

## 7. System energetyczny – oddychanie

Podczas oddychania pochłaniamy tlen i usuwamy z naszych ciał dwutlenek węgla. Ten proces, który nazywamy oddychaniem, jest wspólny dla całego życia na Ziemi. Podczas oddychania energia jest pozyskiwana ze zmagazynowanych związków chemicznych. Kiedy cząsteczki cukru są spalane przez rośliny przy użyciu tlenu, wytwarzają ATP. Podczas tego procesu do środowiska uwalniany jest dwutlenek węgla i woda, a odzyskana energia jest wykorzystywana do zasilania życia. Komórki zwierzęce wymagają zewnętrznego źródła glukozy i tlenu i podobnie jak rośliny wytwarzają również dwutlenek węgla i wodę.

Oddychanie w złożonych komórkach odbywa się w specjalnych składnikach komórkowych zwanych mitochondriami. W jednej komórce mogą być ich tysiące, gdzie używają tlenu do spalania żywności. Są tak małe, że miliard zmieściłby się na główce od szpilki. Wszystkie zwierzęta i rośliny zawierają przynajmniej trochę mitochondriów. W ludzkim ciele znajduje się około 10 bilionów mitochondriów, co stanowi około 10 procent jego masy. Mogłyby wyprodukować nawet 65 kg ATP dziennie, chociaż w danym momencie w naszym organizmie znajduje się tylko około 100 g ATP.

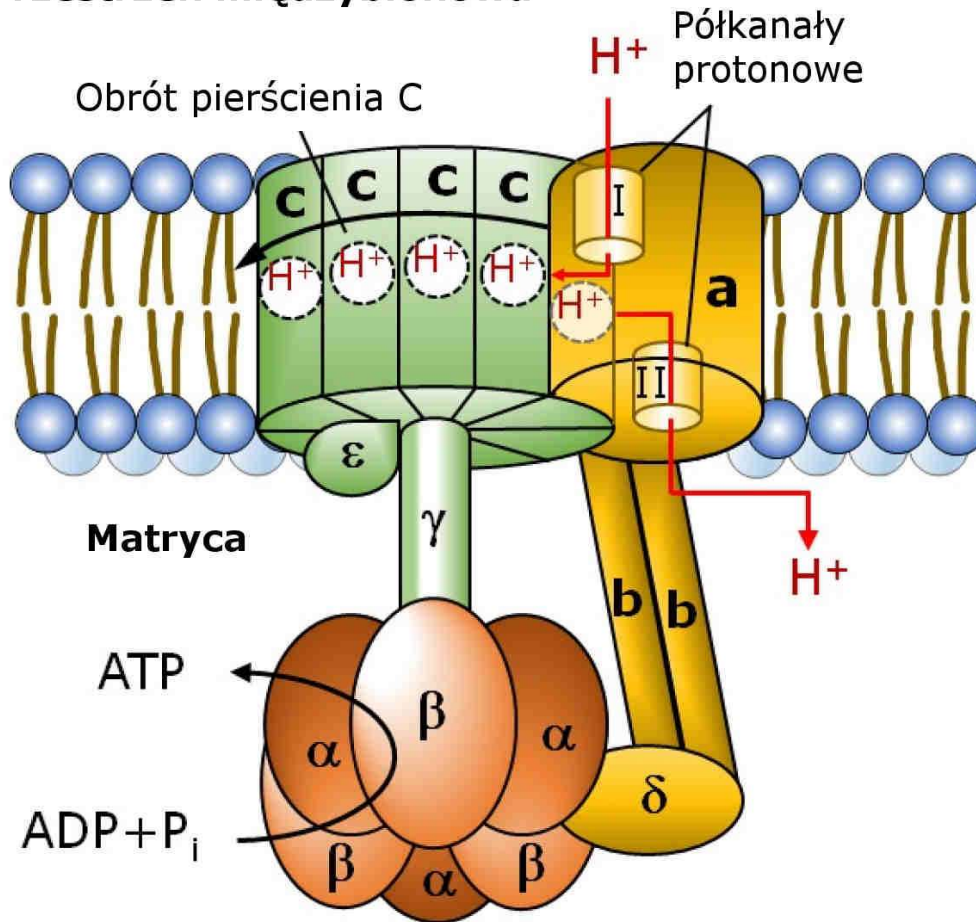
Głównym silnikiem napędzającym produkcję ATP jest układ oddechowy składający się z systemu transportu elektronów i syntazy ATP. Bez niej życie byłoby niemożliwe, a gdyby system przestał działać, komórka by umarła. Każde mitochondrium ma tysiące systemów transportu elektronów. Każdy system składa się z czterech gigantycznych kompleksów molekularnych osadzonych w wewnętrznej błonie mitochondrium. Wykorzystują energię uwalnianą przez przepływ elektronów wzdłuż układu do pompowania protonów przez tę błonę.

Złożoność tych czterech super kompleksów molekularnych jest po prostu niesamowita. Complex1 zbudowany jest z około 140 000 atomów, a inne kompleksy mają podobną masę. Kompleksy te w tej chwili podlegają bardzo intensywnym badaniom i cały czas publikowane są nowe informacje.

Ostatecznym osiągnięciem konstrukcji biologicznych jest syntaza ATP, zbudowana z około 86 000 atomów, która wytwarza ATP za pomocą protonów generowanych przez system transportu elektronów. W wewnętrznej błonie mitochondrialnej można osadzić do 30 000 kompleksów syntazy ATP. Syntaza ATP to genialny przykład nanotechnologii. Jest to najmniejszy silnik obrotowy zbudowany z cząsteczek białka napędzanych gradientem protonów lub gradientem pola elektrycznego, można więc

powiedzieć, że jest to silnik elektryczny. Schematyczny diagram syntazy ATP przedstawiono na ilustracji 1.

### Przestrzeń międzybłonowa



Ilustracja 1. Syntaza ATP

Średnica syntazy ATP w bakterii wynosi około 10 nanometrów, a jej wysokość około 20 nanometrów. Części wirujące to pierścień „c” i wał „ $\gamma$ ”. Potrzebuje 10 protonów na jeden obrót. Silnik syntazy ATP po nasyceniu protonami może obracać się z prędkością do 30 000 obrotów na minutę i jest w stanie wytworzyć około 390 cząsteczek ATP na sekundę. Z prawie 100-procentową wydajnością, znacznie przewyższającą ludzką technologię, syntaza ATP wykazuje wyraźne dowody nie tylko inżynierii, ale także wyjątkowych zdolności projektowych. Naukowcy od dłuższego czasu próbują odkryć „tajemnicę” tego bardzo wydajnego trybu działania.

Niestety, nawet po ponad 40 latach badań wciąż nie do końca rozumiemy, jak naprawdę działa syntaza ATP.

Geny kodujące układ oddechowy są genami konserwatywnymi ewolucyjnie.

Oznacza to, że te geny pozostały zasadniczo niezmienione podczas ewolucji.

Zachowanie genu wskazuje, że jest on wyjątkowy i niezbędny. Zmiany w genie mogą być śmiertelne.

Próbowałem pokazać, jak niezwykle złożony jest system oddechowy. Kiedy w 1961 roku zaproponowano ten system, naukowcy nie chcieli w to uwierzyć. Minęło 20 lat, zanim świat naukowy został zaakceptowany.