



Silesian University of Technology

Sara Sarraj, MSc Eng.

*Modification of Selected Bioactive and Mechanical
Properties of Polydimethylsiloxane for External
Medical Applications*

Polish Abstract

Supervisor:

Małgorzata Szymiczek, PhD, DSc Eng.

Gliwice 2024

Postęp w inżynierii materiałowej, szczególnie w materiałach polimerowych, oraz coraz wyższe wymagania stawiane przez przemysł medyczny, determinuje poszukiwanie nowych alternatywnych rozwiązań, często opartych na biomateriałach i/lub bionapełniaczach. Dobór materiałów polimerowych, a także stosowanych modyfikacji, w tym napełniaczy, jest uwarunkowany obszarem aplikacji i związanymi z nim wymogami. Tego typu materiały muszą wykazywać biokompatybilność, a często również inne własności wynikające obszaru stosowania np. antybakteryjne, antygrzybiczne, antyalergiczne itd.

Znane są różne rozwiązania wykorzystujące napełniacze nieorganiczne i organiczne często wykorzystujące mechanizmy synergicznego oddziaływania, wpływające jednocześnie na własności biologiczne i fizykochemiczne wymagane przez potencjalną aplikację.

Przeprowadzona analiza literaturowa jednoznacznie wskazuje, że możliwa jest modyfikacja materiałów polimerowych napełniaczami organicznymi w aplikacjach medycznych. Materiały polimerowe są stosowane w wielu obszarach m.in. jako elementy sprzętu medycznego, implanty, środki higieny, opatrunki, co determinuje ich charakterystyki eksploatacyjne. Pomimo szeregu różnych rozwiązań, pojawia się uzasadniona potrzeba opracowania nowych materiałów, które mogłyby stanowić alternatywę dla obecnie stosowanych opatrunków szczególnie w aspekcie długotrwałego stosowania na rany przy zachowaniu wymaganej antybakteryjności, co ma istotny wpływ na proces gojenia. Odpowiedzią na tak zdefiniowane potrzeby, mogą stanowić biokompozyty na bazie materiałów elastomerowych modyfikowane pod kątem własności antybakteryjnych.

Podjęty w pracy problem badawczy dotyczył opracowania elastomerowego materiału opatrunkowego, który łączył w sobie zarówno aktywność antybakteryjną jak i wymagane własności fizykochemiczne. W ramach pracy, prowadzono badania dotyczące opracowania nowych materiałów o własnościach bioaktywnych na osnowie polidimetylosiloksanu (PDMS) modyfikowanych różną postacią napełniaczy pochodzenia roślinnego. Polidimetylosiloksan jest syntetycznym elastomerem z grupy siloksanów. Jego biokompatybilność, wysoka przepuszczalność gazów, chemiczna obojętność oraz stabilność termiczna sprawiają, że PDMS jest niezwykle pożądanym w aplikacjach wymagających zarówno elastyczności, jak i trwałości. W sektorze

medycznym PDMS jest wykorzystywany w implantach, soczewkach kontaktowych, rusztowaniach, plastrach oraz opatrunkach na rany, które służą do zabezpieczenia ran przed zakażeniem i ułatwiają proces gojenia. Znane są różne rodzaje opatrunków modyfikowanych dodatkami nieorganicznymi jednak wiąże się z koniecznością przeprowadzenia czasochłonnych procesów produkcyjnych, zwiększonymi kosztami oraz potrzebą użycia różnorodnych substancji chemicznych. W ramach niniejszej pracy opracowano materiały, które stanowią odpowiedź na powyższe wyzwania poprzez zastosowanie szeroko dostępnych dodatków organicznych. Proces ich przygotowania charakteryzuje się mniejszym nakładem czasowym i finansowym oraz ograniczonym stosowaniem substancji chemicznych.

Celem poprawy własności bioaktywnych wprowadzono napełniacze ziołowe wyselekcjonowane na podstawie przyjętych kryteriów tj. zawartości związków polifenolowych, dostępności, aktywności przeciwdrobnoustrojowa, a także korzyści zdrowotnych. Były to tymianek, szalwia oraz rozmaryn, które są bogate w polifenole oraz wykazują właściwości przeciwutleniające, przeciwzapalne i przeciwbakteryjne. W ramach pracy opracowano technologię modyfikacji napełniaczy i wytwarzania biokompozytów na osnowie polidimetylosiloksanu o zawartości 2,5; 5; 7,5; i 10% wag. ziół.

Uzyskane biokompozyty poddano serii testów mających na celu ocenę wpływu zastosowanych, zróżnicowanych pod kątem postaci i materiału, napełniaczy na właściwości fizykochemiczne (gęstość, kąt zwilżania, chłonność, stopień krystaliczności), mechaniczne (odbojność, twardość, ścieralność, statyczna próba rozciągania) i biologiczne (aktywność antybakteryjna, żywotność komórek), a także badaniom starzeniowym w środowisku sztucznego osocza. Na podstawie analizy widm FTIR określono wpływ modyfikacji i starzenia na zmiany strukturalne zachodzące w materiale.

Wyniki wskazują, że wprowadzenie modyfikowanego tymianku, szalwii i rozmarynu do polidimetylosiloksanu zmienia poziom aktywności antybakteryjnej w zależności od rodzaju i zawartości napełniacza. Najwyższą aktywność antybakteryjną uzyskano dla PDMS modyfikowanego szalwią, lecz warto zaznaczyć, że wszystkie biokompozyty wykazują właściwości bakteriostatyczne. Biorąc pod uwagę całokształt wyników można stwierdzić, że najlepszym rozwiązaniem jest wprowadzenie modyfikowanego tymianku w stosunku wagowym 2.5%.

Ponadto niektóre materiały wykazywały wysoką żywotność komórek podczas testów na fibroblastach, co sugeruje, że sprzyjają one proliferacji komórek. Choć właściwości funkcjonalne materiałów uległy zmianie, w wielu przypadkach zmiany te nie dyskwalifikowały materiałów z zastosowań zewnętrznych, takich jak opatrunki na rany. Opracowane materiały stanowią znaczący postęp w dziedzinie medycyny, zwłaszcza w zastosowaniach opatrunków na rany. Co więcej, te kompozyty, bazujące na dodatkach pochodzenia naturalnego, są przyjazne dla środowiska. Ponadto nie stwarzają zagrożenia w trakcie produkcji, użytkowania ani utylizacji, zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju.