenowskimi osłania się tułów fartuchem zatrzymującym to promieniowanie.

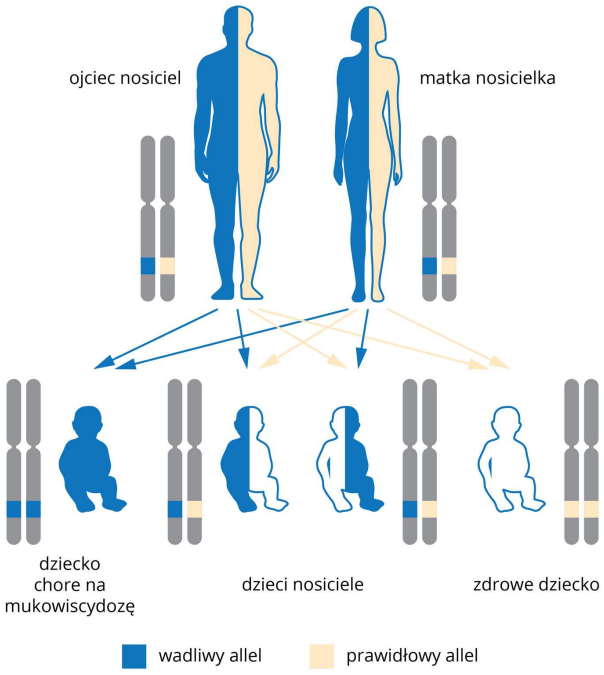
Ciekawostka

Do korzystnych mutacji, które zaszły w DNA człowieka i są dziedziczone z pokolenia na pokolenie, należy na przykład jedna z mutacji w genie *HMGA2* zwanym genem inteligencji, położonym na 12 chromosomie. Zwiększa ona nieznacznie masę mózgu i podnosi iloraz inteligencji osoby, u której występuje. Inna mutacja w tym samym genie może zwiększać ryzyko zachorowania na jeden z nowotworów i prawdopodobieństwo pojawienia się przerzutów. Z kolei osoby posiadające dwa zmutowane allele genu *CCR5*, zlokalizowanego na chromosomie 3, są odporne na wirusa HIV.

2. Choroby genetyczne człowieka spowodowane mutacjami genowymi

Większość chorób genetycznych jest wywołana mutacjami w pojedynczych genach. Zmutowany allel jest zwykle recesywny. Jeżeli występuje w populacji 1 raz na 100 alleli, to prawdopodobieństwo zachorowania na chorobę, którą on warunkuje, wynosi 1:10 000. Choroby genetyczne mają zwykle bardzo ciężki przebieg i są nieuleczalne. Medycyna potrafi jedynie łagodzić ich objawy.

Jedną z częściej występujących **chorób genetycznych recesywnych**, powodowanych mutacją genową, jest **mukowiscydoza**. Chorobę tę wywołuje mutacja w genie położonym na chromosomie 7. Mukowiscydoza polega na wytwarzaniu przez gruczoły wyścielające drogi oddechowe i układ pokarmowy zbyt gęstego śluzu. Ogromne ilości lepkiego śluzu utrudniają oddychanie i trawienie oraz ułatwiają rozwój chorobotwórczych bakterii. Znanych jest ponad 1600 różnych mutacji tego genu powodujących chorobę o różnym nasileniu.



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

Kolejną, często występującą chorobą genetyczną, spowodowaną mutacją recesywną, jest **fenyloketonuria**. Osoby chore na tę chorobę nie mają enzymu, który powinien rozkładać **fenyloalaninę**, aminokwas, którego nadmiar prowadzi do uszkodzenia układu nerwowego. Wczesne wykrycie choroby pozwala na dobranie odpowiedniej diety, ubogiej w fenyloalaninę, co ogranicza skutki choroby.

Źródło: Tomorrow sp.z o.o., Jared Tarbell (https://www.flickr.com), licencja: CC BY 3.0.

Polecenie 2

Przedstaw za pomocą krzyżówki genetycznej dziedziczenie fenyloketonurii.

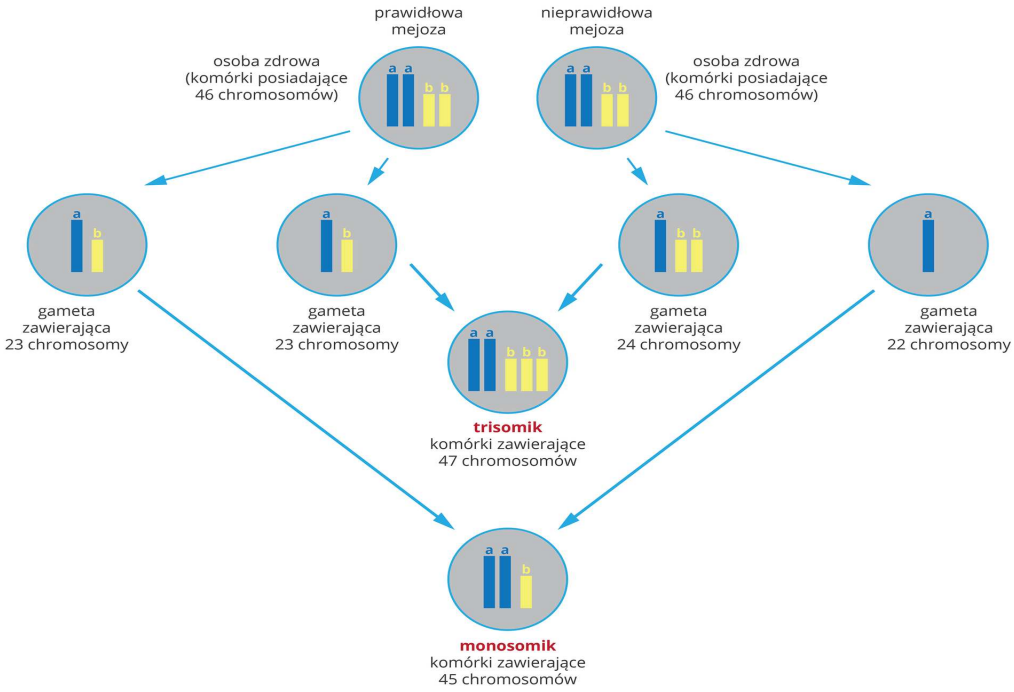
Ciekawostka

Anemia sierpowata jest chorobą wywołaną mutacją genu kodującego hemoglobinę, zlokalizowanego na 11 chromosomie. Wadliwa hemoglobina słabo łączy się z tlenem i nadaje erytrocytom charakterystyczny sierpowaty kształt. Homozygoty posiadające dwa zmutowane allele najczęściej wcześnie umierają. Choroba przekazywana jest przez heterozygoty. Osoby takie posiadają około 40% wadliwych erytrocytów, do których nie wnikają zarodźce malarii. Heterozygoty chronione są przed tą chorobą i pomimo dolegliwości spowodowanych anemią żyją statystycznie dłużej i są w lepszej kondycji fizycznej niż osoby chorujące na malarię.

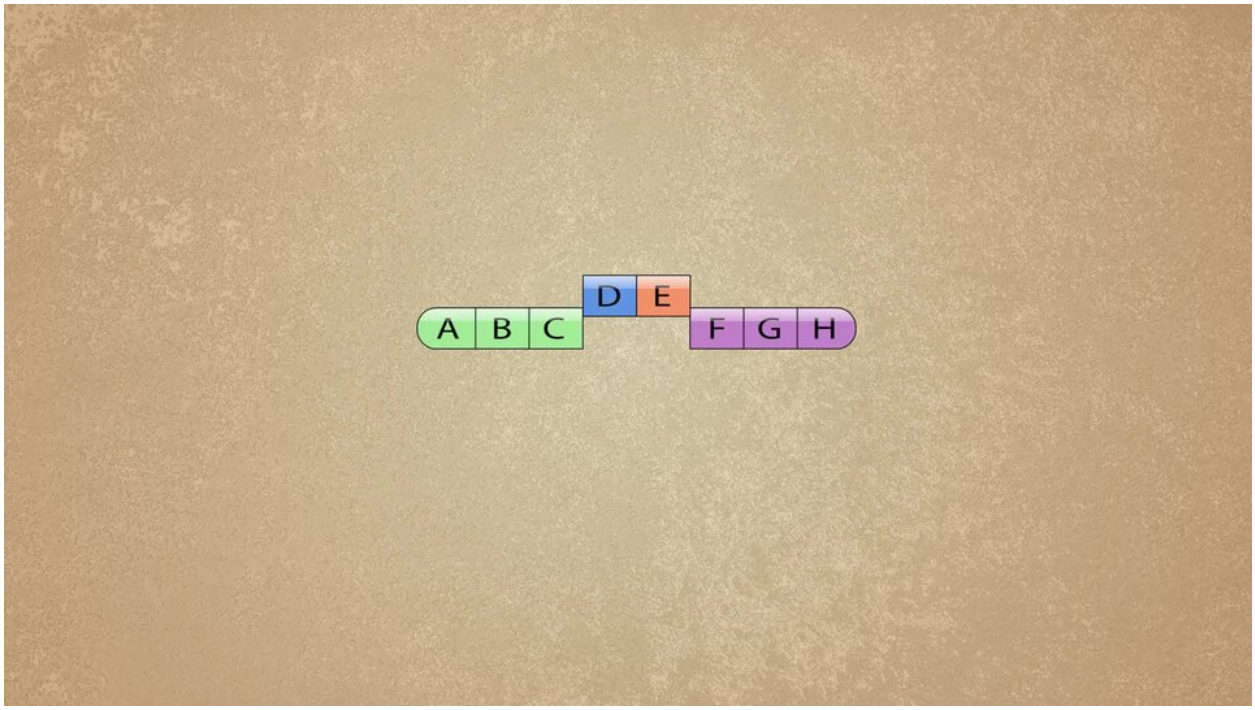
Źródło: Autor, licencja: CC BY 3.0.

3. Choroby genetyczne człowieka spowodowane mutacjami chromosomowymi

Mutacjami chromosomowymi nazywa się zmiany budowy pojedynczych chromosomów lub liczby chromosomów w komórce. Zwykle przyczyną takich mutacji jest nieprawidłowe rozchodzenie się chromosomów do gamet podczas podziału mejotycznego. Jeśli w trakcie mejozy chromosomy jednej z par nie rozdzielą się, lecz przemieszczą się do jednego z biegunów komórki, wówczas po podziale jedna z gamet otrzyma oba te chromosomy, a druga – żadnego z tej pary. W konsekwencji po zapłodnieniu takimi gametami może powstać osobnik zwany **trisomikiem**, który będzie miał trzy chromosomy tej pary (jeden z prawidłowej gamety i 2 z nieprawidłowej), lub **monosomik**, który ma tylko jeden chromosom z pary.



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Tomorrow sp.z o.o., licencja: CC BY 3.0.

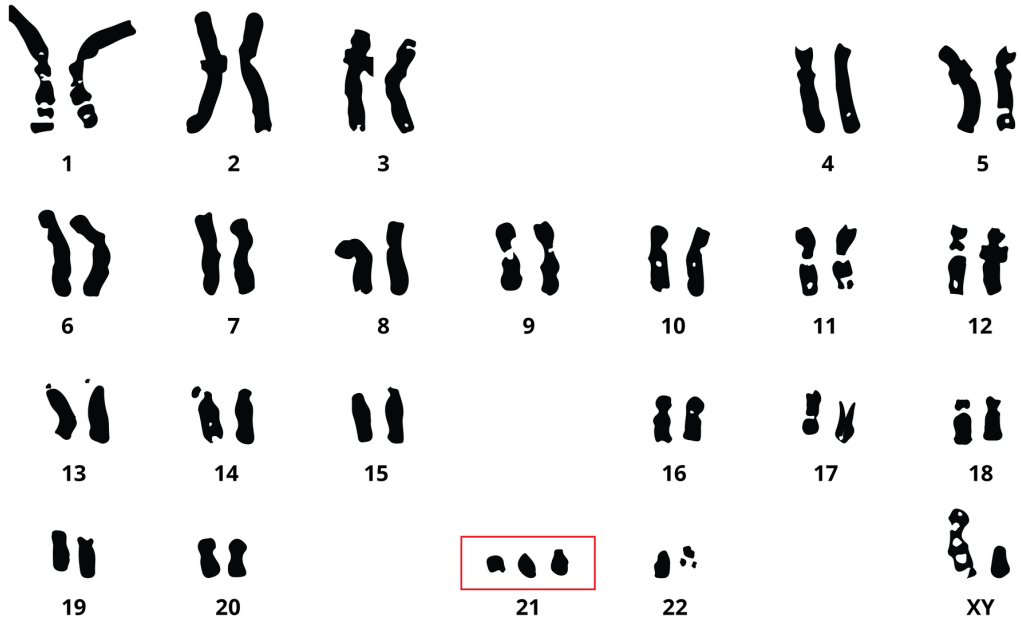
Prezentowana jest 1. obraz - Prawidłowy chromosom, 2. Prawidłowy chromosom - fragment CDE wypada z chromosomu, obraca się (widzimy -odcinek chromosomu EDC) -fragment EDC zostaje w stawiony do chromosomu w to samo miejsce, z którego został usunięty. 1. obraz - Prawidłowy chromosom, 3. obraz Duplikacja - Fragment DE podświetla się, ulega powieleniu, a chromosom wydłuża się. Dalej 1. obraz - Prawidłowy chromosom, kolejny obraz - Delecja. Fragment DE na chromosomie jest podświetlany

i usuwany poza chromosom. Następnie następuje przeniesienie wypadniętego fragmentu chromosomu, na koniec tego samego chromosomu, z którego został usunięty.

Większość zarodków obarczonych mutacjami chromosomowymi obumiera już na wczesnym etapie rozwoju. Tylko nieliczne mutacje chromosomowe nie są śmiertelne, zawsze jednak wywołują poważne choroby genetyczne

Warto wiedzieć

Przykładem choroby genetycznej człowieka, będącej następstwem mutacji chromosomowej, jest zespół Downa (czytaj: Dałna). Jest on wywołany obecnością dodatkowego chromosomu 21 lub jego części. Ryzyko urodzenia dziecka z zespołem Downa wzrasta wraz z wiekiem matki. U kobiet 20-25-letnich wynosi ono 1 na 1000 urodzin, a u 45-letnich wzrasta aż do 1 na 28 urodzeń. Choroba objawia się specyficznym wyglądem (m.in. krępą budową ciała, fałdem skórnym nad oczami), zwykle opóźnieniem w rozwoju umysłowym. Odpowiednia opieka bliskich i opieka lekarska od najmłodszych lat umożliwia osiągnięcie przez osoby z tą mutacją częściowej samodzielności w wieku dorosłym. Osoby z zespołem Downa mogą mieć zdrowe dzieci.



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

Ciekawostka

Stosunkowo najmniej zaburzeń niosą ze sobą mutacje chromosomowe w chromosomach płci, nie są też one zwykle groźne dla życia. Osoba z dwoma chromosomami X i jednym Y (XXY) jest bardzo wysokim mężczyzną, często niepłodnym, o niedorozwoju cech płciowych męskich (np. jąder), posiadającym pewne cechy żeńskie (np. kobiecą sylwetkę, brak owłosienia twarzy, skąpe owłosienie ciała). Osoba posiadająca jeden chromosomi płciowy (X0) jest kobietą bezpłodną w wyniku niedorozwoju jajników,

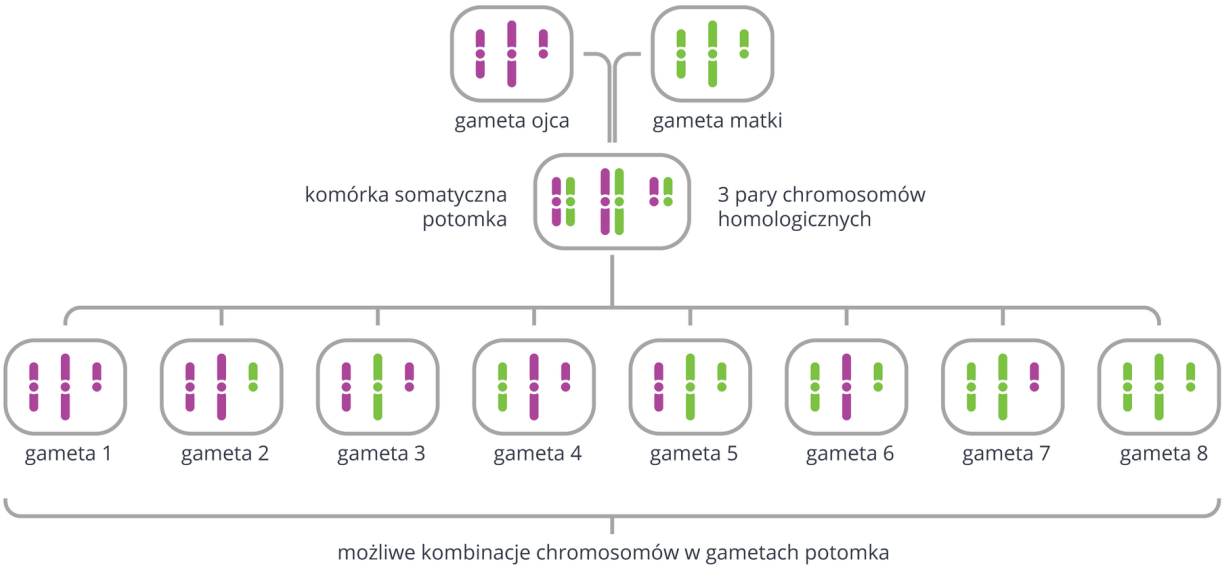
zwykle o bardzo niskim wzroście, krępej sylwetce, krótkiej szyi i obszernej klatce piersiowej.

4. Przyczyny i znaczenie zmienności genetycznej

Dzieci są podobne do rodziców. Rodzeństwo też ma wiele cech wspólnych. Oprócz podobieństw każdy członek rodziny ma indywidualne cechy, które nie pojawiają się wśród jego krewnych. Gdy obserwuje się całe populacje ludzkie, można zauważyć, że w obrębie niektórych z nich ludzie są do siebie bardziej podobni niż w innych. Na przykład populacją bardzo jednorodną są etniczni Szwedzi – zwykle wysocy, jasnowłosi, niebieskoocy. Każdy z nich ma też własne, niepowtarzalne cechy. Populacją znacznie bardziej zróżnicowaną niż szwedzka jest na przykład populacja mieszkańców Stanów Zjednoczonych Ameryki, którą utworzyli i rdzenni Amerykanie, i emigranci ze wszystkich kontynentów. To zróżnicowanie cech w obrębie populacji i szerzej – gatunku – określa się mianem **zmienności**. Zatem powiemy, że zmienność w populacji Szwedów jest mniejsza niż w populacji Amerykanów.

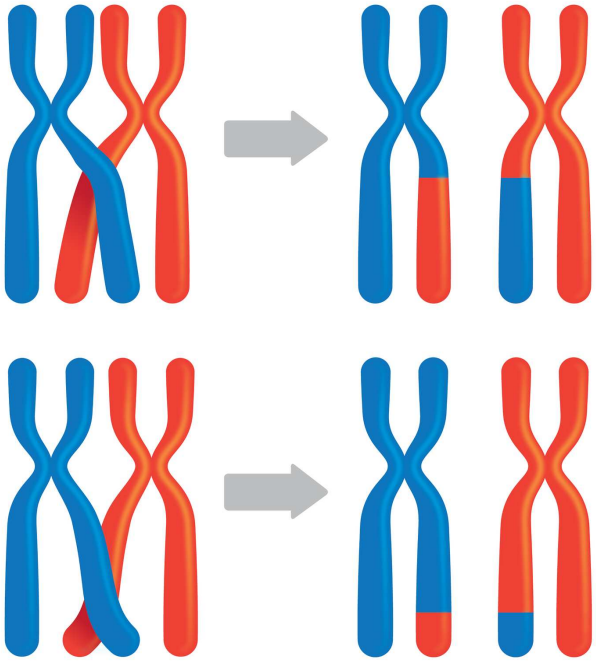
Istnieje kilka powodów, dla których nawet blisko spokrewnione organizmy wykazują zmienność genetyczną, czyli różnią się od siebie niektórymi cechami. Są to:

- **niezależne rozchodzenie się chromosomów do gamet**; weźmy pod uwagę tylko trzy pary chromosomów; podczas podziału mejotycznego powstają 4 gamety, ale możliwych kombinacji przydziału zaledwie 3 chromosomów jest 8; w przypadku ludzi, którzy mają po 23 pary chromosomów, teoretycznie każdy mężczyzna i każda kobieta mogą wytworzyć przeszło 8 mln rodzajów gamet;



Źródło: Anita Mowczan, licencja: CC BY 3.0.

- **rekombinacja genetyczna** mająca miejsce podczas podziału mejotycznego; polega ona na tym, że do gamet rozchodzą się chromosomy, które w obrębie par wymieniły się między sobą odcinkami chromatyd, więc różnią się od chromosomów poprzedniego pokolenia; taki proces wymiany fragmentów chromatyd zachodzi przy każdym podziale mejotycznym;



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

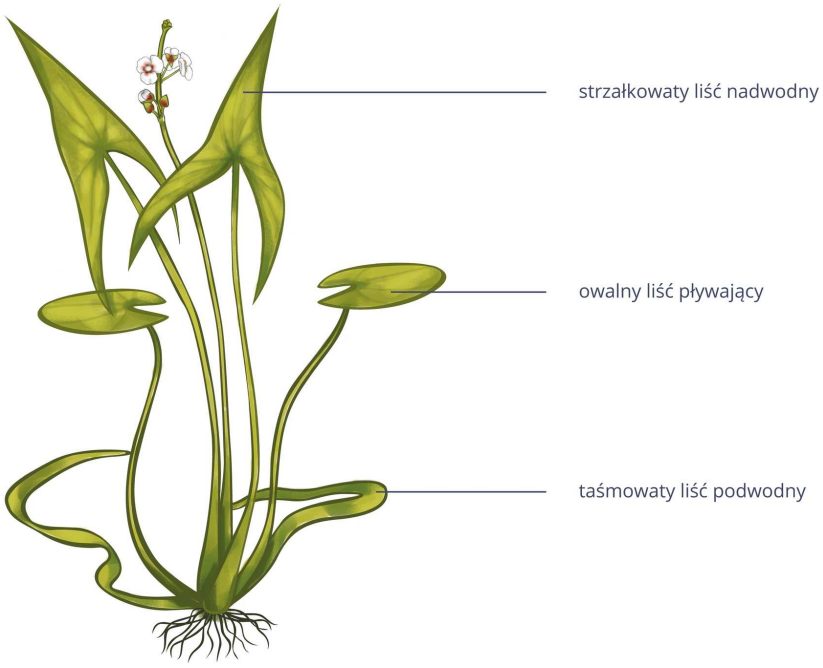
- **losowe łączenie się gamet**, przez co para rodziców może mieć potomstwo o różnych genotypach;
- **mutacje** zachodzące w komórkach płciowych.

Wszystkie różnice między osobnikami, pojawiające się z wymienionych wyżej powodów, nazywa się zmiennością genetyczną. Cechy podlegające zmienności genetycznej są dziedziczone. Dzięki zmienności osobniki tworzące gatunek różnią się od siebie. Ponieważ poszczególne osobniki mają odmienne cechy, szansa, że niektóre z tych osobników przetrwają zmieniające się warunki środowiska, jest większa, niż gdyby wszystkie osobniki były takie same. Osobniki lepiej dostosowane do nowych warunków przekazują swojemu potomstwu cechy, które pozwoliły im przetrwać. Dlatego, pomimo śmierci poszczególnych osobników, gatunek nadal istnieje.

5. Zmienność niedziedziczna

Oprócz zmienności genetycznej wyróżniamy także zmienność niedziedziczną, czyli środowiskową. Składają się na nią wszystkie zmiany zachodzące w fenotypie organizmu

podczas jego życia na skutek działania różnych czynników zewnętrznych. Powstałe w ten sposób cechy organizmu nie są przekazywane potomstwu. Przykładem zmienności środowiskowej jest zróżnicowanie kształtu liści strzałki wodnej. Czynnikiem, od którego zależy ten kształt, jest otaczające środowisko. Liście strzałki całkowicie zanurzone w wodzie są wstęgowate, a te, które są wynurzone – tylko strzałkowate. Po wysianiu nasion strzałki o liściach wstęgowatych otrzymamy potomstwo, które będzie miało liście albo wstęgowate, albo sercowate, albo strzałkowate, albo liście każdego rodzaju w zależności od głębokości zbiornika wody.



Źródło: Anita Mowczan, licencja: CC BY 3.0.

Ciekawostka

Przykładem zmienności środowiskowej jest liczba zębów u osób dorosłych. W zależności od higieny i diety jedne osoby zachowują wszystkie zęby do późnej starości, a inne tylko część z nich. Niezależnie od stanu uzębienia rodziców ich dzieci odziedziczą liczbę zębów charakterystyczną dla gatunku.

Polecenie 3

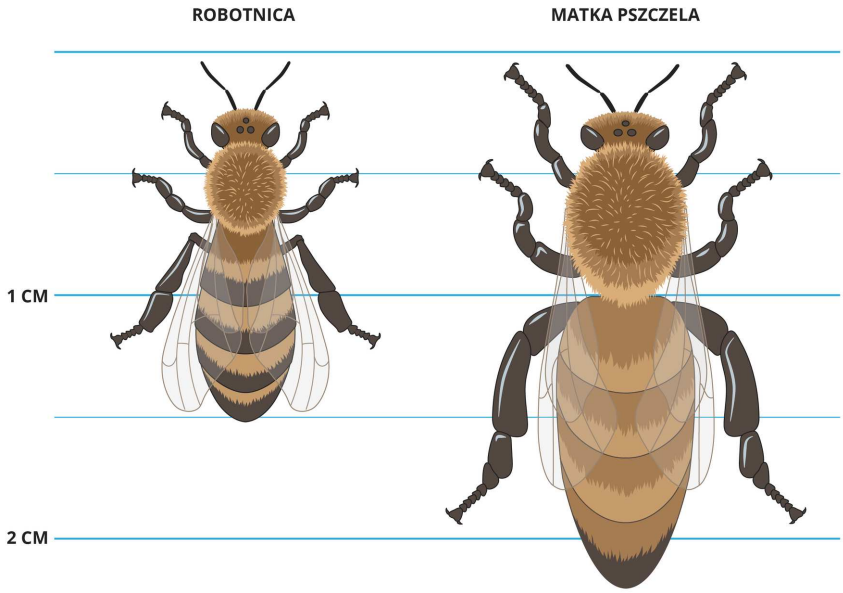
Odszukaj w dostępnych źródłach inne niż wymienione w podręczniku przykłady zmienności niedziedzicznej organizmów.

Wskazówka

Weź pod uwagę takie czynniki środowiska, jak: jakość i ilość pokarmu, zmiany temperatury, pH podłoża, wilgotności, nasłonecznienie.

Warto wiedzieć

W społeczeństwach pszczół z zapłodnionych jaj powstają albo niezdolne do rozrodu robotnice, albo królowe – samice zdolne do składania jaj. To, czy z jaja powstanie robotnica czy królowa, zależy od pokarmu, którym będzie karmiona larwa. Przyszła robotnica otrzymuje wydzielinę gruczołów ślinowych bogatą w białko tylko przez 3 dni, a przyszła królowa aż do przemiany w poczwarkę.



Źródło: Andrzej Bogusz, licencja: CC BY 3.0.

Słowniczek

dioksyny

związki chemiczne o działaniu mutagennymi i rakotwórczym; powstają głównie podczas spalania drewna, węgla, benzyny i innych substancji organicznych, w tym także odpadów komunalnych i przemysłowych, oraz podczas produkcji i przetwarzania metali

mutacja

nagła, trwała zmiana w informacji genetycznej organizmu, polegająca na zmianie struktury lub ilości materiału genetycznego

mutacja chromosomowa

jeden z typów mutacji; zmiana struktury lub liczby chromosomów, wywołująca dziedziczną zmianę cech organizmu

mutacja genowa

jeden z typów mutacji; polega na zmianie sekwencji nukleotydów w DNA, co może powodować powstanie nowych alleli genów

mutageny

czynniki powodujące mutacje, czyli zmiany w informacji genetycznej
zmienność genetyczna

naturalne różnice w sekwencji DNA występujące u osobników danego gatunku, będące wynikiem rozmnażania płciowego i mutacji
zmienność niedziedziczna

zróżnicowanie cech osobników jednej populacji zachodzące pod wpływem środowiska; nie jest dziedziczona

Podsumowanie

- Mutacje zmieniają informację genetyczną; mogą zachodzić spontanicznie jako błędy kopiowania DNA albo mogą być wywoływane przez różne czynniki mutagenne.
- Mutacje genowe zachodzą w pojedynczych genach i polegają na zmianach sekwencji nukleotydów w DNA.
- Mutacje chromosomowe to zmiany liczby lub struktury chromosomów.
- Do chorób wywoływanych przez mutacje genowe zalicza się mukowiscydozę i fenyloketonurię, choroby warunkowane przez allele recesywne oraz pląsawicę Huntingtona, warunkowaną allelem dominującym.
- Źródłem zmienności genetycznej jest proces tworzenia się gamet, losowe ich łączenie się ze sobą oraz mutacje.

Praca domowa

Polecenie 4.1

Wyjaśnij, od czego zależy zmienność genetyczna, i oceń jej biologiczne znaczenie.

Polecenie 4.2

Wyszukaj w dostępnych źródłach przykłady pokarmów, które mogą zawierać chemiczne czynniki mutagenne i rakotwórcze.

Zadania

Ćwiczenie 1

Połącz w pary nazwy chorób i opisy ich objawów.

mukowiscydoza

fenyloketonuria

zespół Downa

obumieranie komórek nerwowych na skutek kumulacji w organizmie toksycznego związku (białka lub aminokwasu)

krępa budowa ciała, charakterystyczny fałd skórny nad oczami

nadmierna produkcja lepkiego, gęstego śluzu w drogach oddechowych i układzie pokarmowym

Źródło: Katarzyna Lech, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Przyporządkuj wymienione poniżej czynniki mutagenne do odpowiednich kategorii.

mutagenne czynniki fizyczne

mutagenne czynniki chemiczne

mutagenne czynniki biologiczne

elementy niepasujące do żadnej kategorii

promieniowanie ultrafioletowe

substancje smoliste w dymie tytoniowym

fenyloalanina

grzyby pleśniowe

konserwanty

promieniowanie rentgenowskie

składniki spalin samochodowych

niektóre wirusy

związki chemiczne zawarte w przypalonych potrawach

składniki dymu używanego do wędzenia potraw

Źródło: Katarzyna Lech, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Wskaż mutacje genowe.

- [ ] wstawienie kilku nukleotydów do nici DNA
- [ ] wstawienie do chromosomu jego powielonego fragmentu
- [ ] usunięcie fragmentu chromosomu
- [ ] powielenie całego chromosomu
- [ ] zamiana fragmentu chromosomu na inny
- [ ] zamiana jednego nukleotydu na inny w nici DNA
- [ ] usunięcie nukleotydu z nici DNA

Źródło: Katarzyna Lech, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Oceń prawdziwość poniższych zdań i zaznacz odpowiedź Prawda lub Fałsz.

	Prawda	Fałsz
Mutacje są zawsze niekorzystne dla organizmu.	○	○
Mutacje przyczyniają się do zwiększenia różnorodności materiału genetycznego osobników populacji.	○	○
Mutacje zachodzą zawsze podczas mejozy.	○	○
Mutacje, które zaszły w komórkach somatycznych, nie są dziedziczone.	○	○
Wada genetyczna to cecha fenotypowa.	○	○

Źródło: Katarzyna Lech, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

Oceń prawdziwość poniższych zdań i zaznacz odpowiedź Prawda lub Fałsz.

	Prawda	Fałsz
Przykładem zmienności genetycznej jest występowanie w populacjach ludzkich alleli warunkujących grupy krwi.	◯	◯
Przykładem zmienności środowiskowej jest zmiana barwy skóry pod wpływem światła słonecznego.	◯	◯
Przykładem zmienności środowiskowej jest obecność w populacji ludzkiej genów warunkujących różną zawartość melaniny w skórze.	◯	◯
Barwa oczu jest uwarunkowana genetycznie.	◯	◯

Źródło: Katarzyna Lech, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 6

Źródło: Katarzyna Lech, licencja: CC BY 3.0.

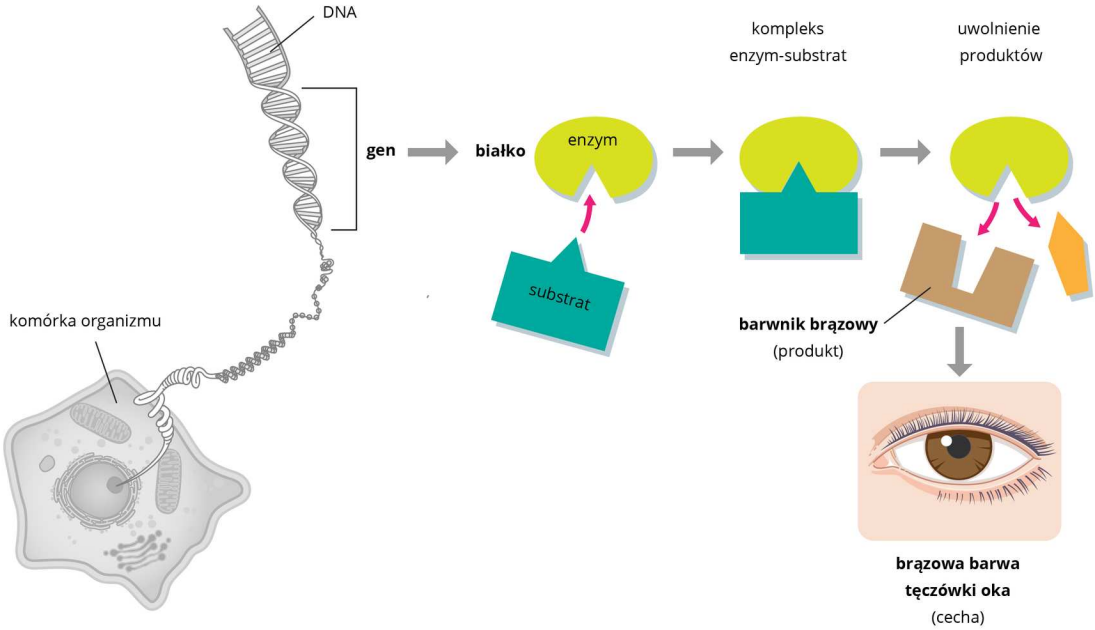
Istota dziedziczenia

Rolnicy i hodowcy od wieków obserwowali, że organizmy dziedziczą cechy swoich przodków. Dlatego wybiórczo krzyżowali ze sobą osobniki o pożądanych cechach i na ogół otrzymywali potomstwo, które spełniało ich potrzeby. Uzyskali w ten sposób nowe odmiany roślin i rasy zwierząt. Nie znali jednak mechanizmu dziedziczenia, który odkryto dopiero w XIX wieku. Dziś wiemy, że cechy organizmu zaprogramowane są w genach.

Owca brytyjskiej rasy romney z trojaczkami

1. Materiał genetyczny

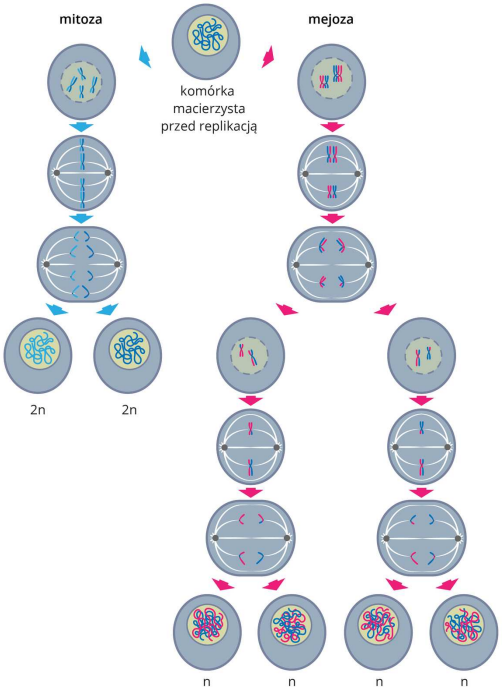
Każdy organizm zawiera ogromną ilość informacji genetycznej. Jest ona zapisana w materiale genetycznym – cząsteczkach kwasu deoksyrybonukleinowego – DNA. Jego fragmenty, geny, to podstawowe jednostki dziedziczenia. Składają się z wielu nukleotydów ułożonych w specyficznej kolejności. Jest w nich zakodowana informacja o kolejności aminokwasów w białkach, które odpowiadają za wykształcenie określonych cech organizmu.



Źródło: Andrzej Bogusz, licencja: CC BY 3.0.

2. Podziały komórkowe

Wszystkie komórki powstają na drodze podziału. W ten sposób są zastępowane zużyte struktury organizmu, realizowany jest wzrost organizmu, wytwarzane są gamety. Przed podziałem każdy chromosom w komórce podwaja się w wyniku procesu replikacji DNA, dzięki czemu komórki potomne otrzymują własne kopie DNA. Podział mejotyczny prowadzi do powstania gamet, a mitotyczny – wszystkich pozostałych typów komórek.



Źródło: Andrzej Bogusz, licencja: CC BY 3.0.

Porównanie mitozy i mejozy

Cechy komórek	Mitoza	Mejoza
Liczba komórek potomnych	2	4
Liczba chromosomów w komórkach potomnych	taka sama	zredukowana o połowę
Informacja genetyczna w komórkach potomnych	taka sama jak w komórkach macierzystych	inna niż w komórkach macierzystych (rekombinacja DNA)
Funkcje komórek	zwiększanie liczby komórek budujących ciało organizmu	powstawanie komórek płciowych (gamet)
	odtwarzanie zużytych i uszkodzonych tkanek	

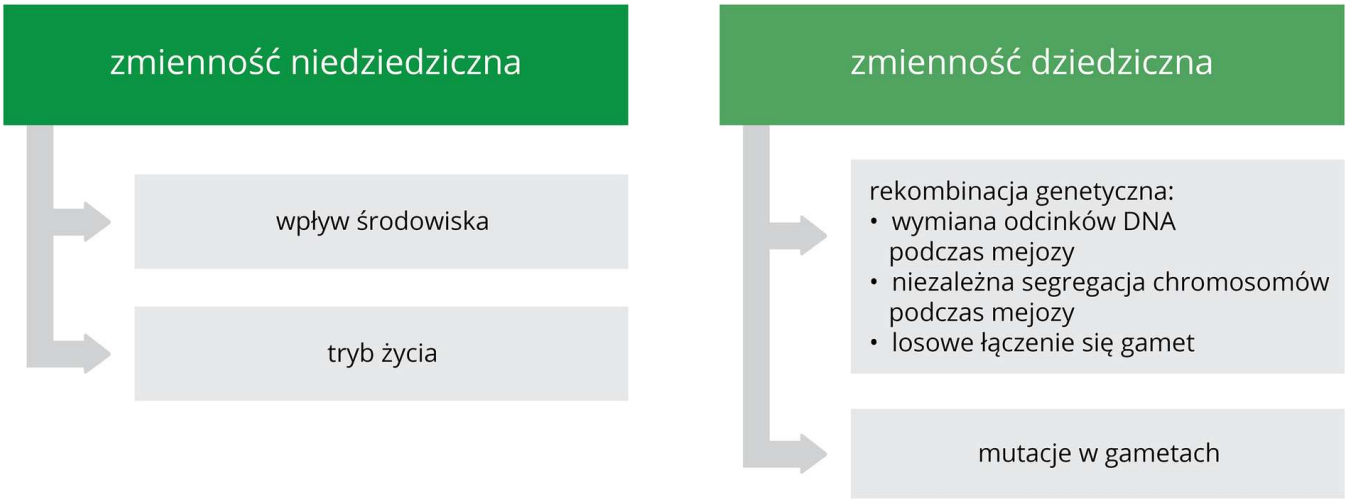
3. Skutki działania alleli

Potomek organizmów rozmnażających się płciowo jest podobny do swych rodziców, ale nie jest ich kopią. Niektóre cechy dziedziczy po matce, inne po ojcu. Dzieje się tak, ponieważ geny mogą występować w różnych wersjach i pozwalają na wykształcenie się alternatywnych cech u potomstwa.

Sposoby dziedziczenia cech

Typ dziedziczenia	Cechy dziedziczenia	Przykład
Dominacja zupełna	fenotyp heterozygoty jest taki sam jak homozygoty dominującej	dziedziczenie barwy kwiatów grochu, ciemnej barwy włosów u ludzi
Dominacja niezupełna	fenotyp heterozygoty ma cechy pośrednie między fenotypami homozygotycznymi	dziedziczenie barwy kwiatów dziwaczka

Typ dziedziczenia	Cechy dziedziczenia	Przykład
Dziedziczenie cech warunkowanych przez allele wielokrotne	allele dominujące są w stosunku do siebie równorzędne, tzn. ujawniają się w równym stopniu w fenotypie heterozygoty	dziedziczenie grup krwi u ludzi
Dziedziczenie wielogenowe	jedną cechę wyznacza kilka genów	dziedziczenie barwy skóry u ludzi
Dziedziczenie cech sprzężonych z płcią	gen warunkujący daną cechę znajduje się na chromosomie płci	dziedziczenie daltonizmu, hemofilii



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

Zadania

Pamiętam i rozumiem

Polecenie 1

Wyjaśnij, jakie biologiczne znaczenie ma redukcja liczby chromosomów podczas tworzenia się gamet.

Polecenie 2

Pewien gen wykazujący dominację zupełną oznaczono jako G. Zapisz genotypy osób, które ze względu na ten gen są homozygotami dominującymi, homozygotami recesywnymi i heterozygotami.

Polecenie 3

Czy mutacja, która zaszła w komórkach wątroby człowieka, będzie dziedziczona przez jego potomstwo? Uzasadnij swoją odpowiedź.

Polecenie 4

Przedstaw związek między nukleotydem a kodonem, kodonem a genem, genem a białkiem, białkiem a cechą organizmu.

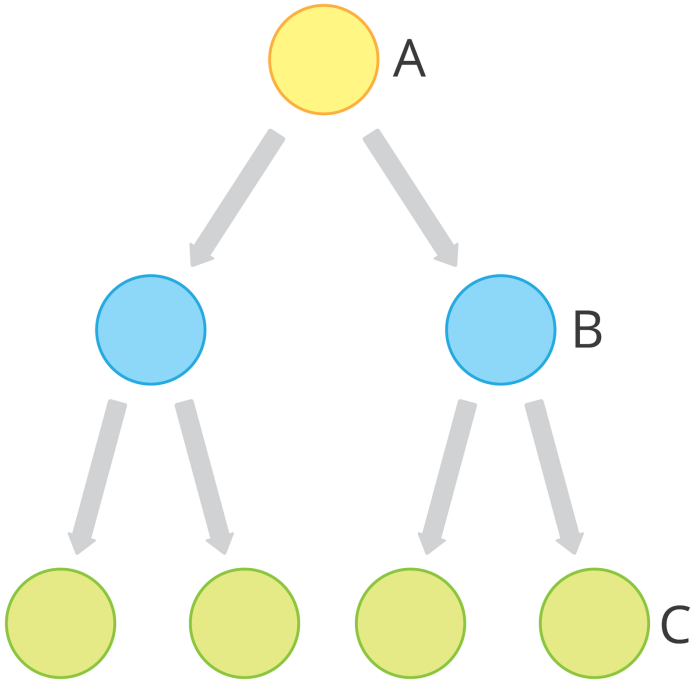
Polecenie 5

Wyjaśnij, dlaczego hemofilia występuje częściej u mężczyzn niż u kobiet.

Czytam i interpretuję

Polecenie 6

W organizmie mężczyzny podczas wytwarzania plemników zachodzi podział mejotyczny, ilustrowany poniższym schematem.



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

1. Określ liczbę chromosomów w komórkach A, B i C.

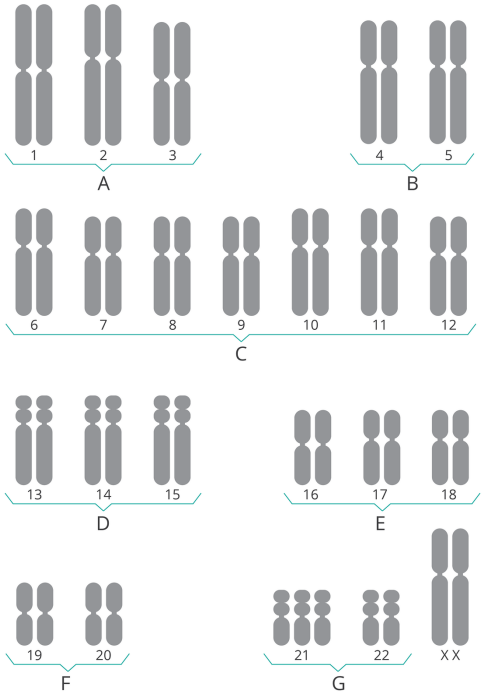
2. Wyjaśnij, czy procesowi mejozy towarzyszy replikacja DNA, a jeśli tak, to kiedy zachodzi.

Polecenie 7

*Korzystając z tabeli kodu genetycznego, zapisz sekwencję aminokwasów kodowanych przez następujące kodony: GATGTAGCGGGA.

Polecenie 8

Przeanalizuj przedstawiony poniżej kariotyp i wykonaj zadania.



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

1. Ustal, na czym polega wada genetyczna tej osoby.

2. Podaj nazwę choroby spowodowanej tą nieprawidłowością.

Polecenie 9

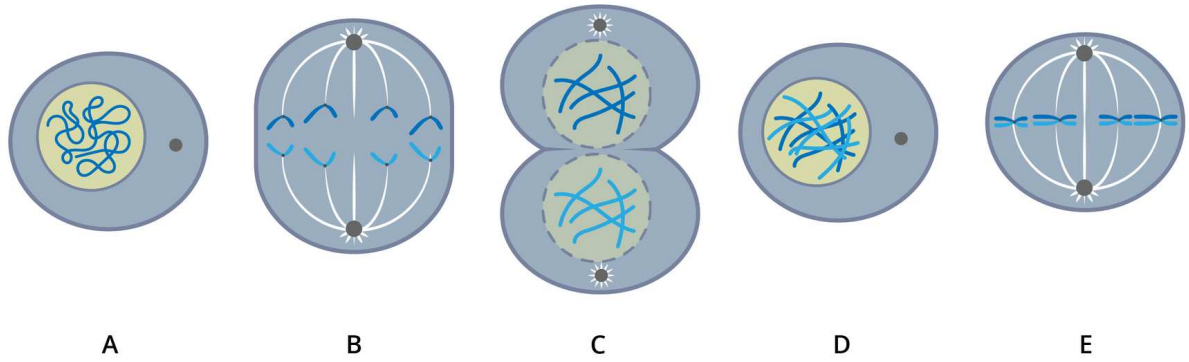
Przeczytaj opis wyglądu Wojtka. Wymień niedziedziczne cechy wyglądu chłopca.

Wojtek to wysoki chłopiec o falujących, kruczoczarnych włosach i pięknych niebieskich oczach. Na jego opalonym ramieniu widnieje blizna po skaleczeniu, a przedramię zdobi tatuaż, pamiątka z wakacji.

Rozwiązuję problemy

Polecenie 10

Ilustracja przedstawia fazy jednego z podziałów jądra komórkowego, ale w kolejności niezgodnej z jego przebiegiem.



Źródło: Andrzej Bogusz, licencja: CC BY 3.0.

1. Uporządkuj fazy podziału, rozpoczynając od najwcześniejszej.
2. Podaj nazwę tego podziału oraz cechę, która umożliwiła jego rozpoznanie
3. Wymień trzy przykłady komórek, które dzielą się w sposób przedstawiony na rysunku.

Polecenie 11

Ogrodnik ma w sprzedaży wyłącznie rośliny grochu o kwiatach czerwonych. Jedne z nich są homozygotami dominującymi (RR), inne heterozygotami (Rr). Jego klienci pytają głównie o rośliny biało kwitnące, które są homozygotami recesywnymi (rr).

1. Wyjaśnij, czy ogrodnik ma szansę na wyprodukowanie roślin o kwiatach białych, dysponując wyłącznie roślinami kwitnącymi na czerwono.
2. Opisz, jak można sprawdzić, które z roślin czerwono kwitnących są homozygotami, a które heterozygotami.

Polecenie 12

W rodzinie Kowalskich złożonej z rodziców i ich dwojga biologicznych dzieci każdy ma inną grupę krwi. Wyjaśnij, jak to jest możliwe. Podaj przykładowe genotypy i fenotypy członków tej rodziny.

Polecenie 13

Kobieta prawidłowo widząca kolory, której ojciec był daltonistą, wychodzi za mąż za daltonistę. Określ prawdopodobieństwo urodzenia przez nią dzieci nie wykazujących cech daltonizmu. Oddzielnie przedstaw je dla dziewcząt i chłopców.

Zadania zamknięte

Otwórz i wydrukuj załącznik.

Źródło: Alicja Kasińska, licencja: CC BY 3.0.

Projekt badawczy

Otwórz i wydrukuj załącznik.

Źródło: Alicja Kasińska, licencja: CC BY 3.0.

Organizmy i środowisko

Najnowsze odkrycia potwierdzają, że we Wszechświecie są tysiące planet podobnych do Ziemi. Czy, jeśli zamieszkują je organizmy, to przypominają ziemskie? Przykład naszej planety pokazuje, że ich budowa i czynności życiowe musiałyby wykazywać przystosowania do panujących tam warunków.

Ziemia – planeta, na której powstało życie

Już wiesz

- organizmy mają różne wymagania w stosunku do środowiska;
- organizmy przystosowane są do warunków, w jakich naturalnie występują.

Nauczysz się

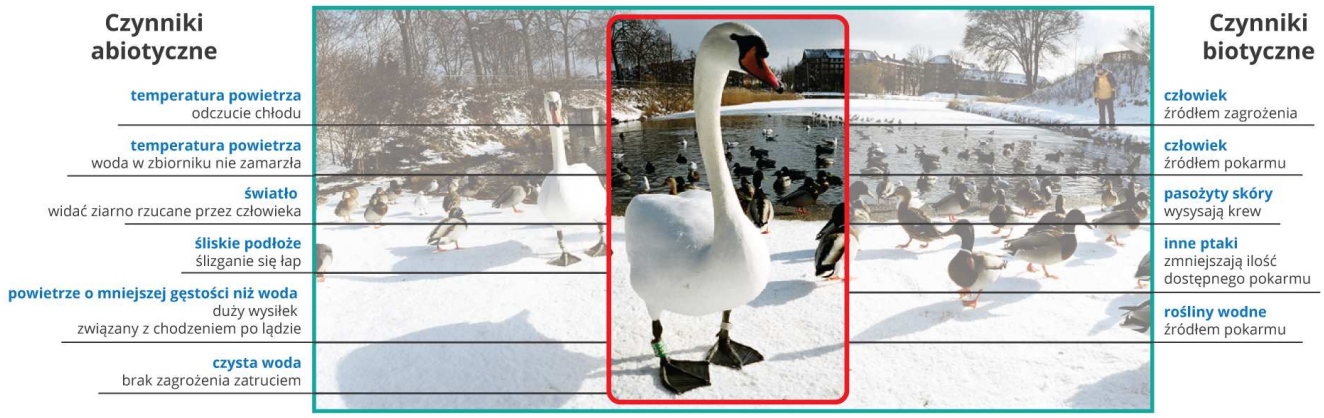
- rozróżniać biotyczne i abiotyczne czynniki środowiska;
- wymieniać czynniki abiotyczne i opisywać ich wpływ na organizmy;
- analizować budowę i tryb życia wybranego organizmu zwierzęcego i rozpoznawać jego przystosowania w budowie i zachowaniu do warunków życia.

1. Czynniki ekologiczne

Każdy gatunek rozwija się w określonych warunkach środowiska, kształtowanych przez wiele czynników zewnętrznych zwanych czynnikami ekologicznymi. Czynniki te stale się zmieniają, wskutek czego część osobników ginie, a te lepiej przystosowane do panujących aktualnie warunków przeżywają i rozmnażają się.

Czynniki ekologiczne można podzielić na biotyczne, czyli takie, których źródłem są współwystępujące na danym obszarze organizmy, oraz abiotyczne, wynikające z oddziaływania nieożywionych elementów środowiska. Do czynników biotycznych można zaliczyć m.in. dostępność pokarmu, obecność drapieżników, występowanie organizmów zapylających, tworzenie mikroklimatu charakterystycznego dla określonego zbiorowiska roślinnego, np. lasu. Do najważniejszych czynników abiotycznych należą dostępność tlenu, wody, światła oraz temperatura.

To, jakie czynniki ekologiczne i z jakim nasileniem wpływają na organizmy, zależy w dużej mierze od szerokości geograficznej, wysokości n.p.m., głębokości w przypadku zbiorników wodnych, odległości od morza, rodzaju ekosystemu.



Źródło: Dariusz Adryan, Stig Nygaard (https://www.flickr.com), Marc Davis (https://www.flickr.com), licencja: CC BY 3.0.

Polecenie 1

Niedźwiedź malajski jest najmniejszym z niedźwiedzi, osiąga rozmiary dużego psa. Ma krótkie, lśniące, przylegające do skóry gęste futro pozbawione skręconych włosów wełnistych. Jego stopy są nagie. Największym niedźwiedziem jest niedźwiedź polarny. Jest około 10 razy większy od malajskiego. Ma grube, gęste futro z silnie rozwiniętą warstwą wełnistą. Jego sierść jest bezbarwna lub żółtawa. Skóra tego niedźwiedzia jest czarna, a pod nią leży gruba warstwa tłuszczu. Jego stopy są mocno owłosione, a uszy krótkie, ukryte w futrze.

Źródło: Tomorrow Sp. z o. o., BirdPhotos.com (https://commons.wikimedia.org), Ansgar Walk (https://commons.wikimedia.org), licencja: CC BY-SA 2.5.

Wykaż na przykładzie obu gatunków niedźwiedzi związek pomiędzy ich środowiskiem życia a cechami budowy.

Wskazówka

Jaki klimat panuje w miejscach występowania obu gatunków niedźwiedzi? W jaki sposób opisane cechy budowy ułatwiają im przetrwanie w środowisku?

2. Woda a termoregulacja

Woda stanowi środowisko, w którym przebiegają wszystkie procesy życiowe komórki, jest więc absolutnie niezbędna dla każdego organizmu. U zwierząt lądowych zwykle stanowi około 60% masy ciała, a u roślin nawet do 90%. Utrata już 2% ilości wody powoduje zaburzenia funkcjonowania organizmu, a ubytek 10–15% w przypadku człowieka prowadzi

do śmierci. Stąd niezwykle istotne są przystosowania, dzięki którym organizm chroni się przed odwodnieniem.

> **Polecenie 2**
>
> Przypomnij sobie i wymień sposoby ochrony przed nadmierną utratą wody w przypadku żyjących na półpustyniach
>
> 1. roślin,
> 2. gadów,
> 3. wielbłądów.

> **Polecenie 3**
>
> Zanurz w wodzie dwa jednakowe ręczniki. Wykręć je jednakowo mocno. Jeden rozwieś rozkładając go na całą szerokość, a drugi złóż na cztery i zawieś w takiej postaci. Porównaj czas, po jakim oba ręczniki będą całkowicie suche. Wyjaśnij na tej podstawie związek pomiędzy powierzchnią ciała organizmu a tempem utraty wody.

Woda pomaga utrzymać właściwą temperaturę ciała dzięki temu, że ma duże ciepło parowania. Oznacza to, że cząsteczki wody, by oderwać się od powierzchni kropli, muszą pobrać z niej dużo energii, co obniża temperaturę. Człowiek poci się, by się ochłodzić. Inne ssaki, np. psy, mają skórę pozbawioną gruczołów potowych i dlatego odparowują wodę z błon śluzowych jamy gębowej (poprzez ziajanie).

Rośliny nieustannie odparowują wodę w procesie transpiracji – dzięki temu zjawisku nawet w upalny dzień trawa jest przyjemnie chłodna.

Źródło: Kevin (https://www.flickr.com), licencja: CC BY 2.0.

Jedną z najważniejszych właściwości fizycznych wody jej duża pojemność cieplna. Aby ogrzać wodę, trzeba dostarczyć jej dużo energii. W praktyce oznacza to, że woda podnosi swoją temperaturę wolniej niż powietrze, ale również wolniej stygnie. Dzięki temu zmiany temperatur w pobliżu zbiorników wodnych przebiegają stosunkowo łagodnie.
W przypadku dużych akwenów właściwość ta wpływa na klimat, który nad brzegiem mórz i oceanów jest łagodniejszy niż w głębi wielkich lądów. Termoregulacyjne właściwości wody wykorzystują zwierzęta, którym z powodu upału lub wyniku na przykład długotrwałego biegu grozi przegrzanie: chętnie wtedy zanurzają się w wodzie.

Doświadczenie 1

Problem badawczy

Które substancje chłodzą ciało?

Hipoteza

Zdolność do chłodzenia organizmu mają ciecze, które szybko parują.

Co będzie potrzebne

- twoja osoba,
- 3 pipetki (zakraplacze),
- niewielka ilość płynów o tej samej temperaturze: wody, spirytusu kosmetycznego, oleju.

Instrukcja

1. Umieść na przedramieniu w pewnej odległości od siebie po kropli wody, spirytusu, oleju.
2. Porównaj odczucia: w którym ze zwilżonych miejsc czujesz silniejszy chłód?
3. Zaczekaj, aż płyny wyparują i sformułuj wniosek.

Podsumowanie

Woda, najpowszechniejsza ciecz w przyrodzie, paruje stosunkowo szybko i dlatego ma swój udział w regulacji temperatury zarówno organizmów, jak i środowiska.

Polecenie 4

Analizując wynik doświadczenia, wyjaśnij, jakie ubrania powinniśmy nosić podczas upalnego lata – wykonane z przewiewnych tkanin, jak np. len, wełna i bawełna, czy nieprzepuszczających wilgoci tkanin poliestrowych? Uzasadnij swoją odpowiedź.

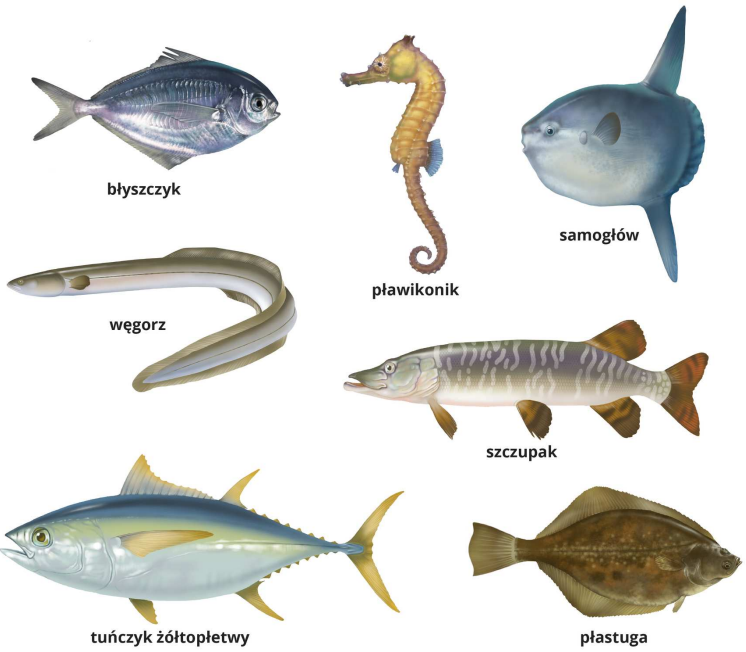
3. Woda jako środowisko życia

Dla części organizmów woda jest środowiskiem życia – tu oddychają, poruszają się w niej, poszukują pokarmu, partnerów lub kryjówek. Wiele z nich uwalnia do wody swoje gamety. Jaja do wody składają owady, których larwy żyją w wodzie, a także ryby i płazy.U niektórych grup roślin – np. paproci i mchów – zapłodnienie również zachodzi wyłącznie dzięki wodzie.

Źródło: USFWS - Pacific Region (https://www.flickr.com), licencja: CC BY 2.0.

Warunki życia w środowisku wodnym znacznie różnią się od tych na lądzie. Woda ma 900 razy większą **gęstość** w porównaniu z powietrzem, dlatego pokonywanie jej oporu podczas poruszania się jest dla organizmów prawdziwym wyzwaniem. Zwierzęta szybko pływające

posiadają opływowe, torpedowate kształty o gładkich powierzchniach. Pływają, odpychając się płetwami od gęstej, stawiającej opór wody. Te same właściwości wody powodują, że w jej toni swobodnie mogą unosić się mało aktywne organizmy, takie jak plankton czy glony. Duża **siła wyporu** wody sprawia, że na przykład ślimaki morskie mogą mieć masywne muszle i przemieszczać się z nimi bez wysiłku. Z tego też powodu ciała niektórych zwierząt wodnych pozbawionych szkieletu, np. meduz, mogą osiągać czasem duże rozmiary. Poza środowiskiem wodnym byłoby to niemożliwe, ponieważ ich delikatne ciała poza wodą samoistnie rozrywają się pod własnym ciężarem. Siła wyporu ma także wpływ na pokrój zanurzonych w niej roślin. Mają one wiotkie, elastyczne łodygi i plechy. Rośliny wodne, mimo że pozbawione tkanek wzmacniających, mogą dorastać do wielkich rozmiarów – znane są glony o długości 50 m.



Źródło: Andrzej Bogusz, licencja: CC BY 3.0.

Polecenie 5

Przeanalizuj wyposażenie pływaka zamierzającego pokonać Kanał La Manche i wyjaśnij, jakie cechy jego stroju ułatwią mu przemieszczanie się w wodzie.

Źródło: Tomorrow sp.z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Doświadczenie 2

Problem badawczy

Który ośrodek stawia większy opór poruszającym się obiektom – woda czy powietrze?

Hipoteza

Powietrze stawia mniejszy opór.

Co będzie potrzebne

- plastikowa deska do krojenia z wygodnym uchwytem;
- głęboka miska z wodą.

Instrukcja

1. Chwyć deskę do krojenia za uchwyt i pomachaj nią w powietrzu w taki sposób, aby jej płaska strona była skierowana prostopadle do kierunku ruchu.
2. Zanurz deskę w misce z wodą, a następnie powtórz wcześniejszą czynność.

Podsumowanie

Jeśli łatwiej jest ci poruszać deską w powietrzu niż w wodzie, oznacza to, że powietrze stawia mniejszy opór. Mimo to opór powietrza jest wystarczający, by utrzymać szybujące ptaki, latające lotem ślizgowym ryby (ptaszory), niektóre nadrzewne węże czy wiewiórki (polatuchy), a także nasiona i owoce roślin wiatrosiewnych.

Inną ważną dla organizmów cechą wody jest jej **przejrzystość**. Choć czysta woda jest bezbarwna, to w naturze rzadko taką spotykamy. Zazwyczaj w tej cieczy zawieszone są drobiny (szczątki organizmów, mikroorganizmy), które zmieniają jej barwę i ograniczają widzialność, a tym samym przenikanie światła do głębszych warstw zbiornika wodnego. Czysta woda także pochłania światło i uniemożliwia jego przenikanie na dużą głebokość. Dlatego w pozbawionych światła strefach zbiorników wodnych nie ma roślin, a zwierzęta wodne są krótkowzroczne – dobrze widzą tylko na niewielką odległość.

Szczególną cechą wody jest jej nietypowa **rozszerzalność cieplna**. Największą gęstość woda osiąga w temperaturze 4°C, natomiast zarówno powyżej, jak i poniżej tej temperatury jej gęstość jest mniejsza. Wskutek tej właściwości w głębokich zbiornikach podczas mroźnych zim woda o temperaturze 4°C gromadzi się na dnie, natomiast lód, mniej gęsty niż woda w stanie ciekłym, unosi się na ich powierzchni. Ryby, płazy i rośliny wodne mogą przetrwać ten niekorzystny dla siebie czas na dnie zbiorników.

4. Tlen

Zdecydowana większość organizmów żywych potrzebuje tlenu. Wyjątkiem są bakterie beztlenowe, niektóre grzyby oraz pasożytnicze bezkręgowce i pierwotniaki.

Jak ważny jest tlen, możemy wykazać na przykładzie człowieka. Zmniejszenie zawartości tego gazu w powietrzu z 21% do 17% powoduje trudności z oddychaniem, a spadek zawartości tlenu do 8% staje się przyczyną śmierci z powodu niedotlenienia. W wodzie tlenu jest znacznie mniej niż w powietrzu. Tlen rozpuszcza się w wodzie, ale to ile się go rozpuści zależy od temperatury i ciśnienia – więcej tlenu rozpuszcza się w wodzie zimnej oraz pod dużym ciśnieniem.

Tlen może przenikać do organizmów o niewielkich rozmiarach, takich jak np. pijawki, na drodze dyfuzji na głębokość około 0,5 cm. Takie organizmy, jeśli nie mają nieprzepuszczalnego dla tlenu pokrycia ciała, np. oskórka, nie muszą wytwarzać specjalnych narządów wymiany gazowej. Zastępuje je wilgotna i duża powierzchnia ciała. Większe zwierzęta potrzebują specjalnych powierzchni oddechowych, które występują w płucach lub skrzelach. W ich przypadku potrzebna jest jeszcze krążąca po organizmie krew, która dostarcza tlen tkankom położonym w głębi ciała, z dala od narządów oddechowych.

Rośliny również potrzebują tlenu – w dzień korzystają z tlenu wytworznego przez siebie w procesie fotosyntezy, nocą z tlenu zgromadzonego w przestworach międzykomórkowych lub pobieranego bezpośrednio w powietrza lub wody.

Źródło: Brian Gratwicke (https://www.flickr.com), licencja: CC BY 2.0.

Polecenie 6

Wyjaśnij, dlaczego

1. podczas urządzania akwarium przegotowana wcześniej woda powinna odstać się 2-3 dni zanim wpuścimy ryby;

2. podczas upałów w akwariach trzeba zwiększyć natlenianie wody.

5. Światło

Warunki świetlne zależą m.in. od szerokości geograficznej, pory roku i doby. W strefie umiarkowanych szerokości geograficznych długość dnia zmienia się w zależności od pory roku, w okolicach równika natomiast dzień i noc przez cały rok trwają zawsze po 12 godzin. Z kolei na szerokościach podbiegunowych występuje zjawisko dnia polarnego i nocy polarnej – Słońce za kołem polarnym może nie zachodzić przez 24 godziny. Szerokość geograficzna ma szczególne znaczenie dla roślin ze względu na ich brak mobilności i bezpośrednie uzależnienie od energii świetlnej. W klimacie równikowym, gdzie warunki świetlne nie zmieniają się cały rok, rośliny mogą bez przerwy kwitnąć i owocować – zdarza

się, że na jednym drzewie możemy znaleźć zarówno kwiaty w różnych stadiach rozwoju, dojrzałe i niedojrzałe owoce, jak i torebki nasienne. Z kolei w okolicach koła polarnego kwitnienie roślin i wydawanie nasion jest skoncentrowane w czasie lata trwającego tam kilka tygodni. W strefie podbiegunowej żyje niewiele roślin jednorocznych, zimujących w postaci nasion, a dużo bylin oraz drzew i krzewinek, które lepiej znoszą surowe warunki.

Polecenie 7

Zaobserwuj komosę i wymień jak najwięcej jej przystosowań do pobierania światła.

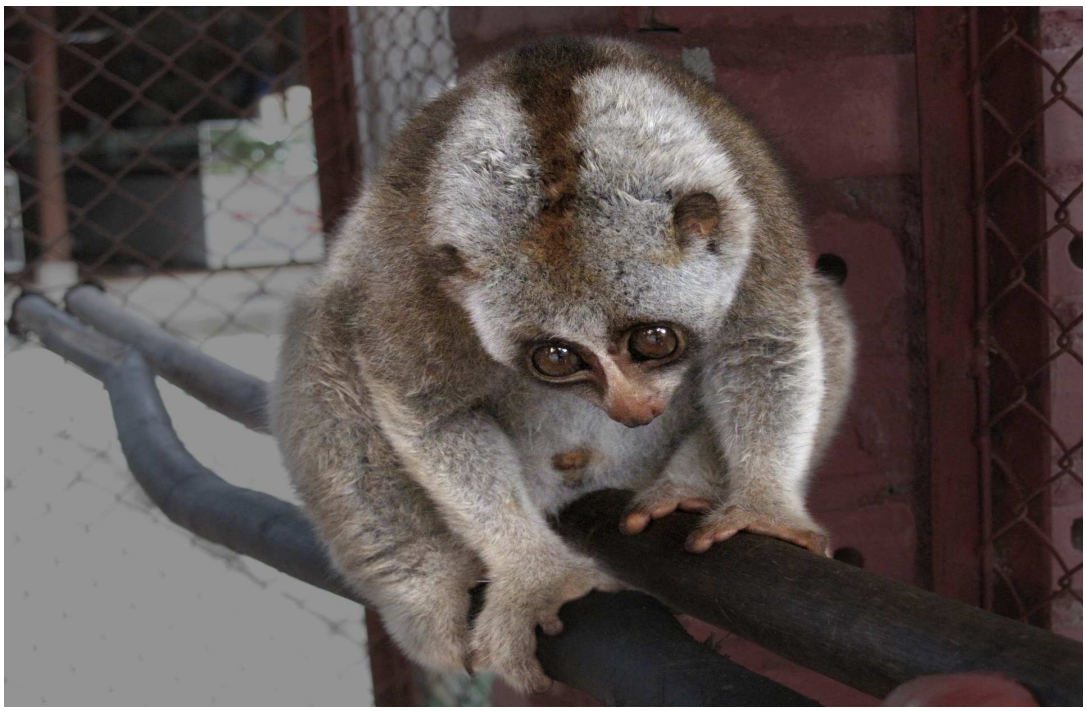
Źródło: Tomorrow Sp.z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Wskazówka

Przypomnij sobie tkankową budowę liścia. Czy fakt, że górna powierzchnia liścia komosy jest bardziej zielona niż spodnia, wynika z tkankowej budowy i ma związek z adaptacją do pobierania światła?

To, ile światła dociera do zwierząt, zależy m.in. od ich trybu życia – dziennego bądź nocnego. Część zwierząt bytuje w ciemnościach podziemnych korytarzy, jaskiniach lub morskich głębinach. Ponieważ w takich warunkach świetlnych wzrok nie jest bardzo przydatny, zwierzęta te mają dobrze wykształcone inne zmysły: narząd echolokacji, słuchu i węchu. Często mają bezbarwne ciała, ponieważ ani ich wrogowie, ani partnerzy nie mogą ich dostrzec wzrokiem. Zwierzęta, które żyją w środowiskach, gdzie dociera choć trochę światła, mają duże oczy, które pozwalają wychwycić jak najwięcej promieni. Dodatkowo

oczy tych zwierząt są często zaopatrzone w warstwę odbijającą światło. Przykładem zwierzęcia o takich oczach jest kot, częściowo prowadzący nocny tryb życia.



Źródło: snowflakegirl (https://www.flickr.com), licencja: CC BY 2.0.

> **Ciekawostka**
>
> W nadmiarze wszystko może być szkodliwe – nawet światło słoneczne. Podczas gdy my używamy kremów przeciwsłonecznych, aby chronić naszą skórę przed promieniowaniem UV, hipopotamy nilowe wydzielają przez skórę czerwonawą substancję, będącą doskonałym i naturalnym filtrem pochłaniającym promieniowanie ultrafioletowe.

6. Temperatura

Temperatura znacząco wpływa na aktywność organizmów. Enzymy i neuroprzekaźniki odpowiadające za reakcje biochemiczne w komórkach najsprawniej działają w ściśle określonym przedziale temperatur. Zatem, by organizmy mogły wykonywać wszystkie czynności życiowe, temperatura musi być odpowiednia. Doskonale widać to na przykładzie zwierząt zmiennocieplnych, takich jak gady i płazy, które, zwykle szybkie i aktywne w wysokich temperaturach, stają się ospałe i apatyczne w chłodne dni. To dlatego tak niewiele zwierząt z tych gromad występuje w dużych szerokościach geograficznych.

> **Polecenie 8**
>
> Szybko psującą się żywność, np. szynkę w plasterkach, przechowujemy w lodówce. Wyjaśnij, dlaczego bakterie i grzyby obecne na powierzchni szynki znacznie szybciej powodują jej psucie się w temperaturze pokojowej niż w lodówce.

W środowisku wodnym wahania temperatury nie są duże. Inaczej jest na lądzie: skrajnie niskie lub bardzo wysokie temperatury mogą prowadzić do odwodnienia i przegrzania lub do zamarzania wody w tkankach, wskutek czego kryształki lodu mogą uszkadzać błony komórkowe. Te efekty działania skrajnych temperatur mogą być dla organizmów zabójcze. By przetrwać niekorzystne warunki, wiele zwierząt zapada w sen zimowy (hibernacja) lub sen letni (estywacja). Zjawiska te nie różnią się od siebie pod względem fizjologicznym i polegają na znaczącym spowolnieniu funkcji życiowych organizmu. Zwierzęta zwalniają akcję serca, metabolizm, częstotliwość oddechów. Przebywając w tym stanie, nie poruszają się, więc zużywają mało zapasów energetycznych i tlenu. Jest to strategia obliczona na przetrwanie w warunkach braku pożywienia czy wody (pośrednio związanym ze zbyt niską lub zbyt wysoką temperaturą).

Również rośliny, aby przetrwać niekorzystne dla siebie okresy zbyt wysokich lub zbyt niskich temperatur, wykształciły wiele przystosowań. Rośliny chronią się przed mrozem, wykorzystując izolację cieplną (gruba kora drzew, liście osłaniające młode pąki wiosną, zimowanie pod ziemią w przypadku bylin), a także wykształcając mechanizmy zapobiegające zamarzaniu wody w komórkach (zwiększone stężenie glukozy w soku komórkowym). Przed zbyt wysoką temperaturą rośliny może ochraniać warstwa izolacyjna (jak kora drzew), mechanizmy odbijające światło słonneczne (np. woskowane liście roślin tropikalnych), zwiększenie transpiracji czy czynne reakcje w postaci odwracania lub zwijania liści. Niezwykle odporne na zmiany temperatury są przetrwalne formy roślin – nasiona.

> **Polecenie 9**
>
> Sprawdź, ile czasu potrzeba, żeby zamrozić plasterek parówki, a ile trwa zamrożenie całej kiełbaski. Po zamrożeniu wyjmij je z zamrażarki i porównaj, ile czasu potrzeba by rozmrozić plasterek i całą parówkę. Na tej podstawie wyjaśnij, jakie znaczenie mają rozmiary zwierząt dla utrzymania stałej temperatury ciała.

Zbyt niska lub zbyt wysoka temperatura sprawiają, że organizmom zaczyna brakować wody i pożywienia. Dlatego niektóre zwierzęta podejmują dwa razy do roku wędrówki migracyjne, polegające na przemieszczaniu się w cieplejsze lub chłodniejsze rejony globu. Sygnałem do podjęcia wędrówek (lub zapadnięcia w sen zimowy lub letni) jest jednak nie tylko temperatura, ale i długość dnia. Najbardziej znane i widowiskowe są migracje ptaków,

które przemieszczają się w stadach liczących nawet dziesiątki tysięcy osobników.
W naszym klimacie odlatują na zimę głównie drobne ptaki owadożerne mające ogromne zapotrzebowanie energetyczne w stosunku do masy ciała. Z kolei zimę spędzają u nas ptaki roślinożerne, jak gile, jemiołuszki i jery, oraz drapieżny myszołów włochaty. Niezwykłym przykładem migrującego ptaka jest szlamnik, który potrafi przelecieć ponad 11 tys. km bez lądowania.

Polecenie 10

Sikora, by przetrwać mroźną zimę, musi codziennie zjeść tyle pokarmu, ile sama waży. Zapotrzebowanie rysia na pokarm to 10-15% masy ciała. Wyjaśnij, z czego wynika ta różnica.

Ciekawostka

Występująca w Ameryce Południowej żaba leśna zimą częściowo zamarza. Jej komórki nie zostają jednak uszkodzone, ponieważ wysokie stężenie glukozy we krwi utrzymuje wodę w komórkach w stanie ciekłym mimo mrozu. Ponadto najważniejsze organy wewnętrzne żaby są chronione warstwą tłuszczu.

Ciekawostka

Co roku w Ameryce Północnej odbywają się fascynujące migracje motyli. We wrześniu miliony tych owadów opuszczają Kanadę i kierują się w stronę oddalonego o niemal 3 tys. km Meksyku. Żaden z nich jednak nie ma szans tam dotrzeć. Te delikatne owady żyją zaledwie kilka tygodni, więc ich migracja obejmuje aż 5 pokoleń. Potomkowie osobników wyruszających z Kanady docierają do Meksyku na przełomie stycznia i lutego, a spektakl przelotu przyciąga wielu widzów do Rezerwatu Motyli Królewskich Mariposa Monarca w El Rosario, w środkowym Meksyku.

Źródło: Luna sin estrellas (https://www.flickr.com), licencja: CC BY 2.0.

Podsumowanie

- Na organizmy mają wpływ czynniki biotyczne, których źródłem są inne organizmy, i czynniki abiotyczne – oddziaływania nieożywionego środowiska przyrodniczego.
- Woda, dzięki powszechności w przyrodzie, zdolności do parowania i gromadzenia energii, jest ważnym czynnikiem łagodzącym zmiany temperatury środowiska i umożliwiającym utrzymanie stałej ciepłoty ciała przez organizmy stałocieplne.
- Woda, dzięki sile wyporu, podtrzymuje organizmy wodne; z powodu dużej gęstości zwierzęta sprawnie pływające muszą mieć opływowy kształt ciała.
- Do pobierania tlenu zwierzętom potrzebne są powierzchnie oddechowe w postaci przepuszczalnej powłoki ciała, skrzeli, płuc.
- Światło słoneczne wyznacza organizmom rytm dobowy i roczny, umożliwia orientację w otoczeniu.
- Temperatura otoczenia wpływa na aktywność organizmów.

Praca domowa

Polecenie 11.1

1. Wyszukaj w najbliższej okolicy roślinę, która jest w złej kondycji. Zaobserwuj ją oraz jej otoczenie i wymień czynniki, które mogą mieć negatywny i pozytywny wpływ na stan tego organizmu. Czynniki podziel na biotyczne i abiotyczne.

Polecenie 11.2

2. Wymień przystosowania twojego organizmu do:

1. pobierania tlenu;
2. ochrony przed nadmierną utratą wody podczas upału;
3. zapobiegania wychłodzeniu w czasie mrozu.

Słowniczek

ciepło parowania

ilość energii potrzebnej do odparowania jednostki masy danej substancji

czynniki abiotyczne

czynniki ekologiczne związane z fizycznymi i chemicznymi warunkami środowiska, np. temperatura, wilgotność gleby

czynniki biotyczne

czynniki ekologiczne związane z oddziaływaniem innych organizmów, np. oddziaływanie pasożytów, obfitość lub brak pokarmu

czynniki ekologiczne

warunki środowiska mające wpływ na rozwój i rozmieszczenie organizmów

pojemność cieplna

ilość ciepła niezbędnego do podwyższenia temperatury substancji o jednostkę temperatury (np. o 1°C)

sen letni

inaczej estywacja; spowolnienie procesów życiowych w okresie letnim, mające na celu ograniczenie zapotrzebowania na wodę i pokarm, których brakuje z powodu wysokich

temperatur

sen zimowy

inaczej hibernacja; spowolnienie procesów życiowych w okresie zimowym, mające na celu ograniczenie zapotrzebowania na wodę i pokarm, których brakuje z powodu niskich temperatur

wędrówki migracyjne

wędrówki powtarzane w stałym cyklu rocznym podejmowane przez niektóre zwierzęta w poszukiwaniu pokarmu

Zadania

Ćwiczenie 1

Żołędzie dębu skiełkowały, a siewki stanowią obecnie składnik runa leśnego. Podziel działające na nie czynniki na biotyczne i abiotyczne.

abiotyczne

biotyczne

- ilość tlenu w powietrzu
- wilgotność gleby
- żerowanie gąsienic na liściach
- zadeptywanie przez ludzi i zwierzęta
- zgryzanie przez sarny i jelenie
- zawartość soli mineralnych w glebie
- nasłonecznienie
- temperatura powietrza
- obecność innych siewek w pobliżu

Źródło: Barbara Szydzik, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Uzupełnij luki w tekście odpowiednimi wyrazami.

W Polsce występuje wiele zwierząt aktywnych nocą, czyli prowadzących nocny _____ życia.

Należą do nich m.in. nietoperze, które posługują się zmysłem _____.

Aby z niego korzystać, muszą mieć doskonały _____.

Inny gatunek posługujący się tym zmysłem to na przykład _____, jedyny waleń żyjący w Bałtyku.

słuch | styl | wzroku | delfin | echolokacji | lis | morświn | tryb

Źródło: Barbara Szydzik, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Nasilenie czynników abiotycznych wpływających na organizmy zależy w dużej mierze od miejsca ich występowania. Dopasuj wartość natężenia czynników abiotycznych do cech organizmów występujących w określonych warunkach środowiskowych.

duża wilgotność powietrza	obecność grubej tkanki podskórnej
silne nasłonecznienie	gruba skórka liści
mała zawartość tlenu w powietrzu na wysokości 4 tys. m n.p.m.	cienka skórka liści
niska temperatura	duża zawartość hemoglobiny we krwi Nepalczyków

Źródło: Barbara Szydzik, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Wiele zwierząt chłodzi organizmy poprzez odparowanie pewnej ilości wody, np. ziejąc lub pocąc się. Taki sposób termoregulacji może w bezpośredniej konsekwencji prowadzić do:

- ◯ zwiększenia ilości wydalanego moczu.
- ◯ wykształcenia grubej, nieprzepuszczającej wody skóry.
- ◯ nadmiernego schłodzenia organizmu.
- ◯ odwodnienia organizmu.

Źródło: Barbara Szydzik, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

Na łące żyje wiele nornic. Podziel działające na nie czynniki na biotyczne i abiotyczne.

abiotyczne

biotyczne

- liczba nornic na danym terenie
- grubość pokrywy śnieżnej
- obecność bocianów
- ilość kryjówek
- twardość gleby
- dostępność wody
- ilość nasion traw
- wilgotność gleby
- ilość dżdżownic w glebie
- obecność zdziczałych kotów

Źródło: Barbara Szydzik <Barbara.szydzik@up.wroc.pl>, licencja: CC BY 3.0.

Zjadający i zjadani

Drapieżniki i ich ofiary uczestniczą w stałej relacji, którą można przyrównać do wyścigu zbrojeń. Jedne doskonalą szybkość ucieczki i sposoby ukrycia się, drugie skuteczność polowania.

Pająk i jego dużo większa ofiara

Już wiesz

- pokarm pobierany przez zwierzęta dostarcza im składników do budowy i funkcjonowania organizmu oraz energii niezbędnej do wykonywania czynności życiowych;
- przystosowania do trybu życia dotyczą cech budowy, funkcjonowania organizmu i sposobów zachowania się.

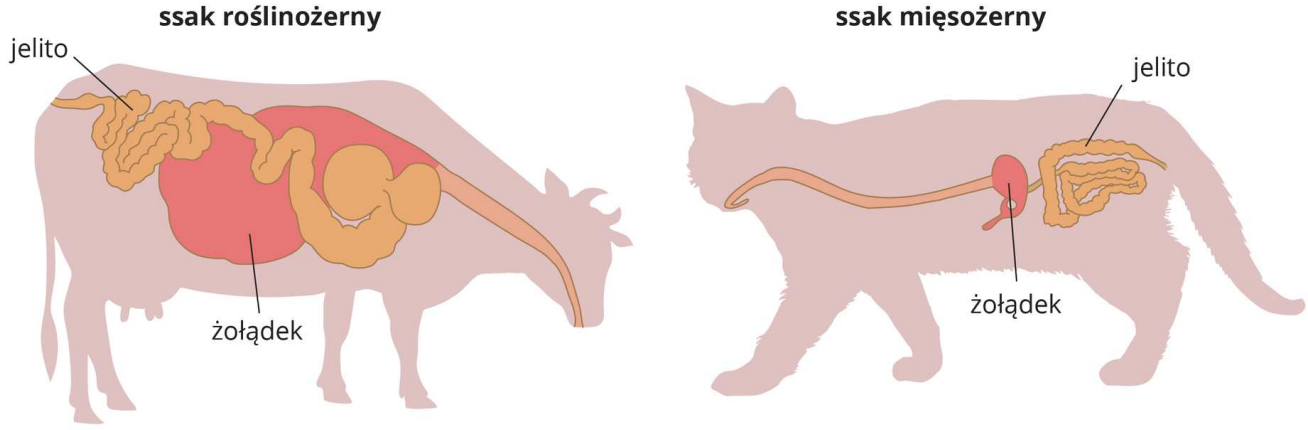
Nauczysz się

- rozpoznawać i omawiać przystosowania zwierząt do zdobywania pokarmu;
- wyjaśniać, od czego zależy liczba drapieżników i ich ofiar w ekosystemie;
- wskazywać cechy będące przystosowaniami do obrony przed drapieżnikami;
- wyjaśniać zależność pomiędzy rodzajem pokarmu (roślinnym, zwierzęcym), a budową układu pokarmowego
- podawać przykłady i rozpoznawać cechy roślin będące przystosowaniami do obrony przed roślinożercami.

1. Roślinożercy

Dla roślinożerców źródłem pożywienia są rośliny. Wśród roślinożerców jest wiele owadów. Należy do nich też część ryb, ptaków i ssaków, głównie kopytnych. Co ciekawe, wśród płazów prawie nie ma gatunków roślinożernych, rzadko też spotykane są gady roślinożerne. Pobieranie pokarmu pochodzenia roślinnego wymaga odpowiednich przystosowań (adaptacji).

Przystosowania do pobierania pokarmu roślinnego można prześledzić na przykładzie ssaków roślinożernych. Pokarm roślinny jest stosunkowo łatwy do zdobycia, ale trudny do strawienia. Głównym jego składnikiem jest celuloza (wielocukier budujący ściany komórkowe komórek roślinnych), której ssaki nie potrafią rozłożyć, ponieważ brakuje im odpowiednich enzymów trawiennych. Porcja pokarmu roślinnego dostarcza znacznie mniej energii w porównaniu z taką samą porcją pokarmu pochodzenia zwierzęcego. Z tego powodu roślinożercy pasą się całymi dniami i mają długi, rozbudowany przewód pokarmowy, w którym pożywienie może długo przebywać i długo podlegać trawieniu. Przystosowanie do odżywiania się pokarmem roślinnym uwidacznia się w budowie tych zwierząt. Mają zwykle duże brzuchy, ponieważ musi się w nich znaleźć miejsce na bardzo długie jelita.



Źródło: Andrzej Bogusz, licencja: CC BY 3.0.

Polecenie 1

Wyjaśnij, dlaczego długie przebywanie pokarmu w układzie pokarmowym umożliwia jego dokładniejsze trawienie.

Duży słoń afrykański spożywa dziennie około 200 kg trawy, liści, drobnych gałązek i owoców. Z tego prawie połowa zostaje usunięta z odchodami. Żyrafa pobiera podobny pokarm, ale w stosunku do masy ciała zjada go 10 razy mniej niż słoń. Dzieje się tak, ponieważ żyrafa jest przeżuwaczem, a trawienie ułatwiają jej mikroorganizmy znajdujące się w jej żołądku. Dzięki nim żyrafa lepiej wykorzystuje swoje pożywienie.

Ciekawostka

> Jednym ze zwierząt, które potrafi samodzielnie strawić celulozę, jest rybik. Zwierzęta, które jej nie trawią i nie wykorzystują, wydalają ją wraz z odchodami. To dlatego odchody koni wykorzystuje się do hodowli pieczarek, które żywią się celulozą. A odchody słonia, które składają się w znacznej mierze z czystej celulozy, mogą być wykorzystywane na przykład do produkcji papieru.

2. Przystosowania do roślinożerności

Twardy roślinny pokarm wymaga od owadów posiadania narządów gębowych typu gryzącego zdolnych do odcinania liści, drążenia drewna, wyjadania owoców. Narządy te mają szerokie i płaskie krawędzie podobne do nożyc.

Ptaki roślinożerne mają duże zapotrzebowanie energetyczne, dlatego żywią się głównie owocami lub nasionami. Zwykle mają grube, mocne dzioby. Mierzący zaledwie 18 cm i ważący 5 dag grubodziób potrafi miażdżyć dziobem nasiona buka, pestki owoców i orzechy leszczyny. Krzyżodziób posiada skrzyżowane szczęki, które wyspecjalizowane są w wydobywaniu nasion z szyszek. Koliber, który żywi się płynnym nektarem kwiatów, posiada natomiast dziób długi, wąski i stosunkowo miękki.

Źródło: Russ (https://www.flickr.com), licencja: CC BY 2.0.

Źródło: Mario Quevedo (https://www.flickr.com), licencja: CC BY 2.0.

Źródło: Sascha Kohlmann (https://www.flickr.com), licencja: CC BY-SA 2.0.

U ssaków przystosowania do pobierania pokarmu roślinnego widoczne są w budowie zębów. Przednie zęby ssaków żywiących się trawą są łopatowate i ułożone w jednej linii, dzięku czemu tworzą ostrą krawędź tnącą. Tylne zęby z kolei są szerokie i mają płaską koronę, pokrytą ostrymi fałdami przypominającymi tarkę. Służą do rozcierania pokarmu. Zęby trawożerców zużywają się z czasem i ścierają nawet aż do dziąseł. U gryzoni, które żywią się twardszym pokarmem, siekacze rosną przez całe życie. Dzięki nim ssaki te potrafią gryźć korę i drewno, twarde nasiona i owoce.

Źródło: (http://commons.wikimedia.org), licencja: CC BY-SA 3.0.

Źródło: Graham Wise (https://www.flickr.com), licencja: CC BY 2.0.

Źródło: amboo who? (https://www.flickr.com), licencja: CC BY-SA 2.0.

Szczególne przystosowania pokarmowe posiada żyrafa. Objada ona liście kolczastych krzewów, dlatego ma ruchliwe wargi i język o długości 50 cm. Narządy te są odporne na ukłucia cierni.

> **Polecenie 2**
>
> Krowa i inni trawożercy mają górną wargę aż po nozdrza pokryte nagą, wilgotną, bardzo wrażliwą skórą. Wyjaśnij, jaką funkcję pełni ona w pobieraniu pokarmu.

3. Przystosowania obronne roślin

Rośliny objadane przez zwierzęta produkują mniej pokarmu, a tym samym słabiej rosną i wydają mniej nasion. Dlatego wykształciły różne strategie obrony przed roślinożercami. Jednym z nich jest obrona mechaniczna. Rośliny zabezpieczają się przed zgryzaniem, wytwarzając twarde liście (np. świerk), które odpowiadają tylko nielicznym zwierzętom, liście pokryte gęstymi włoskami (np. dziewanna), które są barierą nie do przebycia dla małych organizmów, albo tworzą kolce i ciernie zniechęcające do ich dotykania (np. jeżyna, tarnina).

Drugą strategią jest produkowanie substancji odstraszających. Niektóre rośliny mają nieprzyjemny, piekący smak (np. owoce papryki), powodują zatrucia (np. tojad mocny) albo wydzielają nieprzyjemne zapachy (np. pelargonia). Jeszcze inne przystosowanie obserwuje

się u bezbronnej jasnoty białej, która jest bardzo podobna do pokrzywy. W ten sposób prawdopodobnie zmniejsza zagrożenie ze strony roślinożerców.

Źródło: Nick O'Doherty (https://www.flickr.com), licencja: CC BY 2.0.

Źródło: Andrey Zharkikh (https://www.flickr.com), licencja: CC BY 2.0.

Źródło: Jo Jakeman (https://www.flickr.com), licencja: CC BY 2.0.

Źródło: Rob Young (https://www.flickr.com), licencja: CC BY 2.0.

Źródło: jacinta lluch valero (http://www.flickr.com), licencja: CC BY-SA 2.0.

Polecenie 3

Zaobserwuj rośliny doniczkowe w klasie lub w domu. Rozpoznaj ich przystosowania obronne.

4. Przystosowania pokarmowe drapieżników

Mięso jest pokarmem wysokokalorycznym, dlatego żywiące się nim zwierzęta nie muszą cały czas jeść i mogą dużo odpoczywać. Jest też łatwiejsze do strawienia niż pokarm roślinny, dlatego zwierzęta mięsożerne mają słabiej rozbudowany układ pokarmowy.

Niektórzy drapieżcy poszukują zdobyczy w sposób aktywny. Podkradają się do niej i zabijają ją. Takie polowania mogą odbywać się samotnie, jak w przypadku większości kotowatych. Inne drapieżniki czekają w ukryciu. Tak postępują niektóre pająki, konstruujące dodatkowo sieci łowne, i płaszczki zagrzebane w mule. Wiele drapieżników żyje i poluje stadnie. Dzięki dużej liczebności mogą otoczyć ofiarę lub wpędzić ją w zasadzkę. Polujące stado wilków stosuje następującą strategię – dwa lub trzy osobniki wybierają potencjalną zdobycz, oddzielają ją od stada, a następnie zaganiają w stronę czekających na nią pobratymców. Polować w grupie mogą też niektóre ptaki, np. kormorany, oraz ssaki wodne – orki i delfiny.

Do lokalizacji ofiar służą drapieżnikom świetnie rozwinięte narządy zmysłów: węchu, wzroku, słuchu. Niektóre węże, pozbawione ucha zewnętrznego, o słabym wzroku, orientują się za pomocą receptorów reagujących na temperaturę ciała ofiar. Wykrywają

w ten sposób zwierzęta stałocieplne. Echolokacją posługują się nietoperze i walenie, a ryby korzystają z narządu linii bocznej by wykryć w otoczeniu potencjalny pokarm lub zagrożenie.

Źródło: Marcus Holland-Moritz (https://www.flickr.com), licencja: CC BY-SA 2.0.

Źródło: Klaus Rassinger und Gerhard Cammerer, Museum Wiesbaden (http://commons.wikimedia.org), licencja: CC BY-SA 3.0.

Źródło: Ryan Somma (https://www.flickr.com), licencja: CC BY-SA 2.0.

Wiele drapieżnych zwierząt zaopatrzonych jest w silne i ostre pazury lub szpony służące do pochwycenia i przytrzymania zwierzyny. Podobną funkcję mogą pełnić kły u ssaków.
U ptaków szponiastych dziób służy tylko do rozrywania zdobyczy, nigdy do jej chwytania czy przenoszenia. Wśród niektórych grup zwierząt najważniejszym narządem służącym do polowania jest język. U dzięcioła jest długi i ostro zakończony, zaopatrzony w skierowane do tyłu ząbki. Ptak wsuwa go do korytarza wydrążonego przez ofiarę w drzewie, zahacza o nią językiem i wyciąga. Zwierzęta takie jak żaby, kameleony, mrówkojady chwytają drobne bezkręgowce lepką końcówką wyjątkowo długiego języka. Taka strategia doskonale sprawdza się u zwierząt, których ofiary są liczne i drobne.

Niektóre kręgowce połykają ofiary w całości. Robią tak niektóre ryby, węże, sowy. Trawienie takiej dużej porcji pokarmu trwa bardzo długo.

> **Polecenie 4**
>
> Wyszukaj informacje na temat przystosowań psa ułatwiających mu polowanie.

5. Przystosowania obronne zwierząt

Potencjalne ofiary drapieżników mają swoje sposoby na przetrwanie. Jednym z nich jest kamuflaż. Wiele zwierząt ma ubarwienie maskujące, pozwalające im wtopić się w środowisko, w którym żyją. Doskonałym przykładem jest paszczak australijski – ptak

blisko spokrewniony z naszym rodzimym lelkiem. Niektóre zwierzęta, w szczególności owady, np. patyczaki i liśćce, mają kształty upodabniające je do części roślin. Maskujące ubarwienie i kształt przybierają zarówno roślinożercy, jak i drapieżniki. Te ostatnie wykorzystują je jako formę obrony przed większymi od siebie mięsożercami lub maskują się, czekając w ukryciu na ofiary.

Źródło: Bernard DUPONT (https://www.flickr.com), licencja: CC BY-SA 2.0.

Źródło: deepuz (https://www.flickr.com), licencja: CC BY 3.0.

Źródło: Peter Shanks (https://www.flickr.com), licencja: CC BY 2.0.

Źródło: Peter Southwood (http://commons.wikimedia.org), licencja: CC BY-SA 3.0.

Odwrotną strategię stosują zwykle zwierzęta, których obroną jest trucizna. Mają jaskrawe ubarwienie, które informuje o tym, że są niejadalne. Toksyczne zwykle bywają owady oraz płazy, takie jak salamandry i drzewołazy. Niektóre bezbronne gatunki podszywają się pod jadowite. Tak jak one są jaskrawo ubarwione i do złudzenia przypominają niebezpieczne zwierzęta.

Wymienione strategie obrony przed drapieżnikami, podobnie jak pancerz żółwia i kolce jeża, są przykładami obrony biernej. Zwierzęta mogą stosować także obronę czynną. Korzystają z niej zaopatrzone w żądła pszczoły, osy czy szerszenie, bawoły atakujące

potężnymi rogami, myszy kalecz̨ące napastnika ostrymi zębami, skunks, rozlewający na przeciwnika cuchnącą substancję. Innym sposobem obrony jest ucieczka. Stosujące tę strategię zwierzęta mają długie nogi, zdolne do szybkiego biegu lub gwałtownych skoków.

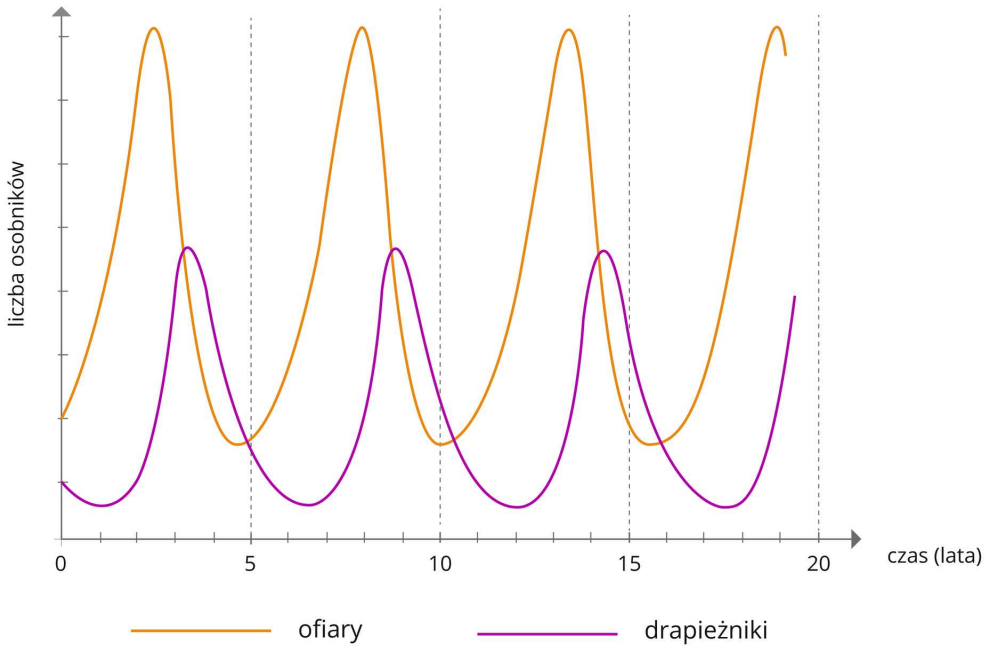
Formą obrony przed drapieżnikami jest też wydawanie potomstwa przez samice żyjące w stadach w tym samym czasie. Nowo narodzone młode (lub jaja) są celem ataków drapieżników tylko przez krótki czas, kiedy są nieporadne. Ptaki ponosiłyby większe straty, gdyby młode pojawiały się przez cały rok, a drapieżniki miały dzięki nim obfitość pokarmu.

> **Ciekawostka**
>
> Chrząszcz zwany bombardierem w sytuacji zagrożenia tryska cieczą o temperaturze 100°C. Jej temperatura podnosi się w momencie wytrysku. Jest bronią w walce z naturalnymi wrogami tego chrząszcza – ropuchami.
> **Polecenie 5**
>
> Wymień przystosowania obronne kota.

6. Znaczenie drapieżników w ekosystemach

Drapieżniki wybierają na ofiary najczęściej osobniki stare lub bardzo młode, chore, osłabione przez pasożyty czy głód, czyli te, które łatwo schwytać. Dzięki temu przy życiu pozostają jednostki najsilniejsze, które wydadzą zdrowe i silne potomstwo. Eliminacja najsłabszych powoduje, że dla pozostałych organizmów tego gatunku do podziału będzie więcej zasobów środowiska.

Zdarza się, że drapieżniki nadmiernie trzebią jeden gatunek. Powoduje to znaczne zmniejszenie liczby potencjalnych ofiar. Coraz trudniej je wytropić i upolować, więc wiele łowów kończy się niepowodzeniem. W efekcie drapieżnik zaczyna głodować. Najsłabsze zwierzęta mięsożerne giną z braku pokarmu, atakowane są przez choroby i pasożyty, więc liczba drapieżników też ulega zmniejszeniu. Gdy liczba polujących spada, ich ofiary stają się bezpieczniejsze. Mogą spokojniej żerować, rozmnażać się i wkrótce ich liczba wzrasta. Powoduje to, że ofiary stają się łatwo dostępne, są czesto chwytane przez drapieżniki, które dzięki nim mnożą się i zwiększają swoją liczebność.



Źródło: Aleksandra Ryczkowska, licencja: CC BY 3.0.

Polecenie 6

Wyjaśnij, dlaczego myśliwi co roku prowadzą odstrzał takich zwierząt, jak sarny, jelenie, łosie czy dziki.

Wskazówka

Na sarny, jelenie, łosie i dziki polują duże drapieżniki, których jest w Polsce bardzo mało.

Słowniczek

adaptacja

przystosowanie; cecha budowy, funkcjonowania organizmu lub zachowania zwiększająca szansę przetrwania w określonych warunkach środowiskowych

ciernie

skrócone, twarde, ostro zakończone pędy pełniące funkcję obronną

kamuflaż

sposób obrony biernej polegający na dostosowania barwy ciała i jego kształtu do otoczenia

kolce

u roślin wytwory skórki służące do obrony przed roślinożercami
obrona bierna

przystosowanie obronne przejawiające się w budowie ciała: maskujący kształt lub ubarwienie, ubarwienie informujące o obecności drażniących substancji, posiadanie twardego pancerza lub kolców, zastyganie w nieruchomej pozycji
obrona czynna

reakcja na zagrożenie, polegająca na ucieczce lub ataku bądź wydzielaniu nieprzyjemnych i odstraszających substancji

Podsumowanie

- Układ pokarmowy roślinożerców jest rozbudowany, przystosowany do trawienia pokarmu roślinnego.
- Pokarm mięsożerców jest wysokokaloryczny i łatwy do strawienia, dlatego ich układ pokarmowy jest krótki.
- Rośliny bronią się przed roślinożercami m.in. poprzez wytwarzanie cierni i kolców.
- Przystosowania obronne zwiększają szansę przeżycia.
- Zwierzęta stosują obronę bierną (kamuflaż, toksyny, pancerze lub kolce) albo czynną (ucieczkę lub przybieranie postawy grożącej).
- Zjadający i zjadani wzajemnie regulują swoją liczebność.

Praca domowa

> **Polecenie 7.1**
>
> Wybierz roślinożercę i drapieżnika, który na niego poluje. Wskaż przystosowania obronne u ofiary i przystosowania ułatwiające polowanie u drapieżnika.

> **Polecenie 7.2**
>
> Wymień rośliny spotykane w ogrodzie, parku, lesie, które mają przystosowania zniechęcające cię do kontaktu z nimi.

Zadania

Ćwiczenie 1

Wskaż przystosowania obronne.

- [ ] gruczoły jadowe ropuchy
- [ ] jaskrawożółty z czarnymi plamami brzuch kumaka
- [ ] skóra krokodyla pokryta tarczkami kostnymi
- [ ] długa szyja żyrafy
- [ ] białe jaja dzięcioła
- [ ] białe futro kota
- [ ] szarozielone, nakrapiane jaja skowronka
- [ ] opływowy kształt płoci
- [ ] gęste, grube futro niedźwiedzia
- [ ] pręgowane futro kota
- [ ] brązowe ubarwienie samicy pawia
- [ ] jasny brzuch i ciemny grzbiet płoci
- [ ] chwytne dłonie szympansa
- [ ] wielkość i masa płetwala błękitnego
- [ ] barwne pióra i okazały ogon samca pawia

Źródło: Barbara Szydzik, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Oceń prawdziwość zdań i zaznacz odpowiedź Prawda lub Fałsz.

	Prawda	Fałsz
Roślinożercy nie stosują obrony czynnej przed drapieżnikami.	◯	◯
Drapieżniki posiadają ubarwienie maskujące.	◯	◯
Drapieżniki muszą stale żerować, by zapewnić sobie odpowiednią ilość energii.	◯	◯
Przewód pokarmowy roślinożerców jest dłuższy niż mięsożerców.	◯	◯

Źródło: Barbara Szydzik, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Źródło: Barbara Szydzik, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Oceń prawdziwość zdań i zaznacz odpowiedź Prawda lub Fałsz.

	Prawda	Fałsz
Róża dzięki kolcom nie jest zjadana przez roślinożerców.	◯	◯
Przystosowaniem obronnym pokrzywy są włoski parzące.	◯	◯
Kolczaste pędy wytwarzają tylko rośliny suchych środowisk.	◯	◯
Barszcz Sosnowskiego posiada przystosowania obronne.	◯	◯

Źródło: Barbara Szydzik, licencja: CC BY 3.0.

Konkurencja i pasożytnictwo

Dwa ptaki – kos i szpak – dostrzegają tę samą gąsienicę i śpieszą, by ją schwytać. Ale czy to, co wydaje się być gąsienicą, na pewną nią jest? Jakie skutki dla ptaka może mieć połknięcie tego czegoś?

Źródło: Gilles San Martin (http://www.flickr.com), licencja: CC BY-SA 2.0.

Już wiesz

- pasożytami są bakterie, grzyby i pierwotniaki chorobotwórcze; niektóre gatunki płazińców, nicieni, pierścienic, stawonogów oraz niektóre rośliny naczyniowe.

Nauczysz się

- wyjaśniać, na czym polega konkurencja międzygatunkowa, i podawać jej przykłady;
- odróżniać konkurencję wewnątrzgatunkową od międzygatunkowej;
- omawiać na przykładach, czym jest pasożytnictwo;
- opisywać przystosowania organizmów do pasożytnictwa;
- wyjaśniać wpływ pasożytnictwa na liczebność populacji żywicieli.

1. Konkurencja

Gdy blisko siebie żyją dwa różne gatunki o podobnych wymaganiach życiowych, zwykle zaczynają konkurować o dostęp do zasobów. Konkurencja międzygatunkowa jest niekorzystna dla uczestniczących w niej organizmów. Zawsze kończy się wyparciem konkurenta słabszego. Albo zmieni on miejsce pobytu, albo sposób wykorzystania środowiska, albo straci życie. Z tego powodu zalicza się ją do stosunków antagonistycznych. Współzawodniczące ze sobą organizmy działają przeciwko sobie i muszą zużywać energię, np. na odpędzanie intruzów ze swojego terytorium czy wytwarzanie szkodzących im substancji. Skutkiem konkurencji międzygatunkowej może być ograniczenie liczebności jednego z gatunków, jego migracja na tereny o słabszej konkurencji lub zmiana wymagań.

Konkurencja międzygatunkowa ma miejsce na przykład pomiędzy **dziuplakami** (ptakami zakładającymi gniazda w dziuplach). Dzięcioł czarny wykuwa dziuplę w spróchniałych, starych pniach drzew. Sowa włochatka także potrzebuje dziupli, choć nie potrafi jej zrobić, dlatego zajmuje dziuple dzięcioła. Równie chętnie w dziuplach zadomawiają się kawki, kraski, nietoperze, kuny, a nawet osy. Konkurencja o dziuple jest duża, bo w lasach spróchniałe drzewa są dziś rzadkością. Jednak dzięki temu, że para dzięciołów wykuwa zwykle kilka dziupli i wykorzystuje do lęgu tylko jedną z nich, schronienie w pniach drzew zanajdują też inne gatunki.

Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., xulescu_g (https://www.flickr.com), Nouhouhouk (http://commons.wikimedia.org), licencja: CC BY-SA 2.0.

Innym przykładem konkurujących ze sobą gatunków są myszy domowe i norniki, niewielkie gryzonie, które żywią się podobnym rodzajem pokarmu – głównie nasionami zbóż. Zdarza się też, że wykorzystują te same miejsca do zakładania gniazd i wychowywania młodych.

Oba te gatunki są równocześnie konkurentami człowieka, gdyż wyjadają plony na polach i w magazynach. Wszystkie zwierzęta określane przez nas jako szkodniki współzawodniczą z nami o zasoby środowiska, głównie plony roślin uprawnych. Stonka ziemniaczana, mszyca, larwy chrabąszcza, objadając rośliny uprawne, uszczuplają nasze zasoby pokarmu. Podobnie czynią lisy, które zakradają się do kurnika i zabijają ptaki hodowlane. Człowiek konkuruje z bielikiem o ryby, a latem ze szpakami o czereśnie.

Silnymi konkurentami w lesie są buki. Ich korzenie wydzielają do gleby substancje uniemożliwiające kiełkowanie innych roślin. Z tego powodu w lesie bukowym jest niewiele podszytu i roślin runa. Podobny mechanizm obserwuje się u niektórych grzybów. Pędzlak *Penicillium* wytwarza antybiotyk, który zapobiega rozwojowi kolonii bakterii w jego pobliżu. W ten sposób chroni dla siebie zasoby pokarmu.

Źródło: Jonas Löwgren (https://www.flickr.com), licencja: CC BY 2.0.

Na polu i grządkach w ogrodzie trwa konkurencja o miejsce, światło, wodę i sole mineralne pomiędzy roślinami uprawnymi i dziko rosnącymi, określanymi jako chwasty.
W zaniedbanych uprawach intensywnie rosnące i wytwarzające ogromne ilości nasion chwasty szybko przerastają i zagłuszają konkurentów.

Źródło: Tomorrow sp.z o.o., Dwight Sipler (https://www.flickr.com), licencja: CC BY 2.0.

Najsilniej konkurują ze sobą osobniki należące do jednego gatunku. Konkurencja wewnątrzgatunkowa zwykle kojarzy się ze zwierzetami. To wśród nich toczone są zaciekłe walki o dostęp do samic i pozostawienie po sobie potomstwa, to w ich stadach ustala sie tzw. porządek dziobania – głód najpierw zaspokajają najważniejsze osobniki w stadzie, a dla tych słabszych pokarmu może nie starczyć. Przegrani zwierzęcy konkurenci mogą opuścić swoje stado (obszar zamieszkiwania) i szukać lepszych warunków gdzie indziej. Gdy i tam się im nie powiedzie, giną i nie pozostawiają po sobie potomstwa, które też miałoby geny zapewniające raczej przegraną niż zwycięstwo.

Inaczej jest z osiadłymi roślinami. Są „skazane" na miejsce, w którym wykiełkowały i najsilniej będą walczyć o zasoby środowiska z najbliższymi sąsiadami.

Najłatwiej dostrzec konkurencję wewnątrzgatunkową między roślinami w lesie, w miejscu, gdzie gęsto, w równych odstępach od siebie zasadzono jednowiekowe sadzonki świerka (4 tys. sztuk na jednym hektarze). Sadzi się je blisko siebie, by ograniczyć pojawienie się samosiejek innych drzew i krzewów pomiędzy nimi. Żaden leśnik nie oczekuje jednak, że po 80 latach, gdy las będzie się nadawał do wyrębu, liczba świerków będzie taka sama jak po zasadzeniu. Należy przypuszczać, że wieku rębnego dożyje około 500-800 osobników. W lesie gospodarczym nasadzenia są chronione przed roślinożercami i szkodnikami, dlatego ubytek liczby drzew będzie głównie skutkiem konkurencji wewnątrzgatunkowej.

W lesie gospodarczym wszystkie młode rośliny mają takie same wymagania w stosunku do środowiska. Potrzebują światła, dlatego sadzonki rosnące szybciej będą miały do niego lepszy dostęp. Dodatkowo zacienią niższe rośliny, co osłabi ich wzrost. Sadzonki o dłuższych i szerzej rozprzestrzenionych korzeniach zdobędą dla siebie więcej wody, pozbawiając jej swoich słabszych konkurentów. Skład gleby w niektórych miejscach będzie

sprzyjał lepszemu wzrostowi jednych świerków i hamował rozwój innych. W efekcie przetrwają osobniki najsilniejsze, najlepiej przystosowane do warunków środowiska.

Wszystkie organizmy wydają na świat znacznie więcej potomstwa, niż może się utrzymać przy życiu. Konkurencja między nimi sprawia, że przeżywają i wydają potomstwo osobniki najlepiej przystosowane.

> **Polecenie 1**
>
> Wymień gatunki, z którymi konkurują mieszkające w mieście gołębie, oraz zasoby będące przedmiotem tej konkurencji.

> **Ciekawostka**
>
> Padlina wydaje odrażającą woń i zawiera substancje trujące dla wielu zwierząt mięsożernych. Uważa się, że zachodząca w mięsie zmiana jego właściwości jest wynikiem konkurencji bakterii rozkładających materię organiczną z drapieżnikami. Zepsute mięso odstręcza zwierzęta od jedzenia, dzięki czemu mikroorganizmy mogą się nim pożywiać i rozmnażać.

> **Ciekawostka**
>
> Dzięcioł duży, dzięcioł średni i dzięciołek to trzy niezwykle podobne do siebie gatunki ptaków żerujące na pniach i konarach drzew. Unikają konkurencji, zdobywając pokarm na różne sposoby. Dzięcioł duży rozkuwa pnie w poszukiwaniu owadów oraz zjada nasiona szyszek, dzięcioł średni zbiera bezkręgowce z zagłębień i szczelin kory, a malutki dzięciołek wykorzystuje małe zwierzęta żyjące na i pod korą cienkich gałązek na szczytach drzew.

2. Pasożytnictwo

Do antagonistycznych stosunków pomiędzy gatunkami zaliczamy pasożytnictwo. Pasożyt stale lub czasowo żyje kosztem swojej ofiary, zwanej żywicielem lub gospodarzem. Ofiara pasożyta jest jego miejscem życia i źródłem pokarmu, dlatego większość pasożytów nie dąży do jej uśmiercenia. Śmierć ofiary byłaby dla pasożyta niekorzystna. Pasożyt pozbawiony źródła pokarmu umiera lub musi szukać nowego gospodarza. O skuteczności pasożytniczego trybu życia świadczy fakt, że pasożyty spotykamy wśród wszystkich grup organizmów.

Ze względu na miejsce występowania pasożyty dzielimy na wewnętrzne, czyli takie, które żyją wewnątrz organizmu żywiciela, oraz zewnętrzne, występujące na powierzchni organizmu gospodarza.

Pasożyty zewnętrzne zwierząt zwykle żywią się krwią, naskórkiem czy piórami. Mogą one być przyczepione (stale lub czasowo) do organizmu gospodarza (np. kleszcz, pijawka) lub swobodnie się po nim poruszać (jak wszy i pchły). Cały czas mają one kontakt ze środowiskiem zewnętrznym i po śmierci żywiciela mogą znaleźć nowego gospodarza. Najlepsze warunki mają te pasożyty, które żerują na osobnikach licznych i mocno zagęszczonych populacji.

Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., Steven Lilley (https://www.flickr.com), Doug Beckers (https://www.flickr.com), licencja: CC BY-SA 2.0.

> **Polecenie 2**
>
> Wykaż, że pałeczka gruźlicy jest pasożytem, któremu sprzyja duże zagęszczenie ludzkiej populacji.

Pasożyty wewnętrzne zwierząt mogą występować w różnych częściach organizmu. Są często spotykane w układzie pokarmowym (np. owsiki, tasiemiec uzbrojony i nieuzbrojony, glista ludzka), gdzie żywią się głównie treścią pokarmową. Niektóre z nich mogą jednak żyć w narządach wewnętrznych – np. wątrobie (motylica wątrobowa), dwunastnicy, płucach, mózgu, mięśniach szkieletowych. Niektóre pasożyty wewnętrzne żywią się krwią lub nabłonkiem.

Pasożyty wewnętrzne są znacznie bardziej uzależnione od swojego żywiciela niż pasożyty zewnętrzne. Często, gdy ginie gospodarz, jego pasożyty umierają wraz z nim. Jedynie w niektórych przypadkach mają szansę przetrwać, gdy ciało gospodarza zostanie zjedzone przez inne zwierzę. Podobnie jak w przypadku pasożytów zewnętrznych obecność pasożytów wewnętrznych wywołuje wiele chorób. Żywiciel ponosi szkody nie tylko poprzez utratę treści pokarmowej czy naruszenie ciągłości tkanek, ale też poprzez zatrucie szkodliwymi produktami przemiany materii pasożyta. Niektóre pasożyty ludzkie przenoszą choroby: komar widliszek malarię, kleszcze boreliozę lub odkleszczowe zapalenie opon mózgowych.

Wiele pasożytów żeruje na roślinach lub w ich wnętrzu. Należą do nich na przykład bakterie chorobotwórcze, nicienie glebowe, grzyby i owady, rdza źdźbłowa, huby, larwy chrabąszcza (pędraki) i bielinka kapustnika, larwy i dorosłe osobniki mszycy. Wśród roślin też są pasożyty. Jednym z nich jest łuskiewnik, pasożyt drzew.

Źródło: Andrzej Bogusz, licencja: CC BY 3.0.

> **Polecenie 3**
>
> Wyjaśnij, dlaczego jemiołę określa się jako półpasożyta. Wymień jej przystosowania do trybu życia.

3. Przystosowania do pasożytnictwa

Pasożyty, tak jak inne organizmy, mają specjalne przystosowania niezbędne do prowadzenia swojego trybu życia i zdobywania pokarmu. W przypadku zwierząt będących pasożytami zewnętrznymi mogą to być specjalnie przekształcone organy służące do nacinania lub nakłuwania skóry i spijania krwi. Dodatkowo część pasożytów, np. pijawki, ma w ślinie związki chemiczne uniemożliwiające krzepnięcie krwi oraz substancje znieczulające, dzięki którym żywiciel nie od razu zauważa nieproszonego gościa. Inne pasożyty, jak wesz głowowa, posiadają odnóża z haczykami umożliwiające utrzymanie się na powierzchni ciała gospodarza nawet podczas bardzo gwałtownych ruchów. Mają mocną budowę ciała, dzięki czemu są w stanie przetrwać nawet drapanie pazurami czy ocieranie się o korę drzew.

Źródło: David Dennis (https://www.flickr.com), licencja: CC BY-SA 2.0.

Pasożyty wewnętrzne mają zapewnione stałe i bezpieczne warunki życia. Ich ciała są zwykle miękkie i wydłużone. Nie mają odnóży, natomiast niektóre z nich posiadają narządy chwytne (np. haczyki na główce tasiemca uzbrojonego), z pomocą których przyczepiają się do ścian jelita. Dzięki temu ruchy jelit nie przesuwają tych pasożytów w kierunku odbytu, skąd mogłyby zostać usunięte wraz z kałem.

Ponieważ we wnętrzu organizmu nie ma światła, pasożyty wewnętrzne są ślepe, a ich ciała mają zwykle barwę białawą. Narządy zmysłów są im zbędne. Budowa ciała jest bardzo uproszczona, zwłaszcza w przypadku gatunków zamieszkujących przewód pokarmowy. Takie organizmy korzystają z pokarmu strawionego przez gospodarza i wchłaniają go całą powierzchnią ciała.

Wiele pasożytów żyje samotnie, gdyż większa ich liczba nadmiernie wyczerpywałaby gospodarza. Z tego powodu wiele pasożytów wewnętrznych jest obojnakami i wytwarza potomstwo na drodze samozapłodnienia. Pasożyty, zwłaszcza występujące licznie, mogą doprowadzić do śmierci swojego gospodarza lub sprawić, że staje się osłabiony i wydaje mniejszą ilość potomstwa. W ten sposób pasożyty eliminują z populacji gospodarzy osobniki (i geny) podatne na zakażenie.

> **Ciekawostka**
>
> Ślimak bursztynek, żerując w wodzie czasem zjada larwę przywry, która następnie w nim się rozwija i wnika do czułków. Czułki ślimaka powiększają się, przybierają jaskrawe kolory i poruszają się, do złudzenia przypominając gąsienice. Takie niezwykłee czułki zwracają uwagę ptaków owadożernych, które je połykają. W układzie pokarmowym ptaka przywra dojrzewa i rozmnaża się.

Źródło: Gilles San Martin (http://www.flickr.com), licencja: CC BY-SA 2.0.

> **Ciekawostka**
>
> Niektóre muchówki, będące pasożytami ptaków, tak silnie trzymają się swojego żywiciela, że nie odpadają podczas lotu. Dodatkowo posiadają bardzo twardy chitynowy pancerzyk utrudniający rozgniecenie owada nawet twardym, ptasim dziobem.

Słowniczek

konkurencja międzygatunkowa

antagonistyczne oddziaływanie między populacjami różnych gatunków; polega na tym, że populacje o podobnych wymaganiach współzawodniczą ze sobą o dostęp do tego samego zasobu środowiska, np. pokarmu lub światła

konkurencja wewnątrzgatunkowa

antagonistyczne oddziaływanie między osobnikami jednego gatunku; sposród zwykle bardzo licznego potomstwa jednego osobnika pozwala zachować przy życiu tylko kilka osobników najlepiej przystosowanych do środowiska; u wielu ptaków i ssaków konkurencja wewnątrzgatunkowa o dostęp do samic sprawia, że rozmnażają się tylko najsilniejsze i najzdrowsze samce

pasożytnictwo

oddziaływanie między organizmami, w którym organizm żywicielski (gospodarz) jest ofiarą żerującego na nim pasożyta; pasożyt nie uśmierca gospodarza, ale żywi się jego kosztem

stosunki antagonistyczne

rodzaj zależności międzygatunkowych, które są niekorzystne dla obu populacji lub jednej z nich; zaliczamy do nich pasożytnictwo, drapieżnictwo, konkurencje międzygatunkową

Podsumowanie

- Konkurencja międzygatunkowa ma miejsce pomiędzy gatunkami zasiedlającymi to samo środowisko i mającymi podobne potrzeby życiowe.
- Skutkiem konkurencji międzygatunkowej może być ograniczenie liczebności jednego z gatunków, jego migracja na tereny o słabszej konkurencji lub zmiana wymagań.
- Pasożyty wykazują wiele wyspecjalizowanych przystosowań do swojego trybu życia oraz sposobu pobierania pokarmu;
- Pasożyty wywołują i przenoszą wiele chorób, przez co wpływają na liczebność populacji żywiciela.

Praca domowa

Polecenie 4.1

Opisz przystosowania komara do pasożytnictwa.

Polecenie 4.2

Opisz zależności międzygatunkowe, jakie łączą człowieka i stonkę ziemniaczaną, stonkę i ziemniaka.

Polecenie 4.3

Zinterpretuj zależności antagonistyczne pokazane na ilustracji.

Źródło: noricum (https://www.flickr.com), licencja: CC BY-SA 2.0.

Zadania

Ćwiczenie 1

Uzupełnij luki, wybierając propozycje z listy.

Konkurencję inaczej nazywamy [ ]. Konkurencja międzygatunkowa ma miejsce w jednym środowisku pomiędzy gatunkami o [ ] wymaganiach życiowych, gdy zasoby przyrody są [ ].
Konkurent lepiej przystosowany do środowiska określany jest mianem [ ], a jego wygrana oznacza [ ].

podobnych | pasożyta | łatwo dostępne | zabicie konkurentów | współzawodnictwem | wydanie większej ilości potomstwa | silniejszego | ograniczone | walką

Źródło: Barbara Szydzik, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Wskaż skutki konkurencji międzygatunkowej.

- [ ] zmiana najczęściej wybieranego pokarmu przez słabszego konkurenta
- [ ] pojawienie się ataków ze strony słabszych konkurentów na silniejszych
- [ ] wymarcie słabszego gatunku
- [ ] przeniesienie się słabszego konkurenta na inne tereny
- [ ] zmniejszenie liczebności gatunku gorzej przystosowanego do środowiska
- [ ] zaprzestanie walki o zasoby
- [ ] tworzenie stad przez słabszych konkurentów

Źródło: Barbara Szydzik, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Wskaż przykłady konkurencji międzygatunkowej.

- [ ] Bogatki i szpaki znoszą na zmianę wyściółkę do budki lęgowej.
- [ ] Lis i kruk walczą o dostęp do padliny.
- [ ] W ogrodzie zoologicznym bananami są karmione małpy i słonie.
- [ ] Wiewiórki zbierają nasiona szyszek.
- [ ] Obok siebie w lesie rosną światłolubne dęby i cieniożnośne świerki.
- [ ] Samce jeleni zbliżają się podczas rykowiska do samic saren.

Źródło: Barbara Szydzik, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Przypisz pasożytom ich cechy. Przeciągnij elementy w odpowiednie miejsce.

pasożyty wewnętrzne

pasożyty zewnętrzne

silne odnóża chwytne

uproszczona budowa ciała

receptory pozwalające zlokalizować żywiciela

obojnactwo

narządy gębowe zdolne do przekłuwania lub nacinania skóry

uwstecznione narządy zmysłów

białawy kolor ciała

Źródło: Barbara Szydzik, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

Oceń prawdziwość zdań i zaznacz odpowiedź Prawda lub Fałsz.

	Prawda	Fałsz
Przykładem pasożytnictwa jest żerowanie much na powierzchni skóry człowieka.	◯	◯
Gdy dęby wydadzą mało żołędzi, zwiększy się konkurencja międzygatunkowa pomiędzy dzikami i myszami żyjącymi w tej dąbrowie.	◯	◯
Zawleczony z Ameryki Północnej dąb czerwony jest w naszym kraju konkurentem rodzimych drzew.	◯	◯

Źródło: Barbara Szydzik, licencja: CC BY 3.0.

Współpraca między gatunkami

W świecie przyrody walka nie zawsze popłaca. Czasem warto nawiązać współpracę z innym gatunkiem w taki sposób, by zapewniło to obopólne korzyści.

Drapieżnik i czyściciel

Już wiesz

- gatunki o podobnych wymaganiach zamieszkujące ten sam teren silnie ze sobą konkurują;
- owady, korzystając z kwiatów jako źródła pokarmu, jednocześnie umożliwiają rozmnażanie płciowe roślin;
- porosty zbudowane są z grzybów i glonów współpracujących ze sobą.

Nauczysz się

- wyjaśniać, na czym polega symbioza, mutualizm, komensalizm i protokooperacja, i podawać ich przykłady;
- wyjaśniać, że symbioza jest wynikiem adaptacji do środowiska.

1. Mutualizm

Wiele gatunków zwierząt, roślin oraz grzybów pozostaje z innymi gatunkami w relacji polegającej na współpracy i z reguły przynoszącej korzyści każdej ze stron. Ten rodzaj zależności nosi nazwę symbiozy i należy do stosunków nieantagonistycznych. Związek

między niektórymi gatunkami może być na tyle luźny, że partnerzy mogą się bez siebie obyć. Dla innych współpraca jest koniecznym warunkiem przetrwania. Taki rodzaj symbiozy określa się jako mutualizm, czyli symbiozę obowiązkową. Jej przykładem jest większość porostów – organizmów, których plechy zbudowane są z komórek glona oraz strzępek grzyba. Porosty są spotykane w skrajnie niekorzystnych warunkach, w jakich żyjące samodzielnie składniki porostu nie mogłyby przetrwać. Grzyb ochrania komórki glonów przed wpływami środowiska i chłonie wodę z otoczenia, a glon przeprowadza fotosyntezę, dzięki której produkuje pokarm dla siebie i partnera. Nawet rozmnażają się wspólnie. Tworzą łatwo odrywające się skupienia strzępek grzyba i komórek glonu, które wspólnie zasiedlają nowe środowiska.

Bardzo ciekawym przypadkiem symbiozy jest związek pomiędzy żyjącymi w Ameryce Środkowej i Ameryce Południowej mrówkami grzybiarkami a grzybami. Mrówki te nie są w stanie żywić się liśćmi, gdyż nie trawią zawartej w nich celulozy. Dlatego przygotowują z nich podłoże, zaszczepiają na nim grzyby i pielęgnują je: nawożą odchodami, zapewniają im stałą wilgotność i temperaturę, a także usuwają inne gatunki grzybów. Hodowane grzyby na końcach strzępek wytwarzają wypełnione łatwostrawnymi substancjami kuliste twory, które mrówki zrywają i wykorzystują jako pokarm dorosłych owadów i larw. W naturze nie spotyka się grzybiarek w gniazdach pozbawionych grzybów, zaś grzyby tych gatunków spotkać można tylko w gniazdach mrówek.

Źródło: Antti T. Nissinen (https://www.flickr.com), licencja: CC BY 2.0.

Polecenie 1

Ustal, czy związek między grzybem hodowanym przez mrówki a mrówkami grzybiarkami to mutualizm. Uzasadnij odpowiedź.

Szczególnym przypadkiem mutualizmu jest symbiotyczna zależność pomiędzy przeżuwaczami, takimi jak krowy czy jelenie, a żyjącymi w ich układach pokarmowych mikroorganizmami. Ponieważ roślinożercy żywią się trudnym do strawienia pokarmem, w jednej z części ich wielokomorowego żołądka, zwanej żwaczem, stale żyją bakterie i pierwotniaki zdolne do trawienia celulozy. Mikroorganizmy w żołądku krowy zajmują objętość kilkunastu litrów. Co jakiś czas zawartość żwacza, częściowo rozłożona przez symbionty, wraca do jamy gębowej zwierzęcia, gdzie jest przeżuwana. Po ponownym połknięciu trawa i część mikroorganizmów jest trawiona za pomocą enzymów układu pokarmowego roślinożercy. W ten sposób przeżuwacze oprócz cukrów zdobywają białko i witaminy (głównie z grupy B i witaminy K) wytwarzane przez bakterie.
Krowy pasą się około 8 godzin dziennie, tyle samo czasu poświęcają na przeżuwanie pokarmu.

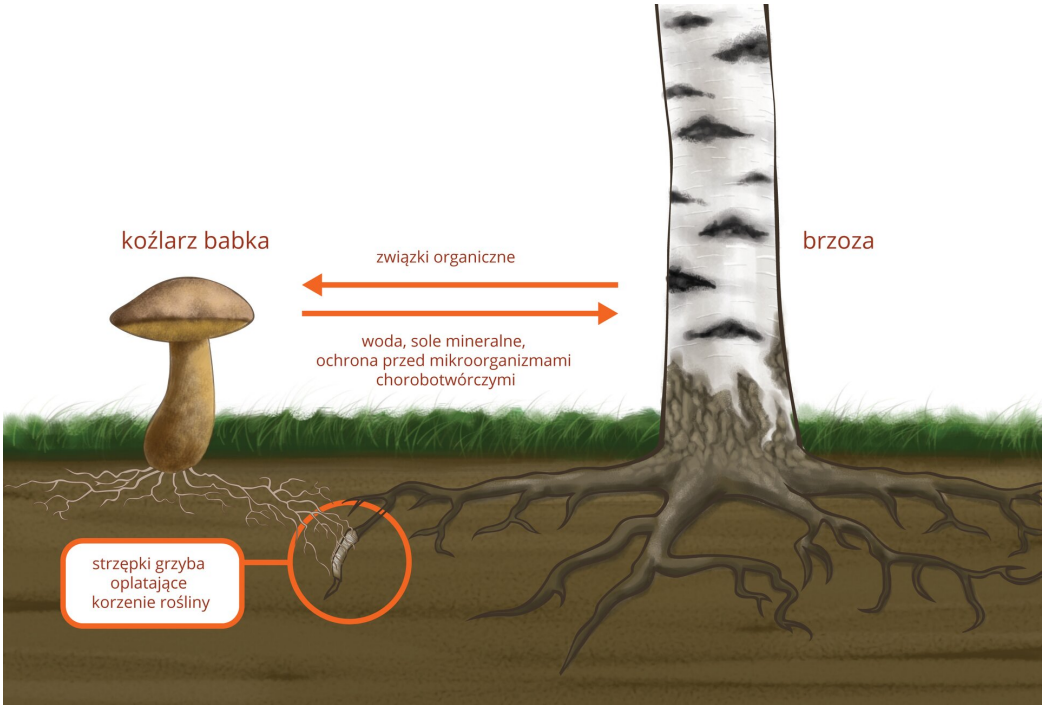
Źródło: William Warby (https://www.flickr.com), licencja: CC BY 2.0.

Innym przykładem symbiozy jest relacja pomiędzy kwiatami a ich zapylaczami. Dzięki niej kwiaty uzyskują możliwość przeniesienia gamet męskich z jednych kwiatów (osobników) na inne. W efekcie dochodzi do zapłodnienia i wytworzenia nasion. W zamian zapylacze korzystają z wytwarzanego przez kwiaty nektaru i pyłku. W przypadku niektórych gatunków roślin zapylenia może dokonać tylko jeden, specjalnie przystosowany gatunek. Tak jest u koniczyny łąkowej (czerwonej). Ma ona szczególnie długie i wąskie kwiaty, do dna których sięga tylko aparat gębowy trzmiela. Koniczyna nie może się obejść bez tego owada, ale trzmiel może żywić się również nektarem innych kwiatów. Specjalistami w zapylaniu określonych gatunków są też kolibry. Odwiedzają one jedynie te kwiaty, których kształt odpowiada idealnie kształtowi ich dziobów.

Źródło: Tomorrow sp.z o.o., Turtlefest (https://www.flickr.com), licencja: CC BY-SA 2.0.

Mikoryza, współpraca grzybów z roślinami, jest również przypadkiem mutualizmu. Polega ona na oplataniu korzeni rośliny przez strzępki grzybni. Grzybnia zwiększa powierzchnię chłonną korzenia. W ten sposób grzyby pobierają i dostarczają roślinom wodę, związki fosforu i azotu. W zamian za to mogą odżywiać się pokarmem wytworzonym przez rośliny w procesie fotosyntezy. Nasiona modrzewia, gdy padną na glebę przerośniętą grzybnią maślaka, szybko kiełkują i rozwijają się z nich zdrowe rośliny. Rozwój modrzewia w miejscach pozbawionych grzybni jest znacznie słabszy.

Kolejne pary gatunków świadczących sobie usługi tworzą koźlarze i brzozy, borowiki i dęby, rydze i świerki.



Źródło: Anita Mowczan, licencja: CC BY 3.0.

Polecenie 2

Ogrodnicy mogą obecnie skorzystać ze szczepionek mikoryzowych – preparatów zawierających odpowiednią grzybnię. Zdecyduj, gdzie należy ją umieścić celu poprawy kondycji 30 letniego świerka: rozpylić na igły, zakopać tuż przy pniu czy podać do gleby w odległości kilku metrów od drzewa. Uzasadnij odpowiedź.

Warto wiedzieć

Ponieważ grzyb wchodzący w skład porostu odnosi niewspółmiernie większe korzyści niż glon, wielu naukowców sądzi, że grzyb „hoduje" glony dla własnych korzyści, podobnie jak ludzie uprawiają rośliny. Taka odmiana mutualizmu to helotyzm, który bardziej przypomina niewolnictwo niż współpracę. Inni naukowcy uważają nawet, że dominacja grzyba nad glonem w poroście jest tak silna, że relację pomiędzy tymi partnerami należy uznać za pasożytnictwo.

2. Protokooperacja

Innym rodzajem nieantagonistycznej interakcji pomiędzy osobnikami różnych gatunków jest protokooperacja. Przynosi ona duże korzyści organizmom, które jednak potrafią radzić sobie samodzielnie.

Protokooperacja łączy na przykład kraby pustelniki, wyjątkowe skorupiaki pozbawione pancerza na odwłoku, z ukwiałami. Pustelniki chronią swój miękki odwłok w muszlach martwych mięczaków. Niektóre z nich, dla dodatkowej ochrony i kamuflażu, przytwierdzają do tych muszli również ukwiały. W zamian jamochłony korzystają z darmowego transportu oraz resztek pokarmu kraba. Zdarza się, że rosnący krab zmienia muszlę na większą i niezwykle ostrożnie przenosi jamochłona na nową skorupę.

Źródło: H. Zell (https://commons.wikimedia.org), licencja: CC BY-SA 3.0.

Wzajemne usługi świadczą sobie też ptaki czyściciele i duże ssaki, jak bawoły, antylopy, nosorożce. Roślinożercy sawanny cierpią z powodu żerujących na ich skórze i pod nią pasożytów. Same nie potrafią się ich skutecznie pozbyć. Bąkojady wydziobują je i przynoszą ulgę ssakom, w zamian uzyskując wartościowy pokarm.

Źródło: Tomorrow sp.z o.o., Harvey Barrison from Massapequa (https://commons.wikimedia.org), licencja: CC BY-SA 2.0.

Podobna zależność występuje w środowisku raf koralowych. Żyją tam małe rybki – wargatki. Te zwinne zwierzęta wpływają do jam skrzelowych i gębowych dużych ryb, usuwając z trudno dostępnych miejsc pasożyty, zalegające resztki pokarmu i obumarłe tkanki. Ryby korzystające z usług wargatków często są groźnymi drapieżnikami, ale nie próbują zjeść ryb

pływających w ich paszczach. Otwierają je szeroko i rozchylają skrzela, by ułatwić czyścicielom do nich dostęp.

> **Polecenie 3**
>
> Wyjaśnij na wybranym przykładzie, jakie znaczenie adaptacyjne ma symbioza lub protokooperacja dla uczestniczących w niej organizmów.

3. Komensalizm

Najmniej zobowiązującą nieantagonistyczną współzależnością między organizmami jest komensalizm, zwany także współbiesiadnictwem. Pojawia się wtedy, gdy jeden z organizmów odnosi korzyści z obecności drugiego, natomiast drugi nie odnosi ani korzyści, ani strat. Komensalami są głównie padlinożercy żywiący się resztkami pozostawionymi przez drapieżniki, a także zwierzęta korzystające z odchodów innych gatunków. Tak jest w przypadku żuka gnojowego, który składa jaja w odchodach koni. Żuk odnosi korzyść z obecności koni, gdyż bez ich odchodów jego larwy nie miałyby pokarmu. Z kolei dla populacji koni obecność żuków jest całkowicie obojętna.

Źródło: Andi Gentsch (https://www.flickr.com), licencja: CC BY-SA 2.0.

> **Polecenie 4**
>
> Opisz relacje biologiczne pomiędzy psem domowym a człowiekiem. Wymień ewentualne korzyści lub szkody, które wynikają z zależności, w jakiej pozostają te dwa gatunki.

Słowniczek

komensalizm

nieantagonistyczna forma współżycia między organizmami należącymi do różnych gatunków, w której jeden z organizmów odnosi korzyść, drugi natomiast nie ponosi ani strat, ani korzyści

mikoryza

mutualistyczna zależność między grzybami a roślinami naczyniowymi; grzyb dostarcza wodę, a rośliny pokarm

mutualizm

nieantagonistyczna forma współżycia między organizmami należącymi do różnych gatunków, przynosząca korzyści każdemu z tych gatunków i konieczna dla ich przetrwania

protokooperacja

nieantagonistyczna forma relacji między organizmami należącymi do różnych gatunków, w której oba organizmy odnoszą korzyści; protokooperacja nie jest konieczna do przeżycia uczestniczących w niej osobników

przeżuwacze

ssaki parzystokopytne, roślinożerne, o trzy- lub czterokomorowym żołądku, w którym odbywa się trawienie celulozy z wykorzystaniem symbiotycznych mikroorganizmów

stosunki nieantagonistyczne

rodzaj zależności międzygatunkowych, które są korzystne dla obu populacji lub jednej z nich; zaliczamy do nich mutualizm, protokooperację, komensalizm

symbioza

nieantagonistyczna forma współżycia między organizmami należącymi do różnych gatunków, korzystna dla przynajmniej jednej strony i nie szkodząca innej

Podsumowanie

- Zależności nieantagonistyczne przynoszą korzyści przynajmniej jednej ze stron.

- Symbioza jest sposobem przystosowania do środowiska.
- Gatunki żyjące ze sobą w symbiozie zwykle posiadają przystosowania umożliwiające im pozostawanie w tej zależności, przejawiające się na przykład w budowie ciała.

Praca domowa

Polecenie 5.1

Rybka o imieniu Nemo, bohater znanego filmu, jest przedstawicielem błazenków. Gatunek ten żyje w symbiozie z innymi organizmami. Dowiedz się, jakie to organizmy, na czym polega relacja między nimi a błazenkami i jakie korzyści odnoszą z niej obie strony.

Polecenie 5.2

Podaj przykład i omów relację symbiotyczną pomiędzy człowiekiem i innym gatunkiem.

Zadania

Ćwiczenie 1

Wskaż korzyści odnoszone przez organizmy uczestniczące w mikoryzie.

- [ ] dostarczanie grzybom wody przez rośliny
- [ ] dostarczanie soli mineralnych roślinom przez grzyby
- [ ] dostarczanie grzybom soli azotu i fosforu przez rośliny
- [ ] odżywianie się grzyba związkami organicznymi produkowanymi przez rośliny
- [ ] ochrona roślin przed mikroorganizmami chorobotwórczymi przez grzyby
- [ ] ochrona grzybów przed patogenami przez rośliny
- [ ] odżywianie się roślin związkami organicznymi produkowanymi przez grzyby

Źródło: Barbara Szydzik <Barbara.szydzik@up.wroc.pl>, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Ustal, jakie zależności łączą pary organizmów. Przyporządkuj organizmy do rodzaju zależności, która je łączy.

mutualizm

protokooperacja

komensalizm

mrówki broniące mszyc przed biedronkami i pijące słodką wydzielinę mszyc

sęp pożywiający się padliną pozostawioną przez lwa

mrówki grzybiarki i grzyby w ich mrowiskach

grzyby i glony tworzące porost

krab pustelnik i żyjący na jego skorupie ukwiał

żuk gnojowy korzystający z odchodów konia

Źródło: Barbara Szydzik <Barbara.szydzik@up.wroc.pl>, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Oceń prawdziwość zdań i zaznacz odpowiedź Prawda lub Fałsz.

	Prawda	Fałsz
Relacja pomiędzy człowiekiem a hodowanym przez niego bydłem to przykład protokooperacji.	○	○
Komensalizm jest zależnością istniejącą wyłącznie pomiędzy drapieżnikami a padlinożercami.	○	○
Najmniej zobowiązującą nieantagonistyczną zależnością między organizmami jest komensalizm.	○	○
Przykładem gatunków żyjących w protokooperacji jest bąkojad i słoń.	○	○
Zależność symbiotyczną między grzybami i drzewami nazywamy mutualizmem.	○	○
Porosty można rozdzielić na dwa niezależnie funkcjonujące organizmy.	○	○

Źródło: Barbara Szydzik <Barbara.szydzik@up.wroc.pl>, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Wskaż organizmy, które łączy zależność symbiotyczna.

- [ ] liany i drzewa, po których liany wspinają się do góry
- [ ] ludzie i myszy, które żywią zapasami w kuchni
- [ ] bakterie jelitowe i człowiek
- [ ] drzewa czereśni i szpaki, które zjadają ich owoce
- [ ] gąsienice i ptaki

Źródło: Barbara Szydzik <Barbara.szydzik@up.wroc.pl>, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

Źródło: Barbara Szydzik <Barbara.szydzik@up.wroc.pl>, licencja: CC BY 3.0.

Ekosystem – współzależność środowiska i organizmów

Wszystkie organizmy na Ziemi żyją obok siebie w wielu różniących się od siebie środowiskach. Zależą od siebie nawzajem oraz od nieożywionych składników przyrody. Tworzą bardzo skomplikowane zespoły zwane ekosystemami.

Ekosystem

Już wiesz

- środowisko ma wpływ na organizmy;
- organizmy mają odpowiednie przystosowania do środowiska;
- warunki życia w wodzie i na lądzie różnią się;
- gatunki żyjące w jednym środowisku pozostają w relacjach antagonistycznych lub nieantagonistycznych.

Nauczysz się

- wskazywać żywe i nieożywione elementy ekosystemu;
- wskazywać zależności między ożywionymi i nieożywionymi elementami ekosystemu;
- podawać przykłady wpływu organizmów na nieożywioną część ekosystemu;
- opisywać strukturę ekosystemu lasu i jeziora.

1. Ekosystem i ekologia

To, co nas otacza, i nie jest bezpośrednim wytworem człowieka, określa się potocznie mianem przyrody. Przyroda nie jest jednolita – las, łąka, pustynia gorąca, dżungla, górski strumień i głębiny oceanów różnią się między sobą. Tworzą odmienne środowiska, zamieszkiwane przez całkowicie różne zespoły organizmów. Czynniki środowiska nieożywionego oraz wszystkie gatunki, które to środowisko zamieszkują, określa się jako ekosystem. Wszystkie elementy ekosystemu są ze sobą powiązane i wzajemnie na siebie wpływają.

> **Ważne!**
>
> Występujące na danym terenie nieożywione składniki środowiska i wszystkie gatunki zamieszkujące ten teren oraz pozostające ze sobą i ze środowiskiem nieożywionym w ścisłej zależności nazywamy ekosystemem.

Źródło: Dariusz Adryan, tpsdave (https://pixabay.com), weggelaar (https://pixabay.com), licencja: CC BY 3.0.

Ekosystemy możemy podzielić na lądowe (ekosystem pola, lasu czy łąki), wodne (ekosystem morza, jeziora czy rzeki). Inne kryteria podziału uwzględnia się, wyróżniając ekosystemy ukształtowane naturalnie (jak las czy jezioro) oraz sztucznie (np. pole lub staw).

Źródło: Robert Howie (https://www.flickr.com), licencja: CC BY-SA 2.0.

Gdzie przebiega granica ekosystemu?

Źródło: CIAT (https://www.flickr.com), licencja: CC BY-SA 2.0.

Źródło: Archangel12 (https://www.flickr.com), licencja: CC BY 2.0.

Nauka, która bada ekosystemy i zależności pomiędzy ich elementami, to ekologia. W zakres zainteresowań ekologów wchodzą zarówno pojedyncze gatunki (populacje) i na przykład ich przystosowania do środowiska, jak i zespoły utworzone z populacji różnych gatunków zamieszkujących dany teren i powiązanych ze sobą zależnościami pokarmowymi. Ekologia pozwala poznać zasady funkcjonowania przyrody na bardziej złożonym poziomie niż poziom funkcjonowania pojedynczych organizmów.

Polecenie 1

Ustal, czy wymienione działania są zadaniami ekologów.

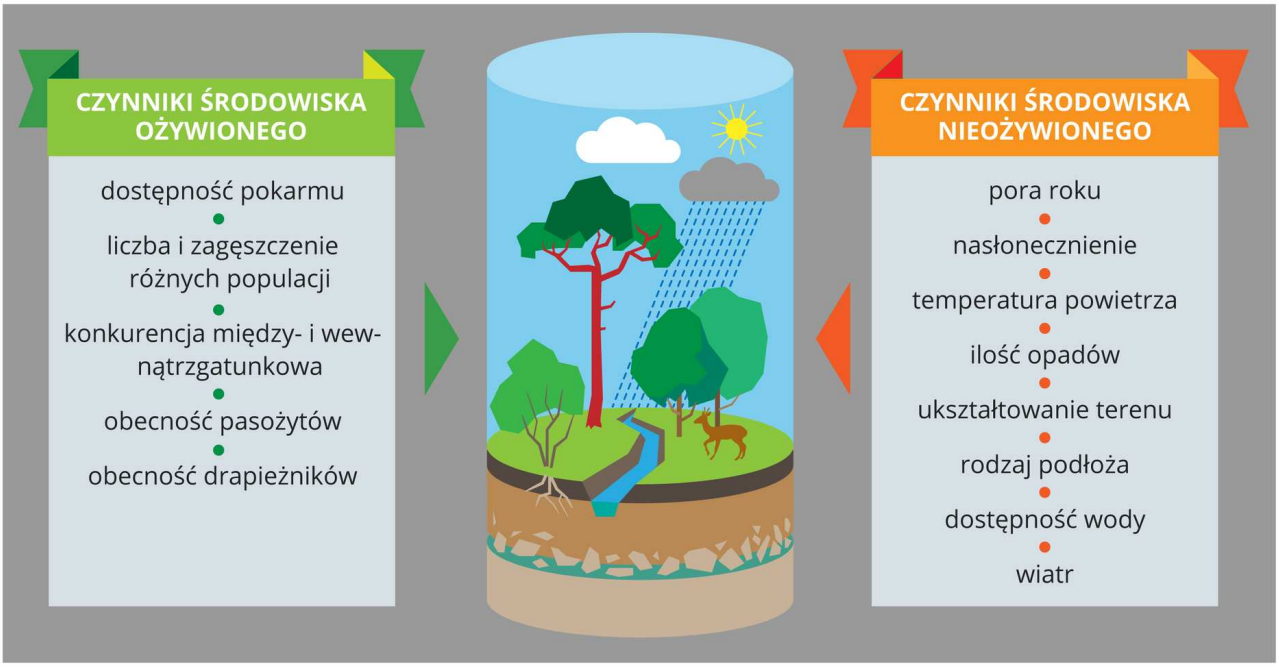
1. wyszukiwanie w lesie tropikalnym naturalnych wrogów wybranego gatunku mrówki,
2. porównywanie liczby gatunków zamieszkujących dwa torfowiska,
3. opisywanie budowy nowoodkrytego gatunku chrząszcza,
4. podejmowanie działań na rzecz ochrony przyrody.

2. Wzajemne zależności pomiędzy środowiskiem nieożywionym i żywą częścią przyrody

Liczba i rodzaj organizmów zamieszkujących dany teren zależy m.in. od klimatu, dlatego w konkretnych strefach klimatycznych występują określone typy ekosystemów.

Czynnikiem abiotycznym, który ma duże znaczenie zwłaszcza dla roślin, jest nasłonecznienie, na które ma wpływ głównie zachmurzenie i wysokość Słońca nad horyzontem. Z kolei duża ilość opadów warunkuje istnienie ekosystemów bogatych w gatunki, a mała – ubogich pod tym względem. Istotny dla organizmów danego ekosystemu jest też rodzaj podłoża. Tam, gdzie skały są przepuszczalne, lustro wód gruntowych znajduje się głęboko i rośliny muszą wykształcać długie korzenie, by go dosięgnąć. Czasem podłoże zawiera mało soli mineralnych, a innym razem jest tak zasolone, że uniemożliwia życie większości gatunków roślin.

W ekosystemach wodnych istotne znaczenie mają na przykład temperatura i falowanie wody oraz zależna od nich zawartość tlenu. Bogate w tlen wody strumieni i zimne wody morskie zamieszkiwane są przez inne gatunki niż wody ciepłe i stojące. Zasolenie wody decyduje o odmienności środowisk zbiorników lądowych (słodkowodnych) i morskich, a tym samym o ich składzie gatunkowym.



Źródło: Andrzej Bogusz, licencja: CC BY 3.0.

Organizmy także oddziałują na środowisko. Ogromną rolę w kształtowaniu przyrody Ziemi odegrały pierwsze rośliny. Uwalniały do atmosfery tlen, uboczny produkt fotosyntezy, którego wcześniej powietrze było pozbawione. Zmiana składu atmosfery umożliwiła pojawianie się i rozwój organizmów tlenowych. Innym przykładem znaczącego wpływy organizmów na środowisko jest trwające miliony lat osadzanie się pancerzyków mikroorganizmów wodnych na dnie zbiorników. Z osadów tych utworzyły się pokłady wapieni. Z kolei ze szczątków potężnych paprotników powstał węgiel, a ze szczątków roślinnych i zwierzęcych złoża ropy naftowej.

Rośliny i porosty są odpowiedzialne za biologiczną erozję skał i zwiększanie grubości warstwy gleby. Lasy i torfowiska zdolne do gromadzenia wody łagodzą wahania temperatury i zwiększają wilgotność powietrza. Rośliny zarastają jeziora i powodują ich spłycenie, umacniają wydmy i osuwiska skalne. Mikroorganizmy rozkładające szczątki organiczne uwalniają związki chemiczne i pierwiastki do otoczenia.

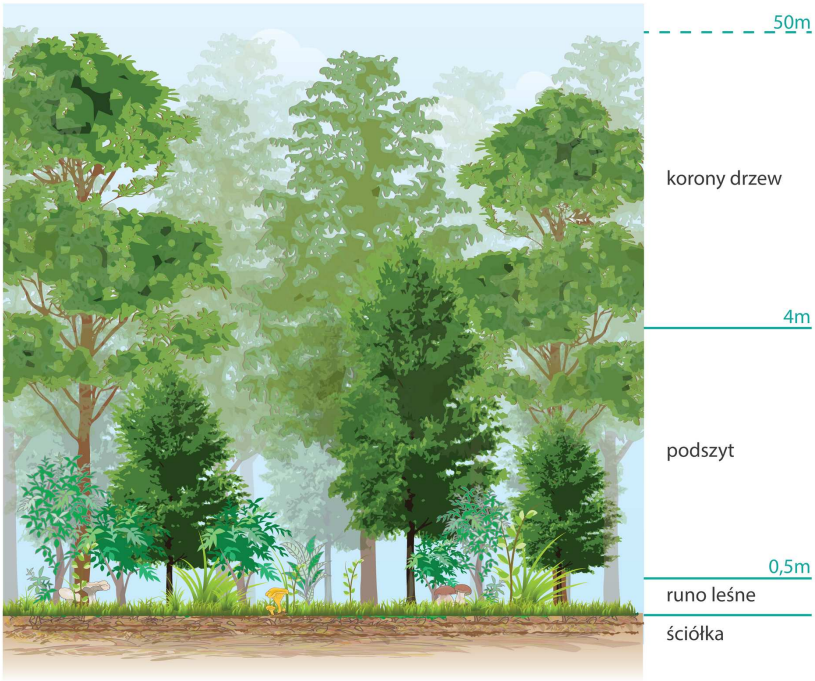
> **Polecenie 2**
>
> Zaobserwuj życie w akwarium. Wymień składniki tego ekosystemu, podziel je na ożywione i nieożywione. Wskaż wzajemne zależności między składnikami tego ekosystemu.

3. Ekosystem lasu

Pierwotny las jest przykładem naturalnie ukształtowanego i stabilnego ekosystemu lądowego. Takie ekosystemy spotykamy niemal na całej kuli ziemskiej. W zależności od szerokości geograficznej można wyróżnić ekosystem lasu tropikalnego, tajgi czy lasu mieszanego strefy umiarkowanej. Na gatunki, które tworzą dany ekosystem, ma wpływ m. in. średnia temperatura roczna, występowanie pór roku i wilgotność gleby. Drzewa rosnące w różnych strefach klimatycznych mają odpowiednie przystosowania, które pozwalają im jak najlepiej korzystać z dostępnego w danej strefie światła słonecznego. Dotyczą one na przykład budowy i trwałości liści. Rośliny lasów tropikalnych dzięki sprzyjającym warunkom rosną bardzo szybko i produkują bardzo dużo materii organicznej. Daje ona utrzymanie licznym organizmom cudzożywnym.

> **Polecenie 3**
>
> Wymień jak najwięcej gatunków zamieszkujących las strefy umiarkowanej. Uwzględnij mikroorganizmy, grzyby, rośliny i zwierzęta.

Charakterystyczne dla ekosystemu leśnego jest występowanie piętrowej struktury. Jest ona wynikiem konkurencji roślin o dostęp do światła. W lesie liściastym strefy umiarkowanej wyróżniamy 4 piętra: ściółkę, runo leśne, podszyt i korony drzew. W lesie tropikalnym pięter jest więcej.



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

Zwarte korony drzew, gesty podszyt oraz runo ocieniają glebę i zapobiegają jej wysychaniu. Dzięki rozległym i gęstym systemom korzeniowym las szybko wchłania duże ilości wody podczas obfitych opadów. Niższe temperatury o mniejszych wahaniach, większa wilgotność, mniejsze nasłonecznienie i mniejsza siła wiatru sprawiają, że we wnętrzu lasu tworzy się mikroklimat odmienny niż na otaczającym otwartym terenie. W lasach strefy umiarkowanej rośliny runa bujnie rozwijają się wiosną przed rozwinięciem się ulistnienia

drzew. Latem zacienienie dna lasu jest zbyt duże, by do runa dotarła wystarczająca ilość światła.

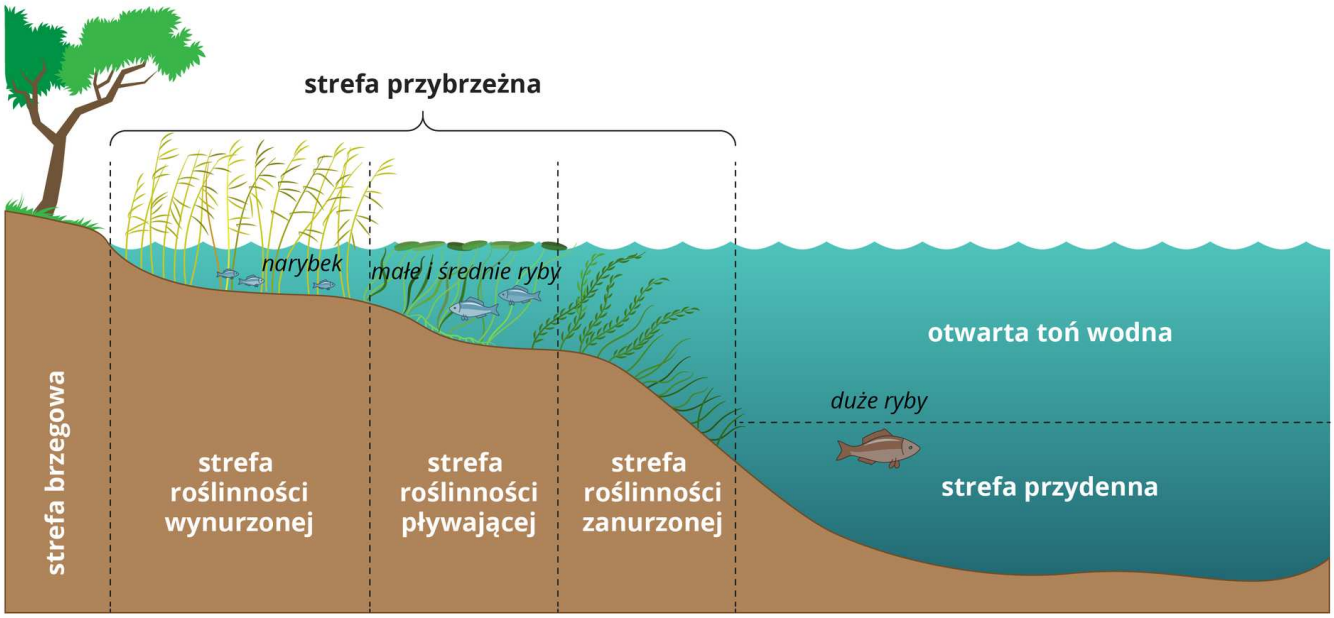
Najniżej położonym piętrem jest ściółka. Składa się z martwej materii organicznej, głównie szczątków roślin. Za sprawą żyjących tam saprobiontów, takich jak bakterie i grzyby, stale zachodzą w niej procesy rozkładu. W ten sposób materia organiczna przekształcana jest w glebę leśną. W tym procesie wydziela się dużo ciepła. Sprzyja to rozwojowi żyjących w tej warstwie bezkręgowców. Ilość ściółki zależy od aktywności rozkładających je organizmów. I tak w klimacie ciepłym rozkład jest bardzo szybki, dlatego ściółka tam praktycznie nie występuje, natomiast w tajdze tworzy grubą warstwę. Z tego powodu gleba tajgi w przeciwieństwie do gleby lasu tropikalnego jest mało żyzna.

Gęstwina roślin produkuje każdego roku ogromną ilość materii organicznej, która jest pokarmem wielu gatunków organizmów cudzożywnych. W lasach szczególnie dużo jest roślinożerców, głównie drobnych bezkręgowców. Zamieszkują one glebę, ściółkę oraz powierzchnię roślin. Są pokarmem większych od nich drapieżników, np. pająków, owadów, drobnych gryzoni i ptaków. Na te zwierzęta z kolei polują większe drapieżniki: lisy, wilki, myszołowy. Występują tu jeszcze gatunki pasożytnicze – bakterie chorobotwórcze, pasożytnicze rośliny i grzyby oraz na przykład pasożyty żyjące w jelitach ssaków i na ich skórze. Nie brak też symbiotycznych porostów, grzybów mikoryzowych oraz roślin kwiatowych i ich zapylaczy.
Każdy gatunek ma swoje miejsce w strukturze lasu i powiązany jest wieloma zależnościami ze swoim środowiskiem i innymi gatunkami.

> **Ciekawostka**
>
> Gdyby zważyć drzewa rosnące na powierzchni 1 ha (100 m x 100 m), okazałoby się, że jest około 16 ton (16 tys. kg) liści, 60 ton gałęzi, 500 ton pni. Same dżdżownice zamieszkujące tę powierzchnię gleby leśnej ważą około 500 kg, a inne bezkręgowce glebowe, grzyby i mikroorganizmy kolejne 500 kg.

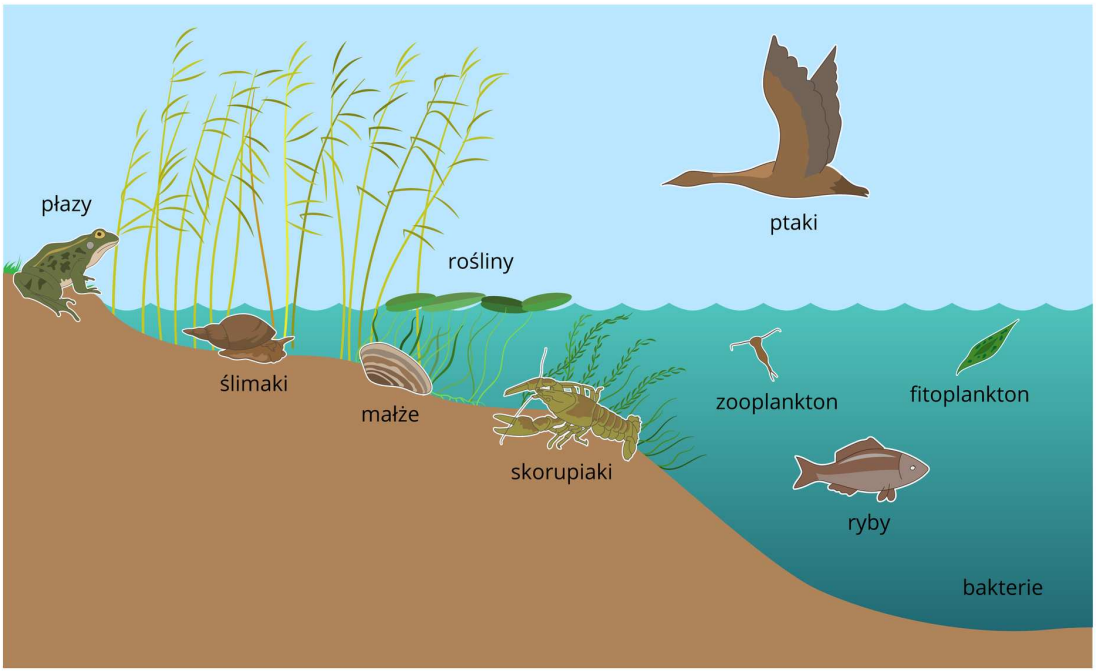
4. Ekosystem jeziora

W jeziorach, podobnie jak w lesie, można wyodrębnić określone strefy uzależnione od głębokości i charakteryzujące się zróżnicowaną dostępnością światła słonecznego. Organizmy zamieszkujące jezioro możemy podzielić na trzy grupy: żyjące na dnie, aktywnie pływające oraz unoszące się biernie w toni wodnej.



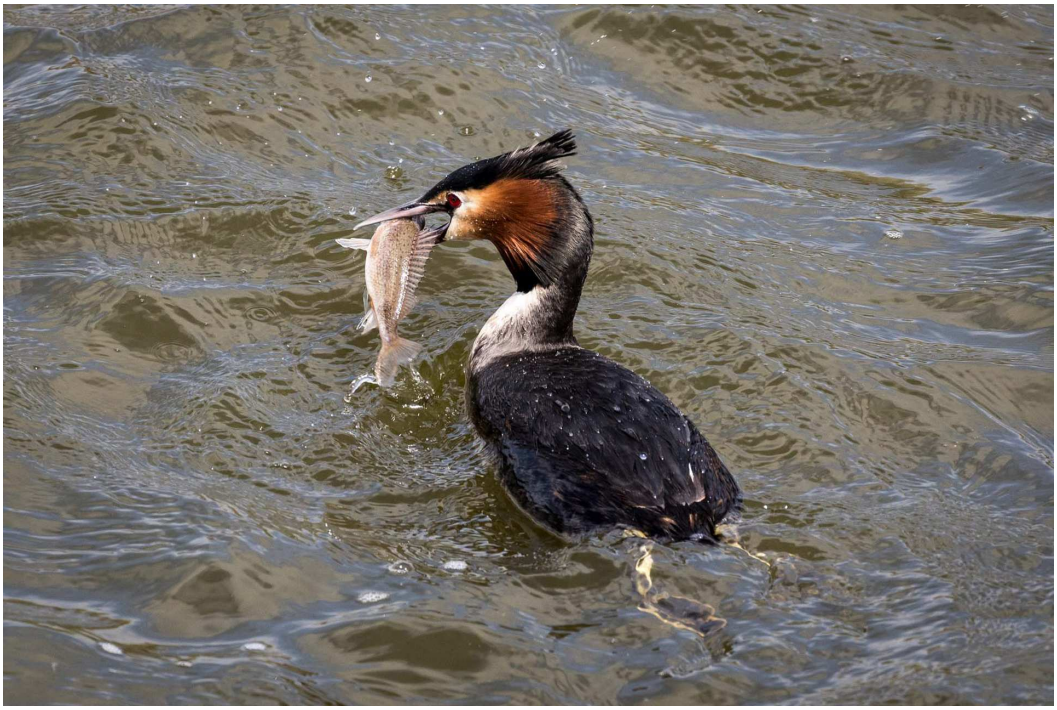
Źródło: Andrzej Bogusz, licencja: CC BY 3.0.

Strefa przybrzeżna to strefa znajdująca się w pobliżu brzegu jeziora. Obejmuje płytkie wody, które w ciągu dnia są dobrze oświetlone. Dzięki temu w słoneczny dzień są one ciepłe, a nocą szybko mogą się wychłodzić. W okresie zimowym woda w strefie przybrzeżnej zamarza. Ze względu na małą głębokość i falowanie wywołane przez wiatr są to wody dobrze natlenione. Tlen i światło sprzyjają rozwojowi różnych organizmów. Rośliny rosnące przy samym brzegu (trzcina, tatarak) są zakorzenione w położonym tuż pod powierzchnią wody dnie zbiornika. Te, które rosną dalej od brzegu (grzybień , grążel), nie wyrastają wysoko ponad wodę, jednak rozwijają liście na jej powierzchni, a ich korzenie znajdują oparcie w dnie. Jeszcze dalej od brzegu jeziora występują rośliny podwodne (rdestnica, moczarka kanadyjska). W strefie przybrzeżnej żyje wiele zwierząt: owady wodne i ich larwy, narybek, kijanki, ryby takie jak szczupak, okoń czy płoć, płazy (żaby i traszki), wiele gatunków ptaków.



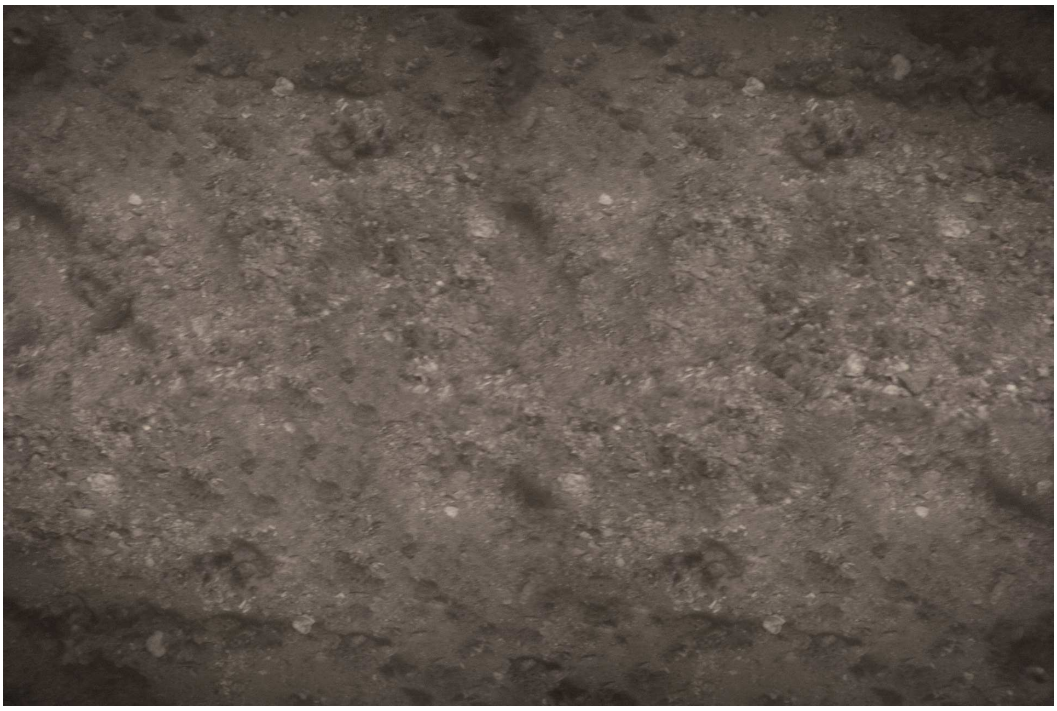
Źródło: Andrzej Bogusz, licencja: CC BY 3.0.

Wody otwartej toni wodnej są w różnym stopniu prześwietlone, co zależy od głębokości i przejrzystości wody. Blisko powierzchni występują stosunkowo duże wahania temperatury i natlenienia, ale wraz z głębokością warunki stają się coraz bardziej stabilne. W tej strefie żyje mniej zwierząt niż w strefie przybrzeżnej, nie ma tutaj również zakorzenionych w dnie roślin. Występują tu m.in. lipień i sandacz oraz perkozy i kormorany. Pod powierzchnią wody unosi się dużo niewielkich organizmów, tzw. planktonu.



Źródło: Smudge 9000 (https://www.flickr.com), licencja: CC BY-SA 2.0.

Do strefy dennej dociera mało światła słonecznego oraz tlenu. Wahania temperatur sa tu małe. W zimie, kiedy powierzchniowe wody jeziora zamarzają, temperatura przy dnie jest stała i wynosi ok. 4°C. W tej strefie, jeśli jezioro jest głębokie nie ma roślin, a są jedynie bakterie, protisty i zwierzęta. Większość z nich żywi się opadającą na dno martwą materią organiczną. Wiele z nich, tak jak małże, odfiltrowuje cząsteczki pożywienia z wody. Na dnie jeziora występują również ryby przydenne, głównie węgorze. Niektóre zwierzęta, jak np. żaby, spędzają zimę zagrzebane w mule na dnie jeziora.



Źródło: Ian Armstrong (https://www.flickr.com), licencja: CC BY-SA 2.0.

Polecenie 4

Czy powyższy opis ekosystemu jeziora jest prawdziwy dla Jeziora Wiktorii w Afryce? Poprzyj swoja opinie dwoma argumentami.

Słowniczek

ekologia

dział biologii zajmujący się funkcjonowaniem ekosystemów; bada środowiska i zamieszkujące je zespoły organizmów

ekosystem

umownie wydzielony fragment przyrody składający się z elementów ożywionych i nieożywionych powiązanych ze sobą zależnościami, utrzymujący się w dynamicznej równowadze

plankton

drobne organizmy swobodnie unoszące się w toni wodnej

materia organiczna

masa złożona z martwych ciał organizmów w różnym stopniu rozkładu oraz produktów życiowej działalności organizmów glebowych

saprobionty

organizmy odżywiające się martwą materią organiczną; **saprofagi** odżywiają się materią pochodzenia zwierzęcego, a **saprofity** – roślinnego

strefa denna

strefa obejmująca dno zbiornika i wodę, do której dociera niewielka ilość światła; panuje tam niska temperatura

strefa toni wodnej

strefa obejmująca odległe od brzegu wody położone pod powierzchnią zbiornika; jest dobrze oświetlona, zamieszkiwana przez plankton i aktywnie pływające zwierzęta

strefa przybrzeżna

strefa, w której występują rośliny zakorzenione w dnie oraz glony i inne organizmy; charakteryzuje się dużą zmiennością warunków

Podsumowanie

- Ekosystem to środowisko abiotyczne wraz z wszystkimi zamieszkującymi je populacjami różnych gatunków oraz procesy i zależności występujące między nimi, a także między nimi a środowiskiem nieożywionym.
- W ekosystemie środowisko wpływa na osobniki należące do poszczególnych gatunków, a te zmieniają środowisko.
- Ekosystemy możemy podzielić na sztuczne i naturalne lub na lądowe i wodne.
- Struktura ekosystemu leśnego jest piętrowa.
- Struktura ekosystemu jeziornego wynika z jego głębokości i przejrzystości wody.
- W jeziorach wyróżniamy trzy główne strefy – przybrzeżną, otwartej toni wodnej oraz przydenną.

Praca domowa

Polecenie 5.1

Podaj 3 przykłady na to, że organizmy przekształcają swoje środowisko.

Polecenie 5.2

Wybierz jeden z gatunków zamieszkujących las. Wymień jak najwięcej zależności, którymi jest powiązany ze środowiskiem i innymi gatunkami.

Zadania

Ćwiczenie 1

Źródło: Barbara Szydzik <Barbara.szydzik@up.wroc.pl>, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Wskaż poprawne zakończenie zdania.
W ekosystemie lasu łęgowego (liściastego lasu położonego nad rzeką lub potokiem, na terenach zalewanych przez powodzie)

- [ ] zwierzęta charakteryzują się doskonałym wzrokiem.
- [ ] w lecie i w zimie jest chłodniej niż na otwartym terenie.
- [ ] gleby są jałowe.
- [ ] rośliny wytwarzają mało materii organicznej.
- [ ] gleby są żyzne.
- [ ] rośliny konkurują o miejsce i światło.
- [ ] w lecie jest chłodniej niż na otwartym terenie.

Źródło: Barbara Szydzik <Barbara.szydzik@up.wroc.pl>, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Rozróżnij przykłady oddziaływań środowiska na ożywioną część ekosystemu lasu i organizmów lasu na środowisko nieożywione. Przyporządkuj je odpowiednim kategoriom.

przykłady wpływu organizmów żyjących w lesie na przyrodę nieożywioną

przykłady wpływu środowiska nieożywionego na organizmy ekosystemu lasu

- Mikroorganizmy glebowe wzbogacają glebę w substancje potrzebne roślinom.
- Pogodne i ciepłe lato sprzyja szybkiemu wzrostowi drzew.
- Niski poziom wód gruntowych powoduje usychanie roślin.
- Liście drzew i krzewów ocieniają glebę.
- Mech i ściółka zatrzymują wodę z opadów.
- Wiatr umożliwia rozsiewanie nasion sosny.
- Korzenie traw chronią podłoże przed erozją.
- Skaliste podłoże uniemożliwia rozwój roślin.
- Rośliny wzbogacają powietrze w tlen.

Źródło: Barbara Szydzik <Barbara.szydzik@up.wroc.pl>, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Wskaż ekosystem.

- ◯ Ameryka Południowa
- ◯ ogród zoologiczny
- ◯ grządka z tulipanami
- ◯ Morze Bałtyckie
- ◯ doniczka z okazałą paprocią

Źródło: Barbara Szydzik <Barbara.szydzik@up.wroc.pl>, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

Wskaż poprawne zakończenie zdania.

Rośliny zakorzenione w dnie jeziora nie występują w strefie

- ◯ otwartej toni wodnej.
- ◯ dna jeziora.
- ◯ przybrzeżnej.

Źródło: Barbara Szydzik <Barbara.szydzik@up.wroc.pl>, licencja: CC BY 3.0.

Zależności pokarmowe w ekosystemie

Życie zwierząt w dużej mierze koncentruje się na poszukiwaniu pokarmu i unikaniu drapieżników. Każde zwierzę może być w każdej chwili albo obiadem, albo biesiadnikiem.

Myszołów jest pospolitym w Polsce ptakiem drapieżnym. Poluje zwykle na nornice, ale chętnie zabija i pożera także niewielkie ptaki

Już wiesz

- organizmy dzielimy na samożywne i cudzożywne;
- rośliny zmieniają energię świetlną na energię wiązań chemicznych, a organizmy cudzożywne korzystają z energii zmagazynowanej w zjadanym przez siebie pokarmie.

Nauczysz się

- wskazywać zależności pokarmowe w ekosystemie;
- identyfikować organizmy jako producentów, konsumentów, destruentów;
- szeregować organizmy w łańcuchach pokarmowych.

1. Sposoby odżywiania

Jednym z podstawowych dążeń każdego organizmu jest zaspokajanie potrzeb pokarmowych. Pokarm to źródło niezbędnych substancji chemicznych, które umożliwiają rozwój i regenerację organizmu, jego prawidłowe funkcjonowanie oraz dostarczają energii.

Energia zużywana jest w pierwszej kolejności do podtrzymania funkcji życiowych, a jej nadwyżki umożliwiają na przykład rozmnażanie, wzrost organizmu lub są magazynowane. Ze względu na sposób zdobywania pokarmu organizmy dzielimy na:

- **samożywne**, czyli prowadzące procesy foto- lub chemosyntezy; są to wszystkie glony, większość roślin oraz niektóre bakterie i protisty; dla organizmów prowadzących fotosyntezę źródłem energii jest światło;
- **cudzożywne**, czyli pobierające pokarm z otoczenia; należą do nich wszystkie zwierzęta i grzyby oraz większość bakterii, część protistów i nieliczne rośliny; źródłem energii dla organizmów cudzożywnych jest pożywienie zawierające związki organiczne (głównie cukry, białka i tłuszcze).

Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

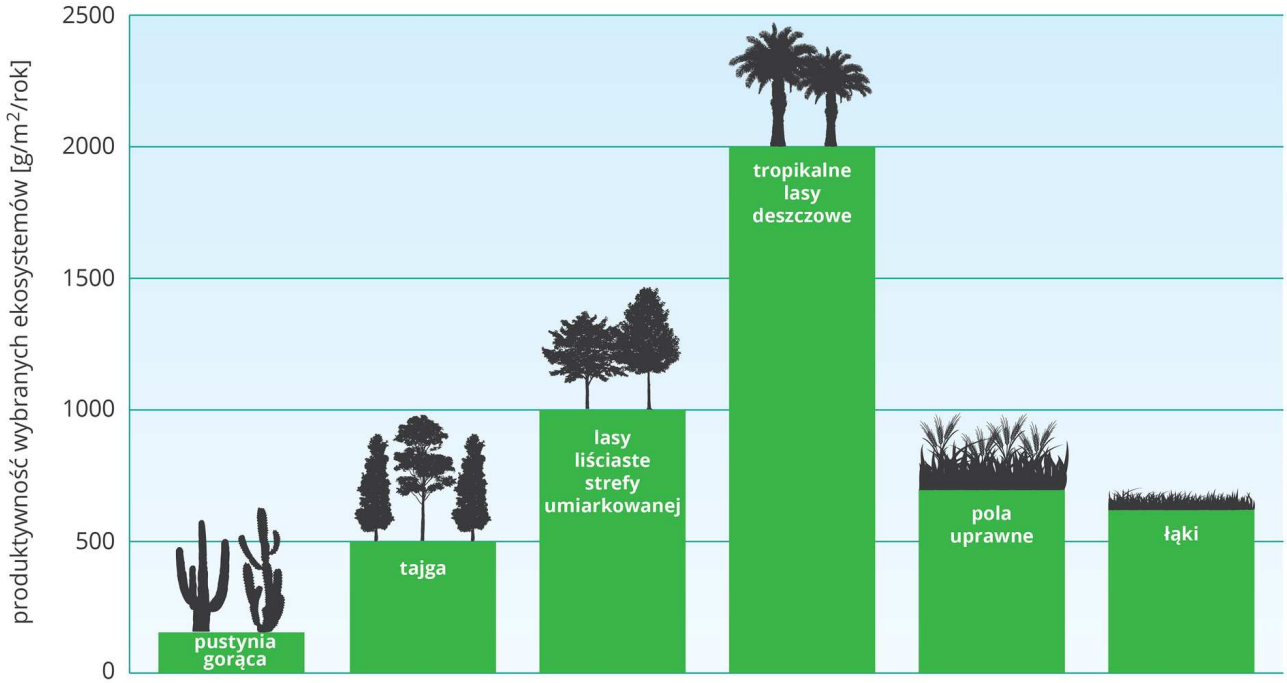
Polecenie 1

Euglena zielona, jednokomórkowy pierwotniak, jest zmiennożywna. Najczęściej jest drapieżnikiem (pochłania na przykład bakterie) lub saprobiontem (pobiera szczątki organiczne). Fotosyntezę prowadzi dopiero wtedy, gdy w jej otoczeniu nie ma gotowego pokarmu, ale za to jest wystarczająca ilość światła.

Postaw hipotezę, dlaczego w środowisku bogatym w pokarm i światło euglena odżywia się cudzożywnie.

2. Producenci

Podstawą funkcjonowania większości ekosystemów jest obecność organizmów samożywnych, tzw. producentów. Podczas procesu **fotosyntezy** producenci wytwarzają materię organiczną (biomasę). Ilość roślinnej materii organicznej (wytwarzana w ciągu roku na jednostkę powierzchni ekosystemu) służy do oceny tempa, w jakim producenci przekształcają energię słoneczną w procesie fotosyntezy. Jest ono różne dla różnych ekosystemów. Na przykład lasy tropikalne są ekosystemami produkującymi wiele materii organicznej, a lasy klimatu umiarkowanego produkują jej znacznie mniej. Z kolei pustynie, na których szata roślinna jest bardzo uboga, wytwarzają niewiele biomasy. Głównymi czynnikami sprzyjającymi szybkiemu przyrostowi masy roślin są odpowiednio wysoka temperatura i wilgotność, długi okres wegetacji oraz żyzność gleb.



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

Wytwarzanie materii organicznej odbywa się i na lądzie, i w środowisku wodnym. Zarówno w wodach słodkich, jak i słonych żyje wiele roślin oraz samożywnych bakterii, protistów i glonów. Woda pokrywa ok. 2/3 powierzchni kuli ziemskiej, dlatego produkcja biomasy w oceanach stanowi znaczną część całej produkcji biomasy na Ziemi.

Polecenie 2

Do przeprowadzenia procesu fotosyntezy rośliny potrzebują wody, dwutlenku węgla oraz energii słonecznej. Ustal, dostępność którego z tych składników będzie czynnikiem ograniczającym produkcję w ekosystemie wodnym, a którego w ekosystemie lądowym. Wyjaśnij, dlaczego.

> **Wskazówka**
>
> Czynnikiem ograniczającym jest zawsze ten czynnik, którego jest najmniej w danym środowisku.

Ciekawostka

Producentami mogą być nie tylko organizmy fotosyntetyzujące, ale także bakterie zdolne do chemosyntezy. Produkują one związki organiczne wykorzystując energię chemiczną pozyskaną w procesie utleniania związków nieorganicznych.

3. Konsumenci

Im większa jest masa materii organicznej wytwarzanej przez rośliny w ciągu roku, tym więcej zwierząt roślinożernych może się utrzymać w danym ekosystemie. Spożywają one trawę, liście, owoce, nasiona, a nawet korzenie, drewno i korę. Pozyskane substancje pokarmowe roślinożercy wykorzystują jako źródło energii oraz wbudowują we własne ciała, dzięki czemu mogą rosnąć i rozmnażać się. Roślinożercy są pokarmem dla zwierząt mięsożernych. Te z kolei mogą paść ofiarą innych, często większych od siebie, drapieżników.

Zarówno roślinożercy, jak i mięsożercy wykorzystują jako pokarm inne organizmy (roślinne lub zwierzęce). W ekosystemie każdy organizm cudzożywny określany jest mianem konsumenta. Konsumentów można uporządkować według pewnych kategorii. I tak roślinożercy nazywani są konsumentami I rzędu. Konsumentami II rzędu są zjadający ich mięsożercy, a konsumentami III i dalszych rzędów są mięsożercy żywiący się innymi mięsożercami. Zwierzęta wszystkożerne, w zależności od tego, co w danym momencie spożywają, zalicza się do konsumentów I, II, III lub któregoś z wyższych rzędów.

W ekosystemach największą biomasę stanowią producenci. Biomasa konsumentów na kolejnych poziomach troficznych stanowi ok. 10% tej z poprzedniego poziomu.

Źródło: Karen Jackson (https://www.flickr.com), licencja: CC BY ND 2.0.

Polecenie 3

Zwierzęta wszystkożerne, takie jak dzik czy człowiek, mogą odżywiać się zarówno roślinami, jak i mięsem. Zdecyduj, do której grupy możemy je przyporządkować – konsumentów I czy II rzędu? Spróbuj przyporządkować również do określonego rzędu konsumentów sępa, który może żywić się zarówno padliną antylopy, jak i lwa.

Wskazówka

Przyporządkowanie niektórych organizmów do poszczególnych grup nie zawsze jest sztywno określone, ale może być zależne od konkretnej sytuacji.

Konsumenci zjadają taki pokarm, do pobierania i trawienia którego są przystosowani. Zdarza się, że podstawą wyżywienia jakiegoś gatunku jest jeden gatunek rośliny. I tak na przykład koala zjada przede wszystkim liście eukaliptusa, ale także niewielkie ilości liści innych roślin. Niemal całe pożywienie pandy wielkiej stanowi bambus, choć nie gardzi ona także innymi trawami, a nawet drobnymi zwierzętami. W naszym klimacie występuje krzyżodziób świerkowy, niewielki ptak nieco większy od wróbla, który żywi się nasionami wyłuskanymi z szyszek świerka, rzadziej sosny i jodły. Specjalizacja występuje też u zwierząt mięsożernych – wilki zwykle polują na dużą zwierzynę, taką jak sarny czy jelenie, a mniejsze od nich lisy na zające, myszy, żaby.

Ciekawostka

Niektóre rośliny chwytają drobne zwierzęta, głównie owady, w różnego rodzaju pułapki. Zwierzęta te są następnie trawione za pomocą enzymów wydzielanych przez rośliny. Nie

> oznacza to jednak, że taka dieta zmienia roślinę w konsumenta. Roślina nazywana drapieżną jest samożywna, zdolna do fotosyntezy. Schwytane zwierzęta dostarczają jej pierwiastków, których brakuje w glebie, np. azotu. Ofiary drapieżnych roślin pełnią więc funkcję podobną do nawozu, a nie podstawowego pokarmu, z którego producent czerpie energię.

4. Destruenci

Organizmy cudzożywne, które odżywiają się martwą materią organiczną, są nazywane **saprobiontami**. Niektóre z nich pełnią w ekosystemach funkcję destruentów. Potrafią one rozłożyć szczątki organizmów do związków mineralnych, które następnie stają się składnikiem powietrza (dwutlenek węgla i woda) oraz gleby (sole mineralne) i mogą być pobrane przez rośliny. Dzięki temu procesowi martwa materia organiczna nie zalega w ekosystemach, lecz rozłożona do prostych substancji jest na nowo wbudowywana w organizmy – najpierw roślinne, a później zwierzęce. Do destruentów należą bakterie i grzyby. Występują licznie w ściółce leśnej i górnych warstwach gleby, a także w mule zalegającym na dnie zbiorników wodnych. Ich obecność w ekosystemach jest niezbędna. Bez ich aktywności obieg materii (krążenie pierwiastków) w przyrodzie byłby niemożliwy.

Doświadczenie 1

Porównanie tempa rozkładu szczątków organicznych w różnych rodzajach gleby.

Co będzie potrzebne

- 3 słoiki
- 3 próbki gleby o różnych właściwościach (np. gliniasta, piaszczysta, torfowa)
- 3 plasterki ugotowanej marchewki.

Instrukcja

1. Wypełnij słoiki wilgotną glebą.
2. Do każdego z nich wsuń między glebę a ścianę słoika plasterek marchewki.
3. Nakryj słoiki wieczkami, ale ich nie zakręcaj. W ten sposób ograniczysz parowanie i zapewnisz dostęp powietrza.

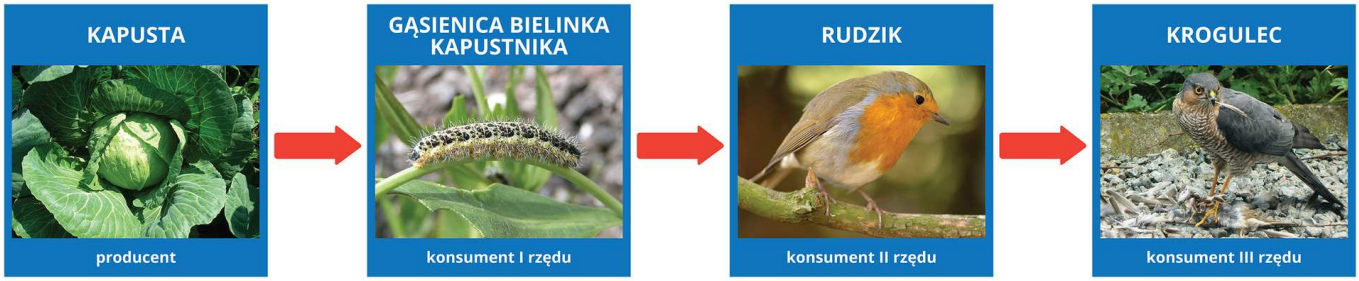
Podsumowanie

Jeśli plasterki marchewki w jednym ze słojów szybciej uległy rozkładowi, świadczy to o tym, że w glebie znajdowało się więcej destruentów.

5. Łańcuch pokarmowy

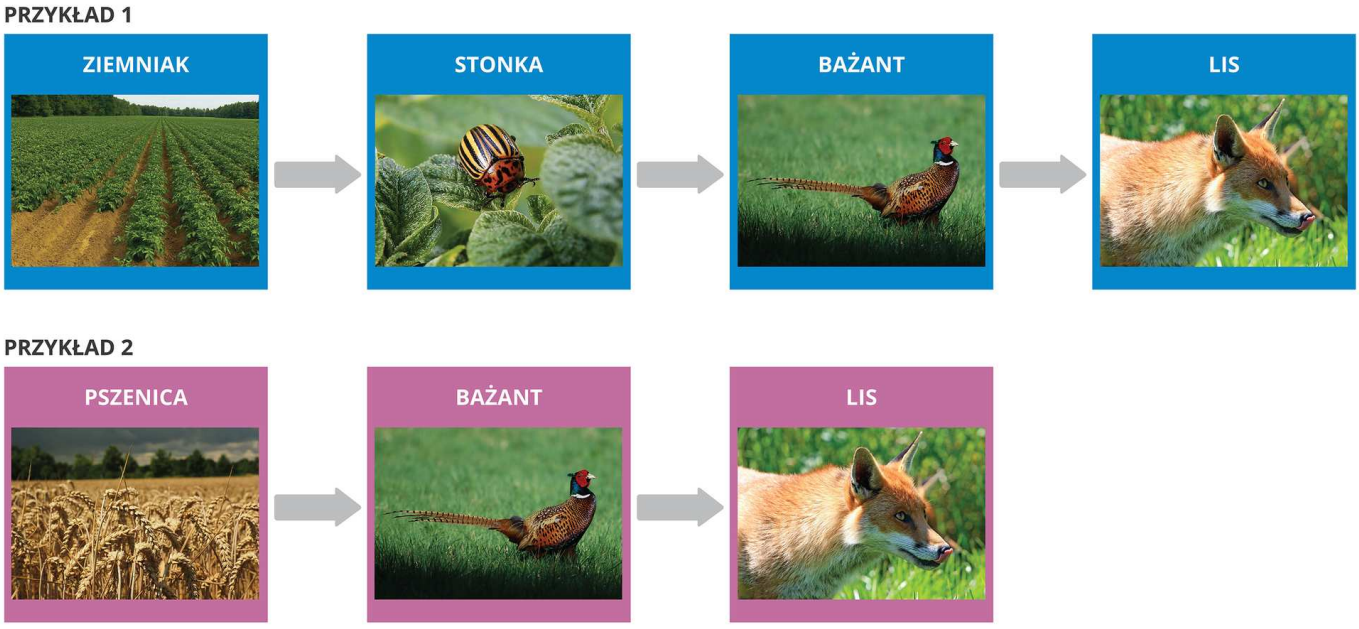
Organizmy w ekosystemach są powiązane ze sobą zależnościami pokarmowymi w taki sposób, że tworzą łańcuchy pokarmowe. W łańcuchu pokarmowym gatunek będący jednym ogniwem łańcucha stanowi podstawę pożywienia gatunku będącego jego kolejnym ogniwem.

Łańcuch pokarmowy (inaczej **troficzny**) zaczyna się od producenta. Następnym ogniwem łańcucha jest zjadający producenta konsument I rzędu, czyli roślinożerca. Kolejne ogniwo stanowi mięsożerca, czyli konsument II rzędu, za nim znajduje się konsument III rzędu i ewentualnie kolejni konsumenci. Miejsce, jakie dany organizm zajmuje w łańcuchu pokarmowym, zależy od tego, czym sam się żywi i dla jakich organizmów jest pokarmem. Nazywamy je poziomem troficznym.



Źródło: Dariusz Adryan, Pavlofox (https://pixabay.com/), Solipsist (https://commons.wikimedia.org), Gic (https://pixabay.com/), FlickreviewR (https://commons.wikimedia.org), licencja: CC BY-SA 3.0.

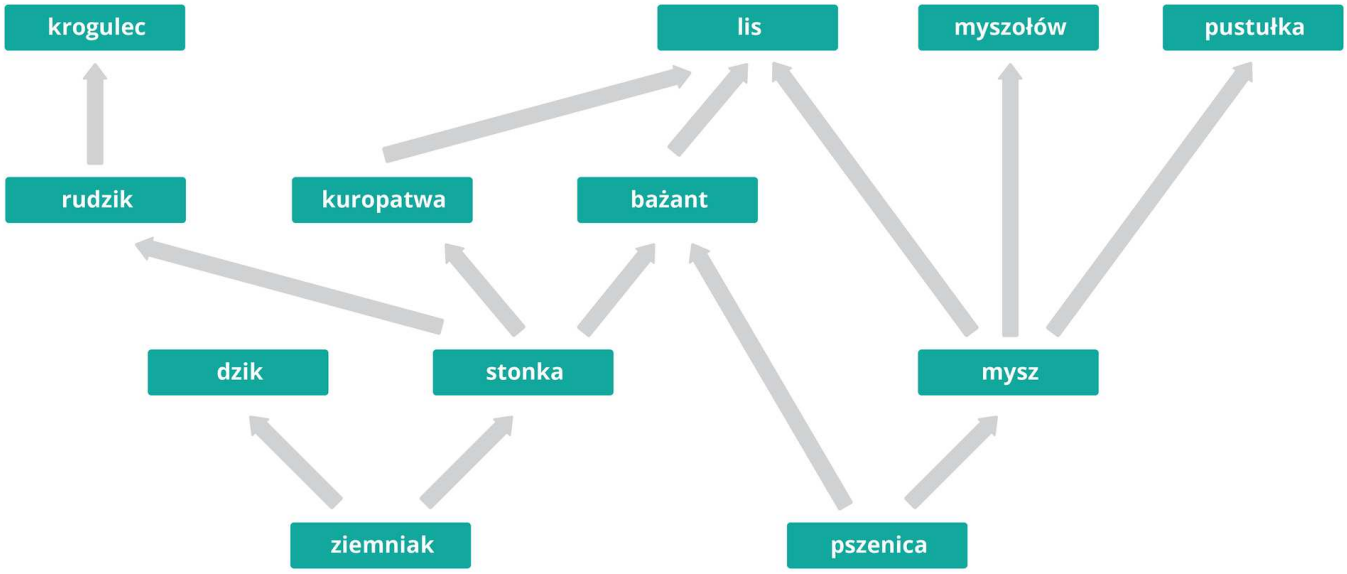
Strzałki używane w zapisie łańcucha pokarmowego ilustrują przepływ materii i energii przez poszczególne poziomy troficzne. Strzałki te biegną od producentów, którzy tworzą związki organiczne ze związków nieorganicznych do konsumentów. Gatunki, zwłaszcza wszystkożerne, mogą zajmować różne poziomy troficzne w różnych łańcuchach pokarmowych, w zależności od tego, jakim pokarmem żywią się w danym momencie.



Źródło: Dariusz Adryan, PublicDomainPictures (https://pixabay.com), zdenet (https://pixabay.com), skeeze (https://pixabay.com), Hans (https://pixabay.com), licencja: CC BY 3.0.

W pierwszym łańcuchu pokarmowym producentem jest ziemniak, konsumentem I rzędu stonka, konsumentem II rzędu bażant, a lis jest konsumentem III rzędu. Ten łańcuch jest

dłuższy niż następny, w którym ostatnie ogniwo – lis – jest konsumentem II rzędu. Wynika to z tego, że bażant jest ptakiem wszystkożernym – może występować w łańcuchu pokarmowym zarówno jako roślinożerca (gdy żywi się pszenicą) lub jako mięsożerca (gdy żywi się roślinożerną stonką). Ziemniakami mogą się żywić myszy, które są pokarmem lisów, myszołowów lub pustułek. Z kolei stonką żywi się nie tylko bażant, ale i także kuropatwa i rudzik. Te same organizmy często występują równocześnie w kilku łańcuchach pokarmowych, które łączą się tworząc **sieci troficzne**. Im bogatszy i bardziej zróżnicowany ekosystem, tym sieci pokarmowe są bardziej złożone.



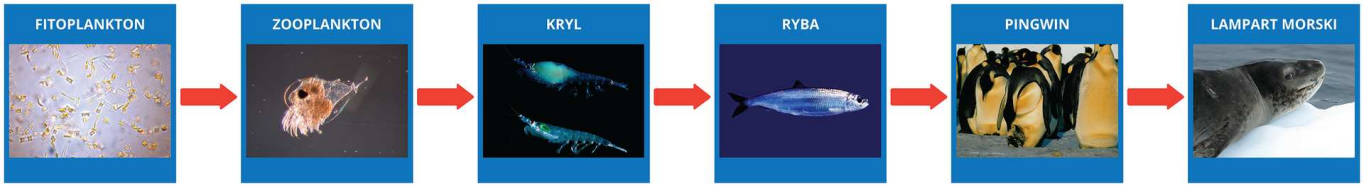
Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

Polecenie 4

Umieść w sieci pokarmowej na ilustracji 4. człowieka i kurę. Połącz te organizmy z innymi za pomocą strzałek symbolizujących zależności pokarmowe. Ustal, na których poziomach troficznych znaleźli się w tej sieci człowiek i kura.

Niektóre łańcuchy pokarmowe są bardzo krótkie, a inne długie. Przykładem bardzo krótkiego łańcucha pokarmowego jest ten, w którym uczestniczy słoń. Jest on konsumentem pierwszego i zarazem ostatniego rzędu. Jest tak duży, że rzadko staje się łupem drapieżników. Czasem tylko lwy polują na młode słonie, co jest trudne, gdyż są one pod opieką dorosłych.

Przykłady wyjątkowo długich łańcuchów pokarmowych spotykane są w niektórych ekosystemach wodnych. Chłodne, dobrze natlenione wody wokół Antarktydy zamieszkuje bardzo wiele gatunków. Ogromne bogactwo fitoplanktonu, pełniącego w tym ekosystemie rolę głównego producenta, jest w stanie zapewnić pokarm dla wielu konsumentów I oraz (pośrednio) II i wyższych rzędów.



Źródło: Dariusz Adryan, Richard A. Ingebrigtsen, Department of Arctic and Marine Biology, University of Tromsø (https://commons.wikimedia.org), Mª Carmen Mingorance Rodríguez (https://commons.wikimedia.org), Kils (https://commons.wikimedia.org), Mtpaley (https://commons.wikimedia.org), Butterfly austral (https://commons.wikimedia.org), licencja: CC BY-SA 3.0.

Słowniczek

biomasa

masa materii organicznej wchodząca w skład organizmu; także masa wszystkich roślin i/lub zwierząt występujących na określonej powierzchni

destruenci

organizmy (głównie grzyby i bakterie) odżywiające się martwą materią organiczną i rozkładające ją do związków nieorganicznych

konsumenci

organizmy cudzożywne odżywiające się pokarmem roślinnym (roślinożercy – konsumenci I rzędu) lub pokarmem mięsnym (mięsożercy – konsumenci dalszych rzędów)

łańcuch pokarmowy

szereg organizmów, z których każdy stanowi pożywienie następnego

poziomy troficzne

poziomy troficzne – grupy organizmów pełniących podobną funkcję w łańcuchu pokarmowym; producenci, konsumenci i destruenci

producenci

organizmy samożywne; przekształcają energię świetlną lub chemiczną na energię wiązań chemicznych (ATP) w procesie foto- lub chemosyntezy; są pierwszym ogniwem większości łańcuchów pokarmowych

Podsumowanie

- Wszystkie organizmy w ekosystemie są połączone skomplikowanymi zależnościami pokarmowymi – tworzą łańcuchy i sieci troficzne.
- W ekosystemie wyróżnia się poziomy troficzne: producentów, konsumentów pierwszego, drugiego i kolejnych rzędów oraz destruentów.
- Destruenci rozkładają martwą materię organiczną do materii nieorganicznej.

Praca domowa

Polecenie 5.1

Zapisz 3 różne łańcuchy pokarmowe, których jednym z elementów będzie komar, pies lub człowiek.

Polecenie 5.2

Wyjaśnij, dlaczego destruenci są rodzajem konsumentów.

Zadania

Ćwiczenie 1

Źródło: Barbara Szydzik <Barbara.szydzik@up.wroc.pl>, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Połącz w pary nazwy konsumentów II rzędu i roślinożerców, którzy w środowisku naturalnym mogliby stanowić ich ofiary.

antylopa	wilk
mszyca	biedronka
sarna	zaskroniec
żaba śmieszka	lew

Źródło: Barbara Szydzik <Barbara.szydzik@up.wroc.pl>, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Uszereguj organizmy zgodnie z ich miejscami w łańcuchu pokarmowym. Nazwę producenta umieść na górze.

sokół

lipa

dzięcioł

kornik

Źródło: Barbara Szydzik <Barbara.szydzik@up.wroc.pl>, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Uszereguj organizmy zgodnie z ich miejscami w łańcuchu pokarmowym. Nazwę producenta umieść na górze.

rozwielitka

sinica

rak

stułbia

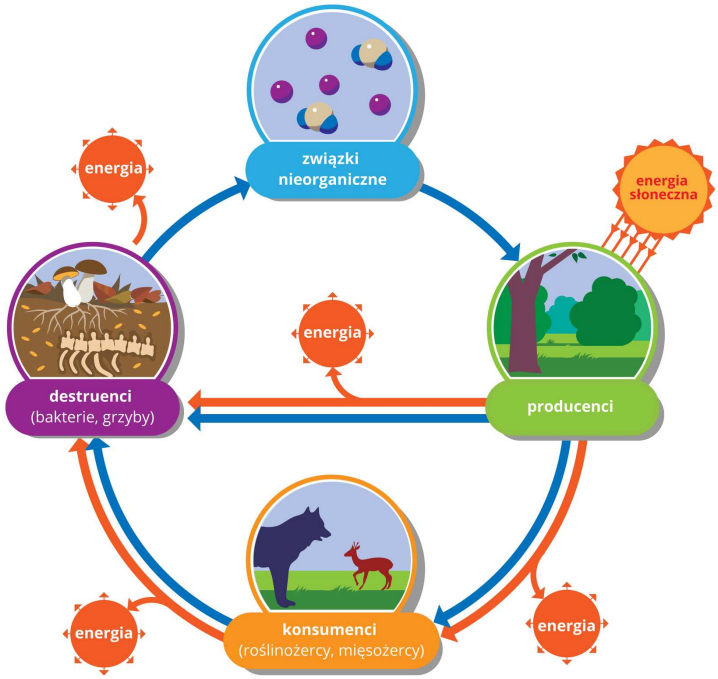
pantofelek

okoń

Źródło: Barbara Szydzik <Barbara.szydzik@up.wroc.pl>, licencja: CC BY 3.0.

Ekosystem – obieg materii i przepływ energii

Ziemia jest układem zamkniętym. Z zewnątrz dociera do niej jedynie energia słoneczna, która podtrzymuje życie. Wszystkie potrzeby organizmów mogą zostać zaspokojone dzięki stabilnym procesom umożliwiającym przepływ substancji i energii w łańcuchu pokarmowym.



Źródło: Andrzej Bogusz, licencja: CC BY 3.0.

Już wiesz

- w ekosystemie organizmy zjadane i zjadające tworzą łańcuchy pokarmowe;
- producenci, konsumenci i destruenci stanowią kolejne poziomy troficzne.

Nauczysz się

- opisywać, na czym polega krążenie materii i przepływ energii w ekosystemie;
- omawiać rolę producentów, konsumentów i destruentów w obiegu materii i przepływie energii przez ekosystem;
- wyjaśniać, dlaczego przy przechodzeniu materii wzdłuż łańcucha pokarmowego następują straty energii.

1. Energia przepływa przez ekosystem

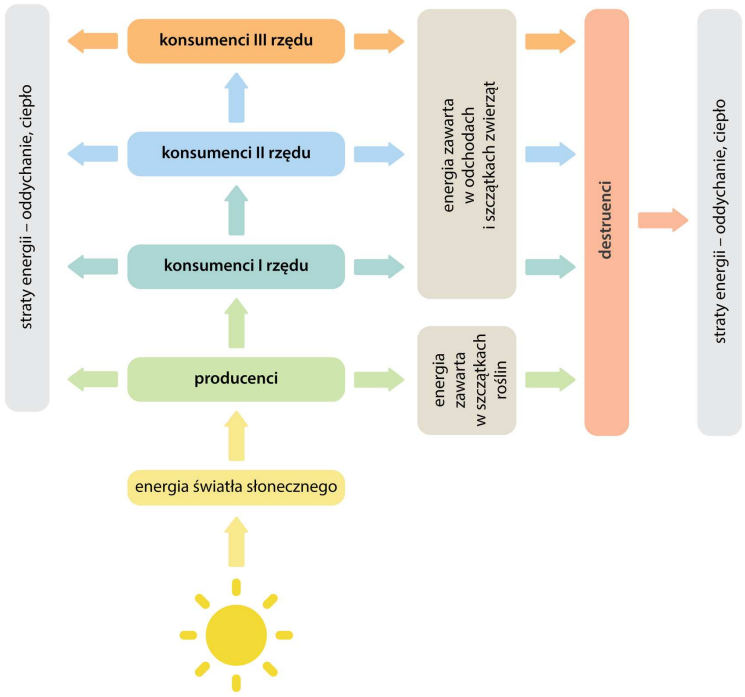
Podstawą funkcjonowania przyrody jest energia światła słonecznego. Rośliny przekształcają w energię chemiczną zaledwie 1% energii światła, które dociera do ich powierzchni. Ten ułamek pobranej energii magazynowany jest w związkach organicznych i wystarcza na to, by producenci co roku produkowali łącznie 150 mld ton ($150x10^{12}$ kg) biomasy.

Większość energii zmagazynowanej w związkach organicznych rośliny zużywają na swoje potrzeby życiowe, głównie oddychanie, syntezę potrzebnych związków organicznych, transport substancji. Żaden z procesów zachodzących w komórce nie przebiega ze 100% wydajnością, dlatego duża część tej energii rozprasza się w otoczeniu. W efekcie tylko ułamek energii świetlnej, którą rośliny zaabsorbowały podczas fotosyntezy pozostaje zmagazynowany w wiązaniach chemicznych związków organicznych budujących ciało roślin.

Zwierzęta roślinożerne nie zjadają roślin w całości, ponadto większość z nich nie potrafi strawić celulozy. Z tego powodu trafia do nich jedynie część energii zmagazynowanej w masie roślinnej. Zużywają tę energię do podtrzymania własnych czynności życiowych, czemu, podobnie jak w przypadku roślin, towarzyszy rozpraszanie energii. Zwierzęta roślinożerne rosną i rozmnażają się, stając się dla konsumentów II rzędu magazynem materii i energii. Konsumenci II rzędu wykorzystują około 10–20% energii zgromadzonej przez roślinożerców. Na każdym poziomie troficznym energii jest coraz mniej, więc tworzące dany poziom organizmy mogą wyżywić coraz mniejszą liczbę konsumentów. To wyjaśnia, dlaczego większość łańcuchów w ekosystemach składa się zaledwie z 4 lub 5 ogniw.

Do ostatniego poziomu troficznego, czyli poziomu destruentów, trafia energia obecna w szczątkach martwych organizmów i odchodach, zwłaszcza w niestrawnych częściach ciała, takich jak pióra, kości, rogi.

Na każdym poziomie pokarmowym większość przyswojonej energii zostaje rozproszona i stracona. Szacuje się, że każdy kolejny poziom troficzny ma do dyspozycji o ok. 90% mniej energii niż poziom poprzedni. Oznacza to, że **energia przepływa przez ekosystem**, w którym zostaje wykorzystana i rozproszona.



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

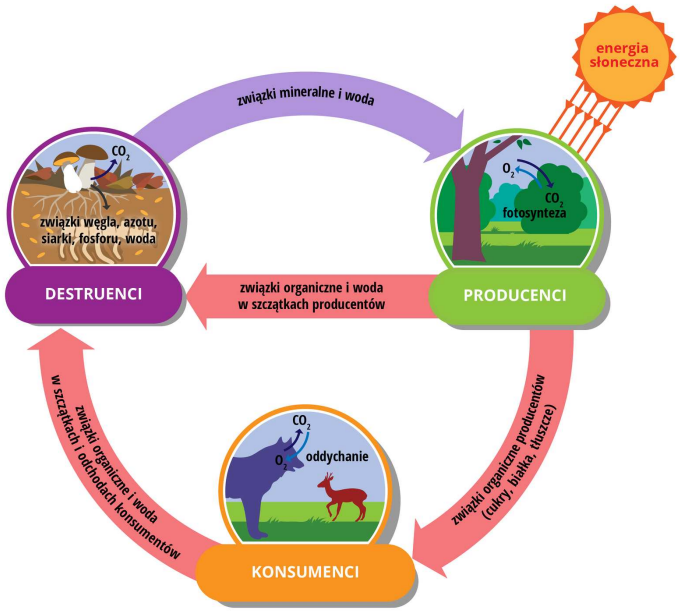
2. Materia krąży w ekosystemie

Rośliny (i inni producenci) wiążą świat materii nieożywionej ze światem materii żywej. Z prostych substancji nieorganicznych tworzą materię organiczną, która buduje ich ciała. W postaci pokarmu wędruje ona wzdłuż łańcucha pokarmowego i dociera ostatecznie do destruentów. Tu następuje kolejny ważny etap **krążenia materii**: bakterie i grzyby przeprowadzają rozkład substancji organicznych do prostych związków mineralnych, które ponownie mogą zostać przyswojone przez producentów. Materia w ekosystemie nie ginie i nie rozprasza się, zmienia jedynie postać. Naturalne ekosystemy są samowystarczalne. Dzięki stałemu krążeniu materia jest nieustannie przetwarzana i ponownie wykorzystywana. Nie powstają tu żadne substancje zbędne, a substancje nie muszą być dostarczane z zewnątrz.

W ekosystemach sztucznych, np. na polach uprawnych, krążenie materii jest zaburzone. Człowiek zbiera i wywozi niemal cały plon. W przypadku pszenicy są to zarówno owoce (zboże), jak i łodygi (słoma). Taki ekosystem nie może funkcjonować bez dostarczania do gleby nawozów mineralnych.

Ogrodnicy sami produkują naturalny nawóz przyspieszając procesy zachodzące w przyrodzie. Gromadzą oni szczątki roślin w kompostownikach, gdzie układają je warstwami, dbając, by były dobrze przewietrzone i wilgotne. Obsypują je bardzo żyzną

glebą, zawierającą duże ilości bakterii glebowych, albo zaszczepiają specjalnymi preparatami zawierającymi takie bakterie. Wytworzony nawóz może zostać rozsypany na glebę już w następnym roku.



Źródło: Andrzej Bogusz, licencja: CC BY 3.0.

> **Polecenie 1**
>
> Opisz, jakie mogą być skutki regularnego koszenia trawnika i niestosowania na nim żadnych nawozów.

> **Polecenie 2**
>
> Uzasadnij, że zdanie „W przyrodzie nic nie ginie” jest ilustracją procesu krążenia materii w ekosystemie.

Podsumowanie

- Podstawą funkcjonowania przyrody jest energia światła słonecznego.
- Energia przepływa przez wszystkie poziomy pokarmowe ekosystemu i stopniowo jest rozpraszana w środowisku; jej straty uzupełniane są przez stały dopływ energii

pochodzącej od Słońca.
- W ekosystemach materia krąży pomiedzy żywą i nieożywioną częścią ekosystemu.

> **Praca domowa**
>
> > **Polecenie 3.1**
> >
> > Opisz krążenie materii w akwarium. Zdecyduj, czy można uznać akwarium za ekosystem.
>
> > **Polecenie 3.2**
> >
> > Wyjaśnij, dlaczego dla funkcjonowania ekosystemu jest konieczny stały dopływ energii.
>
> > **Polecenie 3.3**
> >
> > Wyjaśnij, dlaczego liczba konsumentów II rzędu jest mniejsza od liczby konsumentów I rzędu.

Zadania

Ćwiczenie 1

Oceń prawdziwość zdań i zaznacz odpowiedź Prawda lub Fałsz.

	Prawda	Fałsz
W ekosystemie nie ma strat energii.	◯	◯
Na każdym poziomie troficznym organizmy wykorzystują energię do przeprowadzania czynności życiowych.	◯	◯
Energia przepływająca przez ekosystem może zostać zgromadzona w biomasie i ponownie wykorzystana przez producentów.	◯	◯
Destruenci umożliwiają wielkokrotne wykorzystanie materii zawartej w ekosystemie.	◯	◯

Źródło: Alicja Kasińska, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Wskaż zadania prawdziwe.

- [ ] Do prawidłowego funkcjonowania ekosystemu potrzebny jest stały dopływ materii.
- [ ] Krążenie materii w przyrodzie związane jest z jej ciągłymi stratami.
- [ ] W obiegu materii uczestniczą producenci, konsumenci i destruenci.
- [ ] Pierwiastki budujące materię krążą w przyrodzie pomiędzy organizmami a środowiskiem nieożywionym.

Źródło: Alicja Kasińska, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Oto schematycznie zapisany łańcuch pokarmowy:
trawa (8000 kJ) – zając (80 kJ) – wilk (0,8 kJ).
Wskaż poprawny komentarz do tego łańcucha pokarmowego.

- [ ] Biomasa wilków w ekosystemie naturalnym jest większa niż biomasa zajęcy.
- [ ] Terytorium, na którym poluje jeden wilk, musi być znacznie większe niż terytorium, na którym żeruje jeden zając.
- [ ] Energia, przepływając przez łańcuch pokarmowy, ulega magazynowaniu i rozpraszaniu.
- [ ] Ze względu na straty energii łańcuch pokarmowy może składać się zaledwie z kilku ogniw.

Źródło: Alicja Kasińska, licencja: CC BY 3.0.

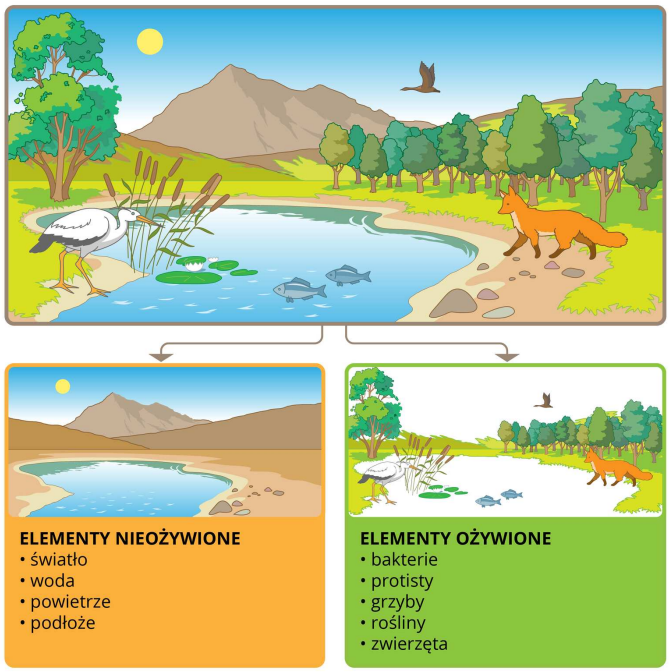
Funkcjonowanie ekosystemu

Ekosystem rzadko jest systemem zamkniętym. Granice ekosystemów przekraczają zwierzęta, np. żaby, które spędzają część życia w ekosystemie stawu, a część w ekosystemie łąki czy lasu. Między ekosystemami rozprzestrzeniają się nasiona i owoce, np. egzotycznych roślin, sprowadzonych do ogrodów, a po pewnym czasie odnajdowanych na łąkach, przy drogach a nawet w lasach.

Gdzie przebiega granica ekosystemu?

1. Ekologia – nauka o środowisku przyrodniczym

Wszystkie elementy ekosystemu oddziałują na siebie. Należą do nich organizmy, które są nazywane ożywionymi elementami przyrody, i elementy nieożywione, takie jak podłoże, światło, woda, wilgotność, temperatura powietrza, obecność tlenu i dwutlenku węgla, zasolenie wody i gleby. Organizmy mają określone wymagania wobec środowiska. Dany gatunek zasiedla tylko taki teren, na którym może zaspokajać swoje potrzeby. Organizmy są powiązane wieloma zależnościami zarówno z innymi osobnikami, jak i ze składnikami przyrody nieożywionej.



Źródło: Andrzej Bogusz, licencja: CC BY 3.0.

2. Relacje między gatunkami

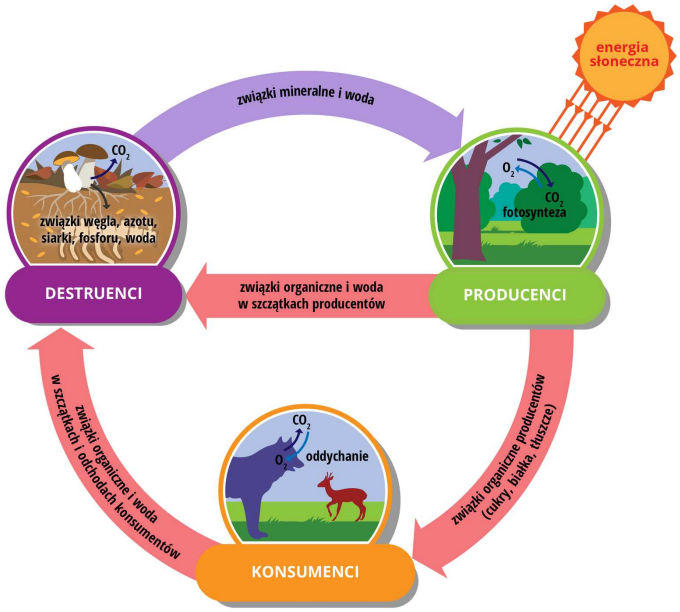
Organizmy zamieszkujące to samo środowisko wzajemnie na siebie oddziałują. Oddziaływania te mogą być dla nich korzystne lub niekorzystne. Korzystną relację między dwoma osobnikami należącymi do różnych gatunków, w wyniku której zwiększają się szanse na przeżycie chociaż jednego z nich, nazywa się symbiozą. Symbioza może być bezwzględnie konieczna do przeżycia obu organizmów lub mieć charakter okresowy. Niekorzystne relacje między gatunkami występują, jeśli osobniki jednego z gatunków osłabiają, wywołują chorobę bądź uśmiercają osobniki drugiego gatunku. Przykładami niekorzystnych relacji są drapieżnictwo, pasożytnictwo i konkurencja.

Oddziaływania między populacjami

Typ oddziaływania	**Oddziaływanie**	**Populacja A**	**Populacja B**
Korzystny	symbioza	symbiont I	symbiont II
Niekorzystny	roślinożerność	roślina	roślinożerca
	drapieżnictwo	ofiara	drapieżnik
	pasożytnictwo	żywiciel	pasożyt
	konkurencja	konkurent I	konkurent II

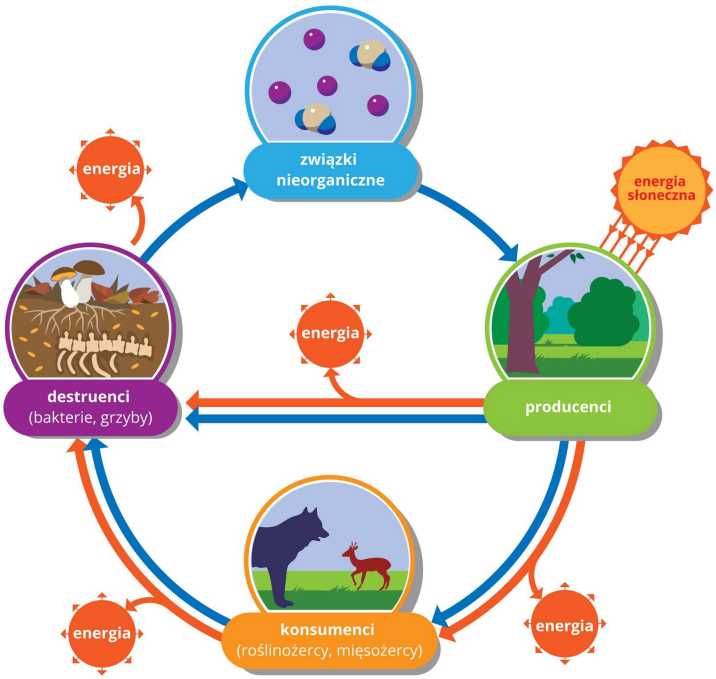
3. Zależności w ekosystemie

Mieszkańcy ekosystemów powiązani są wzajemnymi zależnościami, z których najważniejsze są zależności pokarmowe, przedstawiane graficznie w postaci łańcuchów i sieci pokarmowych. W łańcuchach pokarmowych organizmy tworzą szereg: każdy z nich jest określonym ogniwem tego łańcucha i zajmuje odpowiedni poziom troficzny (pokarmowy). Pierwszym ogniwem łańcucha pokarmowego są zwykle rośliny – producenci materii organicznej. Następne ogniwa zajmują cudzożywni konsumenci. I jedni i drudzy po śmierci stają się pokarmem destruentów, organizmów należących do ostatniego poziomu troficznego. Destruenci rozkładają materię organiczną do prostych substancji nieorganicznych, bedących składnikiem środowiska nieożywionego. Gdy substancje te zostaną pobrane przez rośliny, wracają do łańcucha pokarmowego. W ten sposób materia nieustannie krąży w ekosystemie między organizmami a ich środowiskiem.



Źródło: Andrzej Bogusz, licencja: CC BY 3.0.

Źródłem energii w ekosystemie jest energia słoneczna przekształcana przez producentów w energię wiązań chemicznych związków organicznych. Energia przepływa przez wszystkie ogniwa łańcucha pokarmowego. Jej cześć jest wykorzystywana przez organizmy do budowy ciała i prowadzenia procesów życiowych. Duża jej część jest rozpraszana w postaci ciepła.



Źródło: Andrzej Bogusz, licencja: CC BY 3.0.

Zadania

Pamiętam i rozumiem

Polecenie 1

Porównaj warunki życia w środowisku lądowym i wodnym, uwzględniając 3 wybrane czynniki.

Polecenie 2

Na dowolnym przykładzie pary zwierząt – drapieżnika i jego ofiary – opisz ich przystosowania do polowania (drapieżnik) i uniknięcia schwytania (ofiara).

Polecenie 3

Wskaż zasoby środowiska, o które konkurują drzewa w lesie i określ skutki tej konkurencji.

Polecenie 4

Wykaż, że współpraca glonów z grzybami tworzących porosty jest korzystna dla obu gatunków.

Polecenie 5

Przedstaw funkcję producentów w krążeniu materii i przepływie energii przez ekosystem.

Czytam i interpretuję

Polecenie 6

Przeczytaj poniższy tekst i wykonaj zadania.
(…) W Bałtyku – ekosystemie wyjątkowym, lecz ubogim w gatunki – funkcję szczytowego drapieżnika pełnił dorsz. Nadmierne połowy dorsza doprowadziły do wzrostu liczebności głównych ofiar drapieżcy: śledzi i szprotek. Ryby te zaczęły intensywnie żerować na drobnych planktonowych zwierzętach, które z kolei żywiły się jednokomórkowymi glonami. Ostateczną konsekwencją tej kaskady zmian stały się zakwity toksycznych sinic. Ich szczątki obficie opadały na dno; gniją tam do dziś i wciąż powiększają obszary beztlenowe. (…) (Na podstawie:)

1. Ustal, które z opisanych w tekście organizmów są producentami, a które konsumentami, ułóż z nich łańcuch pokarmowy.

2. Opisz skutki nadmiernego połowu dorsza w Bałtyku.

Polecenie 7

W tabeli przedstawiono liczebność populacji cudzożywnych gatunków (A-D), które tworzą łańcuch pokarmowy w pewnym ekosystemie.

Liczebność populacji

Gatunek	Liczba osobników
A	1000
B	127
C	30
D	1

1. Określ liczbę poziomów troficznych w tym ekosystemie.

2. Wskaż gatunek roślinożerny i gatunek, który w tym ekosystemie jest ostatnim drapieżnikiem w łańcuchu pokarmowym.

Polecenie 8

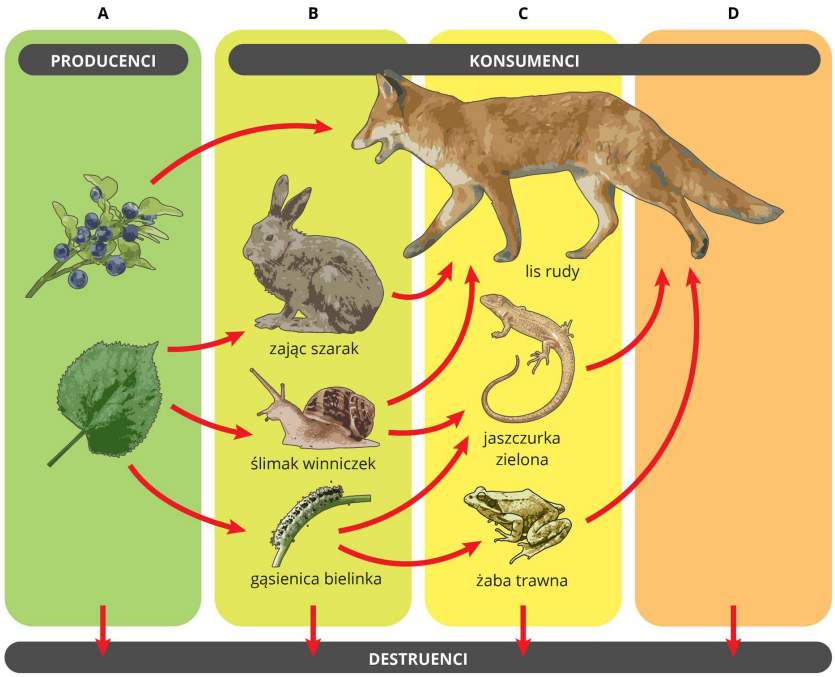
Łuskiewnik różowy jest pozbawioną chlorofilu rośliną żyjącą na korzeniach drzew liściastych i szpilkowych. Czerpie z nich pokarm oraz wodę za pomocą ssawek. Większą część roku znajduje się pod ziemią. Na wiosnę wypuszcza nadziemny pęd kwiatowy koloru różowego, pokryty mięsistymi łuskami.

1. Określ rodzaj relacji międzygatunkowej, jaka zachodzi między łuskiewnikiem a drzewami różnych gatunków.

2. Wymień przystosowania w budowie łuskiewnika do jego trybu życia.

Polecenie 9

Ilustracja przedstawia fragment sieci pokarmowej na skraju lasu.



Źródło: Andrzej Bogusz, licencja: CC BY 3.0.

1. Podaj nazwy poziomów troficznych A-D.

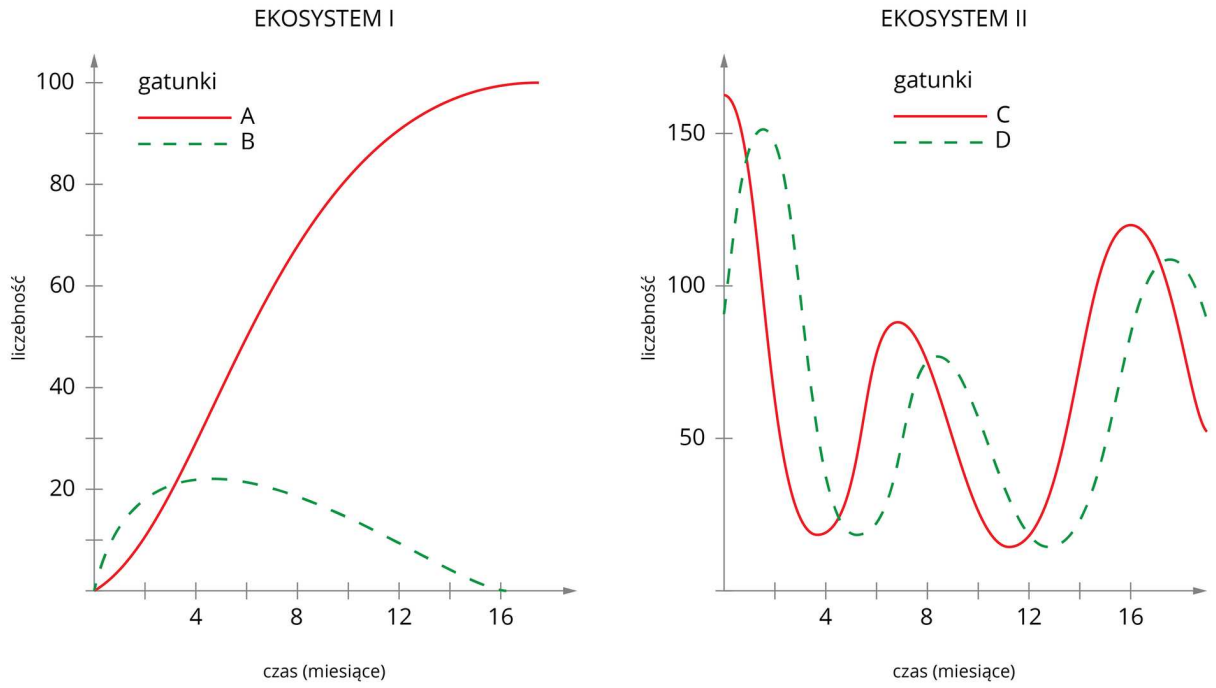
2. Znajdź na ilustracji jak najwięcej łańcuchów pokarmowych.

3. Wybierz dwa organizmy, które mogą ze sobą konkurować o pokarm.

4. Wybierz (z podanych niżej) wszystkie właściwe określenia dotyczące lisa.
   roślinożerca, drapieżnik, producent, konsument I rzędu, konsument II rzędu, konsument III rzędu, saprobiont

Polecenie 10

Wykresy przedstawiają zmiany liczebności osobników populacji A i B oraz C i D w dwóch różnych ekosystemach.



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

1. Określ rodzaj zależności, jaka zachodzi między populacjami A i B oraz C i D.

2. Wyjaśnij, w jaki sposób regulowana jest liczebność populacji w obu ekosystemach.

Rozwiązuję problemy

Polecenie 11

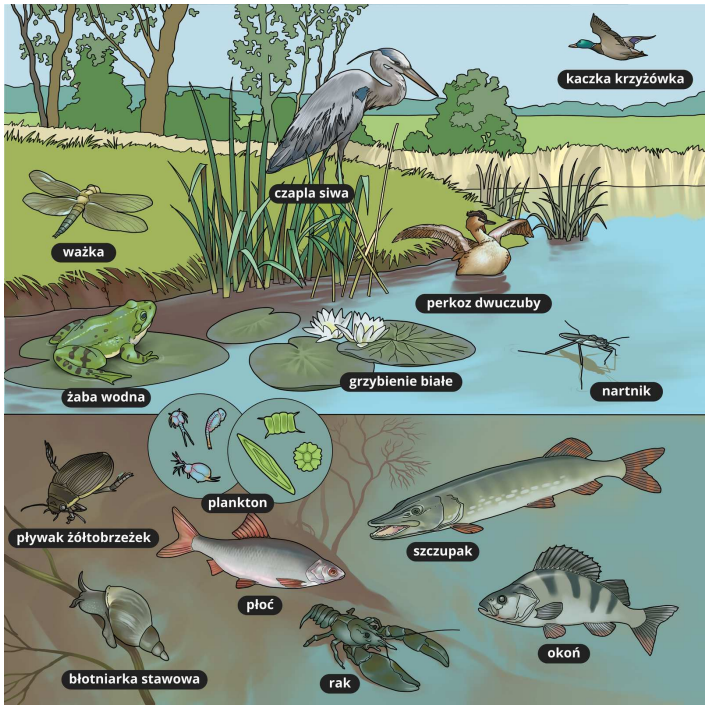
Oceń, czy prawdziwe jest zdanie: Organizmy zajmują w ekosystemie stałe poziomy troficzne. Uzasadnij swoją opinię, podając odpowiednie przykłady.

Polecenie 12

Przystosowania zwierząt do pobierania pokarmu zależą od rodzaju ich pożywienia. Niedźwiedź brunatny jest zwierzęciem wszystkożernym. Żywi się głównie jagodami i grzybami, nie gardzi padliną. Zdarza się, że poluje na drobne zwierzęta, a nawet ryby. Opisz przystosowania niedźwiedzia do jego sposobów odżywiania się.

Polecenie 13

Na ilustracji przedstawiono najważniejsze elementy ekosystemu jeziora.



Źródło: Andrzej Bogusz, licencja: CC BY 3.0.

1. Wskaż gatunek, który zajmuje najwyższy poziom troficzny, oraz gatunek, który ma najwięcej konkurentów.

2. Wskaż populację, na której liczebność negatywnie wpłynie wzrost populacji szczupaka.

3. Wyjaśnij, czy usunięcie błotniarki może spowodować całkowite wyginięcie populacji konsumentów wyższego rzędu w tym ekosystemie.

4. Co by się stało, gdyby z akwarium zamieszkanego jedynie przez glony, błotniarki i raki odłowiono wszystkie zatoczki? Jak wyjaśnisz różnice wywołane takim działaniem w akwarium i w jeziorze?

5. Wykaż, że w ekosystemie przedstawionym na ilustracji światło dociera do samego dna jeziora.

Test

Otwórz i wydrukuj załącznik.

Źródło: Alicja Kasińska, licencja: CC BY 3.0.

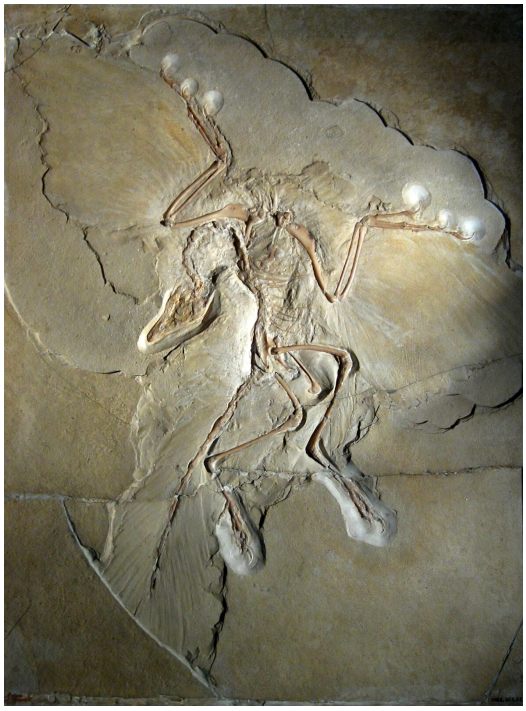
Projekt badawczy

Otwórz i wydrukuj załącznik.

Źródło: Alicja Kasińska, licencja: CC BY 3.0.

Ewolucja i jej dowody

W ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat odkryto ogromną liczbę skamieniałości: pojedyncze kości, całe szkielety i inne ślady dawno wymarłych organizmów. Na ich podstawie możemy sobie wyobrazić, jak kiedyś wyglądało życie na Ziemi, a nawet jakie były pierwsze organizmy.



Źródło: Vesta (http://commons.wikimedia.org), licencja: CC BY-SA 3.0.

Już wiesz

- na Ziemi żyje wiele milionów gatunków;
- gatunek to grupa osobników podobnych do siebie jak dzieci do rodziców, spokrewnionych ze sobą, mających podobne wymagania w stosunku do środowiska i mogących się swobodnie krzyżować, wydając płodne potomstwo;
- gatunki różnią się od siebie, ale mają również cechy wspólne.

Nauczysz się

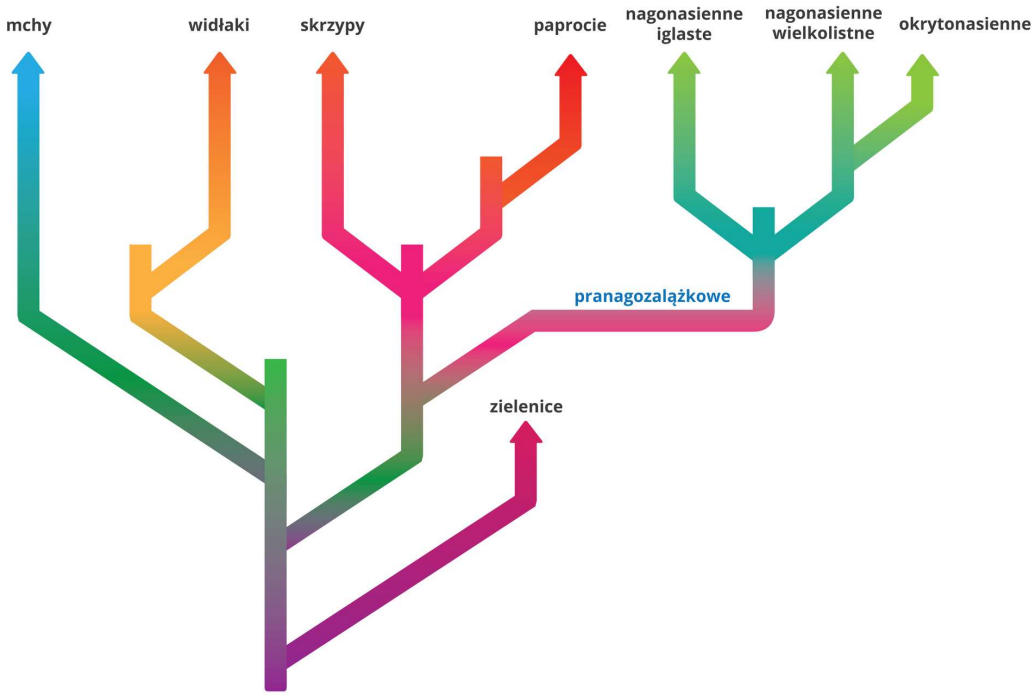
- wyjaśniać, że organizmy podlegają ewolucji;
- podawać przykłady bezpośrednich i pośrednich dowodów na istnienie ewolucji.

1. Drzewo rodowe organizmów

Rozwój życia na Ziemi to skutek ewolucji biologicznej. Doprowadziła ona do powstania ogromnej liczby gatunków, których liczba szacowana jest na 3-30 mln (dane dotyczą gatunków współcześnie żyjących). Z tej liczby na odkrycie i oznaczenie czeka w środowiskach niedostępnych dla człowieka przeszło 80% gatunków lądowych i 90% morskich. Do tego dochodzi ogromna liczba gatunków znanych tylko ze skamieniałości. Wielu gatunków nigdy nie poznamy, gdyż istniały i wymarły przed milionami lat, nie pozostawiając po sobie śladów.

> **Ważne!**
>
> Ewolucja biologiczna to rozciągnięty w czasie proces stopniowych, nieustannie zachodzących i nieodwracalnych zmian, w wyniku których jedne gatunki wymierają bądź dają początek innym.

Przebieg ewolucji w czasie można zilustrować za pomocą drzewa rodowego organizmów, uwzględniającego wszystkie grupy i gatunki istniejące w przeszłości i obecnie. Pień takiego drzewa obrazuje wspólnego przodka, od którego wywodzą się liczne linie ewolucyjne. Każda z nich dzieli się na kolejne odgałęzienia wiodące do form wymarłych i współczesnych. Pochodzenie organizmów od jednego przodka oznacza, że wszystkie organizmy są ze sobą spokrewnione.



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

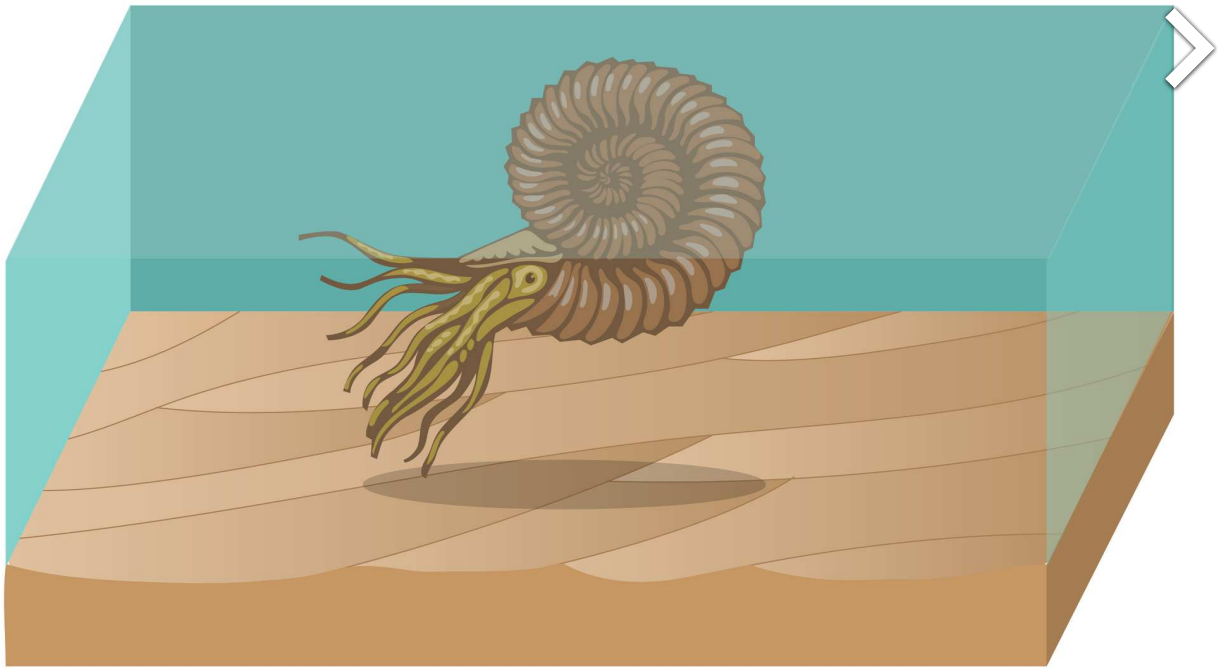
Grupy, które na drzewie rodowym znajdują się bliżej siebie, np. okrytonasienne i nagonasienne wielkolistne, miały wspólnego przodka stosunkowo niedawno (oczywiście

w skali wieku Ziemi). Odległe miejsca na schemacie świadczą o odległych wspólnych przodkach, a więc i dalszym pokrewieństwie, jakie istnieje na przykład między zielenicami a okrytonasiennymi.

2. Skamieniałości

Dowodów na to, że jedne gatunki przekształcały się w inne dostarcza paleontologia. Jest to dziedzina biologii, która na podstawie szczątków zachowanych w skałach analizuje budowę organizmów wymarłych oraz pozwala określić ich naturalne środowisko oraz tryb życia. Paleontologowie potrafią ustalić na podstawie wieku skał, w których znaleziono szczątki, jak dawno temu żyły organizmy. Dzięki wnikliwym badaniom pozostałości kopalnych mogą też zrekonstruować prawdopodobny wygląd danego organizmu za jego życia. Przedmiotem badań paleontologii są m.in. skamieniałości.

Skamieniałości powstają wtedy, gdy martwe organizmy nie zostaną pożarte przez padlinożerców ani rozłożone przez destruentów, ale znajdą się w warunkach beztlenowych, przykryte warstwą piasku lub gliny. W takich warunkach tkanki organizmów, zarówno twarde, jak i miękkie, mogą z czasem wysycić się solami mineralnymi, np. węglanem wapnia. W ten sposób tkanka, zwykle zachowując swój kształt, kamienieje i staje się skałą. Tkanki miękkie bardzo rzadko ulegają temu procesowi i dlatego znajduje się niewiele skamieniałości takich tkanek. O wiele częściej w postaci skamielin zachowują się najtwardsze części organizmów, takie jak: kości, zęby, rogi, muszle, pancerze, skorupki jaj czy pnie drzew. Dodatkowo ruchy skał oraz wód przemieszczają i rozdzielają szczątki, tak, że tylko niekiedy można znaleźć kompletne szczątki, np. kompletne szkielety.



Amonity żyły w morzach; ich miękkie ciało pokrywał zewnętrzny szkielet w postaci spiralnie skręconej muszli

Ciała organizmów zachowane w całości znajdowane są rzadko. Przykładem takiego znaleziska jest ciało nosorożca włochatego. Ten jedyny znany okaz zachowanego w całości nosorożca włochatego znajduje się w Krakowie. Na Syberii, w wiecznej zmarzlinie, do dziś pozostają zamrożone mamuty. Niekiedy dochodziło do utrwalenia całego drobnego organizmu w bursztynie, czyli żywicy prehistorycznych drzew.

Inną formą skamieniałości są **odciski** liści, kory, piór, tropów zwierząt, które najpierw zostały odbite w miękkim podłożu, a potem wypełnione skałą, która szybko uległa zestaleniu. Odciski stóp zwierząt dostarczają informacji o rozmiarach osobników należących do różnych gatunków i sposobach ich poruszania się.

Odciski trójpalczastych stóp dinozaurów

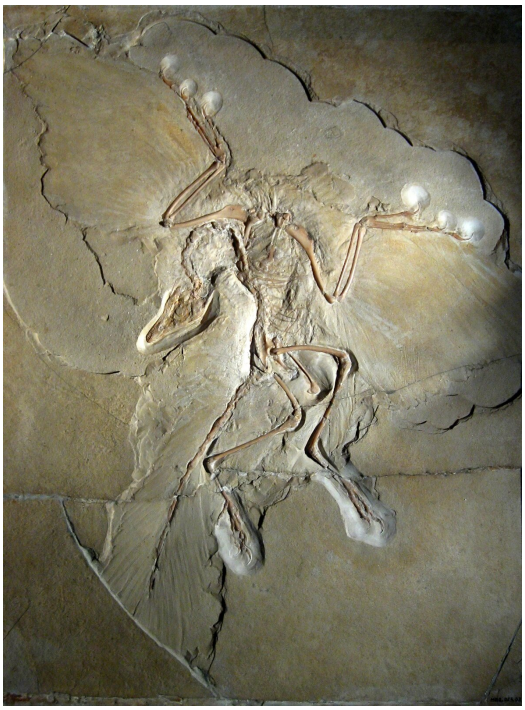
> **Ciekawostka**
>
> Na terenie Polski szczególnie dużo skamieniałości zachowało się w skałach wapiennych Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej. Skały tworzące tę wyżynę przed milionami lat były dnem ciepłego morza, na które opadały szczątki organizmów, w tym liczne szkielety. Były one przykrywane były kolejnymi osadami. Osady te następnie uległy zestaleniu i przemianie w wapień, w którym zachowały się liczne pancerzyki otwornic i zewnętrzne szkielety innych bezkręgowców.

> **Ciekawostka**
>
> W Krasiejowie na Opolszczyźnie znajduje się cenne stanowisko paleontologiczne zawierające skamieniałości sprzed 225 mln lat. Są to głównie szkielety wymarłych płazów i gadów. Zostały one przeniesione przez dawną rzekę i złożone w jej delcie.

3. Formy przejściowe i żywe skamieniałości

Dowodem na to, że jedne grupy systematyczne wyewoluowały z innych, są skamieniałości takich gatunków, które łączą w sobie cechy starych i nowych form, tzw. **formy przejściowe**. Jedną z takich skamieniałości, będącą dowodem na to, że gady dały początek ptakom, jest **praptak**. Ma on cechy gadów i ptaków. Do cech gadzich należy m.in. długi ogon, stożkowate zęby, niewielki mostek. Do cech ptasich należą obojczyki tworzące widełki, długa kość skokowa i pióra (lotki) pokrywające całe ciało. Praptak nie posiadał

grzebienia na mostku, więc nie mógł latać aktywnie, przemieszczał się z drzewa na drzewo lotem ślizgowym.



Źródło: Vesta (http://commons.wikimedia.org), licencja: CC BY-SA 3.0.

Żyjący obecnie **dziobak** zaliczany jest do tzw. **żywych skamieniałości**, organizmów, które żyją współcześnie, ale budową bardzo przypominają swoich dawno wymarłych przodków. Dziobak zamieszkuje Australię i Tasmanię, jest zwierzęciem ziemno-wodnym. Posiada zarówno cechy gadzie, jak i ssacze. Do gadzich cech można zaliczyć składanie jaj w skórzastych osłonkach, które samica ogrzewa własnym ciałem (wysiaduje). Temperatura ciała dziobaków jest stała, jednak o ok. 5-6 °C niższa niż u pozostałych ssaków. Do cech ssaków należą m.in. pokrycie ciała włosami i wydzielanie mleka. Gruczoły mlekowe samicy nie mają sutków, dlatego mleko sączy się po skórze brzucha i zbiera w zagłębieniach, skąd jest zlizywane przez młode.

Źródło: Brisbane City Council (http://commons.wikimedia.org), licencja: CC BY 2.0.

Ewolucja żywych skamieniałości przebiegała bardzo powoli i dzięki temu przetrwały one do dziś w prawie niezmienionej postaci. Ich wygląd i sposób życia może wiele powiedzieć o podobnych organizmach żyjących w przeszłości. Do żywych skamieniałości zalicza się m.in. także skrzypy, skorpiony i skrzypłocze.

Źródło: Didier Descouens (http://commons.wikimedia.org), licencja: CC BY-SA 3.0.

Polecenie 1

Korzystając z różnych źródeł informacji, wyszukaj przykłady organizmów, które są formami przejściowymi między rybami i płazami oraz między płazami i gadami. Wymień ich cechy charakterystyczne.

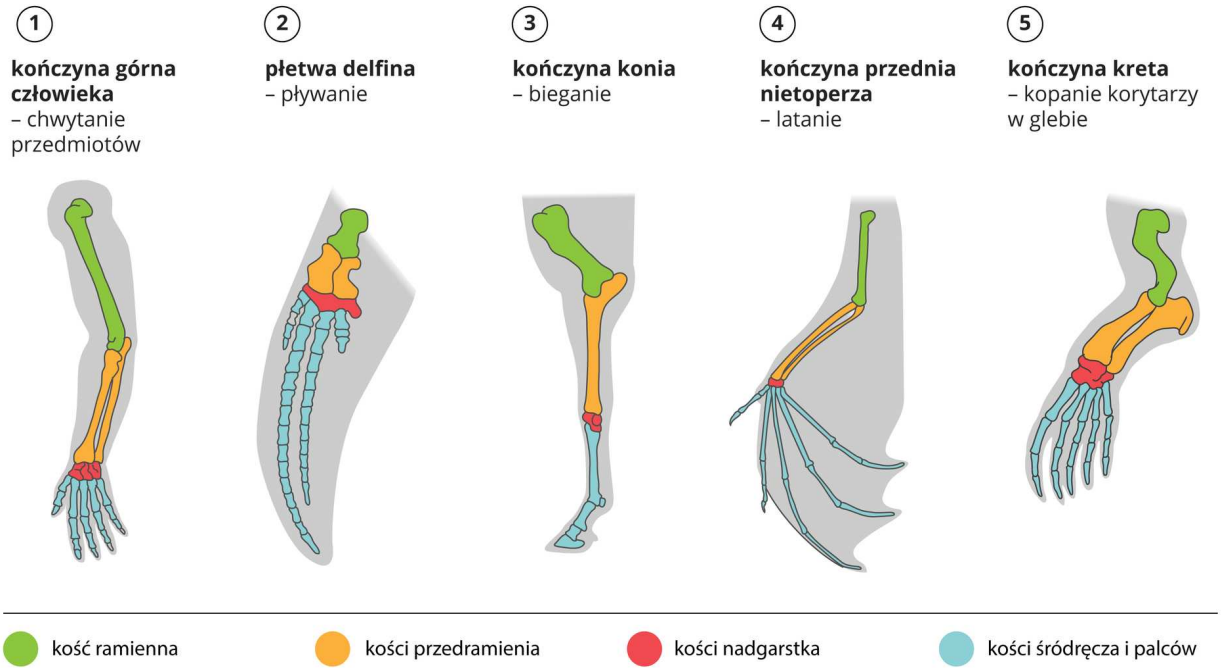
4. Pośrednie dowody ewolucji

Najbardziej przekonującym dowodem na pokrewieństwo organizmów oraz ich pochodzenie od wspólnego przodka jest budowa komórkowa, podobny skład chemiczny komórek i podobny przebieg podstawowych procesów zachodzących na terenie komórki.

Wszystkie organizmy składają się z białek, tłuszczów i cukrów oraz kwasów nukleinowych. U wszystkich organizmów białka zbudowane są z 20 aminokwasów, a kwasy nukleinowe z 4 rodzajów nukleotydów. Kod genetyczny ma charakter uniwersalny, a więc można przypuszczać, że wszystkie gatunki pochodzą od wspólnych przodków posługujących się tym kodem. Porównywanie sekwencji nukleotydów w DNA różnych gatunków pozwala z dużym prawdopodobieństwem ustalić ich pokrewieństwo – im mniej różnic, tym bliżej spokrewnione organizmy.

Źródło: Dariusz Adryan, geralt (https://pixabay.com), [illegible] (https://commons.wikimedia.org), stux (https://pixabay.com), licencja: CC BY 3.0.

Porównywanie cech budowy współcześnie żyjących organizmów pozwala na wysnuwanie wniosków, które pośrednio potwierdzają wspólne pochodzenie analizowanych gatunków. Wyniki badań z zakresu anatomii wskazują, że plany budowy wielu organizmów są podobne. Na przykład wszystkie kręgowce mają szkielet wewnętrzny, który składa się z czaszki, kręgosłupa i szkieletu kończyn, co świadczy o tym, że miały one wspólnego przodka o podobnej budowie. Budowę szkieletu podobną do budowy współczesnych form miały także dawno wymarłe ryby, płazy i gady, ssaki i ptaki. Podobieństwo to można prześledzić zwłaszcza w budowie kończyn. Kończyny przednie kręgowców, chociaż pozornie wyglądają różnie, mają taki sam układ kości, mięśni i nerwów. W każdej występuje pojedyncza kość ramienna, za nią znajdują się dwie kości przedramienia, a następnie kości nadgarstka i kości śródręcza oraz palców. Różnice w budowie kończyn poszczególnych grup zwierząt wynikają jedynie z przystosowania do odmiennego środowiska i pełnionych funkcji.



Źródło: Andrzej Bogusz, licencja: CC BY 3.0.

Polecenie 2

Na przykładzie budowy komórki bakteryjnej, roślinnej i zwierzęcej wyjaśnij pojęcie *wspólny plan budowy*.

Innym przykładem dowodzącym pokrewieństwa są narządy szczątkowe, czyli pozostałości organów, które pełniły ważne funkcje w organizmach przodków, a u obecnie żyjących organizmów mają niewielkie znaczenie lub nie mają go wcale. Przykładem narządu szczątkowego w przypadku waleni, ssaków, których przodkowie sprawnie poruszali się na lądzie, są drobne kości kończyn tylnych, ukryte wewnątrz ciała, które nie biorą udziału

w ruchu. U człowieka narządami szczątkowymi są: wyrostek robaczkowy, kość ogonowa, mięśnie poruszające uszami.

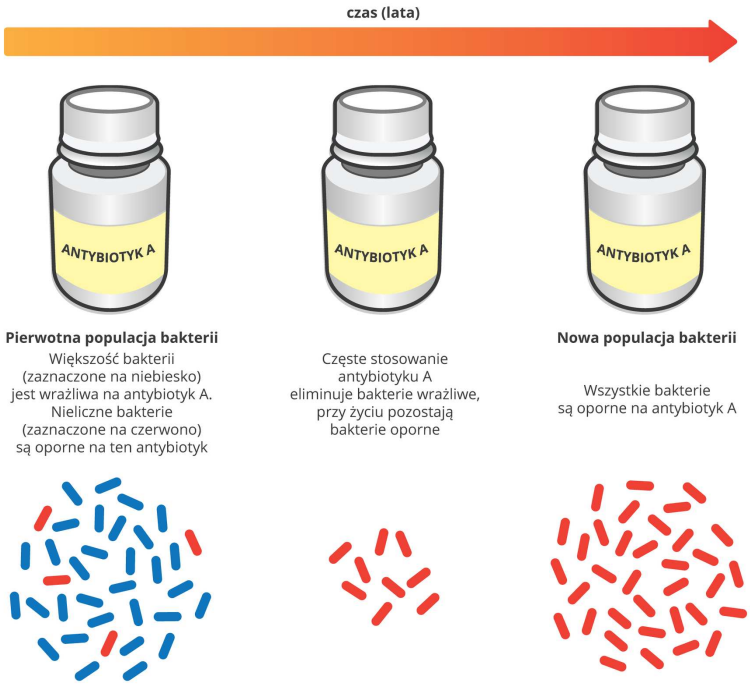
> **Ciekawostka**
>
> Badania z zakresu embriologii wskazują, że w kolejnych etapach rozwoju zarodkowego i płodowego kręgowców zarodki organizmów przypominają swoich najdalszych przodków. Na przykład zarodek człowieka ma przez krótki czas szczeliny skrzelowe i zewnętrzny ogon.

5. Ewolucja zachodzi współcześnie

Ewolucja zachodzi również w naszych czasach. Zjawisko to można obserwować w populacjach organizmów o stosunkowo krótkim czasie życia, np. u bakterii. Jeszcze sto lat temu wiele chorób wywoływanych przez bakterie kończyło się śmiercią. Odkrycie i wprowadzenie do użytku w połowie XX wieku antybiotyków uratowało życie milionom ludzi. Antybiotyki to substancje, które uniemożliwiają lub hamują rozwój bakterii. Jednak obecnie wiele antybiotyków przestało działać.

Powodem tego zjawiska jest nieustająca ewolucja bakterii, dzięki której stają się one oporne na działanie leku. Cecha oporności jest wynikiem mutacji, która umożliwia bakteriom rozmnażanie się mimo obecności antybiotyku w ich środowisku. Bakterie pozbawione oporności są niszczone przez lek. Pozostają komórki niewrażliwe, które z pokolenia na pokolenie przekazują tę cechę i szybko rozprzestrzeniają się w środowisku.

Pojawianie się nowych cech, które umożliwiają przystosowanie się bakterii do zmieniającego się środowiska, świadczy o tym, że ich ewolucja stale zachodzi.



Źródło: Dariusz Adryan, OpenClipartVectors (https://pixabay.com), licencja: CC BY 3.0.

Oporność bakterii na antybiotyki powoduje, że choroby dotychczas uznawane za opanowane, np. gruźlica, ponownie zaczynają się rozprzestrzeniać. Ewolucja szczepów bakterii opornych na antybiotyki zmusza naukowców do poszukiwania nowych sposobów walki z chorobami. Aby ograniczyć ewoluowanie szczepów opornych, należy stosować antybiotyki tylko w sytuacjach bezwzględnie koniecznych.

> **Polecenie 3**
>
> W latach 50. ubiegłego wieku do zwalczania komarów, much stonki, pcheł i innych owadów masowo używany był środek chemiczny DDT. Jednak po kilku latach stosowania środek stawał się coraz mniej skuteczny, mimo że zwiększano jego dawki. Przedstaw hipotezę, która mogłaby wyjaśnić przyczynę tego zjawiska.

Słowniczek

> **ewolucja biologiczna**
>
> proces stopniowych i powolnych zmian świata żywego, w wyniku których jedne formy organizmów przekształcają się w inne

> **narządy szczątkowe**

narządy o niewielkim znaczeniu dla organizmów; są ewolucyjnymi pozostałościami struktur, które były wykorzystywane przez przodków

rośliny nagonasienne wielkolistne

rośliny, których wiekszość przedstawicieli wymarła, a żyjące obecnie zalicza sie do form reliktowych; należą do nich m.in. paprocie nasienne, sagowce, welwiczia; mają duże, zwykle podzielone liście na szczycie łodygi; od nich wywodzą się rośliny okrytonasienne

skamieniałości

zachowane fragmenty organizmów, które żyły w przeszłości

paleontologia

dziedzina biologii badająca organizmy na podstawie skamieniałości

wosk ziemny

ropa naftowa, która w wyniku naturalnych procesów została pozbawiona gazu ziemnego

Podsumowanie

- Ewolucja to proces stopniowych zmian w budowie ciała i sposobie życia organizmów; prowadzi on do powstawania nowych gatunków.
- Bezpośrednimi dowodami potwierdzającymi ewolucję są skamieniałości i formy przejściowe.
- Badania porównawcze z zakresu anatomii współcześnie żyjących gatunków dostarczają dowodów pośrednich potwierdzających ewolucję.
- O wspólnym pochodzeniu organizmów świadczą podobieństwa w ich budowie komórkowej i składzie chemicznym oraz w przebiegu podstawowych procesów komórkowych.

Praca domowa

Polecenie 4.1

Korzystając ze słownika języka polskiego, podaj znaczenie pojęcia *ewolucja*, a następnie wyjaśnij, czym jest ewolucja biologiczna.

Polecenie 4.2

Podaj przykłady bezpośrednich dowodów ewolucji.

Polecenie 4.3

Wyjaśnij, dlaczego szczepionka przeciw grypie stosowana w ubiegłym roku jest nieskuteczna w roku bieżącym.

Zadania

Ćwiczenie 1

Oceń prawdziwość zdań i zaznacz odpowiedź Prawda lub Fałsz.

	Prawda	Fałsz
Ewolucja to proces zmian zachodzących w ciągu wielu pokoleń powodujący, że z czasem jedne formy organizmów przekształcają się w inne.	◯	◯
Efektem ewolucji jest olbrzymia różnorodność organizmów na Ziemi.	◯	◯
Wszystkie organizmy żyjące na Ziemi są ze sobą spokrewnione.	◯	◯
O tym, że w przeszłości organizmy wyglądały inaczej niż żyjące dzisiaj, świadczą żywe skamieniałości.	◯	◯

Źródło: Alicja Kasińska, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Wskaż przykłady bezpośrednich dowodów ewolucji.

- [ ] szczątki praptaka
- [ ] kość ogonowa u człowieka
- [ ] rekonstrukcja wymarłych gadów
- [ ] skrzydło ptaka
- [ ] skamieniałe muszle amonitów

Źródło: Alicja Kasińska, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Wskaż przykłady pośrednich dowodów ewolucji.

- [ ] Rekonstrukcja praptaka.
- [ ] Dziobak – ssak, który posiada cechy gadzie.
- [ ] Nadmierne owłosienie ciała człowieka.
- [ ] Taki sam kod genetyczny u wszystkich organizmów.

Źródło: Alicja Kasińska, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

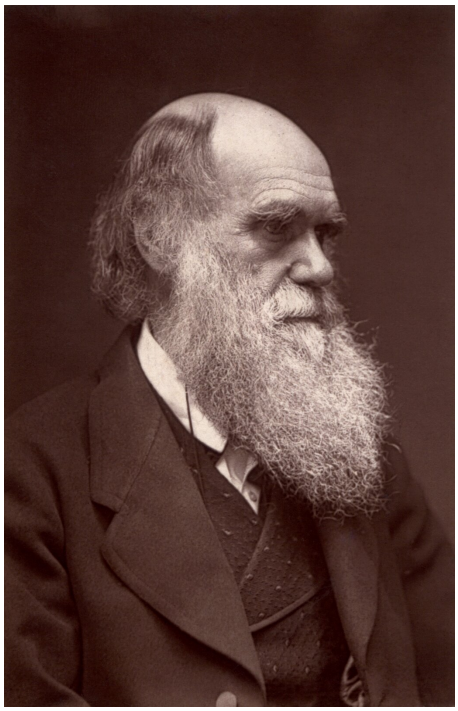
Wskaż przykłady zmian ewolucyjnych, które można zaobserwować w niedługim czasie.

- [ ] Przekształcanie się kończyny krocznej w kończynę pływną.
- [ ] Pojawianie się nowych szczepów bakterii gruźlicy.
- [ ] Pojawianie się nowych szczepów wirusów grypy.

Źródło: Alicja Kasińska, licencja: CC BY 3.0.

Mechanizmy ewolucji biologicznej

Jeszcze na początku XIX wieku panowało powszechne przekonanie, że wszystkie występujące na Ziemi gatunki powstały jednocześnie i od tego czasu pozostają niezmienne. Nieliczne wątpliwości, związane na przykład z odkryciami szczątków prehistorycznych zwierząt, nie zapowiadały jeszcze rewolucji w myśleniu o pochodzeniu gatunków, której autorem był Karol Darwin.



Karol Darwin

Już wiesz

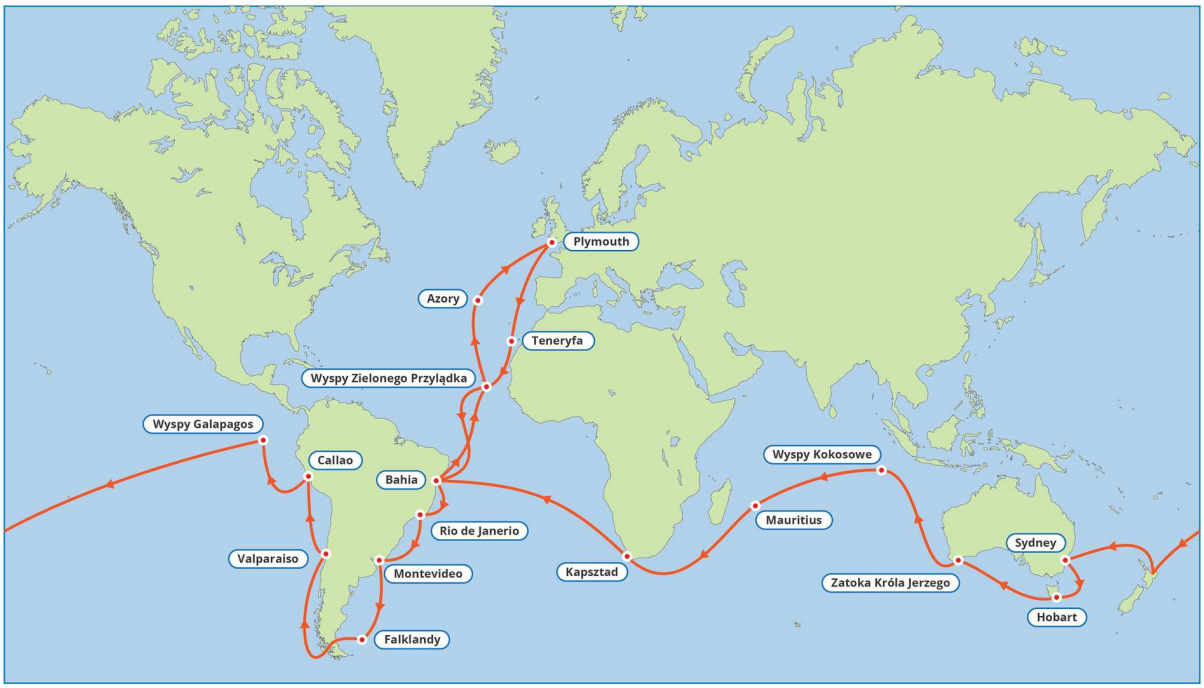
- wszystkie organizmy na Ziemi są ze sobą spokrewnione;
- istnieją dowody na wspólne pochodzenie organizmów.

Nauczysz się

- wskazywać genetyczne i ekologiczne czynniki mające wpływ na powstawanie gatunków;
- wyjaśniać zasady działania doboru naturalnego;
- podawać przykłady doboru sztucznego;
- porównywać dobór naturalny z doborem sztucznym;
- wyjaśniać, jak powstają gatunki.

1. Karol Darwin i jego badania

Jednym z pierwszych naukowców, którzy podjęli się wyjaśnienia źródła ogromnej różnorodności gatunków żyjących na Ziemi teraz i w przeszłości, był Karol Darwin. Jego badania prowadzone podczas wyprawy naukowej dookoła świata, jaką odbył na statku Beagle w latach 1831–1836, zostały zwieńczone sformułowaniem **teorii ewolucji** i stały się podstawą do dalszych poszukiwań. Teoria ewolucji wywarła ogromny wpływ na wszystkie dziedziny nauk przyrodniczych.



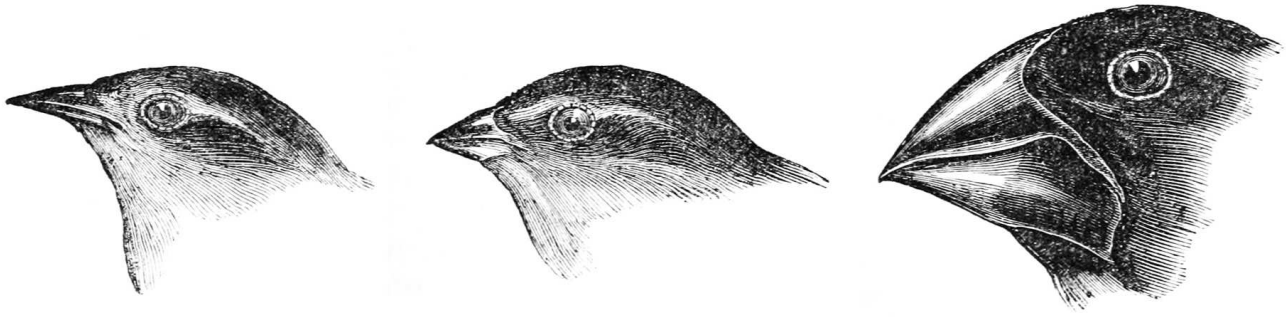
Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

W swojej podróży Darwin miał okazję m.in. do badania zwierząt, roślin, skamieniałości i układów skał. Jego obserwacje dotyczyły cech organizmów będących przystosowaniem do tak rozmaitych środowisk, jak wilgotne lasy Brazylii, trawiaste obszary Argentyny czy potężne szczyty Andów.

Najważniejsze obserwacje Darwin poczynił na Wyspach Galapagos. Zobaczył tam nieznane dotychczas legwany morskie, gigantyczne żółwie słoniowe i pingwiny równikowe. Zwierzęta takie nie były znane z żadnych innych miejsc na Ziemi.

Podczas pobytu na Wyspach Galapagos Darwin porównywał rośliny i zwierzęta zasiedlające te tereny oraz ląd Ameryki Południowej. Zauważył, że pomimo podobieństw, gatunki zwierząt z wysp i stałego lądu wyraźnie się różnią. Dostrzegł również różnice wśród zwierząt zamieszkujących poszczególne wyspy archipelagu. Jedną z grup, które zwróciły jego uwagę były darwinki (zięby Darwina), różniące się m.in. kształtem i rozmiarem dzioba, co było wynikiem przystosowania tych ptaków do pozyskiwania różnego pokarmu. Na

podstawie budowy dzioba Darwin wyróżnił wśród nich m.in. zięby owocożerne, liściożerne, owadożerne.



pokarm: owady

pokarm: liście, owoce, nasiona, owady

pokarm: nasiona

Źródło: John Gould, QWerk (https://commons.wikimedia.org), Aleksandra Ryczkowska, licencja: CC BY 3.0.

Darwin, próbując znaleźć stosowne wyjaśnienie różnorodności darwinek z Wysp Galapagos, przyjął, że w dalekiej przeszłości każda z wysp została zasiedlona przez ptaki, które zdołały przedostać się ze stałego lądu Ameryki Południowej. Nieco odmienne warunki życia na wyspach spowodowały, że ptaki musiały dostosować się do dostępnego tam pokarmu i różnicować się, dając początek nowym gatunkom.

Po powrocie do Anglii przyrodnik przez wiele lat opracowywał zgromadzone podczas wyprawy okazy i analizował poczynione obserwacje. Rezultatem tych prac było sformułowanie teorii doboru naturalnego wyjaśniającej przyczyny ewolucji, opublikowane w dziele „O powstawaniu gatunków drogą doboru naturalnego", wydanym w roku 1859.

> **Polecenie 1**
>
> Podaj przykłady modyfikowania cech różnych organizmów przez czynniki środowiska. Zastanów się, czy cechy te są dziedziczne. Uzasadnij odpowiedź.

2. Jak działa dobór naturalny?

Teoria **doboru naturalnego** zaproponowana przez Karola Darwina i uzupełniona przez badania nad istotą dziedziczenia oparta jest na faktach wywodzących się z obserwacji świata przyrody. Można łatwo zauważyć, że:

- gatunki wydają więcej potomstwa, niż może przetrwać w środowisku i więcej niż potrzeba do zastąpienia rodziców; spośród wielu złożonych jaj, urodzonych młodych czy rozsianych nasion tylko niewielka część stanie się dojrzałymi osobnikami i wyda potomstwo;
- osobniki jednego gatunku nie są identyczne, różnią się od siebie wieloma cechami, np. rozmiarami ciała, umaszczeniem, sprawnością, podatnością na choroby;
- w danym środowisku pojawiają się dziesiątki, setki a czasem tysiące organizmów potomnych, a zasoby środowiska są ograniczone, co wywołuje bardzo silną konkurencję wewnątrzgatunkową;
- w konkurencji zwyciężają tylko te organizmy, które odznaczają się najkorzystniejszymi cechami, czyli mają korzystny w danych warunkach zestaw genów; to one pozostawiają po sobie więcej potomstwa; geny organizmów gorzej przystosowanych są eliminowane wraz ze śmiercią osobników.

Warunki środowiska powodują więc selekcję osobników, w wyniku której w populacji pozostają geny (i przystosowania) w danych warunkach korzystne. Populacja przeżywa, choć giną lub nie przekazują potomstwu swoich genów osobniki gorzej przystosowane.

Źródło: Andrzej Bogusz, licencja: CC BY 3.0.

Selekcjonerem organizmów jest środowisko (czynniki abiotyczne i biotyczne). Dobór naturalny jest przypadkowy, jego efektem jest nasilenie konkurencji organizmów o zasoby środowiska. Zmiany w populacjach wywołane doborem powodują utrwalenie cech ułatwiających przetrwanie w środowisku. Jeśli dobór naturalny działa na populacje danego gatunku dostatecznie długo (np. sto tysięcy lat), a ich osobniki zostaną rozdzielone przez trudną do pokonania barierę (np. wody oceanu czy wysokie góry), to mogą powstać populacje o nieco odmiennych cechach. Różnice między nimi mogą się pogłębiać z pokolenia na pokolenie. Gdy rozdzielone populacje ponownie się zetkną, ich osobniki mogą różnić się tak bardzo, że nie będą mogły się krzyżować i wydawać potomstwa. Staną się więc odrębnymi **gatunkami**.

> **Ważne!**

Dobór naturalny to mechanizm ewolucji biologicznej, który daje szansę na przetrwanie i pozostawienie licznego potomstwa osobnikom dobrze przystosowanym. Dzięki doborowi naturalnemu korzystne cechy są utrwalane w populacji.

Polecenie 2

Zakładając, że jedna ryba składa co roku 500 tys. jaj, oszacuj, ile potomstwa mogłaby pozostawić po sobie w ciągu 5 lat jedna samica. Określ, ile osobników potomnych wystarczyłoby, gdyby żaden z nich nie ginął przedwcześnie, aby utrzymać stałą liczbę osobników gatunku.

Polecenie 3

Które ślimaki mają muszle ubarwione w taki sposób, by były one słabo widoczne dla drapieżników?

Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., Liz Lister (https://www.flickr.com), Kristine Paulus (https://www.flickr.com), Kabir Bakie (http://commons.wikimedia.org), Didier Descouens (http://commons.wikimedia.org), Erik Veldhuis (http://commons.wikimedia.org), Rubén Díaz Caviedes (https://www.flickr.com), Norbert Nagel (http://commons.wikimedia.org), Gary Rogers (http://www.geograph.org.uk), licencja: CC BY-SA 2.0.

Polecenie 4

Wymień zasoby środowiska, o które konkurują ze sobą osobniki jednego lęgu bociana białego. Wyjaśnij, dlaczego bociany, gdy w maju pojawiają się silne opady śniegu, wyrzucają z gniazda część potomstwa.

> **Ciekawostka**
>
> Przez Polskę przebiegają granice zasięgu słowika rdzawego i słowika szarego. Oba gatunki powstały stosunkowo niedawno, gdy dwie populacje ich wspólnego przodka zostały rozdzielone przez ostatnie zlodowacenie Europy. Po cofnięciu się lodowca okazało się, że te dwie grupy ptaków różnią się tak znacznie wyglądem, zachowaniem i wymogami siedliskowymi, że funkcjonują już jako dwa różne gatunki.

3. Dobór naturalny a dobór sztuczny

Obserwacje dotyczące zróżnicowania organizmów w obrębie gatunku prowadzono na długo przed Darwinem. Już pierwsi hodowcy dostrzegli, że na przykład wśród bydła każdy osobnik nieznacznie różni się od pozostałych i do rozrodu przeznaczali te osobniki, które lepiej spełniały ich aktualne potrzeby: dawały więcej mleka lub więcej mięsa. W ciągu kolejnych lat krzyżowali ze sobą wyłącznie te osobniki, które miały pożądane cechy. Taka metoda, nazywana doborem sztucznym (lub sztuczną selekcją), prowadzi do wzmocnienia wybranej cechy w populacji, np. uzyskania większych i bardziej soczystych owoców, bogatych w cukier korzeni buraka cukrowego, nasion zbóż o większej zawartości skrobi, bardziej umięśnionych świń, szybszych koni. W wyniku doboru sztucznego uprawiane rośliny i hodowane zwierzęta zaczęły się różnić od swoich dzikich przodków.

Drogą doboru sztucznego powstały liczne odmiany zbóż, kapusty, pomidorów, drzew i krzewów owocowych, rośliny o ozdobnych kwiatach oraz rasy psów, kotów, koni, krów, owiec czy kóz.

wilk szary
Canis lupus

pies domowy
Canis lupus familiaris

Źródło: Aleksandra Ryczkowska, Derek Bakken (https://www.flickr.com), Amber Rosenbaugh (https://www.flickr.com), Mood210 (http://commons.wikimedia.org), Tommy Gildseth (http://commons.wikimedia.org), Brian Snelson (https://www.flickr.com), choco@Nerima (https://www.flickr.com), Jakub Hałun (http://commons.wikimedia.org), licencja: CC BY-SA 2.0.

Dobór sztuczny nie jest przypadkowy, to człowiek decyduje, które organizmy będą się rozmnażać i jakimi cechami będą obdarzone.

> **Ciekawostka**
>
> Zdarza się, że dobór sztuczny, oprócz cech atrakcyjnych dla hodowców, utrwala też cechy niepożądane. Na przykład hodowcy psów otrzymali rasę angielskich buldogów o płaskich, krótkich pyskach, które utrudniają psom oddychanie. Z kolei białe koty o niebieskich oczach są szczególnie narażone na wrodzoną głuchotę.

Źródło: Pleple2000 (http://commons.wikimedia.org), licencja: CC BY-SA 3.0.

Porównanie doboru naturalnego z doborem sztucznym

Cecha	Dobór naturalny	Dobór sztuczny
miejsce działania	środowisko naturalne	hodowla zwierząt lub uprawa roślin
działanie	przypadkowe	zamierzone przez człowieka
cechy organizmu	korzystne dla organizmu w danych warunkach	korzystne dla człowieka
przeżywalność osobników	przeżywanie osobników najlepiej dostosowanych do środowiska	przeżywanie osobników wybranych przez człowieka
czas trwania	długi, zwykle setki tysięcy lub miliony lat	krótki, kilkadziesiąt, kilkaset, kilka tysięcy lat
znaczenie	podstawowy proces ewolucyjny	podstawowy proces wykorzystywany w hodowli i uprawie

Ciekawostka

Krzyżowanie osobników należących do różnych gatunków jest najczęściej nieskuteczne, dlatego mieszańce międzygatunkowe, zwłaszcza u zwierząt, zdarzają sie rzadko. Przykładem międzygatunkowego mieszańca klaczy konia i ogiera osła jest muł – zazwyczaj niepłodny.

Źródło: Iván Salvía, edycja: Aleksandra Ryczkowska, licencja: CC BY 3.0.

Słowniczek

dobór naturalny

mechanizm ewolucji działający w środowisku naturalnym, który sprawia, że w walce o ograniczone zasoby środowiska przeżywają i rozmnażają się osobniki najlepiej przystosowane; w wyniku doboru naturalnego utrwalają się zestawy genów warunkujących cechy korzystne dla przetrwania w danych warunkach środowiska

dobór sztuczny

selekcja i krzyżowanie osobników o cechach pożądanych przez człowieka; ich celem jest utrwalenie lub wzmocnienie określonych właściwości roślin lub zwierząt; tą drogą powstało wiele odmian roślin i ras zwierząt

Podsumowanie

- Ewolucja biologiczna zachodzi dzięki nadmiernej rozrodczości organizmów, zmienności osobników jednego gatunku, konkurencji o ograniczone zasoby środowiska i selekcji organizmów niedostosowanych.

- Dobór naturalny zachodzi pod wpływem czynników środowiska – przeżywają i skutecznie się rozmnażają tylko osobniki najlepiej dostosowane, które potrafią zdobyć zasoby konieczne do przeżycia.
- Dobór sztuczny stosują hodowcy, wybierając do rozrodu osobniki o pożądanych cechach, dzięki czemu powstają nowe rasy zwierząt i odmiany roślin.
- Powstawanie nowych gatunków jest wynikiem długo trwającej izolacji dwóch lub większej liczby populacji tego samego gatunku, na które działa dobór naturalny.

> **Praca domowa**
>
> > **Polecenie 5.1**
> >
> > Wyjaśnij, czy cecha korzystna do przetrwania w danym czasie i środowisku okaże się korzystna także w przyszłości.
>
> > **Polecenie 5.2**
> >
> > Opisz, jak działa dobór naturalny.
>
> > **Polecenie 5.3**
> >
> > Opisz, na czym polega dobór sztuczny i podaj kilka jego przykładów.

Zadania

Ćwiczenie 1

Wskaż fakty, dzięki którym zachodzi ewolucja.

- [ ] Środowisko zapewnia przeżycie każdemu osobnikowi.
- [ ] Efektem działania doboru naturalnego są zmiany cech organizmów zauważalne w każdym pokoleniu.
- [ ] Na świat przychodzi więcej organizmów, niż może przeżyć w określonym środowisku.
- [ ] Zmiany w środowisku nie mają wpływu na zmienność genetyczną organizmów.
- [ ] Całe potomstwo organizmów żyjących na określonym obszarze jest doskonale przystosowane do warunków środowiska.
- [ ] Osobniki jednego gatunku różnią się od siebie.
- [ ] W konkurencji zwyciężają tylko te organizmy, które mają cechy ułatwiające przeżycie w danym środowisku.
- [ ] Organizmy konkurują ze sobą o ograniczone zasoby środowiska.

Źródło: Alicja Kasińska, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Uzupełnij zdania, wybierając z listy poprawne wyrażenia.

Rodzaj selekcji, której wynikiem jest utrwalenie u organizmów wybranych przez człowieka cech, to [ ].

Rodzaj selekcji sprawiający, że w kolejnych pokoleniach utrwalane są cechy ułatwiające przeżycie w środowisku, to [ ].

dobór naturalny | dobór sztuczny

Źródło: Alicja Kasińska, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Podane sformułowania przyporządkuj do odpowiednich kategorii.

DOBÓR NATURALNY

DOBÓR SZTUCZNY

efektem działania mogą być nowe gatunki

utrwala cechy korzystne z punktu widzenia człowieka

działa w warunkach hodowli lub uprawy

działa przypadkowo

przeżywają osobniki o cechach ułatwiających przetrwanie w środowisku

przeżywają osobniki o cechach wybranych przez człowieka

efektem działania są rasy zwierząt i odmiany roślin

utrwala cechy korzystne dla gatunku

utrwala cechy korzystne dla populacji

celowe działanie człowieka

działa w środowisku naturalnym

Źródło: Alicja Kasińska, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Uporządkuj etapy powstawania gatunków zaczynając od góry.

Ptaki tworzą dwie odrębne populacje, które powoli zmieniają się, każda w innych warunkach środowiska.

Po wielu tysiącach lat różnice między oboma populacjami są tak duże, że ich osobniki nie mogą się już krzyżować.

Kiedy pasmo górskie nie jest już barierą rozdzielającą populacje, funkcjonują one jako dwa gatunki.

Populacja pewnego gatunku ptaków zostaje rozdzielona przez wysokie pasmo gór.

Źródło: Alicja Kasińska, licencja: CC BY 3.0.

*Historia życia na Ziemi

Ewolucja nie jest procesem celowym. To raczej ciąg prób i błędów, dla którego czas ma zasadnicze znaczenie. Być może, gdyby w erze mezozoicznej nie przyszło zagrożenie z kosmosu, ten podręcznik napisaliby i czytali pokryci łuskami inteligentni przedstawiciele gromady gadów.

Waran z Komodo jest największą jaszczurką na świecie. Osiąga ponad 3 m długości i waży do 90 kg

Już wiesz

- ewolucja biologiczna jest faktem;
- jak działa dobór naturalny;
- jak powstają nowe gatunki.

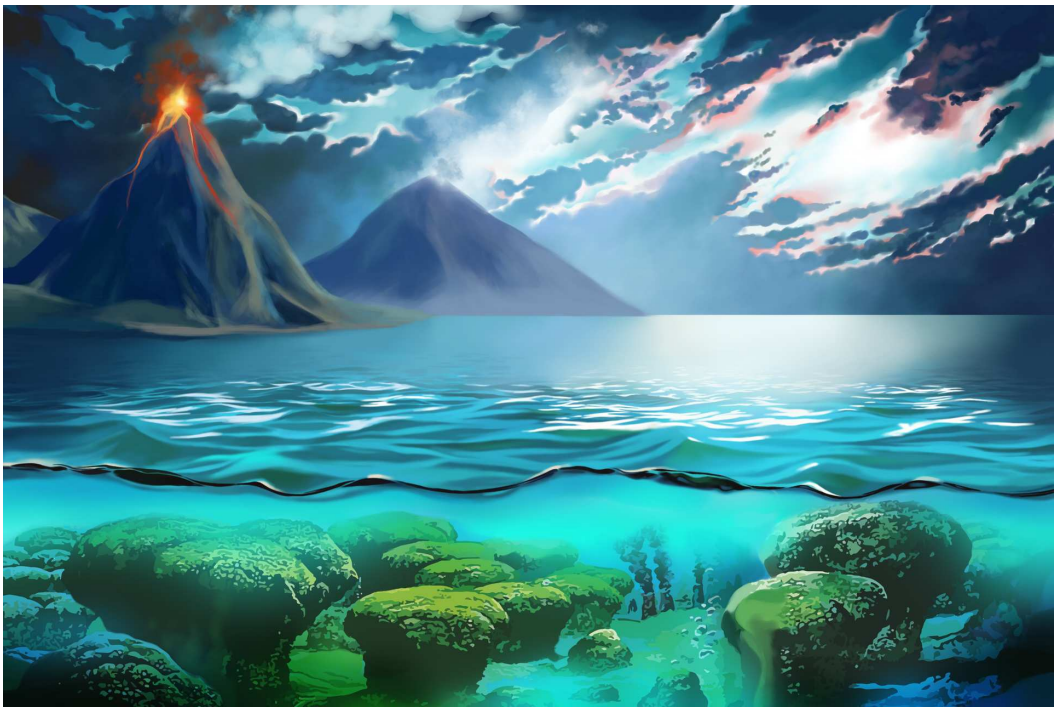
Nauczysz się

- opisywać warunki panujące na Ziemi w wybranych erach;
- przedstawiać główne etapy ewolucji roślin i zwierząt;
- porządkować chronologicznie najważniejsze wydarzenia w historii życia na Ziemi.

1. Życie powstało w wodzie

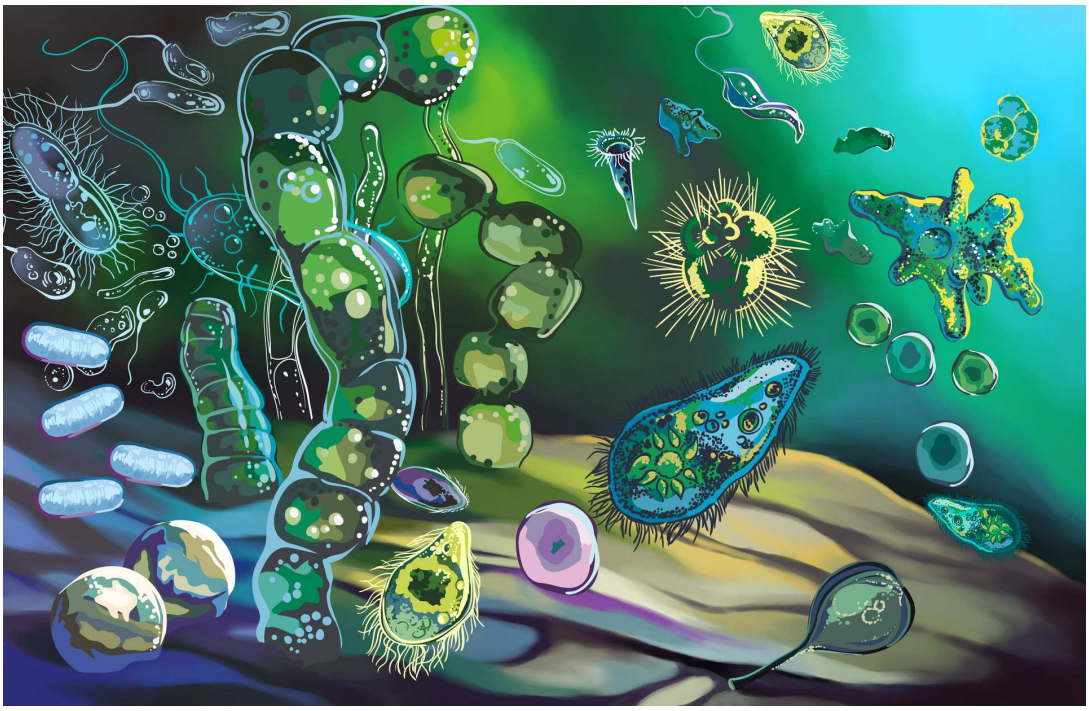
Życie na Ziemi pojawiło się około 3,9 miliarda lat temu. Wciąż jednak nie potrafimy opisać wszystkich procesów, które doprowadziły do wytworzenia żywej materii. Nasze wyobrażenie o najwcześniejszych etapach ewolucji życia oparte jest głównie na hipotezach. Innym źródłem na temat pierwszych organizmów jest materiał genetyczny współczesnych organizmów jednokomórkowych. Zasada jest jedna: im więcej różnic (mutacji) jest obecnych w DNA badanych gatunków, tym wcześniej żył ich wspólny przodek.

Pewne jest, że życie powstało w wodzie. Według jednej z hipotez w ciepłych i płytkich zatokach oceanów w pobliżu wulkanów (w wodach bogatych w liczne substancje mineralne) z materii nieożywionej samorzutnie powstawały cząsteczki organiczne. Proces ten zachodził w warunkach beztlenowych. Ówczesna atmosfera była pozbawiona tlenu, przesycona wodorem, metanem oraz tlenkami węgla i azotu, które stanowiły źródło pierwiastków niezbędnych do wytworzenia związków organicznych.



Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

W wyniku reakcji chemicznych zachodzących pod wpływem promieniowania kosmicznego, promieniowania UV i wyładowań elektrycznych towarzyszącym burzom, które szalały na Ziemi, powstawały proste związki organiczne. Te przekształcały się z czasem w aminokwasy, białka i kwasy nukleinowe. Związki wielkocząsteczkowe nabyły zdolność do samopowielania się. Proces ten trwał wystarczająco długo, aby ze skupiających się w coraz bardziej złożone układy cząsteczek organicznych powstały najprostsze komórki.



Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Polecenie 1

Uzasadnij, czy proces powstawania związków organicznych byłby możliwy w atmosferze przesyconej tlenem.

Wskazówka

Jakie właściwości chemiczne ma tlen? Czy jest możliwe, by dziś w płytkich, ciepłych i żyznych wodach powstawały samorzutnie cząsteczki organiczne?

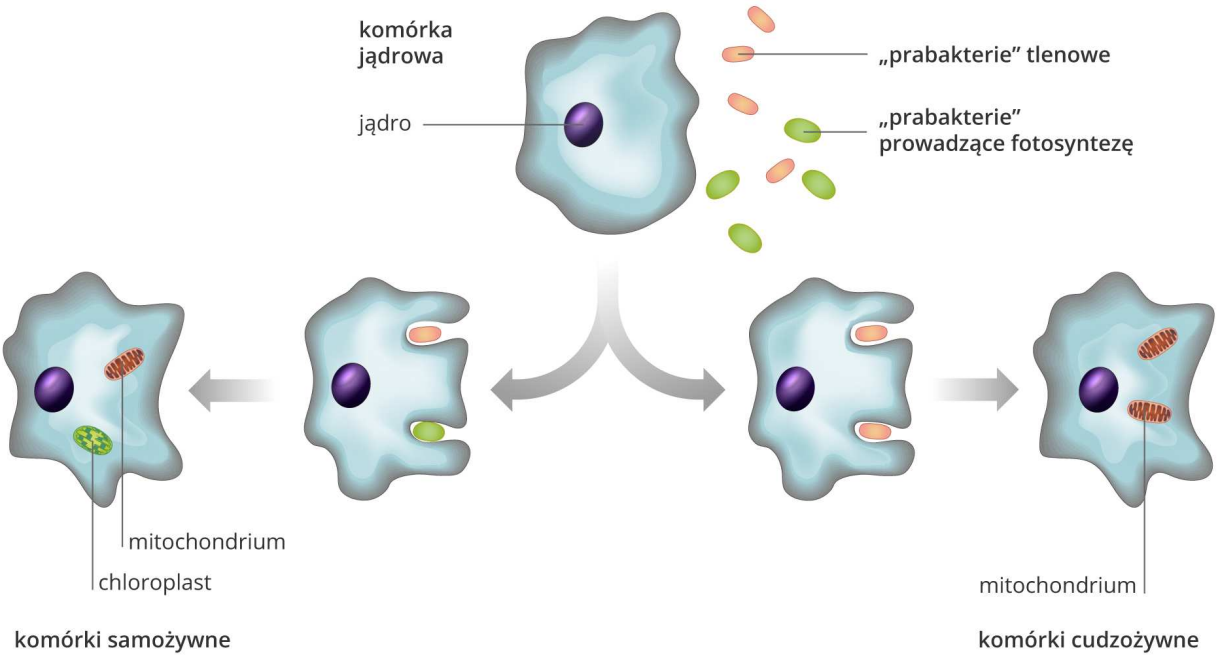
Ciekawostka

W 1952 roku Stanley Miller i Harold Urey przeprowadzili eksperyment, w którym próbowali sprawdzić hipotezę zakładającą, że związki organiczne budujące organizmy powstały ze związków nieorganicznych. Pierwszym krokiem badaczy było odtworzenie warunków, jakie prawdopodobnie panowały na Ziemi zanim pojawiło się życie. Połączyli oni ze sobą dwa naczynia – jedno z parującą wodą, symulującą praocean, i drugie, symulujące dawną atmosferę, wypełnione wodorem, tlenkiem węgla, metanem, amoniakiem, w którym odbywały się wyładowania elektryczne. Po zakończeniu doświadczenia z wody pobrano próbki, w których wykryto 11 z 20 aminokwasów budujących białka – jedne z ważniejszych związków organicznych. Wyniki doświadczenia dowiodły, że cząsteczki organiczne mogły powstać samorzutnie.

2. Pierwsze organizmy jednokomórkowe

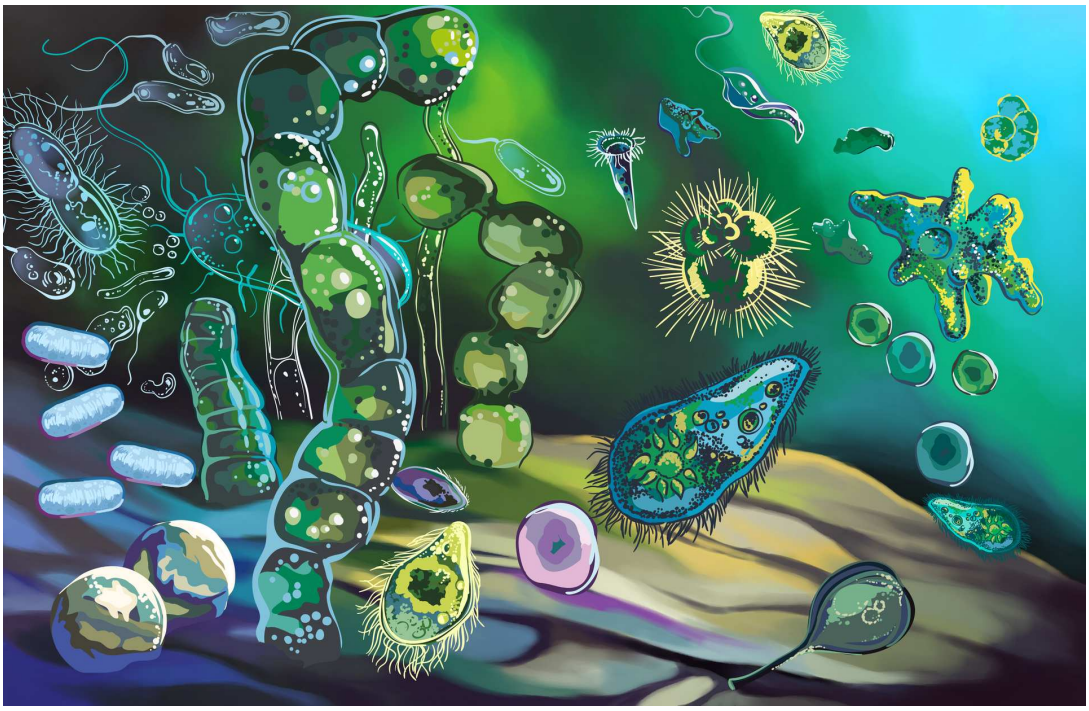
Pierwsze kopalne dowody na istnienie **organizmów jednokomórkowych** pochodzą sprzed około 3,6 mld lat. Organizmy te przypominały dzisiejsze bakterie. Były otoczone błoną komórkową i zawierały cząsteczkę DNA. Pierwsze komórki nie miały wyodrębnionego jądra komórkowego, chloroplastów, czy mitochondriów. Odżywiały się cudzożywnie, pobierając z otoczenia proste związki organiczne, a energię uzyskiwały podczas oddychania beztlenowego. Wkrótce po nich pojawiły się organizmy przeprowadzające chemosyntezę, później organizmy zdolne do fotosyntezy, przypominające dzisiejsze **sinice**. Samożywność dawała im przewagę nad organizmami cudzożywnymi, dlatego ich liczba ciągle wzrastała.

Według jednej ze współczesnych teorii komórki zawierające chloroplasty i mitochondria powstały w wyniku symbiozy.



Źródło: Aleksandra Ryczkowska, licencja: CC BY 3.0.

Prawdopodobnie komórki, które były przodkami dzisiejszych komórek jądrowych, pochłonęły wyspecjalizowane, oddychające tlenowo bakterie (które zaczęły pełnić funkcje mitochondriów), a także sinice przeprowadzające fotosyntezę (odpowiedniki dzisiejszych chloroplastów). Dowodem na to jest obecność DNA w chloroplastach i mitochondriach współczesnych komórek jądrowych. Jednokomórkowe organizmy jądrowe dały początek olbrzymiej różnorodności jednokomórkowych glonów i pierwotniaków, które rozwijają się do dziś. Komórki jądrowe powstały prawdopodobnie ok 2,1 mld lat temu.



Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Obecność organizmów samożywnych miała zasadniczy wpływ na atmosferę ziemską. W wyniku fotosyntezy zaczął się w niej gromadzić tlen, który spowodował szereg istotnych zmian na Ziemi. W górnych warstwach atmosfery na skutek łączenia się cząsteczek tlenu powstała warstwa ozonu, gazu chroniącego Ziemię przed szkodliwym dla organizmów promieniowaniem UV. Umożliwiło to intensywny rozwój organizmów w pustych do tej pory pod względem biologicznym oceanach. Jednak tlen okazał się trujący dla organizmów oddychających beztlenowo, wskutek czego przetrwały tylko te izolowane od tego gazu, żyjące na przykład w osadach dennych czy głębinach oceanów. Wkrótce organizmy tlenowe stały się formami dominującymi na Ziemi, a ich obecność wpłynęła na ustabilizowanie się składu atmosfery. Pojawienie się organizmów tlenowych, które wydalały dwutlenek węgla, sprzyjało rozwojowi organizmów samożywnych.

> **Polecenie 2**
>
> Przedstaw za pomocą zapisu graficznego etapy zmian składu atmosfery, który został zapoczątkowany przez proces fotosyntezy.

Zmiany składu atmosfery polegały także na obniżeniu stężenia gazów cieplarnianych – metanu i dwutlenku węgla – co mogło być przyczyną globalnych zlodowaceń. Efektem tego było wielkie wymieranie organizmów, a po ponownym ociepleniu ich kolejna ekspansja, już w postaci innych, wielokomórkowych gatunków.

> **Ciekawostka**

Ślady organizmów bezjądrowych sprzed 3,6 mld lat znajdują się wstromatolitach, warstwowych skałach utworzonych przez sinice.

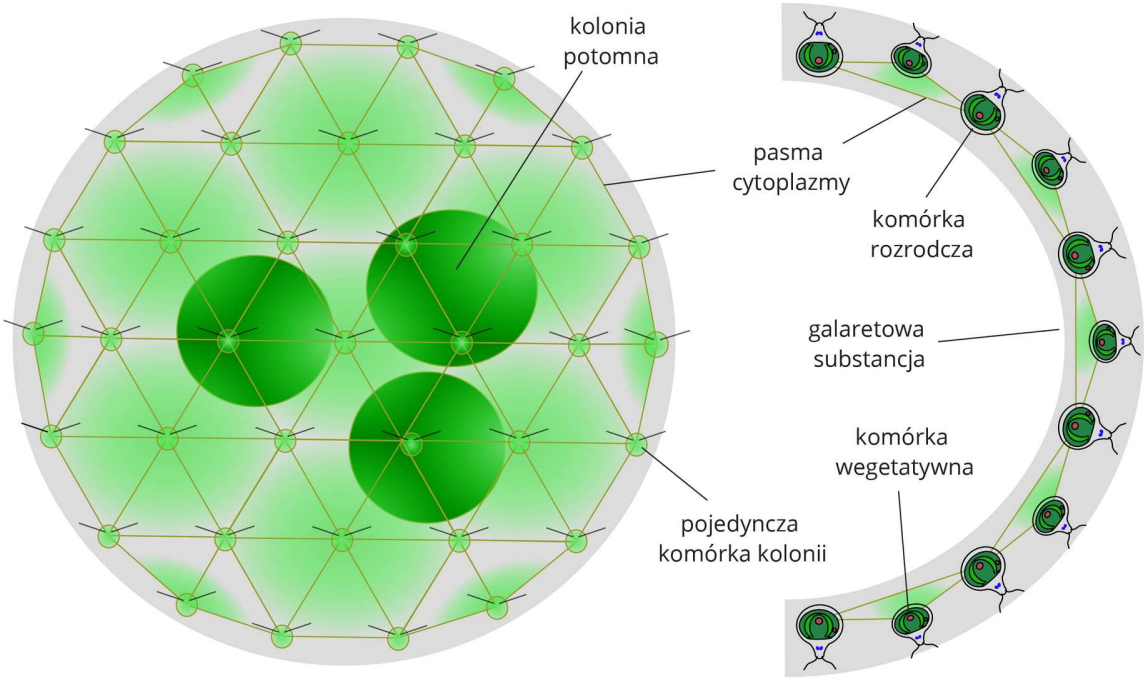
Źródło: Aleksandra Ryczkowska, Eeckhout (https://commons.wikimedia.org), licencja: CC BY 3.0.

Ciekawostka

Mikroorganizmy fotosyntetyzujące wyraźnie zmieniły oblicze Ziemi. Wytwarzany przez nie tlen nadał atmosferze charakterystyczny niebieski kolor. Przedtem niebo było różowe. Wzrost stężenia tlenu w morzach zmienił ich barwę z brunatnej na lazurową.

3. Powstanie wielokomórkowców

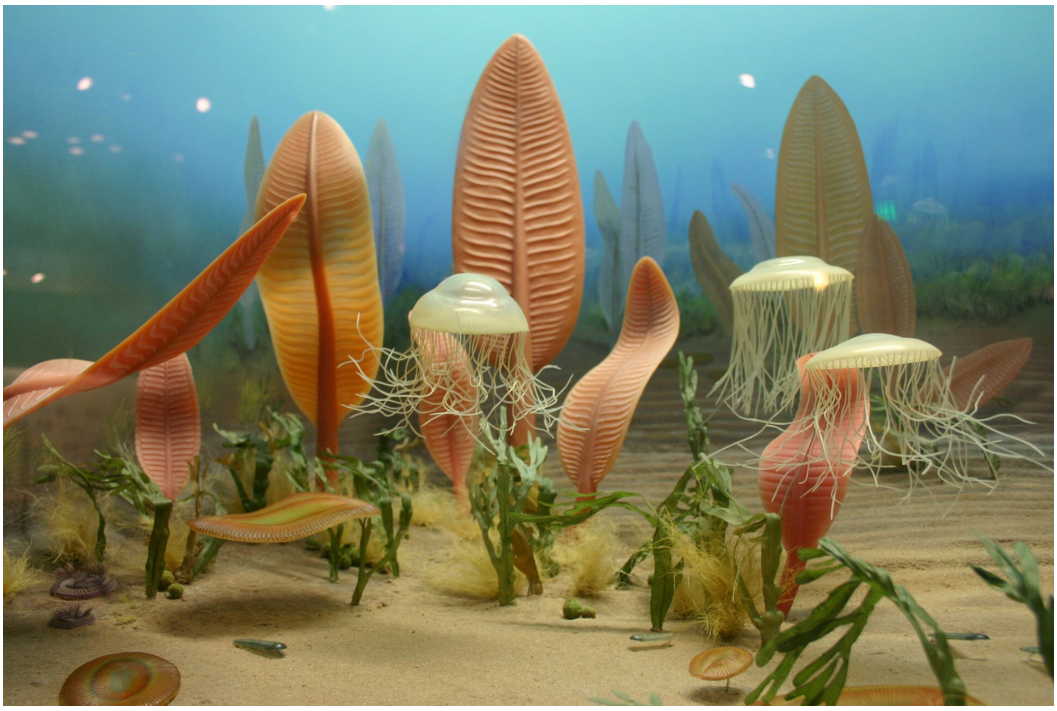
Pierwsze **organizmy wielokomórkowe** pojawiły się około 1,5 mld lat temu. Przypuszcza się, że powstały one z organizmów jednokomórkowych, które nie rozłączały się po podziale lub skupiały się w zorganizowane, wielokomórkowe grupy – **kolonie**. Z nich rozwinęły się formy wielokomórkowe z zespołami wyspecjalizowanych komórek pełniącymi rolę tkanek. Pierwszymi roślinami wielokomórkowymi były niewielkie glony – prawdopodobnie **zielenice**. Świadczą o tym skamieniałości pochodzące sprzed 1,2 mld lat.



Współcześnie żyjąca zielenica – toczek – ilustruje etap ewolucji, na którym kolonia tworzy grupy komórek wyspecjalizowanych do pełnienia niektórych funkcji

W świecie zwierząt pierwsze formy wielokomórkowe pojawiły się prawdopodobnie około 900 milionów lat temu. Przypominały one współczesne gąbki i parzydełkowce i żyły w płytkich, przybrzeżnych strefach mórz.

Najstarszym świadectwem istnienia wielokomórkowych zwierząt są skamieniałości zachowane w skałach wzgórz Ediacara w Australii. Odnaleziono tam ślady zadziwiających zwierząt określanych jako **fauna ediakarańska**. Te prymitywne organizmy o miękkich ciałach pojawiły się na Ziemi u schyłku pierwszego globalnego zlodowacenia i zamieszkiwały morza około 560–540 mln lat temu. Były zbudowane zupełnie inaczej niż wszystkie znane nam współcześnie zwierzęta. Miały zazwyczaj kształt liścia, krążka, torby wypełnionej mułem lub wyglądały jak nadmuchane materace. Ich długość wahała się od kilku centymetrów do 1 m, a grubość nie przekraczała kilku milimetrów. Zwierzęta te spoczywały nieruchomo na dnie morza lub były przyczepione do niego częścią przypominającą przylgę. Nie miały przewodu pokarmowego, a energię niezbędną do życia czerpały od żyjących w ich tkankach bakterii symbiotycznych, które przeprowadzały chemo- lub fotosyntezę.



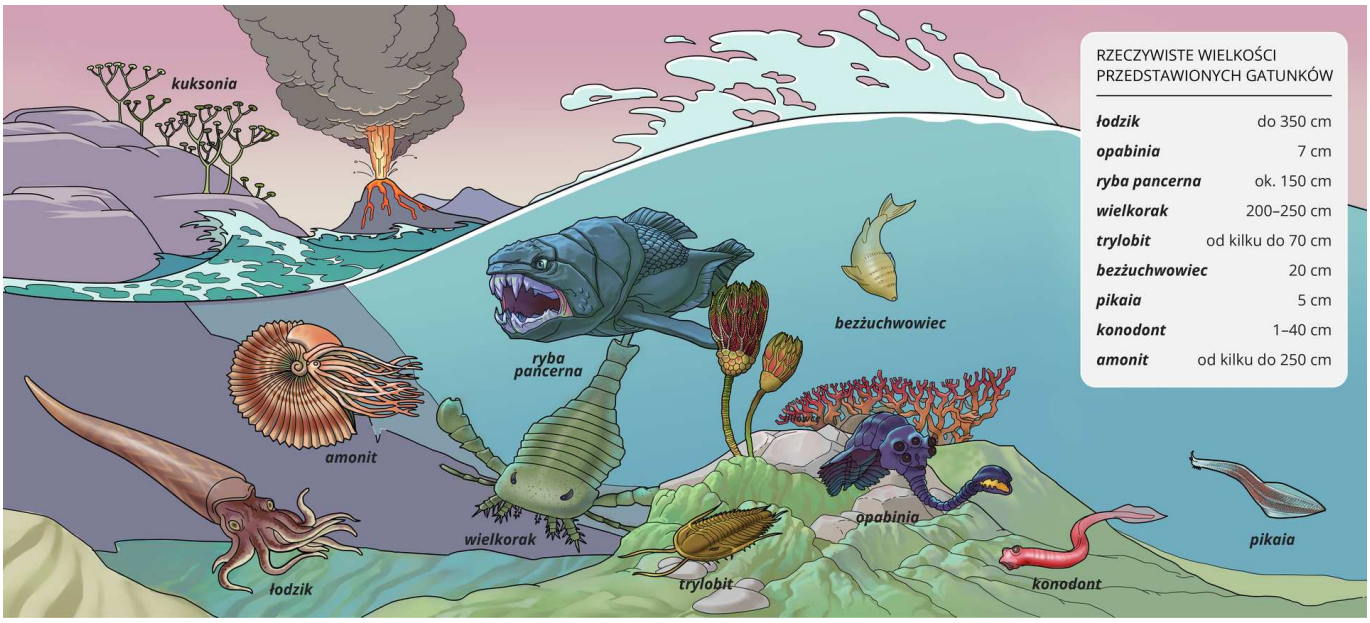
Źródło: Aleksandra Ryczkowska, File Upload Bot (Magnus Manske) (https://commons.wikimedia.org), licencja: CC BY-SA 2.0.

Prawdopodobnie zwierzęta ze wzgórz Ediacara były odrębną gałęzią ewolucyjną, która wymarła bezpotomnie wraz z pojawieniem się pierwszych drapieżników. Dzisiejsze zwierzęta wyewoluowały z innych prostych form wielokomórkowych.

4. Era zwierząt wodnych

Około 540 mln lat temu tempo ewolucji organizmów było tak duże, że okres ten określa się niekiedy okresem **eksplozji życia w oceanach**. Wody oceanów zapełniły się licznymi i zróżnicowanymi gatunkami. Były wśród nich parzydełkowce, pierścienice, skorupiaki i mięczaki, nieco później pojawiły się także ryby pancerne. Były to ryby o szkieletach zbudowanych z chrząstki, które głowę i przednią część tułowia miały okryte grubymi płytami kostnymi, pełniącymi rolę pancerza.

Dno morskie zajmowały gąbki oraz inne osiadłe morskie zwierzęta, takie jak koralowce i liliowce. W toni wodnej przemykały prymitywne głowonogi – **łodziki** i **amonity**. Najbardziej charakterystycznymi zwierzętami tego okresu były należące do stawonogów **trylobity** – przodkowie dzisiejszych raków. Obok nich żyło wiele zwierząt drążących w osadach dennych lub biernie unoszonych w wodzie. Ciała wielu gatunków pokrywały wapienne muszle lub mocne pancerze. Częsta obecność masywnych pancerzy u różnych gatunków zwierząt świadczczy o tym, że w morzach musiało żyć wtedy wiele drapieżników.



Źródło: Andrzej Bogusz, Michał Szymczak, licencja: CC BY 3.0.

Okres między 416 a 359 mln lat temu to czas rozkwitu gromady ryb. Rozwinęło się wówczas wiele nowych linii ewolucyjnych, z których pierwszymi były ryby o chrzęstnym szkielecie, podobne do współczesnych rekinów i płaszczek. Później pojawiły się pokryte łuskami ryby o szkielecie skostniałym, z których wiele gatunków przetrwało do dziś.

Wkrótce wśród ryb zamieszkujących płytkie wody pojawiły się formy o silnie umięśnionych płetwach parzystych, za pomocą których gatunki te mogły pełzać na płyciznach. Płetwy nieparzyste w takim środowisku straciły znaczenie i zaczęły w kolejnych pokoleniach stopniowo zanikać. Ponadto przedni lub tylny odcinek przewodu pokarmowego zyskiwał stopniowo zdolność pobierania tlenu z atmosfery. Ryby o budowie podobnej do opisanej dały początek pierwszym lądowym czworonogom – płazom.

> **Ciekawostka**
>
> Rogoząb australijski to współczesna ryba żyjąca w płytkich, słodkowodnych zbiornikach Australii. Wyposażony jest w silnie umięśnione płetwy służące do kroczenia po dnie oraz pęcherz powietrzny, dzięki któremu może gromadzić i wykorzystywać tlen atmosferyczny.

5. Pierwsze organizmy lądowe

Przez ponad 3 miliardy lat życie rozwijało się wyłącznie w wodzie. Wprawdzie istnieją dowody kopalne, że sinice i inne fotosyntetyzujące bakterie pokrywały wilgotne

powierzchnie lądów już ponad miliard lat temu, ale większe formy, takie jak grzyby, rośliny i zwierzęta, pojawiły się na lądzie dopiero około 500 milionów lat temu.

Pierwszymi organizmami, które około 480 milionów lat temu zasiedliły lądy, były rośliny przypominające dzisiejsze mchy. Początkowo opanowały one obszary przymorskich, wysychających bagien, ponieważ były zależne od środowiska wodnego. Potrzebowały wody m.in. do rozmnażania płciowego. Wyjście roślin na ląd było związane z wytworzeniem szeregu przystosowań do obcego, powietrzno-lądowego środowiska. W obronie przed wysychaniem rośliny wytworzyły wodoodporną kutykulę i tkankę okrywającą. Transport wody wewnątrz organizmu zapewniał im system naczyń, który jednocześnie usztywniał rośliny. Pierwotne rośliny lądowe były niskie (około 10 cm), ponieważ nie miały korzeni, tkanek wzmacniających ani liści.

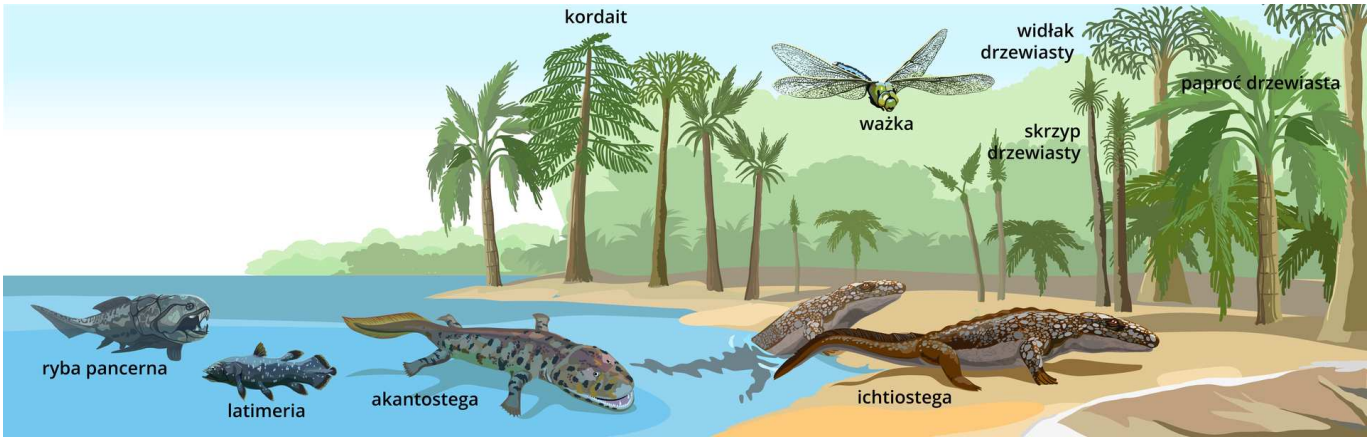
> **Polecenie 3**
>
> Cylindryczne i rozgałęzione łodygi kuksonii miały na szczytach organy wytwarzające komórki rozrodcze, dzięki czemu wiatr roznosił je na duże odległości. Wymień korzyści, jakie osiągnęły rośliny dzięki szczytowemu umieszczeniu organów rozrodczych.
>
> > **Wskazówka**
> >
> > Pamiętaj, że na lądach w tym czasie było wiele wolnych przestrzeni.

Przez następne miliony lat rośliny doskonaliły swe przystosowanie do lądowego trybu życia. Ich gwałtowny i bujny rozwój nastąpił w ciepłym i wilgotnym klimacie okresu geologicznego nazywanego karbonem. Ziemię porastały wówczas puszcze złożone z drzewiastych roślin zarodnikowych (paproci, skrzypów i widłaków) oraz pierwszych roślin nagonasiennych. Z ich obumarłych szczątków powstawały pokłady torfu, który następnie zamieniał się w węgiel kamienny.

W karbońskiej puszczy kwitło bujne życie. W dolnych warstwach lasu roiły się dwumetrowej długości wije (stawonogi), w powietrzu szybowały ważki wielkości dzisiejszych mew. Gęsta roślinność dostarczała pokarmu owadom roślinożernym oraz, pośrednio, polującym na nie pająkom, skorpionom i innym licznym bezkręgowym drapieżnikom. Pojawiły się one na lądzie już 440 mln lat temu i uległy bardzo silnemu zróżnicowaniu. Wykształciły narządy przystosowane do oddychania tlenem atmosferycznym oraz chitynowe pancerze chroniące przed wysychaniem. Brak konkurencji ze strony nieobecnych jeszcze na lądzie kręgowców sprawił, że w powietrzu latały niezliczone gatunki owadów.

Źródło: The_Wookies (https://commons.wikimedia.org), licencja: CC BY 2.5.

Gdy około 395 mln lat temu na lądzie pojawiły się pierwsze płazy, obfitość stawonogów i innych bezkręgowców była dla nich łatwo dostępnym źródłem pożywienia, przy czym powolnym płazom nie zagrażały nieobecne jeszcze ssaki i ptaki. Płazy błyskawicznie zdobyły wszystkie środowiska lądowe i przybrały różne formy. Niektóre z nich, jak **akanostega**, w dalszym ciągu zamieszkiwały środowisko wodne, inne, jak **ichtiostega,** czołgały się po lądzie odpychając szeroko rozstawionym łapami. Jeszcze inne, jak **sejmuria**, poruszały się na kończynach podsuniętych pod tułów tak jak typowo lądowe czworonogi.



Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., Andrzej Bogusz, licencja: CC BY 3.0.

Po trwającym wiele milionów lat okresie dominacji większość płazów wymarła. Nieliczne pozostałe gatunki dały początek zwierzętom owodniowym – gadom.

Polecenie 4

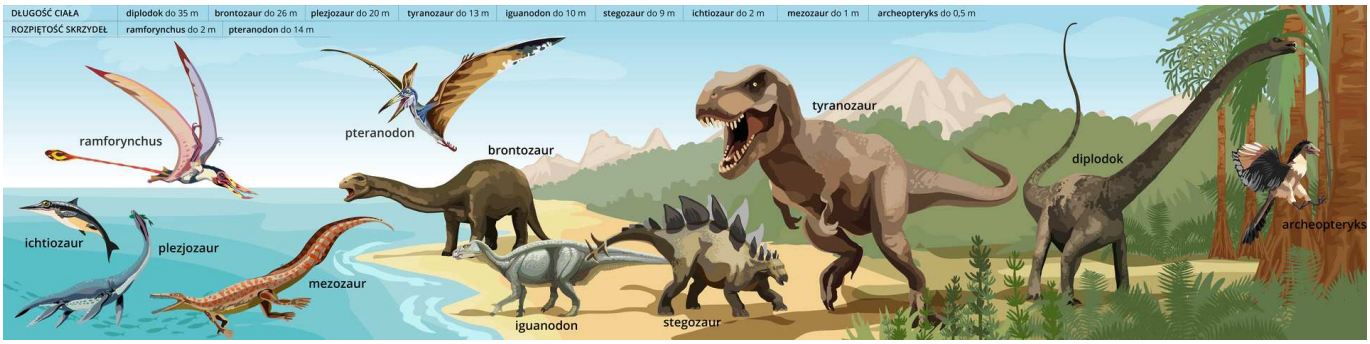
Wymień czynniki, które mogły być przyczyną wymierania płazów.

6. Era gadów

Gady jako pierwsze spośród kręgowców uniezależniły się od środowiska wodnego. Ich jaja wyposażone w zapas pokarmu dla zarodka oraz mocną, skórzastą lub wapienną osłonę mogły być składane w dowolnym miejscu na lądzie. Opuszczający jajo osobnik był całkowicie samodzielny i chroniony przed utratą wody przez suchą, grubą skórę. Sprawne chodzenie po lądzie wymagało wzmocnienia kości i silniejszego umięśnienia ciała, wrażliwych zmysłów, ruchliwej głowy oraz wielu innych modyfikacji. Gady potrzebowały na to około 10 mln lat. Dzięki takim przystosowaniom około 320 mln lat temu podbiły lądy.

Pierwsze gady żyły wraz z płazami na bagnistych obszarach otoczonych przez wielkie pustynie. Były niewielkimi zwierzętami o masywnym ciele. Przypominały nieco jaszczurki. Prawdopodobnie były one przodkami gadów nazywanych **kotylozaurami**, z których wywodzą się gady współczesne, inne gady kopalne oraz ptaki i ssaki.

Największy rozkwit gadów nastąpił między 250 a 66 mln lat temu. Okres ten nazywany jest erą mezozoiczną, czyli **erą gadów**, gdyż zwierzęta te opanowały wtedy wszystkie dostępne środowiska życia: w wodach panowały **plezjozaury** i **ichtiozaury**, nad wodami i lądami szybowały **pterozaury**, których kończyny przednie były przekształcone w skrzydła, a na lądzie królowały dwunożne drapieżne **tyranozaury** oraz czworonożne roślinożerne **zauropody**, **stegozaury**, **triceratopsy**.



Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Era gadów zakończyła się 65 mln lat temu wielkim i gwałtownym wymieraniem, które objęło nie tylko gady, ale także inne zwierzęta (w tym wodne) oraz większość roślin. Wywołała je

gwałtowna zmiana warunków życia spowodowana zderzeniem z Ziemią gigantycznego meteorytu. Katastrofa ta wywoła gwałtowne ochłodzenie klimatu.

> **Polecenie 5**
>
> Wyjaśnij, dlaczego po wielkich wymieraniach na lądzie i w wodzie pojawiało się zawsze w stosunkowo krótkim czasie wiele nowych gatunków.

> **Warto wiedzieć**
>
> W ciągu ostatnich 540 mlnl masowe wymieranie gatunków miało miejsce 5 razy. Największe z nich wydarzyło się 250 mln lat temu, kiedy wyginęło około 95% gatunków morskich. Kryzysu sprzed 65 mln lat nie przeżyło 75% gatunków lądowych i morskich.

> **Ciekawostka**
>
> W województwie świętokrzyskim znaleziono dwa równoległe tropy dorosłych zauropodów i cztery tropy młodych. Na tej podstawie można przypuszczać, że dinozaury opiekowały się potomstwem.

7. Era ssaków i ptaków

Wielkie wymieranie, które miało miejsce 65 mln lat temu, paradoksalnie okazało się szansą rozwoju dla ptaków i ssaków, które pozostawały w cieniu gadów przez ponad 150 mln lat. Wymarcie większości gadów spowodowało pojawienie się wielu wolnych siedlisk i źródeł pokarmu, które zostały wykorzystane przez szybko różnicujące się ssaki i ptaki. Sprzyjał temu świat zdominowany przez rośliny okrytonasienne o bujnych liściach, pożywnych kwiatach i owocach.

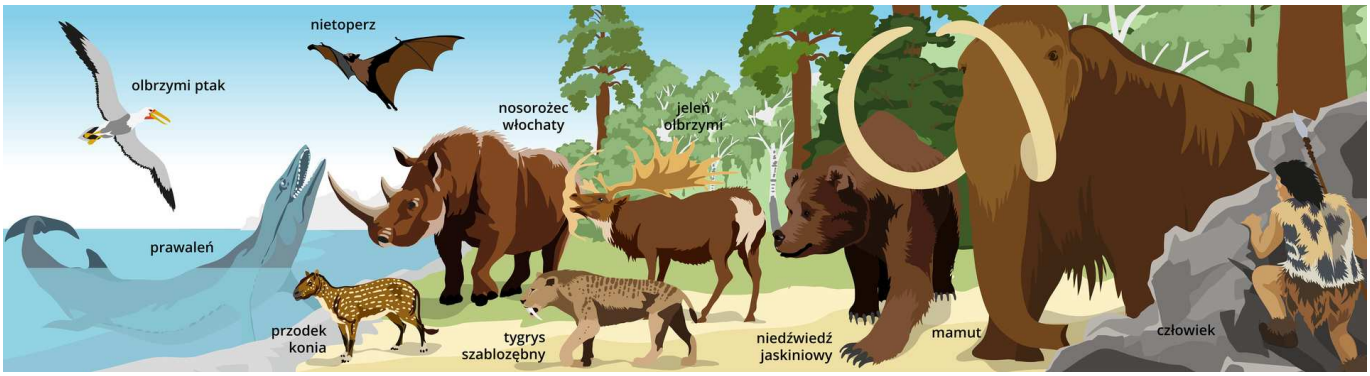
Pierwsze ssaki, podobnie jak ich gadzi przodkowie, składały jaja. W wielu liniach rozwojowych ssaków powstał jednak nowy sposób rozmnażania – żyworodność. Nastąpiło u nich również zróżnicowanie uzębienia, które umożliwiało lepsze wykorzystanie pokarmu.

Wraz z ekspansją roślin zielnych, a wśród nich traw, które pokryły rozległe równiny, następował rozwój ssaków roślinożernych. Pojawiły się ssaki kopytne, m.in. przodkowie współczesnych koni, antylop, bydła. Rozwój ssaków roślinożernych przyczynił się do rozwoju polujących na nie zwierząt drapieżnych. Pojawiły się zwierzęta z rodzin kotowatych i psowatych. 23 mln lat temu w bujnych lasach żyły na drzewach pierwsze

naczelne, przodkowie współczesnych małp i małpiatek, z których wkrótce wydzieliły sie linie wiodące do człowiekowatych.

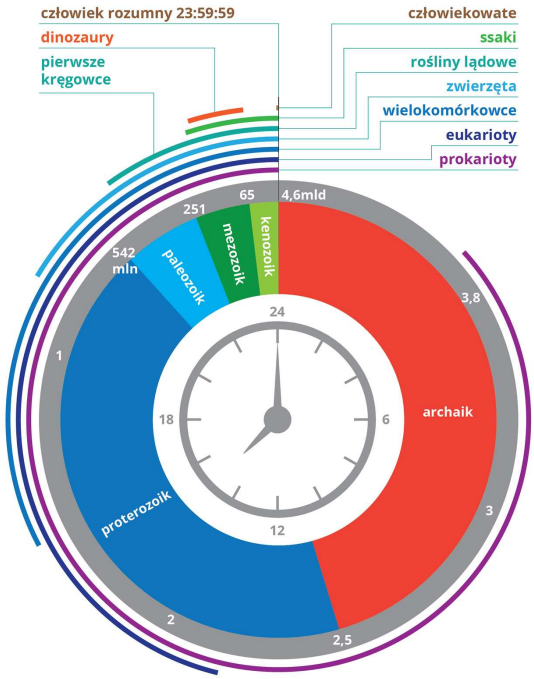
23 mln lat temu na kontynentach żyło coraz więcej różnorodnych gatunków ssaków. Niektóre z nich, m.in. przodkowie waleni, zwierząt pochodzących od kopytnych, zaczęły zasiedlać ponownie wody mórz i oceanów.

Ptaki rozwinęły się z gadów należących do jednej z grup dinozaurów. Ważnymi etapami w ewolucji ptaków było udoskonalenie wymiany gazowej, przekształcenie kończyn przednich w skrzydła i pokrycie ciała lekkimi i elastycznymi piórami. Wkrótce po wielkiej katastrofie, 65 mln lat temu, powstały nowe gatunki ptaków, przypominające te, które żyją obecnie. Pojawiły się ptaki blaszkodziobe (kaczki, gęsi, łabędzie), ptaki drapieżne, nurkujące i nieloty, takie jak strusie, nandu. Osiągały one zwykle imponujące rozmiary.



Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

> **Ciekawostka**
>
> Aby uświadomić sobie, ile czasu potrzebowało życie, by osiągnąć obecny stan, geologiczną skalę czasu można przyrównać do 24-godzinnej tarczy zegara. Odpowiada ona 4,6 mld lat, które upłynęły od powstania Ziemi. Czas geologiczny dzieli się na ery wyróżnione na rysunku odrębnymi kolorami.



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

Słowniczek

fauna

zespół wszystkich zwierząt zamieszkujących dane środowisko

era mezozoiczna

era geologiczna, która trwała 185 mln lat (od 250 mln lat temu do 65 mln lat temu); na lądzie dominowały wtedy lasy złożone z roślin nagonasiennych oraz liczne i różnorodne gatunki gadów; pojawiły się pierwsze ssaki

karbon

okres geologiczny, który trwał 60 mln lat (od 359 mln lat temu do 299 mln lat temu); charakteryzował się ciepłym i wilgotnym klimatem oraz stosunkowo dużą zawartością dwutlenku węgla w powietrzu; na lądach dominowały drzewiaste paprocie, skrzypy i widłaki oraz pierwsze rośline nagonasienne tworzące potężne lasy, z których powstały pokłady węgla kamiennego

ryby pancerne

wymarła gromada ryb chrzęstnoszkieletowych, których głowa i przednia część tułowia pokryte były płytami kostnymi

> **stromatolity**
>
> najstarsze ślady życia na Ziemi; charakterystycznie ukształtowane formy skalne utworzone w wyniku działalności sinic

Podsumowanie

- Życie powstało w morzach.
- Kluczowym wydarzeniem w ewolucji życia było powstanie komórek jądrowych i organizmów wielokomórkowych.
- Pierwszymi roślinami wielokomórkowymi były zielenice.
- Gwałtowny rozwój wodnych zwierząt bezkręgowych miał miejsce 540 mln lat temu.
- Przodkowie płazów dali początek gadom.
- Gady dominowały na Ziemi w erze mezozoicznej.
- 65 mln lat temu wyginięcie większości gadów mezozoicznych umożliwiło szybki rozwój ptaków i ssaków.
- W historii życia na Ziemi wielokrotnie miały miejsce masowe wymierania gatunków.

> **Praca domowa**
>
> > **Polecenie 6.1**
> >
> > 1. Opisz warunki, w jakich powstawało życie na Ziemi.
> >
> > 2. Przedstaw w punktach historię życia na Ziemi.

Zadania

Ćwiczenie 1

Wskaż składniki pierwotnej atmosfery Ziemi.

- [ ] metan
- [ ] tlen
- [ ] ozon
- [ ] wodór
- [ ] tlenki węgla

Źródło: Alicja Kasińska, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Oceń prawdziwość zdań i zaznacz odpowiedź Prawda lub Fałsz.
W wyniku procesów prowadzonych przez organizmy zdolne do fotosyntezy

	Prawda	Fałsz
powstała warstwa ozonowa, chroniąca Ziemię przed promieniowaniem UV.	○	○
w atmosferze nagromadził się tlen, który spowodował zagładę organizmów oddychających beztlenowo.	○	○
wyginęły pierwsze organizmy jądrowe.	○	○
w atmosferze zmalała ilość dwutlenku węgla.	○	○

Źródło: Alicja Kasińska, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Wskaż przystosowania obronne pierwszych zwierząt bezkręgowych.

- [ ] chitynowe pancerze
- [ ] wapienne tarczki kostne
- [ ] płyty chrzęstne pokrywające tułów
- [ ] wapienne muszle

Źródło: Alicja Kasińska, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Przyporządkuj nazwom grup organizmów nazwy tych elementów budowy, dzięki którym organizmy przystosowały się do życia na lądzie.

rośliny

owady

gady

narządy zdolne do pobierania tlenu atmosferycznego

skórzasta lub wapienna osłonka jaja

płuca

zrogowaciała skóra

skrzydła

2 pary kończyn

system tkanek przewodzących

chitynowy pancerz

wodoodporna kutykula

Źródło: Alicja Kasińska, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

Wskaż poprawne zakończenie zdania.
Przodkami ssaków są

- ryby pancerne.
- amonity.
- gady.
- ssaki naczelne.
- płazy.

Źródło: Alicja Kasińska, licencja: CC BY 3.0.

Pochodzenie i ewolucja człowieka

Znamy co najmniej kilka gatunków zaliczanych do rodzaju *Homo*, pochodzących z różnych okresów i różnych rejonów świata. Co ciekawe, tzw. cechy nordyckie (jasna skóra, jasne włosy, niebieskie oczy) odziedziczyliśmy prawdopodobnie w wyniku krzyżowania się z człowiekiem neandertalskim.

Kamienne narzędzie człowieka neandertalskiego.

Źródło: Snek01, licencja: CC BY-SA 2.5.

Już wiesz

- ewolucja biologiczna jest faktem.

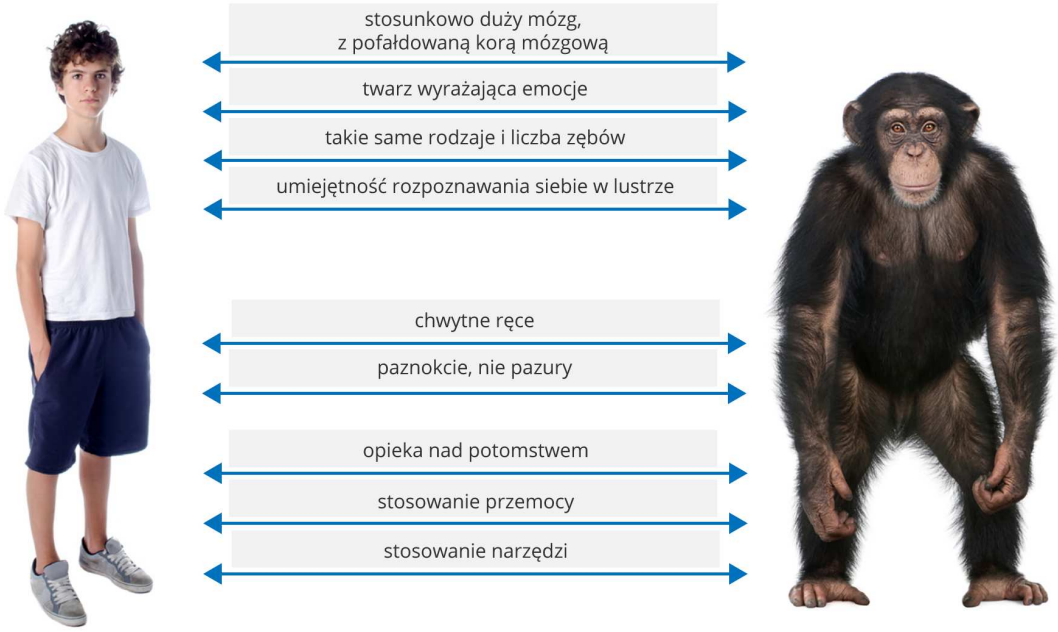
Nauczysz się

- wskazywać podobieństwa i różnice w budowie i zachowaniu człowieka i szympansa;
- wymieniać cechy występujące tylko u człowieka;
- uzasadniać przynależność człowieka do świata zwierząt;
- opisywać australopiteka, człowieka zręcznego, wyprostowanego, neandertalskiego i ich osiągnięcia;
- wskazywać przykładowe czynniki, które wpłynęły na pojawienie się dwunożności i silny rozwój mózgu u przodków człowieka.

1. Podobieństwa między człowiekiem i małpami

Gatunek **człowiek rozumny** zaliczany jest do rzędu naczelnych.. i rodziny małp człekokształtnych, do których należą również goryle, szympansy zwyczajne i bonobo oraz orangutany. Stopień pokrewieństwa mierzy się liczbą wspólnych genów. W przypadku człowieka rozumnego i szympansa stopień pokrewieństwa jest największy: nasze DNA i DNA szympansa jest w 98% jednakowe. Świadczy to o tym, że stosunkowo niedawno (w skali wieku Ziemi) my i szympansy mieliśmy wspólnych przodków. Dowodem tak bliskiego pokrewieństwa są podobieństwa między naszymi gatunkami. Dotyczą one:

- budowy ciała – mamy na przykład wzrok skierowany do przodu, chwytne ręce, w których kciuk może dotknąć opuszek pozostałych palców, co umożliwia wykonywanie skomplikowanych i precyzyjnych ruchów oraz manipulowanie przedmiotami; tak jak małpy człekokształtne nie mamy zewnętrznego ogona;
- budowy białek – ludzie i szympansy mają niemal identyczne białka osocza, a w hemoglobinie obu tych gatunków sekwencja aminokwasów jest taka sama;
- zachowań społecznych – żyjemy w grupach rodzinnych, długo opiekujemy się potomstwem, mamy wiele sposobów wyrażania emocji, łączą nas silne więzi z innymi członkami społeczności.



Podobieństwa między człowiekiem i szympansem
Źródło: Aleksandra Ryczkowska, wykorzystano obrazy serwisu Fotolia, licencja standardowa niewyłączna.

Polecenie 1

Wskaż cechy, na podstawie których zaliczysz człowieka do zwierząt, kręgowców, naczelnych.

2. Cechy wyróżniające człowieka ze świata zwierząt

Człowiek ma wyprostowaną, **dwunożną postawę ciała**. Jego **chwytne ręce** są wyjątkowo sprawne, umożliwiają posługiwanie się narzędziami i wykonywanie bardzo precyzyjnych ruchów. Owłosienie ludzkiego ciała określa się jako **szczątkowe**. Zachowało się tylko w niektórych miejscach, a reszta skóry jest naga i ma wiele gruczołów potowych, co zapobiega przegrzaniu.

Ludzkie zęby są drobne, kieł nie wystaje ponad inne zęby. Ostatni z zębów trzonowych pojawia się czasem w późnym wieku, a czasem nigdy nie wyrasta. Takie uzębienie umożliwia pobieranie pokarmu miękkiego, poddanego wcześniej obróbce (pieczeniu), natomiast nie jest przystosowane do żywienia się surowym mięsem czy twardymi częściami roślin. Żuchwa i szczęka, na których są osadzone ludzkie zęby, nie tworzą łuków wysuniętych ku przodowi, jak u małp. Dzięki temu twarzowa część czaszki człowieka w odróżnieniu od czaszek małpich jest płaska. Ponieważ ludzka czaszka oparta jest na kręgosłupie, a nie zwisa z przodu jak u współczesnych czworonożnych małp, nie potrzebuje obecności grzebieni kostnych ani wyraźnych nierówności, do których byłyby przyczepione potężne mięśnie potrzebne do jej unoszenia i poruszania. Dorosłe samce szympansów mają zarówno grzebienie czaszkowe, jak i wały nadoczodołowe, a także rozbudowaną żuchwę.

Zasadniczą cechą czaszki człowieka jest też **wysokie czoło** i **duża pojemność mózgoczaszki**. U człowieka wynosi ona około 1350 cm^3 (1/40 masy ciała), a u szympansa 400 (1/120).

Porównanie budowy czaszki szympansa i człowieka.
Źródło: Andrzej Bogusz, licencja: CC BY-SA 3.0.

Wyjątkowy jest też mózg człowieka: duży w stosunku do reszty ciała, o silnie pofałdowanej korze mózgowej. W mózgu człowieka występuje **ośrodek mowy**. Dobrze rozwinięty mózg pozwala na uzyskanie **świadomości samego siebie** (to jestem ja, teraz myślę to..., czuję tak..., potrafię...). Taki mózg jest zdolny do szybkiego uczenia się. Odbywa sie ono przez całe życie, ale najintensywniej zachodzi w dzieciństwie, które u człowieka trwa wyjątkowo długo. Duży mózg, samoświadomość i kilkunastoletni okres dorastania, podczas którego młodociane osobniki wymagają opieki ze strony starszych, umożliwiły rozwój różnych form życia społecznego, tworzenie tradycji, nauki, kultury, techniki, uniezależnienie się w znacznym stopniu od czynników środowiska zewnętrznego.

> **Polecenie 2**
>
> Wskaż 3 inne niż wymienione w tekście różnice w budowie między człowiekiem i szympansem.

3. Powstanie dwunożności i wyprostowanej postawy

Historia naszego rodzaju zaczęła się w Afryce. Około 10 mln lat temu we wschodniej części kontynentu nastąpiła stopniowa zmiana klimatu, która spowodowała zanikanie lasów i pojawianie się sawann. Nasi czworonożni przodkowie stopniowo tracili nadrzewne środowisko życia i zasoby pokarmu, które im najbardziej odpowiadały.

Film dostępny pod adresem https://zpe.gov.pl/a/D14dDU6Qo
Powstanie dwunożności i wyprostowanej postawy ciała.
Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY-NC 4.0.

Film (tytuł: „Zejście z drzew")

Na sawannie dostępny był trudno strawny pokarm w postaci nasion, traw i owadów, ale i bardzo pożywny pokarm mięsny – drobne ssaki oraz padlina. Wystarczyło obserwować sępy krążące nad martwym zwierzęciem, a następnie szybko biec w jego kierunku, by zdążyć się pożywić wraz z innymi padlinożercami lub zanim mięso zgnije. Obserwacja otoczenia konieczna na odkrytym terenie wymagała częstego stawania na dwóch nogach

i unoszenia głowy ponad wysokimi trawami. Dwunożność dawała też inną korzyść: wyprostowana postawa ciała lepiej niż postawa czworonożna chroniła organizm przed przegrzaniem. W przypadku istot dwunożnych światło słoneczne ogrzewa bezpośrednio mniejszą powierzchnię ciała – tylko głowę. Dla ochrony mózgu przed przegrzaniem na skórze głowy do dziś zachowały się włosy. Ich warstwa (zwłaszcza, gdy włosy są mocno skręcone, wełniste) stanowi izolację termiczną.

Poruszanie się na dwóch nogach uwolniło ręce od funkcji podporowej. Od tej pory ręce mogły służyć do łuskania nasion, przenoszenia pokarmu, wytwarzania narzędzi, noszenia noworodków, które już nie mogły chwytać się futra, jako że nasi przodkowie już go nie posiadali.

Dobór naturalny doprowadził do tego, że ok. 4 mln lat temu pojawiły się gatunki dwunożnych **australopiteków**, najprawdopodobniej przodków ludzi. Mózg australopiteka był o około 20% większy niż jego małpiego przodka. Oznaczało to dłuższy okres ciąży, trudniejszy poród oraz wydłużenie dzieciństwa, podczas którego młode były nieporadne, a matki wymagały pomocy, np. zaopatrywania w pokarm. Prawdopodobnie już u australopiteków pojawił się charakterystyczny dla kolejnych form ludzkich podział zadań: samce zdobywały mięso, samice zajmowały się zbieractwem, wytwarzaniem narzędzi i opieką nad młodymi.

Australopitek.

Źródło: Nachosan, licencja: CC BY-SA 3.0.

> **Warto wiedzieć**
>
> Nasza linia ewolucyjna oddzieliła się od goryli około 7,5 mln lat temu, a od szympansów około 5,5 mln lat temu.

4. Wymarłe gatunki człowieka

Około 3 milionów lat temu pojawił się w Afryce gatunek, który zaliczamy do rodzaju *Homo* (człowiek). Był to *Homo habilis*, **człowiek zręczny**. Produkował już narzędzia kamienne o różnych kształtach i przeznaczeniu. Nie prowadził polowań na duże zwierzęta – chwytał żółwie, jaszczurki, gryzonie, wybierał z gniazd jaja i młode ptaki, zjadał owady i korzystał z padliny pozostawionej przez drapieżniki. Budował też domostwa. Tworzyły je kamienne kręgi, wokół których wznoszono ogrodzenia z gałęzi stanowiące osłonę od wiatru i światła słonecznego. Korzystał też z ognia, choć nie umiał go rozniecać. Podczas pożarów wywołanych przez pioruny zachowywał żarzące się węgle i stale podtrzymywał ogień.

Człowiek zręczny.

Źródło: Lillyundfreya, licencja: CC BY-SA 3.0.

Rozniecanie ognia opanował dopiero **człowiek wyprostowany** (*Homo erectus*). Pojawił się około 2 mln lat temu. Posługiwał się ogniem, który umożliwiał mu odpędzanie drapieżników, ogrzewanie się podczas zimnych nocy, pieczenie mięsa. Przyjmowanie miękkiego pożywienia, rozdrobnionego za pomocą narzędzi sprawiło, że masywne zęby stały się niepotrzebne i zmniejszały się w kolejnych pokoleniach. Człowiek wyprostowany rozpoczął też zbiorowe polowania na duże zwierzęta.

Film dostępny pod adresem https://zpe.gov.pl/a/D14dDU6Qo

Człowiek wyprostowany.
Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY-NC 4.0.

Na filmie przedstawiono popiersie człowieka wyprostowanego

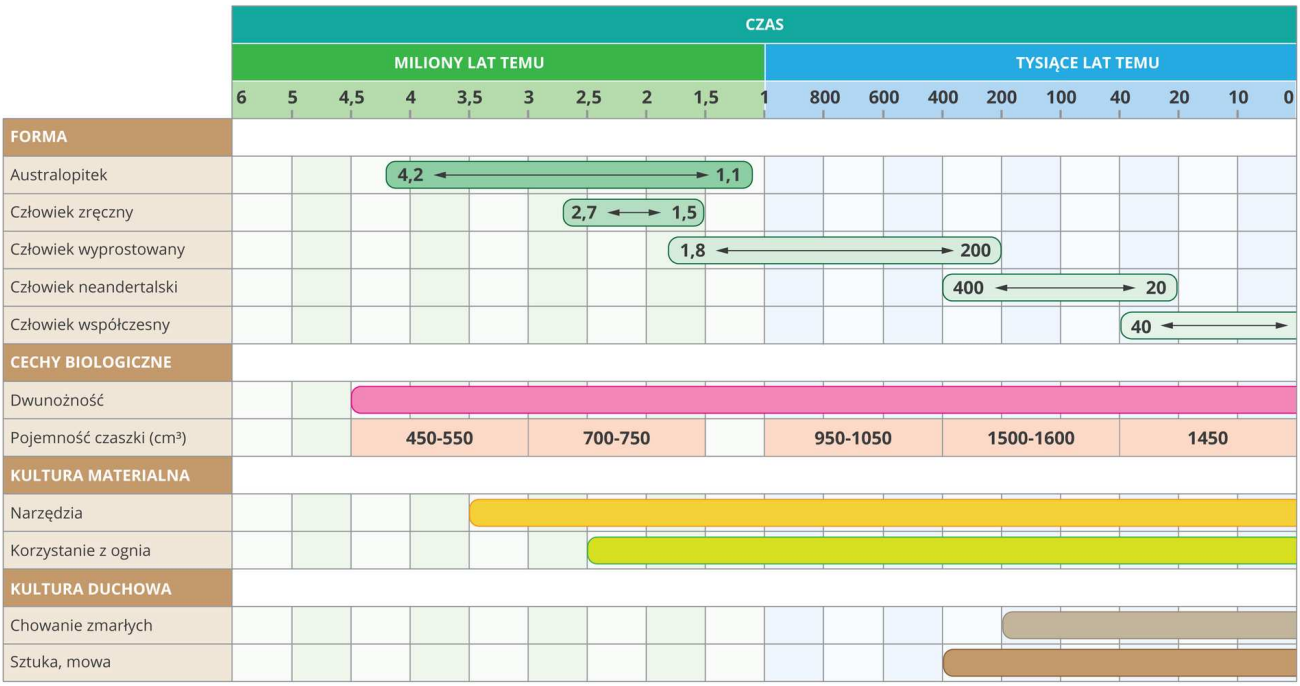
Przedstawiciele *Homo erectus* byli pozbawieni potężnych zębów i ostrych pazurów, dlatego musieli zdobyć przewagę nad swoimi ofiarami w inny sposób. Najprawdopodobniej polowali, ścigając wytrwale zwierzęta i nie pozwalając im zatrzymać się. Taki sposób polowania stosowany jest i w obecnych czasach przez niektóre plemiona w Afryce i Ameryce Środkowej. Temperatura ciała zwierząt rosła w trakcie ucieczki, a ochłodę mogło im dać jedynie ziajanie (parowanie wody z języka i wnętrza jamy gębowej), które podczas biegu jest niemożliwe. Dla człowieka długotrwały bieg w afrykańskim słońcu był łatwiejszy, dlatego że jego skóra była naga i pokryta licznymi gruczołami potowymi, które schładzały ciało. Dobór naturalny dawał więc przewagę osobnikom, które miały przystosowania do ochrony przed przegrzaniem i tym, które żywiły się mięsem. Pokarm mięsny pozwalał zwiększać rozmiary ciała.

Człowiek wyprostowany osiągał ok. 170 cm wzrostu, a objętość jego mózgu wynosiła ok. 1000 cm^3. Sylwetką przypominał człowieka współczesnego, jedynie twarz zachowała silne wały nadoczodołowe, niskie czoło i silnie wysunięte do przodu kości twarzoczaszki. Gatunek ten podjął wędrówkę w poszukiwaniu terenów zasobnych w pokarm. Około 2 miliony lat temu zasiedlił Azję i Europę.

Około 400 tys. lat temu Europę i Azję Centralną zamieszkiwał zarówno człowiek wyprostowany, jak i **człowiek rozumny neandertalski**. Drugi z tych gatunków przetrwał znacznie dłużej, wyginął zaledwie 20 tys. lat temu. W czasach neandertalczyków w Europie panowały bardzo trudne warunki. Na północy kontynentu zalegał lądolód, a spora część ziemi na południe od niego była skuta wieczną zmarzliną. Wędrowały po niej ogromne zwierzęta: mamuty, nosorożce włochate, jelenie olbrzymie, renifery, ale także wilki, lamparty, niedźwiedzie, lwy i hieny jaskiniowe. Jednak w tych warunkach neandertalczycy radzili sobie znakomicie. Tworzyli duże grupy rodzinne, w których istniał podział pracy, wspólnie polowali na wielkie zwierzęta. Używali odzieży i biżuterii. Posługiwali się mową, tworzyli naskalne rysunki, grali na instrumentach z kości. Oddawali cześć siłom przyrody (kult ognia czy niedźwiedzia jaskiniowego). Ceremonialnie grzebali zmarłych, składając do grobu ich ulubione przedmioty, pokarm i kwiaty. Prawdopodobnie mieli jasną skórę. Ich mózg był o ok. 1/3 większy niż mózg człowieka współczesnego.

Film dostępny pod adresem https://zpe.gov.pl/a/D14dDU6Qo
Człowiek neandertalski.
Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY-NC 4.0.

Na filmie przedstawiono popiersie człowieka neandertalskiego



Oś czasu przedstawiająca moment pojawienia się form człowieka ora ich cechy charakterystyczne.
Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY-SA 3.0.

Warto wiedzieć

Myśliwi neandertalscy używali krótkich, grubych włóczni z szerokimi, krzemiennymi ostrzami. Taka broń wymagała bliskiego kontaktu ze zwierzyną, dlatego podczas polowania neandertalczycy musieli wykazywać się ogromną siłą i sprawną organizacją działania grupy. Polowanie na zwierzęta z bliska narażało ich na liczne urazy, które pozostawiły ślady na ich szkieletach. W jaskini Szanidar, na terenie Kurdystanu (północny Irak), odkryto szczątki dziewięciu neandertalczyków. Niektóre szkielety wykazują ślady kalectwa i zaleczonych ran. Urazy te nie były jednak przyczyną ich śmierci. To wyraźnie wskazuje, że neandertalczycy opiekowali się rannymi.

Warto wiedzieć

Szansa na znalezienie dobrze zachowanych szczątków ludzi kopalnych jest niewielka. 100 tys. lat temu żyło na Ziemi około miliona ludzi, a to znaczy, że ogromne tereny były bezludne. Ludzkie szczątki na ogół szybko ulegają rozkładowi. Tylko fragmenty kości mogą zostać wysycone solami mineralnymi, w wyniku czego kamienieją i w takiej postaci mogą dotrwać do naszych czasów. Najlepiej zachowują się zęby oraz kamienne narzędzia. Czasem natrafia się na tropy ludzi lub ich przodków, jak np. ślady stóp rodziny australopiteków odnalezione w Tanzanii.

5. Człowiek rozumny

Nasz gatunek – *Homo sapiens sapiens* – pojawił się około 40 tys. lat temu. W Europie żył przez długi czas równocześnie z neandertalczykiem (*Homo sapiens neanderthalensis*). Prawdopodobnie oba podgatunki konkurowały ze sobą, a słabszym konkurentem okazał się człowiek neandertalski, który wyginął około 20 tys. lat temu. Europejczycy mają około 4–5% genów neandertalczyków, co świadczy o tym, że te gatunki krzyżowały się ze sobą.

Malowidła naskalne z jaskini Chauveta. Rysunki i malowidła wykonane na ścianach lub sklepieniach jaskiń, pochodzą najczęściej z epoki kamienia. Powstawały od okresu górnego paleolitu; najwcześniejsze malowidła naskalne datowane są na ok. 40 tys. lat p.n.e.

Źródło: Sevela.p, Prof saxx, 12, Aleksandra Ryczkowska, licencja: CC BY-SA 3.0.

Początkowo człowiek rozumny, tak jak jego przodkowie, prowadził koczowniczy tryb życia. Z czasem zaczął opiekować się zwierzętami i tak, około 9 tys. lat temu, doszło do udomowienia psa, kozy, owcy. Wcześniej, około 10 tys. lat temu, człowiek opanował umiejętność uprawy wybranych roślin. Konieczność pielęgnowania roślin i czekania na zebranie plonów wiązała się z ograniczeniem wędrówek. Powstały pierwsze osiedla, a potem miasta i rozpoczął się rozwój cywilizacji. Ten przełomowy moment naszej historii ewolucyjnej nazywamy rewolucją neolityczną.

> **Polecenie 3**
>
> Wyszukaj w dostępnych źródłach informacje o epoce kamienia łupanego. Wymień kopalne gatunki człowieka, które żyły w tej epoce.

> **Warto wiedzieć**
>
> Niecałe 8 tys. lat temu na ziemie polskie wkroczyli ludzie, którzy prowadzili rolnictwo i hodowlę, chociaż nie zrezygnowali ze zbieractwa i łowiectwa. Uprawiali ziemię – siali pszenicę, jęczmień i proso. Hodowali różne zwierzęta. Potrafili tkać lniane materiały i robić gliniane garnki. Na terenie Gór Świętokrzyskich wydobywali krzemień, skałę,

która łatwo poddawała się odłupywaniu i tworzyła bardzo ostre krawędzie. Uzyskane w ten sposób narzędzia były gładzone.

Film dostępny pod adresem https://zpe.gov.pl/a/D14dDU6Qo

Wytwarzanie narzędzi kamiennych.

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY-SA 3.0.

Film przedstawia człowieka

Słowniczek

małpy człekokształtne

małpy, które nie mają ogona, mają długie, bardzo ruchliwe kończyny górne i stosunkowo duży mózg w odniesieniu do masy ciała; należą do nich szympans, goryl, orangutan i człowiek

mózgoczaszka

część czaszki otaczająca mózg

naczelne

jednostka systematyczna (rząd), do której należą ssaki na ogół wszystkożerne o chwytnych kończynach, stosunkowo dużym mózgu; żyją w stadach

Podsumowanie

- Człowiek rozumny, *Homo sapiens*, zaliczany jest do rzędu naczelnych.
- Pierwszy gatunek zaliczany do rodzaju człowiek (*Homo*) pojawił się około 3 mln lat temu.
- W przeszłości na Ziemi występowało kilka gatunków należących do rodzaju człowiek, np. człowiek zręczny, człowiek wyprostowany oraz co najmniej dwa podgatunki człowieka rozumnego: *Homo sapiens neanderthalensis* i *Homo sapiens sapiens.*
- Pojawienie się dwunożności i zwiększenie objętości mózgu było skutkiem współdziałania wielu czynników:

    - zmiana klimatu spowodowała powstanie przystosowań do życia na stepie, m.in. przybierania wyprostowanej postawy;
    - uwolnienie rąk od funkcji podporowej umożliwiło zwiększenie ich sprawności w wykonywaniu precyzyjnych ruchów na przykład podczas wytwarzania narzędzi);
    - mięsożerność, w tym padlinożerność, pozwoliła na zwiększanie masy ciała i mózgu;
    - utrata owłosienia ułatwiała wytrwałe ściganie i zaszczuwanie owłosionej ofiary;

- Wydłużenie dzieciństwa i konieczność opieki nad młodymi oraz ciężarnymi samicami doprowadziły do podziału ról między kobiety i mężczyzn.
- Podział pracy wynikający z ról płciowych, podejmowanie zespołowych polowań na duże zwierzęta, posługiwanie się mową przyczyniły się do utrwalania więzi pomiędzy członkami grupy.
- Dobrze rozwinięty mózg pozwolił na stworzenie kultury, sztuki, nauki i techniki i znaczne uniezależnienie się naszego gatunku od warunków środowiska.

> **Praca domowa**
>
> > **Polecenie 4.1**
> >
> > 1. Wyjaśnij, jakie czynniki doprowadziły do tego, że w linii ewolucyjnej wiodącej do człowieka pojawiła się dwunożność.
>
> > **Polecenie 4.2**
> >
> > 2. Podaj jedną z przyczyn wydłużenia dzieciństwa człowieka w stosunku do innych naczelnych i jeden skutek tego zjawiska.

Zadania

Ćwiczenie 1

Wskaż nazwę gatunku biologicznego, do którego należysz.

	Prawda	Fałsz
człowiek rozumny	◯	◯
człowiek	◯	◯
ludzie	◯	◯
człowiek wyprostowany	◯	◯

Źródło: Andrzej Boczarowski <Andrzej.boczarowski@up.wroc.pl >, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Uporządkuj nazwy organizmów. Zacznij od nazwy organizmu, który najwcześniej pojawił się na Ziemi.

australopitek

człowiek rozumny

człowiek zręczny

człowiek wyprostowany

człowiek neandertalski

Źródło: Andrzej Boczarowski <Andrzej.boczarowski@up.wroc.pl >, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Wskaż czynniki, dzięki którym w historii człowieka miało miejsce powiększanie się mózgu.

- [ ] wykorzystywanie rąk do wykonywania precyzyjnych ruchów, jak łuskanie nasion
- [ ] nadrzewny tryb życia
- [ ] utrata włosów na tułowiu
- [ ] spożywanie białka zwierzęcego

Źródło: Andrzej Boczarowski <Andrzej.boczarowski@up.wroc.pl >, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Wskaż nazwy tych organizmów, które poruszały się na dwóch nogach.

- [ ] człowiek zręczny
- [ ] człowiek neandertalski
- [ ] przodek szympansa
- [ ] australopitek

Źródło: Andrzej Boczarowski <Andrzej.boczarowski@up.wroc.pl >, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

Wskaż specyficzne cechy człowieka.

- [ ] obrona własnego terytorium
- [ ] porozumiewanie się za pomocą ruchów ciała
- [ ] chód dwunożny
- [ ] świadome tworzenie dzieł sztuki
- [ ] długie dzieciństwo i długi czas życia
- [ ] chwytne ręce
- [ ] mózg stanowiący ok. 1,8% masy ciała
- [ ] posługiwanie się mową

Źródło: Andrzej Boczarowski <Andrzej.boczarowski@up.wroc.pl >, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 6

Oceń prawdziwość zdań i zaznacz odpowiedź Prawda lub Fałsz.

	Prawda	Fałsz
Człowiek pojawił się 6 tys. lat temu.	◯	◯
Miejscem powstania rodzaju ludzkiego jest Europa.	◯	◯
Człowiek wyprostowany zasiedlił Europę i Azję.	◯	◯
W ewolucji człowieka dobór naturalny preferował osobniki o potężnych zębach i mięśniach.	◯	◯
Statystycznie najwięcej potomstwa pozostawiły po sobie te osobniki, które umiały rozniecać ogień i skutecznie polować.	◯	◯

Źródło: Andrzej Boczarowski <Andrzej.boczarowski@up.wroc.pl >, licencja: CC BY 3.0.

Globalne ocieplenie klimatu

Czy zdarzyło ci się przebywać w zamkniętym aucie bez klimatyzacji, które stoi w nasłonecznionym miejscu? Choć temperatura na zewnątrz wynosi tylko 18°C, w aucie stale rośnie i osiąga nawet 40°C. Szyby auta pozwalają promieniowaniu słonecznemu przenikać do wnętrza, gdzie pod jego wpływem przedmioty zaczynają emitować promieniowanie cieplne. Dla tego promieniowania szyby są nieprzepuszczalne, dlatego auto działa jak cieplarnia. Podobne zjawisko zachodzi na Ziemi planecie otulonej atmosferą.

Fragment Ziemi widziany z kosmosu z atmosferą chroniącą przed utratą ciepła

Już wiesz

- klimat Ziemi stale ulega zmianom;
- oszczędzanie energii elektrycznej pomaga ograniczyć przedostawanie się dwutlenku węgla do atmosfery.

Nauczysz się

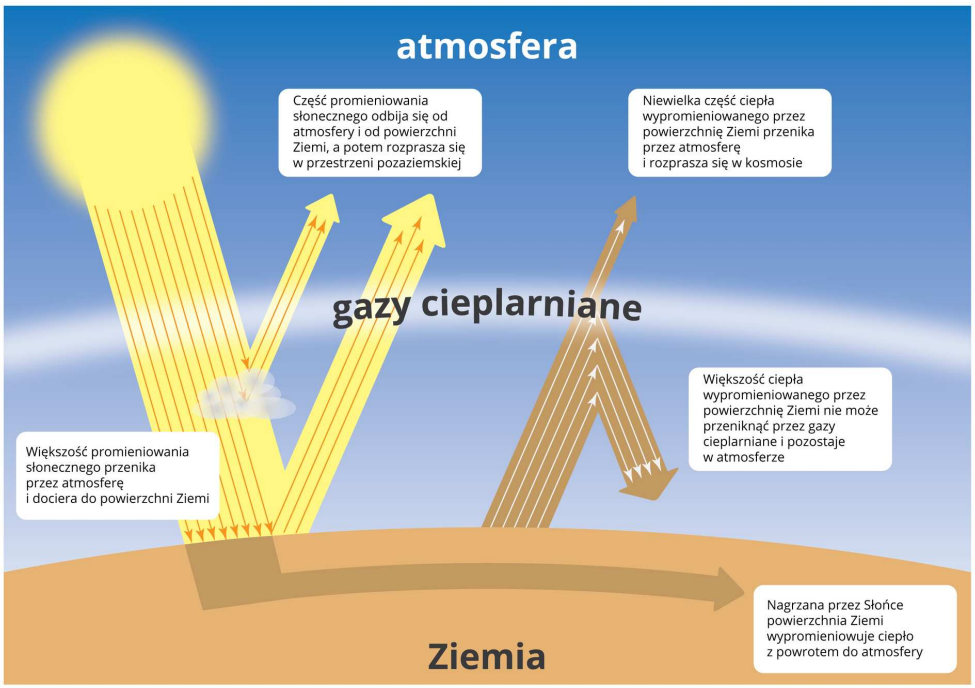
- wyjaśniać, czym jest efekt cieplarniany i oceniać jego znaczenie dla życia na Ziemi;
- wskazywać źródła gazów cieplarnianych;
- przedstawiać sposoby ograniczenia emisji gazów cieplarnianych;
- podawać przykłady zmian klimatu w historii Ziemi oraz oceniać ich skutki.

1. Ziemia jako cieplarnia

Nasza planeta otoczona jest **atmosferą** złożoną z różnych gazów. Atmosfera działa jak ochronna powłoka: zabezpiecza przed dotarciem do powierzchni planety szkodliwego dla organizmów promieniowania kosmicznego oraz pochłania część promieniowania ultrafioletowego, którego źródłem jest Słońce.

Inną ważną funkcją atmosfery ziemskiej jest stabilizacja temperatury globu. Promieniowanie słoneczne ogrzewa powierzchnię Ziemi podobnie jak powierzchnię krążącego wokół niej Księżyca. Na Księżycu, który w przeciwieństwie do Ziemi nie ma atmosfery, temperatura gruntu za dnia osiąga około 110°C, a nocą około -180°C. Tymczasem na naszej planecie temperatura powierzchni jest względnie stała. Dzieje się tak dzięki gazom atmosferycznym, które chronią Ziemię przed nadmiernym ogrzaniem i wychłodzeniem.

Nie wszystkie gazy tworzące atmosferę mają wpływ na temperaturę planety. Te, od obecności których ona zależy, określane są jako gazy cieplarniane. Dzięki nim pochodzące od Słońca promieniowanie może dotrzeć do powierzchni Ziemi, ale ciepło, które wydziela nagrzana Ziemia, nie może wydostać się z powrotem w kosmos. Efekt, jaki jest skutkiem obecności gazów cieplarnianych, można porównać do tego, który pojawia się w szklarni i zamkniętym samochodzie: temperatura pod powłoką atmosfery jest znacznie wyższa niż na zewnątrz. Zjawisko to nosi nazwę efektu cieplarnianego. Dzięki niemu średnia roczna temperatura na Ziemi wynosi ok. 15°C i umożliwia istnienie życia.



Schemat pokazujący, na czym polega efekt cieplarniany

Bardzo ważną rolę w regulacji temperatury naszej planety odgrywają chmury. W dzień odbijają one część światła słonecznego, które inaczej ogrzewałoby powierzchnię Ziemi. Dlatego w bezchmurny letni dzień jest znacznie goręcej niż wtedy, kiedy niebo jest zachmurzone. Chmury pochłaniają też promieniowanie cieplne Ziemi, a potem je oddają do atmosfery. Z tej przyczyny pochmurne noce są cieplejsze niż noce bez chmur, podczas

których ciepło zgromadzone w dzień przez powierzchnię Ziemi jest szybko wypromieniowane.

Polecenie 1

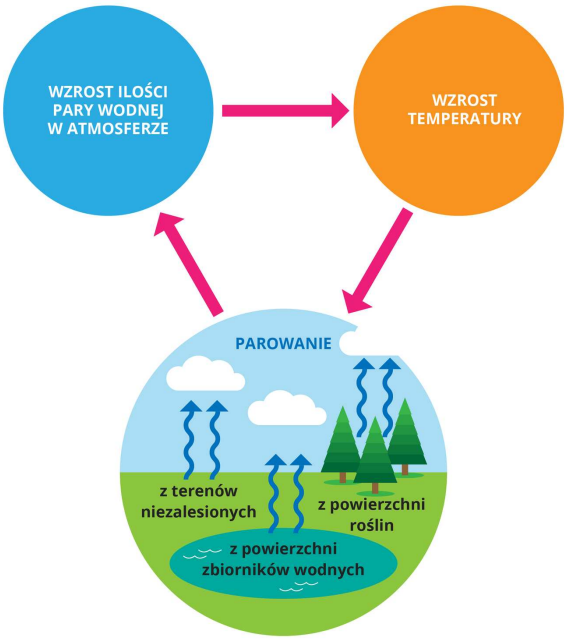
Wyszukaj w dostępnych źródłach informację na temat hipotezy Ziemi-śnieżki i przedstaw ją jednym zdaniem.

Wskazówka

Gdzie najszybciej znajdziesz potrzebne informacje? Jakie słowa kluczowe wpiszesz w wyszukiwarkę? Czym się będziesz kierować w ocenie znalezionych informacji?

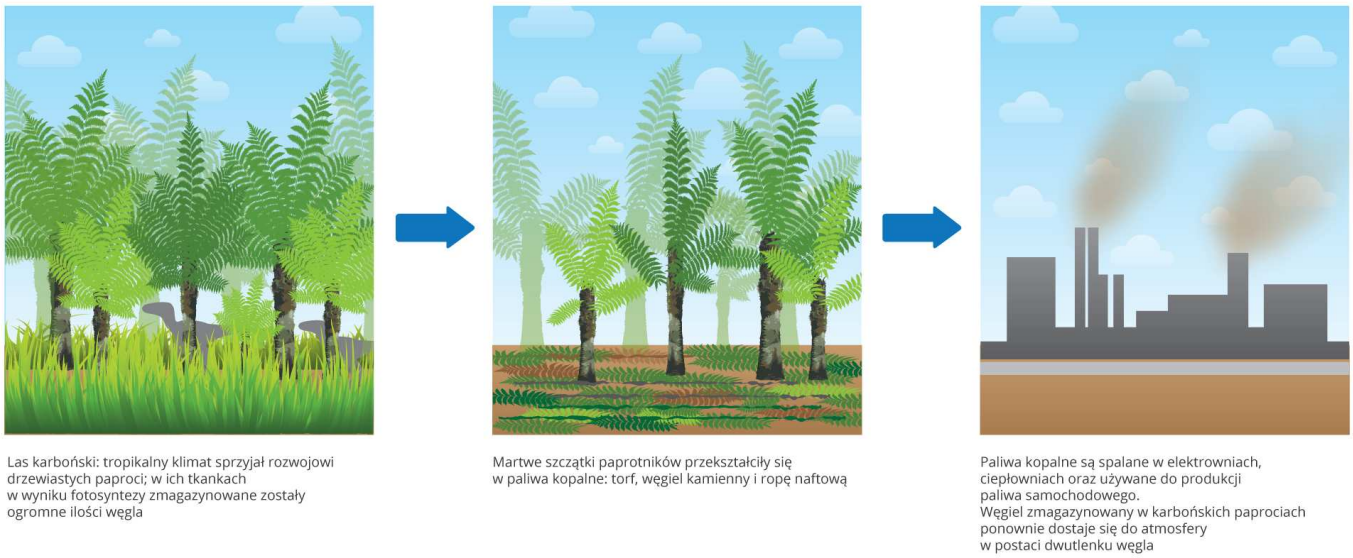
2. Gazy cieplarniane

Gazami cieplarnianymi są para wodna, dwutlenek węgla (ditlenek węgla), metan, ozon, podtlenek azotu (tlenek diazotu), a także inne gazy. Obecność większości z nich w atmosferze jest naturalna, związana z różnymi zjawiskami przyrodniczymi. Głównym gazem cieplarnianym jest **para wodna**. Trafia ona do atmosfery przede wszystkim wskutek parowania powierzchni oceanów i lądów. Im wyższa temperatura, tym intensywniejsze jest parowanie. Para wodna towarzyszy też na przykład gazom wyrzucanym do atmosfery podczas wybuchów wulkanów oraz procesów spalania paliw w przemyśle i transporcie. Zawartość pary wodnej w atmosferze ulega dużym wahaniom i szybkim zmianom.



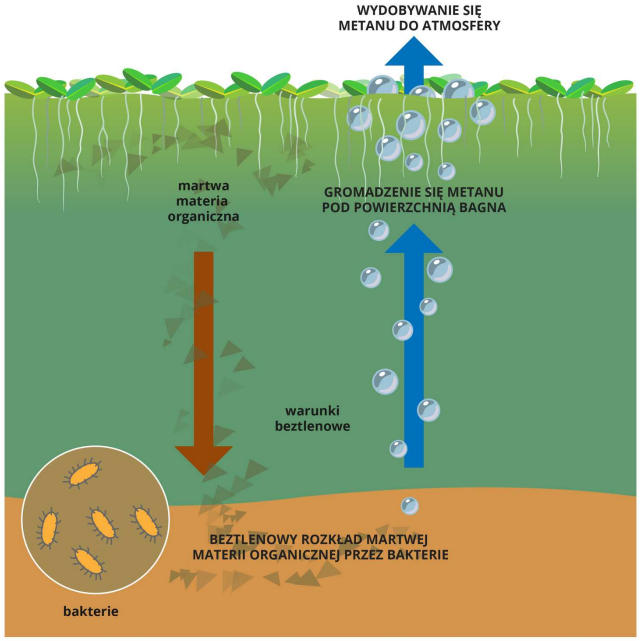
Ilustracja przedstawia zależności mogące zachodzić w skali lokalnej i nie uwzględnia zmian w zawartości pary wodnej w atmosferze związanych z powstawaniem opadów

Dwutlenek węgla jest produktem naturalnych procesów przyrodniczych: oddychania organizmów, w tym także tego prowadzonego przez mikroorganizmy glebowe rozkładające szczątki organiczne, a także pożarów i wietrzenia skał. Jego źródłem są również wybuchy wulkanów. Coraz więcej dwutlenku węgla trafia do atmosfery w wyniku działalności przemysłowej i motoryzacji.



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

Kolejnym gazem cieplarnianym jest **metan**, składnik gazu ziemnego. Jest go w atmosferze o wiele mniej niż CO_2 i pary wodnej. Powstaje stale w wyniku beztlenowego rozkładu szczątków organicznych. Szczególnie dużo wytwarzają go mikroorganizmy zamieszkujące wszystkie miejsca, gdzie gromadzą się osady pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego: gleby, bagna, ujścia rzek, jeziora, a także wysypiska odpadów. Metan jest również produktem fermentacji zachodzącej w jelitach, szczególnie zwierząt przeżuwających. Jednym ze źródeł metanu jest także przemysłowa działalność człowieka: wydobycie kopalin, przemysłowa hodowla bydła.



Źródło: Andrzej Bogusz, licencja: CC BY 3.0.

Polecenie 2

Przeanalizuj dane w tabeli i na ich podstawie sformułuj wnioski.

Udział przyrodniczych i antropogenicznych źródeł w wytwarzaniu gazów cieplarnianych w %

Gazy cieplarniane	**Gazy pochodzenia naturalnego**	**Gazy wytworzone w wyniku ludzkiej działalności**
Para wodna	94,999	0,001
Dwutlenek węgla	3,5	0,12
Metan	0,3	0,06
Inne	0,92	0,1
Razem	99,719	0,281

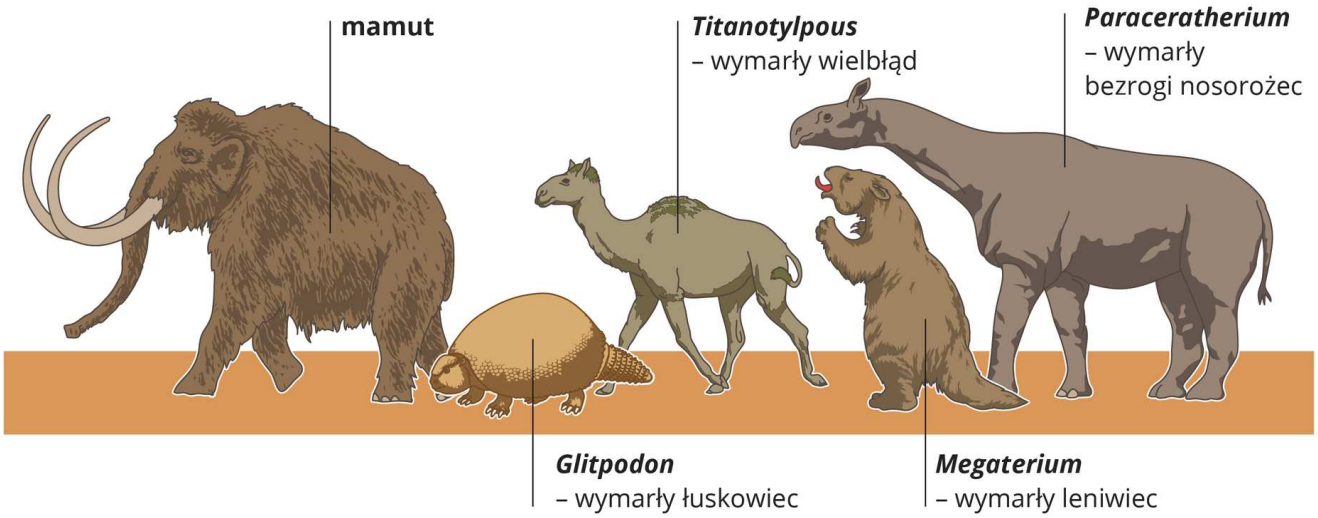
Polecenie 3

Wyjaśnij, dlaczego zmniejszanie się powierzchni lasów na planecie zwiększa zjawisko efektu cieplarnianego. Rozważ wpływ lasów na zawartość dwutlenku węgla w powietrzu.

3. Zmiany klimatu na Ziemi

Efekt cieplarniany pozwala utrzymywać na Ziemi stosunkowo wysoką temperaturę, która jednak podlega wahaniom. Badania geologiczne dowodzą, że w dziejach Ziemi po okresach ocieplenia następowały tzw. epoki lodowe. Wyjątkowo ciepły klimat występował okresowo na przykład w karbonie i sprzyjał rozwojowi potężnych lasów złożonych z drzewiastych paprotników. W okresach ochłodzeń, w wyniku których kontynenty pokrył lądolód, lasy paprotników ginęły, by potem pojawić się w nieco zmienionym składzie. Podobnie było w okresie **plejstocenu** (od 2,5 mln lat temu do 12 tys. lat temu). Ziemia wtedy także przechodziła cykliczne zlodowacenia i okresy cieplejsze.

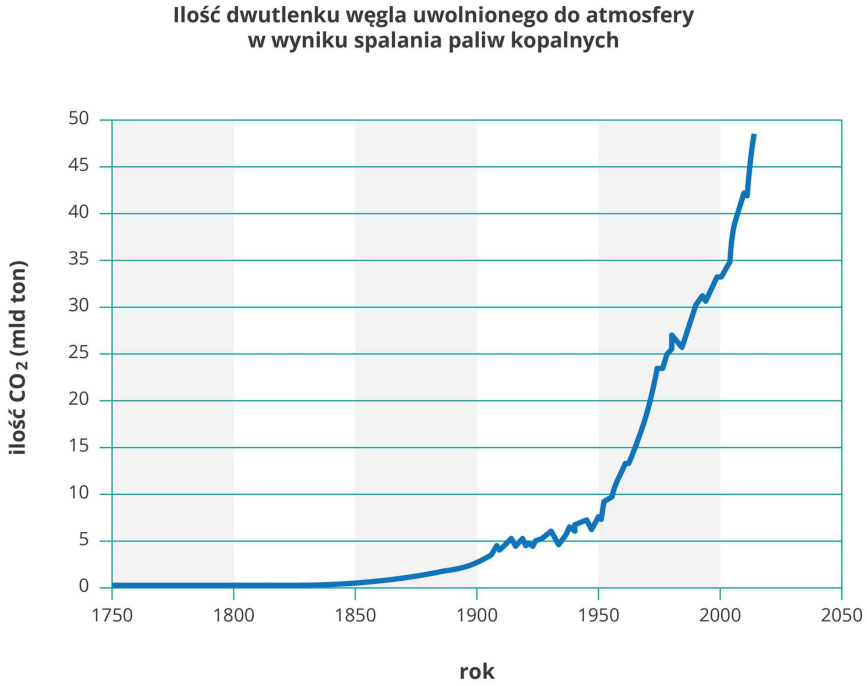
W efekcie ochłodzenia gatunki roślin i zwierząt były wypierane na tereny nie objęte zlodowaceniami. Te, które pozostały w pobliżu lodowców, musiały przystosować się do nowych warunków. Było to możliwe, gdyż ochłodzenia i ocieplenia klimatu zachodziły bardzo powoli, trwały dziesiątki tysięcy, a nawet miliony lat. Mimo to jednym z ich skutków było wymieranie gatunków, w miejsce których pojawiały się nowe. I tak na przykład w ostatniej epoce lodowej pojawiły się olbrzymie ssaki posiadające gęste futro (mamut, nosorożec włochaty, lemur olbrzymi, tygrys szablozębny). Rośliny tego okresu były bardzo zróżnicowane pod względem rozmiarów – od płożących się po ziemi karłowatych brzóz po potężne drzewa iglaste – oraz wykazywały liczne przystosowania do życia w zimnym klimacie.



Źródło: Andrzej Bogusz, licencja: CC BY 3.0.

Wieloletnie wahania temperatury obserwowali i notowali kronikarze już w średniowieczu, jednak systematyczne pomiary temperatury powietrza były prowadzone dopiero od XVIII w. Dowodzą one, że począwszy od połowy XIX w. średnia temperatura atmosfery Ziemi stale się zwiększa, a gwałtowny wzrost rozpoczął się około roku 1950. Zmiany te nazywane są globalnym ociepleniem. Wśród naukowców nie ma jednomyślnej opinii, czy są one naturalnym procesem, czy też wynikiem rozwoju naszej cywilizacji. Najprawdopodobniej

obie te hipotezy są po części słuszne – zmiany mogą być naturalne, jednak działalność człowieka może nasilać ich przebieg.



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

Polecenie 4

Lasy karbońskie złożone z paprotników dały początek złożom węgla kamiennego. Wyginęły m.in. innymi z powodu zmian klimatycznych. Jedna z hipotez mówi o tym, że paprotniki związały w wyniku fotosyntezy tak wielką ilość dwutlenku węgla, że zawartość tego gazu w atmosferze silnie się obniżyła, więc atmosfera słabiej chroniła Ziemię przed utratą ciepła. Gdy temperatura spadła, Ziemię pokrył lądolód.

Zapisz przedstawione w tym tekście zmiany w postaci łańcucha zdarzeń: przyczyn i skutków.

Ciekawostka

W przeszłości na Ziemi miały miejsce liczne zmiany klimatu. Ze źródeł historycznych wiemy, że południe Grenlandii zostało zasiedlone przez Wikingów w X w. w okresie ocieplenia klimatu. Ich kolonie przetrwały tylko do XV w. Część mieszkańców opuściła wyspę, a pozostali nie doczekali się pomocy i zginęli z głodu i zimna. Kronikarze donoszą, że zima roku 1460 była tak mroźna, iż można było podróżować pieszo lub saniami po zamarzniętym Bałtyku pomiędzy Danią a Szwecją.

4. Skutki globalnego ocieplenia

Globalne ocieplenie jest przyczyną licznych zmian dotyczących całej planety. Na naszej półkuli obserwujemy je w postaci łagodnych zim i słonecznych, upalnych lat albo wyjątkowo śnieżnych i mroźnych zim oraz gwałtownych, katastrofalnych zjawisk pogodowych, jak obfite opady powodujące powodzie czy trąby powietrzne. Z kolei w klimacie zwrotnikowym wzrost temperatur powoduje przedłużające się susze i zwiększanie się zasięgu pustyń. Maleją zasoby wody pitnej dostępnej dla zwierząt oraz ludzi, którzy nie tylko potrzebują jej do picia, ale także do hodowli, uprawy roślin i procesów przemysłowych. Skutkiem susz są częste pożary.

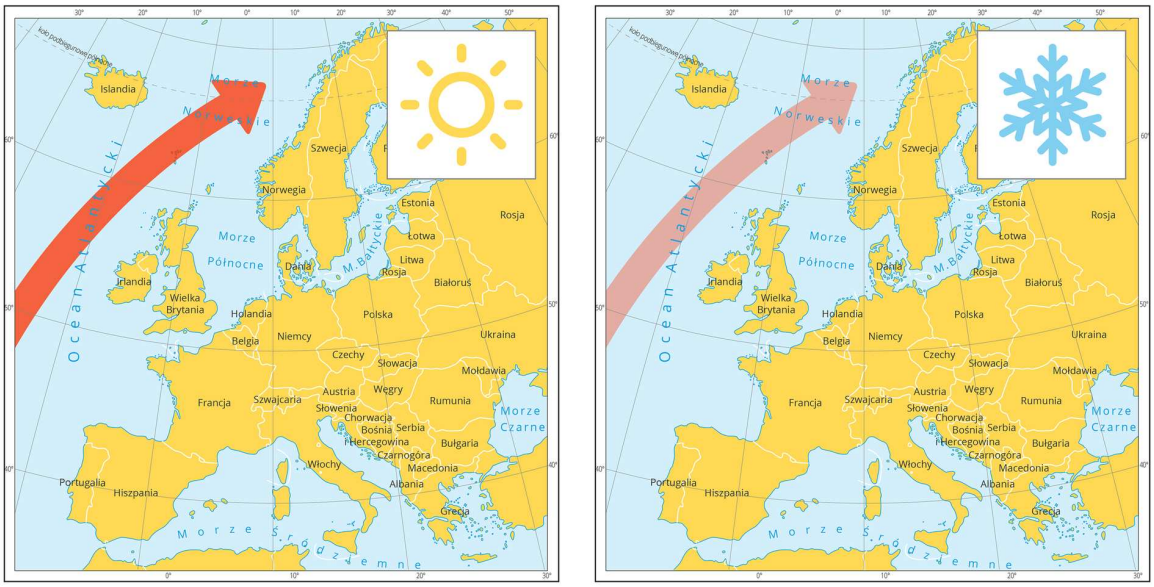
W Arktyce topnieje pokrywa lodowa, a zimy w tym rejonie nie są już tak mroźne, aby miała szansę się odbudować. W ten sposób zanika środowisko życia arktycznych zwierząt, zwłaszcza niedźwiedzi polarnych. Ogromne ilości wody z topniejących lodów dostają się do oceanu. Powoduje to stałe podwyższanie się poziomu wód morskich i zalewanie nisko położonych terenów. Szczególnie zagrożone są wyspy Oceanu Spokojnego, takie jak Tuvalu czy Kiribati, które wznoszą się zaledwie kilka metrów ponad poziomem morza. Szacuje się, że poziom mórz i oceanów może podnieść się w 2100 roku nawet o 2 m. Podwyższenie poziomu oceanów w przyszłości może mieć katastrofalne skutki dla bogatych ekosystemów związanych ze strefą brzegową oraz płytkimi wodami morskimi, takich jak rafy koralowe, lasy mangrowe czy ujścia dużych rzek.

Obszary Europy, które mogą zostać zalane w wyniku globalnego ocieplenia

Źródło: Dariusz Adryan, Wydawnictwo Edukacyjne Wiking, licencja: CC BY 3.0.

Stały dopływ słodkiej wody z topniejących lodowców do słonej wody oceanicznej zaburza przepływ prądów morskich. Prądy mają duży wpływ na klimat w wielu rejonach świata. Najważniejszy dla Europy prąd morski, zwany Prądem Zatokowym (inna jego nazwa to Golfstrom) powoli zanika. Ponieważ prąd ten ogrzewa atlantyckie wybrzeże Europy, jego brak powoduje ochładzanie się klimatu w zachodniej Europie (niezależnie od ogólnoświatowego wzrostu temperatury na Ziemi).

Przewidywane skutki osłabienia Prądu Zatokowego



W okolicy zwrotnika Raka wody Prądu Zatokowego gromadzą ciepło, które przenoszą na północ i ogrzewają zachodnią część Europy

Prąd Zatokowy jest obecnie coraz słabszy, więc do Europy dociera mniej ciepła, a zimy stają się mroźne i śnieżne

Źródło: Dariusz Adryan, Wydawnictwo Edukacyjne Wiking, licencja: CC BY 3.0.

Można przypuszczać, że dalsze ocieplenie nie musi zmienić kontynentów w pustynie podobne do Sahary. Klimat może zmienić się w ten sposób, ze stanie się znacznie bardziej surowy: lata będą suche i upalne, zimy śnieżne i mroźne, a łagodne pory roku, jak wiosna i jesień, będą stawały się z roku na rok coraz krótsze. Zmianom tym mogą towarzyszyć liczne gwałtowne zjawiska pogodowe, takie jak huragany.

Nie można już cofnąć zmian, które zaszły w naszym klimacie, można jednak próbować ograniczać nasz wpływ na ocieplenie klimatu. Spośród gazów cieplarnianych największy wpływ mamy na ilość dwutlenku węgla. Z tego względu Unia Europejska dąży do ograniczenia jego emisji. Wymaga to m.in. zmniejszenia zużycia energii na przykład w przemyśle, transporcie, gospodarstwach domowych i rezygnacji ze spalania paliw kopalnych.

> **Polecenie 5**
>
> Opierając się na wybranych źródłach, wskaż przykłady ekosystemów i gatunków najbardziej zagrożonych (lub wymarłych) z powodu współczesnych zmian klimatycznych.

Słowniczek

> **efekt cieplarniany**

> zjawisko wywołane przez gazy cieplarniane; polega na zatrzymaniu części ciepła pochodzącego od Słońca w dolnych warstwach atmosfery; dzięki niemu średnia temperatura powietrza na Ziemi jest względnie stała i znacznie wyższa niż gdyby atmosfery nie było
> **gazy cieplarniane**
>
> gazy zawarte w atmosferze, które ograniczają wypromieniowywanie ciepła z powierzchni Ziemi w kosmos
> **globalne ocieplenie**
>
> stały wzrost średniej temperatury powietrza na Ziemi obserwowany od kilkudziesięciu lat

Podsumowanie

- Dzięki efektowi cieplarnianemu na Ziemi powstało i utrzymuje się życie.
- Efekt cieplarniany zawdzięczamy obecności w atmosferze gazów cieplarnianych, takich jak para wodna, dwutlenek węgla, metan.
- Zmiany klimatu naszej planety są naturalne i cykliczne.
- Obecnie temperatura Ziemi wzrasta, co jest wynikiem ludzkiej działalności: uwalnianiem do atmosfery nadmiernej ilości dwutlenku węgla i zmniejszeniem powierzchni lasów.
- Skutkami ocieplenia klimatu są między innymi: topnienie lodowców, podwyższenie poziomu mórz i oceanów, susze, gwałtowne zjawiska pogodowe, wymieranie gatunków.
- Ograniczenie zużycia energii pochodzącej ze spalania paliw kopalnych może być sposobem ograniczenia globalnego ocieplenia.

Zadania

Ćwiczenie 1

Oceń prawdziwość zdań i zaznacz odpowiedź Prawda lub Fałsz.

	Prawda	Fałsz
Globalne ocieplenie jest skutkiem efektu cieplarnianego.	◯	◯
Efekt cieplarniany prowadzi do zagłady życia na Ziemi.	◯	◯
Naukowo dowiedziono, że wyłączną przyczyną globalnego ocieplenia jest ludzka działalność.	◯	◯
W przeszłości Ziemi ocieplenie klimatu zdarzało się wielokrotnie.	◯	◯

Źródło: Barbara Szydzik <Barbara.szydzik@up.wroc.pl>, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Źródło: Barbara Szydzik <Barbara.szydzik@up.wroc.pl>, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Wskaż odpowiedź na pytanie: W jaki sposób zmniejszenie powierzchni lasów przyczynia się do zmiany stężenia CO_2 w atmosferze?

- ◯ Podczas usuwania z gleby drzew z korzeniami ulatnia się do atmosfery zgromadzony w glebie dwutlenek węgla.
- ◯ Mniej drzew oznacza mniejsze pochłanianie CO_2 przez rośliny i gromadzenie się tego gazu w atmosferze.
- ◯ Wycięcie lasów zapobiega gromadzeniu się pokładów węgla i wzrostowi ilości CO_2 w atmosferze.
- ◯ Wycięcie drzew oznacza zmniejszenie ilości organizmów prowadzących proces oddychania komórkowego i mniejsze wydalanie CO_2 do atmosfery.

Źródło: Barbara Szydzik <Barbara.szydzik@up.wroc.pl>, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Wskaż poprawne zakończenie zdania.
Topnienie pokrywy lodowej w strefach polarnych jest przyczyną

- [ ] wymierania niektórych gatunków zwierząt.
- [ ] zwiększenia ilości energii dostarczanej przez Słońce.
- [ ] podnoszenia się poziomu mórz i oceanów.
- [ ] zmiany przepływu prądów morskich.
- [ ] obecności w atmosferze takich gazów, jak tlen i azot.
- [ ] wzrostu stężenia gazów cieplarnianych w atmosferze.

Źródło: Barbara Szydzik <Barbara.szydzik@up.wroc.pl>, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

Wskaż sposoby ograniczenia emisji dwutlenku węgla do atmosfery.

- [ ] wymiana ogrzewania węglowego na gazowe
- [ ] korzystanie z energii wiatru, wody i Słońca zamiast z energii zawartej w węglu kamiennym
- [ ] przemieszczanie się rowerem lub komunikacją miejską zamiast samochodem osobowym
- [ ] oszczędzanie energii elektrycznej
- [ ] wspieranie organizacji proekologicznych

Źródło: Barbara Szydzik <Barbara.szydzik@up.wroc.pl>, licencja: CC BY 3.0.

Odnawialne i nieodnawialne źródła energii i jej oszczędzanie

Energia elektryczna jest obecnie niezbędna – bez niej nie można przeczytać na przykład tego tekstu na ekranie komputera czy tabletu. Energią elektryczną zasilane są także telefony komórkowe oraz mnóstwo innych urządzeń, które ułatwiają nam pracę. Skąd wziąć tyle energii, by móc z nich wszystkich korzystać?

Elektrownia London Array na Morzu Północnym

Już wiesz

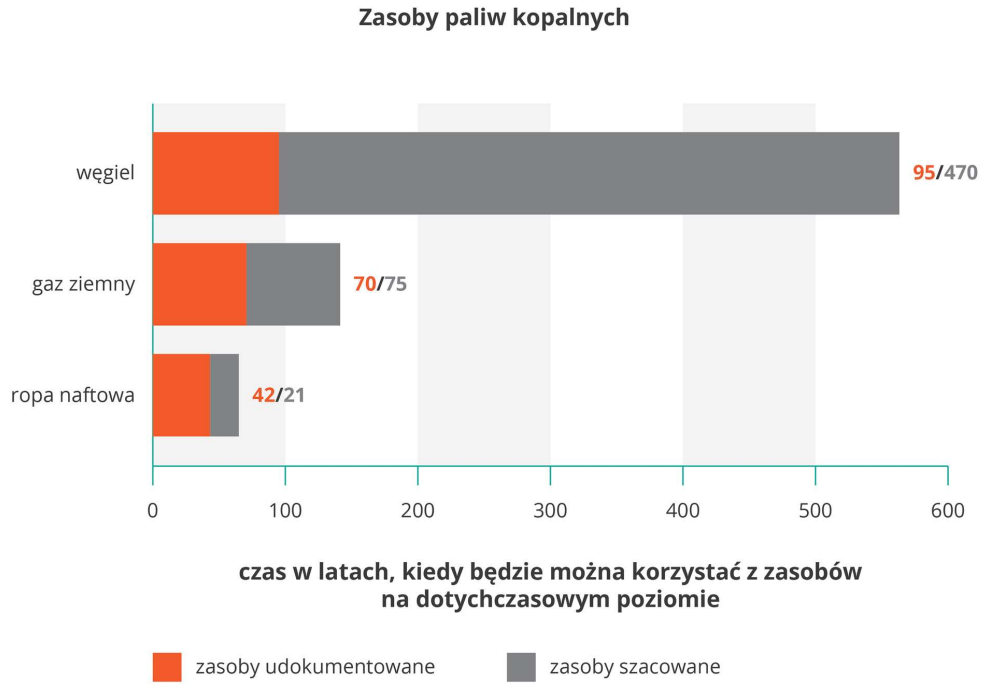
- oszczędzanie energii elektrycznej jest korzystne dla środowiska;
- dwutlenek węgla jest gazem cieplarnianym;
- zanieczyszczenie powietrza spalinami ma niekorzystny wpływ na zdrowie.

Nauczysz się

- rozróżniać odnawialne i nieodnawialne źródła energii elektrycznej;
- oceniać zalety i wady różnych źródeł energii elektrycznej;
- szacować ilość energii zużywanej w gospodarstwie domowym;
- planować sposoby oszczędzania energii elektrycznej.

1. Nieodnawialne źródła energii i skutki ich wykorzystania

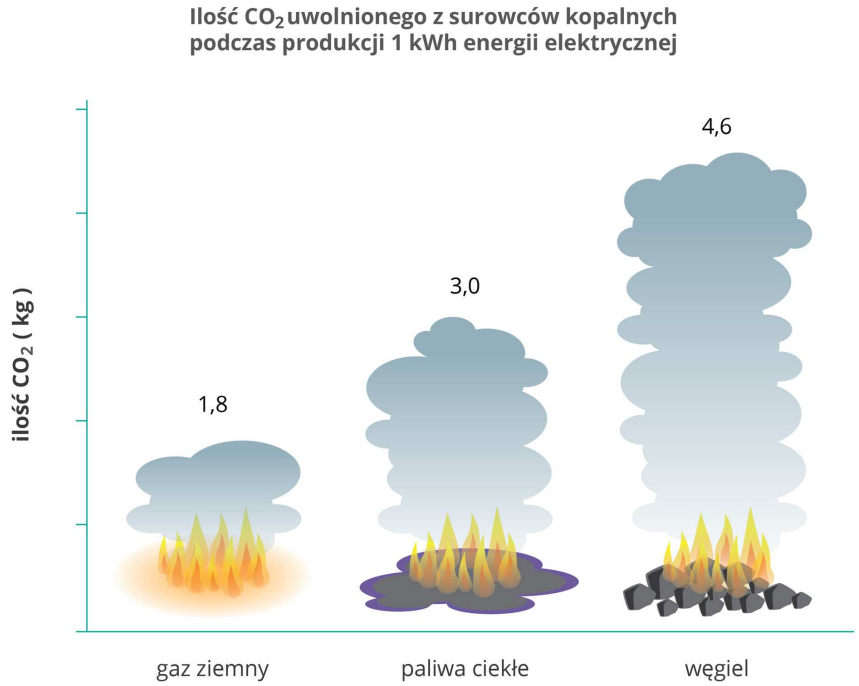
Energię elektryczną tradycyjnie uzyskuje się podczas spalania paliw kopalnych, takich jak **węgiel kamienny**, **węgiel brunatny**, **ropa naftowa** oraz **gaz ziemny**. Paliwa te zawierają węgiel i związki węgla i są pochodzenia organicznego – powstały z obumarłych szczątków roślin, które przetrwały wiele milionów lat pod powierzchnią ziemi. W warunkach beztlenowych oraz pod ogromnym ciśnieniem uległy one przekształceniu do takiej formy, w jakiej oglądamy je dzisiaj. Te źródła energii nazywane są **konwencjonalnymi** i zaliczane do nieodnawialnych zasobów przyrody.



Punkt 0 oznacza rok 2015

Pozyskiwanie energii elektrycznej z paliw kopalnych jest stosunkowo wydajne, ponieważ w ciągu wielu lat korzystania z tych surowców opracowano efektywne technologie. Energetyka oparta na węglu nie jest obojętna dla środowiska. Zarówno jego wydobycie, jak i spalanie mają niekorzystny wpływ na przyrodę. W przypadku odkrywkowych kopalni węgla brunatnego niszczone są krajobrazy na ogromnych przestrzeniach. Powstaje też wiele odpadów: skał wydobytych wraz z węglem oraz pyłów i popiołów – produktów jego spalania. Ponadto podczas uzyskiwania energii z węgla uwalniane są do atmosfery ogromne ilości dwutlenku węgla, tlenki siarki i inne zanieczyszczenia mające niekorzystny wpływ na środowisko i nasze zdrowie. Dostępne do eksploatacji złoża węgla i innych paliw z czasem się wyczerpują – trzeba je wydobywać z coraz większych głębokości, co podraża koszt ich pozyskiwania. Należy też liczyć się z tym, że wkrótce złoża się skończą i trzeba będzie szybko zastąpić je innymi surowcami. W Polsce na przykład płytkie pokłady węgla

kamiennego są na wyczerpaniu, a eksploatacja głębiej położonych złóż jest zbyt droga, by opłacało się je wydobywać.



Dane dotyczą takiej ilości surowca, jaka jest potrzebna do wyprodukowania 1 KWh enrgii

Innym surowcem do produkcji energii elektrycznej jest **uran** wykorzystywany w elektrowniach jądrowych. Szacuje się, że światowe zasoby tego surowca wystarczą na koło 300 lat. Pozyskiwanie energii z uranu jest bezpieczne dzięki bardzo restrykcyjnym przepisom dotyczącym procesów technologicznych i stale doskonalonym metodom produkcji. Problemem są radioaktywne odpady, które zwykle zostają zabetonowane w stalowych beczkach, a następnie umieszczone w najgłębszych sztolniach nieczynnych kopalni soli. Odpady z elektrowni jądrowych muszą być bezpiecznie składowane przez dziesiątki tysięcy lat, zanim przestaną emitować szkodliwe promieniowanie.

> **Polecenie 1**
>
> Za pomocą metaplanu rozważ problemy:
>
> - Tanie źródła energii w gospodarstwach domowych – spalanie śmieci
> - Tanie źródła energii w gospodarstwach domowych – korzystanie z taniego węgla eksportowanego ze Europy Wschodniej

> **Polecenie 2**
>
> W Polsce energię produkuje się głównie z węgla. Na podstawie podanych wyżej informacji wyjaśnij, jakie skutki przynosi oszczędzane energii elektrycznej.

2. Odnawialne źródła energii: zalety i wady

Odnawialne źródła energii to wiatr, energia słoneczna, energia wody czy pochodząca z wnętrza Ziemi energia geotermalna. Źródła te się nie wyczerpią, a elektrownie pozyskujące taką energię nie zanieczyszczają środowiska. Jednak oparta na nich energetyka nie jest pozbawiona wad. W przypadku elektrowni wiatrowych ilość uzyskanej energii zależy od siły wiatru, więc działają one tylko wtedy, gdy wieje, i są opłacalne w krajach, gdzie wiatry są stałe i silne. Ponadto turbiny wiatrowe zajmują duże powierzchnie, zmieniają krajobraz i stosunkowo często wymagają kosztownych remontów.

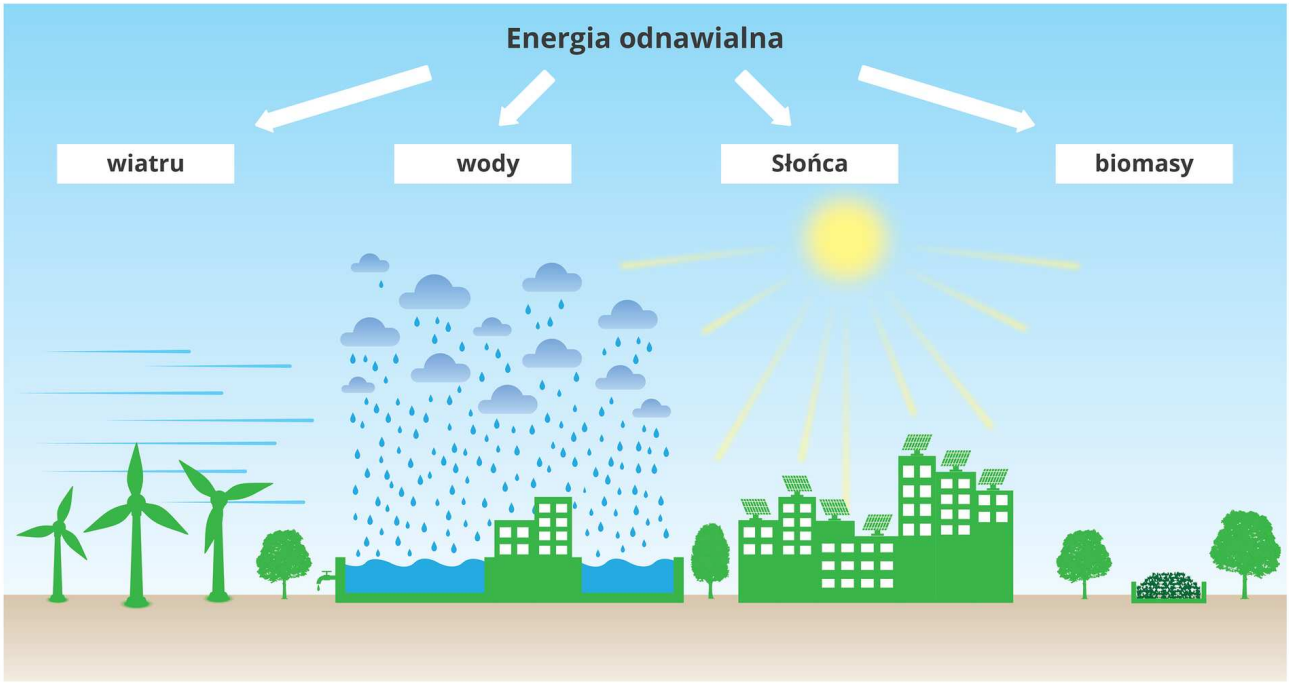
Z kolei wadą elektrowni wodnych jest to, że często są budowane na zaporach, które zmieniają naturalny bieg rzek i są barierą dla organizmów wodnych. Ilość energii wytwarzanej w hydroelektrowniach zależy od poziomu wody, który w warunkach obserwowanych zmian klimatycznych jest bardzo zmienny. Ich budowa, poza pozyskiwaniem energii, może przynosić inne korzyści: polegają one na spiętrzaniu wody i tworzeniu zbiorników retencyjnych, które gromadzą ją na czas suszy.

Najmniej szkodliwe dla środowiska są elektrownie słoneczne i geotermalne. Ogniwa słoneczne są jednak opłacalne przy dużym nasłonecznieniu. Z kolei energia wnętrza Ziemi może być wykorzystywana tylko w tych rejonach, gdzie stosunkowo płytko (do 10 km pod ziemią) znajdują się skały lub wody gromadzące ciepło.

Warunki naturalne w Polsce pozwalają przede wszystkim na pozyskiwanie energii wody i energii geotermalnej. Trzeba jednak pamiętać, że wciąż jeszcze produkcja energii z odnawialnych źródeł jest znacznie droższa, niż pozyskiwanie jej ze źródeł nieodnawialnych.

Źródło: Fir0002 (https://commons.wikimedia.org), public domain.

Przyszłość energetyki musi być oparta na odnawialnych źródłach energii, ponieważ ich pozyskanie i przetworzenie na ogół nie prowadzi do skażenia środowiska, a instalacje raczej nie wymagają skomplikowanej obsługi czy konserwacji. Dzięki mnogości odnawialnych źródeł energii niemal każde miejsce na Ziemi mogłoby czerpać z nich energię elektryczną. Na przykład tereny pustynne o dużym nasłonecznieniu są doskonałe do budowy elektrowni słonecznych, bogata w gorące źródła Islandia korzysta z energii geotermalnej, a Szkocja z energii wiatru.

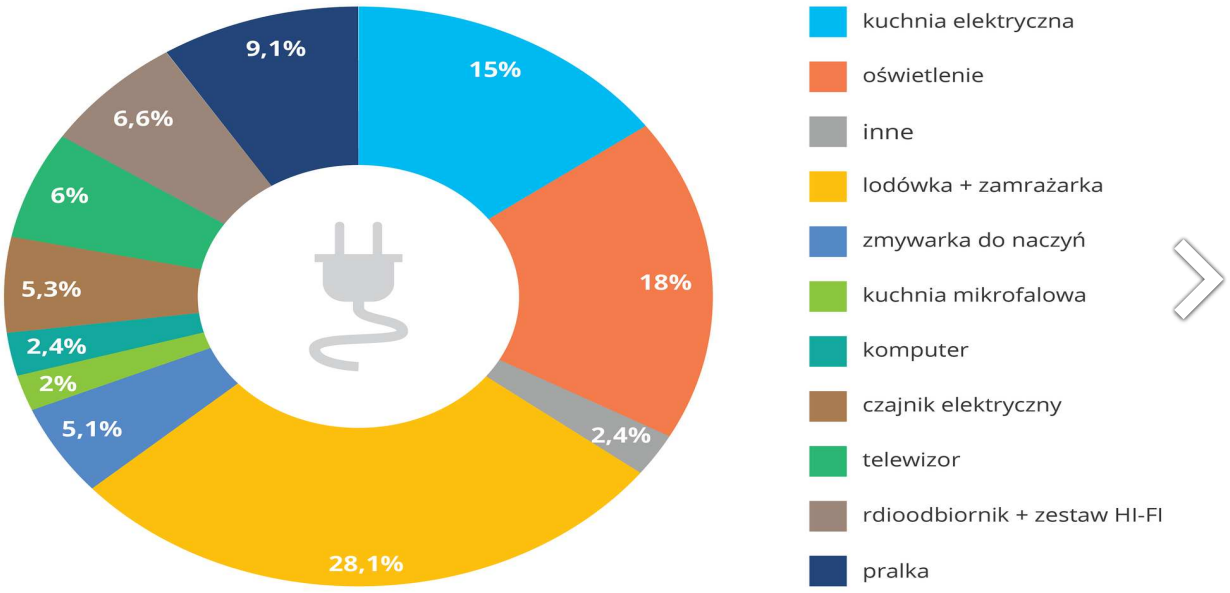


Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

3. Zużycie energii w gospodarstwie domowym

Zapotrzebowanie na energię elektryczną zależy od liczby osób w rodzinie, liczby urządzeń elektrycznych, czasu ich pracy oraz ilości zużywanej przez nie energii. Obecnie dąży się do tego, by urządzenia pobierały jak najmniej energii, a przy tym osiągały dobre efekty w pracy. Stare urządzenia są na ogół energochłonne, np. kupiona 10 lat temu lodówka zużywa 3 razy więcej energii niż lodówka nowa, o podobnych właściwościach.

Sprzętowi elektrycznemu nadaje się **klasy energetyczne** i zaopatruje w **etykiety energetyczne**. Klasa energetyczna G oznacza urządzenie najmniej efektywne, pochłaniające dużo energii. Najmniej energii zużywają urządzenia klasy A, zwłaszcza najbardziej efektywne z nich – A+++. Etykiety energetyczne zawierają także informację, ile energii takie urządzenie zużywa w ciągu roku. Są to dane szacunkowe i podaje się je w kWh.



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

Średnie roczne zużycie energii elektrycznej w Polsce to ok. 1900 kWh w czteroosobowym gospodarstwie domowym. Najwięcej energii pochłania ogrzewanie elektryczne oraz lodówka.

Średnie roczne zużycie energii w gospodarstwie domowym

Liczba osób w gospodarstwie domowym	Zużycie energii (kWh)
1	800-1400
2	1100-1700
3	1400-2100
4	1700-2500

Polecenie 3

Wyprodukowanie 1 kWh energii elektrycznej w procesie spalania węgla oznacza wyemitowanie do atmosfery 1 kg dwutlenku węgla. Oblicz, ile energii zużywa w ciągu doby twoja rodzina, i oszacuj, ile dwutlenku węgla zostało uwolnione do atmosfery, by umożliwić pracę używanych w domu urządzeń.

> **Wskazówka**
>
> Informacje o ilości energii zużywanej przez dane urządzenie znajdziesz na umieszczonej na nim tabliczce znamionowej. Czasami tabliczka znamionowa może być trudno dostępna (np. umieszczona z tyłu piekarnika), wówczas możesz znaleźć te informacje na stronie internetowej producenta urządzenia.

4. Sposoby oszczędzania energii

Oszczędzanie energii elektrycznej oznacza mniejsze zużycie surowców energetycznych oraz mniejsze szkody w środowisku. Pozwala także zmniejszyć domowe wydatki. Najprostszym sposobem, aby to osiągnąć, jest włączanie z urządzeń elektrycznych tylko wtedy, gdy są potrzebne, a gdy się zużyją, zastąpienie ich bardziej energooszczędnymi odpowiednikami (dotyczy to również żarówek).

Warto pamiętać, że wiele urządzeń elektrycznych, pozostawianych w tzw. trybie czuwania (*stand-by*), tak jak wyłączony pilotem telewizor, także pobiera prąd. To może być nawet 30% energii pobieranej w czasie pracy.

Zużycie energii przez urządzenia domowe

Urządzenie	Moc urządzenia (W)	Średni czas pracy w miesiącu (h)	Średnie zużycie energii w miesiącu (kWh)
Telewizor kineskopowy	80-150	140	14,0
Telewizor LCD 32-56’	150-550	140	48,8
Komputer stacjonarny	150-250	180	36,0
Laptop	40-80	180	8,8
Żarówka	100	120	12,0
Świetlówka kompaktowa	21	120	2,4
Ładowarka telefonu podczas ładowania	4-6	20	0,08
Ładowarka telefonu odłączona od telefonu	0,001-0,005	652	0,002
Lodówko-zamrażarka, rok produkcji 2000 r.	250	672	67,2
Lodówko-zamrażarka klasa A	100	672	33,6
Lodówko-zamrażarka klasa A++	60	672	20,0
Wieża hi-fi	30-150	112	9,2
Wieża hi-fi podczas czuwania	0,05-25	560	2,0

Informacje na tabliczkach znamionowych pozwalają określić, które z urządzeń elektrycznych zużywają najwięcej prądu. Należy do nich lodówka, która pracuje całą dobę. Zużywa więcej energii, gdy jest często otwierana, nieszczelna, a zamrażalnik jest mocno oszroniony. Koszt eksploatacji takiej lodówki w stosunku do lodówki właściwie użytkowanej może wzrosnąć o 300-500 zł rocznie.

Urządzeniem dużej mocy jest czajnik elektryczny. By oszczędzać energię, należy za każdym razem nalewać do niego taką ilość wody, jaka jest w danym momencie potrzebna. Podobnie jest z pralką i zmywarką – należy je włączać wtedy, gdy są wypełnione w całości. Nie należy też pozostawiać włączonego telewizora czy światła w pomieszczeniach, z których nikt nie korzysta. Warto też zastępować tradycyjne żarówki diodami LED, które zużywają około 20 razy mniej energii.

Źródło: Andrzej Bogusz, licencja: CC BY 3.0.

> **Polecenie 4**
>
> 1 kWh kosztuje ok. 55 groszy. Jeśli uważasz, że w twoim domu zużywa się zbyt dużo energii elektrycznej, oszacuj, ile pieniędzy moglibyście zaoszczędzić w ciągu roku, gdyby zużycie prądu spadło np. o 10%. Aby poznać roczne zużycie prądu wykorzystaj dane z rachunków za energię elektryczną.

> **Polecenie 5**
>
> Dowiedz się, komu możesz zgłosić fakt, że lampy uliczne świecą się w dzień.

Słowniczek

> **energia geotermalna**
>
> energia pochodząca z wnętrza Ziemi, zaliczana do odnawialnych źródeł energii

> **energia odnawialna**

energia, do uzyskania której wykorzystano zasoby przyrody, które nie ulegają wyczerpaniu, np. promieniowanie słoneczne, wiatr, energię geotermalną czy pływy morskie

paliwa kopalne

paliwa powstałe w wyniku beztlenowych procesów zachodzących pod ogromnym ciśnieniem we wnętrzu Ziemi; zaliczamy do nich m.in. węgiel kamienny, węgiel brunatny, ropę naftową oraz gaz ziemny

Podsumowanie

- Węgiel, ropa naftowa, gaz ziemny oraz uran to nieodnawialne źródła energii elektrycznej; pozyskana z nich energia jest tania.
- Odnawialne źródła energii to promieniowanie słoneczne, wiatr, energia geotermalna oraz energia pochodząca z przepływu wody; nie zanieczyszczają środowiska, nie wyczerpują się, ale pozyskana z nich energia jest droga.
- W Polsce większość energii pochodzi ze spalania węgla.
- W Polsce są dobre warunki do korzystania z energii płynącej wody i energii geotermalnej.
- Oszczędzanie energii elektrycznej w gospodarstwie domowym ma wpływ na stan atmosfery Ziemi, zasoby środowiska oraz domowy budżet.
- Oszczędzanie energii polega na korzystaniu z wydajnych urządzeń elektrycznych i używaniu ich w racjonalny sposób.

Praca domowa

Polecenie 6.1

1. Opracuj plan oszczędzania energii elektrycznej przez ciebie i twoją rodzinę.

Polecenie 6.2

2. Policz, ile urządzeń elektrycznych znajduje się w twoim domu. Zastanów się, które z nich można zastąpić bardziej energooszczędnymi odpowiednikami lub nawet takimi, które wcale nie pobierają energii elektrycznej (zastąpienie elektrycznego młynka do kawy młynkiem ręcznym). Wskaż wady i zalety takich rozwiązań.

Zadania

Ćwiczenie 1

Połącz w pary nazwy rodzajów elektrowni z opisami wad tych elektrowni.

elektrownia węglowa	produktem ubocznym są odpady radioaktywne
elektrownia jądrowa	duża powierzchnia zajmowana przez elektrownię
elektrownia wiatrowa	emisja dwutlenku węgla i tlenków siarki

Źródło: Barbara Szydzik <Barbara.szydzik@up.wroc.pl>, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Wskaż sposoby ograniczenia zużycia energii elektrycznej, które polecasz do stosowania.

- [ ] gaszenie światła po wyjściu z pokoju
- [ ] wkładanie do lodówki potraw o temperaturze pokojowej
- [ ] używanie urządzeń o klasie energetycznej A+++
- [ ] wymiana czajnika o małej mocy na czajnik o dużej mocy
- [ ] uruchamianie pralki lub zmywarki tylko wtedy, gdy są całkowicie zapełnione
- [ ] zastąpienie tradycyjnych żarówek energooszczędnymi
- [ ] pozostawianie na noc telewizora w stanie czuwania
- [ ] zastąpienie tradycyjnej żarówki w lampce biurkowej tradycyjną żarówką o mniejszej jasności

Źródło: Barbara Szydzik <Barbara.szydzik@up.wroc.pl>, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Wskaż źródło informacji o tym, czy dane urządzenie zużywa dużo prądu.

- [ ] infolinia elektrowni lub dostawcy energii elektrycznej
- [ ] tabliczka znamionowa urządzenia
- [ ] etykieta energetyczna urządzenia
- [ ] rachunek za energię elektryczną

Źródło: Barbara Szydzik <Barbara.szydzik@up.wroc.pl>, licencja: CC BY 3.0.

Zasoby wody i ich ochrona

Stale słyszymy o konieczności oszczędzania wody z powodu kurczących się jej zasobów. Tymczasem woda pokrywa większą część powierzchni naszej planety. Więc jak to możliwe, że jej brakuje?

Źródło: Liam Quinn (https://commons.wikimedia.org), licencja: CC BY-SA 2.0.

Już wiesz

- woda jest substancją niezbędną do życia;
- woda stanowi środowisko życia niezliczonych organizmów;
- woda ulega skażeniu i samooczyszczaniu.

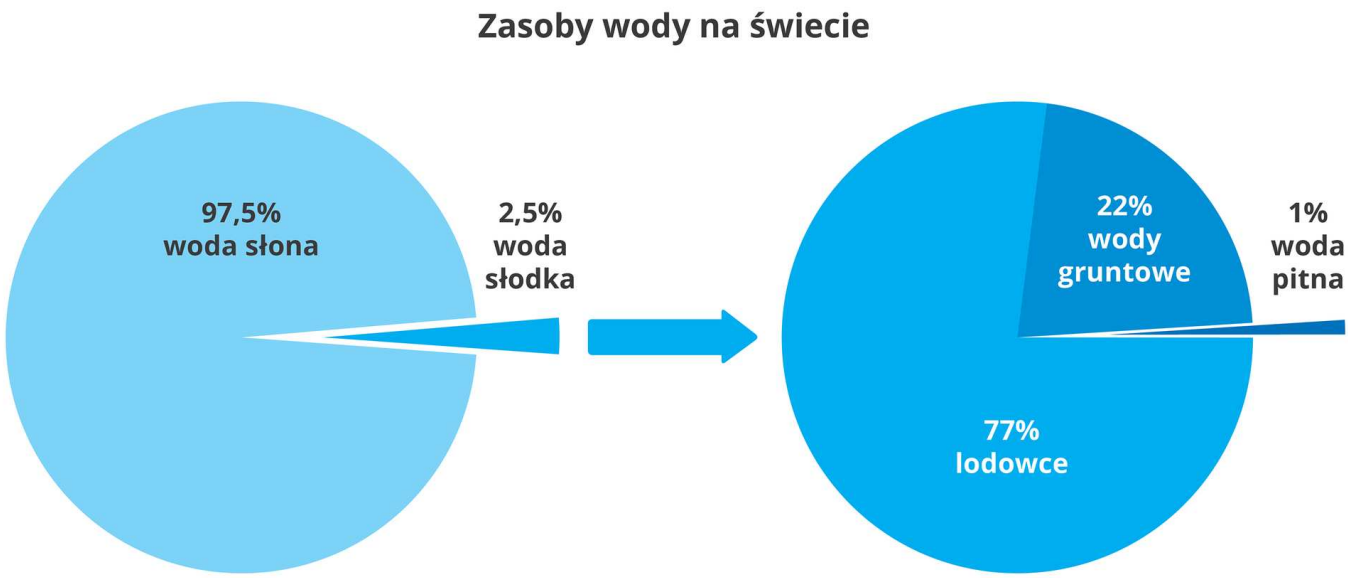
Nauczysz się

- wyjaśniać, skąd w przyrodzie bierze się woda pitna;
- wyjaśniać, dlaczego tak wiele wody na Ziemi nie nadaje się do picia;
- wskazywać źródła zanieczyszczeń wody;
- wymieniać sposoby oszczędzania wody.

1. Dostępność wody na Ziemi

Ziemia obserwowana z kosmosu ma barwę błękitną, gdyż aż 71% jej powierzchni pokrywa woda odbijająca niebieską część widma światła słonecznego. Ogromna ilość wody znajdującej się na Ziemi jest słona, a tym samym niezdatna do picia. Średnie zasolenie wody morskiej zależy od rodzaju zbiornika: otwarte wody oceanu zawierają około 33 g soli w litrze, wody Morza Śródziemnego – ok. 40 g/l, a wody Zatoki Perskiej aż 48 g/l. Zasoby wody słodkiej na Ziemi są stosunkowo niewielkie – stanowią jedynie 3% całej wody. Większość wody słodkiej, ok. 70%, zmagazynowana jest w lodowcach i śniegu głównie na Antarktydzie.

Polska jest jednym z krajów europejskich o najmniejszych zasobach wody pitnej w przeliczeniu na mieszkańca. Mniejsze zasoby wody na mieszkańca mają tylko Malta i Belgia. W naszym kraju na jedną osobę przypada ok. 1580 m^3 wody na rok – tyle ile na statystycznego mieszkańca Egiptu.



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

Polecenie 1

Wyjaśnij, dlaczego picie wody morskiej jest szkodliwe dla organizmu, a picie wody demineralizowanej, czyli pozbawionej składników mineralnych (przy normalnej diecie) nie ma negatywnego wpływu na organizm.

Wskazówka

Co dzieje się z plasterkami ziemniaka lub świeżego ogórka po posypaniu ich solą? Skąd komórki naszego ciała pozyskują wodę?

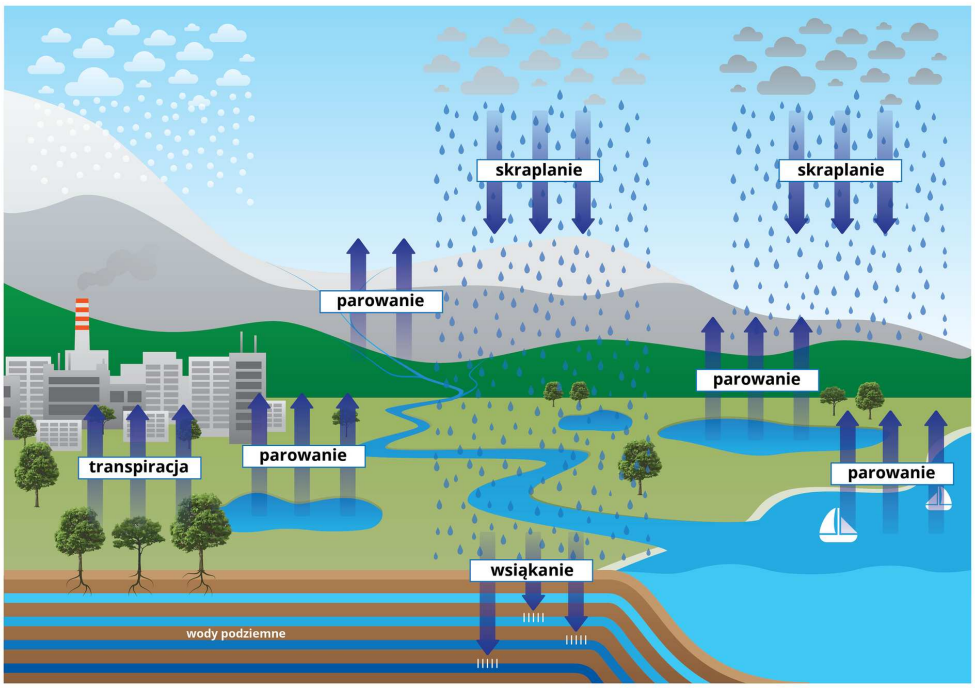
Ciekawostka

> Nadmorskie kraje, w których brakuje wody pitnej, odsalają wodę morską. Technologię tę stosują m.in. Arabia Saudyjska, Izrael, Zjednoczone Emiraty Arabskie, a także USA i Hiszpania. Najprostszy sposób odsalania wody polega na zbieraniu pary wodnej unoszącej się z podgrzanej słonej wody.

2. Zasoby wody pitnej

W przyrodzie woda stale krąży pomiędzy zbiornikami wodnymi, atmosferą i powierzchnią lądów. Główne znaczenie dla tego zjawiska mają oceany. Ich powierzchnia stale paruje, a unosząca się do góry para wodna jest transportowana przez wiatr. Gdy powietrze się ochładza, para wodna skrapla się i powstają z niej chmury. Gdy drobne kropelki wody zawarte w chmurach połączą się w większe krople, spadają w postaci opadów atmosferycznych, które zasilają m.in. lądy. Woda opadowa częściowo wsiąka w glebę, a częściowo spływa do strumieni i rzek. Rzeki niosą ją do mórz i oceanów, skąd ponownie wyparuje.

Parowanie zachodzi także na lądach. Część wody opadowej gromadzi się w zbiornikach wody słodkiej, część nawilża glebę i jest pobierana przez rośliny. One także tracą wodę w procesie transpiracji, zwiększając wilgotność powietrza. Część wody opadowej wsiąka w grunt i gromadzi się w podziemnych ciekach na głębokości od kilku do kilkudziesięciu metrów. Woda ta przenikając przez warstwy skał, ulega **samooczyszczeniu** ze skażeń biologicznych, co oznacza, że nie zawiera na przykład bakterii. Takie wody, położone co najmniej na głębokości 3–4 m, zasilają na przykład ujęcia wody pitnej.



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

Polecenie 2

Zaobserwuj krążenie wody w mikroskali. W tym celu weź duży słoik, na jego dnie ułóż warstwę piasku (ok. 4 cm), na nim ułóż warstwę ziemi doniczkowej i posadź w niej rośliny, takie jak zielistka, trzykrotka, begonia. Podlej ogród w słoiku taką ilością wody, aby ziemia była wilgotna, ale nie przelana. Możesz to sprawdzić, przechylając słoik – jeśli z gleby wypłynie woda to znaczy, że jest jej za dużo. Gdy rośliny się przyjmą, zamknij szczelnie słój. Obserwuj ilość wody zbierającej się na ściankach słoika. Sprawdź, co się dzieje, gdy ochładzasz słoik, trzymając go kilka godzin w lodówce, i potem, gdy ponownie przenosisz go do pokoju.

Ciekawostka

Największy niedobór wody występuje w pasie nizin środkowej Polski. Rzeki płynące przez te tereny mają bardzo zmienny poziom wody. To oraz niewielka liczba zbiorników retencyjnych (sztucznych zbiorników gromadzących wodę) sprawia, że nasz kraj nawiedzają powodzie i susze.

Polecenie 3

Dowiedz się, gdzie w twojej okolicy znajdują się zbiorniki retencyjne. Poszukaj informacji, jaki jest ich wpływ na środowisko przyrodnicze.

3. Skażenia wody

Na dostępność wody wpływa nie tylko jej zużycie w gospodarstwach domowych oraz zakładach produkcyjnych. Ilość opadów na terenie Polski byłaby wystarczająca dla naszych potrzeb, gdyby nie skażenie środowiska wpływające bezpośrednio i pośrednio na jakość wód. Jego źródłem są przede wszystkim:

- rolnictwo, w którym powszechnie stosuje się chemiczne środki pielęgnacji i ochrony roślin; ich pozostałości są wypłukiwane przez opady do rzek, skąd trafiają do ujęć wody;
- przemysł wytwarzający szkodliwe pyły, gazy oraz ścieki; w ostatnich latach jego negatywny wpływ na stan środowiska zmniejszył się, co jest wynikiem stosowania coraz

bezpieczniejszych technologii oraz stosowania różnorodnych i wydajnych filtrów wody i powietrza;

- transport; wyciekające paliwa, spaliny, a nawet guma z opon ścieranych podczas jazdy trafiają do środowiska;
- tzw. niska emisja, której głównym źródłem jest spalanie węgla w celach grzewczych, wskutek czego powstają gazy i pyły zanieczyszczające atmosferę, glebę i wodę; jednym z efektów skażenia atmosfery tlenkami siarki i azotu, powstającymi podczas spalania paliw kopalnych, są kwaśne deszcze; obniżają one pH gleby i zbiorników wodnych;
- spalanie w gospodarstwach domowych śmieci, zwłaszcza odpadów zawierających elementy plastikowe; toksyczne produkty spalania zanieczyszczają powietrze, a tym samym glebę i wodę.
- miasta i osiedla pozbawione kanalizacji lub nieposiadające oczyszczalni ścieków; nieszczelne szamba (zbiorniki do gromadzenia ścieków z gospodarstw domowych) podobnie jak nieoczyszczone ścieki powodują skażenie chemiczne i bakteriologiczne gleb i wód; wielkim problemem są także **środki piorące**, gdyż zawierają one substancje zwiększające żyzność wody, które sprzyjają rozmnażaniu się mikroorganizmów;
- źle zabezpieczone wysypiska odpadów lub tzw. dzikie wysypiska śmieci, z których zanieczyszczenia wymywane są do wód gruntowych.

W efekcie prawie połowa polskich rzek zawiera wody o niezadowalającej jakości. Woda jest zasobem odnawialnym, podlega samooczyszczeniu, ale proces ten wymaga długiego czasu. Dlatego ilość dostępnej czystej wody stale się kurczy. Proces oczyszczania wody można przyspieszyć, np. poprzez wykorzystanie oczyszczalni ścieków. Woda po oczyszczeniu w oczyszczalniach może być ponownie wykorzystywana w przemyśle i gospodarstwach domowych.

Jakość wód w głównych rzekach Polski

Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

4. Oszczędzanie wody

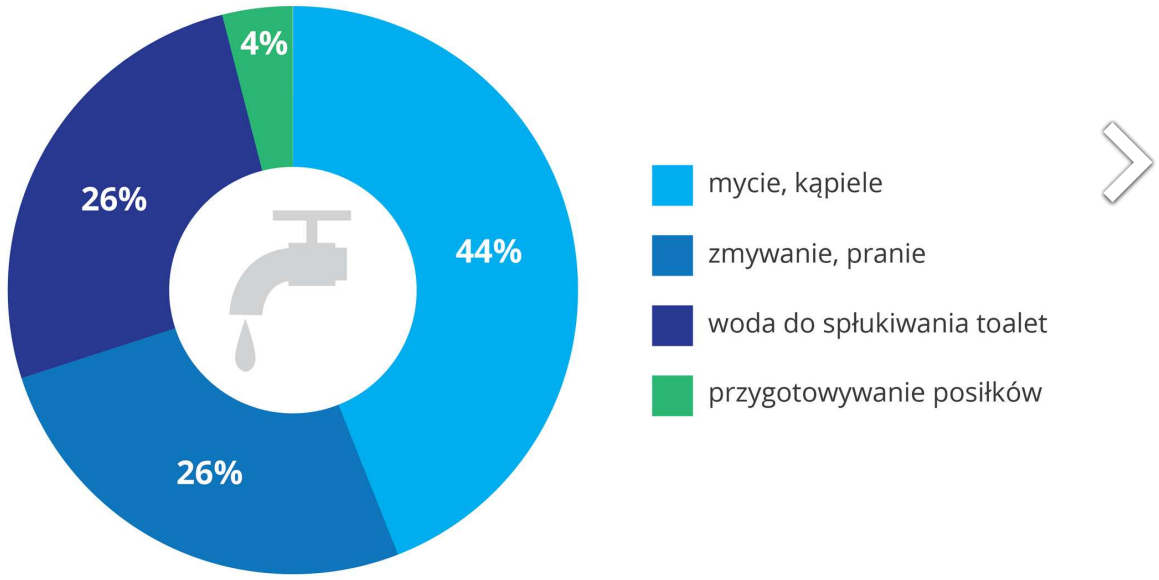
Nadmierne zużycie wody w gospodarstwie domowym wynika często z drobnych zaniedbań, np. z nieszczelności instalacji. Przez cieknący czy za słabo zakręcony kran po kropelce wypływa rzeka wody. Często niepotrzebnie odkręca się wodę podczas takich czynności jak mycie zębów i naczyń. Również włączanie niezapełnionej pralki czy zmywarki skutkuje nadmierym i niepotrzebnym poborem wody.

Zużycie wody w domu

Sposoby zużycia wody	**Średnia ilość zużytej wody [l]**
Prysznic	30 (5 min)
Kąpiel w wannie	60
Pranie w pralce	95
Mycie zębów przy otwartym kranie	6
Mycie zębów przy zamkniętym kranie	1
Mycie zębów z wykorzystaniem kubka wody	0,2
Cieknący kran (1 kropla/s)	12 tys. rocznie

W zakładach pracy czy dużych budynkach użyteczności publicznej czasem woda kapie z kranów, wycieka ze spłuczek, a faktów tych nikt nie zgłasza pracownikom odpowiedzialnym za instalację wodną. Zdarza się, że na wymianę uszczelek trzeba czekać nawet kilka tygodni. Oznacza to wymierne straty materialne i uszczuplenie zasobów wodnych.

Niewykorzystanym źródłem wody jest deszczówka. Może ona służyć na przykład do podlewania trawy czy spłukiwania toalet. Takie rozwiązanie zastosowano m.in. na Stadionie Miejskim we Wrocławiu. Deszczówka, która w miastach obmywa ulice, a potem trafia do kanalizacji, od razu staje się ściekiem. Tymczasem mogłaby być gromadzona i wykorzystana. Aby tak było, wystarczy na przykład budować ażurowe parkingi i zadbać, by powierzchnia chodników znajdowała się wyżej niż powierzchnia trawników.



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

Polecenie 4

Jeśli masz w domu wodomierz, odczytaj ilość zużytej wody, potem przez 2 godziny nie otwieraj wody w całym domu. Zrób ponowny odczyt i sprawdź, czy masz szczelną instalację wodną. Jeśli nie, oszacuj, ile wody tracone jest co miesiąc. Dowiedz się, ile kosztuje woda i oblicz koszty, które twoja rodzina ponosi niepotrzebnie każdego roku. Koszty środowiskowe są wielokrotnie wyższe i ponoszą je wszyscy.

Polecenie 5

Ogrodnicy wiedzą, że oszczędzanie wody polega m.in. na tym, by (w razie konieczności) podlewać ogród wczesnym ranem, okrywać glebę warstwą kory i nie stosować nadmiernych ilości nawozów sztucznych. Wyjaśnij, w jaki sposób te działania pomagają oszczędzać wodę.

Ciekawostka

Obecnie 1/3 ludności świata żyje na terenach, na których brakuje wody. Za 20 lat deficyt (niedostatek) wody dotknie 2/3 mieszkańców Ziemi i może stać się przyczyną wojen o dostęp do wody.

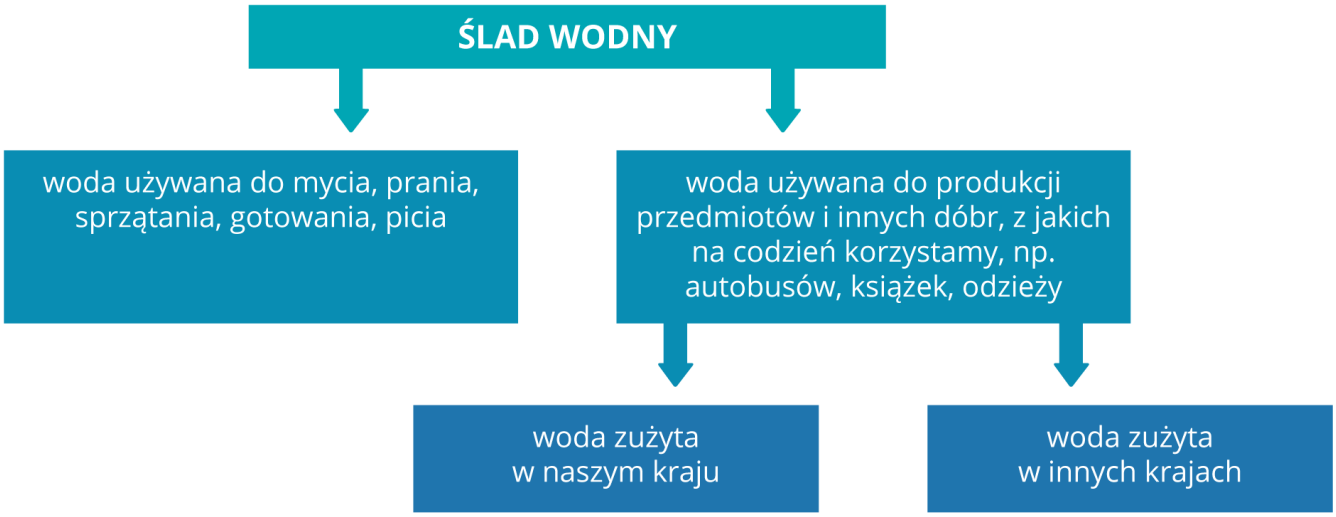
5. Ślad wodny

Zużycie wody stale się zwiększa nie tylko z powodu wzrostu liczby ludzi. Obserwujemy stały wzrost potrzeb higienicznych (coraz większą dbałość, czasem nadmierną, o utrzymanie czystości), a także wzrost zapotrzebowania na różne dobra. Do wyprodukowania takich przedmiotów, jak np. chleb, zeszyt czy telefon, potrzeba wody. A my nabywamy wciąż więcej dóbr i wyrzucamy coraz więcej zużytych sprzętów, odzieży, przedmiotów jednorazowego użytku oraz niepotrzebnie kupionej żywności. Część używanych codziennie przedmiotów wytwarzamy w naszym kraju i do ich produkcji wykorzystujemy własne zasoby wody. Wtedy, gdy sprowadzamy towary wyprodukowane gdzie indziej, korzystamy z wody dostępnej na tamtym terenie.

Ilość wody zużyta do wytworzenia niektórych produktów

Produkty	**Zużycie w wody [l]**
Bochenek chleba	462
Samochód osobowy	379 tys.
1 kg papieru	250
1 kg wołowiny	4,3 tys.
1 litr soku pomarańczowego	50

By oszacować ilość zużywanej wody, biorąc pod uwagę nie tylko tę, która jest potrzeba do picia, mycia i prania, ale także do produkcji żywności, przedmiotów oraz urządzeń, wprowadzono pojęcie śladu wodnego. Jest on miarą ilości wody niezbędnej do wyprodukowania określonego towaru. Ustalono na przykład, że do wytworzenia 1 kg czekolady potrzeba przeszło 17 tys. litrów wody. Jest ona niezbędna do wyhodowania krzewu kakaowca i przetworzenia jego owoców na kakao, a potem na czekoladę. Produkcja kakao zubożyła zasoby wodne np. Etiopii, w której między innymi są uprawiane kakaowce.



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

Zatem, aby oszczędzać wodę, nie wystarczy dbać jedynie o to, by woda niepotrzebnie nie płynęła z kranu. Każde działanie prowadzące do ograniczenia zakupów, np. naprawianie zepsutych urządzeń zamiast kupowania nowych czy wielokrotne wykorzystywanie opakowań lub innych przedmiotów, a przede wszystkich ograniczenie naszych często nieracjonalnych potrzeb, pomaga oszczędzać zasoby wody zarówno w naszym kraju, jak i na świecie.

Polecenie 6

Przeanalizuj wielkość śladu wodnego w różnych krajach świata. Wskaż państwo o najwyższej i najniższej wartości śladu wodnego i podaj prawdopodobne przyczyny tych różnic.

Tabela przedstawiajaca wielkość śladu wodnego w różnych krajach świata

Państwo	**Roczne zużycie wody przypadające średnio na jednego mieszkańca [m^3/rok]**
Etiopia	675
Chiny	702
Kenia	714
Polska	1103
Wielka Brytania	1245
Austria	1607
Włochy	2332

Państwo	Roczne zużycie wody przypadające średnio na jednego mieszkańca [m^3/rok]
USA	2483
Średnie zużycie na świecie	1243

Ciekawostka

Przeciętny mieszkaniec takich krajów, jak Etiopia i Ruanda, wykorzystuje dziennie do codziennych czynności około 10 l wody. To prawie tyle, ile używasz podczas dwukrotnego spłukania toalety.

Źródło: Andrzej Bogusz, licencja: CC BY 3.0.

Słowniczek

kwaśne deszcze

opady atmosferyczne o pH niższym niż 5,6; powstają w wyniku reakcji pary wodnej zawartej w powietrzu z tlenkami (siarki, węgla, azotu)

ślad wodny

sposób pomiaru ilości wody zużywanej przez daną osobę dla zaspokojenia potrzeb; szacunki te obejmują wodę potrzebną do picia, zabiegów higienicznych, produkcji kupowanych przedmiotów i żywności, a także zużywaną podczas budowy i eksploatacji maszyn czy budowy gmachów, z których dana osoba korzysta

Podsumowanie

- Tylko 3% wody występującej na Ziemi to woda słodka.
- Polska jest krajem o niewielkich zasobach wody pitnej w przeliczeniu na 1 mieszkańca, głównie z powodu silnego zanieczyszczenia wód lądowych.
- Oszczędzanie wody polega między innymi na niedopuszczaniu do jej niepotrzebnego wypływu z instalacji wodnej, racjonalnym użytkowaniu oraz ograniczeniu ilości stosowanych nawozów sztucznych, środków ochrony roślin i detergentów.
- Woda jest potrzebna w ogromnych ilościach do wytwarzania żywności i innych dóbr, dlatego niepotrzebne ich kupowanie oznacza marnowanie wody.
- Państwa, które importują dużo żywności, zużywają zasoby wodne mieszkańców rejonów, z których ona pochodzi.

Praca domowa

Polecenie 7.1

Sprawdź, ile wody zużywa twoja rodzina w ciągu doby, spisując wskazanie wodomierza. Podziel ilość zużytej wody przez liczbę osób w rodzinie i porównaj otrzymany wynik ze średnią zużycia w gospodarstwach domowych w Polsce, która wynosi 110 l. Zaplanuj sposoby obniżenia zużycia wody w twoim domu.

Polecenie 7.2

Dowiedz się, na czym polega kampania Studnia dla Południa prowadzona przez Polską Akcję Humanitarną. Rozważ przystąpienie do tej kampanii.

Zadania

Ćwiczenie 1

Jak możemy oszczędzać wodę?

- [ ] biorąc szybki prysznic
- [ ] korzystając z naczyń jednorazowych
- [ ] biorąc długi prysznic
- [ ] kupując napoje w opakowaniach zwrotnych
- [ ] pijąc sok pomarańczowy zamiast wody mineralnej
- [ ] nie kupując przedmiotów jednorazowego użytku
- [ ] używając minimalną zalecaną ilość proszku do prania
- [ ] nie marnując żywności
- [ ] gromadząc i wykorzystując deszczówkę

Źródło: Barbara Szydzik <Barbara.szydzik@up.wroc.pl>, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Wskaż źródła zanieczyszczeń wody.

- [ ] kwaśne deszcze
- [ ] ściółka leśna
- [ ] torebki foliowe
- [ ] nawozy sztuczne
- [ ] odchody dzikich zwierząt
- [ ] spaliny samochodowe
- [ ] ścieki

Źródło: Barbara Szydzik <Barbara.szydzik@up.wroc.pl>, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Wskaż wyjaśnienie terminu ślad wodny.

- ( ) ilość wody zużywana bezpośrednio przez przeciętną rodzinę do picia i zabiegów higienicznych
- ( ) ilość wody zużyta do wytworzenia żywności oraz przedmiotów i urządzeń, z których korzystamy na co dzień
- ( ) droga przemieszczania się wody pomiędzy oceanami, atmosferą i powierzchniową warstwą Ziemi
- ( ) droga wodna, którą przypływają do Polski towary z dalekich krajów, zwłaszcza żywność

Źródło: Barbara Szydzik <Barbara.szydzik@up.wroc.pl>, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Oceń poprawność zdań i zaznacz odpowiedź Prawda lub Fałsz.

	Prawda	Fałsz
Polska ma niewielkie zasoby wody pitnej.	◯	◯
Do produkcji żywności zużywane są bardzo duże ilości wody.	◯	◯
Woda nadająca się do picia powstaje w wyniku parowania powierzchni oceanu.	◯	◯
Woda ma zdolność do samooczyszczania.	◯	◯
Woda należy do zasobów nieodnawialnych.	◯	◯

Źródło: Barbara Szydzik <Barbara.szydzik@up.wroc.pl>, licencja: CC BY 3.0.

Gospodarowanie odpadami

Przyroda nie wytwarza śmieci. Wszystkie szczątki, odchody, a nawet pyły i muł rzeczny podlegają cyklicznym przemianom nazywanym krążeniem materii. Jedynie człowiek produkuje odpady, których przyroda nie może przetworzyć lub trwa to niezmiernie długo.

Dzikie wysypisko odpadów

Już wiesz

- większość odpadów można poddać recyklingowi;
- recykling oznacza przetworzenie i ponowne użycie surowców zawartych w odpadach;
- śmieci powinny być wstępnie segregowane – wrzucane do odpowiednich pojemników na surowce wtórne.

Nauczysz się

- rozróżniać rodzaje i źródła odpadów;
- oceniać wpływ odpadów na zdrowie człowieka i stan środowiska;
- uzasadniać konieczność segregacji odpadów;
- uzasadniać konieczność specjalnej zbiórki odpadów niebezpiecznych;
- proponować działania zmierzające do ograniczenia ilości wytwarzanych odpadów.

1. Wytwarzanie odpadów komunalnych

Śmieci otaczają nas wszędzie. Wyrzucane są z aut i pociągów i gromadzą się wzdłuż dróg. Odpady, w tym także zużyte meble, sprzęt elektroniczny, opony czy gruz, celowo są wywożone do lasów, na pobocza dróg, wrzucane do stawów i jezior. W miastach chodniki pokryte są zużytą gumą do żucia, opakowaniami po słodyczach, butelkami, papierami, niedopałkami papierosów. Śmieci szpecą otoczenie, są źródłem skażeń środowiska, a niektóre, jak np. torebki foliowe czy guma do żucia, stanowią śmiertelne zagrożenie dla zwierząt.

Źródło: Frederico Agustín (https://www.flickr.com), licencja: CC BY NC ND 2.0.

Przeciętny Polak wytwarza rocznie około 300 kg **odpadów komunalnych**, czyli odpadów wytwarzanych w gospodarstwach domowych. W skali kraju stanowi to 12 mln ton w ciągu roku. W zamożnych krajach śmieci powstaje więcej niż w ubogich, gdzie rzeczy są używane długo, naprawiane w razie potrzeby lub rozbierane w celu ponownego użycia ich składników. Cechą rozwiniętych społeczeństw jest nadmierna konsumpcja: kupowanie przedmiotów jednorazowego użytku, towarów niepotrzebnych oraz szybkie zastępowanie posiadanych przedmiotów innymi – nowszymi i modniejszymi – mimo że stare dobrze spełniają swą podstawową funkcję. Inną przyczyną wielkiej ilości śmieci jest wielość opakowań, a kolejne przyczyny to nieskuteczna segregacja, przetwarzanie i zagospodarowywanie odpadów.

2. Problem – opakowania

Niemal wszystko, co wytwarzamy i kupujemy, jest zapakowane. Opakowania w krótkim czasie po zakupie produktu stają się niepotrzebne. Jednak producenci prześcigają się w wytwarzaniu opakowań o dużych powierzchniach, na których mogą wyeksponować informacje o ich zawartości i zachęcić do zakupu. Często jeden produkt ma kilka opakowań, z których zwykle wszystkie, poza pierwszym, są zbędne. Tak pakowane są często kosmetyki. Na przykład perfumy lub kremy zwykle są zamknięte w szklanym pojemniku zapakowanym w duży kartonik owinięty folią, a do tego sprzedawca dodaje małą torebkę z logo sklepu lub producenta. Opakowania przynoszą zyski producentom, gdyż spełniają funkcje reklamowe. Konsumenci płacą za nie i ponoszą koszty ich utylizacji. Należy pamiętać, że wybory, jakich dokonują kupujący w sklepach, są formą głosowania: jeśli wybieramy energochłonne i nieprzyjazne środowisku produkty, to znaczy, że je akceptujemy. Należy więc oczekiwać, iż na rynku pojawi się ich jeszcze więcej.

Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Często dla wygody kupujemy napoje w butelkach bezzwrotnych, które po jednokrotnym użyciu wyrzucamy. Plastik, z którego są wykonane, jest jednak szczególnie uciążliwym odpadem, gdyż w przyrodzie rozkłada się kilkaset lat (a może i dłużej, czego nie wiemy z uwagi na stosunkowo krótką obecność tworzyw sztucznych w naszym życiu), a produkty jego rozkładu, np. różne związki toksyczne, przenikają do gleby i wód. Odpady plastikowe bywają też spalane w domowych piecach, co powoduje uwalnianie do atmosfery wielu trujących substancji, takich jak chlor, metale ciężkie, dioksyny. Wiele z tych spalin wywołuje uczulenia i podrażnienie dróg oddechowych.

Niektórzy producenci wytwarzają opakowania, które szybko ulegają rozkładowi w przyrodzie, czyli biodegradacji. Należy do nich na przykład papier. Robiąc zakupy, trzeba zwracać uwagę na oznaczenia opakowań informujące, czy nadają się one do ponownego wykorzystania, recyklingu czy też ulegają biodegradacji.

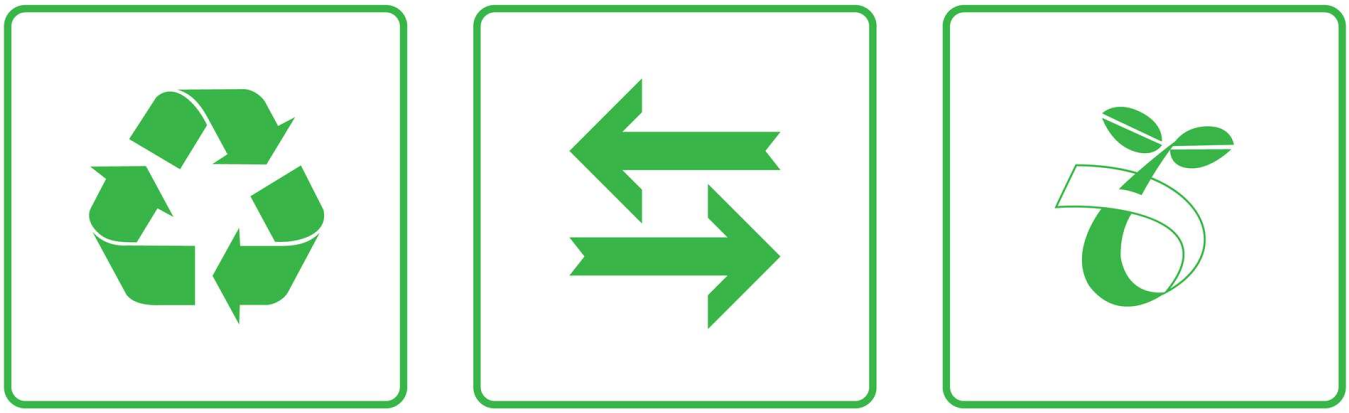
> **Polecenie 1**
>
> Podczas wypakowywania zakupów obejrzyj opakowania. Ustal, które opakowania są niezbędne, a z których można zrezygnować. Wyszukaj na opakowaniach znaki informujące o tym, jak powinno się z nimi postępować.

3. Utylizacja odpadów

Część odpadów po przetworzeniu może jako surowiec wtórny zostać wykorzystana do wyrobu różnych przedmiotów. Do utylizacji nadaje się **makulatura**, która służy na przykład do wyrobu papieru toaletowego, opakowań, tektury falistej, nowego papieru. Dzięki niej oszczędzamy surowiec pierwotny, jakim jest drewno. Jedna tona makulatury zastępuje 17 drzew.

Plastikowe butelki po napojach (PET) mogą posłużyć do produkcji folii, mebli, olejów opałowych oraz włókien, z jakich tworzy się tkaniny, np. polar. Plastiki spalane w bardzo wysokiej temperaturze (w spalarni odpadów) są źródłem energii elektrycznej i cieplnej. **Stłuczka szklana** jest ponownie przetapiana i wykorzystywana do produkcji opakowań szklanych. Podobnie przetwarzane są **metale** – aluminium, żelazo, miedź. Dzięki recyklingowi metali ograniczamy wydobycie surowców oraz powstawanie odpadów kopalnianych.

> **Ważne!**
>
> Utylizacja odpadów ogranicza pozyskiwanie surowców pierwotnych ze środowiska i ilość odpadów, pozwala oszczędzać wodę i energię niezbędne do ich wytworzenia.



Symbol, którym oznaczone są produkty przeznaczone do przetworzenia

Symbol, którym oznaczone są pojemniki przeznaczone do ponownego wykorzystania

Symbol opakowania przeznaczonego do kompostowania

Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

> **Polecenie 2**
>
> Terminy takie jak *utylizacja odpadów* i *recykling odpadów* często są używane zamiennie. Sprawdź w słownikach, czy są to synonimy.

4. Inne sposoby wykorzystania odpadów

Odpady pochodzenia organicznego, takie jak resztki żywności, skoszona trawa, opadłe liście, słoma, trociny, mogą być **kompostowane**. Składa się je na pryzmy, zapewniając poszczególnym warstwom dostęp tlenu. Wtedy mikroorganizmy glebowe szybciej dokonują rozkładu takich szczątków i przetwarzają je na nawóz. Niektóre mikroorganizmy podczas fermentacji odpadków wytwarzają gaz opałowy – metan. Powstaje on na wysypiskach odpadów, w oczyszczalniach ścieków, w stertach nawozu i kompostu. Na niektórych wysypiskach montowane są instalacje odgazowywania, niekiedy połączone z systemami odzyskiwania metanu z biogazu. Zjawisko produkcji metanu podczas fermentacji szczątków organicznych jest też wykorzystywane w biogazowniach, czyli instalacjach służących do produkcji metanu, mogącego służyć jako źródło energii. Substratem w biogazowniach mogą być organiczne składniki odpadów komunalnych, odpady rolnicze czy osady ściekowe z oczyszczalni ścieków.

Wiele odpadów jest poddawanych **spalaniu** w spalarniach śmieci. Taka utylizacja jest procesem kosztownym, ale szybszym niż recykling czy kompostowanie na rosnących wciąż składowiskach. W spalarni, w temperaturze 1100^{0}C, odpady są rozkładane na składniki względnie bezpieczne dla środowiska. Niewielkie ilości szkodliwych substancji są

zatrzymywane przez systemy filtrów i unieszkodliwiane. Popioły zagospodarowywane są do produkcji materiałów budowlanych. Spalanie śmieci dostarcza też energii. Spalarnie spełniają bardzo wysokie normy bezpieczeństwa.

Źródło: Ignis (https://commons.wikimedia.org), licencja: CC BY-SA 2.5.

Część odpadów komunalnych **składowana** jest na wysypiskach. Wiele wysypisk to po prostu zagłębienia terenu lub wyrobiska kopalniane, do których latami zrzucano różne odpady. Brak izolacji od środowiska powoduje, że szkodliwe substancje są wymywane przez wodę i przemieszczają się do gleby i cieków, a do atmosfery przedostają się pyły oraz gazy, w tym metan. Zanieczyszczeniom ulega także obszar wokół wysypiska – pewna część odpadów jest wynoszona przez wiatr poza jego teren. Znakomitym tego przykładem są foliowe torebki, które można zobaczyć w koronach drzew w promieniu nawet kilku kilometrów od miejsca gromadzenia odpadów. Ponadto wysypiska zamieszkiwane są przez liczne populacje gryzoni, uciążliwe dla środowiska i mieszkających w pobliżu ludzi. Kolejną wadą wysypisk jest to, że zajmują wielkie powierzchnie, a wartość terenów sąsiednich spada, gdyż nikt nie chce mieszkać, pracować ani prowadzić uprawy roli w ich pobliżu.

Składowanie odpadów na wysypiskach podlega restrykcyjnym ograniczeniom prawnym. Składowiska bezpieczne dla środowiska muszą być szczelne i trwałe, gdyż będą służyły kilkadziesiąt lat. Nie mogą też wydzielać uciążliwych zapachów ani toksycznych substancji. Od roku 2025 roku w całej Unii Europejskiej zacznie obowiązywać zakaz składowania na wysypiskach odpadów nadających się do recyklingu i odzysku.

5. Segregacja odpadów

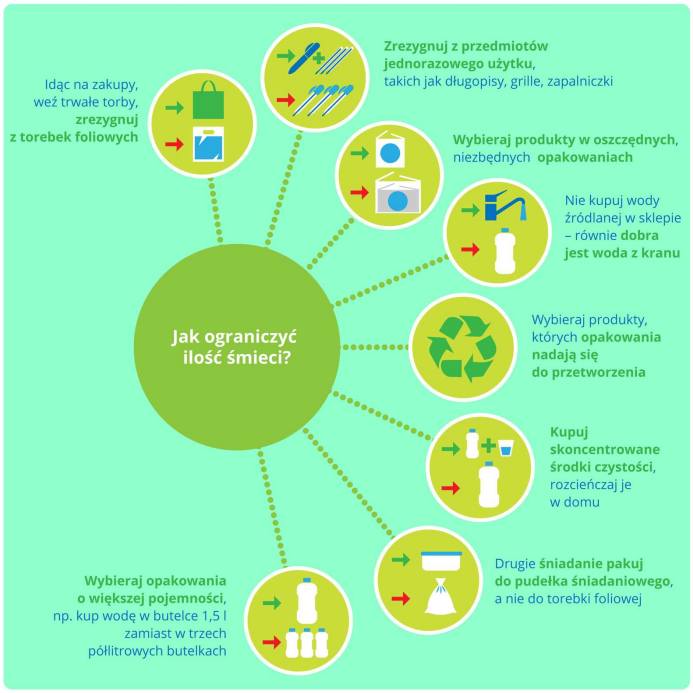
Aby łatwiej poradzić sobie z problemem śmieci, bezwzględnie trzeba je segregować. Dlatego oddzielnie zbiera się papier, plastik, metale, szkło, resztki organiczne oraz odpady niebezpieczne, takie jak zużyte baterie, świetlówki, sprzęt elektroniczny, chemikalia. Dzięki selektywnej zbiórce część odpadów zostanie wykorzystana jako surowce wtórne, część spalona. Celem gospodarki odpadami jest doprowadzanie do takiej sytuacji, by jak najmniej odpadów było składowanych.

Źródło: Ireneusz Benzar, licencja: CC BY 3.0.

W zależności od firmy odpowiadającej za wywóz śmieci z gospodarstw domowych sposoby segregacji odpadów mogą się nieco różnić. Podstawowe zasady segregacji są jednak podobne. I tak odpady umieszczamy w następujących pojemnikach:

- **pojemnik** na papier; umieszczamy w nim papier bez zszywek, folii i spinaczy, gazety, zniszczone książki, tekturę, kolorowe czasopisma i ulotki; nie można do niego wkładać zatłuszczonego papieru, pieluch, tapet, worków po materiałach budowlanych, kartonów po sokach i mleku;
- **pojemnik na plastiki i aluminium;** gromadzimy w nim puszki i butelki, które przed włożeniem należy zgnieść; umieszczamy tu butelki PET, kartony po mleku i sokach, folie, torebki foliowe; nie można tu wkładać puszek po farbie, opakowań po aerozolach, butelek po oleju, jednorazowych naczyń, plastikowych mebli czy zabawek;
- **pojemnik na szkło bezbarwne i kolorowe** w postaci butelek i słoików; nie należy do nich wkładać szyb okiennych, luster, szkła żaroodpornego, kryształów, ceramiki, żarówek, opakowań po lekach;

- w **pojemniku na odpady zmieszane**, gdzie zbieramy odpady organiczne oraz wszystkie te, które nie mogą zostać poddane recyklingowi.



Źródło: Andrzej Bogusz, licencja: CC BY 3.0.

Obecnie każda rodzina może zadeklarować u swojego odbiorcy odpadów chęć ich segregowania. Obniży to koszty wywozu śmieci, jakie ponosi każde gospodarstwo domowe, oraz przyniesie korzyść środowisku i gospodarce.

Obserwacja 1

Ustalenie ilości śmieci wytwarzanych w gospodarstwie domowym.

Co będzie potrzebne

- waga,
- tabela do notowania masy śmieci z podziałem na kategorie.

Instrukcja

1. Codziennie przez tydzień notuj w tabeli, ile i jakie śmieci wyrzuca się w twoim domu. Poproś rodzinę o pomoc podczas twojej nieobecności.
2. Przed wyrzuceniem waż worek ze śmieciami zmieszanymi oraz odpady segregowane.
3. Oszacuj ilość odpadów zmieszanych wytwarzanych przez twoją rodzinę w ciągu roku i ilość przypadającą na jednego członka twojej rodziny.
4. Oszacuj, jaki procent produkowanych przez twoją rodzinę śmieci stanowią odpady segregowane? Zastanów się, w jaki sposób możecie zmniejszyć całkowitą ilość wytwarzanych odpadów.

Podsumowanie

Wytwarzane odpadów jest nieuniknione, możemy jednak ich ilość ograniczyć.

6. Odpady szkodliwe i niebezpieczne

Odpady takie jak energooszczędne żarówki, świetlówki, baterie oraz urządzenie elektroniczne, np. zużyte komputery, słuchawki, myszki, sprzęt AGD, określane są jako **elektrośmieci**. Zawierają one pewne ilości bardzo szkodliwych związków. Świetlówka zawiera toksyczną rtęć w ilości ok. 5 mg, która wystarcza by skazić 5 tys. litrów wody pitnej. Rtęć po przedostaniu się do organizmu może wywołać wiele niepożądanych skutków, w tym ostre zatrucie. Z kolei baterie oraz akumulatory zawierają rtęć i inne metale ciężkie oraz żrące kwasy. Substancje zawarte w najmniejszej baterii, używanej na przykład w zegarkach elektronicznych, mogą skazić ok. 400 litrów wody.

Zużyte baterie, żarówki i świetlówki zbierane są do specjalnie oznaczonych pojemników, często wystawianych na przykład w sklepach i szkołach. Sprzęt AGD i inne elektrośmieci należy oddawać w punktach selektywnego zbierania odpadów komunalnych. Posłużą m.in. do odzyskania rzadkich i cennych pierwiastków.

Źródło: Curtis Palmer (https://www.flickr.com), licencja: CC BY 2.0.

Szczególnego traktowania wymagają przeterminowane leki. Nie można ich łączyć z odpadami zmieszanymi ani wrzucać do toalety. Jeśli się tam dostaną, nie zostaną zutylizowane, a zawarte w nich substancje mogą przeniknąć do zbiorników wodnych, wód gruntowych, ujęć wody czerpanej dla ludzi i zwierząt. Szczególnie szkodliwa w środowisku jest obecność antybiotyków. Antybiotyki powodują z czasem uodpornianie się bakterii na ich działanie. Nadmierna ilość antybiotyków doprowadziła do pojawienia się szczepów bakterii lekoopornych, których nie potrafimy zwalczać. Szacuje się, że z czasem takich bakterii będzie więcej i w konsekwencji więcej będzie zgonów z powodu zakażeń.

Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

> **Polecenie 3**
>
> Podaj dwa sposoby ograniczania ilości śmieci, jakie stosuje się w twoim domu. Jeśli twoja rodzina nie stosuje takich praktyk, zaplanuj dwa możliwe do zastosowania sposoby ograniczenia ilości śmieci.

Słowniczek

> **biodegradacja**
>
> biologiczny rozkład substancji organicznych prowadzony przez reducentów

> **biogaz**
>
> gaz powstający w wyniku beztlenowego rozkładu materii organicznej; składa się głównie z metanu i dwutlenku wegla

> **dioksyny**
>
> związki chemiczne powstające podczas spalania drewna i materiałów organicznych; ich głównym źródłem są pożary lasów; mają negatywny wpływ na zdrowie; powstają także podczas spalania plastiku

metale ciężkie

grupa pierwiastków wykorzystywanych w przemyśle, mających toksyczny wpływ na organizmy; należą do nich m.in. rtęć, kadm, ołów

recykling

systemowe działania związane z obiegiem materiałów, które mogą być wielokrotnie przetwarzane i wykorzystywane; skuteczna forma ochrony środowiska przez ograniczenie zużycia surowców naturalnych i powstawania odpadów

segregacja odpadów

sortowanie odpadów; podział odpadów na kategorie, który ułatwia i przyspiesza ich zagospodarowanie

utylizacja odpadów

proces przetwarzania odpadów polegający na odzyskaniu z nich surowców wtórnych

Podsumowanie

- Rozwój gospodarczy przyczynił się do zwiększenia ilości opakowań i produktów jednorazowego użytku.
- Odpady powinny zostać zutylizowane, czyli w jak największym stopniu wykorzystane do pozyskania surowców wtórnych.
- Odpady organiczne powinny być kompostowane.
- Skutecznym i bezpiecznym sposobem zagospodarowania odpadów jest spalanie ich w spalarniach odpadów.
- Substancje i urządzenia, które mogą doprowadzić do skażenia środowiska, nie mogą być wyrzucane wraz z odpadami komunalnymi.
- Gospodarka odpadami komunalnymi stanowi w naszym kraju problem, gdyż większość z nich wywożona jest na składowiska.

Praca domowa

Polecenie 4.1

Poszukaj w Internecie przykładów ponownego wykorzystania starych i niepotrzebnych przedmiotów (np. widelce jako elementy ściennego wieszaka, niepotrzebny żyrandol jako kwietnik itp.). Przedstaw na forum klasy te, które ci się najbardziej podobały lub zainspirowały cię do podobnych działań.

Polecenie 4.2

Porozmawiaj z babcią, dziadkiem lub innymi starszymi osobami z twojej rodziny lub kręgu znajomych. Dowiedz się, dlaczego kiedyś w domach wytwarzano znacznie mniej odpadów niż dzisiaj. Na podstawie uzyskanych informacji sformułuj i zapisz wnioski.

Zadania

Ćwiczenie 1

Wskaż odpady szczególnie niebezpieczne dla środowiska.

- [ ] zużyty sprzęt RTV i AGD
- [ ] folia aluminiowa
- [ ] plastikowe zakrętki od butelek
- [ ] zepsute komputery i telefony
- [ ] puszki aluminiowe
- [ ] plastik
- [ ] akumulatory
- [ ] przeterminowane leki
- [ ] baterie
- [ ] papier
- [ ] świetlówki energooszczędne
- [ ] szklane butelki w kolorze zielonym

Źródło: Barbara Szydzik <Barbara.szydzik@up.wroc.pl>, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Oceń prawdziwość zdań i zaznacz odpowiedź Prawda lub Fałsz.

	Prawda	Fałsz
Przeterminowane leki można wyrzucić do sedesu.	◯	◯
Przeterminowane leki należy umieścić w pojemniku do segregacji odpadów zmieszanych.	◯	◯
Tzw. elektrośmieci powinny być poddawane recyklingowi.	◯	◯
Niewielkie baterie można wrzucić do pojemnika przeznaczonego do zbierania plastiku i metali.	◯	◯
Zamiast wyrzucać zabawki, książki i odzież w dobrym stanie lepiej przekazać je potrzebującym.	◯	◯

Źródło: Barbara Szydzik <Barbara.szydzik@up.wroc.pl>, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Przyporządkuj wymienione odpady do odpowiednich kategorii.

Odpady zmieszane

Szkło

Papier

Odpady niebezpieczne

Bio

Zwiędłe kwiaty

Żwirek z kuwety dla kota

Słoik po ogórkach

Kartonowe opakowanie po tablecie

Rozbity talerz

Termometr rtęciowy

Szkło z rozbitej butelki

Odzież z bawełny

Zużyty olej silnikowy

Lusterko

Skórka z banana

Drewniane zabawki

Źródło: Barbara Szydzik.

Ćwiczenie 4

Przyporządkuj sformułowania opisom sposobów zagospodarowania odpadów.

kompostowanie odpadów

recykling

spalanie w spalarniach odpadów

składowanie

- konieczność przeznaczenia dużego terenu
- konieczność przestrzegania wielu norm zapewniających bezpieczeństwo ludzi i środowiska
- oszczędność zasobów środowiska
- konieczność przestrzegania wielu norm zapewniających bezpieczeństwo ludzi i środowiska
- uzyskiwanie metanu
- uzyskiwanie energii cieplnej lub elektrycznej
- szybkie pozbywanie się odpadów
- konieczność przestrzegania wielu norm zapewniających bezpieczeństwo ludzi i środowiska
- konieczność przestrzegania wielu norm zapewniających bezpieczeństwo ludzi i środowiska
- ograniczenie ilości składowanych bądź spalanych odpadów
- produkcja kompostu lub ziemi ogrodowej

Źródło: Barbara Szydzik <Barbara.szydzik@up.wroc.pl>, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

Wskaż skuteczne sposoby ograniczenia ilości odpadów w gospodarstwie domowym.

- [ ] rezygnacja z używania ręcznika papierowego
- [ ] kupowanie napojów w butelkach bezzwrotnych
- [ ] kupowanie takiej ilości żywności, której naprawdę potrzebujemy
- [ ] pakowanie zakupów do foliowych torebek
- [ ] ponowne wykorzystanie drewnianych i tekturowych opakowań
- [ ] założenie przydomowego kompostownika
- [ ] używanie pieluch z tkaniny zamiast pampersów
- [ ] przekazywanie rzeczy w dobrym stanie osobom potrzebującym

Źródło: Barbara Szydzik <Barbara.szydzik@up.wroc.pl>, licencja: CC BY 3.0.

Nasz świat ma prawie pięć miliardów lat

Planeta Ziemia ma około 4,6 miliarda lat. Życie pojawiło się na niej prawie 3,9 miliarda lat temu, a my, ludzie, zaledwie przed 200 tysiącami lat. Mimo że czas istnienia gatunku ludzkiego jest tak znikomy, człowiek zdołał zakłócić istotną dla życia równowagę wszystkich ekosystemów. Przyszedł czas, by zastanowić się – co dalej?

Przykład krajobrazu zdegradowanego

1. Dowody ewolucji

Dzięki znaleziskom paleontologicznym wiemy, że świat istot żywych podlega nieustannym zmianom. Świadectwem tych zmian są na przykład odciski roślin, które żyły i wyginęły miliony lat temu. Skamieniałe szczątki pradawnych zwierząt potwierdzają ich odmienność od gatunków współczesnych, a równocześnie świadczą o tym, że między gatunkami kopalnymi a współczesnymi istniały liczne podobieństwa. Podobnie jest ze skamieniałościami człowieka i jego przodków. Pozwalają one zrekonstruować historię tych gatunków i formułować dobrze uzasadnione hipotezy na temat powstania przystosowań, które dały *Homo sapiens* przewagę nad pozostałymi organizmami.

Wśród świadectw ewolucji wyróżnia się dowody pośrednie i bezpośrednie.

Dowody ewolucji

Bezpośrednie dowody ewolucji	Pośrednie dowody ewolucji

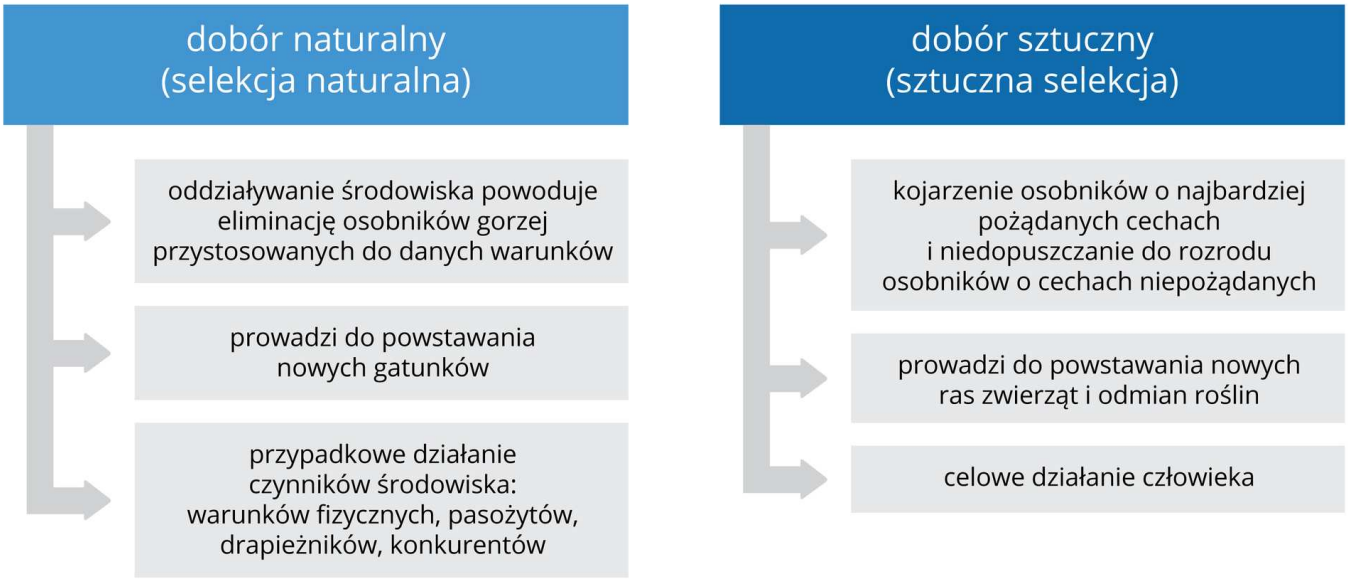
<table>
<tr><th colspan="2">Bezpośrednie dowody ewolucji</th><th colspan="2">Pośrednie dowody ewolucji</th></tr>
<tr><td colspan="2">paleontologia</td><td>anatomia porównawcza</td><td>biochemia</td></tr>
<tr><td>skamieniałości</td><td>ogniwa pośrednie</td><td rowspan="2">wspólny plan budowy organizmów, narządy szczątkowe</td><td rowspan="2">podobieństwo składu chemicznego organizmów, budowa DNA, podobieństwo procesów biochemicznych</td></tr>
<tr><td>szkielety, muszle, kości, zęby, pancerze, skorupki jaj, odchody, odciski stóp, fragmenty pni roślin drzewiastych, ziarna pyłku</td><td>formy przejściowe pomiędzy dwiema grupami systematycznymi</td></tr>
</table>

2. Mechanizmy ewolucji

Ewolucja to proces stopniowych zmian zachodzących w populacjach, który prowadzi do powstawania nowych gatunków. Teoria ewolucji, której twórcą był Karol Darwin, opiera się na czterech głównych założeniach:

- osobniki tego samego gatunku różnią się od siebie,
- rodzice przekazują swoje cechy potomstwu,
- organizmy wydają na świat dużo więcej potomstwa niż może przeżyć,
- organizmy, które w danych warunkach są najlepiej przystosowane do środowiska, przeżywają i wydają więcej potomstwa niż organizmy gorzej przystosowane.

Mechanizm, który sprawia, że przeżywają osobniki najlepiej przystosowane do warunków środowiska, to dobór naturalny. Rolę selekcjonera pełnią w tym przypadku czynniki środowiska. W hodowli zwierząt i uprawie roślin to człowiek dokonuje selekcji – rozmnaża osobniki o pożądanych przez siebie cechach. W tym przypadku dobór prowadzony przez człowieka określa się jako sztuczny.



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

3. Etapy ewolucji organizmów

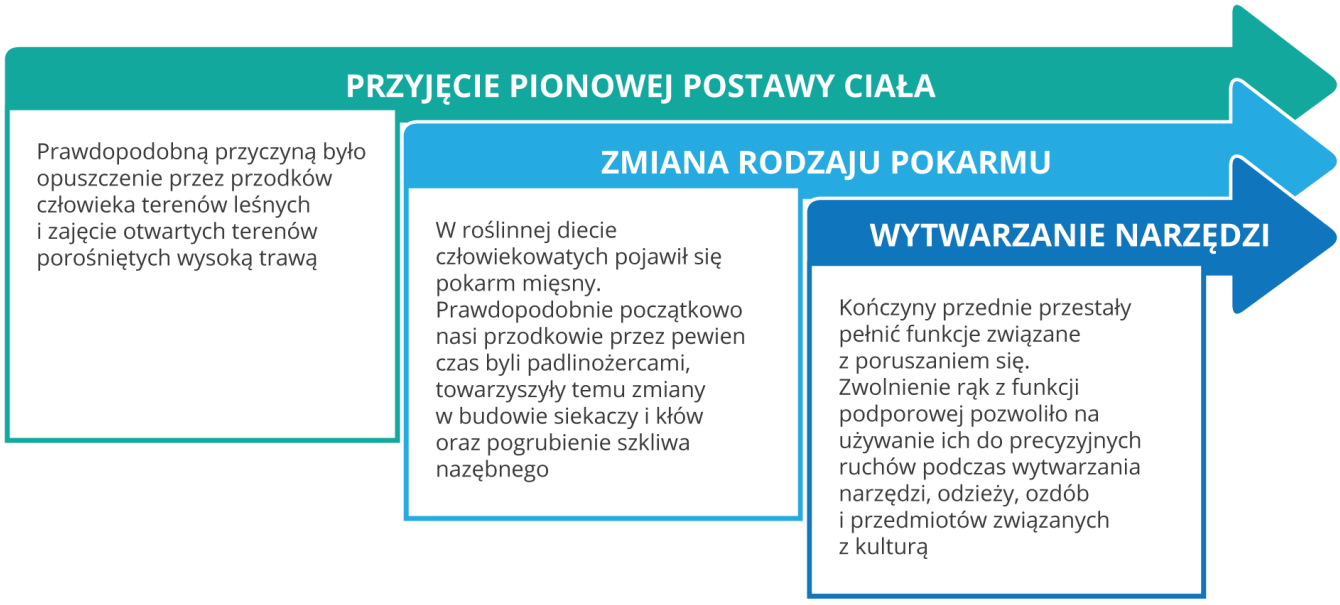
Pierwsze komórki były bezjądrowe i przypominały dzisiejsze bakterie. Niektóre z nich dały początek komórkom jądrowym. Organizmy jednokomórkowe skupiały się, w wyniku czego powstawały kolonie. Dalszy rozwój kolonii doprowadził do utworzenia organizmów wielokomórkowych, a potem tkankowych. W toku ewolucji jedne gatunki powstawały, inne wymierały. Nigdy jednak życie nie zanikło całkowicie i dlatego wszystkie gatunki żyjące na Ziemi są ze sobą spokrewnione.

Historia życia

Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

4. Ewolucja człowieka

Na podstawie dostępnych danych kopalnych szacuje się, że ewolucja człowiekowatych rozpoczęła się w Afryce około 7 mln lat temu. Prawdopodobnie nieco wcześniej, ok. 7,5 mln lat temu, doszło do rozdzielenia się linii ewolucyjnych szympansa, goryla i człowieka. Bezpośrednią przyczyną zmian ewolucyjnych były zmiany klimatyczne. Spowodowały one częściowe przekształcenie lasów tropikalnych, zamieszkiwanych przez przodków współczesnych małp i człowieka, w busz, a następnie w sawannę. Przodkowie człowieka stopniowo przystosowywali się do życia na otwartym terenie, co skutkowało powstawaniem nowych cech i w rezultacie nowych gatunków. Ewolucja współczesnych małp człekokształtnych przebiegała wolniej, ponieważ pozostały one w lasach tropikalnych, w których panują stabilne warunki środowiskowe.



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

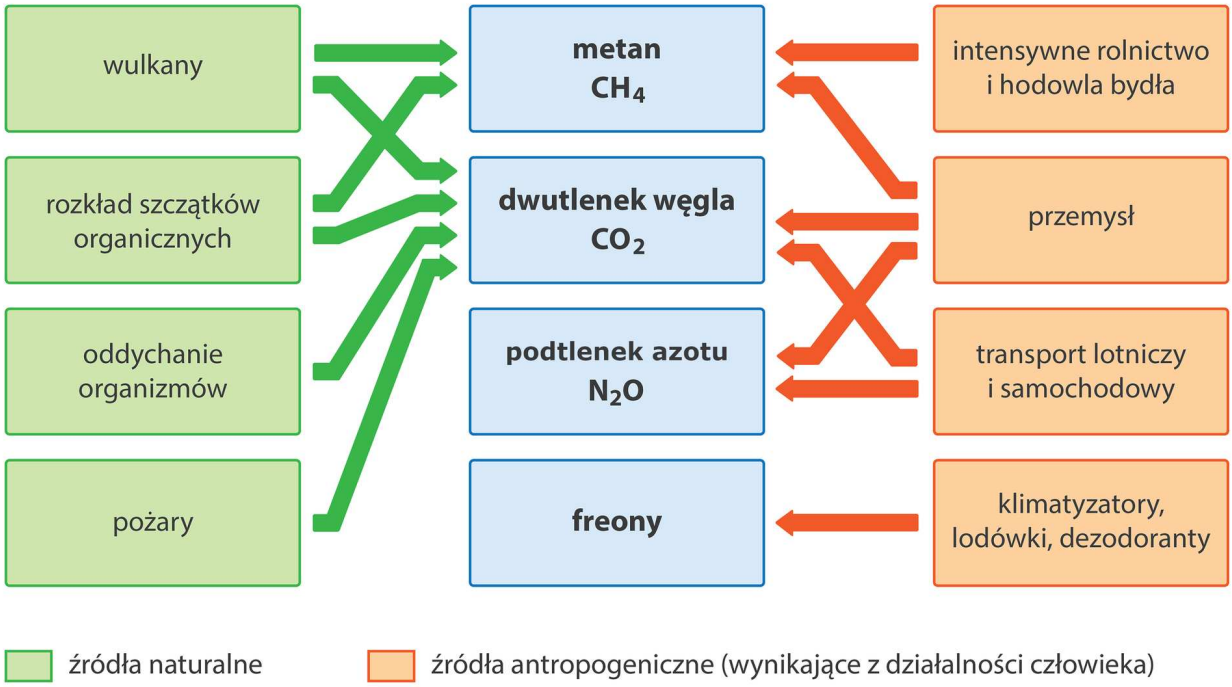
Porównanie cech szympansa i człowieka

Cechy budowy	**Szympans**	**Człowiek**
Ciało	owłosione	brak owłosienia
Objętość mózgu	około 500 cm^3	około 1350 cm^3
Twarzowa część czaszki	wysunięta do przodu	spłaszczona

Cechy budowy	Szympans	Człowiek
Zęby	duże kły	małe kły
Kręgosłup	wygięty w łuk	kształt podwójnej litery S
Miednica	długa i wąska	krótka i szeroka
Kończyny	górne kończyny dłuższe od dolnych; wszystkie cztery kończyny chwytne, przystosowane do wspinania się na drzewa	górne kończyny krótsze od dolnych, przystosowane do wykonywania precyzyjnych ruchów; dolne kończyny niechwytne, przystosowane do poruszania się dwunożnego
Mowa	nieartykułowane dźwięki	mowa artykułowana
Kultura	tworzenie grup rodzinnych; przestrzeganie zasad hierarchii	wytworzenie złożonych relacji społecznych; tworzenie kultury, nauki, cywilizacji

5. Cywilizacja przyczyną efektu cieplarnianego?

Człowiek jest częścią przyrody. Nasze życie i dobrobyt całkowicie zależą od środowiska naturalnego. Gwałtowny przyrost liczby ludności i intensywny rozwój przemysłu przyczyniły się do niekontrolowanej eksploatacji zasobów i znacznego zanieczyszczenia środowiska. Powietrze, woda i gleba są przesycone szkodliwymi substancjami, które ujemnie wpływają na organizmy. Nadmierna emisja gazów cieplarnianych jest przyczyną nasilania efektu cieplarnianego.



Źródła gazów cieplarnianych

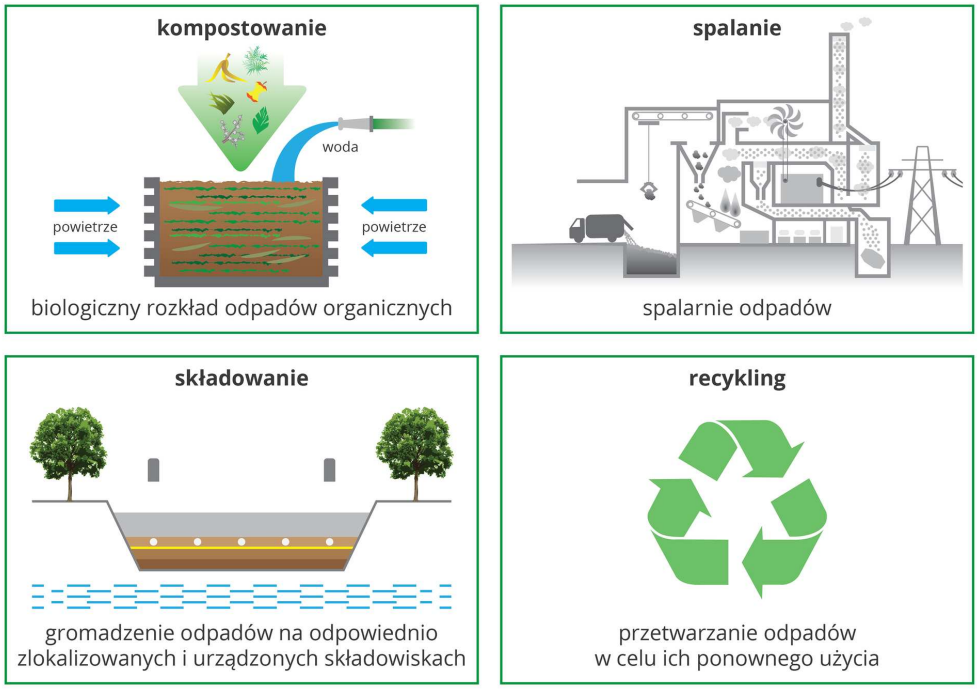
Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

6. Ludzkość i odpady

Z roku na rok zwiększa się ilość i różnorodność odpadów. Wiele z nich stanowi zagrożenie dla ekosystemów i poszczególnych gatunków. Głównym ich źródłem jest przemysł (odpady poprodukcyjne) i gospodarstwa domowe (odpady komunalne). Znaczna część odpadów może być wykorzystywana ponownie. Gospodarcze wykorzystanie odpadów nosi nazwę

utylizacji. Odpady mogą być zagospodarowane w różny sposób. Należy dążyć do ograniczenia ilości wytwarzanych odpadów i jak najefektywniejszego wykorzystywania ich w procesach utylizacji.



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

Zadania

Pamiętam i rozumiem

Polecenie 1

Podaj przykłady dowodów ewolucji, których dostarcza paleontologia i anatomia porównawcza.

Polecenie 2

Wyjaśnij, podając odpowiednie przykłady, czym różni się dobór naturalny od doboru sztucznego.

Polecenie 3

Przedstaw cechy wspólne człowieka i szympansa oraz cechy różniące te dwa gatunki.

Polecenie 4

Przedstaw przyczyny globalnego ocieplenia klimatu.

Polecenie 5

Wymień przykłady odpadów, które określa się jako niebezpieczne, przedstaw zagrożenia, jakie stwarzają one dla środowiska.

Czytam i interpretuję

Polecenie 6

Przeczytaj poniższy tekst i wykonaj polecenia.

Obecnie drzewa rodowe gatunków tworzone są z wykorzystaniem badań DNA, jednak skamieniałości wciąż dostarczają bardzo wielu informacji. Skamieniałe ślady organizmów pozwalają wyobrazić sobie, jak wyglądały gatunki wymarłe. Skamieniałości nie mogą jednak ukazać szczegółów pokrewieństwa tak jednoznacznie jak analiza DNA. Do niedawna genetycy nie mogli uwzględniać w porównaniach gatunków dawno wymarłych, gdyż ich DNA zostało zniszczone. Obecnie jednak pojawiło się nowe narzędzie – metoda sekwencjonowania aminokwasów w białkach wyizolowanych z kości. Pozyskanie takich białek wymaga jednak zniszczenia szczątków. Na podstawie: R. Gore,

1. Podaj przykłady bezpośrednich i pośrednich dowodów ewolucji opisanych w tekście.
2. Wyjaśnij, dlaczego do niedawna genetycy nie mogli badać szczątków szkieletów.
3. Jaką metodę stosuje się obecnie do badań kości? Jaka cecha budowy białek pozwala na zastosowanie tej metody?
4. Na jakie problemy natrafiają naukowcy w związku ze stosowaniem tej metody?

Polecenie 7

Przeczytaj poniższy tekst i wykonaj polecenia.

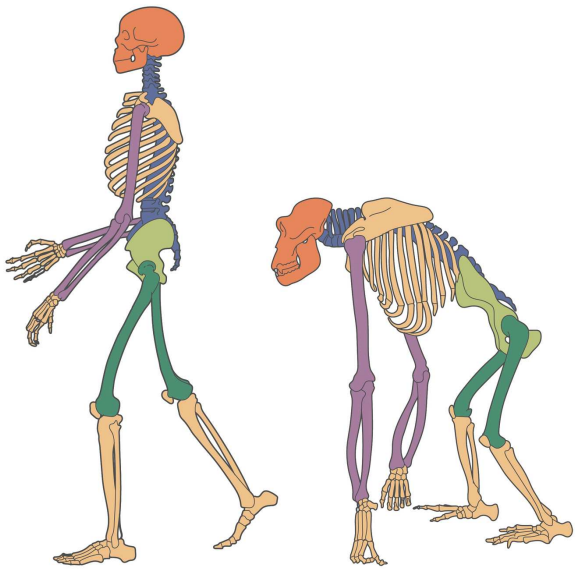
Młode surykatki (ssaki zamieszkujące południową część Afryki, głównie pustynię Kalahari) spędzają beztrosko czas na igraszkach, jedzeniu i spaniu. Jednak ich przyszłość wcale nie jest jasna. Zagrażają im na przykład ulewy zatapiające nory, susze, drapieżniki czy gromady rywalizujących z nimi surykatek z sąsiadujących grup. Z tego powodu tylko jedno młode na cztery dożywa dorosłości. Na podstawie: T. Clutton-Brock, .

1. Ustal, jaki mechanizm ewolucji opisano w tekście.

2. Opisz, jakimi cechami prawdopodobnie charakteryzują się surykatki, które dożyły dorosłości w przeciwieństwie do tych, które wcześniej straciły życie.

Polecenie 8

Przeanalizuj budowę szkieletów człowieka i goryla i wykonaj zadania.



Źródło: Andrzej Bogusz, licencja: CC BY 3.0.

1. Porównaj czaszkę człowieka i goryla. W tym celu zaprojektuj i wypełnij tabelę.

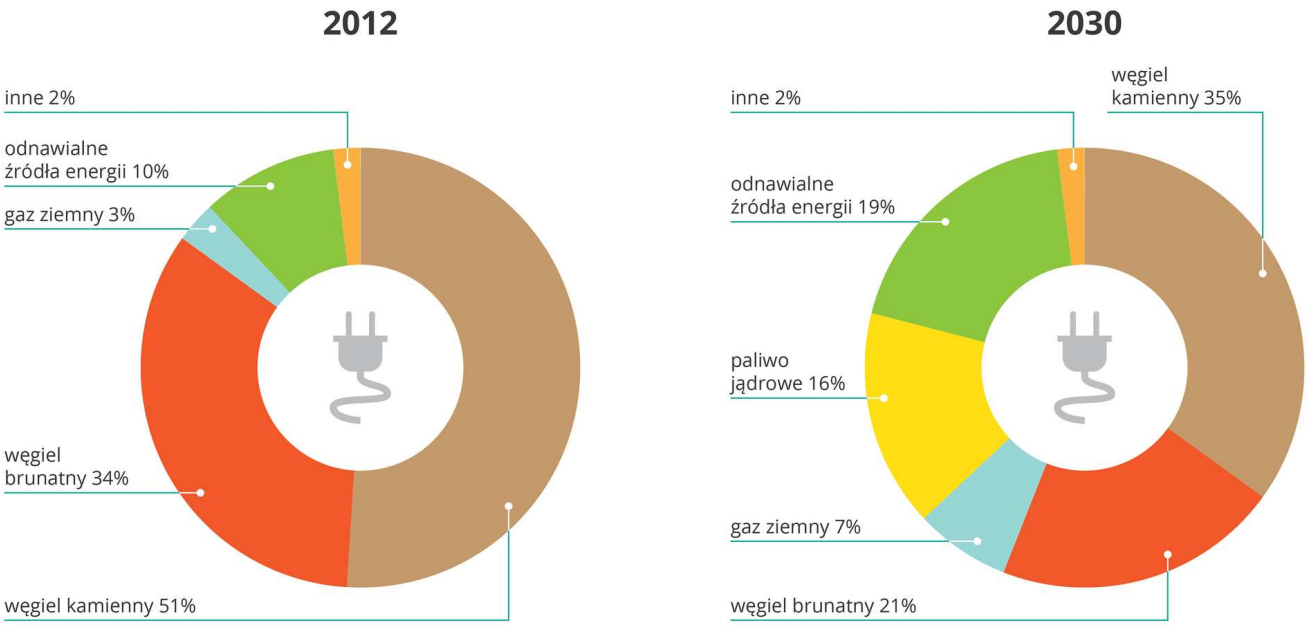
2. Wyjaśnij związek między budową czaszki a wielkością mózgu i sposobem odżywiania się człowieka i goryla.

3. Porównaj długość kończyn przednich goryla i górnych człowieka.

   Przedstaw konsekwencje zaobserwowanych różnic.

Polecenie 9

Zapoznaj się z diagramami i wykonaj zadania.



Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

1. Wskaż surowce, których wykorzystanie będzie w przyszłości malało.

2. Porównaj zakres wykorzystania odnawialnych źródeł energii w roku 2012 i 2030

3. Podaj nazwę surowca, który nie jest obecnie wykorzystywany jako źródło energii elektrycznej w Polsce, ale w przyszłości planuje się pozyskiwanie z niego energii.

4. Wymień główne przyczyny planowanych zmian w strukturze wytwarzania energii elektrycznej w Polsce i na świecie.

5. Wymień surowce, które obecnie w Polsce odgrywają zasadniczą rolę jako źródło energii.

Polecenie 10

Przeczytaj tekst, a następnie wykonaj zadania.

Spalarnie śmieci pozwalają oszczędzić miejsce potrzebne na składowiska, trwale pozbyć się niebezpiecznych odpadów (np. tych ze szpitali czy zakładów chemicznych), a ponadto umożliwiają pozyskiwanie energii. Substancje stałe, które pozostają po spaleniu śmieci, można składować lub poddawać częściowemu recyklingowi, wykorzystując je na przykład do budowy dróg. Dawniej niepokój budziły gazy uwalniane w wyniku spalania, ponieważ zawierały one cząstki stałe, metale ciężkie, dwutlenek węgla, tlenki azotu i chlorowodór, a przede wszystkim dioksyny i furany – związki chemiczne zaliczane do bardzo toksycznych. Obecnie ilość dioksyn produkowanych przez spalarnie nie może przekroczyć 0,1 ng/m^3 (1 ng – jednostka masy równa jednej miliardowej części grama), czyli o wiele mniej, niż znajduje się w dymie uwalnianym z domowych kominów, dymie papierosowym czy spalinach samochodowych. Dzięki zastosowaniu nowoczesnych technologii oczyszczania gazów eliminuje się z ich składu także tlenki azotu. W rezultacie zamiast nich do atmosfery uwalniana jest para wodna i azot. Spalanie substancji organicznych wiąże się nieuchronnie z emisją dwutlenku węgla. Okazuje się jednak, że te same odpady złożone na składowiska wydzielają metan – gaz o wiele groźniejszy ze względu na globalne ocieplenie klimatu niż dwutlenek węgla. Poradzono sobie także z brzydkim zapachem – instalacje w nowych spalarniach są bardziej szczelne. Na podstawie: E. Wieteska

1. Wymień niebezpieczeństwa i niedogodności, które grożą ludziom i środowisku w związku ze spalaniem śmieci w spalarniach starego typu lub gospodarstwach domowych.

2. Wymień trzy korzyści wynikające ze spalania odpadów w nowoczesnych spalarniach.

Rozwiązuję problemy

Polecenie 11

Teoria ewolucji Darwina nie od razu spotkała się z powszechnym uznaniem. Jak sądzisz, co może być tego przyczyną?

Polecenie 12

Skamieniałości stanowią zapis wyglądu organizmów żyjących w minionych epokach. Są również jednym ze źródeł informacji o środowisku i klimacie tych epok. Wyjaśnij, czy jest możliwe odtworzenie pełnego obrazu historii życia na Ziemi tylko na podstawie skamieniałości. Dlaczego tylko niewielka część wymarłych organizmów zachowała się w tej postaci?

Polecenie 13

W połowie ubiegłego wieku, dzięki antybiotykom, medycyna zaczęła odnosić znaczące sukcesy w walce z bakteriami chorobotwórczymi. W związku z tym zrodziło się złudzenie, że dzięki lekom człowiek wkrótce zapanuje nad chorobami zakaźnymi. Kolejne lata pokazały, w jak wielkim byliśmy błędzie. Drobnoustroje nie tylko nie odstąpiły człowieka, lecz w „wyścigu zbrojeń" zaczęły zyskiwać nad nim coraz większą przewagę. Obecnie antybiotyki nie działają na wiele bakterii, które wcześniej zwalczano za ich pomocą.

Wyjaśnij, dlaczego obecnie naukowcy podejmują szereg działań, aby przekonać lekarzy i pacjentów, że antybiotyki należy stosować tylko w szczególnie uzasadnionych przypadkach i w rygorystyczny sposób przestrzegać sposobu ich użycia.

Polecenie 14

Polska jest zaliczana do państw o niewielkich zasobach wodnych. Dowiedz się, jakie jest średnie zużycie wody na jednego mieszkańca w twojej miejscowości i zaproponuj lokalne działania, które mogłyby spowodować ograniczenie jej zużycia.

Polecenie 15

W roku 2007 energię jądrową wytwarzano w 15 krajach Unii Europejskiej w 146 reaktorach, a jej udział w całkowitej podaży energii w Unii wynosił 15%. Energetyka jądrowa budzi ogromne kontrowersje. Nadal trwają spory, czy może zastąpić pozyskiwanie energii z węgla, ropy naftowej i gazu. We Francji elektrownie jądrowe generują ponad 82% całkowitej energii elektrycznej, ale w Finlandii i w Niemczech już tylko około 22%, natomiast w Holandii zaledwie 1,2%.

Wyszukaj w różnych źródłach następujące informacje:

1. jaki jest koszt pozyskania 1 kWh energii w przypadku tradycyjnej energetyki i energetyki jądrowej,
2. jakie zagrożenia są związane z pozyskiwaniem energii z węgla, gazu i ropy naftowej, a jakie zagrożenie niesie energetyka jądrowa,
3. jakimi zasobami uranu i tradycyjnych surowców energetycznych dysponujemy obecnie na świecie.

Na podstawie znalezionych danych zdecyduj, czy popierasz pozyskiwanie energii ze źródeł tradycyjnych, czy z energetyki jądrowej. Uzasadnij swoją decyzję.

Test

Wyświetl i wydrukuj załącznik.

Źródło: Alicja Kasińska, licencja: CC BY 3.0.

Projekt badawczy

Wyświetl i wydrukuj załącznik.

Źródło: Alicja Kasińska, licencja: CC BY 3.0.