

Ryszard W. Schramm

Zakład Metabolizmu Węgla i Azotu  
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza  
Poznań**Biologiczne palenie wodorem  
– propozycja dla biotechnologii****Założenia podstawowe**

Biochemia, biofizyka i biotechnologia mogą w przyszłości rozwiązać zagadnienie taniej energii.

**1. Wstęp**

Alternatywy energetyczne w Polsce na najbliższych 30 lat przewidują dwa zasadnicze warianty:

- 1) ulepszenie energetyki opartej na spalaniu paliw konwencjonalnych,
- 2) oparcie energetyki na elektrowniach atomowych.

Oba te rozwiązania są:

- a) bardzo trudne technologicznie,
- b) bardzo kosztowne,
- c) długofalowe i nie zapewniające dostatecznego przyrostu energii w ciągu 30 lat,
- d) budzące poważne zastrzeżenia z punktu widzenia ekologicznego.

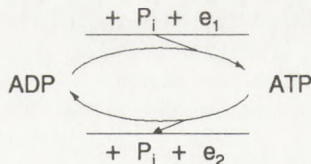
Zapasy nośników energii, zarówno paliw konwencjonalnych jak i pierwiastków rozszczepialnych, są w skali światowej na wyczerpaniu i **już dziś należy się zastanowić nad nowymi źródłami energii**. Wydaje się, że takim źródłem energii powinien stać się **wodór**, uwalniany przez **niskoenergetyczny rozkład wody**. Zagadnienie to rozwiązały organizmy żywe już przed kilku miliardami lat, na początku tlenowej fazy życia. Dzisiaj żywa, aerobowa komórka, niezależnie od stopnia rozwoju organizmu, posługuje się tym samym mechanizmem zabezpieczającym jej zapotrzebowanie energetyczne.

**2. Uproszczony wykład podstawowy**

1. Zapotrzebowanie energetyczne żywej komórki jest zaspokajane **chemicznie** na drodze **utleniania komórkowego**.

2. Energia chemiczna, która w organizmie może być zamieniona na każdy inny rodzaj energii (także elektryczną), jest **kwantowana**. Kwantem energii chemicznej organizmu żywego jest wartość jednego wysokoenergetycznego wiązania fosforanowego ATP ( $\sim P$ ). Tylko ta część energii (duża!), która przechodzi przez wysokoenergetyczne wiązania ATP, może być następnie wykorzystana przez organizm.

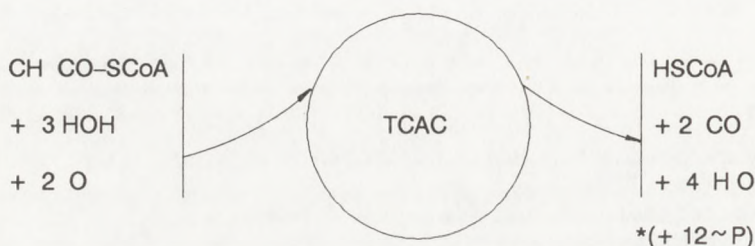
3. Tworzenie i rozkład ATP, wyrażone równaniem



i obrazujące w ogromnym uproszczeniu gospodarkę energetyczną komórki, jest **najintensywniejszą** reakcją metaboliczną w żywym organizmie.

4. Ilość energii, przepływająca przez ATP może być wyrażona liczbą i masą powstających i rozkładanych cząsteczek ATP. Przez organizm ludzki, przyjmując tylko jedną przemianę podstawową, przepływa **w ciągu doby ilość energii**, która wyrażona wagowo daje liczbę **kilogramów ATP równą** w przybliżeniu **wadze ciała**. Daje to obraz ilości energii uwalnianej i zużywanej przez żywe organizmy.

5. Podstawowym układem dysponującym energią w komórce jest cykl kwasów trójkarboksylowych (TCAC) wraz z towarzyszącymi mu reakcjami przenoszenia wodorów (elektronów i protonów) na tlen atmosferyczny i wiążącą się z tym fosforylacją oksydacyjną. Bilans materiało-energetyczny TCAC przedstawia się następująco:



6. W czterech reakcjach utleniania biologicznego związanych z TCAC ulega przeniesieniu na tlen atmosferyczny **8 atomów wodoru**. Uwalniana w tym procesie energia zostaje związana w **12 wysokoenergetycznych wiązaniach ATP**. **6 z tych atomów wodoru pochodzi niemal bezpośrednio z wody**, która jest rozkładana **bezenergetycznie** (z punktu widzenia kwantowej energetycznie gospodarki komórki, tj. **bez zużycia P**). W ten sposób **trzy czwarte atomów wodoru** wchodzących do reakcji utleniania biologicznego, które są związane z uwalnianiem i przechwytywaniem energii, **pochodzi z wody**. Komórka żywa rozwiązała zagadnienie „**palenia wodą**”.

7. Z tego faktu nie zdaje sobie sprawy co najmniej 95% studentów (a także, niestety, profesorów) biologii, a nawet około 75% studentów biochemii, biofizyki, biologii molekularnej i biotechnologii. Osoby dyskutujące na temat przyszłości energetyki polskiej nie mają o tym w ogóle pojęcia.

### 3. Wnioski

1. Rozwiązanie techniczne zapotrzebowania energetycznego w przyszłości powinno zmierzać w kierunku w którym natura już dawno znalazła drogę. Niejednokrotnie, w wielu zdobyczach technicznych wykorzystano mechanizmy istniejące w przyrodzie! Obecnie na świecie rozpoczynają się niezwykle kosztowne badania nad szóstą generacją komputerów zwanych „neurokomputerami”, opierające się na badaniach nad układem nerwowym nicieni (!). Wydaje się, że zagadnienie zabezpieczenia dostatecznej ilości energii ma dla przyszłości nie mniejsze znaczenie niż udoskonalenie operowania informacją.

2. Praktyczne rozwiązanie opanowania „palenia wodą” może zmierzać w dwóch kierunkach:

a) „prymitywnie” biotechnologicznym – przez „zaprzężnięcie” do pracy odpowiednich mikroorganizmów i przechwytywanie uwalnianej przez nie energii,

b) symulacyjnym – przez stworzenie sztucznego układu naśladowującego układ funkcjonujący w każdej żywej komórce tlenowej.

Badania w obu kierunkach są już rozpoczęte w krajach „epoki postindustrialnej”.

Osobiście wypowiadam się za szybkim podjęciem badań w kierunku 2b. Uważam, że:

a. Należy stworzyć priorytetowy plan badawczy, zmierzający do poznania układu naturalnego, a w konsekwencji do skonstruowania układu symulacyjnego.

b. W pierwszym etapie (poznawczym) w pracach tych powinni wziąć udział biochemicy, biofizycy, biologowie molekularni i biotechnolodzy. Dyskusja nad tym programem powinna się rozpocząć „burzą mózgow”.

c. Należy się liczyć z odległą perspektywą rozwiązania tego zagadnienia. Osobiście przewiduję dystans rzędu 30–40 lat. Uważam, że w Polsce należy prowadzić takie badania, które nawet jeśli nie zapewnią nam priorytetu w skali światowej, to utrzymają nas blisko czołówki światowej w tej dziedzinie.

d. Uważam, że dysponujemy odpowiednią kadrą naukową do podjęcia dyskusji na ten temat i do zaproponowania odpowiedniego programu.

e. Należy na ten cel przeznaczyć duże środki nie spodziewając się szybkiego zwrotu poniesionych nakładów. Jednakże trzeba pamiętać, że: po pierwsze – inwestowanie w naukę jest długofalowo najbardziej opłacalną inwestycją; po drugie – nie ma nic bardziej praktycznego niż dobra teoria.

f. Uważam, że przeznaczenie na ten cel połowy kosztów budowy jednej elektrowni atomowej, względnie opracowania i wprowadzenia w życie programu ulepszenia energetyki konwencjonalnej wystarczyłoby na tego typu badania na 2–3 dziesięciolecia.

g. Postuluję powołanie zespołu roboczego, który przygotowałby tematy do proponowanej „burzy mózgow”, a następnie zajęłby się opracowaniem założeń odpowiedniego programu.

*Adres dla korespondencji:*

Ryszard W. Schramm, Zakład Metabolizmu Węgla i Azotu, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, ul. Fredry 10, 61–701 Poznań.