

Fitozwiązki jako inhibitory fotooksydacji i termooksydacji polilaktydu

PHYT4PLA

Rozwój gospodarczy i rosnąca świadomość społeczna w zakresie ochrony środowiska, związana z ogromną ilością odpadów z tworzyw sztucznych, skłaniają przemysł ku poszukiwaniu przyjaznych dla środowiska materiałów, takich jak zrównoważone polimery. Pomimo deklarowanej przez większość społeczeństwa chęci używania zielonych polimerów, ich gorsze właściwości oraz wyższe koszty są przeszkodą w zwiększaniu ich realnego udziału w rynku. Najpopularniejszym przykładem jest polilaktyd (PLA), wytwarzany z surowców odnawialnych, kompostowalny, stosowany w produktach jednorazowych, rolnictwie, medycynie oraz druku 3D. Może być on wytwarzany z dwóch związków, laktydu i kwasu mlekowego, z których każdy występuje w dwóch odmianach różniących się chiralnością, cechą strukturalną wynikającą z wzajemnego przestrzennego ułożenia poszczególnych atomów w cząsteczce. W efekcie otrzymuje się odmiany PLA o różnych cechach strukturalnych, co wpływa na jego właściwości.

Jedną z wad PLA jest jego podatność na utlenianie pogarszająca jego właściwości mechaniczne i powodująca odbarwienia. Utlenianie, którego mechanizmy są dla PLA znane, może być wywołane przez temperaturę (termooksydacja) lub promieniowanie UV (fotooksydacja). Nie prowadzono jednak badań nad utlenianiem różnych typów PLA, dlatego nie określono wpływu chiralności i innych cech strukturalnych na jego utlenianie.

Problem podatności PLA na utlenianie jest realny i aby go rozwiązać stosuje się różne modyfikatory. Zgodnie z trendami proekologicznymi i koncepcją Gospodarki o Obiegu Zamkniętym, korzystna jest modyfikacja materiałami odnawialnymi lub pochodzącymi z recyklingu. Wiele surowców naturalnych, w tym odpady rolno-spożywcze, takie jak skórki cytrusów, łuska kawy czy chmiel, zawierają liczne fitozwiązki. Ze względu na aktywność antyoksydacyjną, ich użycie może być korzystne z punktu widzenia polimerów, w tym PLA. Są wśród nich związki używane jako naturalne konserwanty lub substancje przeciwarzeniowe, m.in. kofeina, β -karoten, witaminy C i E. Mechanizmy działania poszczególnych fitozwiązków są bardzo różne, dlatego ważna jest analiza ich wpływu na odporność PLA na utlenianie.

Pozostając blisko zagadnień środowiskowych i mając na uwadze zanieczyszczenie środowiska, istotne jest zapewnienie metod recyklingu lub utylizacji PLA. Może być on ponownie użyty po recyklingu mechanicznym, jednak prowadzi to do pogorszenia jego właściwości, czego rozwiązanie może stanowić zastosowanie fitozwiązków. PLA może zostać poddany recyklingowi chemicznemu, co pozwala na uzyskanie surowców pierwotnych do jego ponownej produkcji (lub innych tworzyw), jednak należy dokładnie określić wpływ fitozwiązków na przebieg procesu i właściwości produktów końcowych. Ponadto, PLA może być poddany kompostowaniu, polegającym na rozkładzie materiału przez mikroorganizmy. Fitozwiązki oprócz aktywności antyoksydacyjnej mogą działać również jako środki przeciwdrobnoustrojowe. Dlatego ich użycie powinno być tak dobrane, aby nie utrudniały kompostowania, co byłoby niekorzystne dla środowiska.

Biorąc pod uwagę powyższe aspekty, zrozumienie wpływu cech strukturalnych na mechanizm fotooksydacji i termooksydacji PLA wymaga kompleksowych badań jego różnych odmian w jednakowych warunkach, dostarczających szczegółowych informacji. Badania takie są proponowane w prezentowanym projekcie, a ich wyniki pozwolą na znaczące poszerzenie wiedzy na temat degradacji PLA.

Niniejszy projekt ma na celu wypełnienie luk w obecnym stanie wiedzy poprzez analizę wpływu cech strukturalnych PLA na mechanizm utleniania oraz dopasowanie potrzeb materiału i działania poszczególnych fitozwiązków. Metodą odlewania roztworów, polegającą na rozpuszczeniu materiału w rozpuszczalniku, a następnie jego odparowaniu, zostaną przygotowane próbki z różnych odmian PLA, różniących się cechami strukturalnymi, modyfikowanych fitozwiązkami. Oceniane będą: wygląd, budowa fizyczna i chemiczna, właściwości przetwórcze, mechaniczne i termiczne oraz ich zmiany pod wpływem termo- i fotooksydacji. Uzyskane informacje będą istotne dla przyszłych zastosowań PLA i właściwego doboru modyfikatorów oraz umożliwią wykorzystanie materiałów odpadowych mogących pełnić rolę aktywnych napełniaczy.

W ramach projektu przeanalizowany zostanie wpływ fitozwiązków na recykling i kompostowanie PLA. Przygotowane materiały zostaną poddane cyklom produkcja-użytkowanie-recykling oraz testom kompostowania. W pierwszym przypadku cykle będą obejmowały podstawowe operacje przetwarzania (produkcja), przyspieszone starzenie symulujące konsumenckie wykorzystanie oraz recykling. Badania kompostowania będą symulować przemysłowo stosowany proces utylizacji PLA. Uzyskane wyniki pozwolą na właściwy dobór modyfikatorów, poprawiających właściwości i stabilność PLA podczas recyklingu, nie utrudniając jednocześnie jego utylizacji poprzez kompostowanie.

Projekt **PHYT4PLA** dotyczy zagadnień związanych z zastosowaniem, recyklingiem i utylizacją PLA. Może on być odpowiedzią na współczesne wyzwania związane z zagospodarowaniem odpadów z tworzyw sztucznych i żywności. Uzyskane wyniki mogą poszerzyć spektrum zastosowań PLA przyczyniając się do zahamowania niekorzystnych zmian środowiskowych i poprawy standardu życia w skali globalnej.