

5. Systemy energetyczne komórek - fotosynteza

Przyjmujemy za pewnik, że życie na Ziemi zależy od jednego parametru – energii słonecznej. Ta energia jest wychwytywana i przekształcana w niezwykle złożonym procesie zwanym fotosyntezą. Cała energia uwalniana przez spalanie węgla, drewna opałowego, paliw płynnych, gazu ziemnego i produkowana przez nasze ciała w wyniku spalania całej żywności, którą spożywamy, została wychwycona ze światła słonecznego przez fotosyntezę. Otaczają nas biliony fabryk wytwarzających energię, a tymi jednostkami są zielone liście roślin.

Proces fotosyntezy jest bardzo pomysłowy. Wykorzystuje dwutlenek węgla i wodę do produkcji cukrów i innych węglowodanów. Związki te działają w komórce jako paliwa, które energetyzują wszystkie funkcje komórki. Opisanie jego funkcji wykracza poza ten blog, chociaż w mojej książce podaję łatwy do zrozumienia opis całego procesu. Proces fotosyntezy opiera się na fizyce atomowej, w której najważniejszą rolę odgrywają elektrony i protony. Energia słoneczna jest gromadzona przez chlorofil, czyli zielony barwnik znajdujący się w liściach roślin. Cząsteczki chlorofilu pochłaniają światło o określonych długościach fal. Zwykle w liściach roślin znajduje się kilka różnych chlorofilów, które pochłaniają światło niebieskie, fioletowe i czerwone i odbijają światło żółte i zielone, nadając im zielony kolor. Pigment ten zbudowany jest ze 137 atomów, ma bardzo skomplikowaną budowę, a jego biosynteza jest niezwykle złożona.

Proces fotosyntezy jest realizowany przez dwa duże kompleksy molekularne znane jako fotosystem I i fotosystem II. Każdy fotosystem jest siecią cząsteczek chlorofilu, dodatkowych pigmentów i powiązanych białek. Złożoność fotosystemów I i II jest niezwykle duża. Zawierają wiele tysięcy aminokwasów i są zbudowane odpowiednio z około 150 000 i 100 000 atomów. Są to bardzo wydajne maszyny wytwarzające energię. Na przykład w nasyconym świetle fotosystem II może mieć przepustowość energetyczną równą 60 MW na mol, czyli więcej niż moc największej turbiny gazowej.

Fotosystem II i fotosystem I działają w sekwencji. Foton światła wyrzuca wysokoenergetyczny elektron z fotosystemu II. Energia tego elektronu jest wykorzystywana do pompowania protonu przez błonę tylakoidów, przyczyniając się do produkcji cząsteczki ATP. W końcu ten elektron dociera do fotosystemu I, gdzie drugi foton wypycha go na wyższy poziom energii. Ten elektron jest używany do generowania cząsteczki NADPH.

ATP to specjalna cząsteczka, która służy do dostarczania energii do każdej komórki każdego żywego organizmu. Co ciekawe, wszystkie organizmy, od najprostszych bakterii, grzybów i roślin, po wszystkie zwierzęta, ssaki i człowieka, używają dokładnie tego samego typu molekuł.

Ostatnim etapem fotosyntezy jest wytworzenie z dwutlenku węgla cząsteczek organicznych, takich jak cukry. Proces ten ma miejsce podczas cyklu Calvina, w którym enzym Rubisco wiąże dwutlenek węgla i włącza go do węglowodanów. Rubisco to bardzo duży enzym składający się z około 70 000 atomów. Podczas cyklu Calvina dwutlenek węgla pochodzi z powietrza, a energia potrzebna do reakcji pochodzi z fotosyntezy w postaci ATP. Do katalizowania reakcji w cyklu Calvina potrzebnych jest łącznie trzynaście enzymów.

Nie martw się, jeśli nie możesz wykonać tych procesów. Są tak złożone, że tylko nieliczni naukowcy mogą je naprawdę zrozumieć. Chcę tylko pokazać, jak niesamowicie złożony jest proces fotosyntezy i uświadomić, że ten proces działa od samego początku życia na Ziemi.