

Inżynieria krystaliczna. Odkrycia warte poznania.

Michał Ksawery Cyrański

Uniwersytet Warszawski, Wydział Chemii, Pasteura 1, 02-093 Warszawa, mkc@chem.uw.edu.pl

Inżynieria krystaliczna to jeden z najbardziej dynamicznie rozwijających się obszarów badawczych chemii strukturalnej. Choć jej początki sięgają lat 50-tych XX wieku ogromny wzrost aktywności obserwuje się w szczególności w ostatnich latach, czego wyrazem jest kilka tysięcy publikowanych prac rocznie. U jej podstaw leży zrozumienie oddziaływań międzycząsteczkowych występujących w ciele stałym w kontekście upakowania kryształów oraz wykorzystanie tej wiedzy, jak również zdobytego doświadczenia, w projektowaniu nowych układów o pożądanym właściwościach fizycznych i chemicznych [1]. Łączy ona ze sobą chemię ciała stałego i chemię supramolekularną zarówno pod względem metodologii jak i celów oraz wyzwań, które przed nimi stoją. Jedne z najbardziej fascynujących obiektów strukturalnych stanowią klatraty gazów. Do najbardziej znanych należy klatrat metanu, którego pokłady znajdują się w ogromnych ilościach na naszej planecie. Szacuje się, iż w tej postaci jego zasoby kilkakrotnie przekraczają depozyty wszystkich innych węglowodorów, którymi dysponuje człowiek. To w oczywisty sposób stwarza obiecujące perspektywy gospodarcze. Z drugiej strony metan jest gazem cieplarnianym, znacznie bardziej efektywnym niż dwutlenek węgla, z czym wiążą się poważne zagrożenia. To tylko niektóre, wybrane aspekty, które powodują że związki tego typu przyciągają dużą uwagę. Z punktu widzenia strukturalnego, klatrat metanu to układ złożony z klatek utworzonych przez cząsteczki wody oraz cząsteczkę gościa. W ogólności woda może tworzyć klatki o różnych wielkościach i topologiach, również struktury kanałowe, w zależności od wielkości i rodzaju cząsteczki gościa oraz warunków termodynamicznych. Daje to duże możliwości badawcze jednak racjonalne projektowanie tego typu kryształów stanowi poważne wyzwanie. Korzystając ze wspomaganej laserem IR techniki krystalizacji *in situ* [2] zsyntezowano kilkadziesiąt układów bogatych w wodę kryształów amin alifatycznych i cyklicznych, z których część tworzyła pożądaną klatkową architekturę [np. 3, 4]. Przebadane zostały one pod względem strukturalnym z użyciem metod dyfrakcyjnych na monokryształach oraz materiałach proszkowych; przeanalizowane zostały również ich właściwości spektroskopowe (spektroskopia Ramana) i termiczne (skaningowa kalorymetria różnicowa). W efekcie możliwe było powiązanie tworzonej architektury krystalicznej z właściwościami cząsteczek gościa w środowisku wodnym, z czym wiążą się nowe możliwości predykcyjne [4]. Inne podjęte wyzwania badawcze dotyczyły prób zaprojektowania kryształów z wykorzystaniem perfluorowanych węglowodorów zdolnych do rozpuszczania gazów (w szczególności tlenu) wykorzystywanych w medycynie [5] oraz zaprojektowania i otrzymania nietypowych motywów strukturalnych kwasów boronowych [6], ich bogatych w wodę kompleksów [7] oraz układów oddziałujących ze związkami biologicznie czynnymi [8], które mogą mieć zastosowania farmaceutyczne. To nasz wkład w rozszerzanie granic poznania.

1. G. R. Desiraju, *Angew. Chem. Int. Ed.* 2007, 46, 8342
2. R. Boese, *Z. Kristallogr.* 2014, 229, 595
3. Ł. Dobrzycki, P. Taraszewska, R. Boese, M. K. Cyrański, S. A. Cirkel, *Angew. Chem. Int. Ed.* 2015, 54, 10138; Ł. Dobrzycki, P. Taraszewska, R. Boese, R., M. K. Cyrański, *Crystal Growth&Design* 2015, 15, 4804; Ł. Dobrzycki, K. Pruszkowska, R. Boese, M. K. Cyrański, *Crystal Growth&Design* 2016, 16, 2717
4. Ł. Dobrzycki, P. Socha, A. Ciesielski, R. Boese, M. K. Cyrański, *Crystal Growth&Design* 2018, 19, 1005–1020
5. B. Paska, G. Cichowicz, P. Rzepiński, M. K. Cyrański, Ł. Dobrzycki, R. Boese, *CrystEngComm* 2024, 26, 2474
6. M. K. Cyrański, P. Klimentowska, A. Rydzewska, J. Serwatowski, A. Sporzyński, D. K. Stępień, *CrystEngComm* 2012, 14, 6282
7. S. E. Kutyla, D. K. Stępień, K. N. Jarzemska, R. Kamiński, Ł. Dobrzycki, A. Ciesielski, R. Boese, J. Młochowski, M. K. Cyrański, *Crystal Growth & Design* 2016, 16, 7037
8. P. Rogowska, M. K. Cyrański, A. Sporzyński, A. Ciesielski, *Tetrahedron Letters* 2006, 47, 1389