

ZASTOSOWANIE MIĘDZYFAZOWEJ, HETEROGENICZNEJ FOTOELECTROCHEMII W SYNTEZIE ORGANICZNEJ

Instytut Chemii Organicznej Polskiej Akademii Nauk

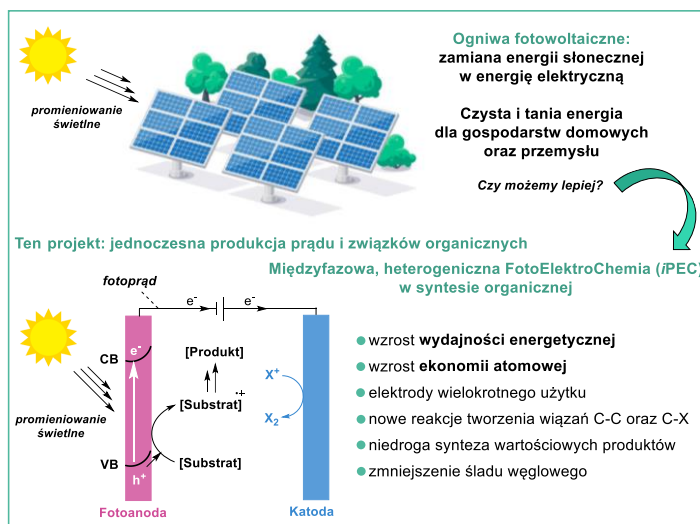
Katarzyna Rybicka-Jasińska

Kryzys klimatyczny, który postępuje jeszcze szybciej, niż się obawialiśmy, to najważniejszy kryzys naszych czasów. Nie jesteśmy jednak bezsilni w obliczu tego globalnego zagrożenia. Jak zauważył António Guterres, Sekretarz Generalny Organizacji Narodów Zjednoczonych: „kryzys klimatyczny to wyścig, który przegrywamy, ale który możemy wygrać”.

Ogólnosiwiatowe doniesienia o dramatycznych klęskach żywiołowych (tylko w tym roku ekstremalne pożary w Grecji, Włoszech i na Hawajach) doprowadziły do dyskusji na temat zmian klimatycznych i pilnej potrzeby działania. Co więcej, w tym momencie ludzkość zmagą się także z ekonomicznymi aspektami kryzysu energetycznego – w ostatnim roku cena gazu ziemnego, a co za tym idzie, na niektórych rynkach także energii elektrycznej, osiągnęła rekordowy poziom. Jednak światowy kryzys klimatyczny w połączeniu z kryzysem energetycznym mogą być historycznym punktem zwrotnym w rozwoju nowatorskich, ekologicznych metod produkcji związków chemicznych poprzez opracowanie alternatywnych metod, które zwiększą wydajność energetyczną i ekonomię atomową oraz wyeliminują generowanie toksycznych odpadów.

W przypadku zrównoważonej syntezy organicznej, jednymi z najbardziej ekologicznych sposobów prowadzenia reakcji chemicznych są elektrochemia i fotochemia. Pomimo, że w ostatnich latach znaczenie tych metod w syntezie organicznej rośnie, *współcześnie nacisk kładzie się głównie na ekonomię atomową bez uwzględnienia wydajności energetycznej*. Jednym ze sposobów, aby to zmienić, jest czerpanie inspiracji z systemów biologicznych. Natura sama w sobie oferuje wzorce zrównoważonego rozwoju. Przez dziesięciolecia systemy naturalne, a w szczególności fotosynteza, stanowiły główny model nauki i inżynierii energii słonecznej. Naukowo opracowane podstawy procesu fotosyntezy wykorzystano m.in. do rozwoju ogniw fotowoltaicznych, w których energia słoneczna zamieniana jest na energię elektryczną. Jednakże takie ogniwo może służyć nie tylko do produkcji energii elektrycznej, ale także do zasilanej światłem produkcji paliw (np. produkcji wodoru). W typowym ogniwie elektrochemicznym każdy proces redoks można skonstruować jako połączenie dwóch reakcji półwkowych (anodowe utlenianie, katodowa redukcja). W ciągu ostatniej dekady elektrosynteza umożliwiła przeprowadzenie licznych transformacji organicznych, pozwalając przy tym na stosunkowo łagodne warunki oraz eliminację stosowania niebezpiecznych oraz toksycznych utleniaczy i reduktorów. Jednakże w metodach elektrochemicznych do przekształcenia niektórych związków organicznych wymagane jest zastosowanie wysokiego potencjału i dużej ilości energii elektrycznej, co czasami prowadzi do nieselektywnych reakcji i strat energii. Wspomagana światłem elektrochemia może być rozwiązaniem problemu niskiej wydajności energetycznej procesów chemicznych. W *międzyfazowej, heterogenicznej fotoelektrochemii (iPEC)* reakcja zachodzi na powierzchni półprzewodnikowej fotoelektrody, która pod wpływem promieniowania światła widzialnego generuje fotoprąd, który jest wykorzystywany do napędzania reakcji chemicznej. Dzięki zastosowaniu promieniowania świetlnego oraz fotoelektrody można uniknąć stosowania zewnętrznego zasilania elektrycznego lub zmniejszyć używane napięcie do minimum. Dzięki temu prąd może być wykorzystany jako kluczowy *odczynnik* w ilości katalitycznej, co oznacza, że przemiana chemiczna przebiega w niezwykle łagodnych warunkach oraz bez strat energii.

Głównym celem tego projektu jest stworzenie ogólnego założenia do projektowania i konstruowania międzyfazowych, heterogenicznych systemów fotoelektrochemicznych (iPEC) do syntezy związków organicznych (Rysunek 1). Dzięki takiemu rozwiązaniu przy prowadzeniu reakcji chemicznych będzie można uniknąć stosowania zewnętrznej energii elektrycznej lub ograniczyć ją do minimum. Choć użyteczność tego podejścia w przypadku konwersji energii słonecznej (np. ogniw słonecznych) jest dobrze znana, korzyści z jego zastosowania w syntezie organicznej są nadal słabo zbadane. Nasze wysiłki pozwolą na opracowanie nowych, wspomaganych fotochemicznie metod, które poszerzą zestaw narzędzi w syntezie organicznej, zwiększając przy tym energooszczędność procesów chemicznych. W przyszłości opracowane systemy mogą być równie rozpowszechnione jak ogniwa słoneczne (fotowoltaika) i znaleźć szerokie zastosowanie w przemyśle, zwiększając ekonomię atomową i efektywność energetyczną.



Rysunek 1. Idea projektu