



## Bakterie glebowe a odżywanie mineralne roślin

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Film
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela



## Bakterie glebowe a odżywianie mineralne roślin

Bakterie glebowe uczestniczą w mineralnym odżywianiu roślin, dokonując przemian chemicznych związków organicznych i nieorganicznych. Dzięki temu pierwiastki mineralne przybierają formę jonową, przyswajalną dla roślin.

Źródło: Pixabay, domena publiczna.

Odżywianie mineralne roślin to procesy pobierania ze środowiska zewnętrznego składników pokarmowych w postaci pierwiastków mineralnych i prostych związków nieorganicznych, które korzystnie wpływają na wzrost i rozwój roślin. Dostęp do tych składników pokarmowych jest ograniczony, ponieważ są one stopniowo pobierane z wody, gleby i powietrza, a następnie wykorzystywane do syntezy związków organicznych budujących organizmy roślin. Zatem pula dostępnych pierwiastków mineralnych i prostych związków nieorganicznych stale się zmniejsza. Jednak zdolności metaboliczne bakterii glebowych przeciwdziałają temu zjawisku. Możliwość rozkładu martwej materii organicznej oraz przekształcania związków chemicznych przez bakterie glebowe sprawia, że w środowisku powstają przyswajalne formy pierwiastków mineralnych, które mogą zostać ponownie wykorzystane przez rośliny.

### Twoje cele

- Przedstawisz znaczenie bakterii glebowych w mineralnym odżywianiu roślin.
- Wykażesz związek między aktywnością metaboliczną komórek bakterii a przekształceniami związków organicznych i nieorganicznych w przyswajalne formy pierwiastków mineralnych.
- Omówisz udział bakterii azotowych w przemianach azotu i jego udostępnianiu roślinom.

- Scharakteryzujesz zależność mutualistyczną między bakteriami brodawkowymi a korzeniami roślin motylkowych.
- Omówisz udział bakterii siarkowych w przemianach siarki i jej udostępnianiu roślinom.
- Omówisz udział bakterii fosforowych w przemianach fosforu i jego udostępnianiu roślinom.

# Przeczytaj

---

Gleba to element [ekosystemów](#) lądowych, uczestniczący w odżywianiu mineralnym roślin. Składa się z dwóch części: nieorganicznej i organicznej. Część nieorganiczna gleby składa się z produktów fizycznego i chemicznego rozpadu skał macierzystych, w wyniku którego tworzą się mineralne cząstki glebowe. Część organiczna gleby składa się ze szczątków roślinnych i zwierzęcych oraz [humusu glebowego](#). Składniki mineralne i organiczne gleby tworzą **kompleksy sorpcyjne**, które w odpowiednich warunkach są dostarczane do korzeni roślin.

## Edafon – organizmy glebowe

Edafon to grupa organizmów występujących w powierzchniowych warstwach gleby. Zalicza się do nich: bakterie, protisty, grzyby, nicienie, pierścienice, wiję, pajęczaki i larwy owadów. Organizmy glebowe uczestniczą w procesach glebotwórczych, odpowiadając za właściwości fizyczne i chemiczne gleby oraz żyzność.

## Znaczenie bakterii glebowych

Bakterie stanowią najliczniejszą grupę organizmów glebowych – szacuje się, że 1 gram świeżej gleby zawiera ok. miliarda komórek bakterii. Organizmy te prowadzą procesy [humifikacji](#) i [mineralizacji](#) martwej materii organicznej, w wyniku których dochodzi do uwolnienia pierwiastków mineralnych dotychczas wbudowanych w związki organiczne. Część pierwiastków mineralnych przy udziale bakterii glebowych zostaje przekształcona do form przyswajalnych, które mogą być pobierane i wykorzystywane do budowy związków chemicznych i struktur własnych organizmu roślinnego. Procesy rozkładu przeprowadzane przez bakterie przyczyniają się do oczyszczania gleb

z jonów metali ciężkich i [pestycydów](#), co poprawia właściwości gleby i wspomaga efektywne pobieranie pierwiastków mineralnych niezbędnych do wzrostu i rozwoju roślin. Ponadto część bakterii glebowych wchodzi w związki [mutualistyczne](#) z korzeniami roślin – zależność taką nazywa się **bakterioryzą**.

Źródło: N/A, domena publiczna.

## Udział bakterii glebowych w udostępnianiu roślinom pierwiastków mineralnych

Bakterie glebowe rozkładają [martwą materię organiczną](#), dzięki czemu uwalniają do gleby pierwiastki mineralne niezbędne do prawidłowego rozwoju roślin. Podczas procesów humifikacji i mineralizacji do gleby wydzielane są również znaczne ilości kwasów, które rozkładają związki mineralne budujące część nieorganiczną gleby. Przyjmuje się, że procesy metaboliczne bakterii glebowych mają największe znaczenie dla obiegu azotu, siarki i fosforu w przyrodzie.

## Przemiany azotu w glebie

Rośliny przyswajają azot w formie jonów: amonowych –  $\text{NH}_4^+$ , azotanowych(V) –  $\text{NO}_3^-$  oraz w bardzo niewielkiej ilości jonów azotanowych(III) –  $\text{NO}_2^-$ . Pierwiastek ten występuje w glebie w postaci jonów, pochodzących z wietrzenia skał macierzystych lub będących produktem działania bakterii glebowych, oraz w powietrzu, gdzie ma postać cząsteczkową –  $\text{N}_2$ .

Bakterie azotowe przeprowadzają mineralizację związków organicznych do prostych związków nieorganicznych. Jednym z produktów rozkładu jest amoniak –  $\text{NH}_3$ , który rozpuszcza się w roztworze glebowym i przybiera postać jonów amonowych –  $\text{NH}_4^+$ . Proces rozkładu szczątków organizmów roślinnych i zwierzęcych, w wyniku którego

dochodzi do uwolnienia azotu w formie amoniaku lub jonów amonowych, nazywa się **amonifikacją**. Część tych jonów amonowych jest pobierana przez rośliny, jednak znacznie większa część ulega **nitryfikacji**, czyli utlenieniu do azotanów(III) i azotanów(V).

Źródło: Asw-hamburg, Professor William Hickey, Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 2.0.

Azotany mogą być następnie rozkładane do azotu cząsteczkowego przez bakterie denitryfikacyjne (m. in. z rodzaju *Pseudomonas*) w trakcie oddychania beztlenowego.

Bakterie azotowe natomiast są zdolne do wiązania azotu cząsteczkowego i jego redukcji do amoniaku. Proces ten przeprowadzają wolno żyjące [bakterie tlenowe](#) z rodzaju *Azotobacter*, [bakterie beztlenowe](#) z rodzaju *Clostridium* oraz [bakterie symbiotyczne](#) z rodzaju *Rhizobium*. Do bakterii azotowych należą również niektóre sinice, które przeprowadzają asymilację azotu w wyspecjalizowanych komórkach. Komórki te nie przeprowadzają fotosyntezy, dzięki czemu nie powstaje w nich tlen, który uniemożliwiłby działanie [nitrogenazy](#).



Bakterie z rodzaju *Rhizobium* wchodzi w zależność symbiotyczną (mutualistyczną) z roślinami motylkowymi, które na powierzchni korzeni tworzą brodawki korzeniowe. Wewnątrz brodawek korzeniowych panują warunki beztlenowe, odpowiednie dla aktywności nitrogenazy – enzymu, który katalizuje reakcję redukcji azotu cząsteczkowego do amoniaku. Część wyprodukowanego amoniaku bakterie zużywają na własne potrzeby metaboliczne, a część przekazują roślinom, które

w zamian dostarczają heterotroficznym komórkom bakterii węglowodany powstałe w czasie fotosyntezy.

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

## Przemiany siarki w glebie

Rośliny przyswajają siarkę w formie jonów siarczanowych(VI) –  $\text{SO}_4^{2-}$ . Pierwiastek ten występuje w glebie, gdzie wchodzi w skład związków organicznych tworzących martwą materię.

Bakterie siarkowe przeprowadzają mineralizację związków organicznych do prostych związków nieorganicznych. Jednym z produktów rozkładu jest siarkowodór –  $\text{H}_2\text{S}$ . Bakterie siarkowe utleniają siarkowodór do siarki pierwiastkowej lub do kwasu siarkowego(VI), dzięki czemu toksyczny związek zostaje usunięty ze środowiska i jednocześnie na skutek dysocjacji kwasu w roztworze glebowym możliwe jest powstanie jonów siarczanowych(VI), dostępnych dla roślin.

Źródło: Brittany.n.king, Tashiror, MicrobeWiki, tylko do użytku edukacyjnego.

## Przemiany fosforu w glebie

Rośliny przyswajają fosfor w formie jonów wodorofosforanowych –  $\text{HPO}_4^{2-}$ . Pierwiastek ten występuje w glebie, gdzie wchodzi w skład: związków organicznych tworzących martwą materię oraz związków nieorganicznych budujących skałę macierzystą i nierozpuszczalne w wodzie sole fosforanowe.

Bakterie fosforowe wydzielają do gleby enzymy – fosfatazy i fitazy, które przeprowadzają hydrolizę i mineralizację związków organicznych. Aktywność enzymatyczna bakterii prowadzi do przekształcenia fosforu organicznego w fosfor

nieorganiczny, który w formie jonowej jest przyswajalny dla roślin. Ponadto bakterie fosforowe wydzielają do gleby różnego rodzaju kwasy, będące produktami przemian metabolicznych. Obecność kwasów obniża pH roztworu glebowego i prowadzi do rozpuszczenia trudno dostępnych form fosforu nieorganicznego – soli fosforanowych, które zostają przekształcone do form przyswajalnych przez rośliny.

Źródło: Mknorris2301, Osmoregulator, Wikimedia Commons, MicrobeWiki, tylko do użytku edukacyjnego.

## Słownik

### **bakterie beztlenowe**

organizmy żyjące w środowisku beztlenowym lub w obecności znikomych ilości tlenu, korzystające z energii uwolnionej w procesach beztlenowego oddychania wewnątrzkomórkowego lub na drodze fermentacji

### **bakterie symbiotyczne**

organizmy wchodzące w zależności mutualistyczne (symbiotyczne) z innymi organizmami, np. bakterie brodawkowe (korzenie roślin motylkowych) lub bakterie jelitowe (przewód pokarmowy zwierząt)

### **bakterie tlenowe**

organizmy żyjące w środowisku zawierającym tlen atmosferyczny i korzystające z energii uwalnianej w procesach tlenowego oddychania wewnątrzkomórkowego

### **ekosystem**

(gr. *oikos* – mieszkanie, gospodarstwo, środowisko; *sýstēma* – zestawienie, połączenie) złożony układ ekologiczny charakterystyczny dla określonego typu środowiska zasiedlonego przez właściwy mu zespół organizmów żywych; równowaga funkcjonowania tego układu oparta jest na szeregu czynników wynikających ze wzajemnego oddziaływania na siebie organizmów żywych (czynniki biotyczne) oraz z interakcji zachodzących między organizmami a fizykochemicznymi, nieożywionymi czynnikami środowiska (czynniki abiotyczne)

## **humifikacja**

procesy rozkładu martwej materii organicznej, w wyniku której powstają organiczne związki humusowe o skomplikowanym składzie chemicznym współtworzące humus glebowy

## **humus glebowy**

inaczej próchnica glebowa; bezpostaciowe produkty humifikacji martwej materii organicznej decydujące o stopniu żyzności gleby

## **martwa materia organiczna**

inaczej detrytus; szczątki obumarłych roślin i zwierząt oraz odchody w różnym stopniu rozdrobnienia, znajdujące się na powierzchni gleby i na dnie zbiorników wodnych

## **mineralizacja**

procesy rozkładu martwej materii organicznej do związków nieorganicznych, takich jak:  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , zachodzące równocześnie z humifikacją

## **mutualizm**

(łac. *mutuus* – wzajemny) oddziaływanie pomiędzy dwoma organizmami należącymi do różnych gatunków, z których oba odnoszą korzyści; wyróżnia się mutualizm: obligatoryjny (symbiozę) i fakultatywny (protokooperację)

## **nitrogenaza**

enzym przeprowadzający asymilację azotu

## **pestycydy**

syntetyczne lub naturalne substancje chemiczne służące do ochrony roślin uprawnych, lasów, zbiorników wodnych, zwierząt, żywności, pomieszczeń mieszkalnych i użytkowych przed wpływem organizmów niepożądanych i szkodliwych



# Film

---



Film dostępny pod adresem </preview/resource/RXfNfzHALbRrf>

Bakterie glebowe a odżywanie mineralne roślin.

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

Film pod tytułem: Bakterie glebowe a odżywanie mineralne roślin.

---

## Polecenie 1




Zapoznaj się z filmem, a następnie opisz, czym są humifikacja oraz mineralizacja.

## Polecenie 2

Wyjaśnij, jaką rolę odgrywają wymienione w filmie grupy bakterii w obiegu azotu.

# Sprawdź się

---

Pokaż ćwiczenia:   

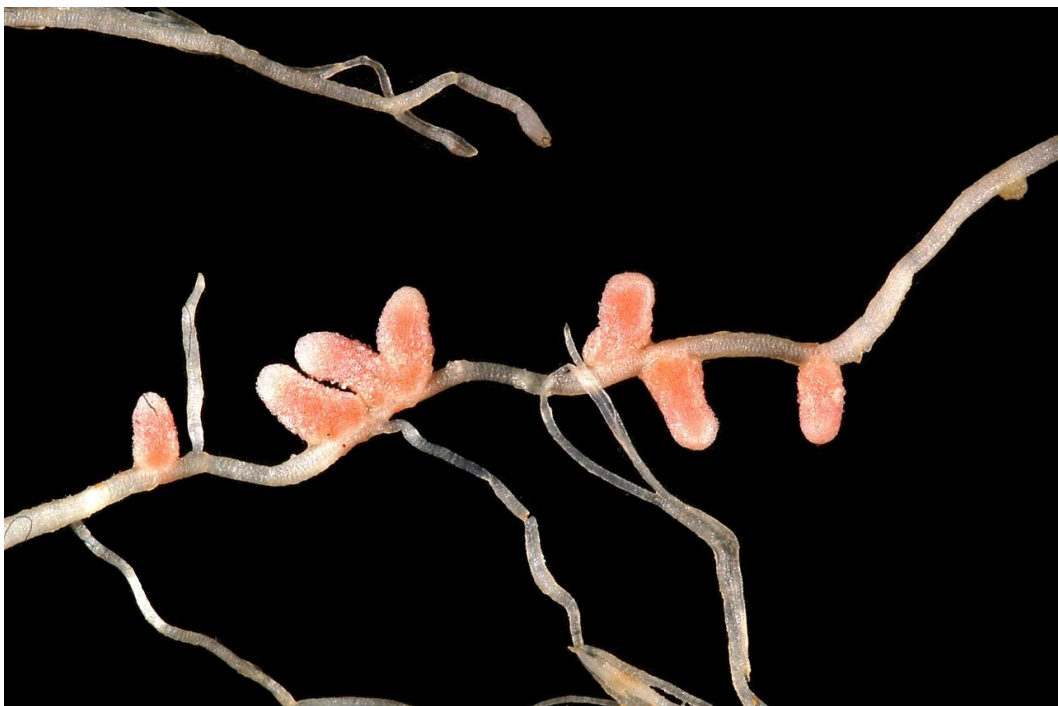
Ćwiczenie 1



Ćwiczenie 2



Ćwiczenie 3



Korzenie rośliny motylkowej z rodzaju lucerna (*Medicago*).

Źródło: Ninjatacoshell, licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 4



Ćwiczenie 5



Ćwiczenie 6



Ćwiczenie 7





# Dla nauczyciela

---

**Autor:** Gabriela Cieniuch, Anna Juwan

**Przedmiot:** biologia

**Temat:** Bakterie glebowe a odżywanie mineralne roślin

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

**Podstawa programowa:**

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

IX. Różnorodność roślin.

4. Odżywanie się roślin. Uczeń:

6) przedstawia udział innych organizmów (bakterie glebowe i symbiotyczne, grzyby) w pozyskiwaniu pokarmu przez rośliny.

**Kształtowane kompetencje kluczowe:**

- 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):**

- Przedstawisz znaczenie bakterii glebowych w mineralnym odżywianiu roślin.
- Wykażesz związek między aktywnością metaboliczną komórek bakterii a przekształceniami związków organicznych i nieorganicznych w przyswajalne formy pierwiastków mineralnych.
- Omówisz udział bakterii azotowych w przemianach azotu i jego udostępnianiu roślinom.
- Scharakteryzujesz zależność mutualistyczną między bakteriami brodawkowymi a korzeniami roślin motylkowych.
- Omówisz udział bakterii siarkowych w przemianach siarki i jej udostępnianiu roślinom.
- Omówisz udział bakterii fosforowych w przemianach fosforu i jego udostępnianiu roślinom.

**Strategie nauczania:**

- konstruktywizm;
- konektywizm.

### **Metody i techniki nauczania:**

- z użyciem komputera;
- rozmowa kierowana;
- ćwiczenia interaktywne;
- praca z filmem;
- grupy ekspertów;
- mapa myśli.

### **Formy pracy:**

- praca indywidualna;
- praca w grupach;
- 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. Nauczyciel prosi uczniów o zapoznanie się z medium w sekcji „Film” i wykonanie do niego poleceń.

### **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 zadaje pytania:
  - Czy bakterie biorą udział w obiegu pierwiastków w przyrodzie? Jeżeli tak, to jakie to bakterie?
  - Jakie pierwiastki mają znaczenie dla wzrostu roślin?
  - Jakie znaczenie mają bakterie glebowe?Nauczyciel przypomina wraz z uczniami zagadnienia związane z obiegiem pierwiastków w przyrodzie.  
Następnie nauczyciel sprawdza poprawność wykonania poleceń do filmu.

#### **Faza realizacyjna:**

1. **Praca z tekstem.** Nauczyciel prosi uczniów o zapoznanie się z tekstem w sekcji „Przeczytaj” e-materiału. Po upływie wyznaczonego czasu prosi chętnych uczniów o wynotowanie na tablicy funkcji, jakie pełnią bakterie glebowe.
2. **Praca w grupach z treścią e-materiału.** Nauczyciel dzieli klasę na trzy grupy. Każda z grup opracowuje jedno zagadnienie na podstawie informacji zawartych w e-materiale.

Grupa 1 – rysuje schemat obrazujący udział bakterii azotowych w udostępnianiu azotu roślinom.

Grupa 2 – rysuje schemat obrazujący udział bakterii siarkowych w udostępnianiu siarki roślinom.

Grupa 3 – rysuje schemat obrazujący udział bakterii fosforowych w udostępnianiu fosforu roślinom.

Po opracowaniu zagadnień przez każdą z grup nauczyciel miesza uczniów tak, aby w każdym z nowych zespołów było przynajmniej dwóch przedstawicieli ze starej grupy. Każdy z uczniów przedstawia kolegom partię materiału, którą opracował wcześniej (uczenie się przez nauczanie innych).

Nauczyciel prosi o wypisanie na małych kartkach pojęć, jakie uczniowie zapamiętali na dany temat. Grupy porządkują kartki w zbiory, wyszukując połączenia pomiędzy zapisanymi pojęciami. Grupy przyklejają kartki na arkuszu papieru A1, łączą strzałkami, rysują linie i dopisują nowe hasła, tworząc mapę myśli.

Przedstawiciele grup omawiają swoje mapy myśli. Nauczyciel weryfikuje informacje, w razie potrzeby uzupełnia.
3. **Utrwalenie wiedzy i umiejętności.** Uczniowie samodzielnie wykonują ćwiczenie nr 7 („Wykaż związek między zdolnością bakterii glebowych do mineralizacji związków chemicznych a zwiększeniem puli pierwiastków mineralnych dostępnych dla roślin”) z sekcji „Sprawdź się”. Następnie w 4-osobowych grupach omawiają prawidłowe rozwiązanie. Po upływie wyznaczonego czasu wskazany przez nauczyciela przedstawiciel grupy prezentuje odpowiedź wraz z jej uzasadnieniem. Klasa ustosunkowuje się do niej. Nauczyciel udziela uczniom informacji zwrotnej.

#### **Faza podsumowująca:**

1. Nauczyciel prosi uczniów o rozwinięcie zdań: „Dziś nauczyłem/nauczyłam się...”, „Zrozumiałem/zrozumiałam, że...”, „Zaskoczyło mnie...”, „Dowiedziałem/dowiedziałam się...”.
2. Nauczyciel wyświetla treści zawarte w sekcji „Wprowadzenie” i na ich podstawie dokonuje podsumowania najważniejszych informacji przedstawionych na lekcji. Wyjaśnia także wątpliwości uczniów.

#### **Praca domowa:**

1. Wykonaj ćwiczenia od 1 do 6 oraz 8 z sekcji „Sprawdź się”.

**Materiały pomocnicze:**

- Jane B. Reece i in., „Biologia Campbella”, tłum. K. Stobrawa i in., Dom Wydawniczy REBIS, Poznań 2021.
- „Encyklopedia szkolna. Biologia”, red. Marta Stęplewska, Robert Mitoraj, Wydawnictwo Zielona Sowa, Kraków 2006.
- Mieczysław K. Błaszczak, „Mikrobiologia środowisk”, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2014.

**Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania filmu:**

- Film można wykorzystać jako materiał służący powtórzeniu i utrwaleniu wiedzy uczniów.