

## STRESZCZENIE

Wyczerpywanie światowych rezerw paliw kopalnych, które są prekursorami tworzyw sztucznych oraz negatywny wpływ nieulegających biodegradacji tworzyw sztucznych na środowisko naturalne to problem globalny. Dlatego też alternatywą dla współczesnych materiałów opakowaniowych na bazie tworzyw sztucznych są biopolimery, które cechuje zarówno naturalne źródło pochodzenia, jak i biodegradowalność.

Przykładem biopolimeru, który stanowi doskonałą alternatywę dla syntetycznych polimerów jest chitozan, czyli deacetylowana pochodna chityny. Rosnące w ostatnich latach zainteresowanie chitozaniem, jako nowym materiałem do pakowania żywności, wynika z jego biodostępności, biodegradowalności i aktywności biologicznej. Zgodnie z aktualną wiedzą, właściwości mechaniczne, biologiczne i barierowe czystych folii chitozanowych nie spełniają wymogów przemysłu spożywczego i opakowaniowego. Istotne znaczenie ma zatem proces modyfikacji filmów chitozanowych polegający na wprowadzeniu do matrycy polimerowej dodatkowych substancji np. plastyfikatorów i środków sieciujących, które mogą poprawić ich fizykochemiczne i biologiczne właściwości. Zmodyfikowany w ten sposób materiał opakowaniowy może nie tylko chronić produkt przed wpływem środowiska zewnętrznego, ale także stanowić aktywną formę opakowania, która wydłuża przydatność do spożycia zapakowanego produktu.

Wpisując się zatem w nurt najbardziej aktualnych badań związanych z poszukiwaniem nowych opakowań na bazie chitozanu, celem niniejszej rozprawy było opracowanie metody otrzymywania nowych, elastycznych filmów chitozanowych o zmienionych właściwościach fizykochemicznych i biologicznych. Do modyfikacji właściwości filmów chitozanowych wykorzystano nową klasę plastyfikatorów tzw. mieszaniny głęboko eutektyczne (DES) powstające na drodze reakcji kompleksowania akceptora wiązania wodorowego (HBA) z odpowiednim donorem wiązania wodorowego (HBD). W roli akceptorów wiązania wodorowego wykorzystano chlorek choliny (ChCl), L-prolinę (Pro) oraz betainę (Bet), zaś donorami wiązań wodorowych były cztery kwasy karboksylowe: kwas malonowy (MA), kwas mlekowy (LA), kwas cytrynowy (CA), kwas bursztynowy (SA), oraz glicerol (Gly).

**W toku prowadzonych eksperymentów otrzymano 15 zróżnicowanych pod względem składu mieszanin głęboko eutektycznych, które następnie wykorzystano do uformowania 136 różnorodnych pod względem zawartości DES (w zakresie 30-80 %wag) filmów chitozanowych. Ponadto, w celu oceny wpływu stopnia deacetylacji**

**chitozanu (DDA) na właściwości formowanych filmów, zastosowano dwa rodzaje chitozanu o różnym DDA – równym 72 i 83 %. Nowatorski charakter prowadzonych badań wynikał ze wzbogacenia filmów Ch/DES o najbardziej zadawalających właściwościach mechanicznych i biologicznych w kwercetynę, otrzymując w ten sposób nowy, aktywny materiał opakowaniowy o właściwościach przeciwutleniających.**

Prace badawcze podzielono na kilka etapów. W pierwszy etapie opracowano metodę formowania filmów chitozanowych. Następnie, na podstawie analizy spektroskopowej oceniono wpływ rodzaju i ilości plastyfikatora na strukturę molekularną i nadmolekularną otrzymanych filmów. Zbadano również wpływ rodzaju i ilości mieszaniny głęboko eutektycznej na właściwości powierzchniowe, trwałość termiczną, właściwość mechaniczne, a także właściwości barierowe i optyczne filmów. Na podstawie analizy otrzymanych wyników stwierdzono, że zastosowanie chitozanu o wyższym DDA (Ch83) oraz wprowadzenie plastyfikatora w ilości 60 %wag. (DES60) jest najbardziej korzystne z punktu widzenia właściwości mechanicznych. W związku z powyższym, do kolejnego etapu badań, który polegał na wzbogaceniu matrycy polimerowej w kwercetynę (Q) wyselekcjonowano wyłącznie filmy Ch83/DES60. Badania wstępne wykazały, że najlepiej rokującymi są filmy plastyfikowane mieszaniną chlorku choliny i kwasu cytrynowego wzbogacone w kwercetynę (Ch83/ChCl-CA60/Q). W toku prowadzonych eksperymentów potwierdzono, iż filmy **Ch83/ChCl-CA60/Q** wykazują: i) 100-krotnie mniejszy moduł Younga, a jednocześnie 100-krotnie większe wydłużenie przy zerwaniu niż natywny film chitozanowy; ii) stabilność w wodzie i roztworach wodnych (jako jedyne spośród otrzymanych filmów); iii) większą chropowatość powierzchni w porównaniu do filmów Ch oraz Ch/ChCl-CA60; iv) większą trwałość termiczną w porównaniu do filmu Ch83/ChCl-CA60; v) dobre właściwości barierowe względem wody, tlenu i promieniowania UV; vi) bardzo dobrą aktywność przeciwutleniającą; vii) doskonałą aktywność przeciwbakteryjną wobec bakterii gram-dodatnich i gram-ujemnych.

Wymienione wyżej właściwości filmów chitozanowych plastyfikowanych mieszaniną chlorku choliny i kwasu cytrynowego zawierających kwercetynę sugerują, że są one konkurencyjne w stosunku do znanych opakowań chitozanowych i z tego powodu są rekomendowane do kolejnego etapu badań przedwdrożeniowych.

07/06/2021v.

Jakubowska Ewelina