

## Przebieg i znaczenie chemosyntezy

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Film samouczek](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



## Przebieg i znaczenie chemosyntezy

Żyzna gleba stanowi podstawę gospodarki rolnej. Za dobre użyznienie gleby odpowiada proces chemosyntezy, czyli przekształcenie lotnego amoniaku w nielotne azotany.

Źródło: Brian Boucheron, flickr.com, licencja: CC BY-SA 2.0.

Proces chemosyntezy polega na produkcji związków organicznych z dwutlenku węgla i wody, z udziałem energii chemicznej. Energia ta pochodzi z utleniania substancji nieorganicznych, które prowadzą organizmy zwane chemoautotrofami. Czy wiesz, że proces chemosyntezy jest pierwszym sposobem odżywiania samożywczego, jaki powstał w trakcie ewolucji? Obecnie wszystkie znane chemoautotrofy to bakterie, występujące na przykład w głębinach oceanicznych, kominach hydrotermalnych czy źródłach siarkowych.

### Twoje cele

- Wyjaśnisz, na czym polega chemosynteza.
- Sklasyfikujesz różne rodzaje bakterii chemosyntetyzujących.
- Podasz przykłady ekosystemów, w których chemosynteza występuje.

# Przeczytaj

---

**Chemosynteza** polega na produkcji cukrów z udziałem energii pochodzącej z utleniania związków nieorganicznych lub metanu. Proces ten zwany jest też chemoautotrofią i przeprowadzany wyłącznie przez **organizmy prokariotyczne**.

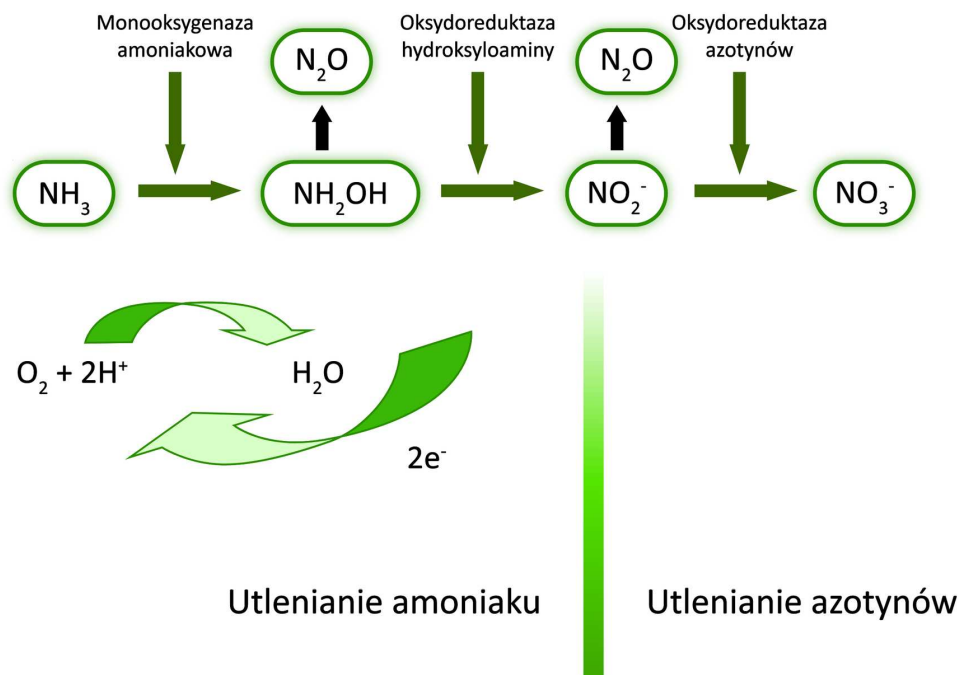
W przebiegu chemosyntezy wyróżniamy dwa etapy. W pierwszym z nich dochodzi do utlenienia związku chemicznego, w wyniku czego uwalniana jest energia magazynowana w **ATP**. Następnie energia ta służy do produkcji cukrów z dwutlenku węgla i wody. Poszczególne organizmy różnią się między sobą rodzajem utlenianych związków, dzięki czemu można je zaklasyfikować do dwóch głównych grup: **chemolitotrofów** i **chemoorganotrofów**.

## Chemolitotrofy

W pierwszej kolejności omówione zostaną chemolitotrofy, jako grupa zdecydowanie bardziej zróżnicowana. Źródłem energii dla tych prokariotów są związki azotu, siarki, żelaza czy wodoru. W zależności od wykorzystywanego substratu podzielono je na podgrupy:

### **Bakterie nitryfikacyjne**

Mikroorganizmy należące do tej grupy występują bardzo powszechnie w glebie czy wodzie. Wykorzystuje się je również w oczyszczalniach ścieków. Zaliczamy do nich dwie podgrupy. Pierwsza prowadzi proces utleniania amoniaku do azotynów, a jej najbardziej znanymi przedstawicielami są bakterie z rodzaju *Nitrosomonas*. Druga grupa, do której zaliczamy bakterie *Nitrobacter*, utlenia powstałe azotyny do azotanów.



Przebieg chemosyntezy u bakterii nityfikacyjnych.  
 Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Obecność bakterii nityfikacyjnych w glebie jest niezmiernie ważna. Organizmy te wzbogacają glebę w związki azotu przyswajalne dla roślin, dzięki czemu poprawia się żyzność gleb.

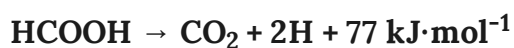
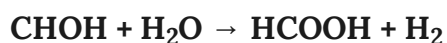
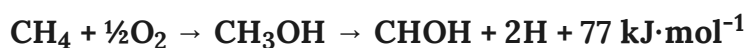
**Bakterie siarkowe**

**Bakterie wodorowe**

**Bakterie żelaziste (żelazowe)**

## Chemoorganotrofy

Druga grupa, chemoorganotrofy, jest znacznie uboższa. Zaliczamy do niej mikroorganizmy czerpiące energię z utleniania związków organicznych, np. metanu czy metanolu. Jako akceptor elektronów wykorzystywany jest tlen.



*Methylobacter* to przykład bakterii uzyskującej energię właśnie z takiego procesu. Proces ten jest jednak znacznie mniej wydajny energetycznie niż metabolizm chemolitotrofów.

Chemosynteza jest procesem bardzo starym ewolucyjnie. Pierwsze jednokomórkowe organizmy prowadzące chemosyntezę pojawiły się pradawnym oceanie i w znacznym stopniu przyczyniły do zmiany ówczesnego oblicza Ziemi. Obecnie znaczenie tego procesu jest znikome i nie ma większego wpływu na współczesny kształt planety.

## Słownik

### **ATP, adenozynotrifosforan**

połączenie adenozynodifosforanu z resztą kwasu fosforowego wiązaniem wysokoenergetycznym; ATP pełni funkcję pierwotnego przenośnika energii

### **chemosynteza**

proces redukcji dwutlenku węgla do cukrów prostych, z wykorzystaniem energii wiązań chemicznych

### **chemolitotrofy**

organizmy uzyskujące energię z utleniania związków nieorganicznych

### **chemoorganotrofy**

organizmy uzyskujące energię z utleniania związków organicznych

### **organizmy prokariotyczne, Prokaryota**

organizmy w większości jednokomórkowe, których komórka nie zawiera jądra komórkowego ani organelli komórkowych typowych dla organizmów eukariotycznych

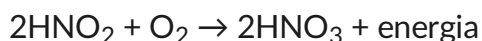
# Film samouczek

---

## Polecenie 1

Rozwiąż poniższe zadanie, a następnie zapoznaj się z filmem samouczkiem i porównaj swoją odpowiedź z rozwiązaniem przedstawionym na filmie.

Syntezę związków organicznych u pewnych bakterii chemosyntetyzujących poprzedzają poniższe reakcje chemiczne:



Podaj nazwę grupy bakterii chemosyntetyzujących, które przeprowadzają przedstawione reakcje chemiczne, i określ dwa zastosowania tych reakcji dla organizmów przeprowadzających chemosyntezę oraz roślin.



## Przebieg i znaczenie chemosyntezy



Film dostępny pod adresem </preview/resource/R1IOO6FVx95PV>

Przebieg i znaczenie chemosyntezy.

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

Film pod tytułem "Przebieg i znaczenie chemosyntezy".

**Polecenie 2**

Przedstaw dwa podobieństwa i jedną różnicę między procesem foto- i chemosyntezy.

**Polecenie 3**

Scharakteryzuj przebieg chemosyntezy u bakterii żelazowych. Twoja wypowiedź powinna liczyć minimum trzy zdania.

# Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

## Ćwiczenie 1



Wybierz szereg, który poprawnie charakteryzuje główne formy energii dostępnej w przyrodzie.

Odpowiedź	Energia świetlna	Energia chemiczna
A <input type="radio"/>	wysoce użyteczna dla autotrofów	wysoce użyteczna dla wszystkich organizmów
B <input type="radio"/>	użyteczna dla heterotrofów	użyteczna dla autotrofów
C <input type="radio"/>	użyteczna dla autotrofów	użyteczna dla heterotrofów
D <input type="radio"/>	użyteczna dla heterotrofów	użyteczna dla wszystkich organizmów

## Ćwiczenie 2



Zaznacz prawidłową odpowiedź. Nitryfikacja to zjawisko zachodzące w cyklu biochemicznym:

azotu i fosforu

węgla i tlenu

wyłącznie fosforu

wyłącznie azotu

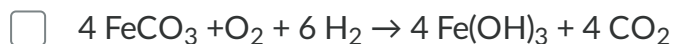
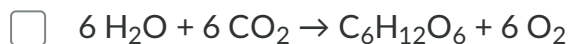


### Ćwiczenie 3



Poniżej przedstawiono trzy sumaryczne reakcje opisujące asymilację dwutlenku węgla przez różne grupy organizmów autotroficznych.

Wskaż, które z przedstawionych reakcji są charakterystyczne dla chemosyntezy.



### Ćwiczenie 4



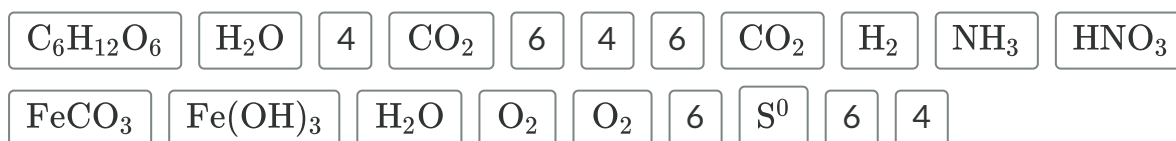
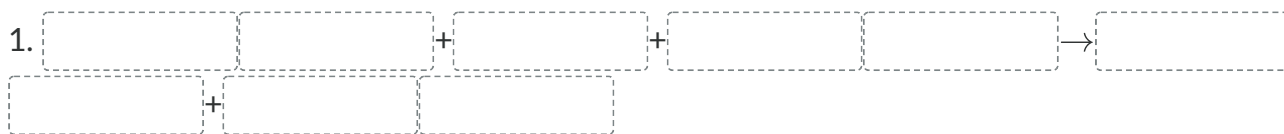
Zdecyduj, czy podane stwierdzenia dotyczące chemosyntezy są prawdziwe czy fałszywe.

Stwierdzenie	Prawda	Fałsz
Energia wyzwolana podczas utleniania metanu przez bakterie metanowe zostaje wykorzystana przez nie do redukcji $\text{CO}_2$ .	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Utleniane w chemosyntezie związki mineralne przechodzą w postać łatwiej przyswajalną przez rośliny.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
W procesach nitryfikacji obniża się stopień utlenienia azotu.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Chemosyntetyzujące bakterie siarkowe przekształcają czystą siarkę w siarkowodór.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

## Ćwiczenie 5



Z podanych elementów wybierz właściwe i ułóż dwa etapy chemosyntezy.



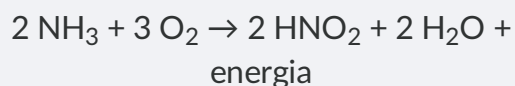
## Ćwiczenie 6



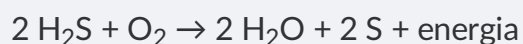
Przyporządkuj zapisy reakcji do organizmów autotroficznych, u których reakcje te zachodzą.



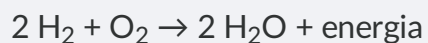
Bakterie nitryfikacyjne (z rodzaju *Nitrosomonas*)



Bakterie siarkowe



Bakterie nitryfikacyjne (z rodzaju *Nitrobacter*)



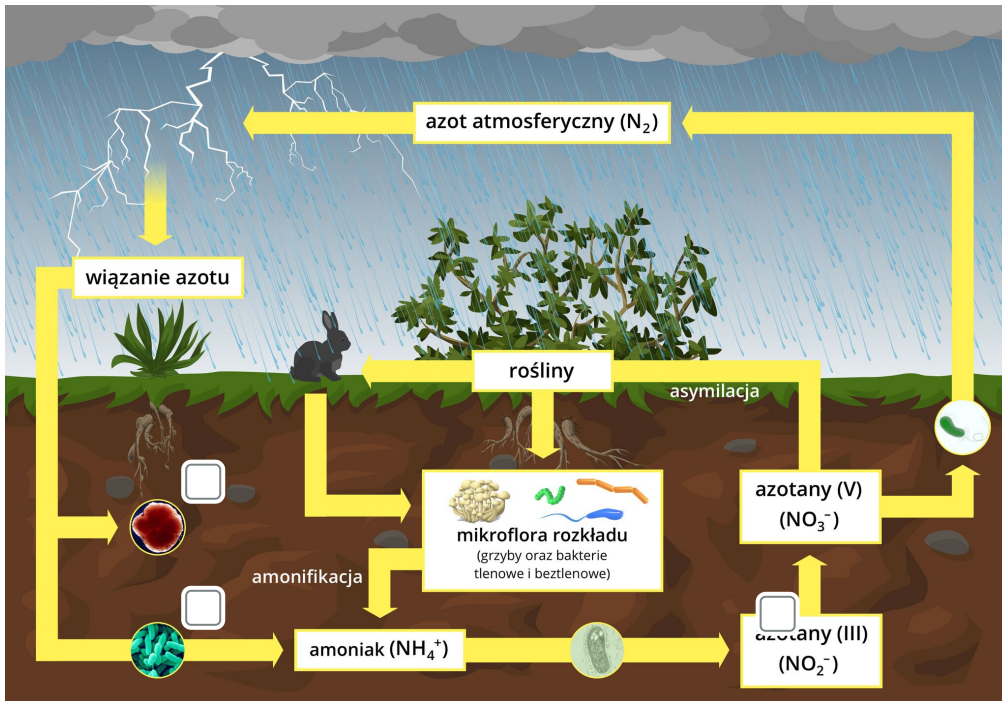
Bakterie wodorowe

## Ćwiczenie 7



Na schemacie przedstawiono obieg azotu w przyrodzie.

Wskaż miejsce występowania bakterii nitryfikacyjnych uczestniczących w tym obiegu.

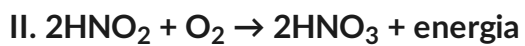


Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

## Ćwiczenie 8



Poniższe reakcje zachodzą w środowisku z udziałem pewnej grupy bakterii.



A. Nazwij tę grupę bakterii.

B. Napisz, jaki proces przedstawiają zapisane reakcje.

C. Wyjaśnij, do czego wykorzystywana jest energia, która uwalnia się podczas tych przemian.

D. Określ znaczenie tego procesu.

## Ćwiczenie 9



Chemosynteza przebiega w dwóch fazach:

I. Wytwarzanie „siły asymilacyjnej” (ATP i NADPH + H<sup>+</sup>).

II. Asymilacja CO<sub>2</sub>.

Reakcje przedstawione poniżej są zapisem przebiegu jednej z wymienionych faz chemosyntezy, która zachodzi w komórkach bakterii nitryfikacyjnych.

I.  $2\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{HNO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{energia}$

II.  $2\text{HNO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{HNO}_3 + \text{energia}$

Wskaż, którą fazę chemosyntezy – I czy II – przedstawiają podane reakcje?

II

I

Uzasadnij swoją odpowiedź.

# Dla nauczyciela

---

**Autor:** Anna Juwan

**Przedmiot:** biologia

**Temat: Przebieg i znaczenie chemosyntezy**

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

**Podstawa programowa:**

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

VI. Bakterie i archeowce. Uczeń:

3) przedstawia czynności życiowe bakterii: odżywanie (chemoautotrofizm, fotoautotrofizm, heterotrofizm); oddychanie beztlenowe (denitryfikacja, fermentacja) i tlenowe; rozmnażanie;

**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):**

- Wyjaśnisz, na czym polega chemosynteza.
- Sklasyfikujesz różne rodzaje bakterii chemosyntetyzujących.
- Podasz przykłady ekosystemów, w których chemosynteza występuje.

**Strategie nauczania:**

- konstruktywizm;
- konektywizm.

**Metody i techniki nauczania:**

- odwrócona klasa;
- z użyciem komputera;

- burza mózgów;
- ćwiczenia interaktywne;
- praca z filmem samouczkiem;
- gra dydaktyczna.

### **Formy pracy:**

- praca indywidualna;
- praca w parach;
- 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;
- arkusze papieru, flamastry.

### **Przed lekcją:**

1. Uczniowie zapoznają się z treścią w sekcji „Przeczytaj”.

### **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 inicjuje burzę mózgów, prosząc uczniów, aby podali przymiotniki lub krótkie określenia charakteryzujące chemosyntezę. Uczniowie zapisują swoje pomysły na tablicy. Nauczyciel podsumowuje burzę mózgów.

#### **Faza realizacyjna:**

1. **Grupy ekspertów.** Nauczyciel dzieli klasę na cztery grupy. Zespoły na podstawie informacji zawartych w e-materiale opracowują w formie notatki następujące zagadnienia:
  - grupa I i II – chemolitotrofy;
  - grupa III i IV – chemoorganotrofy.
 Grupy wybierają po dwóch ekspertów, którzy najlepiej opanowali wiedzę nt. przypisanych zagadnień. Następnie eksperci zamieniają się grupami: I z III, a II z IV. Zadaniem ekspertów jest przekazanie zdobytych informacji. Czas na wykonanie zadania nie powinien przekroczyć 10 min. Po upływie wyznaczonego czasu eksperci wracają do swoich grup.

Nauczyciel rozdaje grupom arkusze papieru A1 oraz flamastry. Omawia zasady tworzenia mapy myśli: uczniowie mają w graficzny sposób uporządkować oraz zapisać informacje dotyczące chemosyntezy. Nauczyciel kontroluje pracę grup, w razie potrzeby wyjaśnia wątpliwości.

Po upływie wyznaczonego czasu chętne osoby prezentują mapy myśli wykonane przez swoją grupę.

- 2. Praca z filmem samouczkiem pt. „Przebieg i znaczenie chemosyntezy”.** Uczniowie samodzielnie wykonują polecenie 1 (w którym mają za zadanie podać nazwę grupy bakterii chemosyntetyzujących, które przeprowadzają przedstawione reakcje chemiczne, i określić dwa zastosowania tych reakcji dla organizmów przeprowadzających chemosyntezę oraz roślin) z sekcji „Film samouczek”. Następnie nauczyciel wyświetla film samouczek i uczniowie weryfikują swoją odpowiedź. Prowadzący zajęcia wyjaśnia ewentualne wątpliwości.
- 3. Utrwalenie wiedzy i umiejętności.** Nauczyciel dzieli klasę na 4-osobowe grupy. Uczniowie rozwiązują ćwiczenia interaktywne od 5 do 8 z sekcji „Sprawdź się”, od najłatwiejszego do najtrudniejszego. Grupa, która poprawnie rozwiąże zadania jako pierwsza, wygrywa.

#### **Faza podsumowująca:**

- Uczniowie rozwiązują ćwiczenie nr 4 (typu „prawda/fałsz”) z sekcji „Sprawdź się”. Następnie przygotowują podobne zadanie dla osoby z pary: tworzą trzy prawdziwe lub fałszywe zdania dotyczące tematu lekcji. Uczniowie wykonują ćwiczenie otrzymane od kolegi lub koleżanki.
- Nauczyciel wyświetla treści zawarte w sekcji „Wprowadzenie” i na ich podstawie dokonuje podsumowania najważniejszych informacji przedstawionych na lekcji. Wyjaśnia także wątpliwości uczniów.

#### **Praca domowa:**

- Wykonaj ćwiczenia od 1 do 3 oraz 9 z sekcji „Sprawdź się”.

#### **Materiały pomocnicze:**

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

#### **Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania filmu samouczka:**

- Uczniowie mogą przed lekcją zapoznać się z filmem samouczkiem, aby przygotować się do późniejszej pracy na zajęciach.