

Streszczenie

Głównym celem niniejszej rozprawy doktorskiej było opracowanie i charakterystyka materiałów bionanocelulozowych do zapobiegania kolonizacji przez drobnoustroje patogenne oraz do eradykacji biofilmów bakteryjnych.

Celuloza bakteryjna (BC, ang. *bacterial cellulose*), zwana też bionanocelulozą, to polimer o unikalnych właściwościach, dzięki którym znajduje on zastosowanie w wielu gałęziach przemysłu i dziedzinach nauki. Podczas prowadzenia badań w ramach niniejszej rozprawy doktorskiej, do biosyntezy BC wykorzystano szczep referencyjny *Komagataeibacter xylinus* (ATCC 53524), a proces wytwarzania BC prowadzono w warunkach stacjonarnych. W celu uzyskania materiału o polepszonych właściwościach fizykochemicznych, opracowano metodę modyfikacji polegającą na przeprowadzeniu reakcji krzyżowego sieciowania BC w obecności kwasu cytrynowego jako czynnika sieciującego oraz katalizatorów – wodorofosforanu sodu, wodorowęglanu sodu, wodorowęglanu amonu i ich mieszanin. Ustalono, że w wyniku przeprowadzonej reakcji, włókna BC nie zapadały się podczas dehydratacji, dzięki czemu otrzymywano bionanomateriały o trójwymiarowej, warstwowej strukturze z licznymi przestrzeniami powietrznymi, która odróżniała je od suchej, niemodyfikowanej BC występującej w postaci cienkiej folii. Analizy parametrów fizykochemicznych modyfikowanej BC wykazały, że charakteryzuje się ona znaczną poprawą właściwości związanych z chłonnością i utrzymaniem wody w porównaniu do niemodyfikowanej, suchej BC, ale również do specjalistycznych, wysokochłonnych opatrunków komercyjnych. Dodatkowo, modyfikowana BC nie wykazywała cytotoksyczności względem komórek fibroblastów, co sugeruje, że może być ona z powodzeniem stosowana w aplikacjach biomedycznych.

Udowodniono, że materiały na bazie modyfikowanej BC, funkcjonalizowane poprzez impregnację antyseptykiem na bazie dichlorowodoru oktenidyny (OCT), stanowią doskonałe materiały opatrunkowe o wysokiej aktywności przeciwdrobnoustrojowej i przeciwbiofilmowej. Materiały te, dzięki swojej strukturze charakteryzowały się wydłużonym uwalnianiem OCT, wysoką zdolnością pochłaniania wysięku, dobrym przyleganiem do zakrzywionych powierzchni oraz możliwością długiego przechowywania w stanie suchym, łącząc w sobie zalety suchej i mokrej BC.

Ponadto wykazano, że aktywność OCT uwalnianego z nośnika na bazie BC może być wzmacniana przez działanie wirującego pola magnetycznego (RMF, ang. *rotating magnetic field*), dzięki wpływowi RMF na proces uwalniania i penetracji OCT przez warstwy biofilmu. W tym kontekście wykazano również, że RMF zaburza morfologię komórek tworzących biofilm oraz powoduje zmiany w macierzy biofilmowej, w tym w jej porowatości i składzie chemicznym. Ustalono także, że RMF przy niskim stężeniu OCT i krótkim czasie kontaktu nośnika z biofilmem, umożliwia uzyskanie istotnego obniżenia żywotności komórek bakteryjnych. Z tego względu, połączenie BC impregnowanej substancjami o działaniu przeciwdrobnoustrojowym z czynnikami fizycznymi umożliwiającymi ich kontrolowane uwalnianie może być szczególnie obiecujące w eradykacji biofilmów zwłaszcza w trudnodostępnych miejscach rany.

Biorąc pod uwagę, że możliwości szerokiego stosowania BC są ciągle istotnie ograniczone ze względu na wysokie koszty pożywki wykorzystywanej do jej produkcji, w ramach prowadzonych badań opracowano i przeanalizowano możliwości wykorzystania pożywki produkcyjnej na bazie soku komórkowego z bulw ziemniaków, odpadu przemysłu skrobiowego. Jak ustalono, ze względu na wartość odżywczą soku ziemniaczanego, pożywka ta nie wymagała dodatkowej obróbki wstępnej ani suplementacji. Wydajność biosyntezy BC w pożywce na bazie soku z bulw ziemniaków była porównywalna do procesu, w którym

zastosowano standardową pożywkę Hestrin-Schramm (H-S). Wykazano także, że BC wytwarzana z użyciem pożywki na bazie soku ziemniaczanego, nie różniła się pod względem struktury, parametrów fizykochemicznych oraz składu chemicznego od BC wytworzonej z wykorzystaniem pożywki H-S.

07.10.2022

Daria Ciecholewska-Jusko