



Warszawa, 23 stycznia 2014

Dwutlenek węgla ścieżką ku wyjątkowym nanomateriałom

W potocznej opinii dwutlenek węgla to tylko gaz cieplarniany, jeden z głównych problemów ekologicznych ludzkości. Dla warszawskich chemików CO₂ stał się jednak czymś jeszcze: kluczowym elementem reakcji pozwalających tworzyć nanomateriały o wyjątkowych własnościach.

Odpowiednio zaprojektowane związki chemiczne w reakcji z dwutlenkiem węgla pozwoliły naukowcom z Instytutu Chemii Fizycznej PAN (IChF PAN) w Warszawie i Wydziału Chemicznego Politechniki Warszawskiej (PW) wytworzyć unikatowe nanomateriały. Nowe materiały charakteryzują się znaczną porowatością i w swojej klasie mają najbardziej rozbudowaną, a zatem największą powierzchnię, co ma kluczowe znaczenie w przewidywanych zastosowaniach. Obejmują one m.in. magazynowanie ważnych energetycznie gazów, katalizę czy urządzenia sensoryczne. Co więcej, otrzymane z użyciem CO₂ mikroporowate materiały fluorescencyjne okazują się świecić z wydajnością kwantową znacznie przewyższającą wydajność klasycznych materiałów stosowanych w diodach OLED.

„Nasze badania nie ograniczają się do samego wytworzenia materiałów. Ich szczególne znaczenie jest związane z faktem, że otwierają nową ścieżkę syntezy nanomateriałów bazujących na węglanach i tlenku cynku, ścieżkę, w której kluczową rolę odgrywa dwutlenek węgla”, zauważa prof. dr hab. inż. Janusz Lewiński (IChF PAN, PW).

Prace opisujące osiągnięcia grupy prof. Lewińskiego, zrealizowane we współpracy z Cambridge University oraz University of Nottingham, zostały opublikowane m.in. przez prestiżowe czasopisma chemiczne „Angewandte Chemie” oraz „Chemical Communications”.

Dwutlenek węgla (CO₂) to naturalny składnik ziemskiej atmosfery. Jest najpowszechniej występującą jednostką budulcową opartą na węglu, uczestniczy m.in. w syntezie glukozy, związku energetycznego i budulcowego o wielkim znaczeniu dla organizmów żywych.

„W przemyśle dwutlenek węgla jest od lat stosowany m. in. do syntezy polimerów. Natomiast do tej pory było bardzo mało prac naukowych opisujących wytwarzanie nieorganicznych materiałów funkcjonalnych z użyciem CO₂”, wyjaśnia doktorant Kamil Sokołowski (IChF PAN).

Grupa prof. Lewińskiego wykazała, że odpowiednio zaprojektowane związki-prekursory w reakcji z dwutlenkiem węgla prowadzą do powstania materiału mikroporowatego (pory o średnicach poniżej

2 nm) powstającego w wyniku samoorganizacji nanometrycznych klasterów o właściwościach luminescencyjnych. Nowy materiał mikroporowaty, którego jednostki budulcowe zawierają nieorganiczny szkielet węglanowocynkowy w odpowiednio zaprojektowanej otoczce organicznej (ligandy hydroksychinolinowe), świeci z bardzo dużą wydajnością kwantową, znacznie przewyższającą wydajność kwantową klasycznych związków fluorescencyjnych używanych w nowoczesnych diodach OLED.

„Wykorzystując dwutlenek węgla jako jednostkę budulcową udało nam się otrzymać materiał charakteryzujący się znaczną porowatością oraz naprawdę wysoką wydajnością świecenia. Czy będzie można go użyć do budowy diod świecących lub układów sensorycznych? Odkrycie jest nowe, badania nad nowym materiałem trwają, ale jesteśmy głęboko przekonani, że odpowiedź brzmi: tak”, mówi doktorant Sokołowski.

Już teraz można stwierdzić, że zainteresowanie nowym materiałem jest spore. Wynalazek jest przedmiotem krajowego i międzynarodowych zgłoszeń patentowych, a prace nad jego wdrożeniem trwają we współpracy z jedną ze spółek joint venture.

Źródłem inspiracji podczas projektowania prekursorów była sama natura, w szczególności wiązanie dwutlenku węgla w układach enzymatycznych anhidrazy węglanowej, enzymu odpowiedzialnego za szybki metabolizm CO₂ w ludzkim organizmie. Za skuteczne działanie enzymu odpowiada jego centrum aktywne, w którym znajduje się ugrupowanie hydroksycynkowe (ZnOH).

„Ugrupowanie hydroksycynkowe występuje również w cząsteczkach projektowanych przez nas związków alkilocynkowych, które wykorzystujemy do wiązania dwutlenku węgla”, wyjaśnia doktorant Sokołowski i kontynuuje: „Związki te są dla nas szczególnie interesujące, ponieważ oprócz grupy hydroksylowej zawierają jednocześnie reaktywne wiązanie metal-węgiel. Oznacza to, że zarówno jedno jak i drugie ugrupowanie może brać udział w kolejnych transformacjach chemicznych takich prekursorów”.

Badania związane z chemią związków alkilohydroksycynkowych mają ponad 150-letnią historię, a ich początki wiążą się z narodzinami chemii metaloorganicznej. Jednak dopiero w 2011 i 2012 roku grupa prof. Lewińskiego zaprezentowała pierwsze przykłady stabilnych związków alkilohydroksycynkowych otrzymanych w wyniku racjonalnie zaprojektowanej syntezy.

Odkryta przez warszawskich naukowców strategia syntezy materiałów z użyciem dwutlenku węgla i odpowiednich prekursorów alkilohydroksycynkowych wydaje się być uniwersalnym narzędziem do wytwarzania różnorodnych materiałów funkcjonalnych. W zależności od składu reagentów i warunków procesu, poza opisanym materiałem mikroporowatym można otrzymać materiał mezoporowaty (pory o średnicach od 2 do 50 nm) z nanocząstek węglanu cynku lub wielocynkowe kapsuły o rozmiarach nanometrycznych, mogące znaleźć zastosowanie w chemii supramolekularnej.

Dalsze badania grupy prof. Lewińskiego pokazały, że otrzymane materiały mezoporowate na nanocząstkach ZnCO₃ można przekształcać do aerozeli tlenku cynku (ZnO). Mezoporowate materiały z nanocząstek ZnO o rozwiniętej powierzchni mogą znaleźć zastosowanie jako wypełnienia katalityczne, umożliwiające i przyspieszające reakcje różnych substancji gazowych. Inne potencjalne zastosowanie jest związane z faktem, że tlenek cynku to półprzewodnik. Dlatego nowe materiały mogą być w przyszłości używane w ogniwach fotowoltaicznych lub jako główny element półprzewodnikowych układów sensorycznych.

Materiał prasowy przygotowany dzięki grantowi NOBLESSE w ramach działania „Potencjał badawczy” 7. Programu Ramowego Unii Europejskiej.

Institut Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk (<http://www.ichf.edu.pl/>) został powołany w 1955 roku jako jeden z pierwszych instytutów chemicznych PAN. Profil naukowy Instytutu jest silnie powiązany z najnowszymi światowymi kierunkami rozwoju chemii fizycznej i fizyki chemicznej. Badania naukowe są prowadzone w dziewięciu zakładach naukowych. Działający w ramach Instytutu Zakład Doświadczalny CHEMIPAN wdraża, produkuje i komercjalizuje specjalistyczne związki chemiczne do zastosowań m.in. w rolnictwie i farmacji. Instytut publikuje około 200 oryginalnych prac badawczych rocznie.

KONTAKTY:

prof. dr hab. inż. **Janusz Lewiński**
Instytut Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk
Wydział Chemiczny Politechniki Warszawskiej
tel. +48 22 3433258
email: lewin@ch.pw.edu.pl

POWIĄZANE STRONY WWW:

<http://lewin.ch.pw.edu.pl/>

Strona grupy prof. Lewińskiego na Wydziale Chemicznym Politechniki Warszawskiej.

<http://www.ichf.edu.pl/>

Strona Instytutu Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk.

<http://www.ichf.edu.pl/press/>

Serwis prasowy Instytutu Chemii Fizycznej PAN.

MATERIAŁY GRAFICZNE:

IChF140123b_fot01s.jpg

HR: http://ichf.edu.pl/press/2014/01/IChF140123b_fot01.jpg

Żółte piłki tenisowe, spięte przestrzennie w kształt adamantu, symbolizują sieć krystaliczną materiału mikroporowatego powstającego w wyniku samoorganizacji nanometrycznych klasterów. Piłki pomarańczowe odpowiadają cząsteczkom gazu, które mogą adsorbować w tym materiale. Prezentację wykonuje doktorantka Katarzyna Sołtys z Instytutu Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk w Warszawie. (Źródło: IChF PAN, Grzegorz Krzyżewski)