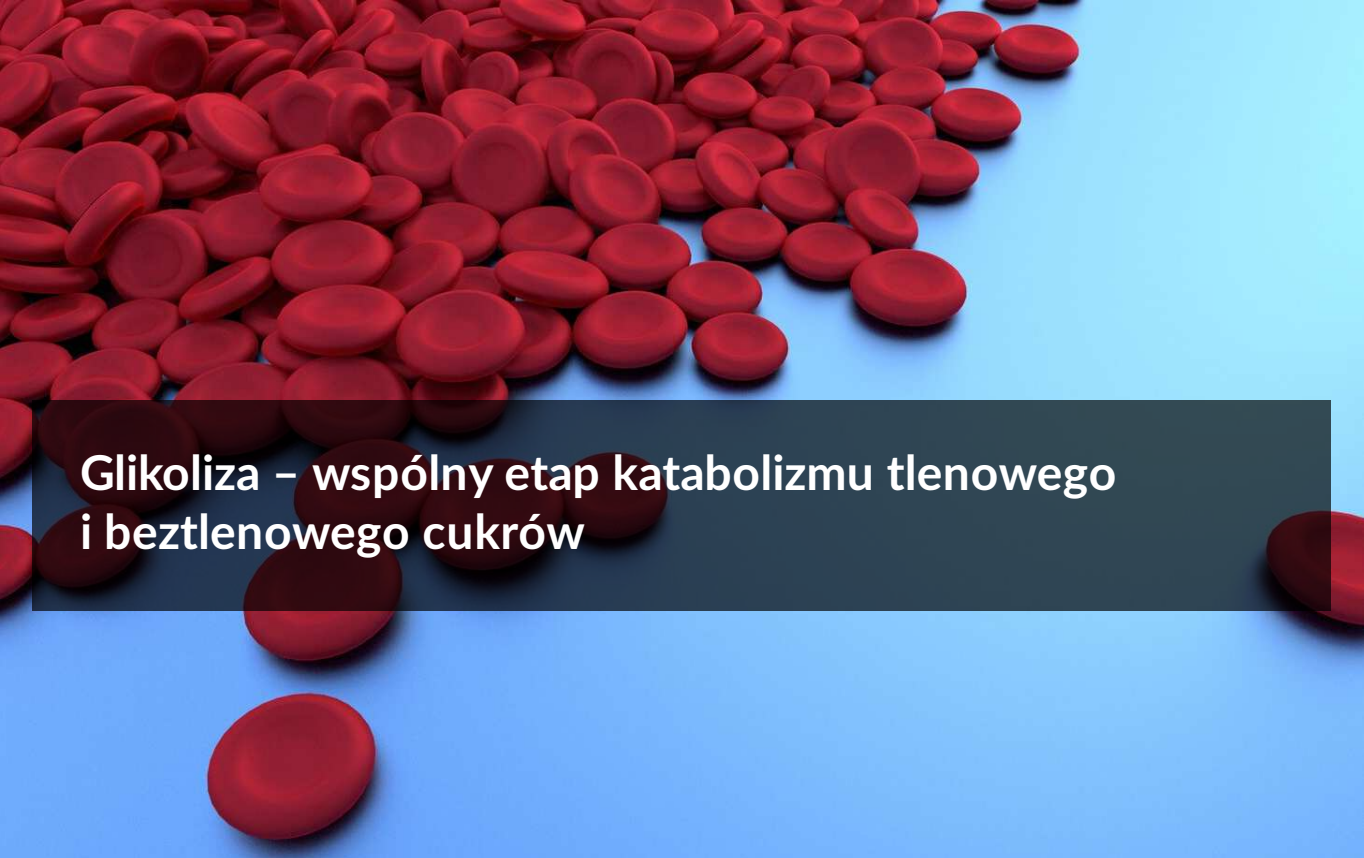




Glikoliza – wspólny etap katabolizmu tlenowego i beztlenowego cukrów

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



Glikoliza – wspólny etap katabolizmu tlenowego i beztlenowego cukrów

Wewnątrzkomórkowe oddychanie tlenowe jest procesem wieloetapowym, a jego początkowy przebieg zależy od rodzaju utlenianego substratu.

Źródło: Vector8DIY, Pixabay, domena publiczna.

Glikoliza, czyli rozkład cukru, to jeden z najstarszych ewolucyjnie szlaków metabolicznych umożliwiających pozyskanie energii z pożywienia. Zachodzi zarówno u organizmów prokariotycznych, jak i eukariotycznych. Proces ten jest wspólnym etapem oddychania tlenowego oraz beztlenowego. Podczas glikolizy glukoza zostaje przekształcona w dwie cząsteczki związku trójwęglowego – kwasu pirogronowego. W wyniku tych przemian dochodzi do uwolnienia energii, która zostaje krótkotrwale zmagazynowana w postaci ATP, wykorzystywanym następnie do innych procesów metabolicznych w komórce.

Twoje cele

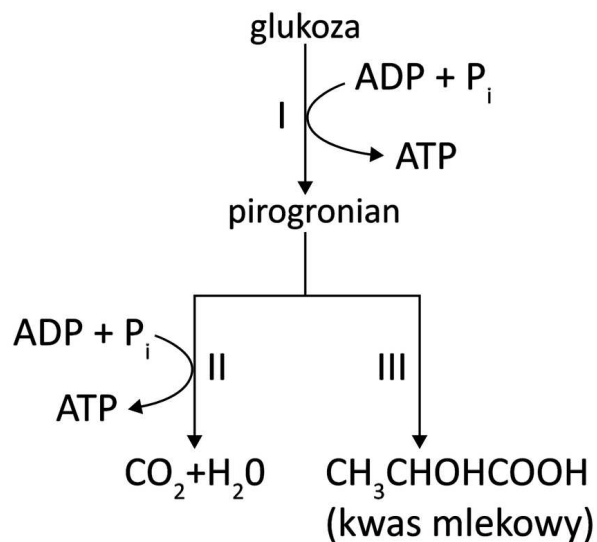
- Wyjaśnisz, czym jest glikoliza.
- Scharakteryzujesz proces glikolizy jako jeden z etapów oddychania komórkowego.
- Określisz substraty oraz produkty glikolizy.
- Opisziesz przebieg glikolizy na podstawie analizy schematu.

Film samouczek

Polecenie 1

Zapoznaj się z treścią zadania. Swoją odpowiedź zapisz w formularzu. Następnie zapoznaj się z filmem i sprawdź, czy twoje wyjaśnienie jest prawidłowe.

Energii niezbędnej do wywołania skurczu mięśnia dostarcza związek chemiczny ATP (kwas adenozynotrifosforowy). Na schemacie przedstawiono w uproszczeniu dwie drogi (szlaki metaboliczne) uzyskiwania ATP przez komórki mięśniowe w procesie oddychania: drogę A, składającą się z procesów oznaczonych na schemacie jako I i II, oraz drogę B – składającą się z procesów I i III.



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

Podaj nazwę procesu oznaczonego na schemacie cyfrą I oraz miejsce jego przebiegu w komórce.

Określ, czy dana droga (A oraz B) uzyskiwania energii jest procesem tlenowym czy beztlenowym. Odpowiedź uzasadnij, uwzględniając informacje przedstawione na schemacie.

Glikoliza – wspólny etap katabolizmu tlenowego i beztlenowego cukrów

Film dostępny pod adresem </preview/resource/R1PtXunXYsEtY>

Glikoliza – wspólny etap katabolizmu tlenowego i beztlenowego cukrów.

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

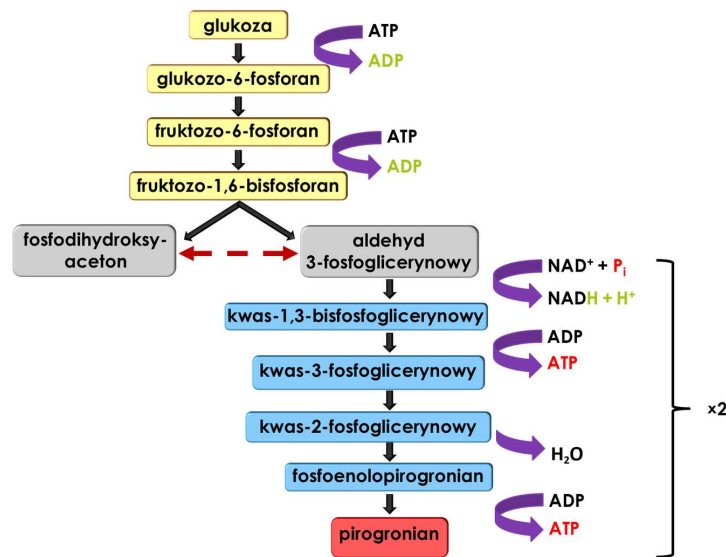
Nagranie filmowe pod tytułem *Glikoliza – wspólny etap katabolizmu tlenowego i beztlenowego cukrów*.

Polecenie 2

Na podstawie analizy schematu przebiegu glikolizy opisz główne etapy tego procesu. Zwróć uwagę na te etapy, na których powstaje ATP.

Podsumowanie

Przebieg glikolizy i dalsze losy pirogronianu



Schemat procesu glikolizy.

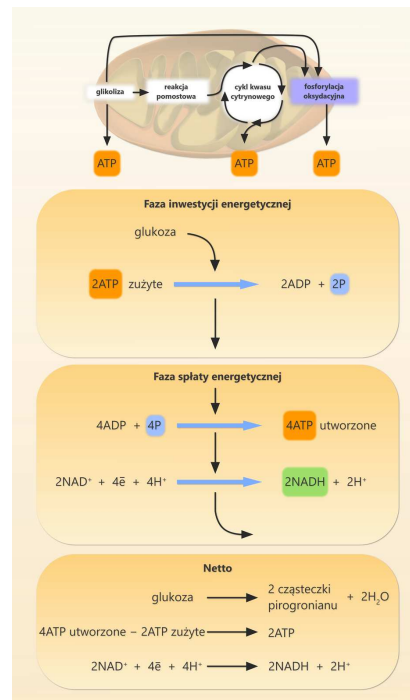
Źródło: Inga Wójtowicz, licencja: CC BY-SA 3.0.

Podczas **glikolizy** w wyniku utleniania jednej cząsteczki glukozy powstają dwie cząsteczki pirogronianu, który jest zjonizowaną formą kwasu pirogronowego. Los pirogronianu może być różny. Najważniejsze są trzy przemiany, czyli przekształcanie w: **etanol**, **kwas mlekowy** lub **dwutlenek węgla**. Pierwsze dwie reakcje zachodzą w warunkach beztlenowych w procesach **fermentacji**. Natomiast w warunkach tlenowych pirogronian jest przenoszony do mitochondrium, gdzie podlega oksydacyjnej dekarboksylacji (reakcji utlenienia sprzęgniętej z odłączeniem grupy karboksylowej). Reakcja ta przebiega z wytworzeniem dwutlenku węgla i acetylokoenzymu A (acetylo-CoA), który włączany jest następnie w **cykl Krebsa**.

Bilans energetyczny glikolizy

Zyskiem energetycznym z utleniania jednej cząsteczki glukozy podczas glikolizy są dwie cząsteczki **ATP**. Powstają także dwie cząsteczki **NADH**, które przenoszą elektrony i protony na łańcuch oddechowy, umożliwiając powstanie ATP podczas fosforylacji oksydacyjnej.

Glikoliza przebiega według ogólnej reakcji:



Podczas pierwszych reakcji glikolizy zużywane są dwie cząsteczki ATP, co można nazwać fazą inwestycji energetycznej. Inwestycja ta zwraca się w kolejnych reakcjach, ponieważ w wyniku fosforylacji substratowych powstają cztery cząsteczki ATP. Jednocześnie pochodzące z utleniania glukozy elektrony są przenoszone na NAD⁺, ulegające redukcji do NADH. Powstałe w ten sposób zredukowane formy uniwersalnych przenośników elektronów i protonów mogą w warunkach tlenowych być transportowane do mitochondrium, gdzie ulegają utlenieniu z wykorzystaniem łańcucha oddechowego. Jeśli komórka nie jest zdolna do oddychania tlenowego, to powstałe w wyniku glikolizy NADH i H⁺ są zużywane do redukcji pirogronianu podczas fermentacji.

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

Ciekawostka

Glukoza nie jest jedynym substratem energetycznym, który może być wprowadzany w szlak przemian glikolitycznych. Inne **heksocyzy**, takie jak fruktoza czy galaktoza, dzięki odpowiednim przemianom enzymatycznym mogą być przekształcane w cząsteczki będące produktami pośrednimi glikolizy. W ten sposób mogą zostać wykorzystane na kolejnych jej etapach, co umożliwi pozyskanie energii z innych cukrów niż glukoza.

Słownik

cykl Krebsa

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

dinukleotyd nikotynoamidoadeninowy

NAD⁺; koenzym dehydrogenaz zależnych od NAD⁺; uczestniczy w wielu procesach oksydacyjno-redukcyjnych związanych z katabolizmem i uwalnianiem energii; jest głównym akceptorem elektronów w reakcjach utleniania substratów oddechowych; nikotynoamidowy pierścień NAD⁺ przyjmuje jeden jon wodorowy i dwa elektrony pochodzące z cząsteczki substratu, tworząc NADH, natomiast drugi atom wodoru pozostaje w roztworze jako proton; NADH jest związkami pośredniczącym w przenoszeniu elektronów ze zredukowanych substratów na tlen za pośrednictwem łańcucha oddechowego

fermentacja

enzymatyczne procesy stopniowego rozkładu związków organicznych przebiegające bez udziału tlenu, w których reakcje oksydoredukcyjne dostarczają energii w postaci ATP

glikoliza

(ang. *glucose* – glukoza, *lysis* – degradacja) szlak metaboliczny, w którym jedna cząsteczka glukozy przekształcana jest w dwie cząsteczki pirogronianu z wytworzeniem dwóch cząsteczek ATP, dwóch cząsteczek NADH oraz dwóch cząsteczek wody; jest pierwszym etapem oddychania tlenowego




heksozy

C₆H₁₂O₆; monosacharydy o sześciu atomach węgla w cząsteczce, z grupą aldehydową (np. glukoza, galaktoza, mannoza) lub ketonową (fruktoza)

kwas adenzynotryfosforowy (ATP)

organiczny związek chemiczny; nośnik energii chemicznej biologicznie użytecznej, który pełni funkcję magazynu energii w procesach fotosyntezy i oddychania komórkowego; zawarta w nim energia jest bezpośrednio wykorzystywana do przeprowadzania procesów życiowych

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Ćwiczenie 2



Ćwiczenie 3



Ćwiczenie 4



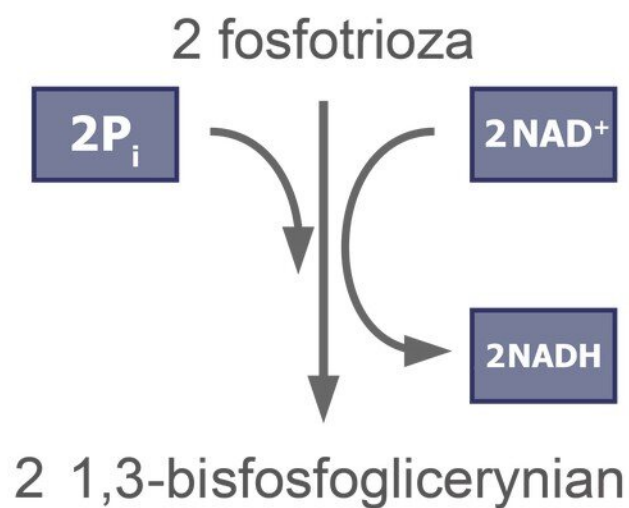
Ćwiczenie 5



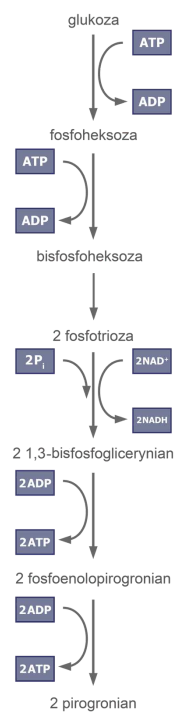
Ćwiczenie 6



Ćwiczenie 7



Ćwiczenie 8



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

Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan

Przedmiot: Biologia

Temat: Glikoliza – wspólny etap katabolizmu tlenowego i beztlenowego cukrów

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;
- 3) porównuje na podstawie analizy schematu, drogi przemiany pirogronianu jako produktu glikolizy w fermentacji mleczanowej i w oddychaniu tlenowym;
- 4) wyjaśnia, dlaczego utlenianie substratu energetycznego w warunkach tlenowych dostarcza więcej energii niż w warunkach beztlenowych;

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;
- 5) porównuje drogi przemiany pirogronianu w fermentacji alkoholowej, mleczanowej i w oddychaniu tlenowym;
- 6) wyjaśnia, dlaczego utlenianie substratu energetycznego w warunkach tlenowych dostarcza więcej energii niż w warunkach beztlenowych;

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):

- Wyjaśnisz, czym jest glikoliza.
- Scharakteryzujesz proces glikolizy jako jeden z etapów oddychania komórkowego.
- Określisz substraty oraz produkty glikolizy.
- Opisziesz przebieg glikolizy na podstawie analizy schematu.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm;
- lekcja odwrócona.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- ćwiczenia interaktywne;
- praca z filmem samouczkiem;
- ćwiczenia przedmiotowe.

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. **Przygotowanie do zajęć.** Nauczyciel loguje się na platformie i udostępnia uczniom e-materiał „Glikoliza – wspólny etap katabolizmu tlenowego i beztlenowego cukrów”. Prosi uczestników zajęć o zapoznanie się z treścią sekcji „Podsumowanie”.

2. Uczniowie przypominają sobie informacje na temat oddychania tlenowego i zachodzącego w warunkach beztlenowych, zwracając uwagę na proces glikolizy.

Przebieg lekcji

Faza wstępna:

1. Nauczyciel wyświetla na tablicy temat lekcji oraz cele zajęć, omawiając lub ustalając razem z uczniami kryteria sukcesu.
2. **Odwołanie do wcześniejszej wiedzy.** Nauczyciel prosi chętnych uczniów o zdefiniowanie terminu „glikoliza” oraz przypomnienie, jak przebiega ten proces.

Faza realizacyjna:

1. **Praca z multimediami („Film samouczek”).** Uczniowie samodzielnie wykonują polecenie nr 1 (dotyczące szlaków metabolicznych uzyskiwania ATP przez komórki mięśniowe w procesie oddychania) z sekcji „Film samouczek”. Po wykonaniu zadania nauczyciel wyświetla film samouczek i uczniowie weryfikują swoją odpowiedź. Prowadzący zajęcia wyjaśnia ewentualne wątpliwości. Następnie uczniowie wykonują polecenie nr 2 („Na podstawie analizy schematu przebiegu glikolizy opisz główne etapy przebiegu tego procesu. Zwróć uwagę na te etapy, na których powstaje ATP”). Wybrane osoby przedstawiają odpowiedź na forum klasy.
2. **Uzupełnianie schematu.** Nauczyciel rozdaje uczniom schemat procesu glikolizy do uzupełnienia (zob. materiały pomocnicze) i przedstawia im polecenie: „Na podstawie własnej wiedzy, uzyskanej podczas przygotowania do lekcji oraz na podstawie samouczka po uzgodnieniu z członkami grupy uzupełnijcie schemat glikolizy, wpisując odpowiednie wyrażenia w zaznaczone miejsca. Przygotujcie się do zaprezentowania schematu glikolizy ze wskazaniem i omówieniem kolejnych jej etapów”. Uczniowie w grupach uzupełniają schemat. Następnie wybrana grupa prezentuje swój schemat, wskazując kolejne etapy glikolizy i omawiając je. Pozostałe grupy oraz nauczyciel w razie potrzeby uzupełniają informacje.
3. **Utrwalenie wiedzy i umiejętności.** Uczniowie dobierają się w pary i wykonują ćwiczenia otwarte nr 7 i 8 (dotyczące cech procesu glikolizy) z sekcji „Sprawdź się”. Następnie konsultują swoje rozwiązania z inną parą uczniów i formułują wspólne uzasadnienia. Nauczyciel w razie potrzeby naprowadza ich na prawidłowy tok rozumowania. Chętni prezentują odpowiedzi na forum klasy. Nauczyciel udziela informacji zwrotnej.

Faza podsumowująca:

1. Uczniowie rozwiązują ćwiczenie nr 6 (typu „prawda/fałsz”) z sekcji „Sprawdź się”. Następnie przygotowują podobne zadanie dla osoby z pary: tworzą trzy prawdziwe lub

falszywe zdania dotyczące tematu lekcji. Uczniowie wykonują ćwiczenie otrzymane od kolegi lub koleżanki.

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 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.

Załącznik 1. Schemat procesu glikolizy do uzupełnienia (pdf).

Plik o rozmiarze 178.50 KB w języku polskim

Dodatkowe wskazówki metodyczne:

- Uczniowie mogą wykorzystać multimedium z sekcji „Podsumowanie” jako inspirację do przygotowania własnej prezentacji multimedialnej.