

## **W kierunku elektrochemii pojedynczych cząsteczek: Badania procesów redoks w skali nano**

Wbrew pozorom, procesy elektrodowe badane i projektowane przez elektrochemików stanowią istotną część naszego życia. Zachodzą one na przykład na elektrodach, które znajdują się w bateriach laptopów i telefonów komórkowych. Ostatnio baterie służą również do zasilania pojazdów. Każdemu z nas zależy na tym, aby urządzenia te były lekkie, trwałe, ładowały się szybko i były w stanie zmagazynować dużą ilość energii. Postęp we wszystkich gałęziach elektrochemii, który dokonał się na przestrzeni wieków, do dalszego rozwoju wymaga zrozumienia tych procesów na poziomie pojedynczych cząsteczek z których zbudowana jest materia.

Elektrochemia to nie tylko baterie, ale także czujniki szkodliwych substancji, urządzenia do osadzania warstw zabezpieczających przed korozją oraz duże elektrolizery do przemysłowego otrzymywania materiałów, których nie da się lub nie opłaca otrzymywać innymi metodami. Na przykład większość przewodów elektrycznych wykonana jest z miedzi oczyszczonej elektrochemiczną metodą elektorafinacji. Nawet procesy zachodzące w żywych organizmach badane są za pomocą metod elektrochemicznych. Istotnym procesem w naszych komórkach jest unieszkodliwianie aktywnych form tlenu, które niszczą komórki i przyspieszają procesy starzenia. Siwe włosy, jeden z widocznych efektów starzenia się, są właśnie efektem zmniejszania się w organizmie enzymów odpowiedzialnych za unieszkodliwianie tych zabójczych form życiodajnego pierwiastka. Jedną z tych form jest nadtlenek wodoru. Był on jeszcze niedawno sprzedawany w aptekach do odkażania ran. Obecnie został wyparty przez roztwory na bazie alkoholu, które dezynfekują równie efektywnie, ale rany goją się szybciej. Kto miał okazję widzieć ranę polaną roztworem nadtlenu wodoru wie, że wydziela się wtedy piana. Każda piana zawiera drobne bąbelki gazu. W tym przypadku ten gaz, to właśnie tlen potrzebny nam do oddychania. Wydziela się on na skutek rozkładu nadtlenu wodoru do wody i tlenu. Taką niestabilność i rozkład nadtlenu wodoru powoduje katalaza – enzym bardzo mocno przyspieszający tą reakcję rozkładu. Jedna cząsteczka takiego enzymu (białka) jest w stanie rozłożyć ponad milion cząsteczek nadtlenu wodoru w ciągu sekundy. Często mówi się, że reakcja ta jest wtedy kontrolowana dyfuzyjnie, czyli szybkością docierania cząsteczek  $H_2O_2$  do cząsteczki enzymu, ale też odprowadzaniem powstałego tlenu.

Naukowcy z Instytutu Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk opracowali małe elektrody, którymi można badać proces rozkładu nadtlenu wodoru. Elektrody te są tysiąc razy mniejsze od średnicy ludzkiego włosa. Według wstępnych obliczeń możliwe jest zarejestrowanie sygnału od pojedynczych cząsteczek katalazy na takich małych elektrodach. Nieco przeszkadza w tym szum spowodowany między innymi przez wszechobecne dzisiaj zakłócenia elektromagnetyczne. Sposobem pozbycia się tego szumu będzie zamiana sygnału elektrycznego na sygnał świetlny. Ten ostatni łatwo jest mierzyć na poziomie pojedynczych fotonów (najmniejszych wartości energii przenoszonej przez światło). Dzięki takiej konwersji sygnału możliwe będzie badanie procesów elektrochemicznych na poziomie pojedynczych zdarzeń. Ułatwi to naukowcom pełne zrozumienie tych procesów, dzięki czemu, nasze baterie będą mogły być projektowane tak, żeby były jeszcze mniejsze, trwalsze, lżejsze, ładowały się szybciej i dostarczały dużą ilość energii w krótkim czasie, jeżeli zajdzie taka potrzeba.