

# Elektrochemiczne metody generowania rodników arylowych i ich zastosowania w syntezie

*Dr Bartłomiej Sadowski*

*Centrum Nowych Technologii, Uniwersytet Warszawski*

## WPROWADZENIE

Rodniki są to atomy lub cząsteczki posiadające w swej strukturze niesparowane elektrony. Wolne rodniki towarzyszą nam w codziennym życiu, np. rodnikowe formy tlenowe powstają podczas procesów związanych z oddychaniem. Postuluje się, że to właśnie te reaktywne formy tlenowe są przyczyną powolnej degradacji DNA, a co za tym idzie procesu starzenia się. Niemniej jednak wolne rodniki, a w szczególności te o zwiększonej trwałości, są bardzo użytecznymi narzędziami we współczesnej biologii, czy chemii materiałowej.

Wielu reakcjom chemicznym towarzyszą związki o charakterze rodnika. Wysoka reaktywność spowodowana obecnością niesparowanego elektronu prowadzi niejednokrotnie do niskiej wydajności danej reakcji, tj. nadmiernego powstawania produktów ubocznych. Pierścienie benzenu zawierające w swej strukturze niesparowany elektron, tzw. rodniki arylowe, są niezwykle użytecznymi związkami pośrednimi wielu reakcji chemicznych. Ich wadą jest niska stabilność, a zatem wysoka reaktywność. Opracowanie wysoce wydajnych reakcji dla tego typu rodników jest dużym wyzwaniem dla współczesnych chemików organicznych. Rodniki arylowe wytwarzane są głównie w wyniku reakcji utleniania lub redukcji (tzw. reakcji redox), a zatem konieczne jest zastosowanie utleniacza lub reduktora, najczęściej w wysokim nadmiarze, co wiąże się z powstawaniem zwiększonych ilości odpadów, co nie jest przyjazne dla środowiska. **Dlatego też konieczne jest opracowanie nowych metod wytwarzania rodników arylowych, które ograniczyłyby ilość powstających odpadów poreakcyjnych, zapewniłyby jak najbardziej efektywne wykorzystanie zasobów oraz energii, jak również charakteryzowały się większą selektywnością.**

Ze względu na pogłębiający się kryzys klimatyczny, coraz większy nacisk kładzie się na pozyskiwanie energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych, takich jak siła wiatru, czy energia słoneczna. Z tego względu, prąd elektryczny zaczął być postrzegany przez chemików syntetyków, jako zielony utleniacz lub reduktor. Właśnie zgodnie z tym kierunkiem coraz prężniej rozwija się dziedzina zwana syntezą elektrochemiczną. Chociaż pierwsze przykłady przekształceń związków organicznych indukowanych za pomocą energii elektrycznej pochodzą z XIX wieku, dopiero od niedawna obserwuje się wzrost zainteresowania tą metodą syntetyczną, w głównej mierze ze względu na dostępność na rynku dedykowanych urządzeń do przeprowadzania tego typu reakcji. Od niedawna obserwuje się również zdecydowany wzrost zainteresowania nową metodą syntetyczną, bazującą na połączeniu fotochemii oraz elektrochemii, tzw. fotoelektrochemii syntetycznej.

## CEL PROJEKTU I PLAN BADAŃ

Celem niniejszego projektu jest wykorzystanie prostych pochodnych kwasów aryloboronowych jako prekursorów rodników arylowych, wytwarzanych w wyniku (foto)elektrochemicznego utleniania wspomnianych kwasów. W początkowym etapie projektu, przeprowadzimy szczegółową optymalizację warunków reakcji (foto)elektrochemicznego przekształcania kwasów boronowych w rodniki arylowe, w celu zminimalizowania zużycia prądu i zmaksymalizowania wydajności tejsze reakcji. Rodniki arylowe wytworzone w ten sposób zostaną przekształcone w bardziej złożone związki chemiczne, głównie na drodze reakcji jednoetapowych, przeprowadzonych w tym samym naczyniu. W konsekwencji, uzyskamy dostęp do skutecznego narzędzia syntetycznego, które pozwala na tworzenie nowych związków chemicznych w prosty sposób, z łatwo dostępnych związków wyjściowych.

## ZNACZENIE REZULTATÓW REALIZACJI PROJEKTU

Oczekuje się, że opracowana metodologia pozwoli na w pełni kontrolowane przekształcenie kwasów aryloboronowych w bardziej złożone związki chemiczne, przy jednoczesnym zminimalizowaniu powstawania odpadów oraz zużycia energii elektrycznej, co może przyczynić się do jej zastosowania w innych dziedzinach badań, takich jak synteza związków biologicznie czynnych lub modyfikacja znanych już farmaceutyków, przyjazna środowisku oraz energooszczędna produkcja chemikaliów, czy modyfikacja materiałów.