

## Zielonkawa energia

Niepostrzeżenie Polska staje się liderem w wykorzystaniu energii odnawialnej. Inwestycje okazały się niepotrzebne. Można powiedzieć, że wprost przeciwnie. Każdy piec, w którym pali się drewnem, został włączony do walki z efektem cieplarnianym. Nadal, co prawda, emituje, zgubny ponoć, ditlenek węgla, ale taki, który wcześniej został pochłonięty przez drzewa w procesie fotosyntezy. (Węgiel też powstał dzięki temu procesowi, ale to było tak dawno, że się, niestety, nie liczy.)

W zanadru mamy jeszcze armię specjalistów zrzeszonych w NSZZ (nieformalnym samorządnym związku zawodowym) imienia Jakuba Wędrowicza. Przyszłość energii odnawialnej w naszym kraju można widzieć kolorowo.

Niestety, wykorzystanie niektórych innych produktów ekologicznych (np. krowich placzków) ma pewien mankament. Choć ditlenku węgla trochę ubywa, to metanu, którego szklarniowe działanie jest jeszcze silniejsze, znacząco przybywa.

Zostawiając jednak żarty na boku, daje się zauważyć pewien postęp w półprzemysłowym wykorzystaniu biopaliw, takich jak słoma czy zrębki, np. do ogrzewania gminnych kotłowni. Niesie to dodatkowe korzyści: aktywizacja środowisk lokalnych, oszczędności transportowe (dodatkowa redukcja emisji CO<sub>2</sub>), rozwijanie rzemiosła.

Jednak prawdziwym marzeniem cieplarnianych bojowników jest wodór, najlepiej pozyskiwany z wykorzystaniem tzw. energii odnawialnych, np. energii termojądrowej (popularnie zwanej słoneczną). Rośliny od miliardów lat produkują tlen i cukier z wody i ditlenku węgla. Czy nie dałoby się przekonać je do produkcji wodoru? Okazuje się, że wcale nie trzeba przekonywać. One, a przynajmniej niektóre z nich, w określonych warunkach, od zawsze to robią!

Odkrył to już 70 lat temu Hans Gaffron. Potrafią to np. jednokomórkowe glony w warunkach anaerobowych (niedoboru tlenu).

Modelowym organizmem, na którym od ponad 60 lat ogniskują się badania, jest *Chlamydomonas reinhardtii*. Glon ten mierzy 10 mikronów, porusza się za pomocą dwóch wici i ma jeden duży chloroplast. Glony mają dużo centrów fotosyntezy na jednostkę masy fotosyntetyzującej komórki w porównaniu do innych roślin. Łatwo jest otrzymywać i utrzymywać ich kultury oraz, co staje się coraz bardziej istotne, są wdziecznym obiektem modyfikacji genetycznych.

Przez wiele lat usiłowano zrozumieć uwarunkowania wodorowego metabolizmu glonów. Domyślano się, że jest to przystosowanie do okresowego niedoboru tlenu. W normalnych warunkach, w wyniku procesu fotosyntezy, produkowany jest cząsteczkowy tlen i cukier z wody i ditlenku węgla. Efektywnie, pod wpływem światła, dokonuje się katalityczny rozkład wody na tlen i wodór, ale wodór jest natychmiast wiązany. Cząsteczkowy wodór powstaje wtedy, gdy elektrony odbierane podczas rozkładu wody zostaną oddane jonom wodoru w środowisku pozbawionym tlenu. Dlatego proces produkcji wodoru jest możliwy tylko wtedy, gdy odpowiednie katalizatory są obecne w komórce, i tylko przez krótką chwilę, dopóki

wytwarzany jednocześnie tlen nie zahamuje reakcji. Przed dziesięciu laty udało się jednak rozwiązać problem ciągłej produkcji wodoru poprzez zatrudnienie tlenu do spalania cukru w mitochondriach. Najpierw zachodzi normalny proces fotosyntezy, pozwalający na przyrost biomasy, ale po pewnym czasie komórka zostaje pozbawiona pożywienia zawierającego siarkę, co hamuje proces tlenowej fotosyntezy. Ponieważ tempo metabolizmu pozostaje jednak niezmiennione, więc stężenie tlenu maleje i fotosynteza przełącza się na produkcję cząsteczkowego wodoru [1]. Czyli w pierwszej fazie wodór używany jest do produkcji cukru, a w drugiej tlen do jego spalania.

Po rozwiązaniu problemu ciągłej produkcji wodoru pozostaje opracowanie opłacalnej metody wytwarzania biowodoru. Okazało się to nie takie proste. W ostatniej dekadzie nacisk został położony na genetyczne modyfikacje glonu. Główny cel jest na pierwszy rzut oka zaskakujący. Chodzi o zminimalizowanie liczby cząsteczek chlorofilu w komórce. Wizualnym efektem byłoby uzyskanie zielonkawych, zamiast intensywnie zielonych, glonów. Glony żyjące w naturze są przystosowane do warunków słabego oświetlenia. Dlatego chlorofilu mają w nadmiarze. W warunkach dobrego oświetlenia wychwytyują więcej fotonów, niż są w stanie użyć do fotosyntezy. Wysiłki zmierzają do tego, aby nie zmniejszając liczby centrów fotosyntezy w chloroplastach, pozbawić go nadmiaru chlorofilu. Wtedy w bioreaktorze światło będzie mogło docierać do warstw położonych głębiej, powodując wzrost efektywności produkcji wodoru. W grudniu ukazała się praca [2], która sukcesy takiej genetycznej modyfikacji podsumowuje.

Droga do komercjalizacji wodorowego bioreaktora jest jeszcze daleka. Perspektywa wykorzystania akwarium do zasilania pojazdów przyszłości jest bardzo interesująca, ale nadal trudna do wyobrażenia.

Piotr ZALEWSKI

- [1] A. Melis & T. Happe, *Trails of green alga hydrogen research—from Hans Gaffron to new frontiers*, Photosynthesis Research 80 (2004), 401–409.
- [2] M. Mitra & A. Melis, *Optical properties of microalgae for enhanced biofuels production*, Optics Express 16, No. 26, 22/12/2008.