

Komponenty na bazie biopolimerów dla kondensatora elektrochemicznego

Głównym celem niniejszego projektu jest zaprezentowanie metod wytwarzania elektrolitów żelowych i materiałów elektrodowych bazujących na przetworzonych biopolimerach, celulozie lub chitynie, oraz scharakteryzowanie właściwości elektrochemicznych otrzymanych materiałów pod kątem ich zastosowania w roli komponentów dla elektrochemicznych urządzeń do magazynowania energii.

Celuloza i chityna to najbardziej rozpowszechnione w biosferze polimery naturalne. Celuloza stanowi podstawowy budulec komórek roślinnych. Charakteryzuje się atrakcyjnymi właściwościami, taki jak biokompatybilność, biodegradowalność, stabilność chemiczna i termiczna. Chityna pod względem struktury chemicznej i właściwości fizykochemicznych przypomina celulozę. Podobnie jak celuloza, jest trudno rozpuszczalną substancją o niskiej reaktywności chemicznej. Jest głównie składnikiem wzmacniającym odporność mechaniczną pancerzy stawonogów i ścian komórkowych grzybów. Celuloza i jej związki pochodne znajdują zastosowanie m.in. w przemyśle drzewnym, papierniczym, tekstylnym, kosmetycznym, czy farmaceutycznym. Z kolei obszary zastosowania chityny i jej związków pochodnych to między innymi: biotechnologia, przemysł kosmetyczny, rolnictwo, przemysł spożywczy, przemysł papierniczy, przemysł tekstylny oraz farmaceutyka i medycyna. Generalnie, ze względu na trudną rozpuszczalność chityny dla celów przemysłowych wykorzystywane są raczej jej związki pochodne, np. chitozan. Omawiane powyżej substancje biopolimeryczne stanowią również obiekt wielu prac badawczych. Niewątpliwie jednym z ciekawszych pomysłów jest zastosowanie celulozy i chityny w rozwiązaniach dotyczących chemicznych źródeł prądu.

Generalnie w elektrochemicznych urządzeniach do magazynowania energii biopolimer może pełnić funkcję separatora, matrycy elektrolitu lub lepszycza elektrodowego. Papierowe arkusze, przygotowane z pulpy celulozowej odpornej na alkalia, z sukcesem zastosowano już w komercyjnie dostępnych bateriach alkalicznych, czy superkondensatorach. Materiał ten sprawdzał się jako separator dzięki własnościom, takim jak doskonała zwilżalność, niski koszt produkcji, wysoka porowatość, wytrzymałość mechaniczna oraz mały ciężar właściwy. W ogniwach litowych tego typu materiały nie wzbudziły większego zainteresowania głównie ze względu na higroskopijny charakter i łatwość zapłonu papieru celulozowego. Niemniej tani koszt separatora celulozowego jest przyczynkiem do badań nad redukcją problemów związanych z bezpieczeństwem. W roli lepszycza elektrodowego coraz częściej wykorzystuje się pochodne celulozy, np. karboksymetylocelulozę, jako ekologiczną alternatywę dla powszechnie stosowanych polimerycznych materiałów na bazie fluoru.

Dla kondensatora elektrochemicznego możliwe jest także zastosowanie elektrolitu hydrożelowego, gdzie matrycę polimerową stanowi przetworzony biopolimer. W tym celu stosowano dotychczas między innymi film celulozowy czy chitozanowy, nasączony klasycznym, wodnym elektrolitem ciekłym. Niniejsze rozwiązanie zapewnia immobilizację elektrolitu oraz ograniczenie możliwości wycieku przy jednoczesnym zachowaniu własności elektrochemicznych na podobnym poziomie, jak dla klasycznego wodnego elektrolitu. Hydrożel polimerowy zapewnia maksymalne napięcie pracy urządzenia na poziomie porównywalnym do klasycznego elektrolitu wodnego, czyli ok. 1 V. Ponieważ napięcie pracy znacząco wpływa na gęstości energii urządzeń do magazynowania energii, kluczowym zadaniem jest znalezienie sposobu na rozszerzenie stabilności elektrochemicznej żelowych elektrolitów biopolimerowych. Intuicyjnym rozwiązaniem niniejszego problemu wydaje się wprowadzenie do matrycy biopolimerowej elektrolitu niewodnego.

W ramach niniejszego projektu, po raz pierwszy zostanie zaprezentowana nowatorska metoda wprowadzenia elektrochemicznie stabilnej cieczy jonowej w matrycę biopolimeru z wytworzeniem elektrolitu żelowego. Niniejsza procedura będzie stanowić modyfikację sposobu otrzymywania hydrożelu celulozowego, zaprezentowanego wcześniej w literaturze. Na etapie prac badawczych, metoda zostanie zoptymalizowana poprzez dobór odpowiednich parametrów procesowych. Uzyskane materiały zostaną zastosowane i szczegółowo scharakteryzowane jako elektrolity w urządzeniach do magazynowania energii, pracujących przy relatywnie wysokich wartościach napięcia. Dodatkowo po raz pierwszy planowane jest wykorzystanie przetworzonej w rozpuszczalnikach na bazie cieczy jonowych chityny do wytworzenia biopolimerowego elektrolitu hydrożelowego oraz materiału elektrodowego z lepszyczem biopolimerowym. Wytworzone komponenty zostaną elektrochemicznie scharakteryzowane podczas pracy w komórce superkondensatora.

Efektom podjętych badań będzie zdobycie cennej wiedzy na temat metody preparatyki oraz właściwości elektrochemicznych nowych materiałów na bazie biopolimerów, przeznaczonych dla elektrochemicznych urządzeń do magazynowania energii. Zaproponowane materiały, jako efektywna i ekologiczna alternatywa dla dotychczas stosowanych rozwiązań w dziedzinie chemicznych źródeł prądu, mogą w przyszłości wzbudzić szersze zainteresowanie środowisk badawczych. Podjęta tematyka idealnie wpisuje się w silnie rozwijany trend technologicznych rozwiązań, wpisujących się w ramy zasad „zielonej chemii”.