

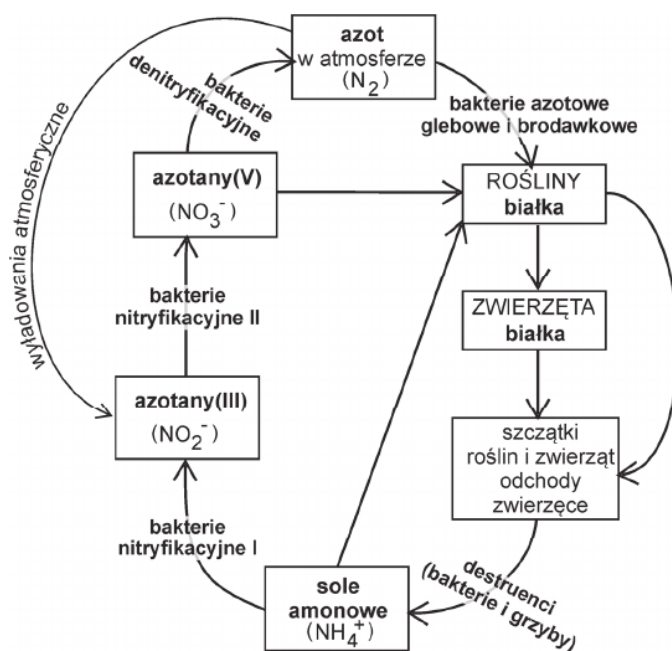
## Temat: Proces beztlenowego uzyskiwania energii (26.05.2020)

**Oddychanie beztlenowe** jest podobne do oddychania tlenowego, ponieważ elektrony pochodzące z cząsteczki paliwa (np. glukozy) są przepuszczane przez łańcuch transportu elektronów, prowadząc do syntezy ATP. Niektóre organizmy używają siarczanu  $\text{SO}_4^{2-}$  jako końcowego akceptora elektronów na końcu łańcucha oddechowego, podczas gdy inne używają azotanu  $\text{NO}_3^-$ , siarki lub jednej z wielu innych cząsteczek.

Jakie organizmy prowadzą oddychanie beztlenowe? Niektóre prokarioty - bakterie i archeony - żyjące w środowiskach o niskiej zawartości tlenu polegają na oddychaniu beztlenowym. Na przykład niektóre archeony zwane metanogenami mogą wykorzystywać dwutlenek węgla jako końcowy akceptor elektronów, wytwarzając metan jako produkt uboczny. Metanogeny znajdują się w glebie i układach trawiennych przeżuwaczy, w tym krów i owiec.

Oddychanie beztlenowe zachodzi u bakterii denitryfikacyjnych zasiedlających glebę.

### Denitryfikacja czyli stopniowej redukcji do $\text{NO}_3^-$ do $\text{N}_2$



Na podstawie: T. Umiński, *Ekologia, środowisko, przyroda*, Warszawa 1995.

## Temat: Oddychanie beztlenowe i typy fermentacji (26.05.2020)

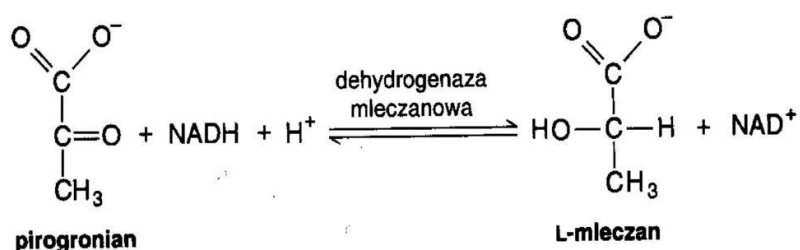
**Fermentacja** to kolejny beztlenowy (niewymagający tlenu) szlak rozkładu glukozy, który jest wykorzystywany przez wiele rodzajów organizmów i komórek. W **fermentacji** jedyną drogą pozyskania energii jest glikoliza z jedną lub dwiema dodatkowymi reakcjami na końcu.

Fermentacja i oddychanie beztlenowe rozpoczynają się w ten sam sposób, glikolizą. Jednak w procesie fermentacji, pirogronian powstały w wyniku glikolizy nie zostaje następnie utleniony i nie wchodzi do cyklu kwasu cytrynowego, także łańcuch transportu elektronów nie bierze w tym procesie udziału. Ponieważ łańcuch transportu elektronów nie pracuje, NADH wytworzony w glikolizie nie może oddać tam swoich elektronów, aby przekształcić się z powrotem w NAD<sup>+</sup>. Dodatkowe reakcje w procesie fermentacji mają zatem na celu regenerację nośnika elektronów NAD<sup>+</sup> z NADH wytworzonego w glikolizie.

### Fermentacja mlekowa:

W **fermentacji mlekowej**, NADH przenosi swoje elektrony bezpośrednio do pirogronianu, wytwarzając mleczan jako produkt uboczny. Bakterie, które produkują jogurt, prowadzą właśnie fermentację mlekową, podobnie jak czerwone krwinki w twoim ciele, które nie mają mitochondriów, a zatem nie mogą prowadzić oddychania komórkowego.

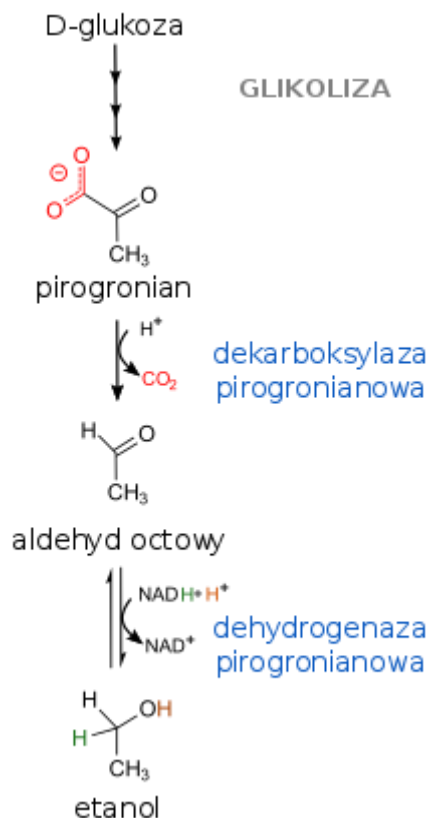
## Fermentacja mlekowa



## Fermentacja alkoholowa:

Innym znanym procesem fermentacji jest **fermentacja alkoholowa**, w której NADH przekazuje swoje elektrony pochodnej pirogronianu, w tym przypadku powstaje etanol.

Przejście od pirogronianu do etanolu jest procesem dwuetapowym. W pierwszym etapie usuwa się z pirogronianu grupę karboksylową i uwalnia jako dwutlenek węgla, w wyniku czego powstaje dwuwęglowa cząsteczka zwana aldehydem octowym. W drugim etapie NADH przekazuje elektrony do aldehydu octowego, regenerując się NAD<sup>+</sup> powstaje etanol.



Link do filmu o fermentacji alkoholowej

[https://www.youtube.com/watch?v=h09Gi\\_KzCn8](https://www.youtube.com/watch?v=h09Gi_KzCn8)

W podręczniku str.46 przeczytaj jakie jest znaczenie procesu fermentacji oraz przeanalizuj zysk energetyczny procesów beztlenowych.

Porównanie procesów uzyskiwania energii

Cechy	Oddychanie tlenowe	Oddychanie beztlenowe	Fermentacja
Przykłady organizmów lub komórek	większość organizmów	bakterie uczestniczące w obiegu azotu (bakterie denitryfikacyjne), bakterie żyjące na dnie zbiorników wód oraz w jelitach zwierząt	niektóre bakterie (np. bakterie mlekowe), grzyby (np. drożdże), protisty zwierzęce (np. orzęski bytujące w żołądkach przeżuwaczy), pasożyty układu pokarmowego człowieka (np. tasiemiec), a także włókna mięśni szkieletowych w warunkach niedoboru tlenu
Ostateczny akceptor elektronów	O <sub>2</sub>	związek nieorganiczny w postaci azotanów lub siarczanów	związek organiczny, np. kwas pirogronowy lub aldehyd octowy
Lokalizacja procesu w komórce	cytozol, mitochondria	cytozol	cytozol
Podstawowy substrat organiczny	glukoza	glukoza	glukoza
Ostateczne produkty procesu	CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O, ATP	CO <sub>2</sub> , związek nieorganiczny, ATP	związek organiczny (kwas mlekowy, alkohol etylowy), ATP, CO <sub>2</sub> (tylko w fermentacji alkoholowej)
Wydajność energetyczna	duża: 30 cząsteczek ATP	średnia: liczba cząsteczek mniejsza niż w oddychaniu tlenowym; zależy od rodzaju, gatunku lub szczepu bakterii	mała: dwie cząsteczki ATP

Źródło: lekcja przygotowana na podstawie materiałów pobranych ze strony internetowej

<https://pl.khanacademy.org/>