



Laboratorium Chemii Supramolekularnej

Chemia supramolekularna to chemia „ponad cząsteczką”, czyli chemia struktur powstających z cząsteczek i jonów dzięki oddziaływaniom niekowalencyjnym. Takie struktury odgrywają ważną rolę w wielu dziedzinach nauki, od biologii po chemię materiałową i nanotechnologię.

Aktualnie **nasze zainteresowania** koncentrują się na dwóch obszarach badawczych:

- chemii supramolekularnej anionów, w ramach której projektujemy, syntezujemy i badamy właściwości cząsteczek zdolnych do mocnego i selektywnego wiązania anionów, a także ich transportu przez dwuwarstwy lipidowe;
- zw. MOF-ach (z ang. *Metal-Organic Frameworks*) – nowej klasie materiałów o unikalnych właściwościach, których cechą charakterystyczną jest obecność w strukturze krystalicznej regularnie rozmieszczonych pustych przestrzeni o rozmiarach nanoskopowych (luki, kanały, itp.).



Lider zespołu:
dr Michał Chmielewski
www.mchmielewski.pl

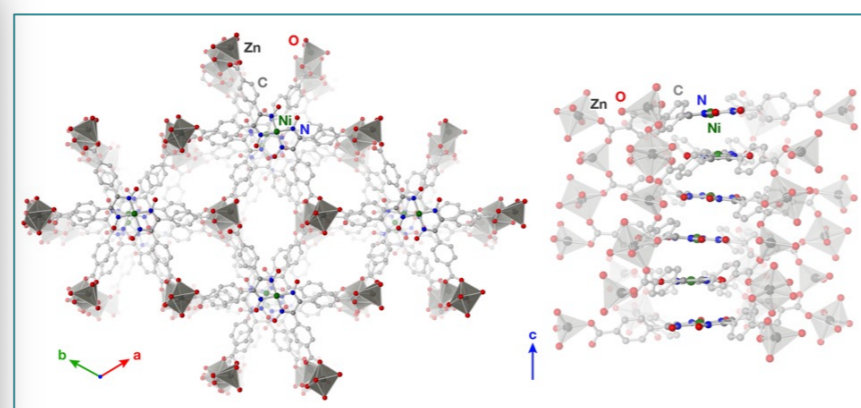
TEMATYKA BADAWCZA

Metal-Organic Frameworks

dr Artur Chołuj, mgr inż. Marcin Wiszniewski, mgr Katarzyna Żuk, Wojciech Petrykowski

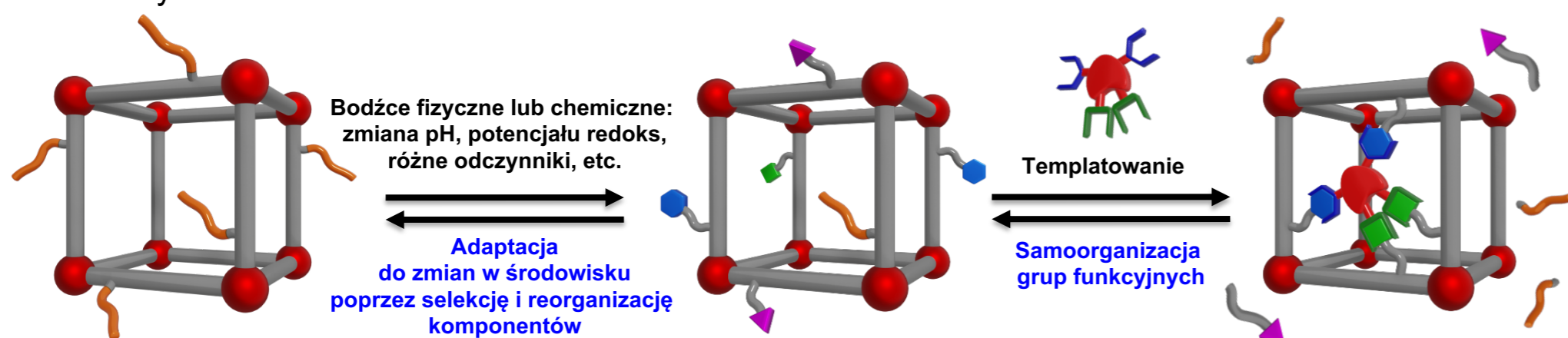
MOF-y przewodzące ładunki elektryczne

Znakomita większość materiałów typu MOF nie przewodzi prądu elektrycznego; co więcej – niektóre MOF-y są najlepszymi spośród znanych izolatorów! Jednak odpowiednio projektując ich strukturę można też skonstruować MOF-y o bardzo wysokim przewodnictwie i jednocześnie bardzo porowatej strukturze. Taka kombinacja cech sprawia, że MOF-y przewodzące ładunki elektryczne są obiecującymi materiałami do magazynowania energii (superkondensatory i baterie) oraz do zastosowań w elektrokatalizie i detekcji różnych analitów. Ostatnio, dzięki stypendium im. Bekkera z Narodowej Agencji Wymiany Akademickiej, nawiązaliśmy współpracę z prof. Dincă z MIT, której pierwszym owocem jest wspólna publikacja w prestiżowym *Angewandte Chemie*:



„Inteligentne” materiały porowate

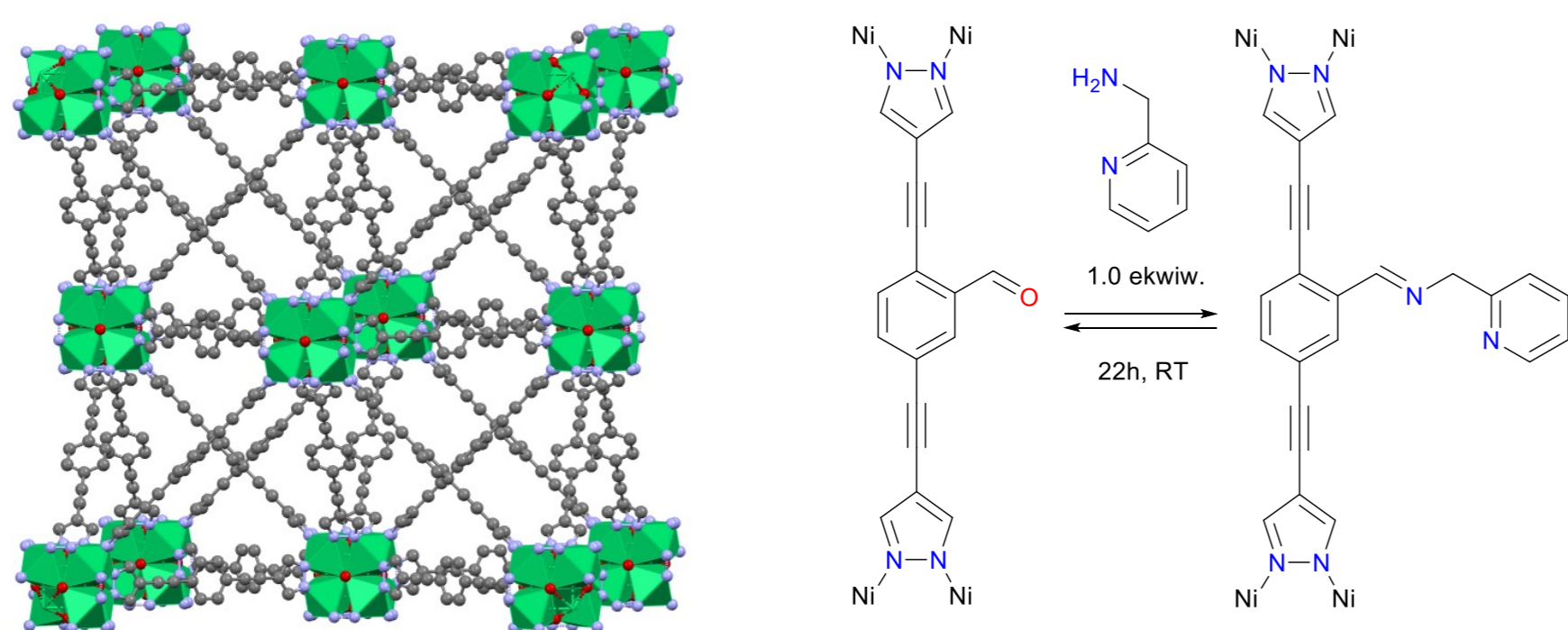
Obecnie pracujemy nad stworzeniem zupełnie nowej klasy „inteligentnych” materiałów porowatych, posiadających zdolność do odpowiedzi na bodźce zewnętrzne i adaptacji do środowiska. Badania te polegają na **odwracalnej** funkcjonalizacji szkieletów metalo-organicznych (MOF-ów) różnymi grupami funkcyjnymi. Dzięki tej odwracalności materiały takie będą mogły zmieniać swój skład i właściwości pod wpływem zewnętrznych bodźców fizycznych i chemicznych, z jednoczesnym zachowaniem porowatości i struktury szkieletu.



Przykładowo, bodziec chemiczny w postaci templat (toksyna, lek, analit, itd.) powinien wymusić inkorporację takich bloków budulcowych, które mają do niego największe powinowactwo, a następnie ich samoorganizację wewnątrz szkieletu MOF-a w sposób zapewniający jak najmocniejsze wiązanie templat. Wprowadzenie dynamiki konstytucyjnej do MOF-ów uruchamia również rozmaite mechanizmy selekcji bloków budulcowych i zaowocuje „inteligentnymi” materiałami, zdolnymi do „projektowania” siebie samych pod wpływem środowiska. Chcemy też pokazać, że odwracalną post-syntetyczną funkcjonalizację porów w MOF-ach z użyciem bloków budulcowych o dobrze zdefiniowanych kształtach można wykorzystać do syntezy MOF-ów z odciskami molekularnymi, a zatem do osiągnięcia bezprecedensowej kontroli nad przestrzennym rozmieszczeniem różnych grup funkcyjnych w tym samym szkielecie.

Nowe MOF-y do post-syntetycznej funkcjonalizacji

Dzięki post-syntetycznej funkcjonalizacji wcześniej otrzymanych MOF-ów można otrzymać materiały o nowych właściwościach, których otrzymanie nie jest możliwe w bezpośredniej syntezie. W naszym Laboratorium opracowujemy metody syntezy MOF-ów udekorowanych grupami aldehydowymi, które można z łatwością funkcjonalizować w reakcjach z aminami, hydrazynami, hydrazydami i wieloma innymi związkami. Udało nam się otrzymać materiały o wysokiej porowatości i trwałości chemicznej, które można post-syntetycznie funkcjonalizować z wydajnością ponad 90% bez użycia nadmiaru reagentów. Jest to jeden z najlepszych wyników opisanych w literaturze.



ZAPRASZAMY DO ZESPOŁU DOKTORANTÓW I STUDENTÓW!
Gwarantujemy ciekawe, interdyscyplinarne badania, atrakcyjne stypendia oraz pracę w doskonale wyposażonych laboratoriach badawczych umiejscowionych w nowym budynku Centrum Nauk Biologiczno-Chemicznych.

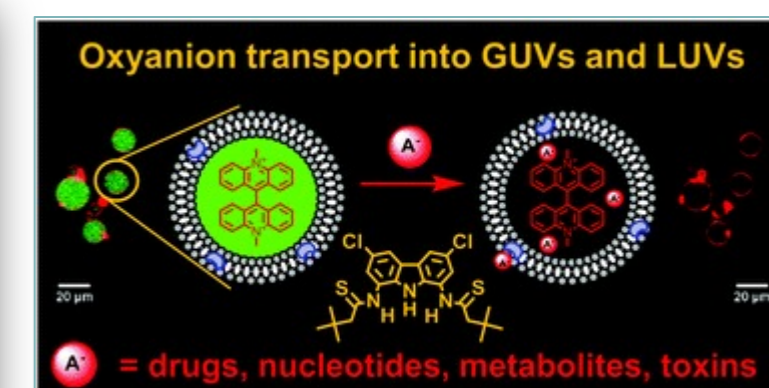
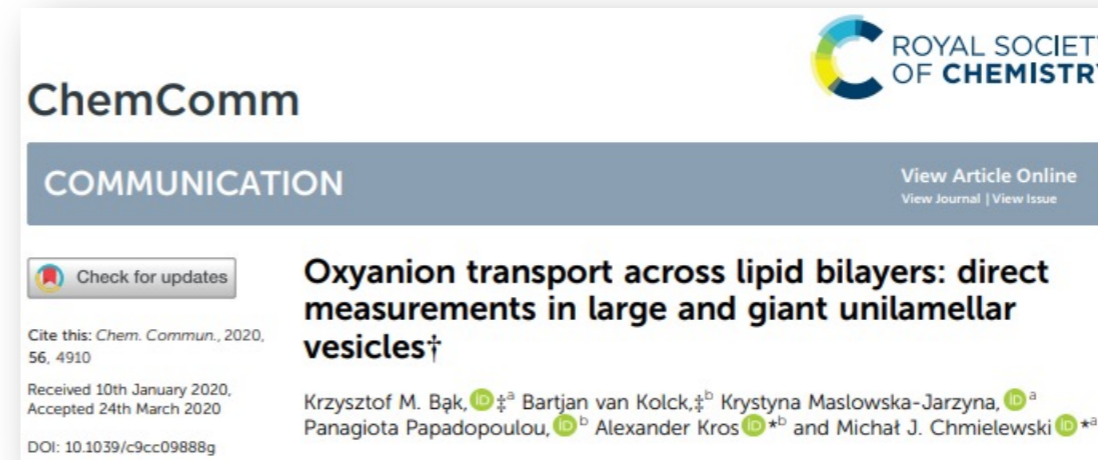
Chemia supramolekularna anionów

mgr Krystyna Masłowska-Jarżyna, mgr Maria Korczak, mgr Olga Drapała, lic. Bartłomiej Zawada

Transport anionów o znaczeniu biologicznym przez dwuwarstwy lipidowe

Aniony są przeważnie zbyt hydrofilowe, aby mogły samodzielnie przenikać przez dwuwarstwy lipidowe, jednak transport anionów przez błony biologiczne jest niezbędny do życia. Dla przykładu, oddychanie komórkowe, czyli zachodzący w każdej komórce proces utleniania związków organicznych prowadzący do wytwarzania energii, wymaga transportowania szeregu różnych anionów: chlorków, wodorowęglanów, karboksylanów i fosforanów. W komórkach rolę tę pełnią wyspecjalizowane białka, a ich dysfunkcja może być przyczyną poważnych chorób. Poszukiwanie syntetycznych transporterów anionów, czyli związków zdolnych do wychwytywania anionów z roztworu wodnego, transportowania ich przez błonę biologiczną i uwalniania do roztworu znajdującego się po drugiej stronie, jest więc niezwykle aktywnym obszarem badań w chemii supramolekularnej.

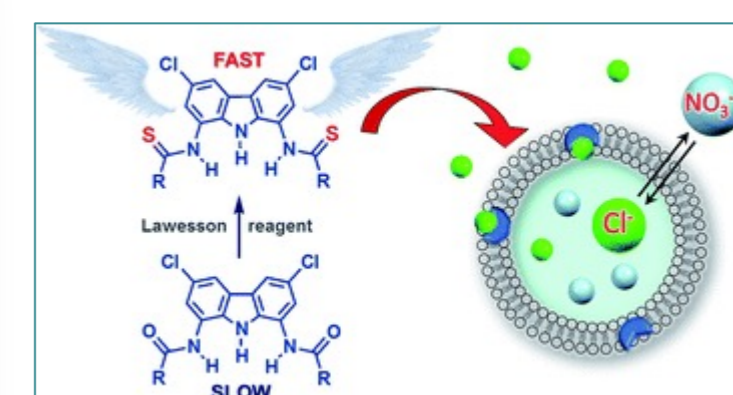
Jak dotąd znakomita większość prac z tej dziedziny ograniczała się do badania transportu chlorków, i to pomimo że w przyrodzie transport innych anionów również odgrywa istotną rolę. Wynika to prawdopodobnie z braku bezpośrednich i łatwo dostępnych metod badania transportu innych anionów niż chlorki. We współpracy z prof. Alexandrem Krosem z Uniwersytetu w Lejdzie **opracowaliśmy nową bezpośrednią metodę badania transportu szeregu ważnych anionów o znaczeniu biologicznym:**



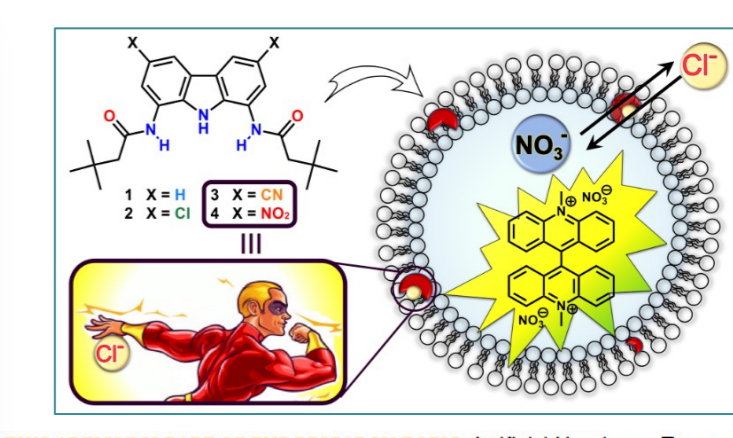
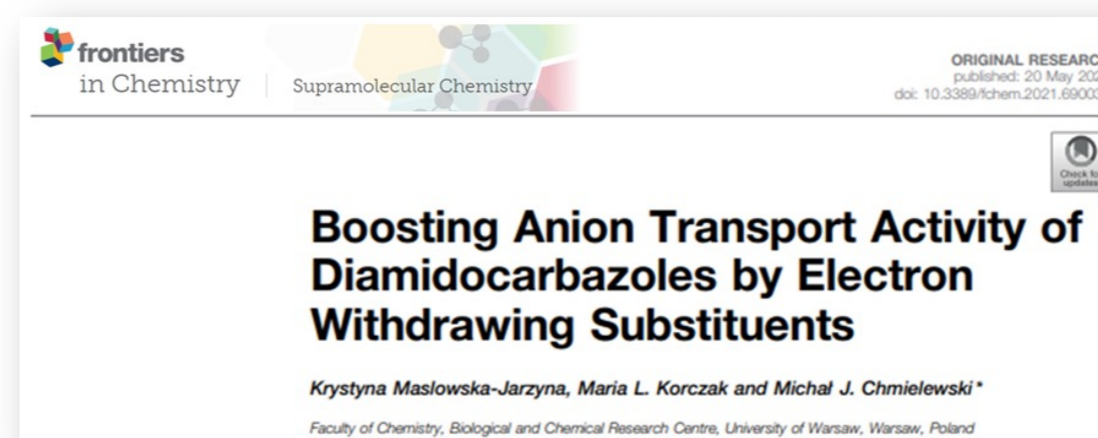
Obecnie próbujemy ją wykorzystać do opracowania transporterów selektywnie przenoszących wybrane przez nas aniony przez membrany biologiczne. Syntetyczne transportery takich anionów jak zdeprotonowane **aminokwasy, nukleotydy, metabolity** czy **leki** mogą mieć ciekawą aktywność biologiczną i znaleźć zastosowania w medycynie, technologii sensorów i rozdziale mieszanin, w tym również mieszanin enancjomerów.

Transport chlorków przez dwuwarstwy lipidowe

Z kolei we współpracy z prof. Roberto Quesadą z Uniwersytetu w Burgos badamy zdolność wybranych modelowych receptorów karbazolowych do transportu anionów chlorkowych. Związki takie mogą znaleźć zastosowanie w leczeniu mukowiscydozy, częstej choroby genetycznej wywołanej dysfunkcją kanałów chlorkowych:



Naszym najnowszym odkryciem jest transporter, który może być **przełączany przy pomocy zmian pH**. W środowisku bardziej kwaśnym od pH fizjologicznego, takim jakie występuje np. w komórkach nowotworowych, jest on wyjątkowo aktywnym transporterem jonów chlorkowych. Takie związki mogą być potencjalnie użyteczne w zwalczaniu nowotworów.



Nowa generacja receptorów anionów

Syntezę nowej rodziny receptorów na aniony, w tym pH-przełączalnego transportera, opublikowaliśmy w czasopiśmie *Molecules*. Obecnie pracujemy nad kolejnymi ulepszeniami naszych receptorów.

