

Od momentu syntezy pierwszych polimerów wciąż doskonalono materiały syntetyczne pod kątem ich właściwości mechanicznych, użytkowych, wytrzymałości i odporności na warunki atmosferyczne. Współcześnie tworzywa sztuczne są wykorzystywane w większości gałęzi przemysłu. Wystarczy rozejrzeć się wokół siebie, by znaleźć przynajmniej kilkanaście przykładów. Właściwości materiałów, ich wytrzymałość, a nawet stopień przezroczystości zależą od morfologii, stopnia krystalizacji i organizacji struktury.

Badania nad wpływem warunków otrzymywania materiału na jego strukturę wymagają zastosowania wielu zaawansowanych technik pomiarowych. Pełna informacja o budowie materiału na poziomie molekularnym wymaga śledzenia zmian chemicznych oraz strukturalnych jednocześnie. Oba typy informacji dostarcza mikroskopia FT-IR wykorzystująca światło spolaryzowane liniowo w zakresie środkowej podczerwieni. Jeśli materiał ma silnie zorientowaną strukturę, tak jak ma to miejsce w przypadku częściowo krystalicznych polimerów, użycie promieniowania spolaryzowanego dostarcza nowych informacji o strukturze próbki. W 2020 roku polski zespół jako pierwszy na świecie zastosował metodę „czterech polaryzacji” (4P) do określenia kierunkowej organizacji włókien kolagenowych w mikrootoczeniu komórek nabłonkowych w tkance trzustki w przestrzeni dwuwymiarowej^[1]. Kolejnym krokiem jest przejście z przestrzeni dwu- do trójwymiarowej. Zmodyfikowana metoda 4P-3D wykorzystująca pasma spektroskopowe od dipolowych momentów przejścia, których kierunki nie są względem siebie równoległe, została w praktyce po raz pierwszy zastosowana w 2021 roku ponownie przez polski zespół do wizualizacji ułożenia łańcuchów polimerowych w sferulicie, czyli podstawowej formie krystalicznej materiałów tego typu^[2]. Udało się więc otrzymać jednocześnie informację chemiczną oraz wizualizację trójwymiarową struktury. Celem projektu jest zaimplementowanie metody 4P-3D do śledzenia zmian w budowie molekularnej zachodzących podczas krystalizacji materiałów polimerowych, co pozwoli na stworzenie zupełnie nowego narzędzia dostarczającego w tym samym momencie niezwykle szerokiego spektrum informacji. Jednym z ograniczeń klasycznej mikroskopii FT-IR jest niska rozdzielczość przestrzenna niepozwalająca zobrazować elementów struktury o wymiarach mniejszych niż kilka mikrometrów, co ogranicza w pewnym stopniu jej użyteczność w badaniach struktur hierarchicznych i nanomateriałów. Od lat trwają prace nad technikami, które wykorzystują promieniowanie podczerwone do zbierania informacji o składzie chemicznym w obiektach nanometrycznych. Jedną z takich metod jest mikroskopia O-PTIR. Technika pozwala na detekcję promieniowania IR otrzymanego w wyniku indukowanej laserem miejscowej ekspansji fototermicznej próbki. Rozdzielczość przestrzenna może wynosić nawet około 400 nm. System był już z powodzeniem stosowany do badania pojedynczych komórek^[3,4] i nanomateriałów^[5]. Rozwijanie metody 4P-3D dla mikroskopii O-PTIR jest kolejnym celem naszego projektu.

Literatura:

- [1] P. Koziol, D. Liberda, W. M. Kwiatek, T. P. Wrobel, *Analytical Chemistry* **2020**, 92.
- [2] P. Koziol, K. Kosowska, D. Liberda, F. Borondics, T. P. Wrobel, *Journal of the American Chemical Society* **2022**, 144, 31.
- [3] A. Spadea, J. Denbigh, M. J. Lawrence, M. Kansiz, P. Gardner, *Analytical Chemistry* **2021**, 93, 3938.
- [4] C. Lima, H. Muhamadali, Y. Xu, M. Kansiz, R. Goodacre, *Analytical Chemistry* **2021**, 93, 3082.
- [5] Y. Liu, T. Yang, B. Zhang, T. Williams, Y. Lin, L. Li, Y. Zhou, W. Lu, S. H. Kim, L. Chen, J. Bernholc, Q. Wang, *Advanced Materials* **2020**, 32, 2005431.