



Produkty oddychania tlenowego

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Wirtualne laboratorium \(WL-I\)](#)
- [Film](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Produkty oddychania tlenowego

Oddychanie komórkowe jest jednym z podstawowych procesów dostarczających organizmom tlenowym energii.

Źródło: Francesco Gallarotti, Unsplash, domena publiczna.

Oddychanie komórkowe to proces rozkładu związków organicznych na związki proste, podczas którego uwalniana jest energia w postaci ATP. Zachodzi zarówno w komórkach eukariotycznych, w tym u roślin, zwierząt, grzybów i protistów, jak i w komórkach prokariotycznych.

Oddychanie komórkowe może przebiegać z udziałem tlenu albo bez niego. Podczas oddychania tlenowego glukoza zostaje utleniona całkowicie, dzięki czemu komórki uzyskują więcej ATP, niż w przypadku oddychania beztlenowego, gdy glukoza utleniana jest tylko częściowo.

Twoje cele

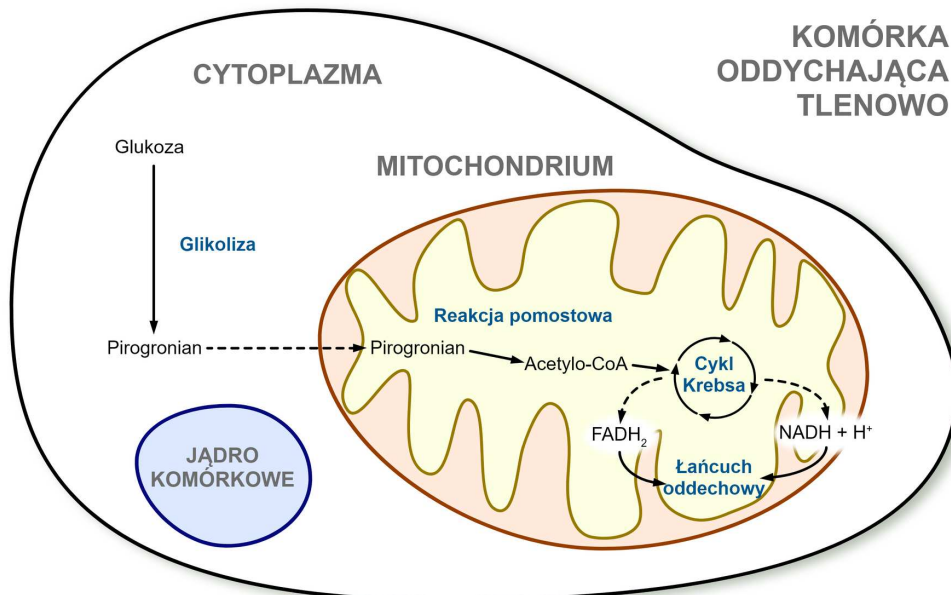
- Omówisz etapy oddychania tlenowego w komórce.
- Wskażesz, w jaki sposób można potwierdzić wydzielanie dwutlenku węgla przez kiełkujące nasiona.
- Wyróżnisz substraty oraz produkty oddychania tlenowego.

Przeczytaj

Oddychanie tlenowe jako źródło energii

Etapy [oddychania komórkowego](#) z udziałem tlenu u organizmów eukariotycznych zachodzą w [mitochondriach](#). U pozbawionych tych struktur prokariotów proces ten odbywa się w obrębie wewnątrzkomórkowych wpukleń błony komórkowej będących funkcjonalnie odpowiednikami mitochondriów.

Oddychanie tlenowe w komórce eukariotycznej

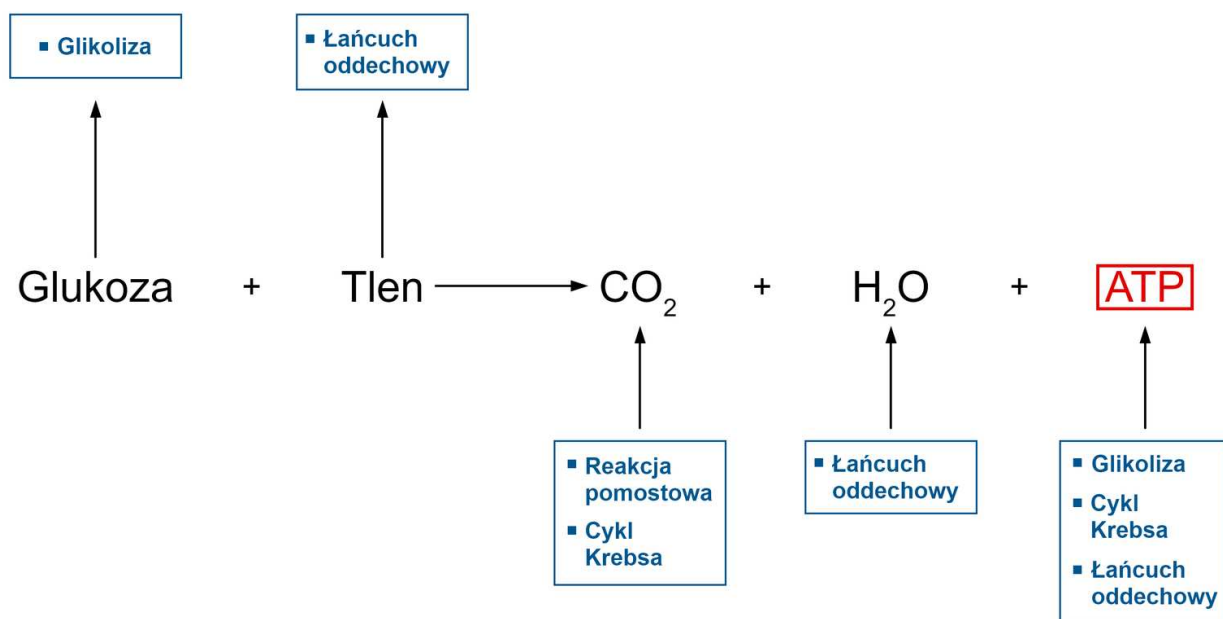


Etapy oddychania tlenowego w komórce eukariotycznej. Na schemacie nie zostały zachowane proporcje organelli komórkowych.

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

Oddychanie tlenowe, którego substratem jest glukoza, zachodzi w czterech etapach.

Substraty i produkty oddychania tlenowego



Glukoza jest substratem do procesu glikolizy, a tlen – do łańcucha oddechowego. Produkty reakcji zaznaczone na schemacie to: CO₂, H₂O i ATP.

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

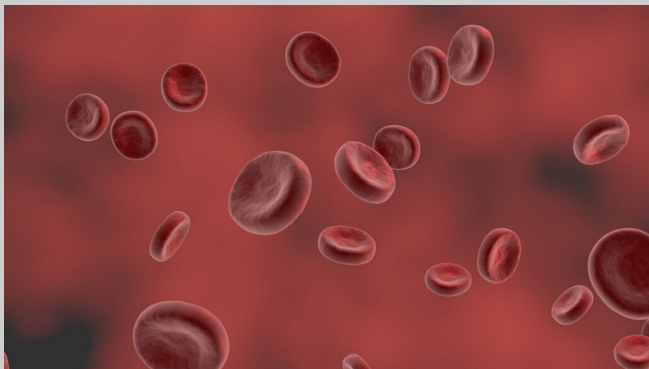
Glukoza i tlen nie mają bezpośredniego kontaktu. Glukoza wykorzystywana jest podczas [glikolizy](#) i rozkładana na dwie cząsteczki pirogronianu. Ten, po przetransportowaniu do mitochondrium, zostaje utleniony do dwutlenku węgla podczas [cyklu Krebsa](#). Tlen bierze udział dopiero w [łańcuchu oddechowym](#) jako ostateczny akceptor elektronów pochodzących z glukozy i przeniesionych na łańcuch transportu elektronów przez [NADH](#) i [FADH₂](#).

Wykrywanie CO₂ wydzielanego przez kiełkujące nasiona

Dojrzałe nasiona nie mogą od razu kiełkować. Zanim zyskają tę zdolność, przechodzą w stan spoczynku, a ich aktywności metaboliczna i wzrostowa zostają zahamowane. Po zakończeniu spoczynku w nasionach, które miały kontakt z wodą, rozpoczynają się procesy metaboliczne. Pęcznienie łupiny nasiennej umożliwia kiełkowanie – hydrolizowane są wiązania glikozydowe łączące monomery glukozy w skrobię. Otrzymana w ten sposób glukoza wchodzi w glikolizę w cytoplazmie.

Podczas kiełkowania nasion zachodzi oddychanie tlenowe. Można to wykazać, umieszczając suche nasiona w zlewce z wodą wapienną w ciepłym miejscu. Woda wapienna wchodzi w reakcję z wydzielanym przez kiełkujące nasiona dwutlenkiem węgla. Produktem tej reakcji są trudno rozpuszczalna sól – węglan wapnia – oraz dwutlenek węgla, który powoduje mętnienie wody wapiennej.

Ciekawostka



Eryocyty (czerwone krwinki) odpowiadają za przenoszenie tlenu z płuc do pozostałych tkanek organizmu.

Źródło: Pixabay, domena publiczna.

Funkcją erytrocytów jest transport tlenu do innych komórek. Aby czerwone krwinki nie zużywały tlenu, który transportują, pozbawione są mitochondriów, a co za tym idzie, również zdolności do **oddychania tlenowego**. Energia w tych komórkach uwalniania jest na drodze przemian beztlenowych.

Słownik

ATP

adenozyno-5`-trifosforan, nukleotyd trifosforanowy; związek organiczny złożony z zasady azotowej, adeniny, cukru – rybozy i trzech grup fosforanowych; w dwóch

wysokoenergetycznych wiązaniach gromadzi energię; uwalnianie energii następuje w wyniku odłączenia od ATP reszt kwasu fosforowego; energia ta wykorzystywana jest m.in. do aktywnego transportu czy skurczu mięśni

cykl Krebsa

cykl kwasu cytrynowego; kołowy, wieloetapowy ciąg reakcji enzymatycznych katalizowanych głównie przez oksydoreduktazy; przebiega w mitochondriach u organizmów eukariotycznych i w cytoplazmie u organizmów prokariotycznych; u większości organizmów stanowi podstawę oddychania tlenowego; opisany w 1937 r. przez Hansa A. Krebsa

FADH₂

zredukowana forma dinukleotydu flawinoadeninowego, organicznego związku chemicznego złożonego z mononukleotydu flawinowego i adenozynomonofosforanu (AMP)

glikoliza

(ang. *glucose* – glukoza, *lysis* – degradacja); szlak metaboliczny, w którym na skutek wielu reakcji biochemicznych z jednej cząsteczki glukozy powstają: dwie cząsteczki pirogronianu, dwie cząsteczki ATP, dwie cząsteczki NADH oraz cząsteczka wody

łańcuch oddechowy

jeden z etapów oddychania komórkowego, który wykorzystuje szereg związków chemicznych uporządkowanych według wzrastających potencjałów oksydoredukcyjnych

mitochondrium

organellum w cytoplazmie komórek eukariotycznych, którego zasadniczą funkcją jest utlenianie prostych związków organicznych do dwutlenku węgla i wody przy wykorzystaniu tlenu atmosferycznego

NADH

zredukowana forma dinukleotydu nikotynoamidoadeninowego zbudowanego z kwasu adenozymonofosforowego i mononukleotydu nikotynoamidowego

oddychanie komórkowe

utlenianie biologiczne; zachodzące w żywych komórkach procesy rozkładu różnych substancji organicznych, dostarczające niezbędnej do życia energii; zewnętrznym przejawem oddychania komórkowego jest u większości organizmów żywych pobieranie tlenu, wydalanie dwutlenku węgla i wydzielanie ciepła

pirogronian

kwas pirogronowy; organiczny związek chemiczny z grupy α -ketokwasów; produkt szlaku przemian glukozy i deaminacji niektórych aminokwasów; w warunkach beztlenowych ulega przekształceniu do etanolu i do kwasu mlekowego; w warunkach tlenowych w mitochondriach ulega przemianom do acetylokoenzymu A, substratu cyklu kwasu cytrynowego; jest też prekursorem glukozy w procesie glukoneogenezy

reakcja pomostowa

oksydacyjna dekarboksylacja pirogronianu; reakcja odłączania dwutlenku węgla od cząsteczki pirogronianu z jego jednoczesną dehydrogenacją i przyłączeniem powstałej reszty acetylowej do koenzymu A; w wyniku tego procesu tworzy się acetylokoenzym A

woda wapienna

nazwa zwyczajowa nasyconego wodnego roztworu wodorotlenku wapnia

Wirtualne laboratorium (WL-I)

Polecenie 1

Trzy dni przed przeprowadzeniem planowanego doświadczenia zasiej nasiona rzeżuchy. Przeprowadź doświadczenie w laboratorium. Rozwiąż problem badawczy i zweryfikuj hipotezę. Zapisz wyniki obserwacji i wyciągnij wnioski.

Temat: Wydzielanie dwutlenku węgla przez kiełkujące nasiona rzeżuchy.

Problem naukowy

Czy kiełkujące nasiona rzeżuchy wydzielają dwutlenek węgla?

Hipoteza

Kiełkujące nasiona rzeżuchy pochłaniają tlen i wydzielają dwutlenek węgla.

Sprzęt laboratoryjny:

- 2 probówki;
- wata.

Materiały:

- nasiona rzeżuchy;
- woda destylowana;
- woda wapienna.

Instrukcja wykonania doświadczenia:

1. Trzy dni przed przeprowadzeniem doświadczenia posiej nasiona rzeżuchy na wilgotnej wacie i pozostaw je w ciepłym, nasłonecznionym miejscu.
2. Kiełkujące nasiona umieść po równo w dwóch probówkach. Jedna z nich powinna zawierać wodę wapienną, a druga wodę destylowaną.

3. Obie próbki dokładnie zatkaj watą i obserwuj zmiany.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DTEh1eR4F>

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

Film

Wydzielanie dwutlenku węgla przez kiełkujące nasiona rzeżuchy

Polecenie 1

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

Polecenie 2

Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan

Przedmiot: Biologia

Temat: Produkty oddychania tlenowego

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

Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

III. Energia i metabolizm.

3. Oddychanie komórkowe. Uczeń:

2) określa na podstawie analizy schematu przebiegu glikolizy, reakcji pomostowej i cyklu Krebsa, substraty i produkty tych procesów;

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

III. Energia i metabolizm.

5. Pozyskiwanie energii użytecznej biologicznie. Uczeń:

2) analizuje na podstawie schematu przebieg glikolizy, reakcji pomostowej i cyklu Krebsa, wyróżnia substraty i produkty tych procesów;

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):

- Omówisz etapy oddychania tlenowego w komórce.
- Wskażesz, w jaki sposób można potwierdzić wydzielanie dwutlenku węgla przez kiełkujące nasiona.

- Wyróżnisz substraty oraz produkty oddychania tlenowego.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- ćwiczenia interaktywne;
- ćwiczenia laboratoryjne;
- praca z filmem;
- prezentacja.

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.

Przed lekcją:

1. Trzy dni przed przeprowadzeniem doświadczenia uczniowie sieją nasiona rzeżuchy na wilgotnej wacie i pozostawiają je w ciepłym, nasłonecznionym miejscu.
2. **Przygotowanie do zajęć.** Nauczyciel loguje się na platformie i udostępnia uczniom e-materiał: „Produkty oddychania tlenowego”. Prosi uczniów o zapoznanie się z treściami zawartymi w sekcjach „Przeczytaj” oraz z multimedium w sekcji „Film”.

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:
 - Które organizmy mogą oddychać tlenowo? Jaki to ma związek z kiełkowaniem?

Faza realizacyjna:

1. **Praca z e-materiałem – prezentacja.** Nauczyciel dzieli klasę na cztery grupy. Każdy zespół otrzymuje zagadnienia do opracowania na podstawie wiadomości zawartych w e-materiale oraz innych źródeł:

- grupa I – glikoliza;
- grupa II – reakcja pomostowa;
- grupa III – cykl Krebsa;
- grupa IV – łańcuch oddechowy.

Uczniowie prezentują efekty swojej pracy. Pozostali uczniowie zadają pytania prezentującym oraz uzupełniają informacje. Na koniec cała klasa wybiera najlepszą prezentację, tzn. taką, która w najciekawszy sposób omówiła dane zagadnienie.

2. **Praca z multimediami („Wirtualne laboratorium (WL-1)”).** Nauczyciel informuje uczniów, że w szkolnym laboratorium przeprowadzą badanie dotyczące wydzielania dwutlenku węgla przez kiełkujące nasiona rzeżuchy. Przypomina podstawowe zasady BHP. Jeśli w szkole nie ma warunków do przeprowadzenia doświadczenia, uczniowie wykonują je w wirtualnym laboratorium. Uczniowie przeprowadzają doświadczenie zgodnie z instrukcją zamieszczoną w sekcji „Wirtualne laboratorium (WL-1)”.

Rozwiązują problem badawczy i weryfikują hipotezę; na podstawie obserwacji zapisują wyniki i wyciągają wnioski.

3. **Praca z drugim multimediami („Film”).** Uczniowie wykonują samodzielnie polecenie nr 1 do filmu (w którym mają za zadanie wyjaśnić, jaki związek chemiczny powoduje mętnienie wody wapiennej) i porównują odpowiedź z osobą z pary.

4. Uczniowie w parach wykonują polecenie nr 2: projektują inne doświadczenie pozwalające wykryć produkty oddychania tlenowego. Chętne zespoły przedstawiają swoje pomysły na forum klasy.

Faza podsumowująca:

1. Klasa wspólnie wykonuje na tablicy mapę pojęć podsumowującą zajęcia.
2. Nauczyciel zadaje pytanie w celu sprawdzenia stopnia opanowania wiedzy przez uczniów:
 - W jaki sposób można potwierdzić wydzielanie dwutlenku węgla przez kiełkujące nasiona?

Praca domowa:

1. Dla chętnych: Uczniowie wykonują doświadczenie zaplanowane w odpowiedzi na polecenie nr 2 do filmu.

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.

Dodatkowe wskazówki metodyczne:

- Nauczyciel może wykorzystać medium zamieszczone w sekcji „Wirtualne laboratorium (WL-1)” do podsumowania lekcji.