

Mikroelementy. Funkcje, źródła i skutki niedoboru

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Grafika interaktywna](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Mikroelementy. Funkcje, źródła i skutki niedoboru

Niedobór żelaza u roślin prowadzi do chlorozy – żółknięcia liści w wyniku zaburzeń wytwarzania chlorofilu.

Źródło: Emma Cooper, Flickr, licencja: CC BY-NC 2.0.

Mikroelementy to pierwiastki śladowe, które są potrzebne wszystkim organizmom, ale w niewielkiej ilości. Choć jest ich dużo, nie wszystkie są jednakowo ważne biologicznie. Występują w tak małych ilościach, że niekiedy trudno stwierdzić ich obecność. Bardziej widoczne – zarówno u roślin, jak i u zwierząt – są objawy braku danego pierwiastka.

Twoje cele

- Wymienisz pierwiastki zaliczane do mikroelementów.
- Scharakteryzujesz rolę mikroelementów w organizmie człowieka.
- Określisz źródła mikroelementów oraz skutki ich niedoboru dla człowieka.
- Wyjaśnisz, jak mikroelementy wpływają na rozwój roślin.

Przeczytaj

Mikroelementy

Mikroelementy to pierwiastki chemiczne, które występują u organizmów roślinnych i zwierzęcych w bardzo małych ilościach (dziennie zapotrzebowanie u ludzi wynosi poniżej 0,1 g). Pomimo [śladowego](#) występowania są one niezbędne do prawidłowego funkcjonowania organizmów.

Zarówno niedobór, jak i nadmiar mikroelementów może prowadzić do wielu negatywnych skutków. Niedobór mikroelementów zaburza m.in. wzrost i rozwój organizmów, natomiast nadmiar – wskutek niewłaściwego wykorzystywania bądź zaburzenia wydalania – staje się [toksyczny](#).

Rola mikroelementów w organizmie człowieka

Najważniejszymi mikroelementami dla człowieka są: żelazo, fluor, miedź, kobalt, cynk oraz jod.

Ponieważ komórki nie potrafią ich same syntezować, pierwiastki te muszą być stale dostarczane do organizmu wraz z pokarmem. Dlatego najlepszym źródłem mikroelementów jest zbilansowana dieta.

Żelazo (Fe)

Żelazo wchodzi w skład czerwonego barwnika – **hemoglobiny** w erytrocytach (która pełni zasadniczą funkcję w transporcie tlenu i dwutlenku węgla we krwi)

i **mioglobiny** w mięśniach (bierze udział w magazynowaniu tlenu w mięśniach czerwonych). Pierwiastek ten jest składnikiem enzymów wielu szlaków metabolicznych. Bierze także udział w syntezie [neuroprzekaźników](#).

Doskonałym źródłem żelaza są przede wszystkim produkty odzwierzęce: ryby, jaja, drób, wątróbka, wołowina i wieprzowina.



Dużo żelaza zawierają orzeszki pistacjowe.
Źródło: Pixabay, domena publiczna.

Fluor (F)

Miedź (Cu)

Kobalt (Co)

Cynk (Zn)

Jod (I)

Przykładowe skutki niedoboru mikroelementów u ludzi

Mikroelementy	Przykładowe skutki niedoboru
Żelazo (Fe)	<ul style="list-style-type: none"> - uczucie zmęczenia - bladość skóry - problemy z oddychaniem
Fluor (F)	<ul style="list-style-type: none"> - rozwój osteoporozy - zwiększone ryzyko złamań kości - niszczenie szkliwa nazębnego (próchnica)
Miedź (Cu)	<ul style="list-style-type: none"> - niedokrwistość - dysfunkcje pracy układów: krwionośnego, nerwowego i odpornościowego
Kobalt (Co)	<ul style="list-style-type: none"> - problemy z krzepliwością krwi - zaburzenia wzrostu - anemia
Cynk (Zn)	<ul style="list-style-type: none"> - choroby skóry - podatność na infekcje wirusowe - brak apetytu
Jod (I)	<ul style="list-style-type: none"> - niedoczynność tarczycy - opóźnienie rozwoju psychicznego i fizycznego (u dzieci)

Najważniejsze mikroelementy u roślin

Do najważniejszych [mikroelementów](#) u roślin zalicza się: żelazo (Fe), miedź (Cu), bor (B), mangan (Mn), molibden (Mo) i cynk (Zn). Wpływają one m.in. na przyswajanie innych składników pokarmowych (np. makroelementów), a także wygląd, kondycję oraz zdrowotność roślin. Nie wszystkie jednak rośliny wykazują jednakowe zapotrzebowanie na każdy z tych pierwiastków. Przykładowo w przypadku roślin ozdobnych szczególnie ważne jest żelazo, które wpływa na kolor liści, zaś u roślin uprawnych duże znaczenie mają pierwiastki warunkujące urodzajne plony, np. mangan, bor i molibden.

Niedobór mikroelementów skutkuje niekorzystnymi zmianami w organizmach roślinnych. Ponieważ poszczególne rośliny mają różne zapotrzebowanie na składniki mineralne, każda z nich wykazuje typowe, charakterystyczne objawy niedoboru danego składnika.

Więcej informacji na temat znaczenia oraz skutków niedoboru mikroelementów u roślin znajdziesz [tutaj](#).

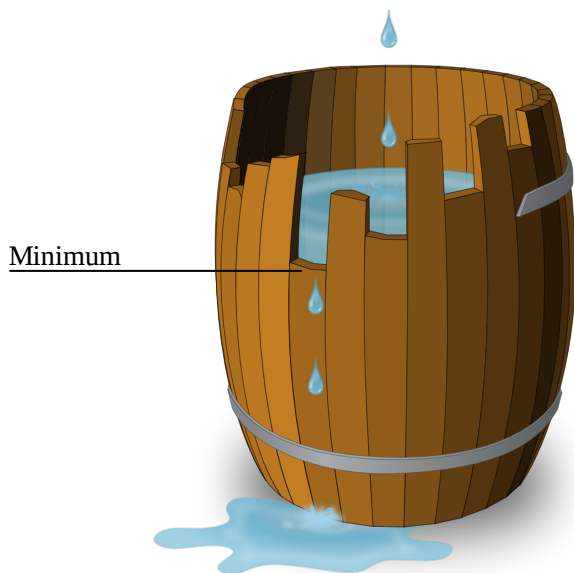


Trzcina cukrowa (*Saccharum officinarum*) z objawami niedoboru żelaza. Na przyswajalność mikroelementów przez rośliny w dużej mierze wpływa odczyn gleby, a także poziom jej zasolenia.

Źródło: Wikimedia Commons, domena publiczna.

Ciekawostka

Organizmy reagują zarówno na niedobór, jak i na nadmiar mikroelementów. Przy zróżnicowanej diecie, bogatej w warzywa i owoce, nie



Tak zwana beczka Liebiga ilustruje następującą zależność: pojemność beczki zależy od tej klepki, która jest najkrótsza. W przypadku organizmów czynnikiem ograniczającym może być pierwiastek, którego jest najmniej lub który nie może zostać pobrany ze środowiska.

Źródło: [wikimedia.org](https://commons.wikimedia.org/), domena publiczna.

grozi nam niedobór mikroelementów. Dlatego suplementacja tych pierwiastków może niekiedy zaszkodzić: nadmiar bywa gorszy, niż niedobór. W nawożeniu roślin ważna jest nie tylko zawartość jakiegoś minerału, ale też jego proporcja do innych. Może się zdarzyć, że wiele pierwiastków będzie w wystarczającej ilości i właściwej proporcji, a nawóz będzie nieskuteczny i roślina nie wykiełkuje lub nie rozwinie się prawidłowo. Ta zależność znana jest jako **prawo minimum Liebiga** – wzrost i rozwój organizmu zależy od tego czynnika, którego jest najmniej.

Pobieranie mikroelementów

Rośliny pobierają mikroelementy najczęściej w postaci jonów: **Fe²⁺** (żelazo), **Cu²⁺** (miedź), **BO₃³⁻** (bor), **Zn²⁺** (cynk), **Mn²⁺** (mangan), **MoO₂²⁻** (molibden) – z gleby, powietrza i wody.

Okazuje się jednak, że (oprócz mikroelementów w postaci jonów czy pierwiastków) formą mikroelementów najłatwiej przyswajaną przez rośliny są [chelaty](#).

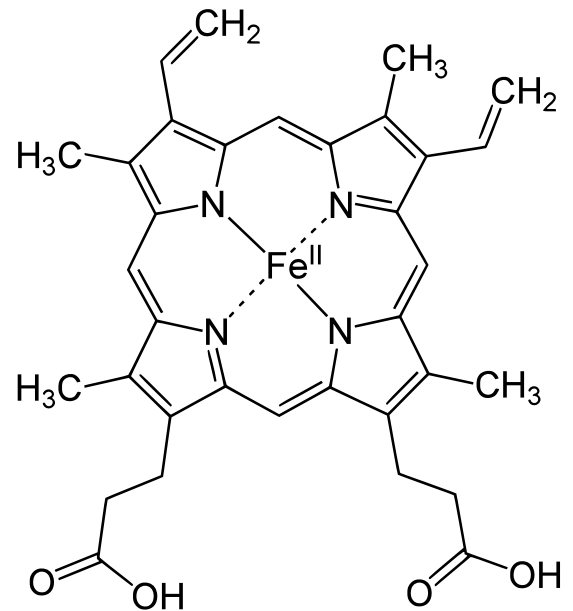
Chelaty – najlepiej przyswajalne formy mikroelementów

Dostępność mikroelementów dla roślin zależy od ich formy chemicznej – najłatwiej pobierane są **chelaty**. Pod nazwą tą kryją się związki, w których jon metalu jest „złapany” przez cząsteczkę organiczną zwaną **chelatorem**. Chelatami są np. chlorofil i hemoglobina. Chelaty są formą łatwo przyswajalną także u ludzi i najlepiej, jeśli są pobierane z pokarmu, a nie sztucznie wytworzone.

Formy chelatowe mikropierwiastków charakteryzują się wysoką rozpuszczalnością, bardzo dobrą dostępnością dla roślin (łatwo przenikają przez błony komórkowe) oraz dużą stabilnością (mikropierwiastki w formie chelatów są dostępne przez długi czas po ich zastosowaniu). Działanie nawozów chelatowych jest szybkie i bardzo skuteczne.

Sposób działania substancji chelatującej: chelator, przyłączony do łańcucha ko-polimeru, wiąże atomy żelaza.

Źródło: Englishsquare.pl sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.



Hemoglobina jest przykładem chelatu.

Źródło: wikimedia.org, domena publiczna.

Słownik

chelator

czynnik chelatujący; związek organiczny, który tworzy z jonem metalu chelat (kompleks chemiczny), inaktywując go w ten sposób

chelaty

związki kompleksowe charakteryzujące się wysoką trwałością; powstają przez połączenie substancji organicznej z pierwiastkiem metalu za pomocą więcej niż jednego wiązania koordynacyjnego

kopolimery

związki złożone z makrocząsteczek organicznych lub (rzadziej) nieorganicznych, w których skład wchodzi co najmniej dwa różne mery (czyli najmniejsze jednostki powtarzalne)

melanina

barwnik (pigment) obecny w tęczówce oka, włosach i skórze właściwej; decyduje o zabarwieniu skóry (karnacji); zabezpiecza głębiej położone komórki skóry przed szkodliwym działaniem promieniowania UV; neutralizuje wolne rodniki tlenowe, niszczące strukturę keratyny

neuroprzekazniki

substancje przekąźnikowe, substancje przekazujące sygnały w układzie nerwowym

pierwiastki śladowe (mikroelementy)

pierwiastki występujące w bardzo małych ilościach w organizmach, niezbędne do ich prawidłowego funkcjonowania (ich poziom nie przekracza 0,01 mg)

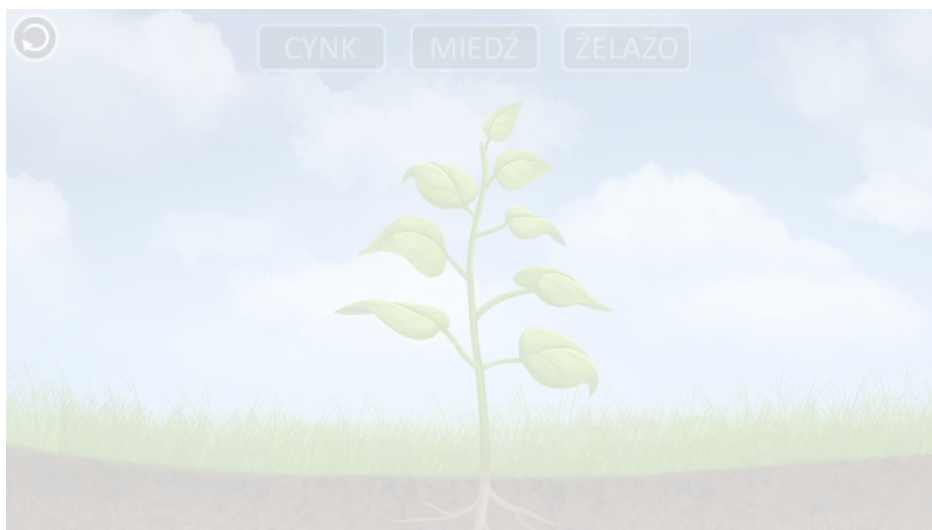
toksyny (trucizny, jady)

substancje pochodzenia roślinnego, zwierzęcego lub bakteryjnego, szkodliwe względem komórek i procesów biologicznych

wolne rodniki

produkty niepełnej redukcji cząsteczki tlenu (O_2), mające niesparowany elektron, bardziej reaktywne niż O_2

Grafika interaktywna



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DoXiYVPrb>

Skutki niedoboru wybranych mikroelementów u roślin.

Źródło: Englishsquare.pl sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Polecenie 1

Przeanalizuj powyższą symulację interaktywną dotyczącą skutków niedoboru cynku, miedzi i żelaza u roślin, a następnie wyjaśnij, czy przedstawiona roślina w przypadku deficytu cynku, ale dużej ilości żelaza i miedzi będzie się prawidłowo rozwijać.

Polecenie 2

Wymień, jakie znasz skutki niedoboru mikroelementów u roślin (inne niż przedstawione na powyższej symulacji).

Polecenie 3

W dostępnych ci źródłach wiedzy naukowej znajdź badania związane z mikroelementami. Zaprojektuj doświadczenie, które dzięki hodowli hydroponicznej (uprawie roślin w pojemnikach wypełnionych wodną pożywką zamiast w glebie) pozwoli na zbadanie wpływu nadmiaru lub niedoboru różnych mikropierwiastków na rozwój wybranej rośliny.

Pamiętaj o:

- ustaleniu problemu badawczego;
- postawieniu hipotezy;
- zaplanowaniu przebiegu doświadczenia;
- zapisaniu wyników;
- wyciągnięciu wniosków.

Planując doświadczenie, pomyśl, jaki sprzęt będzie ci potrzebny i jak długo będziesz prowadzić obserwacje.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Zastanów się, czy osobom stosującym określone diety, np. wegańską lub lekkostrawną, grożą niedobory mikroelementów?

Uzupełnij tekst, zaznaczając prawidłowe sformułowania.

TakNie, ponieważ różne pokarmy zawierają mikroelementy w takich samychróżnych ilościach. Brak zróżnicowania spożywanych pokarmów nie możemoże skutkować niedoborami mikroelementów.

Ćwiczenie 2



Źródło: Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 3



Zaznacz wszystkie poprawne stwierdzenia dotyczące suplementacji mikroelementów.

- Nadmiar mikroelementów może wywołać objawy zatrucia.
- Przy diecie bogatej w warzywa i owoce jesteśmy narażeni na niedobór mikroelementów.
- Każdy powinien stosować suplementację, by zapobiegać występowaniu objawów chorobowych.
- W wieloskładnikowych preparatach jedne składniki mogą utrudniać, lub uniemożliwiać, wykorzystanie innych składników.

Ćwiczenie 4



Roślina uprawna	Mangan	Miedź	Cynk	Bor	Żelazo
pszenica	++	++	+++	+	+
żyto	+	+	+	++	+
burak	+++	++	++	+++	+
owies	+++	++	+++	+	+

Na podstawie tabeli określ, która z wymienionych roślin uprawnych wymaga dobrego, wieloskładnikowego nawozu, a która jest najbardziej odporna na błędy w nawożeniu (im więcej znaków „+”, tym większa wrażliwość na niedobór danego pierwiastka).

Uporządkuj rośliny według malejącego stopnia wrażliwości na niedobór mikropierwiastków.

Ćwiczenie 5



Oceń, czy podane niżej twierdzenia są prawdziwe czy fałszywe.

Stwierdzenie	Prawda	Fałsz
Żelazo wchodzi w skład czerwonego barwnika – hemoglobiny w erytrocytach i mioglobiny w mięśniach.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dzienne zapotrzebowanie na mikropierwiastki u ludzi wynosi powyżej 0,1 g.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Niedobór cynku objawia się m.in. chorobami skóry, brakiem apetytu oraz podatnością na infekcje wirusowe.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Do najważniejszych mikroelementów dla człowieka należą: żelazo, fluor, chlor, azot, fosfor oraz jod.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ćwiczenie 6



Rozwiąż krzyżówkę. Odszukaj w części „Przeczytaj” objaśnienie hasła.

1. Zbiornik ilustrujący prawo minimum.
2. Tyroksyna (T_4) i trójjodotyronina (T_3) to (...) tarczycy.
3. Dzięki temu pierwiastkowi lepiej się opalamy.
4. Ważny pierwiastek dla kości i zębów.
5. Pierwiastek, który bierze udział w transporcie i przechowywaniu tlenu.
6. Pierwiastek znajdujący się w witaminie B_{12} .
7. Pierwiastek, który wchodzi w skład „palców cynkowych” (struktur białkowych odpowiedzialnych za wiązanie DNA).

1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													

Informacja do ćwiczeń 7 i 8

Analizę włosów przeprowadza się po to, by sprawdzić poziom pierwiastków w organizmie badanej osoby. Metoda nie jest dokładna (stan włosów nie musi odzwierciedlać stanu organizmu), ale często stosowana. Poniżej przedstawiono wybrane wyniki badania włosów pewnej 30-letniej pacjentki.

Ćwiczenie 7



Ćwiczenie 8



Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan

Przedmiot: biologia

Temat: Mikroelementy. Funkcje, źródła i skutki niedoboru

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

Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

I. Chemizm życia.

1. Składniki nieorganiczne. Uczeń:

2) przedstawia znaczenie biologiczne wybranych mikroelementów (Fe, J, Cu, Co, F);

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

I. Chemizm życia.

1. Składniki nieorganiczne. Uczeń:

2) przedstawia znaczenie biologiczne wybranych mikroelementów (Fe, J, Cu, Co, F);

Kształtowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje obywatelskie;
- kompetencje cyfrowe;
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się;
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii.

Cele operacyjne (językiem ucznia):

- Wymienisz pierwiastki zaliczane do mikroelementów.
- Scharakteryzujesz rolę mikroelementów w organizmie człowieka.
- Określisz źródła mikroelementów oraz skutki ich niedoboru dla człowieka.
- Wyjaśnisz, jak mikroelementy wpływają na rozwój roślin.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- odwrócona klasa;
- z użyciem komputera;
- ćwiczenia interaktywne;
- rozmowa kierowana;
- symulacja;
- prezentacja;
- gra dydaktyczna;
- eksperyment.

Formy pracy:

- praca indywidualna;
- praca w parach;
- praca całego zespołu klasowego.

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami, słuchawkami i dostępem do internetu;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica, pisak/kreda.

Przed lekcją:

1. Uczniowie zapoznają się z treścią w sekcji „Przeczytaj”.
2. Chętni uczniowie ok. 10 dni przed lekcją przygotowują hodowlę hydroponiczną według instrukcji (zob. materiały pomocnicze). Mają za zadanie zaprezentować na zajęciach, jak mikroelementy zawarte w użytym nawozie wpływają na rozwój roślin.

Przebieg lekcji

Faza wstępna:

1. Nauczyciel wyświetla na tablicy temat lekcji oraz cele zajęć, omawiając lub ustalając razem z uczniami kryteria sukcesu.
2. **Wprowadzenie do tematu.** Nauczyciel prowadzi pogadankę, zadając pytania:
 - Czym różnią mikroelementy od makroelementów?
 - W jaki sposób uzupełniany jest poziom mikroelementów w organizmie człowieka?

Faza realizacyjna:

1. **Prezentacje uczniów.** Część właściwa lekcji zaczyna się od prezentacji efektów pracy w domu wybranych osób. Uczniowie demonstrują swoją hodowlę

hydroponiczną oraz przedstawiają swoje obserwacje na temat wpływu nawozu na rośliny, odnosząc się do różnic u roślin w każdym ze słoików: między próbą badawczą i próbą kontrolną (różnice mogą dotyczyć np. koloru liści, długości i koloru korzeni, gęstości korzeni, przebarwień liści, pokroju roślin). Podają skład mineralny użytego nawozu i przedstawiają funkcje każdego z mikroelementów (prezentujący mogą również wykorzystać symulację interaktywną zawartą w e-materiale). Nauczyciel w razie potrzeby zadaje pytania prezentującym i uzupełnia informacje. Następnie prosi wszystkich uczniów, by w parach sformułowali problem badawczy, hipotezę i wniosek do przedstawionego doświadczenia (zob. materiały pomocnicze – zał. 2). W razie potrzeby naprowadza ich na prawidłowe odpowiedzi.

- 2. Praca z symulacją interaktywną pt. „Skutki niedoboru wybranych mikropierwiastków u roślin”.** Nauczyciel wyświetla symulację interaktywną i wspólnie z uczniami dokonuje jej analizy. Prosi podopiecznych, by pracując w parach, sformułowali wyjaśnienie, czy przedstawiona roślina w przypadku deficytu cynku, ale dużej ilości żelaza i miedzi będzie się prawidłowo rozwijać. Następnie uczniowie konsultują swoje rozwiązania z inną, najbliższą siedzącą parą.
- 3. Praca w parach z treścią e-materiału.** Uczniowie na podstawie przeczytanego tekstu oraz własnej wiedzy układają dla innych par pytania do quizu na temat funkcji mikroelementów w ludzkim organizmie oraz objawów niedoborów u człowieka. Nauczyciel wraz z uczniami określa zasady rywalizacji i punktowania dobrych odpowiedzi (np. gra na czas lub na liczbę poprawnych odpowiedzi). Przeprowadzenie gry w klasie. Nauczyciel lub wybrany uczeń dba o prawidłowy przebieg quizu zgodnie z wcześniejszymi ustaleniami. Nauczyciel ogłasza zwycięską parę.
- 4. Utrwalenie wiedzy i umiejętności.** Uczniowie w parach wykonują ćwiczenie nr 7 (polegające na podaniu prawdopodobnej przyczyny niskiego poziomu żelaza u pacjentki na podstawie wyników badania jej włosów) oraz ćwiczenie nr 8 (polegające na określeniu zaleceń dietetycznych dla tej pacjentki) z sekcji „Sprawdź się”. Następnie porównują swoje odpowiedzi z najbliższymi siedzącymi sąsiadami. Nauczyciel w razie trudności naprowadza podopiecznych na właściwe rozwiązania lub wyjaśnia wątpliwości.

Faza podsumowująca:

1. Uczniowie indywidualnie rozwiązują krzyżówkę (ćwiczenie nr 6).
2. Nauczyciel wyświetla temat lekcji i cele zawarte w sekcji „Wprowadzenie”, podsumowuje omawiany na lekcji materiał, wyjaśnia wątpliwości uczniów.

Praca domowa:

1. Wykonaj ćwiczenia od 1 do 5 z sekcji „Sprawdź się”.

Materiały pomocnicze:

- Jane B. Reece i in., „Biologia Campbella”, tłum. K. Stobrawa i in., Dom Wydawniczy REBIS, Poznań 2021.

Załącznik 1. Instrukcja założenia hodowli hydroponicznej.

Plik o rozmiarze 110.18 KB w języku polskim

Załącznik 2. Materiały dla nauczyciela.

Plik o rozmiarze 101.27 KB w języku polskim

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania symulacji interaktywnej:

- Nauczyciel może wykorzystać symulację interaktywną na lekcji „Nieorganiczne składniki pokarmowe i ich znaczenie dla roślin – doświadczenie”.
- Symulację interaktywną można także wykorzystać na zajęciach poświęconych obiegom pierwiastków (cykle biogeochemiczne) lub wpływowi człowieka na środowisko.