

## **POPULARNONAUKOWE STRESZCZENIE PROJEKTU (W JĘZYKU POLSKIM)**

Rozwój odnawialnych materiałów biopolimerowych jest obszarem, w którym prowadzi się aktualnie aktywne badania. Jest to spowodowane społecznym oczekiwaniem na materiały bardziej przyjazne dla środowiska. Niestety właściwości polimerów ze źródeł odnawialnych są często poniżej właściwości tradycyjnych polimerów petrochemicznych. W przeciwieństwie do konwencjonalnych polimerów biodegradowalne polimery są degradowalne do wody i dwutlenku węgla.

Wiadomo od dawna, że połączenie dwóch polimerów w mieszaninę pozwala uzyskać korzyści, w tym kombinację najlepszych ich właściwości. Największą niedogodnością mieszanin polimerów jednak jest niewielka możliwość sterowania ich morfologią i słaba siła adhezji między-składnikami. Te czynniki utrudniają uzyskanie wysoko - wytrzymałych mieszanin. Przewyciężeniem tych problemów okazało się przekształcenie mieszanin w kompozyty z wytworzeniem włókien wzmacniających in-situ w procesie przetwórczym.

Proponowany projekt badawczy zakłada wykorzystanie wypracowanej przez nas nowatorskiej koncepcji wytwarzania in-situ nanokompozytów polimerowych, w których nanowłókna jednego polimeru są formowane wewnątrz drugiego polimeru podczas odkształcenia ścinającego w stanie stopionym. Zestalenie nanowłókien, otrzymanych przez ścinanie wtrąceń w mieszaninie, zachodzi wskutek krystalizacji indukowanej ścinaniem. Ta koncepcja wypracowana ostatnio w naszym Zespole i niedawno opublikowana [Composites A, 90 (2016) 218-224] pozwoliła na wytworzenie „zielonego, całkowicie polimerowego” nanokompozytu w pojedynczym etapie przetwórstwa. Nasz pomysł został pozytywnie sprawdzony dotychczas dla jednej pary biopolimerów: polilaktydu jako matrycy i polibursztynianu jako materiału na nanowłókna. Nanokompozyt ten wykazuje niezwykle właściwości jednoczesnego wzrostu sztywności i odporności mechanicznej związanej z wytworzeniem nanowłókien polibursztynianu i formowaniem się pasm ścinania w polilaktydzie. Oprócz efektu wzmacniającego, nanowłókna polibursztynianu potrafią zwierać obie powierzchnie rys naprężeniowych jakie pojawiają się w polilaktydzie i zapobiegać dalszemu pękaniu.

Celem projektu jest zastosowanie omawianej wyżej idei do szeregu innych biopolimerów i jej dalsze dopracowanie. Koncepcja polega na wytworzeniu wtrąceń nanofibrylarnych in-situ, podczas przetwarzania i zestalenia uformowanych nanowłókien poprzez krystalizację indukowaną ścinaniem. W ten sposób w projekcie zostanie wytworzona seria „całkowicie biopolimerowych, zielonych” nanokompozytów, charakteryzujących się zwiększoną odpornością mechaniczną i sztywnością. Doświadczenia pilotowe z innymi biopolimerami wykazały, że wzmocnienia z wytworzeniem nanowłókien należy oczekiwać np. dla polihydroksyalkanianu (PHA), który wykazuje silną wrażliwość na szybkość ścinania i dla którego temperatura piku krystalizacji po ścinaniu przesuwają się w górę nawet o około 50°C. Będzie więc dobrym materiałem na wytworzenie nanowłókien w kompozycie.

Podstawowym celem naukowym jest uzyskanie nowej wiedzy na temat deformacji plastycznej układów biopolimerowych i możliwości wytwarzania nanowłókien z jednego z polimerów wewnątrz stopionego drugiego biopolimeru wskutek działania w mieszanym stopie sił ścinających przekształcających wtrącenia w nanowłókna.

Innym celem projektu jest wytworzenie nanokompozytów hybrydowych, w których dodatkowe wzmocnienie stanowią niezależnie wprowadzone włókna naturalne różnego typu. Przemysł produkuje kompozyty wykorzystując syntetyczne włókna a hybrydowe kompozyty oparte o naturalne włókna są atrakcyjną alternatywą dla kompozytów syntetycznych. Polimerowe nanokompozyty zawierające tylko naturalne włókna i biopolimerową matrycę są, niestety, rzadkie. Korzyści z hybrydowych kompozytów wynikają z faktu, że włókna jednego typu uzupełniają mankamenty włókien drugiego typu. W konsekwencji można osiągnąć kompromis i osiągnąć nanokompozyt o wyjątkowo dobrych właściwościach. Właściwości hybrydowych nanokompozytów powinny zależeć od właściwości włókien, stosunku ich długości do grubości, orientacji włókien, ewentualnych splątań, sił adhezyjnych włókien do matrycy polimerowej i także od modułów sprężystości i ich wydłużenia do zerwania. Optymalne rezultaty otrzymuje się wtedy, gdy oba rodzaje włókien i nanowłókien mają podobne charakterystyki dotyczące wydłużenia. Z tych powodów w projekcie proponujemy również nowe podejście wytwarzania kompozytów hybrydowych - poprzez kombinację sztywnych i mechanicznie odpornych włókien generowanych in situ z gotowymi włóknami naturalnymi wprowadzonymi do mieszaniny.