



Warszawa, 31 stycznia 2018

Nowe, bezpieczne kropki kwantowe tlenku cynku

Z uwagi na brak metali ciężkich, nanocząstki tlenku cynku są używane coraz chętniej. Ich szkodliwość dla organizmu człowieka wydaje się pomijalnie mała, jednak w praktyce wiele zależy od sposobu produkcji nanocząstek. Chemicy z Warszawy wykazali, że kropki kwantowe ZnO wytworzone nową metodą, z udziałem prekursorów metaloorganicznych, nie tylko mają świetne właściwości fizykochemiczne, ale także są bezpieczne dla ludzkich komórek. Stąd już tylko krok do nowatorskich zastosowań.

Nanocząstki tlenku cynku to dziś jeden z najpowszechniej stosowanych nanomateriałów. Wydają się być bezpieczne dla ludzi, lecz wciąż jeszcze nie ma norm dotyczących ich toksyczności. Naukowcy z Instytutu Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk (IChF PAN) w Warszawie i Wydziału Chemicznego Politechniki Warszawskiej (PW) niedawno opracowali metodę wytwarzania kropek kwantowych ZnO o szczególnie interesujących i niezmiennych w czasie właściwościach fizykochemicznych, takich jak monodispersyjność, relatywnie duża wydajność kwantowa, rekordowo długie czasy życia luminescencji oraz brak obecności defektów paramagnetycznych w strukturze rdzenia. Wyjątkowe cechy stabilizującej powierzchnię warstwy organicznej sprawiają, że nowe kropki kwantowe ZnO są odporne zarówno na środowisko chemiczne, jak i biologiczne.

„Otrzymywane przez nas nanokryształy tlenku cynku charakteryzują się zdecydowanie lepszymi właściwościami chemicznymi i fizycznymi od swych odpowiedników wytwarzanych obecnie najpopularniejszą metodą zol-żel z udziałem prekursorów nieorganicznych”, podkreśla prof. dr hab. inż. Janusz Lewiński (IChF PAN, WCh PW). „Czas życia luminescencji, czyli świecenia, w przypadku naszych kropek kwantowych jest znacznie dłuższy – i to aż o kilka rzędów wielkości! Ponadto dotychczas obserwowano tylko krótkie czasy zaniku luminescencji ZnO, rzędu kilku-kilkunastu pikosekund i charakterystyczne dla nanocząstek otrzymanych metodą zol-żel, lub nieznacznie dłuższe, nanosekundowe, typowe jedynie dla monokryształów ZnO. My mamy do dyspozycji materiał luminescencyjny nadający się do użycia jako np. nowej generacji znacznik optyczny do zastosowań biomedycznych”.

Połączone z cząsteczkami aktywnymi biologicznie, nowe nanocząstki mogłyby być używane w biologii bądź medycynie, np. do obrazowania komórek i tkanek, co pozwoliłoby znacznie dokładniej niż dotychczas monitorować rozwój choroby czy skuteczność użytej terapii. W najnowszej publikacji w znanym czasopiśmie naukowym „Chemistry – A European Journal” warszawscy naukowcy we współpracy z grupą z Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie wykazali, że ich nanocząstki tlenku cynku rzeczywiście są bezpieczne. Badania, sfinansowane dzięki grantom

TEAM Fundacji na rzecz Nauki Polskiej i OPUS Narodowego Centrum Nauki, pozwalają realnie myśleć o szybkim wprowadzeniu nowych kropek kwantowych ZnO m.in. do laboratoriów biologicznych i medycznych.

Nanocząstki ZnO wytwarzane klasycznie, metodą zol-żel, nie są dobrze stabilizowane i izolowane od otoczenia. Na przykład oddziaływania, które mają miejsce na granicy faz między nieorganicznym rdzeniem ZnO a środowiskiem biologicznym, mogą prowadzić do powstawania reaktywnych form tlenu lub rozpuszczania i uwalniania potencjalnie toksycznych kationów cynkowych.

„Tlenek cynku na ogół jest uznawany za materiał dość bezpieczny, biozgodny i biokompatybilny. Jednak wiele badań nad toksycznością ZnO dotyczy nanocząstek niejednorodnych, a także zbyt dużych, by mogły wnikać do wnętrza komórek. Zdawaliśmy sobie też sprawę, że w praktyce wiele cech nanocząstek zależy nie tylko od ich rozmiarów, ale i od właściwości powierzchni nanokrystalicznego ZnO oraz organicznej otoczki stabilizującej. Postanowiliśmy więc zmodyfikować naszą metodę syntezy, tak by powstające w jej wyniku nanocząstki ZnO zachowywały się we wnętrzach komórek w sposób jak najbardziej neutralny”, wyjaśnia dr inż. Małgorzata Wolska-Pietkiewicz (WCh PW).

Zespół prof. Lewińskiego wytwarza kropki kwantowe tlenku cynku ze związków (prekursorów) metaloorganicznych. Gdy celem są zastosowania biologiczne, efekt końcowy to stabilne nanocząstki o kształcie zbliżonym do sferycznego, zbudowane z krystalicznego rdzenia ZnO o średnicy 4-5 nanometrów i otoczone płaszczem ze związków organicznych. Płaszcz ten zwiększa wielkość nanocząstek (ich średnica hydrodynamiczna wynosi ok. 12 nm) i pełni funkcje ochronne: z jednej strony zabezpiecza nieorganiczny rdzeń przed degradacją wskutek oddziaływania z nierzadko bardzo reaktywnym środowiskiem biologicznym, z drugiej – eliminuje wpływ samego ZnO na to środowisko.

„Do wnętrza komórek szczególnie łatwo przedostają się nanocząstki o rozmiarach rdzenia poniżej 10 nm. Takie drobiny uznaje się za potencjalnie niebezpieczne. Co ciekawe, wytworzone przez nas nanocząstki ZnO, wbrew powszechnej opinii wskazującej, że im mniejsze układy tym większa ich toksyczność, wykazały wyjątkowo małe działanie szkodliwe w modelowych badaniach *in vitro*. Otrzymane wyniki jak i badania prowadzone równolegle w zespole macierzystym dostarczyły kolejnych dowodów o wyjątkowym charakterze nanokrystalicznego ZnO otrzymywanego w wyniku przekształceń metaloorganicznych prekursorów molekularnych”, zauważa dr inż. Małgorzata Wolska-Pietkiewicz (WCh PW)

Badania nad kropkami kwantowymi ZnO dają nadzieję na liczne zastosowania. Istnieją jednak obawy przed skutkami ich oddziaływania na ludzi i środowisko. Nanocząstki mogą się przedostawać do organizmu m.in. przez drogi oddechowe, dlatego do testów toksykologicznych wybrano zdrowe i nowotworowe komórki płuc człowieka. Badacze z IChF PAN i PW wykazali, że warstwa organiczna otaczająca udoskonalone nanocząstki jest rzeczywiście nieprzepuszczalna: jony cynkowe nie są uwalniane do środowiska, a reaktywne formy tlenu nie powstają. Nawet w przypadku dużych stężeń toksyczność nowych nanocząstek ZnO okazała się nieznaczna.

„Nasza ‘receptura’ produkcji kropek kwantowych tlenku cynku powoduje, że po prostu nie oddziałują one ze środowiskiem biologicznym. Mamy więc mocne podstawy by rozpocząć prace nad zastosowaniami. Nie tylko w obrazowaniu medycznym, ale także w innych obszarach, w których nanocząstki potencjalnie mogłyby często oddziaływać z ludzkim organizmem, np. jako jeden ze składników farb. Rozwijamy też nowe technologie syntezy kropek kwantowych ZnO i w ramach start-upu NANOXO poszukujemy nowych zastosowań”, podsumowuje prof. Lewiński.

Informacja prasowa zrealizowana ze środków europejskiego grantu ERA Chairs w ramach programu Horizon 2020.

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.

KONTAKT:

prof. dr hab. inż. **Janusz Lewiński**
Instytut Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk w Warszawie
tel.: +48 22 3432076
email: jlewinski@ichf.edu.pl

dr inż. **Małgorzata Wolska-Pietkiewicz**
Wydział Chemiczny Politechniki Warszawskiej
tel.: +48 22 2347315
email: mwolska@ch.pw.edu.pl

PUBLIKACJE NAUKOWE:

1. „Safe-by-Design Ligand-Coated ZnO Nanocrystals Engineered by an Organometallic Approach: Unique Physicochemical Properties and Low Toxicity toward Lung Cells”
J. Lewiński, M. Wolska-Pietkiewicz, K. Tokarska, A. Grala, A. Wojewódzka, E. Chwojnowska, J. Grzonka, P. Cywiński, K. Kruczała, Z. Sojka, M. Chudy
Chemistry, 2017 Nov 27
DOI: 10.1002/chem.201704207

POWIĄZANE STRONY WWW:

<http://www.ichf.edu.pl/>
Strona Instytutu Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk.

<http://www.ichf.edu.pl/press/>
Serwis prasowy Instytutu Chemii Fizycznej PAN.

<http://www.ichfdlafirm.pl/>
Oferta Instytutu Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk skierowana do przedsiębiorców i przemysłu.

MATERIAŁY GRAFICZNE:

ICHf180131b_fot01s.jpg

HR: http://ichf.edu.pl/press/2018/01/ICHf180131b_fot01.jpg

Nanocząstki tlenku cynku wytwarzane ze związków metaloorganicznych są bezpieczne: nie oddziałują ze środowiskiem biologicznym, co wykazali naukowcy z Instytutu Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk w Warszawie i Politechniki Warszawskiej. (Źródło: IChF PAN, Grzegorz Krzyżewski)