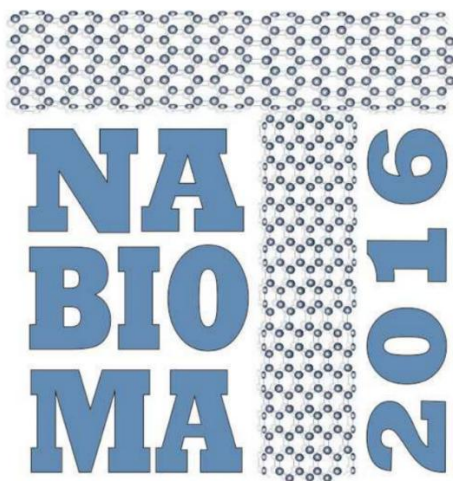


Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu



**NanoBioMateriały  
- teoria i praktyka**

**Materiały konferencyjne**

**Toruń  
2 – 3 czerwca 2016**

Niniejsze materiały konferencyjne zostały przygotowane na podstawie abstraktów nadesłanych przez uczestników konferencji NanoBioMateriały – teoria i praktyka 2016.

NaBioMat 2016 nie ponosi odpowiedzialności za ich treść.

Redakcja materiałów:

Przewodniczący:

mgr Wojciech Zieliński

Członkowie:

mgr Adam Bieniek

dr Sylwester Furmaniak

mgr Piotr Kamedulski

Korekta:

dr Magdalena Wujak

dr Katarzyna Roszek

Wydawca, druk:

Drukarnia Cyfrowa

UNIWERSYTETU MIKOŁAJA KOPERNIKA

Ul. Gagarina 5, 87-100 Toruń

Tel. 56 611 42 95

e-mail: drukarnia@umk.pl

ISBN 978-83-231-3565-4

Nakład 150 egz.

Copyright © by

NanoBiomateriały – teoria i praktyka 2016

strona internetowa konferencji:

[http://www.chem.umk.pl/nabiomat/NaBioMat\\_2016.html](http://www.chem.umk.pl/nabiomat/NaBioMat_2016.html)

## **Organizatorzy**

Katedra Chemii Materiałów, Adsorpcji i Katalizy, Wydział Chemii, UMK, Toruń  
Zakład Biochemii, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, UMK, Toruń  
Oddział Toruński Polskiego Towarzystwa Biochemicznego  
Fundacja Amicus Universitatis Nicolai Copernici

### **Komitety naukowy**

dr hab. Anna Jakubowska, prof. UMK  
Zakład Biochemii UMK  
Toruń

dr hab. Jerzy Łukaszewicz, prof. UMK  
Interdyscyplinarne Centrum  
Nowoczesnych Technologii UMK  
Toruń

prof. dr hab. Artur Piotr Terzyk  
Katedra Chemii Materiałów,  
Adsorpcji i Katalizy UMK  
Toruń

### **Komitety organizacyjny**

#### **Przewodnicząca**

dr Katarzyna Roszek

#### **Członkowie**

mgr Adam Bieniek  
dr Joanna Czarnecka  
dr Sylwester Furmaniak  
dr hab. Piotr Gauden prof. UMK  
dr Anna Hetmann  
mgr Anna Ilnicka  
dr Anna Kaczmarek-Kędziera  
mgr Piotr Kamedulski  
dr Dorota Porowińska  
dr Marek Wiśniewski  
dr Magdalena Wujak  
mgr Wojciech Zieliński

## Patronat honorowy

JM Rektor UMK  
prof. dr hab. Andrzej Tretyn



**UNIwersYTET  
MIKOŁAJA KOPERNIKA  
W TORUNIU**

Prezes PTBioch  
prof. dr hab. Andrzej Legocki



**Polskie  
Towarzystwo  
Biochemiczne**

Dziekan Wydziału Biologii  
i Ochrony Środowiska  
prof. dr hab. Wiesław Kozak



**UNIwersYTET  
MIKOŁAJA KOPERNIKA  
W TORUNIU**

Wydział Biologii  
i Ochrony Środowiska

Dziekan Wydziału Chemii  
prof. dr hab. Edward Szłyk



**UNIwersYTET  
MIKOŁAJA KOPERNIKA  
W TORUNIU**

Wydział Chemii

Sponsor główny



PE Polska

think future

## Sponsorzy



## Patronat medialny



## PROGRAM KONFERENCJI

### Czwartek 2.06.2016

- 8:00 – 9:00** Rejestracja uczestników
- 9:00 – 9:15** Rozpoczęcie konferencji
- 9:15 – 10:15** Wykład Inauguracyjny  
**Prof. dr hab. Jan Barciszewski**, Instytut Chemii Bioorganicznej PAN, Poznań  
*Nanotechnologia kwasów nukleinowych*
- 10:15 – 11:00** Wykład Plenarny  
**Prof. dr hab. Stanisław Błażewicz**, Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki AGH, Kraków  
*Nanomateriały węglowe i ceramiczne w technologii biomateriałów i medycynie regeneracyjnej*
- 11:00 – 11:30** Przerwa kawowa
- 11:30 – 12:30** Komunikaty ustne
- 11:30 - 11:45 Witold Musiał, Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu  
*Mikrosfery i nanosfery termowrażliwe jako nośniki substancji leczniczych*
- 11:45- 12:00 Marta Ziegler-Borowska, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu  
*Magnetyczne nanocząstki dla immobilizacji bioligandów*
- 12:00- 12:15 Joanna Skopińska-Wiśniewska, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu  
*Dialdehydy jako czynniki sieciujące materiałów białkowych*
- 12:15- 12:30 Aleksander Czogalla, Uniwersytet Wrocławski  
*Origami DNA w badaniu procesów zachodzących na powierzchni błon biologicznych*
- 12:30 – 12:45** **Maurycy Menke**, PE Polska  
*Nowe spojrzenie na próbkę dzięki analizie sprzężonej*
- 12:50 – 14:00** Lunch
- 13:20 – 14:00** Sesja plakatowa
- 14:00 – 14:30** Wykład  
**Prof. dr hab. Artur Terzyk**, Katedra Chemii Materiałów, Adsorpcji i Katalizy UMK, Toruń  
*Kontrolowane zwilżanie powierzchni –problem nie tylko chemiczny*

- 14:30 – 15:00** Wykład  
**dr hab., prof. UMK Jerzy Łukaszewicz**, Katedra Chemii Materiałów, Adsorpcji i Katalizy UMK, Interdyscyplinarne Centrum Nowoczesnych Technologii UMK, Toruń  
***Pomysł – Patent – Firma***
- 15:00 – 15:30** Przerwa kawowa
- 15:30 – 16:45** Komunikaty ustne
- 15:30 - 15:45 Anna Belcarz, Uniwersytet Medyczny w Lublinie  
*Czy standardowa metoda oznaczania cytotoksyczności jest wiarygodna w przypadku ceramiki o wysokiej powierzchni właściwej?*
- 15:45 - 16:00 Ilona Grabowska-Jadach, Politechnika Warszawska  
*Modyfikacja i ocena toksyczności wybranej grupy kropek kwantowych*
- 16:00 - 16:15 Michał Wójcik, Uniwersytet Warszawski  
*Biokompatybilne nośniki leków zbudowane z nanocząstek złota modyfikowanych glutationem i jego pochodnymi*
- 16:15 - 16:30 Aleksandra Radtke, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu  
*Powłoki biomedyczne na bazie diitlenku tytanu dla potrzeb nowoczesnej implantologii*
- 16:30 - 16:45 Adrian Topolski, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu  
*Relacje pomiędzy czynnikami wpływającymi na aktywność fotokatalityczną nanorurek i nanoprętów diitlenku tytanu*
- 20:00 – 0:00** Spotkanie towarzyskie

### **Piątek 3.06.2016**

- 9:15 – 10:00** Wykład Plenarny  
**dr Kamil Brzóska**, Instytut Chemii i Techniki Jądrowej, Centrum Radiobiologii i Dozymetrii Biologicznej, Warszawa  
***Mechanizmy toksyczności nanocząstek srebra***
- 10:00 – 10:30** Wykład  
**Lek. med. Maciej Nowacki**, Katedra i Klinika Chirurgii Onkologicznej, Collegium Medicum UMK Bydgoszcz  
***Nanomateriały w chirurgii onkologicznej – teoria i praktyka***
- 10:30 – 11:00** Przerwa kawowa
- 11:00 – 12:30** Komunikaty ustne
- 11:00 - 11:10 Dorota Mehrholz, Gdański Uniwersytet Medyczny  
*Nanocząstki srebra alternatywą dla konwencjonalnych antybiotyków*



- 11:10 - 11:20 Marek Składanowski, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu  
*Biosynteza nanocząstek srebra przez promieniowce kwaśnych gleb leśnych - ich charakterystyka, bakteriobójczość i cytotoksyczność*
- 11:20 - 11:30 Martyna Nowak, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu  
*Preparatyka nanomateriałów wykorzystywanych w detekcji związków kompleksowych*
- 11:30 - 11:40 Paulina Głowala, Uniwersytet Warszawski  
*Biodegradowalne mikrosfery PLG modyfikowane nanocząstkami złota - otrzymywanie i charakterystyka nośników leków*
- 11:40 - 11:50 Marcin Drozd, Politechnika Warszawska  
*Chemisorpcja pochodnych ditiokarbaminianów - nowe możliwości funkcjonalizacji nanomateriałów*
- 11:50 - 12:00 Sylwia Świątek, PAN Kraków  
*Funkcjonalizacja powierzchni złota poprzez adsorpcję wołowej beta-laktoglobuliny*
- 12:00 - 12:10 Ewelina Chrzanowska, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu  
*Filmy chitozanowe modyfikowane glinokrzemianami: otrzymywanie i właściwości*
- 12:10 - 12:20 Mariusz Cierech, Warszawski Uniwersytet Medyczny  
*Znaczenie modyfikacji polimetakrylanu metylu nanocząstkami tlenku cynku dla formowania biofilmu grzybiczego*
- 12:30 – 13:30** Lunch
- 12:50 – 13:30** Sesja plakatowa
- 13:30 – 14:50** Komunikaty ustne
- 13:30 - 13:40 Wioletta Liwińska, Uniwersytet Warszawski  
*Nanożele modyfikowane oligonukleotydami jako nośniki leków*
- 13:40 - 13:50 Agnieszka Sebał, Politechnika Warszawska  
*Aktywność antymikrobiologiczna poliestrowych systemów leków o kontrolowanym czasie uwalniania*
- 13:50 - 14:00 Aleksandra Kruk, Politechnika Warszawska  
*Cytotoksyczność poliestrowych rusztozań przeznaczonych do hodowli chondrocytów*
- 14:00 - 14:10 Ewelina Zielińska, Gdański Uniwersytet Medyczny  
*L-NIL w prewencji cytotoksycznego działania nanocząstek srebra na ludzkie komórki osteoblastów*
- 14:10 - 14:20 Szymon Kowalski, Gdański Uniwersytet Medyczny  
*Zaburzenia systemu antyoksydacyjnego i indukcja apoptozy w mysich komórkach hipokampa ekspozowanych na działanie nanocząstek tlenku miedzi*

- 14:20 - 14:30 Renata Szydłak, Uniwersytet Jagielloński w Krakowie  
*Proliferacja komórek na podłożach modyfikowanych chemicznie i mechanicznie*
- 14:30 - 14:40 Magdalena Matysiak, Instytut Medycyny Wsi w Lublinie  
*Ocena cytotoksycznego działania mieszanin nanocząstek*
- 14:40 - 14:50 Katarzyna Pietkun, Collegium Medicum UMK w Bydgoszczy  
*Nanobiomateriały w dermatologii, dermatologii estetycznej i chirurgii plastycznej. Analiza naukowych i ekonomicznych kierunków rozwoju*

**15:00 – 15:30** Uroczyste zakończenie konferencji, rozstrzygnięcie konkursu i wręczenie nagród

# WYKŁADY

## Nanotechnologia kwasów nukleinowych

Jan Barciszewski

*Instytut Chemii Bioorganicznej Polskiej Akademii Nauk,*

*Noskowskiego 12, 61-704 Poznań*

Jan.Barciszewski@ibch.poznan.pl

Podstawową funkcją DNA jest przechowywanie informacji genetycznej a unikalną cechą RNA jest jej implementacja. DNA jest chemicznie stabilnym związkiem, natomiast cząsteczki RNA są bardziej plastyczne i mogą tworzyć wiele struktur przestrzennych. Takie właściwości DNA a także RNA pozwalają na konstrukcje prostych elementów, podstawowych jednostek budulcowych, z których można tworzyć różnorodne struktury trójwymiarowe w skali nano. Prawidłowo zaprojektowane sekwencje DNA łączą się samoistnie z sobą, tworząc większe obiekty bez konieczności stosowania trudnych technicznie i czasochłonnych manipulacji.

Nanocząstki są to wielkocząsteczkowe kompleksy kwasów nukleinowych charakteryzujące się bardzo stabilną strukturą. Różnią się one w sposób zasadniczy na przykład od krzemowych procesorów, do produkcji których niezbędne są skomplikowane narzędzia. Ważną okolicznością jest fakt, że fragmenty DNA i RNA można łatwo otrzymać w laboratorium. Takie molekularne rusztowania oparte o kwasy nukleinowe mogą być wykorzystane jako nośniki lub transportery komórkowe dla różnych cząsteczek biologicznych. Wydaje się, że istotą nanotechnologii opartej na RNA lub DNA i jej przewagą nad klasyczną nanotechnologią jest zdolność do samoorganizacji tych biopolimerów. Wykorzystanie kwasów nukleinowych jako nanomateriałów oferuje i otwiera olbrzymie perspektywy w biotechnologii.

Obecnie można zauważyć wielkie zainteresowanie rozwojem nowych nanobiotechnologicznych narzędzi, które znajdują zastosowanie do celów diagnostycznych i terapeutycznych. Mogą to być polimerowe nanocząstki, liposomy, dendrimery, nanorurki, supermagnetyczne nanocząstki połączone z DNA, interferencyjne RNA oraz antysensowne nukleotydy.

## **Nanomateriały węglowe i ceramiczne w technologii biomateriałów i medycynie regeneracyjnej**

Aneta Frączek-Szczypta, Stanisław Błazewicz  
*Akademia Górniczo – Hutnicza im. Stanisława Staszica,  
Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki, Kraków*  
blazew@agh.edu.pl

Nanotechnologie wykorzystujące różnorodne formy nanomateriałów mogą w najbliższej przyszłości przyczynić się do zasadniczych zmian w metodach terapii i diagnostyki medycznej. Nanomedycyna otwiera nowe możliwości w leczeniu chorób nowotworowych, choroby Alzheimera, Parkinsona, leczeniu chorób serca i procesach regeneracji tkanek. Badania w tej dziedzinie zmierzają do unowocześnienia metod diagnostycznych, które z jednej strony pozwolą identyfikować tkanki patologiczne, zwalczać komórki nowotworowe, z drugiej zaś pozwolą na prewencję chorób cywilizacyjnych i bezinwazyjne, skuteczne terapie. Inżynieria biomateriałów, zajmująca się projektowaniem i wytwarzaniem implantów do leczenia chorych tkanek coraz częściej sięga po komponenty materiałowe o wymiarach nanometrycznych, dzięki czemu poszerza się zakres możliwości wykorzystania syntetycznych materiałów w medycynie. Szczególnie interesującą grupą materiałów o wymiarach nanometrycznych, wytwarzanych według nowych reguł i metod technologicznych, są nanowłókna i nanokompozyty polimerowe. Wzrasta rola takich materiałów, jako podłoży do procesów regeneracyjnych tkanek, ze względu na podobieństwo budowy takich podłoży do budowy tkanek w skali nanometrycznej. Badania w tym zakresie dotyczą opracowania nowych rusztowań z nanowłókien polimerowych dla procesów regeneracyjnych tkanek kostnych, chrzęstnych i nerwowych. Nanowłókna, pozwalające formować specyficzną architekturę przestrzenną znajdującą dzisiaj coraz szersze zastosowanie w nowych dziedzinach medycznych i przemysłowych. Oprócz podłoży dla medycyny regeneracyjnej i inżynierii tkanek, prowadzone są badania nad opracowaniem nowych materiałów dla kierunkowej regeneracji tkanek, na nośniki leków, materiały opatrunkowe, a także w zaawansowanych systemach filtrujących i czyszczących (aktywne membrany). Kropki węglowe (CDS) będące strukturą kwantową wykorzystującą niektóre formy węgla wykazują właściwości fotoluminescencyjne. Związane jest to z małym rozmiarem samej cząstki węglowej (poniżej 10 nm) i specyfiką jej chemii powierzchni. Grupy powierzchniowe cząstki węglowej przyczyniają się do wywoływania efektów fotoluminescencji.

Właściwości te pozwalają zastosować takie nanocząstki węglowe do bio-obrazowania, diagnostyki medycznej i w systemach dozowania leków. W obu pierwszych zastosowaniach wymagane są odpowiednie grupy funkcyjne na powierzchni cząstki. W prezentacji przedstawione zostaną wybrane przykłady wytwarzania, właściwości i potencjalne zastosowania w medycynie nanomateriałów polimerowych i kompozytów zawierających nanomateriały węglowe, ceramiczne i polimerowe, w tym nanomateriały funkcjonalizowane opracowane w Katedrze Biomateriałów, Wydziału Inżynierii Materiałowej i Ceramiki Akademii Górniczo – Hutniczej.

## **Kontrolowane zwilżanie powierzchni - problem nie tylko chemiczny**

Artur P. Terzyk

*Wydział Chemii UMK, Zespół Fizykochemii Materiałów Węglowych,*

*87-100 Toruń*

aterzyk@chem.uni.torun.pl

Zagadnienie zwilżania powierzchni jest jednym z najbardziej aplikacyjnych, ale jednocześnie najbardziej multidyscyplinarnych zagadnień naukowych. Zjawisko zwilżania bowiem dotyczy dziedzin tak odległych od siebie jak np. sport, przemysł odzieżowy, przemysł okrętowy, spożywczy, a proces odpowiedniej hydrofilizacji/hydrofobizacji (jeśli mówić o najpopularniejszym rozpuszczalniku jakim jest woda) to zagadnienie bezpośrednio związane z wytwarzaniem powierzchni np. antylodowych, czy z procesem samoczyszczenia. Zagadnienie to dotyczy także procesu zwilżania białek – czyli problemu czysto biochemicznego.

W referacie zaprezentowane zostaną podstawowe pojęcia i definicje związane z procesem zwilżania. Krótko zaprezentowane będą najważniejsze teorie opisujące to zjawisko. Następnie omówione zostaną wybrane przykłady powierzchni z przyrody żywej i przykłady ich naśladowania pozwalające na tworzenie w laboratoriach układów o kontrolowanej hydrofobowości. Finalnie omówione zostaną podstawowe czynniki determinujące proces zwilżania białek oraz zasygnalizowane perspektywy badań w tym obszarze.

## Pomysł – Patent – Firma

Jerzy P. Łukaszewicz, Anna Ilnicka  
*Wydział Chemii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika,*  
*ul. Gagarina 7, 87-100 Toruń*  
*Instytut Nowych Materiałów i Technologii INOMAT,*  
*ul. Gagarina 13, 87-100 Toruń*  
jerzy\_lukaszewicz@o2.pl

Wykład na przykładzie opracowanej metody otrzymywania węgla aktywowanych o wysokiej zawartości azotu, przedstawia przejście od koncepcji syntezy, przez procedurę patentowania do utworzenia firmy spin-off, której celem jest komercjalizacja wynalazku.

W ostatnich latach badania nad materiałami węglowymi były w dużej mierze skoncentrowane na fulerenach, nanorurkach węglowych i grafenie. Jednak zastosowanie tych materiałów w skali większej niż laboratoryjna, jest ograniczone ze względu na koszt wytwarzania oraz często ze względu na niemożność wyprodukowania materiału w ilości, jaka jest wymagana w zastosowaniach przemysłowych i/lub w ochronie środowiska. W tych i wielu innych zastosowaniach nie ma alternatywy dla węgla aktywowanych wytwarzanych przez karbonizację materii organicznej. Zrealizowany pomysł badawczy zakładał możliwość praktycznego zastosowania adsorbentów węglowych jako materiałów elektrodowych oraz jako adsorbentów w ochronie wód i powietrza. W tym zakresie w ostatnich latach szczególnie dużym zainteresowaniem wśród węgla aktywowanych cieszyły się materiały zawierające w swojej strukturze heteroatomowe grupy funkcyjne m.in. w postaci połączeń węgla-azot.

Synteza tego typu materiałów była celem podstawowym. Istotnym problemem w dziedzinie otrzymywania węgla aktywowanych o wysokiej zawartości azotu jest znalezienie odpowiednich prekursorów, których eksploatacja nie będzie naruszać w istotnym zakresie środowiska naturalnego. Dlatego projekt przewidywał wyłącznie korzystanie z surowców odnawialnych. Równie istotnym problemem były koszty otrzymywania wysokoazotowych węgla aktywowanych oraz dostępność surowców naturalnie bogatych w azot i jednocześnie tanich. W projekcie stosowano wyłącznie surowce pochodzące ze źródeł odnawialnych tj. chitynę i chitozan. Karbonizacja chityny i chitozanu wspomagana oryginalną procedurą aktywacyjną doprowadziła do otrzymania węgla aktywowanych o sterowalnej strukturze porowatej, polu powierzchni właściwej z zakresu od 600 do 2000 m<sup>2</sup>/g oraz o zawartości azotu nawet powyżej 10% wag.

Uzyskane rezultaty charakteryzowały się wysokim poziomem innowacyjności i aplikacyjności. Przygotowano dwa wnioski patentowe. Opracowano raport stanu techniki, potencjału rynkowego oraz uzyskano wycenę technologii. Na tej podstawie utworzono spółkę spin-off z udziałem twórców technologii oraz Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu. Celem spółki spin-off jest komercjalizacja technologii.

## Mechanizmy toksyczności nanocząstek srebra

Kamil Brzóska

*Zakład Naukowy – Centrum Radiobiologii i Dozymetrii Biologicznej,  
Instytut Chemii i Techniki Jądrowej,  
ul. Dorodna 16, 03-195 Warszawa  
k.brzoska@ichtj.waw.pl*

Z uwagi na właściwości antybakteryjne nanocząstki srebra (AgNPs) są jednym z najczęściej wykorzystywanych w przemyśle nanomateriałów. Znajdują zastosowanie w wyrobach medycznych, materiałach do kontaktu z żywnością, kosmetykach, tekstyliach, tworzywach sztucznych oraz materiałach budowlanych. Z tego powodu konieczne jest poznanie mechanizmów toksyczności AgNPs nie tylko w komórkach prokariotycznych, ale również w przypadku organizmów wyższych, w tym człowieka. Głównymi drogami narażenia człowieka na AgNPs są układy oddechowy oraz pokarmowy. Z uwagi na swoje rozmiary i właściwości AgNPs mogą pokonywać bariery biologiczne i docierać do różnych narządów. Wykazano, że AgNPs wnikają do wnętrza komórek oraz poszczególnych organelli takich jak jądro i mitochondria. Za toksyczność AgNPs w dużej mierze odpowiedzialne jest powstawianie reaktywnych form tlenu skutkujące stresem oksydacyjnym powodującym uszkodzenia DNA, białek oraz błon komórkowych. Ekspozycja komórek na AgNPs wywołuje zmiany ekspresji genów związanych z odpowiedzią na stres i rozwój reakcji zapalnej oraz zmiany epigenetyczne.

W pewnym stopniu toksyczność AgNPs jest wynikiem utleniania powierzchni nanocząstek prowadzącego do uwalniania jonów srebra. Interakcje AgNPs z makrocząsteczkami komórkowymi, takimi jak np. białka prowadzą do powstania na powierzchni nanocząstek tzw. korony. Zjawisko to z jednej strony może modyfikować toksyczność AgNPs oraz ich zdolność wnikania do komórek, a z drugiej strony związanie na powierzchni nanocząstki może modyfikować strukturę białek, a co za tym idzie ich aktywność biologiczną. Wiele aspektów oddziaływania AgNPs z układami biologicznymi jest wciąż niejasnych i wymaga dalszych badań.

*Praca finansowana przez Narodowe Centrum Nauki w ramach projektu 2014/13/D/NZ7/00286.*



## Nanomateriały w chirurgii onkologicznej - teoria i praktyka

Maciej Nowacki  
*Katedra i Klinika Chirurgii Onkologicznej,  
Wydział Nauk o Zdrowiu,  
Collegium Medicum im. Ludwika Rydygiera w Bydgoszczy,  
UMK w Toruniu  
maciej.s.nowacki@gmail.com*

Chirurgia onkologiczna należy obecnie do jednych z najbardziej i najszybciej rozwijających się specjalności klinicznych i gałęzi naukowych medycyny. Sytuacja ta jest związana głównie z ciągle rosnącą w przypadku niektórych nowotworów liczbą rozpoznań lub brakiem wyraźnego wzrostu odpowiedzi klinicznej na zastosowane leczenie w niektórych typach nowotworów lub ich znacznych stopniach zaawansowania. Obecnie w ramach postępowania z zakresu chirurgii onkologicznej możliwe jest stosowanie wysoce efektywnych metod zabiegowych, a także nowoczesnych rozwiązań pozwalających na uzyskanie leczenia radykalnego oraz wysokiego stopnia przeżycia. Wielu autorów uważa tę dziedzinę włącznie z onkologią kliniczną za dyscypliny, w których innowacyjne koncepcje powstałe na etapie badań podstawowych i klinicznych, translacyjnie najszybciej wprowadzane są jako metody leczenia. Istotnym i ciekawym kierunkiem rozwoju w ostatnich latach stały się projekty dotyczące zastosowania najnowocześniejszych osiągnięć nanotechnologii w medycynie. W niniejszym wykładzie przedstawiono najnowocześniejsze osiągnięcia, a także koncepcje i kierunki rozwoju oraz wykorzystywania nanotechnologii w eksperymentalnej i klinicznej chirurgii onkologicznej. Przedstawiony materiał dodatkowo poparto przedstawieniem opracowań i wyników badań własnych w szczególności dotyczących stosowania nanomateriałów w prewencji wznów nowotworu oraz jako elementu wspomagającego inne nowoczesne techniki zabiegowe.



# **KOMUNIKATY USTNE**

**(wg kolejności wystąpień)**

## **Mikrosfery i nanosfery termowrażliwe jako nośniki substancji leczniczych**

Witold Musiał

*Katedra i Zakład Chemii Fizycznej, Wydział Farmaceutyczny,  
Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu  
witold.musial@umed.wroc.pl*

Właściwości fizykochemiczne substancji leczniczej mają kluczowe znaczenie dla możliwości jej wiązania się z receptorem farmakologicznym oraz w konsekwencji dla jej oddziaływania z żywym organizmem. Jednak w niektórych przypadkach zastosowanie specyficznego nośnika substancji leczniczej wpływa na losy leku w organizmie oraz na kinetykę zmian jego stężenia w organizmie. Interesującą grupą nośników substancji leczniczych, szeroko badanych, są mikrosfery i nanosfery otrzymywane z wykorzystaniem polimerów termowrażliwych. Zastosowanie odpowiedniego monomeru oraz szeregu komonomerów prowadzi do uzyskania nośników o specyficznej temperaturze przemiany fazowej, zbliżonej do zakresu fizjologicznej temperatury organizmu ludzkiego. Bdziec temperaturowy może zainicjować proces uwalniania substancji leczniczej z właściwie zaprojektowanego systemu leczniczego, a następujący po nim spadek temperatury może odpowiednio zahamować uwalnianie leku z nośnika. Otrzymywanie systemów terapeutycznych, w których czynnikiem kontrolującym przebieg uwalniania jest bodec temperaturowy, wymaga zazwyczaj zastosowania odpowiedniej metody polimeryzacji z grupy np. SFEP (surfactant free emulsion polymerization) lub SFPP (surfactant free precipitation polymerization), przy czym istotnym czynnikiem jest typ i stężenie inicjatora reakcji oraz temperatura procesu. Wśród proponowanych substancji leczniczych, do zastosowania w termowrażliwych mikrosferach lub nanosferach, wymienia się m.in. niesterydowe leki przeciwzapalne oraz kilka innych grup leków.

## Magnetyczne nanocząstki dla immobilizacji bioligandów

Marta Ziegler-Borowska<sup>a</sup>, Dorota Chelminiak<sup>a</sup>, Tomasz Siódmiak<sup>b</sup>, Adam Sikora<sup>b</sup>,  
Michał P. Marszałł<sup>b</sup>, Halina Kaczmarek<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Wydział Chemii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, ul. Gagarina 7, 87-100 Toruń

<sup>b</sup> Wydział Farmaceutyczny, Collegium Medicum im. Ludwika Rydygiera w Bydgoszczy,  
Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, ul. Dr A. Jurasza 2, 85-094 Bydgoszcz  
martaz@chem.umk.pl

W ciągu ostatniego dziesięciolecia obserwuje się znaczący i dynamiczny rozwój nanotechnologii, a w szczególności zastosowania nanomateriałów w naukach medycznych i farmacji. Szczególną uwagę zyskały nanomateriały superparamagnetyczne, które w porównaniu z klasycznymi nanomateriałami wykazują niezwykle wysokie parametry użytkowe [1]. Najszerze zastosowanie w naukach biomedycznych znajdują nanocząstki oparte na rdzeniu magnetytu -  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ . Wyjątkowość nanocząstek magnetycznych polega przede wszystkim na wysokich parametrach użytkowych, a także prostej i ekonomicznej pracy z materiałem. Superparamagnetyzm jakim charakteryzują się nanostruktury na bazie magnetytu powoduje, że materiał ten jest dobrze dyspersyjny w wielu rozpuszczalnikach, łatwo separowalny ze środowiska reakcji, a przede wszystkim jest możliwy do wielokrotnego zastosowania [2].

W wyniku prezentowanych badań zaprojektowano i otrzymano szereg nanocząstek magnetytu pokrywanych modyfikowanymi biopolimerami. Biopolimery modyfikowano chemicznie w kierunku uzyskania materiału zdolnego do efektywnej immobilizacji bioligandów, takich jak enzymy, albumina surowicy krwi ludzkiej i bydłowej. Otrzymany materiał scharakteryzowano za pomocą spektroskopii ATR-FTIR, analiz XRD i termicznej, a także zbadano jego morfologię i rozmiar, wykonując analizy SEM, TEM oraz DLS [3,4].

*Projekt został sfinansowany ze środków Narodowego Centrum Nauki – grant SONATA 8, 014/15/D/NZ7/01805.*

### Literatura:

- [1] M. P. Marszałł, Pharm. Res. 2011, 28, 480.
- [2] R. Moaddel, I.W. Wainer, Nat. Protoc. 2009, 4, 197.
- [3] M. Ziegler-Borowska et al., Materials Letters 2014, 132, 63.
- [4] M. Ziegler-Borowska et al., J Therm. Anal. Cal. 2016, doi 10.1007/s10973-016-5260-x

## Dialdehydy jako czynniki sieciujące materiałów białkowych

J. Skopińska-Wisniewska<sup>a</sup>, A. Bajek<sup>b</sup>, K. Węgrzynowska-Drzymalska<sup>a</sup>, M. Maj<sup>b</sup>,  
A. Sionkowska<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Wydział Chemii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika;  
<sup>b</sup> Collegium Medicum, Uniwersytet Mikołaja Kopernika  
joanna@chem.umk.pl

Kolagen i elastyna to główne białka strukturalne ciał ssaków. Zapewniają one wytrzymałość mechaniczną oraz elastyczność różnym tkankom i organom, np. skórze, ścięgnom, naczyniom krwionośnym i kościom. Białka te są stosunkowo łatwo dostępne, biodegradowalne, biokompatybilne i stymulują adhezję i proliferację komórek. Ich właściwości fizykochemiczne mogą być modyfikowane poprzez sieciowanie. Jednym z bardziej efektywnych czynników sieciujących cząsteczki białek jest aldehyd glutarowy. Jednakże, jego nieprzereagowane cząsteczki mogą dyfundować z materiału do tkanek otaczających implant i inicjować reakcje cytotoksyczne. By uniknąć tego efektu w badaniu zastosowano wielkocząsteczkowe związki zawierające ugrupowania aldehydowe: skrobię dialdehydową oraz poli(glikol etylenowy), którego grupy końcowe zostały zastąpione przez ugrupowania aldehydowe.

W wyniku sieciowania przy użyciu tych reagentów rośnie stabilność termiczna oraz moduł ściśliwości żeli na bazie kolagenu i elastyny. Maleją średnie rozmiary porów w otrzymanych materiałach oraz zmienia się ich zdolność pęcznienia. Jednocześnie, nie zaobserwowano negatywnego wpływu dodatku wielkocząsteczkowych dialdehydów do materiałów kolagenowo-elastynowych na przeżywalność komórek transformowanych fibroblastów mysich 3T3 oraz mezenchymalnych komórek macierzystych.

## Origami DNA w badaniu procesów zachodzących na powierzchni błon biologicznych

Aleksander Czogalla<sup>a</sup>, Dominik Kauert<sup>b</sup>, Eugene Petrov<sup>c</sup>, Ralf Seidel<sup>b</sup>, Petra Schwille<sup>c</sup>

<sup>a</sup> *Zakład Cytochemii, Wydział Biotechnologii, Uniwersytet Wrocławski*

<sup>b</sup> *Institute for Molecular Cell Biology, University of Muenster (Niemcy)*

<sup>c</sup> *Department of Cellular and Molecular Biophysics, Max Planck Institute of Biochemistry*  
aleksander.czogalla@uwr.edu.pl

Technika origami DNA to bardzo atrakcyjne narzędzie budowania biokompatybilnych molekuł o ściśle określonym kształcie i funkcji. Jako pierwsi na świecie uzyskaliśmy struktury origami DNA spontanicznie wiążące się do błon fosfolipidowych. Selektywne znakowanie wspomnianych nanostruktur fluorofortami pozwoliło precyzyjnie mierzyć ich dyfuzję translacyjną i rotacyjną na powierzchni błony metodą spektroskopii korelacji fluorescencji z użyciem nowatorskiego modelu opisującego dyfuzję. Współczynniki dyfuzji badanych nanostruktur zmniejszały się gwałtownie wraz ze wzrastającą gęstością cząsteczek, co wiązało się z przejściem fazowym od struktury izotropowej do nematycznej. Przejścia takie mają kluczowe znaczenie m.in. w organizacji białek zakrzywiających błony w fazy nematyczne na powierzchni dwuwarstwy lipidowej. Duże znaczenie w procesie zakrzywiania błon ma także zdolność do tworzenia regularnego szkieletu białkowego. Dlatego postanowiliśmy odtworzyć to zjawisko przy pomocy nanostruktur origami DNA cechujących się zdefiniowaną geometrią powierzchni oddziałującej z błoną oraz zdolnością do wzajemnych oddziaływań lateralnych.

Oligomeryzacja tych nanostruktur na powierzchni pęcherzyków lipidowych prowadziła do deformacji tych pęcherzyków. Jest to pierwsza próba odtworzenia procesów zakrzywiania błon pęcherzyków lipidowych przy pomocy syntetycznych molekuł. Uzyskane wyniki otwierają nowe możliwości zastosowania koncepcji biologii syntetycznej w badaniach nad mechanizmami naturalnych procesów związanych z błonami lipidowymi oraz określeniem cech strukturalnych i funkcjonalnych cząsteczek kluczowych dla danego procesu biologicznego.

## **Czy standardowa metoda oznaczania cytotoksyczności jest wiarygodna w przypadku ceramiki o wysokiej powierzchni właściwej?**

Katarzyna Klimek<sup>a</sup>, Anna Belcarz<sup>a</sup>, Robert Pązik<sup>a</sup>, Paulina Sobierajska<sup>b</sup>, Tomasz Han<sup>c</sup>, Rafał Wiglus<sup>b</sup>, Grażyna Ginalska<sup>a</sup>

<sup>a</sup> *Katedra i Zakład Biochemii i Biotechnologii, Uniwersytet Medyczny w Lublinie, Chodźki 1, Lublin*

<sup>b</sup> *Instytut Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych, PAN, Okólna 2, Wrocław*

<sup>c</sup> *Centrum Badań i Rozwoju Novasome sp. z o.o. Olsztyńska 5, Wrocław*  
anna.belcarz@umlub.pl

W ostatnich latach rosnącym uznaniem na rynku biomateriałów medycznych cieszy się ceramika o wysokiej powierzchni właściwej, zarówno w postaci nanoproszków, jak i wysokoporowatych granul i kształtek. Oba te typy ceramiki, o wysokiej powierzchni właściwej, wykazują zwykle wysoką cytotoksyczność (żywność komórek poniżej 70% w porównaniu do kontroli) według standardowej metody ISO 10993-5 i w związku z tym są klasyfikowane jako nieprzydatne do zastosowań biomedycznych. Jednocześnie ceramikę o wysokiej powierzchni właściwej charakteryzuje intensywna adsorpcja jonów, szczególnie  $\text{Ca}^{2+}$  i  $\text{PO}_4^{3-}$ , z roztworów, w tym także z pożywek hodowlanych. Uzyskane ekstrakty, zubożone w jony istotne dla metabolizmu komórek, powodują istotne obniżenie ich żywotności. Metoda ISO 10993-5, nie uwzględniając wysokiej adsorpcji jonów przez ceramikę, mylnie wskazuje na wysoką cytotoksyczność ceramiki o wysokiej powierzchni właściwej, przez co nie jest odpowiednią procedurą dla oznaczania cytotoksyczności tego typu biomateriału.

W związku z powyższym, dla tego typu biomateriałów zaproponowano skorygowaną metodę oznaczania cytotoksyczności, stanowiącą modyfikację standardu ISO 10993-5 i bazującą na uzupełnieniu zaadsorbowanych jonów w ekstrakcie pozyskanym z testowanej ceramiki. Metoda ta w kompleksowy sposób omawia procedurę oznaczania cytotoksyczności dla tego typu biomateriałów oraz rekomenduje sposób interpretacji uzyskanych wyników. Zaproponowany sposób oceny pozwala także odróżnić cytotoksyczność „właściwą”, wywołaną uwalnianiem szkodliwych substancji z badanych materiałów, od cytotoksyczności „fałszywej”, spowodowanej adsorpcją jonów  $\text{Ca}^{2+}$  i  $\text{PO}_4^{3-}$  z pożywek i wynikającym z niej obniżeniem przetrwalności komórek.



## **Modyfikacja i ocena toksyczności wybranej grupy kropek kwantowych**

Ilona Grabowska-Jadach, Marta Olesik, Marcin Drozd, Katarzyna Barłóg, Mariusz Pietrzak  
*Zakład Mikrobioanalitki, Wydział Chemiczny,  
Politechnika Warszawska  
Ilona@ch.pw.edu.pl*

Nanomateriały posiadają ciekawe właściwości fizykochemiczne, ze względu na które znajdują zastosowania w wielu dziedzinach, takich jak: medycyna, diagnostyka, analiza chemiczna, energetyka. Względnie nową i nie do końca poznaną grupą nanomateriałów są kropki kwantowe. Te nanometrycznych rozmiarów kryształy wykazują zdolność fluorescencji, która w znacznym stopniu przewyższa intensywność i stabilność fluorescencji związków organicznych., standardowo wykorzystywanych jako znaczniki fluorescencyjne.

Przeprowadzone badania miały na celu określenie cytotoxyczności wybranej grupy kropek kwantowych. Nanokryształy wykorzystywane w badaniach różniły się budową, rozmiarem, składem rdzenia, a także sposobem modyfikacji powierzchni. Dzięki modyfikacji powierzchni hydrofobowe nanocząstki (synteza prowadzona w rozpuszczalnikach organicznych) zyskiwały właściwości hydrofilowe i poprzez obecność określonych grup funkcyjnych miały określony ładunek powierzchniowy. Badania przeprowadzono w makro-(płytki 96-dółkowe) i mikroskali (mikrosystemy przepływowe, wykonane ze szkła i polimeru) na wybranych liniach komórek ludzkich pochodzących z różnych organów (płuc, skóry, piersi). Inkubację hodowli komórkowej z różnymi stężeniami kropek kwantowych prowadzono przez 24 i 48h. Żywotność hodowli określano z wykorzystaniem testu MTT oraz przeprowadzając barwienie kalceiną AM i jodkiem propidyny. W oparciu o przeprowadzone badania udało się znaleźć zależności pomiędzy parametrami fizykochemicznymi a aktywnością biologiczną badanych kropek.

*Praca została wykonana w ramach projektu SONATA finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki UMO-2013/09/D/ST5/03832.*

## **Biokompatybilne nośniki leków zbudowane z nanocząstek złota modyfikowanych glutationem i jego pochodnymi**

Michał Wójcik, Katarzyna Sobczak, Katarzyna Zabielska, Józef Mieczkowski  
*Wydział Chemii, Uniwersytet Warszawski*  
mwojcik@chem.uw.edu.pl

Opracowanie nowych dróg syntezy nanomateriałów organiczno-nieorganicznych pozwoliło na ich szerokie wykorzystanie w fotonice, katalizie i medycynie. W przypadku tej ostatniej, obszary zastosowania także są bardzo rozległe i dotyczą aspektów związanych zarówno z diagnostyką, jak i terapią. Wykorzystanie nanocząstek metali szlachetnych, w szczególności złota, jest związane z ich dużą stabilnością chemiczną, łatwością, z jaką dają się modyfikować, jak również relatywnie niską toksycznością.

Słowo „relatywnie” odnosi się głównie do monowarstw, które pokrywają powierzchnie nanocząstek w celu ich stabilizacji, ponieważ to one decydują w dużej mierze zarówno o toksyczności nanocząstek, jak i ich powinowactwie. W naszych pracach syntetyzujemy i badamy małe (2-4 nm) nanocząstki złota modyfikowane glutationem, trójpeptydem występującym w każdym organizmie zwierzęcym. Dzięki tej monowarstwie otrzymane układy są nietoksyczne i biokompatybilne oraz umożliwiają transport molekuł leków, same nie powodując powstawania skutków ubocznych.

W trakcie wystąpienia omówione zostaną dotychczasowe wyniki z zakresu syntezy nanocząstek złota modyfikowanych glutationem oraz jego pochodnymi, w tym z kwasem foliowym i doksorubicyną.

Zostanie omówiona także synteza niekowalencyjnego układu do dostarczania leków, zbudowanego z doksorubicyny i glutationowych nanocząstek złota. W ostatniej części wystąpienia omówione zostaną wyniki badań nad cytotoxycznością otrzymanych układów, zarówno *in vitro*, jak i *in vivo* (zarodki kurze, myszy).

W przypadku połączeń niekowalencyjnych, otrzymany układ do transportu leków wykazał się wysoką skutecznością w stosunku do czystej doksorubicyny.

## **Powłoki biomedyczne na bazie ditlenku tytanu dla potrzeb nowoczesnej implantologii**

Aleksandra Radtke<sup>a,b</sup>, Piotr Piszczek<sup>a,b</sup>, Adrian Topolski<sup>a</sup>, Żaneta Lewandowska<sup>a</sup>,  
Beata Sadowska<sup>c</sup>, Tomasz Jędrzejewski<sup>d</sup>, Wiesław Kozak<sup>d</sup>

<sup>a</sup> *Katedra Chemii Nieorganicznej i Koordynacyjnej, Wydział Chemii, Uniwersytet Mikołaja  
Kopernika, ul. Gagarina 7, 87-100 Toruń*

<sup>b</sup> *Nano-implant Sp. z o.o., ul. Gagarina 5/102, 87-100 Toruń*

<sup>c</sup> *Katedra Immunologii i Biologii Infekcyjnej, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska,  
Uniwersytet Łódzki, ul. Banacha 12/16, 90-237 Łódź*

<sup>d</sup> *Zakład Immunologii, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Mikołaja  
Kopernika, ul. Lwowska 1, 87-100 Toruń*  
aradtke@umk.pl

W ostatnich latach zauważyć można dynamiczny rozwój implantologii i to zarówno stomatologicznej, jak również tej, która dedykowana jest chirurgii szczękowo-twarzowej i ortopedii. Rozwojowi temu towarzyszy jednak pojawienie się problemów związanych z występowaniem stanów zapalnych po procesie implantacji oraz stosunkowo dużej liczby odrzutów. Aby problemy te rozwiązać konieczna staje się mechaniczna, fizyczna lub chemiczna modyfikacja powierzchni dotychczas stosowanych implantów tytanowych lub ze stopu tytanowego. Badania prowadzone przez nas miały na celu opracowanie, pod względem struktury i morfologii, warstwy powierzchniowej implantu, tak aby sprzyjała ona procesowi osteointegracji (łączenia się z kością biorcy), a jednocześnie, aby wykazywała właściwości przeciwdrobnoustrojowe. Nasze dotychczasowe wyniki pokazują, że ditlenek tytanu w postaci zróżnicowanej nanoarchitektury (nanorurek, nanowłókien, nanoprętów), wzbogacony o nanocząstki srebra, może odgrywać rolę warstwy powierzchniowej nowej generacji implantów.

## **Relacje pomiędzy czynnikami wpływającymi na aktywność fotokatalityczną nanorurek i nanoprętów ditlenku tytanu**

Adrian Topolski, Aleksandra Radtke, Piotr Piszczek  
*Wydział Chemii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika*  
*ul. Gagarina 7, 87-100 Toruń*  
topolski@umk.pl

Aktywność fotokatalityczna nanorurek (TNT) i nanoprętów (TNF) ditlenku tytanu określona została na podstawie szybkości fotodegradacji błękitu metylenowego (MB) i acetonu (A). Obie te substancje reprezentują zanieczyszczenia organiczne wody: pierwsza z nich (MB) - zanieczyszczenia rozpuszczalne w wodzie, a druga (A) - zanieczyszczenia lotne. Przy charakteryzowaniu wytworzonych nanopowłok wykorzystano takie metody analityczne, jak DRIFT, Raman, SEM, HRTEM, GIXRD i XPS. Wyznaczono również powierzchnię aktywną (BET) otrzymanych TNT i TNF. Przeprowadzone pomiary kinetyczne umożliwiły oszacowanie obserwowanych stałych szybkości (kob,) obu procesów fotodegradacji. Uzyskane wyniki pokazują, że aktywność fotokatalityczna powłok TNT i TNF zależy od wzajemnych relacji pomiędzy takimi ich cechami, jak morfologia, powierzchnia aktywna, struktura, czy kwasowość. Nie bez znaczenia są też właściwości chemiczne substancji degradowanych. Nanopręty umożliwiają szybszą degradację obu związków organicznych (MB i A) niż nanorurki. Badania pokazują, że skuteczna fotodegradacja na powłokach TNT i/lub TNF różnych grup związków organicznych może wiązać się z przygotowaniem odpowiednio dedykowanych nanopowłok.

## Nanocząstki srebra alternatywą dla konwencjonalnych antybiotyków

Dorota Mehrholz<sup>a</sup>, Maciej Jaśkiewicz<sup>b</sup>, Ewelina Zielińska<sup>c</sup>, Iwona Inkielewicz Sępniać<sup>c</sup>,  
Wojciech Kamysz<sup>b</sup>, Roman Nowicki<sup>a</sup>, Wioletta Barańska Rybak<sup>a</sup>

<sup>a</sup> *Klinika Dermatologii, Wenerologii i Alergologii Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego,*

<sup>b</sup> *Katedra i Zakład Chemii Nieorganicznej Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego,*

<sup>c</sup> *Katedra i Zakład Chemii Medycznej Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego*

mehrholtz@gumed.edu.pl

Jednym z problemów współczesnej medycyny jest rosnące zjawisko wielolekooporności bakterii. Zostało ono uznane przez Światową Organizację Zdrowia za jedno z największych zagrożeń dla zdrowia publicznego.

Zmniejszająca się rokrocznie liczba nowych antybiotyków wprowadzanych na rynek zmusza do poszukiwania nowych metod zwalczania mikroorganizmów. Innowacyjną metodą walki z bakteriami chorobotwórczymi jest zastosowanie nanocząstek metali (NPs).

Dokonano analizy działania bakteriostatycznego AgNPs na szczepach gronkowca. Badano najniższe stężenie hamujące wzrost bakterii (MIC) metodą mikroozcieńczeń zgodnie z zaleceniami CLSI na formach plantonowych bakterii. Przebadano 10 szczepów klinicznych pochodzących od pacjentów Kliniki Dermatologii GUMed oraz 4 szczepy referencyjne z Polskiej Kolekcji Mikroorganizmów. Aktywność przeciwdrobnoustrojowa zbadana została dla: 2 nm AgNPs, 15 nm AgNPs, 10 nm AgNPs powlekanych kwasem liponowym, 10 nm AgNPs powlekanych glikolem polietylenowym oraz 10 nm AgNPs powlekanych kwasem taninowym. Ponadto zbadano MIC dla konwencjonalnych antybiotyków.

Badanie przeprowadzono na biofilmie. Przy użyciu wskaźnika żywotności komórek – resazuryny określano najniższe stężenie eradykujące biofilm.

Wyniki przeprowadzonych analiz wykazały wysoką aktywność przeciwdrobnoustrojową nanocząstek srebra porównywalną z wartościami MIC dla konwencjonalnych antybiotyków. Niektóre związki wykazywały również bardzo dobrą zdolność do eradykacji biofilmu niezależnie od jego stopnia dojrzałości.

Wysoka aktywność przeciwbakteryjna nanocząstek srebra czyni je potencjalną alternatywą dla konwencjonalnych antybiotyków.

## **Biosynteza nanocząstek srebra przez promieniowce kwaśnych gleb leśnych, ich charakterystyka, bakteriobójczość i cytotoksyczność**

Marek Składanowski, Patrycja Golińska, Anna Cieplińska, Hanna Dahm  
*Zakład Mikrobiologii, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska,  
Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu*  
msklad@doktorant.umk.pl

Wyzwaniem współczesnej mikrobiologii jest walka z narastającą antybiotykoopornością bakterii i poszukiwanie nowych czynników do zwalczania patogennych mikroorganizmów, które będą działały w minimalnych stężeniach i nie będą toksyczne dla komórek eukariotycznych. W poszukiwaniu nowych rozwiązań w walce z mikroorganizmami patogennymi i szkodliwymi pomocna okazała się nanotechnologia, która uważana jest za kluczową technologię XXI wieku.

Głównym celem badań było pozyskanie bionanocząstek srebra z hodowli promieniowców oraz zbadanie ich właściwości antybakteryjnych i cytotoksycznych.

W badaniach wykorzystano nanocząstki srebra wytwarzane przez szczep promieniowca rodzaju *Streptomyces* sp. Wykonano charakterystykę fizyko-chemiczną otrzymanych nanostruktur oraz zbadano ich aktywność antybakteryjną wobec bakterii chorobotwórczych dla człowieka, zarówno Gram-dodatnich, jak i Gram-ujemnych. W celu określenia cytotoksyczności przeprowadzono test redukcji MTT, wykorzystując linie komórkowe mysich fibroblastów L929 oraz test immunokompatybilności (indukcja czynnika NF- $\kappa$ B), wykorzystując komórki THP1xBlue.

Zaobserwowano wysoką aktywność antybakteryjną uzyskanych nanocząstek srebra względem zbadanych bakterii. Zbadane bionanocząstki srebra nie wykazywały efektu cytotoksycznego w stężeniu poniżej 25  $\mu$ g/mL.

## **Preparatyka nanomateriałów wykorzystywanych w detekcji związków kompleksowych**

Martyna Nowak, Renata Jastrzęb  
*Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Chemii*  
*ul. Umultowska 89b 61-614 Poznań*  
martynan@amu.edu.pl

Podczas prezentacji zostaną przedstawione metody preparatyki oraz charakterystyka różnego rodzaju nanomateriałów wykorzystywanych do detekcji związków kompleksowych. Srebro w postaci nanocząstek posiada unikalne właściwości fizykochemiczne szeroko wykorzystywane w przemyśle farmaceutycznym, kosmetycznym oraz elektronicznym. Znanych jest wiele metod preparatyki nanocząstek, dzięki którym można uzyskać różne formy nanosrebra. Najbardziej znane postacie nanomolekuł to koloidy, aerozole, a także zredukowane formy srebra naniesione na powierzchnie innego metalu, na przykład miedzi oraz litograficznie wytrawione powierzchnie metali. Powierzchniowo Wzmocniona Spektroskopia Ramana (SERS) jest obecnie jednym z najbardziej obiecujących obszarów badań naukowych ze względu na zdolność do czułego i selektywnego wykrywania cząstek zaadsorbowanych na powierzchni nanostruktur metalicznych. Jest to szczególnie istotne w badaniach związków chemicznych, które występują w bardzo niskich stężeniach i niemożliwa jest ich identyfikacja za pomocą innych metod spektroskopowych.

## **Biodegradowalne mikrosfery PLGA modyfikowane nanocząstkami złota - otrzymywanie i charakterystyka nośników leków**

Paulina Głowala, Maciej Mazur  
*Wydział Chemii, Uniwersytet Warszawski,  
ul. Pasteura 1, 02-093 Warszawa  
pglowala@clienhim.euclu.pl*

Od wielu lat prowadzone są na całym świecie intensywne badania nad nośnikami leków, które ułatwią dostarczanie medykamentów do miejsc docelowych w organizmie. Pozwoli to na wykorzystanie w pełni efektów terapeutycznych leków bez potrzeby zwiększania ich dawki.

Zaproponowana procedura otrzymywania nośników - mikrosfer składa się z dwóch etapów. Na początku mikrosfery z biodegradowalnego polimeru PLGA (kopolimer kwasu mlekowego i glikolowego) modyfikowane są nanocząstkami złota (poprzez redukcję kwasu tetrachlorozłotowego). Następnie otrzymane struktury pokrywane są poli(tlenkiem etylenu) (PEG). Częsteczką PEG zakończona jest z jednej strony grupą tiolową, dzięki czemu przyłącza się do nanocząstek złota obecnych na powierzchni mikrosfer PLGA. Z drugiej strony cząsteczka PEG ma dołączoną grupę kwasu foliowego, co ma na celu ułatwić wnikanie struktur do komórek. Komórki nowotworowe wykazują nadekspresję receptorów kwasu foliowego, dlatego też nośniki zawierające w swojej budowie kwas foliowy mają potencjał w zastosowaniu ich w ukierunkowanym dostarczaniu leków.

Biodegradowalne nośniki scharakteryzowane zostały przy pomocy szeregu technik fizykochemicznych m.in. transmisyjnej mikroskopii elektronowej, spektroskopii fotoelektronów, analizy termogravimetrycznej. Do napełnienia nośników użyto lek przeciwnowotworowy - doksorubicynę. Przeprowadzone zostały badania *in vitro* aktywności cytotoksycznej nośników oraz nośników z lekiem w stosunku do ludzkich komórek raka piersi, MCF-7.



## **Chemisorpcja pochodnych ditiokarbaminianów - nowe możliwości funkcjonalizacji**

Marcin Drozd, Mariusz Pietrzak, Elżbieta Malinowska  
*Zakład Mikrobioanalitiky, Wydział Chemiczny Politechniki Warszawskiej*  
mdrozd@ch.pw.edu.pl

Nanostruktury cieszą się niesłabnącym zainteresowaniem dzięki unikalnym właściwościom wynikającym z ich nanometrycznych rozmiarów. Kropki kwantowe (QDs) wykazują cenne właściwości optyczne, takie jak: szerokie zakresy absorpcji, wąskie widma emisji i wysoka wydajność kwantowa luminescencji. Jednym z zastosowań QDs może być wykorzystanie jako znaczników w biosensorach czy w obrazowaniu komórek. Wymaga to jednak uprzedniej hydrofilizacji powierzchni QDs poprzez wymianę otoczki. Najczęściej stosowane w tym celu są pochodne tiolowe. Strategia ta ma jednak szereg ograniczeń, takich jak labilność ligandów na powierzchni czy ich podatność na fotochemiczne utlenianie i desorpcję.

Ciekawą alternatywą wobec tioli okazuje się chemisorpcja ditiokarbaminianów (DTC). Są to związki uzyskane w wyniku kondensacji pochodnych amin z disiarczkiem węgla. Ugrupowanie DTC nadaje cząsteczce zdolność do samoorganizacji na powierzchni kropki kwantowej podczas procesu wymiany ligandów. Możliwość dowiązania różnych cząsteczek, w tym pochodzenia biologicznego, powoduje, iż strategia ta cieszy się rosnącym zainteresowaniem.

W ramach prezentacji przedstawione zostaną badania kinetyki syntezy oraz trwałości modelowych DTC uzyskanych na bazie amin pierwszo- i drugorzędowych. Wybrane ligandy o charakterze biomimetycznym (tiolowane i DTC-analogi glukozy) wykorzystano do modyfikacji powierzchni kropek kwantowych CdSe/ZnS. Uzyskane QDs scharakteryzowano pod kątem właściwości fizykochemicznych. Pochodne DTC mogą być również stosowane do modyfikacji innych typów powierzchni, np. nanocząstek metalicznych.

*Badania zostały sfinansowane ze środków Narodowego Centrum Nauki w ramach projektu PRELUDIUM nr: 2014/15/N/ST5/02015.*

## **Funkcjonalizacja powierzchni złota poprzez adsorpcję wołowej $\beta$ -laktoglobuliny**

Sylwia Świątek, Barbara Jachimska  
*Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera PAN,  
ul. Niezapominajek 8, 30-239 Kraków, Polska  
sylwia.anna.swiatek@gmail.com*

Wołowa  $\beta$ -laktoglobulina (LGB) jest małym, globularnym białkiem, należącym do rodziny lipokalin, które wiąże hydrofobowe związki, takie jak retinol, witamina D<sub>3</sub> czy kwasy tłuszczowe. Ze względu na istotne zmiany w trzecio- i czwartorzędowej strukturze LGB oraz tendencję do tworzenia oligomerów i agregatów, białko to służy jako model w badaniu zjawisk związanych z procesami fałdowania i tworzenia się amyloidów. Poszerzenie wiedzy związanej z formowaniem przez białka włókien amyloidowych jest szczególnie ważne ze względu na ich rolę w poważnych schorzeniach: chorobie Alzheimera, chorobie Parkinsona czy cukrzycy typu II.

Funkcjonalizację powierzchni złota poprzez adsorpcję LGB badano przy użyciu mikrowagi kwarcowej z monitorowaną dyssypacją energii (QCM-D). W pobliżu punktu izoelektrycznego pH 4.5 uzyskano maksymalne wartości zaadsorbowanej masy LGB. Efektywność adsorpcji LGB wzrasta wraz ze wzrostem siły jonowej roztworu. Niezależnie od siły jonowej roztworu w pH poniżej 4.5 zaadsorbowana masa LGB jest większa niż 200 ng/cm<sup>2</sup> (białko posiada dodatnią wartość potencjału zeta), natomiast powyżej pH 4.5 zaadsorbowana masa białka jest mniejsza niż 200 ng/cm<sup>2</sup> (białko posiada ujemną wartość potencjału zeta). Wszystkie badane warstwy LGB cechowały się niską wartością energii dyssypacji ( $D < 1 \cdot 10^{-6}$ ), co wskazuje na ich małą elastyczność. Uzyskane wyniki potwierdziły dominującą rolę oddziaływań elektrostatycznych w procesie adsorpcji LGB na powierzchni złota. Ponadto, analiza procesu adsorpcji z zastosowaniem metody QCM-D okazała się bardzo przydatnym narzędziem do określenia stopnia hydratacji warstw białkowych.

*Podziękowania: Badania zostały sfinansowane przez Narodowe Centrum Nauki w ramach grantu OPUS4 2012/07/B/ST5/00767.*

## **Filmy chitozanowe modyfikowane glinokrzemianami: otrzymywanie i właściwości**

Ewelina Chrzanowska, Magdalena Gierszewska, Ewa Olewnik-Kruszkowska  
*Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu,  
Katedra Chemii Fizycznej i Fizykochemii Polimerów,  
ul. Gagarina 7, 87-100 Toruń  
ewelinachrzanowska@gmail.com*

Nanokompozyty polimerowe to materiały posiadające właściwości, których nie znajdziemy w tradycyjnych kompozytach czy czystych polimerach. To materiały analogiczne do kompozytów, z tą różnicą, że minimum jeden ze składników musi posiadać rozmiary nano - z reguły od 1 do kilkuset nanometrów. Fazę ciągłą stanowi polimer, natomiast fazę rozproszoną – nanonapełniacz (np. metal lub jego związki, kreda, grafit, fulereny, polimery, gazy, krzemiany warstwowe). Zmiany właściwości polimeru można uzyskać wprowadzając już niewielki, wahający się w granicach 1–5% wag. dodatek nanonapełniacza. Jak wskazują dotychczasowe doniesienia, wprowadzenie nanododatku pozwala na zmianę szeregu właściwości polimeru np. palności, właściwości mechanicznych.

W ostatnim czasie znaczną uwagę poświęca się badaniom filmów hydrożelowych wytwarzanych z naturalnych, biodegradowalnych i biokompatybilnych polimerów, takich jak chitozan (Ch). Do zalet stosowania chitozanu jako materiału filmotwórczego zaliczyć należy wysoką przenikalność wody i trwałość w różnego rodzaju rozpuszczalnikach. Sam chitozan cechuje jednak stosunkowo niewielka odporność mechaniczna zarówno w stanie suchym, jak i w stanie spęcznionym.

Celem niniejszych badań było otrzymanie i zbadanie wpływu dodatku nanonapełniacza na właściwości filmów chitozanowych. Jako nanonapełniacze zastosowano glinokrzemiany: niemodyfikowany oraz modyfikowany montmorylonit (Cloisite 15A, Cloisite 30B) w ilości 1-5% wag. Filmy formowano metodą rozpuszczania i odparowania rozpuszczalnika. Otrzymane nanokompozyty analizowano z wykorzystaniem metody FTIR, XRD oraz TG/DTA. Zbadano również wpływ rodzaju i zawartości nanonapełniacza na właściwości mechaniczne.

## Znaczenie modyfikacji polimetakrylanu metylu nanocząstkami tlenku cynku dla formowania biofilmu grzybiczego

Mariusz Cierech<sup>a</sup>, Adam Kolenda<sup>a</sup>, Anna M. Grudniak<sup>b</sup>, Jacek Wojnarowicz<sup>c</sup>,  
Bartosz Woźniak<sup>c</sup>, Marlena Gołas<sup>d</sup>, Ewa Swoboda-Kopec<sup>d</sup>, Witold Łojkowski<sup>c</sup>,  
Elżbieta Mierzwińska-Nastalska<sup>a</sup>

<sup>a</sup> *Katedra Protetyki Stomatologicznej, Warszawski Uniwersytet Medyczny*

<sup>b</sup> *Zakład Genetyki Bakterii, Instytut Mikrobiologii, Wydział Biologii,  
Uniwersytet Warszawski*

<sup>c</sup> *Instytut Wysokich Ciśnień, Polska Akademia Nauk, Warszawa*

<sup>d</sup> *Zakład Mikrobiologii Lekarskiej, Warszawski Uniwersytet Medyczny  
mariusz.cierech@wp.pl*

Polimetakrylan metylu (PMMA), z którego wykonywane są protezy stomatologiczne ma wiele zalet, natomiast jego podstawową wadą jest łatwość odkładania na jego powierzchni płytki protez i duże powinowactwo do mikroorganizmów. Jest to przyczyna powstawania stanów zapalnych pod płytą protezy nazywanych stomatopatiami protetycznymi. Obecnie próbuje się modyfikować skład chemiczny PMMA lub wytworzyć na jego powierzchni hydrofilną warstwę utrudniającą przyleganie drobnoustrojów.

Celem pracy było otrzymanie nanokompozytu PMMA z nanocząstkami tlenku cynku (ZnONPs) wykazującego antygrzybicze właściwości. Dodatkowo zbadano aktywność antygrzybiczą warstwy napyłonych nanocząsteczek ZnO na powierzchni PMMA.

Badaniu poddano nanokompozyty PMMA –ZnONPs o stężeniu wagowym 2,5%, 5% i 7,5% oraz PMMA z napyłonym solwotermalnym i hydrotermalnym typem tlenku cynku. Zostały przeprowadzone następujące badania nowopowstałych biomateriałów: wpływ na roztwór zawierający komórki *Candida albicans*, barwienie powstałego biofilmu grzybiczego, analiza XTT i całkowita wartość odłożonych mikroorganizmów.

Badania wykazały antygrzybicze właściwości zarówno nanokompozytów PMMA-ZnONPs jak i warstwy naniesionej na PMMA. Badania odkładania na powierzchni biofilmu grzybiczego wykazały, iż właściwości antygrzybicze rosną wraz ze zwiększającym się stężeniem ZnONPs. Badanie XTT w połączeniu z komplementarnym badaniem zmętnienia roztworów, może wskazywać na mechanizm działania nanocząsteczek poprzez wzrost stresu oksydacyjnego w komórkach grzybiczych.

Płyta protezy wykonana z wyżej wymienionych materiałów może odgrywać profilaktyczną rolę u pacjentów narażonych na infekcję grzybiczą. Na podstawie otrzymanych wyników został zaproponowany nowy protokół postępowania dla leczenia stomatopatii protetycznych powikłanych infekcją grzybiczą.

## **Nanożele modyfikowane oligonukleotydami jako nośniki leków przeciwnowotworowych**

Wioletta Liwińska, Zbigniew Stojek, Ewelina Zabost  
*Uniwersytet Warszawski, Wydział Chemii*  
wchmielowiec@chem.uw.edu.pl

Głównym celem w terapii przeciwnowotworowej są badania nad ograniczaniem toksyczności działania leczenia na komórki zdrowe, a także ukierunkowaniem skutecznego leczenia obejmującego tylko eliminację komórek przeciwnowotworowych.

Jedną z dróg poprawiającą efektywność leczenia jest zastosowanie nośnika dla leku. Szczególną uwagę zyskały systemy w skali nano. Wśród różnych typów nanonośników, nanożele są atrakcyjnymi obiektami do zastosowań jako kontrolowane nośniki akumulujące i dostarczające leki. Charakteryzują się one czułością na warunki środowiskowe oraz unikalną morfologią pozwalającą absorbować do 95% roztworów wodnych. Właściwości materiałów hydrożelowych można zmieniać przez modyfikacje różnymi grupami funkcyjnymi oraz biomolekułami. Modyfikacje materiałem genetycznym dają nowe możliwości kontroli wpływu warunków środowiskowych na aspekt kontrolowanego uwalniania leku poprzez kontrolę komplementarności, hybrydyzacji, denaturacji, zmiany konformacji.

W swoich badaniach zsyntezowałam nanożele na bazie termoczułego polimeru PNIPA, pH-czułego kwasu akrylowego oraz dwóch sekwencji oligonukleotydów, do których po procesie polimeryzacji została przyłączona trzecia komplementarna nić (hybrydyzacja trójsegmentowa). Pozwoliło to uzyskać nanosystemy o unikalnych właściwościach akumulacji leku doksorubicyny. Określono takie parametry fizykochemiczne nanożeli jak: ilość wprowadzonych oligonukleotydów, stopień hybrydyzacji, rozmiary, potencjały zeta, zdolność do kurczenia w temperaturze stosowanej w rutynowej hipertermii tkanek nowotworowych. Wyznaczono profile uwalniania leku, a także przeprowadzono badania *in vitro* na liniach komórkowych HeLa oraz Insulinoma.

## **Aktywność antymikrobiologiczna poliestrowych systemów leków o kontrolowanym czasie uwalniania**

Agnieszka Sebai, Agnieszka Gadomska-Gajadhur, Paweł Ruśkowski,  
Aleksandra Kruk, Ludwik Synoradzki

*Laboratorium Procesów Technologicznych, Wydział Chemiczny, Politechnika Warszawska  
aprzybysz@ch.pw.edu.pl*

Współczesne badania nad lekami, poza poszukiwaniem nowych substancji aktywnych farmaceutycznie (z ang. Active Pharmaceutical Ingredient, API), skupiają się nad sposobami ich efektywnego i bezpiecznego podawania. Wzrost zachorowalności na choroby przewlekłe spowodował konieczność opracowania systemów o kontrolowanym czasie uwalniania terapeutycznego, tzw. DDS (z ang. Drug Delivery Systems).

Istnieją różne rodzaje DDS. Wśród nich można wyróżnić nano- i mikrosfery polimerowe oraz proleki wielkocząsteczkowe. Sfery, w których matrycą są proleki biodegradowalnych polimerów zawierające dodatkowo rozproszoną substancję aktywną (sfery hybrydowe) są podwójnym systemem o kontrolowanym czasie uwalniania.

Jednym z biodegradowalnych poliestrów, które mogą tworzyć matrycę hybryd jest polilaktyd (PLA). Otrzymuje się go z naturalnych surowców odnawialnych, a produkty jego degradacji są nietoksyczne. Jest dopuszczony do zastosowań medycznych. Chlorofenezyna (3-(4-chlorofenoksy)propan-1,2-diol) jest lekiem bakterio- i grzybobójczym. Została dopuszczona do zastosowań w kosmetyce jako konserwant w stężeniu do 0,3% wag.

Metodą emulsyjną z odparowaniem rozpuszczalnika otrzymałam sfery hybrydowe zawierające chlorofenezynę rozproszoną w matrycy z proleku PLA-chlorofenezyna. Badane cząstki mogłyby mieć zastosowanie np. w leczeniu grzybicy skóry.

Przeprowadziłam badania *in vitro* mające na celu potwierdzenie aktywności antymikrobiologicznej otrzymanych hybryd w stosunku do czystej. Aktywność wobec wszystkich zbadanych grzybów strzępkowych została zachowana. Aktywność wobec bakterii i drożdży w kilku przypadkach zanikła.

## **Cytotoksyczność poliestrowych rusztowań przeznaczonych do hodowli chondrocytów**

Aleksandra Kruk, Agnieszka Gadomska-Gajadhur, Paweł Ruśkowski,  
Agnieszka Sebai, Ludwik Synoradzki

*Laboratorium Procesów Technologicznych, Wydział Chemiczny, Politechnika Warszawska*  
akruk@ch.pw.edu.pl

Rusztowania polimerowe są strukturami o charakterystycznej, trójwymiarowej budowie wewnętrznej, stworzonej przez sieć wzajemnie połączonych porów. Sieć ta tworzy warunki bardzo dobrze oddające środowisko panujące w tkance, ponieważ umożliwia komunikację międzykomórkową w trzech wymiarach. Wszystko to sprawia, że rusztowania są z powodzeniem stosowane jako podłoża do hodowli komórkowych, szczególnie w medycynie regeneracyjnej.

Istnieje wiele metod otrzymywania rusztowań. Jedną z nich jest technika inwersji faz. Polega ona na rozpuszczeniu polimeru w rozpuszczalniku organicznym, a następnie wylaniu roztworu na szklany podkład. Uformowane rusztowanie żeluje się w nierozpuszczalniku polimeru, co skutkuje jego wytrąceniem, a zarazem powstaniem produktu. Metoda ta spośród innych, charakteryzuje się prostotą wykonania oraz brakiem konieczności stosowania skomplikowanej aparatury.

Aby rusztowanie mogło być zastosowane w medycynie regeneracyjnej, musi charakteryzować się brakiem toksyczności wobec hodowanych komórek oraz innych elementów organizmu. W tym celu, przed aplikacją rusztowania, należy poddać je badaniu cytotoksyczności.

Przedstawiono doświadczalne wyniki otrzymywania rusztowań zbudowanych z poli-L-laktydu, poli-e-kaprolaktanu lub ich kopolimeru. Zbadano cytotoksyczny wpływ rusztowań na nowotworowe komórki linii Jurkat. Strukturę rusztowań badano, wykorzystując skaningową mikroskopię elektronową. W badaniach cytotoksyczności posłużono się cytometrią przepływową.

## **L-NIL w prewencji cytotoksycznego działania nanocząstek srebra na ludzkie komórki osteoblastów**

Ewelina Zielińska, Iwona Inkielewicz-Stępniaik  
*Katedra i Zakład Chemii Medycznej Gdański Uniwersytet Medyczny*  
ezielinska@gumed.edu.pl

Coraz większa liczba wykonywanych zabiegów protezoplastyki powoduje wzrost liczby powikłań. Do najcięższych należą infekcje okołoprotezowe. Pojawiające się zakażenia niweczą rezultaty wykonanych endoprotezoplastyk, powodując uszkodzenia kości i tkanek miękkich. Doskonałą powłokę antybakteryjną implantów ortopedycznych wydają się stanowić nanocząstki srebra (AgNPs), ze względu na szerokie spektrum aktywności przeciwdrobnoustrojowej. Jednakże, informacje wskazujące na cytotoksyczne działanie AgNPs uwalnianych z implantów oraz mało poznany mechanizm cytotoksycznego działania na komórki kości znacznie ogranicza ich wykorzystanie w praktyce klinicznej. AgNPs, podobnie jak inne NPS, mają zdolność do wytwarzania reaktywnych form tlenu (RFT) i azotu (RFA). Powstawanie RFA może być indukowane przez wszystkie trzy izoformy NOS (eNOS, nNOS, iNOS), jednak największy związek z chorobami i urazami kości wykazuje ekspresja iNOS. Zaburzenia metabolizmu tlenu azotu (NO) wywołane działaniem AgNPs mogą powodować stres nitrozacyjny, a co za tym idzie śmierć komórek.

Stąd, celem naszych badań było poznanie molekularnych mechanizmów uszkodzenia i śmierci komórek ludzkich osteoblastów (hFOB 1.19) indukowanych AgNPs, ze zwróceniem szczególnej uwagi na rolę tlenu azotu i indukowalnej syntazy tlenu azotu.

Analiza ultrastrukturalna (TEM) wykazała, że AgNPs przenikają przez błonę komórkową ludzkich osteoblastów i powodują uszkodzenia na poziomie ultrastrukturalnym. Stwierdzono również znaczący wzrost śmierci komórkowej osteoblastów na drodze apoptozy i nekrozy po ekspozycji na działanie AgNPs. Wyniki naszych badań jednoznacznie wskazują, że AgNPs indukują śmierć komórek osteoblastów poprzez wzrost ekspresji iNOS i generowanie NO. Preinkubacja komórek osteoblastów z L-NIL powoduje istotne statycznie obniżenie Bax na poziomie białka i mRNA, hamuje wzrost poziomu NO oraz chroni komórki przed apoptozą i nekrozą indukowaną przez AgNPs.

Wyniki naszych badań wskazują, że selektywne hamowanie iNOS może być nową strategią zwiększenia bezpieczeństwa stosowania implantów zawierających AgNPs.



## **Zaburzenie systemu antyoksydacyjnego i indukcja apoptozy w mysich komórkach hipokampa eksponowanych na działanie nanocząstek tlenku miedzi**

Szymon Kowalski, Karolina Niska, Iwona Inkielewicz-Stępniaik  
*Katedra i Zakład Chemii Medycznej, Gdański Uniwersytet Medycznej*  
szym.kowal@gumed.edu.pl

Nanocząstki tlenku miedzi (CuONPs) wzbudzają szczególne zainteresowanie z powodu unikalnych właściwości fizycznych oraz niskiego kosztu produkcji. Obecne są w ogniwach fotowoltaicznych, czujnikach gazu; wykazują działanie przeciwbakteryjne, przeciwwirusowe i przeciwnowotworowe. Z drugiej strony, dotychczasowe badania dowodzą, że CuONPs mają zdolność do przenikania bariery krew-mózg i wywierania działania toksycznego. Nadal jednak niewiele wiadomo na temat molekularnych mechanizmów ich cytotoksyczności. W związku z powyższym celem naszych badań było poznanie mechanizmów leżących u podstaw neurotoksyczności CuONPs na modelu *in vitro* mysich komórek hipokampa HT-22.

Do badań wykorzystaliśmy komercyjnie dostępne CuONPs o sferycznym kształcie (31nm). Komórki HT-22 inkubowano z CuONPs przez 6, 16 i 24 godziny w zakresie stężeń 1-80 µg/ml. Przeżywalność komórek oznaczono za pomocą testu MTT, apoptozę - cytometru przepływowego, natomiast poziom ekspresji pro- i antyapoptotycznego białka Bax i Bcl-2 - przy zastosowaniu techniki RT-PCR. Generowanie reaktywnych form tlenu (RFT) zmierzaliśmy wykorzystując cytometr przepływowy. Stężenie zredukowanego glutationu (GSH), aktywność: S-transferazy glutationowej (GST) oraz peroksydazy glutationowej (GPx) oznaczaliśmy za pomocą komercyjnie dostępnych kitów.

Wykazaliśmy, że ekspozycja na CuONPs powoduje obniżenie przeżywalności komórek HT-22 oraz indukcję apoptozy w sposób zależny od czasu ekspozycji i stężenia. Towarzyszy temu obniżenie poziomu GSH oraz aktywności GST i GPx przy jednoczesnym wzroście poziomu RFT. Nasze badania dowodzą, że CuONPs wywierają działania neurotoksyczne poprzez zaburzenie w układzie prooksydacyjno-antyoksydacyjnym komórki.

## **Proliferacja komórek na podłożach modyfikowanych chemicznie i mechanicznie**

Renata Szydłak

*Zakład Inżynierii Nowych Materiałów, Instytut Fizyki,  
Uniwersytet Jagielloński  
renata.szydłak@uj.edu.pl*

W nowoczesnej medycynie kluczowe znaczenie ma wczesna diagnostyka, dlatego intensywnie poszukuje się rozwiązań miniaturowych typu „lab-on-a-chip”, które pozwoliłyby wykryć chorobę na bardzo wczesnym etapie, rozpoznać rodzaj patologii oraz dobrać najlepszą terapię leczenia.

Celem badań było określenie wpływu właściwości fizycznych i chemicznych podłoży polimerowych na proliferację komórek pęcherza moczowego z nabłonka przejściowego linii HCV-29. Aby określić wpływ właściwości mechanicznych podłoża na zachowanie komórek przeprowadzono eksperymenty dla komórek pęcherza moczowego hodowanych na dwóch typach podłoża PDMS (poli(dimetylosiloksanu)) charakteryzujących się modulem sprężystości równym 0,76 MPa oraz 2,97 MPa oraz na podłożach PDMS o różnym module sprężystości modyfikowanego chemicznie cienką warstwą polistyrenu.

Badane podłoża polimerowe przygotowane zostały techniką spin - castingu. Elastyczność podłoży polimerowych wyznaczona została metodą spektroskopii sił atomowych AFM. Dodatkowo dla podłoży modyfikowanych chemicznie, oprócz właściwości mechanicznych analizowano także grubość warstwy wierzchniej (spektroskopia odbiciowa światła białego) oraz skład chemiczny (spektrometria mas jonów wtórnych TOF-SIMS). Proliferację komórek analizowano na podstawie obrazów fluorescencyjnych.

Otrzymane wyniki wskazują, że właściwości sprężyste podłoży wpływają w istotny sposób na proliferację komórek pęcherza moczowego z nabłonka przejściowego linii HCV-29 oraz jednoznacznie wskazują, że komórki preferują podłoża o większej elastyczności. Nie obserwuje się natomiast wpływu modyfikacji chemicznej podłoża PDMS warstwą polistyrenu na zachowanie komórek.

## Ocena cytotoksycznego działania mieszanin nanocząstek

Magdalena Matysiak<sup>a</sup>, Sylwia Męczyńska-Wielgosz<sup>b</sup>, Marcin Kruszewski<sup>a,b,c</sup>,  
Lucyna Kapka-Skrzypczak<sup>a,c</sup>

<sup>a</sup> *Zakład Biologii Molekularnej i Badań Translacyjnych, Instytut Medycyny Wsi im. Witolda Chodźki, Lublin, Polska*

<sup>b</sup> *Centrum Radiobiologii i Dozymetrii Biologicznej, Instytut Chemii i Techniki Jądrowej, Warszawa, Polska*

<sup>c</sup> *Katedra Biologii Molekularnej i Badań Translacyjnych, Wydział Medyczny, Wyższa Szkoła Informatyki i Zarządzania, Rzeszów, Polska*  
matysiak.magdalena@imw.lublin.pl

Rozwój nanotechnologii skutkuje uwalnianiem nanocząstek (NPs) do środowiska, a wyniki badań toksykologicznych wskazują, iż NPs działają toksycznie na komórki ssacze. Niewiele wiadomo o jednoczesnym działaniu różnych NPs.

Celem badań była ocena cytotoksyczności mieszanin nanocząstek srebra (AgNPs) z nanocząstkami tlenku krzemu (SiO<sub>2</sub>NPs), tlenku tytanu (TiO<sub>2</sub>NPs) i kropkami kwantowymi (CdTeQD) względem komórek A549 i HepG2. Stężenia NPs w mieszaninach wyznaczone w badaniach toksyczności pojedynczych NPs były w przybliżeniu równe wartościom IC<sub>90</sub> i IC<sub>50</sub>. Do oceny cytotoksyczności zastosowano test kolorymetryczny z czerwienią obojętną. Otrzymane wyniki wskazują, że w porównaniu do komórek traktowanych pojedynczymi NPs mieszaniny AgNPs/SiO<sub>2</sub>NPs i AgNPs/TiO<sub>2</sub>NPs nie powodują spadku przeżywalności komórek A549 i HepG2 w żadnym z badanych stężeń i czasów inkubacji. Z kolei traktowanie komórek HepG2 mieszaniną 50 µg/ml AgNPs i 3 µg/ml CdTeQD spowodowało znaczący spadek przeżywalności (65%) po 48h, choć efekt ten nie przekroczył sumarycznego wyniku traktowania komórek pojedynczymi AgNPs (40%) i CdTeQD (50%). Synergistyczny efekt działania NPs wystąpił zaś dla komórek A549 traktowanych mieszaniną 50 µg/ml AgNPs i 50 µg/ml CdTeQD. Po 48h przeżywalność komórek spadła o 55% w stosunku do kontroli, co znacząco przewyższyło efekt pojedynczych NPs (10% AgNPs i 11% CdTeQD). Otrzymane wyniki wskazują, iż istnieje prawdopodobieństwo wzrostu toksyczności mieszanin w stosunku do narażenia na pojedyncze NPs. Rezultaty te powinny pomóc w lepszym zrozumieniu mechanizmów warunkujących odpowiedź komórek ssaków na nanomateriały.

## **Nanobiomateriały w dermatologii, dermatologii estetycznej i chirurgii plastycznej. Analiza naukowych i ekonomicznych kierunków rozwoju**

Katarzyna Pietkun<sup>a</sup>, Maciej Zegarski<sup>b</sup>, Maciej Nowacki<sup>c</sup>, Barbara Zegarska<sup>a</sup>

<sup>a</sup> *Katedra Kosmetologii i Dermatologii Estetycznej, CM UMK w Bydgoszczy*

<sup>b</sup> *Poradnia Dermatologii Ogólnej i Estetycznej – Dermatoestetica w Bydgoszczy*

<sup>c</sup> *Katedra Chirurgii Onkologicznej, CM UMK w Bydgoszczy*

pietkasia@wp.pl

Nanotechnologia ma coraz większy wpływ na rozwój różnorodnych dziedzin medycyny. Odzwierciedleniem tej sytuacji jest fakt prowadzenia coraz większej liczby projektów zarówno na poziomie badań nauk podstawowych, przedklinicznych, jak i klinicznych. Obecnie zauważa się znaczący wzrost zainteresowania tego typu badaniami w zakresie dermatologii, dermatologii estetycznej i chirurgii plastycznej. Prowadzonych jest wiele innowacyjnych i nowatorskich projektów mających z reguły udoskonalić procedury zabiegowe lub wpłynąć na ich większą efektywność i poprawę rezultatów.

Celem pracy była szczegółowa analiza naukowych i ekonomicznych aspektów związanych z najnowszymi pomysłami badawczymi, udoskonaleniami a także pracami rozwojowo-wdrożeniowymi dotyczącymi zastosowania nanobiomateriałów różnego typu w dermatologii estetycznej i chirurgii plastycznej. W analizie zastosowano dobór materiałów opublikowanych w ostatniej dekadzie odnoszących się do koncepcji naukowych, wyników projektów badawczych, a także danych wskazujących na główne aspekty problemowe i szczegółowe potrzeby. Analizę oparto o selektywny wybór publikacji i doniesień naukowych dostępnych poprzez bazy bibliograficzne tj. Pubmed, ProQuest oraz raporty Cochrane. Analizę dodatkowo oparto na materiałach badań własnych oraz o ogólnodostępne analizy kliniczne, oraz aktualne wytyczne i rekomendacje. Należy wskazać, iż dermatologia estetyczna i chirurgia plastyczna należą obecnie do jednych z prężniej rozwijających się działów medycyny, co wiąże się także ze znaczącą potrzebą tworzenia nowych narzędzi pozwalających wyeliminować główne problemy dotyczące stosowania poszczególnych procedur. Nanobiomateriały stanowią coraz częściej wykorzystywane narzędzie lub bezpośredni element oddziałujący celowo na prewencję powikłań lub zwiększenie efektywności postępowania terapeutycznego.

**SESJA PLAKATOWA**  
**CZWARTEK 2.06**  
**(wg przypisanych numerów)**

## Wpływ promieniowania jonizującego na nanostrukturalną polianilinę

S. Golczak<sup>a</sup>, R. Pietrzyk<sup>b</sup>, E. Krystkowiak<sup>c</sup>, J. J. Langer<sup>a</sup>

<sup>a</sup> *Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Chemii, Pracownia Fizykochemii Materiałów i Nanotechnologii,  
ul. Umultowska 89b, 61-614 Poznań*

<sup>b</sup> *Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Fizyki, Pracownia Fizyczna,  
ul. Umultowska 85, 61-614 Poznań*

<sup>c</sup> *Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Chemii,  
Zakład Fotochemii i Spektroskopii,  
ul. Umultowska 89b, 61-614 Poznań  
golczak@amu.edu.pl*

Polimery elektroprowadzące cieszą się w ostatnich latach dużym zainteresowaniem ze względu na ich wysokie przewodnictwo elektryczne, niekiedy porównywalne z metalami. Ich przewodnictwo elektryczne ma typowo elektronowy charakter, a elektrony poruszają się wzdłuż łańcucha polimerowego dzięki obecności sprzężonego układu wiązań podwójnych. Szczególnie interesującym polimerem należącym do tej grupy jest polianilina (PANI), której przewodnictwo elektryczne może być modyfikowane w szerokim zakresie dzięki zmianom stopnia utlenienia łańcucha głównego (możliwość występowania ugrupowań benzoidowych i chinoidowych) oraz stopnia protonowania atomów azotu.

Materiał ten ma na tyle interesujące właściwości chemiczne i fizyczne, że znalazł bardzo zróżnicowane zastosowanie, np.: diody świecące, w tym unikatowa SRS LED [1], opakowania antystatyczne, powłoki antykorozyjne czy różnorodne czujniki i sensory [2]. Pomimo wielu badań, nie został jeszcze wyjaśniony wpływ promieniowania jonizującego na ten polimer (PANI). Doniesienia literaturowe są sprzeczne. Jedne sugerują wzrost, drugie spadek przewodnictwa powierzchniowego przewodzących polimerów po wystawieniu na działanie promieniowania jonizującego [3].

Niniejszy komunikat przedstawia wyniki naszych badań nad wpływem promieniowania beta (<sup>90</sup>Sr) i gamma (<sup>60</sup>Co) na polianilinę, ze szczególnym uwzględnieniem zmian przewodnictwa elektrycznego. Podjęcie badań było związane z zamiarem zastosowania polianiliny do konstrukcji czujnika promieniowania jonizującego. Uzyskane rezultaty skierowały naszą uwagę na jej wyjątkową odporność i wynikające stąd potencjalne możliwości wykorzystania w innych zastosowaniach.

### Literatura:

- [1] J.J. Langer, B. Miładowski, S. Golczak, K. Langer, P. Stefaniak, A. Adamczak, M. Andrzejewska., L. Sójka, M. Kalisz, *Journal of Materials Chemistry* 20 (2010), 3859-3862. "Non-linear optical effects (SRS) in nanostructured polyaniline LED".
- [2] L. Zabrocka, K. Langer, A. Michalski, J. Kocik and J. J. Langer, *Lab Chip*, 15 (2015), 274-282. „A microfluidic device for real-time monitoring of *Bacillus subtilis* bacterial spores during germination based on non-specific physicochemical interactions on the nanoscale.
- [3] M. C. Kane. E. A. Clark, R. J. Lascola, SRNL-STI-2009-0076I Rev. O , "Effects of Tritium Gas Exposure on Electrically Conducting Polymers".

## **Katalityczne wykorzystanie biosyntezowanych nanocząstek ditlenku cyrkonu - badania wstępne**

J. Kisala<sup>a</sup>, A. Masłowska<sup>a</sup>, M. Mołoń<sup>b</sup>, K. Skotnicki, D. Pogocki<sup>a</sup>

<sup>a</sup> *Katedra Chemii i Toksykologii Żywności, Wydział Biologiczno-Rolniczy, Uniwersytet Rzeszowski*

<sup>b</sup> *Katedra Biochemii i Biologii Komórki, Wydział Biologiczno-Rolniczy, Uniwersytet Rzeszowski*

[jkisala@ur.edu.pl](mailto:jkisala@ur.edu.pl)

Tlenek cyrkonu(IV) jest charakteryzowany jako jedyny tlenek metalu posiadający w jednoznaczny sposób cztery właściwości chemiczne na powierzchni ziarna:

- kwasowo-zasadowe
- oksydacyjno-redukcyjne.

Z tego powodu posiada unikalne cechy katalityczne.

Charakter zjawisk zachodzących na powierzchni ciał stałych silnie zależy od wielkości drobin oraz ich powierzchni właściwej. Szczególnie jest to widoczne dla procesów przebiegających pod wpływem promieniowania elektromagnetycznego. Ditlenek cyrkonu w skali makroskopowej jest izolatorem, wraz ze zmniejszającymi się wymiarami jego drobin zyskuje cechy półprzewodnika. Właściwości te pozwalają na wykorzystanie go jako fotokatalizatora np. w procesach pogłębionego utleniania lub reakcji rozkładu wody na tlen i wodór w ogniach paliwowych.

Autorzy testowali otrzymany na drodze biosyntezy tlenek cyrkonu(IV) jako katalizator procesów utleniania (utlenianie fenolu w środowisku wodnym) oraz jako katalizator radiolitycznego rozkładu wody.

## Właściwości spektralne i fotofizyczne rozeoflawiny. Ujęcie eksperymentalne i teoretyczne

Anna Golczak, Małgorzata Insińska-Rak, Jacek Koput, Marek Sikorski  
*Wydział Chemii, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza*  
kancan@amu.edu.pl

Zainteresowanie związkami z grupy flawin wynika m.in. z roli, jaką odgrywają w funkcjonowaniu organizmów żywych. Najprostszą flawiną jest ryboflawina (witamina B2). Jest ona prekursorem nukleotydowych pochodnych – FMN oraz FAD. Działa jako endogenny sensybilizator tlenu singletowego, może być zatem wykorzystywana w inaktywacji wirusów i bakterii w preparatach krwiopochodnych [1]. Informacje dotyczące wpływu środowiska na fotofizykę i fotochemię flawin pozostają przedmiotem intensywnych badań – to zagadnienie jest bowiem kluczowe w zrozumieniu funkcjonowania tych związków w układach biologicznych.

Przedmiotem naszych badań jest rozeoflawina – pochodna ryboflawiny mająca w położeniu 8 grupę dimetyloaminową. Rozeoflawina została wyizolowana jako pigment ze szczepu *Streptomyces* [2]. Wykazuje działanie hamujące na rozwój bakterii Gram-dodatnich. Przeniesienie ładunku z grupy dimetyloaminowej na pierścień pterynowy powoduje utratę właściwości utleniających. Rozeoflawina może zatem stanowić model do badania mechanizmów katalizy enzymatycznej [3, 4]. W komunikacie przedstawiono opis wybranych właściwości spektroskopowych i fotofizycznych rozeoflawiny. Do opisu struktur elektronowych zostały wykorzystane zarówno metody eksperymentalne (spektroskopia stacjonarna i czasowo-rozdzielcza w zakresie UV/Vis) jak i teoretyczne (obliczenia TD-DFT).

*Badania finansowane przez NCN, 2012/05/B/ST4/01207.*

### Literatura:

- [1] Corbin F., *Int. J. Hematol.*, 76 (2002) 253.
- [2] Otani S., Takatsu M., Nakano M., Kasai V, Miura R., *J. Antibiot.* 27 (1974) 86.
- [3] Walsh C., Fisher J., Spencer R., *Biochemistry* 17 (1978) 1942.
- [4] Miura R., Matsui K., Hirotsu K., Shimada A., Takatsu M., Otani S., *J. Chem. Soc., Chem. Commun.* (1973) 703.



## **Wpływ hydrofilowego komonomeru na właściwości fizykochemiczne termowrażliwych pochodnych NIPA jako nowych nośników leków**

Monika Gasztych, Krystyna Komsa, Agnieszka Gola, Witold Musiał  
*Katedra i Zakład Chemii Fizycznej, Wydział Farmaceutyczny z Oddziałem Analityki  
Medycznej, Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu  
monika.gasztych@umed.wroc.pl*

Uwaga naukowców coraz częściej zwrócona jest w stronę nanosfer i mikrosfer, obserwuje się postęp w badaniach i rozwoju technologii otrzymywania tych produktów i wykorzystywania jako nośników substancji leczniczych. Zainteresowanie budzą liczne innowacyjne polimery, które znalazły zastosowanie w branży farmaceutycznej. Makrocząsteczki reagujące na niewielkie zmiany środowiska zewnętrznego często nazywane są „inteligentnymi polimerami”. Istnieje wiele czynników, które modyfikują właściwości polimerów. W niniejszej pracy zastosowano termowrażliwy polimer N-izopropyloukrylamidu (NIPA). Na bazie NIPA zsyntetyzowano 6 różnych pochodnych. Polimer NIPA jest przedstawicielem substancji wrażliwych na temperaturę, a jego temperatura przemiany fazowej (VPTT) wynosi około 32°C-34°C, jest więc ona bliska temperaturze fizjologicznej ciała ludzkiego.

Celem pracy badawczej było zsyntetyzowanie 6 różnych związków na bazie NIPA, z wbudowanymi segmentami hydrofilowymi. W jednej grupie wykorzystano inicjator anionowy, w drugiej natomiast inicjator kationowy. Do syntezy polimerów użyto monomer hydrofilowy, który pozwala utrzymać ciągłą sekwencję akryloamidu przy utrzymywaniu właściwości termowrażliwych i wprowadza sieciujące grupy, które mogą powodować ustabilizowanie struktury związku.

Wszystkie otrzymane układy zostały oczyszczone za pomocą dializy. W tym celu przygotowano sześć worków dializacyjnych wykonanych z odcinka błony półprzepuszczalnej. Wykonano pomiary pH roztworów substratów użytych do syntezy nanosfer i otrzymanych formułacji przed procesem oczyszczania i po zakończeniu dializy. Oczyszczone polimery poddano liofilizacji, a następnie wykorzystano do dalszych badań strukturalnych.

## Wpływ kationowego inicjatora na właściwości termo czułych nanosfer syntetyzowanych do kontrolowanego podawania leku

Agnieszka Gola<sup>a</sup>, Monika Gasztych<sup>a</sup>, Igor Mucha<sup>b</sup>, Witold Musiał<sup>a</sup>

<sup>a</sup> *Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu, Wydział Farmaceutyczny z O. Analityki Medycznej, Katedra i Zakład Chemii Fizycznej, Borowska 211, 50-556 Wrocław,*

<sup>b</sup> *Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu, Wydział Farmaceutyczny z O. Analityki Medycznej, Katedra i Zakład Chemii Analitycznej, Borowska 211, 50-556 Wrocław*  
agnieszka.gola@umed.wroc.pl

Termowrażliwe, polimerowe pochodne N-isopropylakrylamidu (NIPA), dzięki charakterystycznej dla danego układu temperaturze przemiany fazowej (LCST), oscylującej w granicach temperatury fizjologicznej, mogą być zastosowane w systemach kontrolowanego podawania leku w terapii celowanej. O zastosowaniu cząstek jako potencjalnych nośników leku decydują m.in. ich nanometryczne rozmiary oraz ładunek.

Celem pracy była synteza, analiza i charakterystyka termowrażliwych polimerów (NB, NBP, NBT) oraz zbadanie wpływu zastosowanych co-monomerów PEG i NTB w obecności kationowego inicjatora AMP i crosslinkera MBA na średnicę hydrodynamiczną (HD) i potencjał zeta (PZ).

Polimery otrzymano, stosując polimeryzację strąceniową bez użycia surfaktantu (SFPP). Uzyskany materiał analizowano spektroskopią IR, NMR, zdjęciami SEM, oraz mierząc PZ i HD metodą DLS. Wykonane pomiary spektroskopowe potwierdzają skład zsyntetyzowanych polimerów. Zmierzone w temperaturze 18°C wartości HD wynoszą 720, 950, 160 nm odpowiednio dla NB, NBP, NBT, a wartości PZ są dodatnie w zakresie 0,1 – 21 mV. Na podstawie wizualizacji produktu za pomocą SEM wykazano sferyczny kształt nanocząstek. Pomiary DLS umożliwiają wyznaczenie LCST, a wykonywane równolegle z pomiarami spektralnymi pozwalają na weryfikację właściwości badanych związków.

## **Wpływ wybranych czynników na przebieg syntezy kwasu polimlekowego, jako biodegradowalnego nośnika substancji leczniczych**

Agnieszka Krause, Anna Rachwałik, Tomasz Urbaniak, Witold Musiał  
*Katedra i Zakład Chemii Fizycznej, Wydział Farmaceutyczny z Oddziałem Analityki  
Medycznej, Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu  
agnieszka.krause@umed.wroc.pl*

Polimery biodegradowalne znalazły szerokie zastosowanie w medycynie i farmacji. Polilaktyd (PLA) ulegając całkowitej biodegradacji i przyswojeniu przez organizmy żywe daje możliwość wykorzystania go nie tylko jako np. nici chirurgiczne ale i jako nośnik substancji leczniczych.

Celem pracy było opracowanie wydajnej metody syntezy kwasu polimlekowego z laktydu, poprzez odpowiednie dobieranie parametrów procesu tj. temperatury, ciśnienia i czasu procesu. Do syntezy użyto laktydu oraz znikomej ilości inicjatora - oktianu (2-etyloheksanianu) cyny (II) ( $\text{Sn}(\text{Oct})_2$ ), rozpuszczonego w toluenie. Syntezę przeprowadzono w kolbie okrągłodennej zamkniętej korkiem silikonowym, zanurzonej w łaźni parafinowej. Proces przebiegał w atmosferze azotu. Czas syntezy wynosił kilka godzin w kontrolowanej temperaturze 120°C. Produkt rozpuszczono w dichlorometanie  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  i strącono zimnym (4-5°C) metanolem. Przechowywano w eksykatorze. Polimeryzacja PLA przebiegała z otwarciem pierścienia laktydu pod wpływem inicjatora, który uzyskał atest *Food and Drug Administration* (FDA) dopuszczający go do użycia przy syntezie biodegradowalnych polimerów do zastosowań biomedycznych. W trakcie syntezy otrzymano twardą masę, którą po rozdrobnieniu poddano analizie IR i NMR. Na zarejestrowanych dla polimeru widmach  $^1\text{H}$  NMR i IR pojawiają się sygnały potwierdzające ustalony przebieg reakcji. Otrzymany w przebiegu badań polimer będzie oceniany w zakresie jego właściwości biodegradowalnych oraz aplikacyjnych.

## **Synteza biodegradowalnych koniugatów polimerowych na potrzeby terapii celowanych**

Tomasz Urbaniak, Agnieszka Krause, Witold Musiał  
*Katedra i Zakład Chemii Fizycznej, Wydział Farmaceutyczny z Oddziałem Analityki  
Medycznej, Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu*  
Tomasz.urbaniak@umed.wroc.pl

Poli- $\epsilon$ -kaprolakton jest biodegradowalnym poliestrem cechującym się zdolnością do degradacji w ciele człowieka do nietoksycznych produktów rozkładu, które zostają włączone do komórkowych cykli metabolicznych. Proponowany mechanizm degradacji polimeru zakłada powolny hydrolityczny rozkład łańcuchów do momentu osiągnięcia masy cząsteczkowej na poziomie 3 kDa. Polimeryzacja  $\epsilon$ -kaprolaktanu zachodzi poprzez otwarcie pierścienia monomeru i przyłączanie do rosnącego łańcucha kolejnych podjednostek. Według sugerowanego mechanizmu reakcji, w towarzystwie metaloorganicznego katalizatora polimeryzacja inicjowana jest przez cząsteczki zawierające grupy hydroksylowe, które w tym procesie zostają przyłączone do jednego z końców łańcucha.

Celem podjętych badań było opracowanie procedury syntezy koniugatów lek-polimer poprzez zastosowanie modelowego leku jako inicjatora. Przeprowadzona analiza protonowego rezonansu magnetycznego świadczy o przyłączeniu leku do łańcucha polimerowego, a uzyskane do tej pory próbki charakteryzują się masą cząsteczkową pozwalającą na dalsze badania aplikacyjne. Osiągnięcie odpowiedniej długości łańcuchów zakończonych cząsteczką leku może pozwolić na kontrolę ilości substancji czynnej dostarczanej do chorobowo zmienionych komórek.

## **Kompozycja farmaceutyczna z zastosowaniem biopolimeru do leczenia schorzeń jelita grubego**

Dorota Wójcik-Pastuszka, Katarzyna Mazurek, Justyna Kobryń, Witold Musiał  
*Katedra i Zakład Chemii Fizycznej,  
Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu,  
ul. Borowska 211 A, 50-556 Wrocław  
dorota.wojcik-pastuszka@umed.wroc.pl*

Wysoka biodostępność substancji leczniczej wiąże się zazwyczaj z szybkim jej rozpuszczeniem w początkowych odcinkach przewodu pokarmowego (GT). W niektórych przypadkach pożądane jest dostarczenie leku do dalszych partii GT. Zastosowanie jako nośnika leku naturalnego polisacharydu - pektyny, może zapewnić dostarczenie substancji czynnej do jelita grubego. W wyniku aktywności mikroflory bakteryjnej pektyna ulega degradacji, a substancja lecznicza uwalnia się do światła GT.

Celem pracy było przygotowanie dojelitowego nośnika z biopolimeru z dodatkiem polimeru syntetycznego (kwas poliakrylowy, metyloceluloza lub hydroksypropylo-metyloceluloza) i inkorporacja substancji czynnej do powstałej kompozycji oraz analiza kinetyki jej uwalniania. Badania *in vitro* uwalniania substancji leczniczej z otrzymanej kompozycji przeprowadzono z zastosowaniem dedykowanego aparatu koszyczkowego w warunkach farmakopealnych. Aktywność enzymatyczną mikroflory bakteryjnej zapewniała obecność enzymu - pektynazy. Ilość uwolnionej substancji leczniczej wyznaczono metodą spektrofotometrii UV-Vis (JASCO V-530) przy długości fali 297 nm. Otrzymane profile stężeniowe dopasowano modelem kinetyki pierwszego rzędu, modelem Korsmeyer-Peppas oraz modelem Higuchi'ego. W modelu kinetyki pierwszego rzędu, wartość stałej szybkości uwalniania substancji leczniczej z zaproponowanych kompozycji jest większa w obecności pektynazy i wynosi  $(1.8 \pm 0.2 - 5.5 \pm 0.6) \times 10^{-3} \text{ min}^{-1}$ , podczas gdy bez dodania enzymu do płynu akceptorowego mieści się w przedziale  $(1.4 \pm 0.1 - 2.5 \pm 0.2) \times 10^{-3} \text{ min}^{-1}$ .

Przeprowadzone badania mogą przyczynić się do optymalizacji składu podawanych doustnie preparatów o miejscu docelowego działania w jelicie grubym.

## Uwalnianie wyciągu z kasztanowca ze zróżnicowanych podłoży hydrożelowych

Sandra Karolina Sowa, Justyna Kobryń, Dorota Wójcik-Pastuszka, Witold Musiał  
*Katedra i Zakład Chemii Fizycznej Uniwersytetu Medycznego we Wrocławiu*  
justyna.kobryn@umed.wroc.pl

Określenie dostępności farmaceutycznej jest jednym z ważnych elementów charakteryzacji leku wprowadzanego do obrotu. Wiele preparatów występuje w postaci żeli hydrofilowych, przeznaczonych do miejscowego stosowania na skórę. Receptura preparatów hydrożelowych jest poddawana modyfikacjom, aby optymalizować właściwości reologiczne żeli oraz w niektórych przypadkach kontrolować ilość substancji czynnej wchłanianej przez skórę. Pozwala to na uzyskanie pożądanych efektów terapeutycznych.

Celem badań była ocena kinetyki uwalniania kompleksu escyny (MSBC) – substancji czynnej zawartej w nasionach kasztanowca zwyczajnego (*Aesculus hippocastanum*). Przebieg kinetyki uwalniania wyciągu gęstego z kasztanowca (*extractum spissum*) badano w preparatach hydrożelowych opartych na: metylocelulozie (MC), MC z dodatkiem modyfikatora kinetyki uwalniania (MCM), kwasie poliakrylowym (PA) oraz modyfikowanym kwasie poliakrylowym (MPA), w odniesieniu do żelu referencyjnego dostępnego na rynku aptecznym. Badania uwalniania prowadzono w dedykowanym aparacie do badania uwalniania substancji leczniczych z zastosowaniem krążka z błoną półprzepuszczalną. Zawartość MSBC badano metodą spektrofotometryczną zaczerpniętą z dostępnej bibliografii. Wyniki badań wykazały, że najwięcej substancji aktywnej uwolniło się z żelu referencyjnego. Po 7 godzinach do roztworu uwolniło się: 43,13% MSBC z żelu referencyjnego, 34,98% MSBC z MC bez dodatku modyfikującego uwalnianie, 37,33% MSBC z MCM (dodatek MCM ok. 20%), 31,61% MSBC z PA, a 32,59% MSBC ze zmodyfikowanego MPA.

## Alkohol furfurylowy jako dodatek do żelatyny w procesie tworzenia węgla aktywnego

Maria Leżańska, Jerzy P. Łukaszewicz  
*Wydział Chemii, UMK Toruń*  
miriam@chem.umk.pl

Mezoporowate węgle o porach większych od 10 nm mogą być potrzebne jako nośniki Pt w elektrodach ogniw paliwowych. Otrzymanie takich materiałów możliwe jest np. dzięki zastosowaniu techniki wytwarzania hydrożelu prekursora węglowego z krzemionką koloidalną, o średnicy cząstek odpowiadającej rozmiarem dużym mezoporom, stanowiącą templat. W pracy [1] pokazaliśmy, że możliwe jest uzyskanie węgla o objętości porów do  $4 \text{ cm}^3/\text{g}$  i powierzchni BET do  $1100 \text{ m}^2/\text{g}$  tą metodą, stosując jako prekursor żelatynę. Uzyskuje się w ten sposób węglem wysoko azotowane zawierające aż 10% wag. azotu, nawet stosując temperaturę karbonizacji  $900^\circ\text{C}$ . Wydajność otrzymywania węgla z żelatyny nie przekracza 25%. Ważne z punktu widzenia wytwarzania węgla na większą skalę byłoby zwiększenie tej wydajności, nawet kosztem zmniejszenia zawartości azotu. Próbujemy to realizować, dodając różne substancje do żelu prekursora. Dodatek alkoholu furfurylowego zwiększa tę wydajność o nie więcej niż 10%, a w wyniku modyfikacji uzyskuje się porowate adsorbenty węglowe. Dodanie niewielkich ilości alkoholu furfurylowego do roztworu żelatyny (1/10 wagowo) prowadzi do nieznacznego zmniejszenia średnicy mezoporów, natomiast dodatek modyfikatora w ilości 3.5 razy (wagowo) przewyższającej żelatynę skutkuje generowaniem mikroporów ( $V_{\text{mi}} = 0.14 \text{ cm}^3/\text{g}$ ) bez konieczności dodatku innych porogénów, podczas gdy  $V_{\text{mes}}$  pozostaje na poziomie ca.  $2.3 \text{ cm}^3/\text{g}$ . Powierzchnia BET tego adsorbenta osiągnęła  $1560 \text{ m}^2/\text{g}$ .

W wyniku karbonizacji mieszaniny żelatyna/alkohol furfurylowy bez templat, otrzymuje się srebrzyste ciało stałe, przypominające wizualnie węgiel szklisty.

### Literatura:

[1] A. Olejniczak, M. Leżańska, A. Pacuła, P. Nowak, J. Włoch, J.P. Łukaszewicz. Carbon, 2015; 91:200.

**Zastosowanie nanokryształów półprzewodnikowych  
w lokalizacji jądrowych filamentów aktynowych  
oraz w badaniach kolokalizacyjnych z białkami macierzy jądrowej**

M. Izdebska<sup>a</sup>, M. Gagat<sup>a</sup>, D. Grzanka<sup>b</sup>, M. Hałas<sup>a</sup>, A. Grzanka<sup>a</sup>

<sup>a</sup> *Katedra i Zakład Histologii i Embriologii, Wydział Lekarski, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu,*

*Collegium Medicum im. Ludwika Rydygiera w Bydgoszczy*

<sup>b</sup> *Katedra Dermatologii, Chorób Przenoszonych Drogą Płciową i Immunodermatologii, Pracownia Biologii Molekularnej Skóry, Immunodermatologii i Dermatopatologii, Wydział Lekarski, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu,*

*Collegium Medicum im. Ludwika Rydygiera w Bydgoszczy*

mizdebska@cm.umk.pl

Nanokryształy półprzewodnikowe mają unikalne właściwości, które umożliwiają przezwycięzenie niektórych barier spotykanych przy użyciu tradycyjnych metod detekcji białek, co czyni je doskonałymi znacznikami w badaniach biologicznych. W trakcie realizacji jednego z projektów zetknęliśmy się z problemem związanym z ultrastrukturalną lokalizacją spolimeryzowanej postaci aktyny na poziomie mikroskopu elektronowego, zwłaszcza na terenie jądra komórkowego. Doskonałym rozwiązaniem okazało się użycie kropek kwantowych, ponieważ wykazaliśmy, że ultrastrukturalne znakowanie F-aktyny możliwe jest poprzez inkubację komórek z biotynylowaną falloidyną techniką „przed-zatopieniem” oraz jej detekcję „po-zatopieniu” za pomocą nanokryształów półprzewodnikowych (kropek kwantowych) opłaszczonych streptawidyną. Metoda ta pozwoliła na uwidocznienie F-aktyny w jądrze komórkowym, a dokładniej jej zlokalizowanie w miejscach granicznych pomiędzy skondensowaną i zdecondensowaną chromatyną w komórkach umierających na drodze aktywnej śmierci. Odkrycie to podkreśliło niezwykle istotny udział jądrowych filamentów aktynowych w procesach rearanżacji chromatyny, a także pozwoliło zająć stanowisko odnośnie obecności polimerycznej postaci aktyny na terenie jądra komórkowego w postaci dłuższej niż 7 podjednostek aktynowych.

Ponadto, powyżej opisana metoda okazała się być kompatybilna z techniką ultrastrukturalnego znakowania białek „immuno-Gold”, a więc pozwala na detekcję złożonych kompleksów białkowych zaangażowanych w różne procesy zachodzące w jądrze komórkowym z udziałem F-aktyny, np. z białkiem SATB1 w komórkach umierających na drodze śmierci aktywnej.



## Ekstremalna biomimetyka na służbie inżynierii materiałowej

Marcin Wysokowski<sup>a</sup>, Hermann Ehrlich<sup>b</sup>, Teofil Jesionowski<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Instytut Technologii i Inżynierii Chemicznej, Politechnika Poznańska, Berdychowo

<sup>b</sup> Instytut Fizyki Eksperymentalnej, TU Bergakademie Freiberg, Niemcy  
marcin.wysokowski@put.poznan.pl

Ostatnio obserwuje się wzrost znaczenia metod biomimetycznych, inspirowanych procesami biomineralizacji, w syntezie nowej generacji biokompozytów charakteryzujących się kompleksową strukturą, nanoorganizacją oraz unikatowymi właściwościami fizykochemicznymi. W tradycyjnym ujęciu biomimetyczna synteza nieorganiczno-organicznych biokompozytów oparta jest na mineralizacji biocząsteczek (np. enzymów, białek, polisacharydów, kwasów nukleinowych) w warunkach otoczenia tj. 37°C, pH 5-7. Jednakże, natura oferuje szereg inspiracji w postaci procesów biomineralizacji zachodzących w ekstremalnie niskich (-1.5°C) lub wysokich temperaturach (121°C), w których enzymy oraz białka mają niską aktywność lub ulegają denaturacji. Mimo to, te specyficzne nisze środowiskowe charakteryzują się obecnością wyspecjalizowanych organizmów zdolnych do formowania różnorodnych nieorganiczno-organicznych biomateriałów. Organizmy te stały się źródłem inspiracji do opracowania nowej dyscypliny naukowej tzw. *Ekstremalnej Biomimetyki*. Dyscyplina ta bazuje na poznaniu mechanizmów odpowiedzialnych za formowanie biominerałów w środowiskach ekstremalnych z biologicznego punktu widzenia i wykorzystaniu tych zasad w preparatyce nowej generacji biokompozytów *in vitro*. Kluczem do *Ekstremalnej Biomimetyki* jest wykorzystanie specyficznych biocząsteczek o wysokiej stabilności termicznej i chemicznej. Biopolimerem idealnie wpisującym się w założenia tego kierunku badawczego jest chityna. Wysoka stabilność termiczna tego biopolimeru pozwoliła na wykorzystanie chitynowych szkieletów gąbek morskich jako matryc w hydrotermalnej syntezie nowej generacji biokompozytów zawierających ZrO<sub>2</sub>, ZnO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> lub GeO<sub>2</sub>. Charakterystyka fizykochemiczna otrzymanych materiałów z zastosowaniem zaawansowanych technik badawczych (HRTEM, SAED, FFT, NEXAFS, XPS) dowodzi, że *Ekstremalna Biomimetyka* jest nowym, potężnym narzędziem na służbie inżynierii materiałowej.

## **Materiały kolagenowe modyfikowane dodatkiem nanocząstek nieorganicznych**

Justyna Kozłowska, Alina Sionkowska  
*Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu*  
justynak@chem.umk.pl

Celem pracy było otrzymanie biomateriałów na bazie kolagenu i nanocząstek nieorganicznych, przeznaczonych do zastosowania w inżynierii tkankowej. W celu nadania materiałom odpowiedniej struktury przestrzennej zastosowano metodę suszenia sublimacyjnego. Metoda ta pozwoliła na uzyskanie materiałów o strukturze porowatej, co jest niezwykle istotne z punktu widzenia inżynierii tkankowej. Otrzymano trójwymiarowe podłoża kolagenowe oraz kompozyty kolagenu z hydroksyapatytem (HAp) zawierające różne ilości obydwu składników. Właściwości fizykochemicznych badanych materiałów zostały zmodyfikowane poprzez zastosowanie różnych czynników sieciujących kolagen.

W pracy określono wpływ dodatku nanocząstek nieorganicznych na strukturę i właściwości fizykochemiczne matrycy kolagenowej. Ponadto zbadano wpływ zastosowanych fizycznych i chemicznych czynników sieciujących na właściwości materiałów kolagenowych.

Przeprowadzone badania (m. in. ocena struktury otrzymanych materiałów, właściwości mechanicznych, stopnia spęcznienia, odporności na degradację enzymatyczną, stopnia degradacji w warunkach *in vitro*) umożliwiły wyłonienie spośród wszystkich przygotowanych kompozytów materiału o strukturze oraz składzie chemicznym odpowiadających wymaganiom inżynierii tkankowej.

*Badana finansowane z grantu Narodowego Centrum Nauki (NCN, Polska) nr UMO-2013/11/B/ST8/04444.*

## Nanomateriały do celów biomedycznych otrzymywane metodami radiacyjnymi

Sławomir Kadłubowski, Justyna Komasa, Agnieszka Adamus, Małgorzata Matusiak,  
Alicja K. Olejnik, Piotr Ulański, Janusz M. Rosiak  
*Międzyresortowy Instytut Techniki Radiacyjnej, Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka*  
piotr.ulanski@p.lodz.pl

Promieniowanie jonizujące jest cennym narzędziem do otrzymywania nanomateriałów do zastosowań w medycynie. Dwa przykłady takich materiałów to nanożele polimerowe i termoczułe powierzchnie do inżynierii warstw komórkowych. Radiacyjna metoda syntezy nanożeli polimerowych [1] polega na tym, że rozcieńczony wodny roztwór polimeru poddaje się działaniu krótkiego impulsu przyspieszonych elektronów, co powoduje chwilowe wytworzenie wielu rodników na każdym łańcuchu. Ich wzajemna rekombinacja prowadzi do wewnątrzcząsteczkowego usieciowania łańcuchów poprzez powstające trwałe wiązania kowalencyjne, czyli do powstania nanożeli. Jest to metoda czysta, szybka i prosta, nie wymaga używania inicjatorów, środków sieciujących etc. Wybór parametrów procesu umożliwia otrzymanie produktów o założonych właściwościach. Nanożele mogą być stosowane jako nośniki leków, genów lub izotopów promieniotwórczych w radioterapii [2]. Z kolei powierzchnie termoczułe umożliwiają samoistne odklejanie arkuszy wyhodowanych warstw komórek od podłoża po lekkim obniżeniu temperatury, bez uszkodzenia tychże warstw. Ma to zastosowanie m.in. w hodowli warstw własnych fibroblastów pacjenta przy leczeniu rozległych ran pooperacyjnych. Wytwarzanie takich warstw polega na radiacyjnym szczepieniu polimeru termoczułego na powierzchni naczyń stosowanych do hodowli komórkowych [3].

### Literatura:

- [1] (a) Kadłubowski i in., *Macromolecules* 36 (2003) 2484; (b) Jeszka i in., *Macromolecules* 39 (2006), 857; (c) Kadłubowski i in., *Polymer* 53 (2012), 1985; (d) Kadłubowski, *Radiat. Phys. Chem.* 102 (2014), 29; (e) Queiroz i in., *Int. J. Biol. Macromol.* 85 (2016), 107.
- [2] Picone i in., *Biomaterials* 80 (2016), 179.
- [3] Komasa i in., *Radiat. Phys. Chem.* 94 (2014), 137.

## **Proliferacja komórek nowotworowych na podłożach o różnej elastyczności**

Joanna Raczkowska<sup>a</sup>, Szymon Prauzner-Bechcicki<sup>b</sup>

<sup>a</sup> *Institut Fizyki, Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej, Uniwersytet Jagielloński, ul. Łojasiewicza 11, 30-428 Kraków*

<sup>b</sup> *Institut Fizyki Jądrowej PAN ul. Radzikowskiego 152, 31-342 Kraków*  
joanna.raczkowska@uj.edu.pl

Jednym z głównych kierunków rozwoju nauk biologicznych i medycznych w ostatnich latach jest poszukiwanie nowych metod diagnostycznych i terapeutycznych, pozwalających na wykrycie choroby nowotworowej w jak najwcześniejszym jej stadium, proste rozpoznanie stopnia złośliwości nowotworu i dobór 'celowanej' terapii, indywidualnej dla każdego pacjenta. Rozwój choroby nowotworowej jest związany ze zdolnością komórek nowotworowych do nieograniczonego wzrostu, migracji i inwazji obszarów zajmowanych dotąd przez inne komórki. Dlatego istotna jest analiza oddziaływania komórki z otaczającym ją środowiskiem, mechanizmów, poprzez które to oddziaływanie zachodzi oraz wpływu, jaki na jej zachowanie wywierają czynniki zewnętrzne. Najnowsze badania wskazują, że na procesy komórkowe, takie jak proliferacja, adhezja czy różnicowanie komórek znaczący wpływ ma elastyczność podłoża. Wraz z rozwojem choroby nowotworowej istotnie zmieniają się mechaniczne właściwości komórek rakowych, zmienia się zatem także ich oddziaływanie z podłożem o zadanej elastyczności. Badania przeprowadzone dla komórek nowotworowych prostaty, pęcherza moczowego i czerniaka hodowanych na elastomerowych podłożach o różnej elastyczności (moduł Younga 0.2 MPa i 2 MPa) jednoznacznie wskazują, że na podłożach miękkich proces proliferacji przebiega bardzo efektywnie, podczas gdy na podłożach twardych jest w znacznym stopniu ograniczony. Podłoża, na których dzięki odpowiednio dobranym właściwościom uda się wzmocnić lub zahamować proces adhezji i proliferacji wybranego typu komórek mogą znaleźć szerokie zastosowanie w diagnostyce, do odróżniania komórek o różnym stopniu zaawansowania choroby nowotworowej i do tworzenia biosensorów.

## Enancjoselektywna estryfikacja (R,S)-flurbiprofenu z zastosowaniem immobilizowanej lipazy Novozym 435

Tomasz Siódmiak<sup>a</sup>, Marta Ziegler-Borowska<sup>b</sup>, Adam Sikora<sup>a</sup>, Dorota Chełminiak<sup>b</sup>, Katarzyna Czirson<sup>a</sup>, Jacek Duleba<sup>a</sup>, Agata Tarczykowska<sup>a</sup>, Michał Piotr Marszał<sup>a</sup>  
<sup>a</sup> Wydział Farmaceutyczny, Collegium Medicum w Bydgoszczy, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu,

ul. dr. A. Jurasza 2, 85-089 Bydgoszcz, Polska

<sup>b</sup> Wydział Chemii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu,  
ul. Gagarina 7, 87-100 Toruń, Polska  
tomasz.siodmiak@cm.umk.pl

Flurbiprofen jest pochodną kwasu 2-fenylpropionowego, zawierającą w pozycji 4-pierścienia fenylowego pierścień aromatyczny. Należy do grupy niesteroidowych leków przeciwzapalnych (NLPZ). Występuje w postaci dwóch enancjomerów: lewoskrętnego R(-) oraz prawoskrętnego S(+). Poszczególne enancjomery wykazują różny profil działania farmakokinetycznego oraz farmakodynamicznego [1].

Celem pracy było przetestowanie lipaz z *Candida rugosa* oraz z *Candida antarctica* w enancjoselektywnej estryfikacji (R,S)- flurbiprofenu.

W wyniku przeprowadzonego skriningu enzymów wybrano immobilizowaną lipazę Novozym 435, która umożliwiła otrzymanie produktów estryfikacji z wysoką czystością enancjomeryczną. Zbadano wpływ wybranych rozpuszczalników, alkoholi, czasu reakcji oraz temperatury na enancjoselektywność i konwersję. Wszystkie reakcje estryfikacji z użyciem badanych alkoholi charakteryzowały się wysoką enancjoselektywnością (E w zakresie 51,3-90,5). Otrzymano ester metylowy R-flurbiprofenu z nadmiarem enancjomerycznym produktów eep=96,3 % po 96 h inkubacji. Enancjoselektywność reakcji równa była E=90,5, konwersja C=35,7 %, a nadmiar enancjomeryczny substratów ees=53,6 %.

*Projekt był finansowany z grantu Narodowego Centrum Nauki DEC-2013/09/N/NZ7/03557.*

### Literatura:

- [1] T. Siódmiak, D. Mangelings, Y. Vander Heyden, M. Ziegler-Borowska, M.P. Marszał, Appl. Biochem. Biotechnol. 175 (2015) 2769-2785.

## Kinetyczny rozdział wybranych niesteroidowych leków przeciwzapalnych (NLPZ) z zastosowaniem lipaz immobilizowanych na magnetycznych cząstkach

Tomasz Siódmiak<sup>a</sup>, Marta Ziegler-Borowska<sup>b</sup>, Adam Sikora<sup>a</sup>, Dorota Chełminiak<sup>b</sup>,  
Michał Piotr Marszał<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Wydział Farmaceutyczny, Collegium Medicum w Bydgoszczy, Uniwersytet Mikołaja  
Kopernika w Toruniu,

ul. dr. A. Jurasza 2, 85-089 Bydgoszcz, Polska

<sup>b</sup> Wydział Chemii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu,

ul. Gagarina 7, 87-100 Toruń, Polska

tomasz.siodmiak@cm.umk.pl

W ostatnich latach intensywnie badanym obszarem nauk farmaceutycznych stały się biotechnologiczne metody otrzymywania enancjomerów wykorzystujące enzymy jako katalizatory [1]. Opisane badania skupiają się na kinetycznym rozdziale (R,S)-flurbiprofenu oraz (R,S)-ibuprofenu z użyciem lipaz w formie wolnej oraz immobilizowanej, a także na ocenie ich aktywności katalitycznej.

Na podstawie badań wstępnych aktywności lipaz wybrano enzymy o najlepszych parametrach i unieruchomiono je na cząstkach magnetycznych. Po zoptymalizowaniu metod immobilizacji biokatalizatorów na materiale magnetycznym wykorzystano je w enancjoselektywnej estryfikacji (R,S)-flurbiprofenu oraz (R,S)-ibuprofenu, uzyskując wysoką enancjoselektywność kinetycznego rozdziału ( $ee > 90,0\%$ ). Unieruchomienie lipaz prowadzono na nośnikach pozyskanych komercyjnie - magnetic beads oraz syntezowanych z użyciem chitozanu i polimeru amfifilowego.

Badanie aktywności katalitycznej potwierdziło możliwość łatwej separacji nośników ze środowiska reakcji oraz wielokrotnego ich zastosowania w kolejnych cyklach reakcyjnych. Uzyskane wyniki badań enzymatycznych wykazały zarówno wysoką aktywność lipolityczną, jak i stabilność katalityczną unieruchomionych lipaz, a także wysoki odzysk aktywności enzymu ( $> 80\%$ ) [1-3].

*Projekt był finansowany z grantu Narodowego Centrum Nauki DEC-2013/09/N/NZ7/03557.*

### Literatura:

- [1] T. Siódmiak, M. Ziegler-Borowska, M.P. Marszał, J. Mol. Catal. B: Enzym. 94 (2013) 7-14.
- [2] M.P. Marszał, T. Siódmiak, Catal. Comm. 24 (2012) 80-84.
- [3] M. Ziegler-Borowska, T. Siódmiak, D. Chełminiak, A. Cyganiuk, M.P. Marszał, Appl. Surf. Sci., 288 (2014) 641-648.

## Usuwanie fenoli z wody na sorbencie zeolitowym

Agata Gózdź, Dorota Kołodyńska, Paulina Gęca, Marzena Gęca, Zbigniew Hubicki  
UMCS, Wydział Chemii, Zakład Chemii Nieorganicznej,  
Pl. Marii Curie-Skłodowskiej 2, 20-031 Lublin  
agata.gozdz@poczta.umcs.lublin.pl

Ścieki przemysłowe pochodzące m.in. z fabryk barwników, lakierów i tworzyw sztucznych, a także z przemysłu farmaceutycznego czy petrochemicznego zanieczyszczone są takimi związkami organicznymi jak fenole. Substancje te są szczególnie niebezpieczne dla ludzi, ze względu na działanie rakotwórcze oraz wysoką toksyczność. W związku z powyższym obowiązują rygorystyczne przepisy prawne dotyczące monitorowania zawartości fenoli w wodach pitnych, powierzchniowych i podziemnych. Oprócz metod chromatograficznych w tym celu stosuje się m.in. pośrednią metodę spektrofotometryczną wykorzystującą tworzenie się barwnych pochodnych fenoli z 4-aminoantypiryną, metodę Folina-Ciocalteu'a, czy metody bromianometryczną i jodometryczną.

Aby zapobiec wprowadzaniu tych niebezpiecznych substancji do środowiska potrzebne są skuteczne sorbenty do usuwania fenoli z roztworów wodnych.

Celem niniejszej pracy było zbadanie właściwości sorpcyjnych syntetycznego zeolitu względem fenolu i jego pochodnych. Zeolit otrzymano w wyniku hydrotermalnej syntezy popiołu lotnego z wodorotlenkiem sodu pod ciśnieniem atmosferycznym. Do scharakteryzowania sorbentu posłużyły następujące techniki: dyfraktometria rentgenowska (XRD) i skaningowa mikroskopia elektronowa (SEM), określono także jego skład granulometryczny. Proces sorpcji fenolu na zeolicie prowadzono metodą statyczną. Badano wpływ czasu kontaktu faz oraz początkowego stężenia fenolu. Przeprowadzono także eksperymenty mające na celu zbadanie procesu sorpcji w zależności od temperatury, wartości pH, masy sorbentu oraz obecności jonów obcych.

*Praca finansowana ze środków NCBiR w ramach programu GEKON 2/02/266818/1/2015.*

## **Zeolity syntetyczne jako adsorbenty fenolu w oczyszczaniu wód i ścieków**

Paulina Gęca, Dorota Kołodyńska, Agata Góźdź, Marzena Gęca, Zbigniew Hubicki  
*UMCS, Wydział Chemii, Zakład Chemii Nieorganicznej,  
Pl. Marii Curie-Skłodowskiej 2, 20-031 Lublin  
paulina.geca@poczta.umcs.lublin.pl*

Fenol należy do organicznych związków aromatycznych trudno biodegradowalnych, stanowiących zanieczyszczenie wód i ścieków. Jest toksyczny nawet na poziomie niskich stężeń. Jego obecność w środowisku wynika m.in. z antropogenicznej działalności człowieka.

Najbardziej rozpowszechnionym adsorbentem fenolu z wód i ścieków jest węgiel aktywny, ale ze względu na wysokie koszty spowodowane jego regeneracją poszukuje się nowych, bardziej ekonomicznie opłacalnych sorbentów. Przykładem mogą być popioły lotne, zeolity naturalne i syntetyczne. Zeolity należą do grupy uwodnionych, krystalicznych glinokrzemianów. Charakteryzują się różnym składem chemicznym, właściwościami i postacią kryształów. Znalazły również zastosowanie w sorpcji metali ciężkich, barwników, fosforanów i wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych.

W pracy zbadano kinetykę procesu sorpcji fenolu metodą statyczną w zależności od czasu kontaktu faz, stężenia początkowego na czterech rodzajach zeolitów syntetycznych wytworzonych z popiołów lotnych pochodzących z różnych elektrociepłowni. Zawartość fenolu w próbkach zmierzono z użyciem metody bromianometrycznej i jodometrycznej.

Badane zeolity wytworzono w reakcji konwersji hydrotermalnej popiołu lotnego z NaOH. Proces sorpcji opisano w oparciu o kinetykę pierwszego i drugiego rzędu. Zerowy ładunek powierzchniowy (pHpzc) badanych zeolitów wykonano metodą dryftu. Adsorbenty scharakteryzowano przy pomocy metody dyfrakcji promieni rentgenowskich (XRD) i skaningowego mikroskopu elektronowego (SEM) z użyciem detektora EDS (spektroskopia z dyspersją energii).

*Praca finansowana ze środków NCBiR w ramach programu GEKON 2/02/266818/1/2015.*



## Kontrolowana adsorpcja białek do pokryć i wzorów powierzchniowych polimerów inteligentnych i biomimetycznych

Joanna Zemla<sup>a,c</sup>, Yuriy Stetsyshyn<sup>b</sup>, Joanna Raczkowska<sup>a</sup>, Andrzej Budkowski<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Instytut Fizyki, Uniwersytet Jagielloński, Kraków, Polska

<sup>b</sup> Politechnika Lwowska, Uniwersytet Narodowy, Lwów, Ukraina

<sup>c</sup> Wydział Chemii, Uniwersytet Jagielloński, Kraków, Polska

Joanna.zemla@uj.edu.pl

Polimery inteligentne i biomimetyczne cieszą się dużym zainteresowaniem ze względu na liczne potencjalne zastosowania w biologii i medycynie, wynikające z ich wrażliwości na bodźce zewnętrzne takie jak temperatura czy pH. Przygotowaliśmy pokrycia poli-N-izopropylakryloamid (PNIPAM) [1] oraz poli-N-metakrylo-L-leucyny (PNML) [2] przez zastosowanie polimeryzacji z powierzchni szkła modyfikowanego oligonadtlenkami. Własności fizyko-chemiczne pokryć inteligentnych (PNIPAM) oraz biomimetycznych (PNML), o różnych czasach polimeryzacji, scharakteryzowaliśmy w oparciu o pomiary kąta zwilżania, elipsometryczne oraz mikro-i spektroskopowe. Pokrycia PNIPAM wykazują termoczulość oraz pH-czulość, natomiast pokrycia PNML wykazują wrażliwość na zmianę temperatury.

Adsorpcja modelowego białka, lektyny soczewicy (LcH), zmieniała się wraz ze zmianą pH i temperatury i została określona ilościowo przez zastosowanie analizy Minkowskiego do obrazów fluorescencyjnych adsorpcji oraz przez analizę głównych składowych (PCA) zastosowaną do wyników spektroskopii masowej jonów wtórnych.

Dodatkowo, wytworzyliśmy gradientowe wzory powierzchniowe polimerów: termoczułego PNIPAM oraz hydrofobowego polistyrenu (PS), które posłużyły jako matryce do selektywnego pozycjonowania dwóch białek. Przez zastosowanie kontrolowanej temperaturą sukcesywnej adsorpcji białek: konkanawaliny A (Con A) oraz LcH, do podłoża PNIPAM:PS otrzymaliśmy powierzchnię pokrytą selektywnie przez dwa różne białka. Analiza Minkowskiego potwierdza selektywność adsorpcji Con A do powierzchni PNIPAM oraz LcH do obszarów PS.

### Literatura:

- [1] Y. Stetsyshyn, J. Zemla, O. Zolobko et al. J. Colloid Interface Set 1, 95 (2012).
- [2] J. Raczkowska, M. Ohar, Y. Stetsyshyn et al. Colloids Surf, B 118, 270 (2014).

## Ocena przydatności tlenku grafenu jako podłoża do immobilizacji kinazy adenylanowej

Anna Hetmann<sup>a</sup>, Magdalena Wujak<sup>a</sup>, Karolina Kowalska<sup>a</sup>, Katarzyna Roszek<sup>a</sup>,  
Joanna Czarnecka<sup>a</sup>, Marek Wiśniewski<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Zakład Biochemii, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska,  
UMK w Toruniu

<sup>b</sup> Katedra Chemii Materiałów, Adsorpcji i Katalizy,  
Wydział Chemii, UMK w Toruniu  
ahetmann@umk.pl

Nanobiokataliza jest dynamicznie rozwijającą się dziedziną badań, wykorzystującą enzymy unieruchomione na nanomateriałach. Intensywny rozwój metod syntezy materiałów nanostrukturalnych w ostatnich latach skutkuje ich szeroką dostępnością oraz poszukiwaniem nowych zastosowań nanomateriałów, również jako podłoża do immobilizacji.

Prezentowane badania dotyczą immobilizacji kinazy adenylanowej – enzymu o potencjalnych zastosowaniach biomedycznych. Kinaza adenylanowa (AK) to enzym z grupy fosfotransferaz (EC 2.7.4.3), będący kluczowym regulatorem procesu hemostazy poprzez kontrolę stężenia ADP. Katalizuje ona transfer  $\beta$ -fosforanu z jednej cząsteczki ADP na drugą, zgodnie ze schematem reakcji:  $2 \text{ADP} \leftrightarrow \text{AMP} + \text{ATP}$ . Enzym ten uczestniczy również w przenoszeniu reszt zarówno  $\beta$ - jak i  $\gamma$ -fosforanowych z ATP na AMP.

Immobilizacja AK opiera się na fizycznej adsorpcji enzymu na powierzchni tlenku grafenu (GO). Analiza cytotoksyczności tlenku grafenu przeprowadzona została w zakresie stężeń od 0,04  $\mu\text{g/ml}$  do 100  $\mu\text{g/ml}$  na dwóch liniach komórkowych: komórkach jajnika chomika chińskiego (CHO) i mysich mezenchymalnych komórkach macierzystych. Wykazano brak efektu toksyczności i biokompatybilność materiału.

Adsorpcja białka enzymatycznego na powierzchni GO skutkuje wyraźnym wzrostem aktywności. Aktywność w kierunku tworzenia ATP wzrasta o około 30%, natomiast w kierunku tworzenia ADP obserwujemy wzrost aktywności o około 50%. Dodatkowo, wzrost aktywności enzymatycznej utrzymuje się w czasie przechowywania enzymu. Zwiększenie aktywności i stabilności kinazy adenylanowej immobilizowanej na powierzchni biokompatybilnego materiału daje możliwość wykorzystywania takiego systemu biokatalitycznego w układach biologicznych, np. do regulacji i utrzymywania równowagi nukleotydowej.

## Węglowe kropki kwantowe jako bezpieczny nośnik aktywnych biologicznie związków wprowadzanych do komórek

Joanna Czarnecka<sup>a</sup>, Mateusz Kwiatkowski<sup>a</sup>, Katarzyna Roszek<sup>a</sup>, Marek Wiśniewski<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Zakład Biochemii, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska,  
UMK w Toruniu

<sup>b</sup> Katedra Chemii Materiałów, Adsorpcji i Katalizy,  
Wydział Chemii, UMK w Toruniu  
j\_czar@umk.pl

Do niedawna uważano, że nanomateriały łatwo zrewolucjonizują rynek bionośników. Ich zadaniem byłoby ułatwienie transferu związków słabo rozpuszczalnych lub cytotoksycznych, bezpośrednio do komórek docelowych. Niestety, duża część dotychczas przebadanych nanomateriałów wywołuje efekty toksyczne, zarówno poprzez oddziaływanie w środowisku zewnątrzkomórkowym, jak i dzięki zdolności do penetracji błony komórkowej. Biologiczna odpowiedź komórek na nanomateriały ma u podstaw stres oksydacyjny, a wtórnymi efektami tej toksyczności jest dysfunkcja błon i genotoksyczność. Jednak nie wyklucza to całkowicie możliwości zastosowania nanomateriałów jako nośników, a oznacza jedynie, że materiały o potencjalnym zastosowaniu biomedycznym powinny być starannie weryfikowane na wstępnych etapach projektowania biokontenerów.

Węglowe kropki kwantowe (CQD) są materiałem, którego toksyczność jest najniższa spośród przebadanych przez nas nanomateriałów węglowych. Przeprowadzona na 4 liniach ssacych analiza cytotoxyczności *in vitro* wskazuje, że uzyskane wartości  $EC_{50}$  są przynajmniej 10-krotnie niższe niż wartości uzyskane dla innych nanomateriałów węglowych. Analiza aktywności katalazy w lizatach komórek hodowanych w obecności CQD wskazuje, że ten rodzaj kropek nie generuje stresu oksydacyjnego (aktywność katalazy jest niższa niż w komórkach kontrolnych). Zdolność CQD do emitowania fluorescencji umożliwia obserwację dystrybucji materiału w komórkach i być może okaże się możliwe oznaczanie ilościowe materiału, który uległ endocytozie.

## Ocena wpływu ekstraktu z oprzędu larwy chruścika (*Hydropsyche angustipennis*) na właściwości biologiczne fibroblastów mysich linii BALB/3T3

Małgorzata Maj<sup>a</sup>, M Kanik<sup>a</sup>, M Tszudel<sup>b</sup>, J Strzelecki<sup>c</sup>, D Porowińska<sup>d</sup>, A Bajek<sup>a</sup>, T Drewa<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Katedra Urologii, Collegium Medicum im. Ludwika Rydygiera w Bydgoszczy, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, ul. Karłowicza 24, 85-092 Bydgoszcz

<sup>b</sup> Katedra Ekologii i Zoologii Kręgowców, Uniwersytet Łódzki, ul. Banacha 12/16, 90-237 Łódź

<sup>c</sup> Zakład Biofizyki i Fizyki Medycznej, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, ul. Grudziądzka 5, 87-100 Toruń,

<sup>d</sup> Zakład Biochemii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, ul. Gagarina 7, 87-100 Toruń

maj@onet.pl

Ze względu na unikalne właściwości mechaniczne, a także biokompatybilność i biodegradowalność jedwab pajęczycy stanowi biomateriał o potencjalnym zastosowaniu medycznym. Alternatywą dla nici pajęczycy mogą stać się włókna jedwabne produkowane przez larwy chruścika (*Hydropsyche angustipennis*). Charakteryzują się one podobną wytrzymałością mechaniczną, jednak doniesienia na temat ich biozgodności są ograniczone. Z tego względu celem prowadzonych badań była analiza wpływu ekstraktu z nici chruścika na komórki mysich fibroblastów hodowanych w warunkach *in vitro*.

W badaniu wykorzystano mysie fibroblasty BALB/3T3 (CCL-163, ATCC), które hodowano w obecności ekstraktu przygotowanego w medium DMEM/F-12 z dodatkiem 10% płodowej surowicy bydlęcej. Ekstrakcję prowadzono w temperaturze 37°C w sterylnych, chemicznie obojętnych naczyniach przez 24 godziny. Analizie poddano żywotność (test MTT) oraz potencjał proliferacyjny fibroblastów (inkorporacja BrdU) inkubowanych w ekstrakcie przez 24-72 godziny. Oceniono również wzrost komórek w czasie rzeczywistym przy pomocy urządzenia RTCA-DP (system xCELLigence).

Przeprowadzone analizy wykazały, że badany ekstrakt zmienia właściwości biologiczne fibroblastów mysich w sposób zależny od dawki i czasu ekspozycji. Nie zaobserwowano zmian w żywotności oraz potencjale proliferacyjnym komórek hodowanych w obecności ekstraktu o stężeniu 1-5 mg/ml. Z kolei zastosowanie roztworu o stężeniu 10 mg/ml spowodowało spadek aktywności metabolicznej komórek o 18,2% w odniesieniu do kontroli. Inkubacja z ekstraktem wpływała również na zmniejszenie inkorporacji bromodeoksyurydyny do DNA proliferujących komórek.

Uzyskane wyniki wskazują na zależność pomiędzy stężeniem ekstraktu, a odpowiedzią komórek na zmianę warunków hodowli. Pełna ocena biokompatybilności, a tym samym możliwości wykorzystania nici jedwabnych larw chruścika wymaga poszerzenia badań, szczególnie o kompleksową analizę indukcji apoptozy na panelu ludzkich linii komórkowych.

## Modelowanie adsorpcji uwalniania cis-platyny na nanorurkach węglowych

Piotr A. Gauden<sup>a</sup>, Artur P. Terzyk<sup>a</sup>, Jerzy Włoch<sup>b</sup>, Wojciech Zieliński<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Wydział Chemii, Katedra Chemii Materiałów, Adsorpcji i Katalizy, Zespół Fizykochemii Materiałów Węglowych, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

<sup>b</sup> Wydział Chemii, Katedra Chemii Materiałów, Adsorpcji i Katalizy, Zespół Modelowania i Syntezy Nowych Materiałów, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu  
gaudi@umk.pl

Klasyczna chemioterapia jest najczęściej przypadkowa (nieselektywna), wiąże się z dużym ryzykiem nawrotu choroby, a w wielu zaawansowanych przypadkach jej skuteczność jest niezadowalająca. W tym celu opracowuje się nowe metody dostarczania leku przeciwnowotworowego, na przykład wykorzystując nanorurki węglowe sprzężone z nowymi lekami. Istotną grupą leków stosowanych w terapii antynowotworowej są związki koordynacyjne platyny, w tym cis-platyna. Pełne wykorzystanie tego związku nie jest możliwe ze względu na jego toksyczność w stosunku do zdrowych tkanek. W tym miejscu należy wspomnieć o zaawansowanych układach uwalniania leków, bazujących na tzw. „blokach budujących”. Tymi ostatnimi mogą być nanorurki węglowe modyfikowane w taki sposób, by nie tylko były w stanie dostarczać lek, ale również robiły to jak najbardziej selektywnie [1].

Prowadzone badania dotyczące uwalniania chemioterapeutyku jednoznacznie wskazują, iż stopień uwolnienia cis-platyny umieszczonej we wnętrzu nanorurek węglowych zależy od metody modyfikacji powierzchni materiału węglowego oraz metody nakładania leku i rodzaju zastosowanego rozpuszczalnika [2,3]. Prowadzone w naszym zespole [3] badania dotyczące wprowadzenia cis-platyny do nanorurek węglowych metodą odparowania z zastosowaniem dwóch różnych rozpuszczalników: wody i dimetyloformamidu (DMF) wskazują na nieznacznie szybsze i mniejsze (niż 100%) uwalnianie leku gromadzonego za pomocą DMF.

Istotną rolę w badaniach laboratoryjnych nad kinetyką procesu uwalniania mogą odgrywać symulacje komputerowe dostarczające informacje na temat mechanizmu procesu [4], co będzie przedmiotem niniejszej prezentacji nowych wyników autorskich.

### Literatura:

- [1] A. Bianco, K. Kostarelos, C.D. Partidos, M. Prato, *Chemical Communication*, 2005, 5,571-577.
- [2] C. Tripisciano, K. Kraemer, A. Taylor, E. Borowiak-Palen, *Chemical Physics Letters*, 2009, 478, 4-6, 200-205.
- [3] K. Werengowska-Ciećwierz, M. Wiśniewski, A.P. Terzyk, N. Gurtowska, J. Olkowska, T. Kloskowski, T.A. Drewa, U. Kielkowska, S. Drużyński, *Carbon*, 2014, 70, 46-58.
- [4] L.A. De Souza, C.A.S. Nogueira, P.F.R. Ortega, J.F. Lopes, H.D.R. Calado, R.L. Lavall, G.G. Silva, H.F. Dos Santos, W.B. De Almeida, *Inorganica Chimica Acta*, 2016, 447, 38-44.

## **Charakterystyka oddziaływań międzymolekularnych w układach chitozan-niesteroidowe leki przeciwzapalne**

Anna Kaczmarek-Kędziera, Dorota Chelminiak, Anna Ilnicka, Marta Ziegler-Borowska  
*Wydział Chemii Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu*  
teoadk@chem.umk.pl

Niesteroidowe leki przeciwzapalne (NLPZ) to środki dostępne bez recepty, stosowane w chorobach przewlekłych oraz częstych dolegliwościach bólowych. Do najczęstszych działań niepożądanych leków z tej grupy należą problemy sercowo-naczyniowe, podrażnienia układu pokarmowego czy upośledzenie funkcji nerek. Zarówno leki, jak i ich metabolity dostają się do środowiska, gdzie ulegają fotodegradacji i dalszym przemianom wzmacniającym ich działanie niepożądane na organizmy żywe. Mimo ich stosunkowo niewielkich ilości (ppb) w środowisku, wpływ NLPZ na organizmy żywe przy długotrwałej ekspozycji nie został w pełni zbadany. Najnowsze regulacje Unii Europejskiej wymieniają diklofenak jako jedną z substancji stanowiących szczególne zagrożenie dla środowiska. Opracowanie metod detekcji śladowych ilości NLPZ i ich usuwania ze ściągów i gleby stają się więc zagadnieniami wyjątkowej wagi. W tym celu niezbędne jest dokładne poznanie natury oddziaływania NLPZ z potencjalnymi sorbentami oraz poszukiwanie materiałów zdolnych do efektywnej adsorpcji leków i ich metabolitów.

Chitozan otrzymywany w procesie deacetylacji chityny charakteryzuje się dużą pojemnością sorpcyjną ze względu na wysoką zawartość grup bocznych aminowych i hydroksylowych. Ponadto wykazuje biogodność i nietoksyczność, zatem interesujące stają się potencjalne możliwości wykorzystania go jako sorbenta stosowanego do oczyszczania wody. Chitozan łatwo ulega modyfikacjom, mającym na celu wprowadzenie dodatkowych lub wydłużonych grup bocznych, które mogą ułatwić adsorpcję małych cząsteczek czy oddziaływania z makrocząsteczkami. Zatem atrakcyjną alternatywą do innych sposobów usuwania NLPZ ze środowiska wydaje się opracowanie nowoczesnych materiałów (kompozytów i materiałów węglowych) opartych na tym biopolimerze.

Do precyzyjnego opisu oddziaływań międzycząsteczkowych w układach chitozanowych wykorzystano narzędzia chemii obliczeniowej. Cząsteczkę modelową skonstruowano z pięciu pierścieni chitozanowych. Badania obejmują oddziaływanie chitozanu modyfikowanego i niemodyfikowanego z pojedynczą cząsteczką leku w formie obojętnej i jonowej: wyznaczone są najbardziej korzystne struktury kompleksów oraz przeprowadzona szczegółowa charakterystyka natury oddziaływań pomiędzy cząsteczką biopolimeru i leku.

*Badania były finansowane z grantu Narodowego Centrum Nauki numer 2014/13/B/ST8/04342*

## **Sonochemiczne otrzymywanie nanocząstek złota stabilizowanych poli(kwasem akrylowym)**

Renata Czechowska-Biskup<sup>a</sup>, Bożena Rokita<sup>a</sup>, Piotr Komorowski<sup>a</sup>,  
Aleksandra Jakubowska<sup>b</sup>, Piotr Ulański<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Międzyresortowy Instytut Techniki Radiacyjnej, Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka

<sup>b</sup> Laboratorium Biofizyki Molekularnej i Nanostrukturalnej, Łódzki Regionalny Park  
Naukowo-Technologiczny, Łódź

<sup>c</sup> Zakład Biofizyki, Instytut Inżynierii Materiałowej, Politechnika Łódzka  
rokitab@mitr.p.lodz.pl

Nanocząstki złota (AuNPs) w ostatnich latach są przedmiotem intensywnych badań w terapii fotodynamicznej, diagnostyce medycznej oraz w aktywnym transporcie leków, szczególnie w przypadku chorób nowotworowych.

W klasycznych metodach otrzymywania AuNPs obejmujących redukcję soli złota za pomocą chemicznych środków redukujących (np. borowodorek sodu, cytrynian sodu) pozostają trudne do usunięcia zanieczyszczenia, mogące wpływać na czystość otrzymanych cząstek. Alternatywą jest metoda sonochemicznej syntezy nanocząstek złota, zaliczana do metod przyjaznych środowisku (nie wymaga wprowadzania do układu dodatkowych substancji). Metoda ta zapewnia wytworzenie całkowicie zredukowanych nanocząstek o wysokiej czystości. Ze względu na dużą energię powierzchniową nanocząstek złota i tendencję do ich agregacji podczas syntezy stosuje się polimery, które powodują ich stabilizację.

Celem pracy było otrzymanie za pomocą metody sonochemicznej nanocząstek złota o dobrej stabilności dyspersji. W badaniach jako stabilizator wykorzystano poli(kwas akrylowy) PAA o masie cząsteczkowej 1800 Da, prekursorem do wytwarzania nanocząstek złota był kwas chlorozłotowy  $\text{HAuCl}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ . Analizę nanocząstek przeprowadzono przy użyciu spektrometrii UV-Vis, dynamicznego rozpraszania światła (DLS), potencjału zeta oraz transmisyjnej mikroskopii elektronowej (TEM).

Na podstawie otrzymanych wyników stwierdzono, że za pomocą metody sonochemicznej można otrzymywać stabilne nanocząstki złota. Z położenia maksimum pasm absorpcyjnych w świetle widzialnym (długość fali ok. 520 nm) oraz intensywnej barwy purpurowej dyspersji wynika, że tworzą się nanocząstki złota o rozmiarach ok. 20-50 nm.

*Praca finansowana przez IAEA 18354/RO*





**SESJA PLAKATOWA**  
**PIĄTEK 3.06**  
**(wg przypisanych numerów)**

## **Wykorzystanie powierzchni modyfikowanych nano-złotem i tlenkiem grafenu jako podłoża do immobilizacji peroksydazy chrzanowej (HRP)**

Sylvia Berbec

*Zakład Chemii Fizycznej, Uniwersytet Warszawski*  
sberbec@chem.uw.edu.pl

Grafen charakteryzuje się wysokim przewodnictwem elektrycznym, przez co stanowiłby świetny łącznik między powierzchnią metaliczną a centrum redoks enzymu. Zastosowanie takiej modyfikacji powierzchni pozytywnie wpłynęłoby na efektywność transferu elektronów między elektrodą a biokatalizatorem. Hydrofobowość grafenu może stanowić przeszkodę podczas immobilizacji enzymu. Z kolei tlenek grafenu (GO) w swojej strukturze posiada grupy funkcyjne zawierające atomy tlenu, które mogą pełnić kluczową rolę w unieruchamianiu cząsteczek. Idealnym rozwiązaniem byłoby stworzenie materiału hybrydowego o właściwościach charakterystycznych zarówno dla grafenu (wysokie przewodnictwo) jak i tlenku grafenu (obecność grup funkcyjnych zdolnych do tworzenia wiązań). Elektrochemiczna redukcja tlenku grafenu stanowi uniwersalny sposób wytworzenia warstwy grafenu na powierzchni elektrody. Takie podejście umożliwia wprowadzanie tlenowych grup funkcyjnych na modyfikowaną powierzchnię, dzięki czemu zyskuje ona częściowy charakter hydrofilowy. Utworzone grupy powierzchniowe mogą służyć do unieruchamiania enzymu na powierzchni za pomocą wiązań kowalencyjnych lub oddziaływań elektrostatycznych. Kluczowym zadaniem polarnych grup funkcyjnych obecnych w strukturze zredukowanego GO jest utworzenie wiązań wodorowych i peptydowych z hydrofilowymi resztami aminokwasowymi białka. Hydrofobowe elementy powierzchni powinny zwiększyć adsorpcję enzymu z fazy objętościowej ze względu na oddziaływanie z aminokwasami aromatycznymi, które znajdują się w bocznych łańcuchach polipeptydowych. Hydrofobowo-hydrofilowe właściwości utworzonego podłoża mogą z kolei wpływać na orientację zaadsorbowanych cząsteczek enzymu.

## Synteza nanocząstek magnetytu pokrytych chitozanem, wzbogaconym o grupy aminowe, dla aplikacji biomedycznych

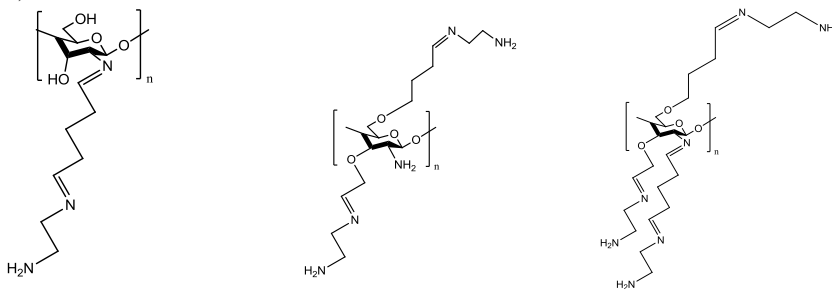
Dorota Chełminiak<sup>a</sup>, Marta Ziegler-Borowska<sup>a</sup>, Adam Sikora<sup>b</sup>, Anna Ilnicka<sup>a</sup>,  
Michał P. Marszał<sup>b</sup>, Halina Kaczmarek<sup>a</sup>, Jerzy P. Łukaszewicz<sup>a</sup>,  
Anna Kaczmarek-Kędziera<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Wydział Chemii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, ul. Gagarina 7, 87-100 Toruń

<sup>b</sup> Wydział Farmaceutyczny, Collegium Medicum im. Ludwika Rydygiera w Bydgoszczy,  
Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, ul. Dr A. Jurasza 2, 85-094 Bydgoszcz  
dorotachelminiak@wp.pl

W ciągu ostatniego dziesięciolecia obserwuje się znaczący rozwój nanotechnologii, w tym badań nad nanomateriałami, które obecnie wykorzystywane są w wielu dziedzinach nauki, w tym w naukach biologicznych i medycznych. Szczególną klasą tego typu materiałów są nanocząstki bazujące na magnetycie ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), które charakteryzują się m.in. szerokim powinowactwem chemicznym, superparamagnetyzmem, podatnością na modyfikacje chemiczne oraz biouzgodnością [1].

W ramach niniejszej pracy otrzymano szereg nanocząstek magnetycznych, pokrytych chitozanem, posiadającym zwiększoną liczbę grup aminowych na swojej powierzchni (Rys.1).



Rys. 1. Struktury zmodyfikowanych chitozanów, pokrywających powierzchnię magnetycznych nanocząstek.

Nanocząstki otrzymano na drodze współwytrącania *in situ*. Dokonano pełnej charakterystyki otrzymanych materiałów (zdjęcia SEM, TEM, analiza rentgenograficzna XRD, ATR-FTIR, analiza termiczna) [2]. Zbadano ilość wolnych grup aminowych na powierzchni nanomateriałów, a także rozmiar nanocząstek. Otrzymany materiał wykorzystano do immobilizacji albuminy z surowicy krwi ludzkiej (HSA) oraz bydlęcej (BSA) [3].

Projekt został sfinansowany ze środków Narodowego Centrum Nauki przyznanych na podstawie decyzji numer 014/15/D/NZ7/01805 oraz częściowo na podstawie decyzji numer 2014/13/B/ST8/04342.

### Literatura:

- [1] D. Chełminiak, M. Ziegler-Borowska, H. Kaczmarek, Polimery (2015) 60:12-17.
- [2] M. Ziegler-Borowska, D. Chełminiak, H. Kaczmarek, Anna Kaczmarek-Kędziera, J ThermalAnal. and Cal. (2016) doi: 10.1007/s10973-016-5260-x
- [3] M. Ziegler-Borowska, D. Chełminiak, T. Siódmak, A. Sikora, M.P. Marszał, H. Kaczmarek, Mat. Lett. (2014) 132:63-65

## **Fibryle amyloidowe i perspektywy ich wykorzystania w konstruowaniu nowych materiałów**

Robert Dec, Wojciech Dzwolak  
*Uniwersytet Warszawski, Wydział Chemii*  
robert.dec@student.uw.edu.pl

Natura dostarcza wielu przykładów samoorganizujących się układów, które mogą być wykorzystane w konstruowaniu nowych materiałów. Fibryle amyloidowe reprezentują szczególną klasę białkowych agregatów powstających w sposób spontaniczny w warunkach sprzyjających częściowej denaturacji ich polipeptydowych prekursorów. Klasę szczególną stanowią dlatego, iż są to agregaty wysoko ustrukturyzowane, stabilizowane dzięki kolektywnemu działaniu sieci wiązań wodorowych, tworzące nanometrycznych rozmiarów włókna. Fibryle amyloidowe posiadają niezwykle cenne z punktu widzenia ich potencjalnych zastosowań aplikacyjnych właściwości fizyko-mechaniczne. Ich elastyczność porównuje się niekiedy do tej, jaką posiada jedwab, a ich wytrzymałość mechaniczna jest tak duża jak stali [1]. Amyloidy posiadają też dużą odporność na działanie enzymów proteolitycznych i wielu rozpuszczalników organicznych. Ich unikalne właściwości wykorzystywane są przez niektóre prymitywne organizmy takie jak bakterie i grzyby. Głównym jednak obszarem zainteresowania związanym z włóknami amyloidowymi jest ten badający ich związek z chorobami neurodegeneracyjnymi, takimi jak choroba Alzheimer'a czy Parkinsona.

W prezentowanym posterze przedstawiona zostanie krótka charakterystyka amyloidów, przykłady ich kreatywnego wykorzystania w konstruowaniu nowych materiałów, jaki i wyniki badań własnych dotyczące wybranych właściwości fizyko-mechanicznych amyloidu insuliny wołowej.

### **Literatura:**

- [1] Bongiovanni, Marie N. "Engineering functional amyloid fibrils for biomaterial applications." (2012).

## Oznaczanie toksyczności nanocząstek metali syntezowanych w torfie

Kinga I. Hęclik<sup>a</sup>, Karol Hęclik<sup>b</sup>, Anna Lankoff<sup>c</sup>, Dariusz Pogocki<sup>a,c</sup>

<sup>a</sup> Wydział Biologiczno-Rolniczy, Uniwersytet Rzeszowski, ul. Ćwiklińskiej 1, 35-601 Rzeszów, Polska

<sup>b</sup> Wydział Chemiczny, Politechnika Rzeszowska, al. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów, Polska

<sup>c</sup> Centrum Radiobiologii i Dozymetrii Biologicznej, Instytut Chemii i Techniki Jądrowej, ul. Dorodna 16, 03-195 Warszawa, Polska  
kinga.i.heclik@wp.pl

Torf to porowata materia pochodzenia roślinnego i zwierzęcego. Podczas rozkładania cząstek organicznych tworzą się kwasy humusowe. Dzięki aktywnym centrom mogą one redukować zanieczyszczenia metaliczne do relatywnie obojętnych dla środowiska nanocząstek.

Syntezerowane na wodnych ekstraktach torfowych nanocząstki metali (srebro, miedź, cyrkon) to próba odtworzenia naturalnego procesu. Obojętne chemicznie nanodrobiny, ze względu na swoje rozmiary, mogą mieć toksyczny wpływ na organizmy wyższe. Niewielkie rozmiary mogą umożliwiać im pokonanie bariery komórkowej, a następnie działać toksycznie we wnętrzu komórki.

Przeprowadzone różnego rodzaju testy toksyczności tj. odpowiedź antyoksydacyjna *Lepidium sativum* L., *Lotus corniculatus* L., testy przeżywalności *Artemia*, HeLa, A549 potwierdzają negatywny wpływ nanocząstek metali na organizmy.

W zależności od rodzaju pierwiastka użytego do syntezy otrzymuje się różne wielkości nanocząstek, a te z kolei w inny sposób wpływają na badane organizmy modelowe, całkowicie je uszkadzając i zahamowując ich rozwój (testy prowadzone na roślinach i nanocząstkach) lub pozbawiając zdolności przystosowawczych (testy przeżywalności organizmów i komórek) albo stresując komórki analizowanego organizmu uśmiercając je zanim zdola on wytworzyć mechanizm obronny i podjąć walkę ze stresorem.

## **Wpływ modyfikacji membrany chitozanowej na parametry kondensatora elektrochemicznego**

Krzysztof Nowacki, Izabela Stępniaik  
*Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska*  
krzysztof.nowacki@student.put.poznan.pl

Chitozan to liniowy polisacharyd pochodzenia naturalnego posiadający w swojej strukturze  $\beta$ -(1,4)-D-glukozaminę oraz N-acetyl-D-glukozaminę. Otrzymywany jest przez deacetylację chityny. Szereg zalet chitozanu (m. in. tworzenie hydrożeli, biodegradowalność czy nietoksyczność) sprawia, iż poszukiwane są dla niego zastosowania w innych niż medycyna dziedzinach np. elektrochemii.

Aplikacja chitozanu w urządzeniach elektrochemicznych (ogniwach, kondensatorach elektrochemicznych) jako separatora lub składnika materiału elektrodowego, pozwala na uzyskanie urządzeń o wysokiej wydajności oraz redukcję kosztów produkcji i recyklingu.

Celem badań było określenie wpływu modyfikacji membrany chitozanowej (CS) na parametry kondensatora elektrochemicznego oraz zakresu napięcia pracy w układzie wodnym. Membrany CS otrzymano metodą wylewania, a następnie poddano je modyfikacji wykorzystując różne czynniki modyfikujące (m. in. aldehyd glutarowy, alginian sodu czy wodorotlenek sodu).

W celu określenia wpływu zastosowanego modyfikatora na parametry membrany CS przeprowadzono:

- badanie stopnia pęcznienia w roztworze elektrolitu,
- charakterystykę elektrochemiczną testowych komórek kondensatorowych (EDLCs).

Na podstawie wyników określono zależność między rodzajem czynnika modyfikującego a stopniem pęcznienia membrany oraz wpływ modyfikacji membrany na parametry elektrochemiczne EDLCs (pojemność, gęstość energii i mocy) przy różnych wartościach napięcia. W badaniach elektrochemicznych wykorzystano następujące metody: elektrochemiczną spektroskopię impedancyjną, woltamperometrię cykliczną oraz galwanostatyczne ładowanie/rozładowanie.

## The uptake kinetics and genotoxicity effects of diesel exhaust particles from the combustion of 1st and 2nd generation biodiesel fuels in BEAS-2B cells

M. Kowalska<sup>a</sup>, A. Wegierek-Ciuk<sup>a</sup>, J. Czarnocka<sup>b</sup>, M. Odziemkowska<sup>b</sup>, M. Kruszewski<sup>c,d</sup>, H. Lisowska<sup>a</sup>, R. Mruk<sup>e</sup>, M. Oczkowski<sup>e</sup>, K. Dziendzikowska<sup>e</sup>, M. Oddvar<sup>f</sup>, P. Magnusson<sup>f</sup>, J. Gromadzka-Ostrowska<sup>e</sup>, J. Øvrevik<sup>f</sup>, M. Wojewodzka<sup>b</sup>, A. Lankoff<sup>a,c</sup>

<sup>a</sup> Jan Kochanowski University, Institute of Biology, Department of Radiobiology and Immunology, Kielce, Poland;

<sup>b</sup> Automotive Industry Institute, Automotive Industry Institute Warsaw, Poland;

<sup>c</sup> Institute of Nuclear Chemistry and Technology, Centre for Radiobiology and Biological Dosimetry, Warsaw, Poland;

<sup>d</sup> Faculty of Medicine, University of Information Technology and Management, Rzeszów, Poland;

<sup>e</sup> Warsaw University of Life Sciences Warsaw, Poland,

<sup>f</sup> The Norwegian Institute of Public Health, Oslo, Norway

mkowalska@ujk.edu.pl

Global warming is one of the biggest environmental challenges of our time. Yet, it is imperative that the solutions that are chosen to protect the global environment are safe and not introduced at the expense of local environments. Currently biodiesel fuels are only used at low levels throughout Europe, but vision plans has been proposed to increase the shear of biofuels considerably in the near future. The potential health impact of new fuels and combustion technologies therefore need to be critically assessed before large-scale introduction.

Taking this into account the aim of our study was to determine the uptake kinetics and toxic effects of diesel exhaust particles from the combustion of 1st and 2nd generation biodiesel fuels in BEAS-2B cells. Three biodiesel fuels were tested: B7 (7% vol. methyl esters of fatty acids - FAME), B20 (20% vol. FAME) and SHB20 (7% vol. FAME and 13% NExBTL). The kinetics of cellular uptake/binding of DEPs (diesel exhaust particles) was examined by flow cytometry, whereas genotoxic effect was determined by the micronucleus and comet assays. The exponentially growing BEAS-2B cells (normal human lung/bronchus cells) were treated with a range of B7, B20 and SHB20 doses (0; 5; 10; 25; 50 and 100 µg/ml) for 2 and 24 hours. Our results revealed that the examined DEPs were efficiently taken up by the cells and that the concentration of DEPs in BEAS-2B cells was a dose- and time-dependent. The cellular uptake of DEPs into the cells *in vitro* was confirmed by the transmission electron microscopy. Our results showed also that the DEPs did not induce SSB and FPG after 2 hours of treatment. However, after 24 hours a significant increase of SSB (but not FPG) was observed in BEAS-2B. The micronucleus assay results confirmed the comet assay results. To conclude, all these assays showed that the DEPs from the combustion of B7, B20 and SHB biofuels are genotoxic to BEAS-2B cells *in vitro*. However, the DEPs from the combustion of B7 biofuel possess the highest genotoxic properties. The induction of genotoxic response depends on the ratio to which biofuel is blended (B7 vs B20) and on the chemical composition of biofuels 1st and 2nd generation (B7 and B20 vs SHB).

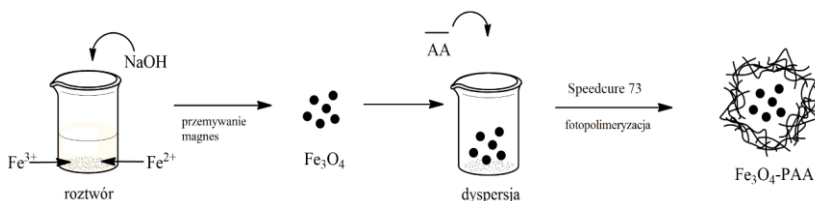
*This project is funded from Norway Grants in the Polish-Norwegian Research Programme operated by the National Centre for Research and Development: Pol-Nor/201040/72/2013 [FuelHealth].*

## Nanocząstki magnetyczne pokryte mieszaniną chitozanu i poli(kwasu akrylowego) dla aplikacji biomedycznych

Katarzyna Węgrzynowska-Drzymalska, Dorota Chelminiak, Marta Ziegler-Borowska,  
Halina Kaczmarek

*Katedra Chemii i Fotochemii Polimerów, Wydział Chemii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika,  
ul. Gagarina 7, 87-100 Toruń  
kasiawd@doktorant.umk.pl*

W ostatnich latach wzrasta zainteresowanie projektowaniem, syntezą i zastosowaniem nanocząstek w wielu dziedzinach nauki. Szczególną klasą nanocząstek są nanocząstki magnetyczne, których rdzeń bazuje na magnetycie ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) wykazującym właściwości superparamagnetyczne (Rys. 1.) [1].



Rys. 1. Schemat otrzymywania nanocząstek  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ -PAA.

Nanocząstki magnetyczne są szeroko wykorzystane w naukach biomedycznych m.in. w hipertermii magnetycznej, dostarczaniu leków oraz detoksykacji płynów biologicznych (ustrojowych) [2]. Rdzeń magnetytowy wymaga pokrycia stabilizatorem, od którego zależą właściwości nanocząstek magnetycznych. Jednymi z szeregu stabilizatorów polimerowych stosowanych do pokrywania magnetytu są chitozan oraz poli(kwas akrylowy) (PAA).

Standardowymi metodami otrzymywania nanocząstek magnetycznych przy użyciu PAA jako stabilizatora są termiczna polimeryzacja lub kopolimeryzacja kwasu akrylowego (AA) na powierzchni rdzenia magnetytu [3,4]. Metody te są jednak czasochłonne i kosztowne. Alternatywą dla tych metod jest pokrywanie nanocząstek magnetytu PAA na drodze fotopolimeryzacji.

Czysty monomer kwasu akrylowego poddano procesowi fotopolimeryzacji, a kinetykę fotopolimeryzacji wykonano przy pomocy spektroskopii FTIR. Pasma przy długości fali  $1635\text{ cm}^{-1}$ , odpowiadające drganiom rozciągającym  $\text{C}=\text{C}$ , zostało wybrane do obliczenia stopnia konwersji monomeru. Strukturę i morfologię otrzymanych nanocząstek scharakteryzowano za pomocą spektroskopii ATR-FTIR, analizy rentgenograficznej oraz transmisyjnej mikroskopii elektronowej. Zbadano również rozmiar otrzymanych nanocząstek metodą DLS (Nanosizer).

### Literatura:

- [1] Chelminiak D., Ziegler-Borowska M., Kaczmarek H., Synthesis of magnetite nanoparticles coated with poly(acrylic acid) by photopolymerization, *Materials Letters* 164 (2016) 464-467.
- [2] Ziegler-Borowska M., Chelminiak D., Siódmiak T., Sikora A., Marszał M.P., Kaczmarek H., Synthesis of new chitosan coated magnetic nanoparticles with surface modified with long-distanced amino groups as a support for bioligands binding, *Materials Letters* 132 (2014) 63-65.
- [3] Wu Y., Guo J., Yang W., Wang C.H., Fu S., Preparation and characterization of chitosan-poly(acrylic acid) polymer magnetic microspheres, *Polymer* 47 (2006) 5287-5294.
- [4] Guo L., Liu G., Hong R.Y., Li H.Z., Preparation and characterization of chitosan poly(acrylic acid) magnetic microspheres, *Marine Drugs* 8 (2010) 2212-2222.



## **Promieniowce jako źródło nanocząstek srebra o właściwościach przeciwrzybowych wobec dermatofitów wywołujących grzybice powierzchniowe**

Magdalena Wypij, Patrycja Golińska, Anna Cierplińska, Hanna Dahm  
Zakład Mikrobiologii, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Mikołaja  
Kopernika, ul. Lwowska 1, 87-100 Toruń  
mwypij@umk.pl

Grzybice powierzchniowe są powszechnymi infekcjami włosów, skóry i paznokci wywoływanyymi głównie przez dermatofity, rzadziej grzyby drożdżopodobne. W ostatnich latach infekcje skórne wywołane przez grzyby takie jak *Candida* sp., *Microsporum* sp. oraz *Trichophyton* sp. uległy rozpowszechnieniu. Ponadto, narastająca oporność na konwencjonalnie stosowane leki stała się istotnym zagrożeniem życia publicznego. Z tego względu rozwój nowych metod leczenia grzybic powierzchniowych jest szczególnie interesujący.

Nanotechnologia, a szczególnie bionanotechnologia znalazła zastosowanie w wielu obszarach ludzkiej działalności. Promieniowce środowisk ekstremalnych stanowią tani, efektywny i przyjazny środowisku system biologicznej syntezy nanocząstek srebra o wysokiej aktywności antymikrobiologicznej, wynikającej z ich niewielkich rozmiarów (<100 nm), chemicznych i fizycznych właściwości oraz z dużego stosunku ich powierzchni do objętości.

Celem badań była synteza nanocząstek srebra przez acidofilne szczepy promieniowców SF23 i C9 oraz ocena *in vitro* ich aktywności wobec grzybów wywołujących grzybice powierzchniowe (*Candida albicans*, *C. tropicalis*, *Malassezia furfur* oraz *Trichophyton rubrum*). Uzyskane bionanocząstki srebra scharakteryzowano za pomocą technik analitycznych, w tym spektrofotometrii UV-VIS, spektroskopii w podczerwieni z transformacją Fouriera (FTIR), potencjału Zeta, analizy trakcyjnej (NTA) oraz transmisyjnego mikroskopu elektronowego (TEM).

Wytwarzanie AgNPs notowano na podstawie zmiany barwy podczas przebiegu reakcji i potwierdzono za pomocą spektroskopii UV-VIS. Analiza FTIR wykazała piki odpowiadające różnym grupom funkcyjnym i wskazującym na obecność białek stabilizujących na powierzchni otrzymanych nanocząstek srebra. Analiza trakcyjna nanocząstek (NTA) oraz TEM potwierdziły wielkość AgNPs w zakresie 4-60 nm oraz ich sferyczny kształt. Otrzymane biologicznie nanocząstki srebra wykazały znaczącą aktywność przeciwrzybową wobec zbadanych dermatofitów i grzybów drożdżopodobnych.

## **Zastosowanie biokompatybilnych nanocząstek złota w terapiach kierowanych molekularnie**

Katarzyna Sobczak, Sylwia Polakiewicz, Michał Wójcik  
*Wydział Chemii, Uniwersytet Warszawski*  
s.polakiewicz@student.uw.edu.pl

W ciągu ostatnich lat można obserwować znaczny wzrost popularności nanotechnologii. Jednym z jej zastosowań są terapie celowane, które mają na celu dostarczanie farmaceutyków do odpowiednich struktur w organizmie. Często wykorzystuje się w tym celu nanocząstki złota, które charakteryzują się odmiennymi właściwościami niż materiały w skali objętościowej oraz są w stanie pokonywać bariery biologiczne np. barierę krwi-mózg. Nanotechnologia umożliwia zredukowanie ryzyka terapii ze względu na nietoksyczność nanocząstek oraz ich biokompatybilność. Dostarczanie leków za pomocą nanostruktur umożliwia zmniejszenie dawki podawanego leku, co wiąże się z mniejszym ryzykiem komplikacji, jakie występują w obecnie stosowanej chemioterapii.

Podstawowym celem prowadzonych badań było otrzymanie multifunkcjonalnego układu, składającego się z nanocząstek złota oraz ligandów funkcjonalnych, którego zadaniem jest transport leków przeciwnowotworowych. Nanocząstki zbudowane zostały z trzech ligandów: glutationu (zapewniającego biokompatybilność), kwasu foliowego (zapewniającego ukierunkowanie) oraz doksorubicyny (leku cytostatycznego stosowanego obecnie w chemioterapii). Otrzymane układy zostały przebadane na komórkach nowotworowych, m. in. dla ludzkiej linii kostniakomięsaka U2OS.

## **Wpływ nanocząstek ditlenku tytanu na działanie systemu antyoksydacyjnego w ludzkich komórkach osteoblastów**

Karolina Niska, Iwona Inkielewicz-Stępniaik  
*Katedra i Zakład Chemii Medycznej, Gdański Uniwersytet Medyczny*  
niska.karolina@gumed.edu.pl

Nanotechnologia jest coraz prężniej rozwijającą się interdyscyplinarną dziedziną nauki. Jej podstawę stanowią nanocząstki, struktury mierzone w skali nano, których rozmiary nie przekraczają 100 nm. NPs, ze względu na ich unikatowe właściwości m.in. duży stosunek powierzchni do rozmiarów, są coraz częściej wykorzystywane m.in. w inżynierii tkankowej. W endoprotezach i implantach ortopedycznych coraz częściej są stosowane nanocząstki ditlenku tytanu ( $\text{TiO}_2\text{NPs}$ ). Implanty tytanowe są odporne na korozję, charakteryzują się wysoką biogodnością tkankową oraz wytrzymałością na ścieranie, ściskanie i rozciąganie, a pokrycie implantu cienką warstwą  $\text{TiO}_2\text{NPs}$  powoduje wzrost aktywności fosfatazy zasadowej i kolagenu typu I, co powoduje wzmoczoną proliferację i różnicowanie osteoblastów. Jednak, w dostępnej literaturze istnieje niewiele doniesień na temat zagrożeń, jakie wynikają z zastosowania  $\text{TiO}_2\text{NPs}$ .

Stąd, celem naszych badań było określenie działania toksycznego dostępnych komercyjnie  $\text{TiO}_2\text{NPs}$  (5-15 nm) wobec ludzkich, płodowych osteoblastów (hFob 1.19) w warunkach *in vitro*. Uzyskane wyniki dowodzą, że  $\text{TiO}_2\text{NPs}$  wykazują działanie cytotoksyczne wobec osteoblastów, obniżają ich potencjał antyoksydacyjny, a także powodują zmiany na poziomie ultrastruktury komórki.

Dodatkowo, zaobserwowaliśmy dodatnią korelację statystyczną między poziomem manganowej dysmutazy ponadtlenkowej (MnSOD) i poziomem SIR3 na poziomie białka, która jest odpowiedzialna za deacetylację MnSOD oraz korelację ujemną pomiędzy SIR3 na poziomie białka i stężeniem rodnika ponadtlenkowego  $\text{O}_2^-$  generowanym w wyniku ekspozycji na  $\text{TiO}_2\text{NPs}$ . Nasze badania wskazują, że regulacja poziomu ekspresji SIR3 może stanowić nową drogę do redukcji uszkodzeń powstałych na skutek stresu oksydacyjnego wynikającego z działania  $\text{TiO}_2\text{NPs}$ .

## Określenie stopnia hydratacji warstw białkowych z zastosowaniem metod MP-SPR i QCM-D

Iwona Kralka<sup>a,b</sup>, Paulina Komorek<sup>a,c</sup>, Karolina Tokarczyk<sup>a</sup>, Barbara Jachimiska<sup>a</sup>  
*a Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera PAN,  
ul Niezapominajek 8, Kraków*

*b Uniwersytet Jagielloński, Wydział Chemii, ul. Ingardena 3, Kraków*

*c Uniwersytet Jagielloński, Wydział Fizyki, St. Łojasiewicza 11, Kraków  
ncjachim@cyf-kr.edu.pl*

Wieloparametrowy powierzchniowy rezonans plazmonów (MP-SPR) oraz mikrowagę kwarcową (QCM-D) zastosowano do analizy procesu adsorpcji wołowej albuminy (BSA) na powierzchni złota. Powierzchnia złota została wybrana ze względu na jego wysoką stabilność i biokompatybilność. BSA, zaś ze względu na swój globularny kształt oraz szerokie stosowanie jako modelowe białko do badania procesu adsorpcji na powierzchni ciał stałych.

Wyznaczone izotermi adsorpcji białka wykazały, iż przebieg procesu adsorpcji z zastosowaniem obu metod ma podobny przebieg, natomiast ilość białka zaadsorbowana na powierzchni sensora MP-SPR jest znacząco mniejsza niż w przypadku QCM-D dla wszystkich badanych warunków adsorpcyjnych. Porównanie przebiegu adsorpcji z zastosowaniem metody optycznej oraz mechanicznej umożliwiło wyznaczenie korelacji pomiędzy stopniem hydratacji warstwy białkowej a pH oraz siłą jonową roztworu.

Ponadto efektywność/nieodwracalność adsorpcji białka na powierzchni złota kontrolowano z zastosowaniem rentgenowskiej spektroskopii fotoelektronów (XPS). Analiza składu przeprowadzona z zastosowaniem metody XPS potwierdziła, iż maksimum adsorpcji BSA wyznaczone metodą MP-SPR oraz QCM-D występuje w zakresie punktu izoelektrycznego dla badanego białka, pH 5.1 w tym przypadku.

Wszystkie przeprowadzone badania potwierdzają dominującą rolę oddziaływania elektrostatycznego na efektywność adsorpcji BSA na powierzchni złota. Ponadto, analiza porównawcza (QCM-D oraz MP-SPR) okazała się bardzo przydatnym narzędziem do określenia stopnia hydratacji warstw białkowych, które w przypadku BSA jest bardzo wysokie, ponieważ stanowi ponad 60% zaadsorbowanej masy.

*Badania zostały sfinansowane przez Narodowe Centrum Nauki w ramach grantu OPUS4 2012/07/B/ST5/00767.*

## Oznaczanie nadtlenu wodoru przy użyciu bioenzymatycznego sensora

Sylwia Dramińska, Dominika Majdecka, Renata Bilewicz  
*Wydział Chemii, Uniwersytet Warszawski*  
sdraminska@chem.uw.edu.pl

Atrakcyjność bioczynników wynika z dużej selektywności względem analitu, która jest ściśle określona przez zastosowanie właściwych biokatalizatorów. Z medycznego punktu widzenia dużym atutem jest możliwość stworzenia nieinwazyjnego (z materiałem biologicznym) urządzenia, charakteryzującego się łatwością obsługi, prostotą budowy, a co za tym idzie niskim kosztem produkcji. W tym celu należy stosować tanie materiały, które są rozpowszechnione, popularne i łatwe do wytworzenia. Obecnie jednym z najbardziej obiecujących materiałów używanych do konstrukcji biosensorów są nanorurki węglowe. Ich obecność skutecznie zwiększa ilość zaadsorbowanego enzymu, poprawia kontakt elektryczny enzymu z podłożem przewodzącym, a tym samym polepsza jego wydajność i stabilność.

Głównym celem badań było przygotowanie i scharakteryzowanie biosensora do detekcji nadtlenu wodoru. Konstrukcja czujnika polegała na modyfikacji elektrody węglowej (z węgla szklanego lub papieru węglowego) nanorurkami węglowymi oraz enzymami: katalazą i lakazą. Katalaza katalizuje rozkład nadtlenu wodoru do tlenu i wody, chroniąc komórki przed jego szkodliwym działaniem. Lakaza jest enzymem redukującym tlen bezpośrednio do wody. Otrzymany biosensor pozwala uniknąć problemów w analizie nadtlenu wodoru wynikających z jego niestabilności, bowiem produkt jego rozkładu - tlen będzie wykrywany przez lakazę obecną na elektrodzie. Wyniki przedstawione za pomocą voltamperometrii cyklicznej i chronoamperometrii pokazują, że enzymy są aktywne i nie hamują wzajemnie swojego działania. Otrzymany biosensor będzie testowany w układzie zasilanym biobaterią [1,2].

### Literatura:

- [1] D. Majdecka, S. Draminska, K. Stolarczyk, M. Kizling, P. Krysiński, J. Golimowski, J. F. Biernat, R. Bilewicz „Sandwich Biobattery with Enzymatic Cathode and Zinc Anode Integrated with Sensor”, *Journal of The Electrochemical Society*, 162 (2015) F555-F559.
- [2] M. Kizling, D. Draminska, K. Stolarczyk, P. Tammela, Z. Wang, L. Nyholm, R. Bilewicz, „Biosupercapacitors For Powering Oxygen Sensing Devices”, *Bioelectrochemistry*, 106 (2015) 34-40.

## **Biobateria jako źródło zasilania układu elektronicznego zintegrowanego z bioczuJNIKIEM**

Dominika Majdecka<sup>a</sup>, Sylwia Dramińska<sup>a</sup>, Dariusz Janusek<sup>b</sup>, Paweł Krysiński<sup>a</sup>,  
Renata Bilewicz<sup>a</sup>

<sup>a</sup> *Uniwersytet Warszawski, Wydział Chemii, Pasteura 1, 02-093 Warszawa*

<sup>b</sup> *PERPROT, Polna 20a, 05-075 Warszawa*

dlyp@chem.uw.edu.pl

Bioogniwa cieszą się zainteresowaniem jako alternatywne źródło mocy w stosunku do konwencjonalnych ogniw paliwowych. Mogą one służyć do zasilania urządzeń, które nie wymagają dużego poboru prądu, takich jak kalkulatory, mierniki, głośniki oraz w medycynie, zasilając rozruszniki serca, pompy insulinowe lub inne wszczepiane urządzenia kontrolujące poziom określonych substancji obecnych w płynach fizjologicznych.

Celem pracy jest zaprojektowanie materiału hybrydowego zawierającego biokatalizator. Biokatalizatorem tym były lakaza i oksydaza bilirubiny redukujące tlen bezpośrednio do wody, a także dehydrogenaza fruktozy zastosowana jako enzym anodowy. Materiał hybrydowy był elementem konstruowanych bioelektrod stosowanych w biobaterii lub bioogniwie. Skonstruowanym ogniwem zasilono miniaturowe urządzenie niewielkiej mocy oraz zintegrowany z nim biosensor do wykrywania i oznaczania tlenu i/lub neuroprzekazników. Materiał hybrydowy umożliwia zwiększenie stabilności enzymu oraz zapewnia szybką dyfuzję substratów i produktów procesu katalitycznego. Rozwija również znacząco powierzchnię elektrod, co pozwala na zwiększenie stężenia enzymu na powierzchni elektrody.

## **L-lizyna jako nowy prekursor do produkcji węgla aktywowanych bogatych w azot**

Piotr Kamedulski, Anna Ilnicka, Jerzy P. Łukaszewicz  
*Wydział Chemii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika, ul. Gagarina 7, 87-100 Toruń*  
piotrkam@doktorant.umk.pl

W ostatnich latach duże zainteresowanie wzbudzają materiały węglowe wzbogacone w azotowe grupy funkcyjne. Dotychczas uwaga naukowców skupiała się na wykorzystaniu syntetycznych polimerów zawierających azot i poddawaniu ich karbonizacji w warunkach beztlenowych [1,2]. Aktualnie wiodącym kierunkiem w syntezie węgla bogatych w azot jest karbonizacja prekursorów organicznych zawierających azot, przykładem jest wykorzystanie chityny i chitozanu [3,4]. Jednakże szerokie pole zastosowań tego typu materiałów powoduje niestanny rozwój badań nad opracowywaniem nowych technologii ich produkcji.

Niniejsza praca dotyczy zaproponowania nowego prekursora organicznego do otrzymywania wysokoazotowych materiałów węglowych. W badaniach wykorzystano L-lizynę jako prekursor matrycy węglowej oraz  $\text{CaCO}_3$  jako aktywator chemiczny. Proces karbonizacji prowadzono w zakresie temperatur 600-900°C, w atmosferze gazu obojętnego. Do charakterystyki otrzymanych materiałów wykorzystano: analizę elementarną, obrazowanie SEM oraz niskotemperaturową adsorpcję azotu. Wykazano wpływ dodatku  $\text{CaCO}_3$  oraz temperatury prowadzonego procesu karbonizacji na wzrost pola powierzchni właściwej uzyskanych materiałów węglowych. Niewątpliwie zaletą opracowanej metody są bardzo wysokie, nie notowane w literaturze zawartości azotu (nawet do 16% wag.), co sprawia, że badany materiał może stać się konkurencyjnym prekursorem do produkcji na szeroką skalę węgla aktywowanych bogatych w azot. Otrzymane materiały z aplikacyjnego punktu widzenia mogą zostać potencjalnie wykorzystane w urządzeniach elektrochemicznych jako materiał elektrodowy w superkondensatorach czy ogniwach paliwowych.

### **Literatura:**

- [1] H.-Y. Hsiao, C.-M. Huang, M.-Y. Hsu, H. Chen, Separation and Purification Technology, 82: 19-27, 2011.
- [2] E. Pollak, G. Salitra, A. Soffer, D. Aurbach, Carbon, 44: 3302-3307, 2006.
- [3] A. Ilnicka, J.P. Łukaszewicz, Materials Science and Engineering: B, 201: 66-71, 2015.
- [4] A. Ilnicka, P.A. Gauden, A.P. Terzyk, J.P. Łukaszewicz, Journal of Nanoscience and Nanotechnology, 16: 2623-2631, 2016.

## **Funkcjonalne materiały hybrydowe na bazie ligniny oraz lignosulfonianu – otrzymywanie i charakterystyka fizykochemiczna**

Tadeusz Szalaty, Łukasz Klapiszewski, Joanna Dziwak, Magdalena Frankowska,  
Monika Wrzał, Teofil Jesionowski  
*Zakład Technologii Chemicznej, Instytut Technologii i Inżynierii Chemicznej,  
Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska  
tadeusz.h.szalaty@doctorate.put.poznan.pl*

Istotną w ostatnich latach dbałość o otaczające środowisko, zachęca naukowców do prowadzenia badań i poznawania związków naturalnie dostępnych w przyrodzie. Z tego powodu uzasadnione jest prowadzenie badań nad ligniną i jej pochodnymi tj. lignosulfonianami. Korzystne wydaje się również poszukiwanie nowatorskich, funkcjonalnych, organiczno-nieorganicznych materiałów hybrydowych bazujących na tym biopolimerze. Przywołany produkt uboczny procesu roztwarzania drewna w celulozowniach, charakteryzuje się aktywnością przeciwutleniającą, dobrą stabilnością elektrochemiczną oraz dużą reaktywnością chemiczną. Lignina zawiera ponadto w swojej strukturze, liczne grupy hydroksylowe oraz karbonylowe, których obecność umożliwia tworzenie wiązań chemicznych oraz wodorowych z nośnikami nieorganicznymi, jak również ze związkami organicznymi. Dostępne są w literaturze doniesienia o układach ligniny z krzemionką, skrobią czy żelatyną. Do metod otrzymywania omawianych układów zaliczyć można procesy chemiczne oraz mechaniczne, których wybór uzasadnia końcowe zastosowanie produktu. Tak otrzymane materiały hybrydowe mogą znaleźć potencjalne zastosowanie w przetwórstwie tworzyw sztucznych, budownictwie, elektrochemii, przemyśle spożywczym oraz medycynie.



## **Badanie wpływu wybranych nanocząstek na hodowlę komórkowe z wykorzystaniem mikrouządzeń typu *lab-on-a-chip***

Aleksandra Szuplewska, Marta Olesik, Ilona Grabowska – Jadach  
*Wydział Chemiczny Politechniki Warszawskiej*  
aszuplewska@ch.pw.edu.pl

Nanotechnologia to dziedzina nauki bazująca na osiągnięciach z zakresu m.in. biologii i chemii. Z uwagi na małe wymiary, nanomateriały wykazują szereg unikalnych właściwości w stosunku do materiałów makroskopowych. Szczególnie interesująca jest możliwość zastosowania nanocząstek metali w medycynie, m. in. do produkcji bandaży, plastrów opatrunkowych, leków oraz protez i przyrządów chirurgicznych. Nanocząstki metali stosowane są również w kuracjach przeciwnowotworowych oraz w diagnostyce.

Kluczowym zagadnieniem poprzedzającym powszechne zastosowanie nanocząstek jest określenie ich aktywności biologicznej. Na cytotoksyczność nanomateriałów mogą wpływać m.in. rozmiar, geometria, rodzaj ligandów powierzchniowych, skład chemiczny czy ich stężenie. Prezentowana praca przedstawia wyniki badań, które miały na celu określenie cytotoksyczności wybranych nanocząstek (srebra, złota oraz kropek kwantowych) z wykorzystaniem hybrydowych mikrouządzeń (szkło/PDMS) typu *lab-on-a-chip*. Wytworzono je metodą fotolitografii i odlewania. Mikroukłady tego typu umożliwiają prowadzenie obserwacji mikroskopowej podczas testów oraz pozwalają na łatwą kontrolę prowadzonej hodowli i precyzyjne podawanie badanych stężeń nanocząstek. Testy przeprowadzono na wybranych liniach komórek prawidłowych i nowotworowych. Po 24h od wysiania komórek, roztwory nanocząstek wprowadzano do mikroukładu za pomocą pompy perystaltycznej. Następnie prowadzono 24h inkubację hodowli komórkowej z nanomateriałem i za pomocą barwienia kalceiną AM i jodkiem propidyny określano żywotność komórek.

*Praca została wykonana w ramach projektu SONATA, finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki UMO-2013/09/D/ST5/03832.*

## **Wykorzystanie metody elektroporacji do badania aktywności biologicznej kropek kwantowych**

Dominika Kalinowska, Ilona Grabowska-Jadach, Marcin Drozd, Sandra Skorupska,  
Mariusz Pietrzak, Zbigniew Brzózka  
*Wydział Chemiczny Politechnika Warszawska*  
dkalinowska@ch.pw.edu.pl

Kropki kwantowe są nieorganicznymi krystalicznymi cząstkami o średnicy rzędu kilku-kilkunastu nanometrów, posiadającymi zdolność fluorescencji. Nanocząstki te charakteryzują się intensywną i stabilną fluorescencją, która może być wzbudzana szerokim zakresem długości fal przy wąskim spektrum emisji. Jednym z zastosowań kropek kwantowych jest wykorzystanie ich do bioobrazowania, znakowania komórek. W związku z tym niezbędne jest określenie cytotoksyczności kropek kwantowych wówczas, gdy znajdują się one wewnątrz komórki w cytoplazmie. Najczęściej proces pobierania nanocząstek przez komórki odbywa się na drodze endocytozy, w wyniku czego następuje uwięzienie nanocząstek w zamkniętych przedziałach wewnątrzkomórkowych.

W przeprowadzonych badaniach wykorzystano metodę elektroporacji, by móc wprowadzać nanocząstki do wnętrza komórek. Polega ona na zastosowaniu pola elektrycznego w celu utworzenia w błonie komórkowej porów, przez które do wnętrza komórki mogą przenikać związki chemiczne, a także nanocząstki. W badaniach wykorzystano kropki kwantowe o różnym składzie i różnej wielkości (m.in.: CdTe czy CuInZnS/ZnS z powierzchnią modyfikowaną kwasem 3-merkaptopropionowym lub 6-merkaptoheksanowym). Efektywność procesu elektroporacji sprawdzano poprzez obserwację mikroskopową i pomiar intensywności fluorescencji. Przeprowadzono również testy żywotności (MTT) w celu określenia cytotoksyczności nanomateriału znajdującego się wewnątrz komórek. Badania prowadzone były z wykorzystaniem adherentnych linii komórkowych: prawidłowych oraz nowotworowych (MRC-5, A549, HaCaT, A375).

*Praca została wykonana w ramach projektu SONATA finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki UMO-2013/09/D/ST5/03832.*

## **Pochodna $\beta$ -cyklodekstryny o właściwościach antyoksydacyjnych jako nośnik leku w terapii przeciwnowotworowej**

Agata Krzak<sup>a</sup>, Olga Świąch<sup>a</sup>, Maciej Majdecki<sup>a</sup>, Tomasz Stępkowski<sup>b</sup>,  
Marcin Kruszewski<sup>b</sup>, Renata Bilewicz<sup>a</sup>

<sup>a</sup> *Uniwersytet Warszawski, Wydział Chemii*

<sup>b</sup> *Instytut Chemii i Techniki Jądrowej,*

*Centrum Radiobiologii i Dozymetrii Biologicznej*

agata.krzak@chem.uw.edu.pl

Antracykliny, takie jak daunorubicyna i doksorubicyna, stosowane są od wielu lat w terapii przeciwnowotworowej. Zaproponowano wiele mechanizmów cytostatycznego działania tych leków prowadzących do zaburzeń, w takich procesach jak replikacja i transkrypcja oraz blokowanie mechanizmów naprawy DNA lub apoptozy. Niebezpieczną konsekwencją podawania pacjentom leków antracyklinowych jest ich kardiotoxycywność związana z wytwarzaniem reaktywnych form tlenu w reakcji redoks antracyklin. Te niekorzystne uboczne efekty leku można osłabić poprzez zablokowanie grupy antrachinonowej antracyklin do czasu dostarczenia leku do komórek nowotworowych. Taką blokadę zapewnia wiązanie antracykliny grupą antrachinonową w luce cyklodekstryny (CD) (kompleks inkluzyjny). Ograniczeniem w stosowaniu cyklodekstryn jako nośników leków antracyklinowych jest niska stała trwałości kompleksu CD-lek. Jednakże odpowiednia modyfikacja cyklodekstryny wpływa na wzrost stałej trwałości kompleksu.

W swoich badaniach jako nośnik leku antracyklinowego zastosowałam nowo zsyntetyzowaną  $\beta$ -cyklodekstrynę zawierającą w swojej strukturze antyoksydant (kwas liponowy) oraz pH-aktywny łącznik triazolowy. Modelowanie molekularne wykazało, że cyklodekstryna ta tworzy kompleksy inkluzyjne z antracykliną. Badania elektrochemiczne pokazały, że w pH 7,4 odpowiadającym pH krwi, kompleksy CD-lek są silniejsze niż w pH 5,5 charakterystycznym dla komórek nowotworowych. Porównano także stałe trwałości kompleksów DNA-lek bez oraz w obecności cyklodekstryny, wyznaczone metodą spektroskopii UV-Vis. Mikroskopem konfokalnym wykonano zdjęcia jąder komórkowych komórek HeLa traktowanych antracykliną w obecności cyklodekstryny.

## **Rozdział kinetyczny (R,S)-atenololu z wykorzystaniem enancjoselektywnych biokatalizatorów**

Adam Sikora<sup>a</sup>, Tomasz Siódmiak<sup>a</sup>, Wiktor Dariusz Sroka<sup>a</sup>, Michał Piotr Marszałł<sup>a</sup>,  
Marta Ziegler-Borowska<sup>b</sup>, Dorota Chełminiak<sup>b</sup>  
<sup>a</sup> *Katedra i Zakład Chemii Leków, Wydział Farmaceutyczny,  
Collegium Medicum w Bydgoszczy, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu*  
<sup>b</sup> *Katedra Chemii i Fotochemii Polimerów, Wydział Chemii,  
Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu*  
adam.sikora@cm.umk.pl

$\beta$ -adrenolityki należą do grupy leków działających antagonistycznie w stosunku do receptorów  $\beta$ -1 i  $\beta$ -2 adrenergicznych. Leki  $\beta$ -adrenolityczne należą do jednej z najczęściej stosowanych grup leków w kardiologii, a zwłaszcza w chorobie niedokrwiennej serca. Ze względu na fakt, iż w strukturze  $\beta$ -blokerów znajduje się asymetryczny atom węgla, związki te zalicza się do czynnych optycznie. Obecnie, w leczeniu wykorzystuje się formy racemiczne leków  $\beta$ -adrenolitycznych, pomimo iż enancjomer (R)  $\beta$ -adrenolityków wykazuje mniejsze działanie terapeutyczne oraz wiele dodatkowych działań niepożądanych.

Jedną z metod pozwalającą na otrzymanie czystego enancjomerycznie czystego produktu jest enzymatyczny rozdział kinetyczny. W tym celu przeprowadza się reakcję enancjoselektywnej estryfikacji w obecności lipazy pełniącej funkcję biokatalizatora. Enzym katalityczny może występować w mieszaninie reakcyjnej w postaci natywnej lub immobilizowanej.

Celem pracy było otrzymanie enancjomerycznie czystego estru (S)-atenololu z wykorzystaniem lipaz pełniących funkcję enancjoselektywnych biokatalizatorów. Przeprowadzenie badań wstępnych z enzymami w formie wolnej umożliwiło na wybranie optymalnego enzymu, którego zastosowanie pozwoliło na otrzymanie produktu o wysokiej czystości enancjomerycznej. W kolejnym etapie badań opracowano procedurę immobilizacji lipaz na magnetycznych nośnikach, co miało na celu poprawienie enancjoselektywności reakcji, a także dzięki możliwości powtórnego wykorzystania immobilizatu w kolejnych cyklach reakcyjnych znacząco obniżyło całkowite koszty reakcji.

*Projekt był współfinansowany z grantu Narodowego Centrum Nauki nr: 2014/15/B/NZ7/00972.*

## **Synteza i charakterystyka nanocząstek złota oraz ich zastosowanie w układach przenoszenia leków**

Maciej Dzwonek, Agnieszka Więckowska, Renata Bilewicz  
*Uniwersytet Warszawski, Wydział Chemii,  
ul. Pasteura 1, 02-093 Warszawa  
mdzwonek@chem.uw.edu.pl*

„Celowana” terapia wykorzystuje leki przeciwnowotworowe, które przyłączone do cząsteczek biologicznie aktywnych selektywnie akumulują się w chorej tkance. Wyjątkową zaletą „celowanej” terapii jest możliwość niszczenia chorych tkanek bez uszkodzania zdrowych. Ma to szczególne znaczenie w przypadku małych guzów nowotworowych we wczesnym stadium rozwoju, a także drobnych przerzutów nowotworowych. Ograniczeniem zastosowania „celowanej” terapii jest konieczność znalezienia odpowiednich receptorów na komórkach nowotworowych oraz cząsteczek biologicznie aktywnych wykazujących powinowactwo do tych receptorów.

Złoto wykazuje wysokie powinowactwo do związków zawierających tiolową grupę funkcyjną (-SH), stwarzając możliwość funkcjonalizacji otrzymanych nanocząstek oraz ich zastosowania do konstrukcji w urządzeniach elektronicznych, powierzchniach o charakterze katalitycznym, bioogniwach paliwowych, biosensorach analitycznych oraz układach przenoszenia leków. Zaletą nanocząstek złota jest fakt, że każda z nich może zawierać na swojej powierzchni wiele molekuł leku lub atomów radionuklidów, a naprowadzająca biomolekuła zakotwiczona grupą tiolową na nanocząstke złota kieruje ją do odpowiednich receptorów komórki nowotworowej.

W ramach projektu opracowano metodę otrzymywania rozpuszczalnych w wodzie nanocząstek złota modyfikowanych pochodną kwasu foliowego jako potencjalnych przenośników leków w celowanej terapii przeciwnowotworowej. Zastosowanie modyfikowanych nanocząstek zmniejsza lub wyeliminuje negatywne oddziaływanie leków na zdrowe komórki organizmu.

## Nanocząstki srebra pokryte krzemionką w detekcji kationów

Piotr Piotrowski, Jolanta Bukowska  
*Wydział Chemii, Uniwersytet Warszawski*  
p.piotrowski@chem.uw.edu.pl

Czujniki wykorzystujące spektroskopię powierzchniowo wzmocnionego rozproszenia ramanowskiego (SERS - Surface Enhanced Raman Scattering) umożliwiają detekcję analitu w trudno dostępnych próbkach, np. w komórkach, bez jednoczesnego niszczenia próbki.

Nanocząstki typu core-shell  $\text{Ag}@\text{SiO}_2$  zostały badane pod kątem wykorzystania w detekcji kationów metali. Czulość na jony osiągnięto poprzez funkcjonalizację metalicznego jądra anionami 2-merkaptotanosulfonowymi (MES). Widmo SERS anionu MES zmienia się wraz ze stężeniem oraz rodzajem kationu, z którym oddziałuje. Pasma przypisane symetrycznym drganiom rozciągającym grupy  $\text{SO}_3^-$  ma dwie składowe, z których jedna odpowiada grupom sulfonowym oddziałującym z cząsteczkami rozpuszczalnika, a druga – parom jonowym tworzonym z kationem. Położenie pasm świadczy o obecności konkretnego kationu, zaś ich stosunek intensywności pozwala określić jego stężenie. Dzięki tym cechom, badany układ służy jako czujnik kationów.

Sfunkcjonalizowane cząsteczkami MESu nanocząstki srebra zostały pokryte warstwą krzemionki ( $\text{Ag-MES}@\text{SiO}_2$ ). Porównanie z wynikami uzyskanymi dla nanocząstek srebra bez krzemionki ( $\text{Ag-MES}$ ) [1] pozwoliło na określenie wpływu warstwy  $\text{SiO}_2$  na detekcję kationów. Zaobserwowano zależność przepuszczalności kationów przez  $\text{SiO}_2$  od rozmiaru jonu oraz poprawę parametrów analitycznych czujnika pokrytego warstwą ochronną krzemionki.

### Literatura:

[1] P. Piotrowski, J. Bukowska, *Sens. Actuator B-Chem.* 2015, 221, 700-707.

## **Zastosowanie hydrożelowych elektrolitów na bazie kopolimeru pochodnych metakrylanowych w technologii enzymatycznych ogniw paliwowych**

Michał Kizling<sup>a</sup>, Piotr Biedul<sup>b</sup>, Krzysztof Stolarczyk<sup>c</sup>, Renata Bilewicz<sup>c</sup>

<sup>a</sup> *Kolegium Międzywydziałowych Studiów Doktoranckich Indywidualnych Studiów w zakresie nauk Matematyczno – Przyrodniczych, ul. Stefana Banacha 2C, 02-097, Warszawa, Polska*

<sup>b</sup> *Wydział Chemiczny, Politechnika Warszawska, ul. Noakowskiego 3, 00-664, Warszawa, Polska*

<sup>c</sup> *Wydział Chemii, Uniwersytet Warszawski, ul. Pasteura 1, 02-093, Warszawa, Polska*  
mdzwonek@chem.uw.edu.pl

Badania w dziedzinie inżynierii materiałowej pozwoliły na znaczny progres rozwoju technologii hydrożeli, która znajduje zastosowanie w szerokim spektrum dziedzin, tj. medycyna, rolnictwo, inżynieria tkankowa czy nanotechnologia.

W ostatniej dekadzie zaprezentowano zastosowanie stałych elektrolitów hydrożelowych jako potencjalnych zamienników dla konwencjonalnych ciekłych w różnych urządzeniach elektrochemicznych. Mimo, iż elektrolity ciekłe gwarantują wysokie przewodnictwo jonowe, posiadają szereg wad. Stanowią potencjalne zagrożenie zarówno dla użytkowników jak przede wszystkim dla środowiska, gdyż zawierają zazwyczaj wysokie stężenie związków nieorganicznych, jak również rozpuszczalników niewodnych; charakteryzują się niską stabilnością elektrochemiczną, stanowią utrudnienie w ewentualnej miniaturyzacji urządzenia.

Celem naszych badań jest zastosowanie elektrolitów hydrożelowych w enzymatycznym ogniwie paliwowym. W tym celu zsyntezowaliśmy szereg różnych hydrożeli na bazie metakrylanu 2-(2-metoksyetoksy)etylu oraz fosforanu metakrylanu glikolu etylenowego. Zastosowanie kopolimeru umożliwiło optymalizację właściwości mechanicznych elektrolitu, jego nasiąkliwości, parametrów przewodnictwa oraz dysocjacji cząsteczek paliwa. Zaprojektowany materiał zastosowano w badaniach nad enzymatycznym ogniwem paliwowym ze stałym elektrolitem na bazie elektrod z włókna węglowego i modyfikowanych nanorurek węglowych jako alternatywnego źródła zasilania dla małych urządzeń diagnostycznych.

## ***Ab initio* molecular dynamics simulations of intramolecular hydrogen bonds in the diclofenac molecule**

Mariana Kozłowska<sup>a</sup>, Paweł Rodziewicz<sup>a</sup>, Anna Kaczmarek-Kędziera<sup>b</sup>

<sup>a</sup> *Institute of Chemistry, University of Białystok*

<sup>b</sup> *Faculty of Chemistry, Nicolaus Copernicus University in Torun*

teoadk@chem.umk.pl

Diclofenac is the world known nonsteroidal anti-inflammatory drug (NSAID), which structure was predicted before its synthesis on the basis of the model COX receptor. Due to the specific structural properties of the drug, it possesses high reactivity and outstanding tolerability. Among the key features defining the diclofenac structure is intramolecular N-H•••O hydrogen bond confirmed during the X-ray analysis.

In the present research we focus on the dynamical properties of either mentioned H-bond or additional intramolecular interactions at finite temperature utilizing *ab initio* molecular dynamics simulations. We also use static DFT calculations, the Quantum Theory of Atoms in Molecules and non-covalent interactions (NCI) index to confirm the existence and establish the strength of the intramolecular H-bonds, which can influence the drug inhibition activity and possible drug modifications for enhanced water solubility. We also performed the comparative analysis of the structural stability of ibuprofen and ketoprofen molecules in the gas phase at 300 K with respect to diclofenac to show the crucial influence of the drug structure on its inhibition properties.

*We gratefully acknowledge the financial support of the National Science Centre, Poland, grant number 2014/13/B/ST8/04342. Computations were carried out at the Computer Center of University of Białystok.*



## **Synteza i charakterystyka mikro-, mezoporowatych wysokoazotowych materiałów węglowych otrzymywanych z surowców naturalnych: chitozanu i *Chlorella vulgaris***

Anna Ilnicka, Piotr Kamedulski, Jerzy P. Łukaszewicz  
*Katedra Chemii Materiałów Adsorpcji i Katalizy, Wydział Chemii,  
Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu  
annakucinska@o2.pl*

Otrzymywanie nowych wysokoazotowych materiałów węglowych cieszy się coraz większym zainteresowaniem, o czym świadczą liczne prace pojawiające się na przestrzeni ostatnich lat. Zainteresowanie tą grupą materiałów wynika z szerokiego pola ich zastosowań, m.in. w adsorpcji CO<sub>2</sub> czy w urządzeniach elektrochemicznych. Występowanie określonych grup funkcyjnych na powierzchni wysokoazotowych materiałów węglowych determinuje pole ich zastosowań.

Nowe materiały węglowe zostały otrzymane poprzez zaproponowaną metodę aktywacji chemicznej, w której chitozan oraz *Chlorella vulgaris* i CaCO<sub>3</sub> były odpowiednio wykorzystane jako prekursorzy fazy węglowej i czynnik aktywujący. Ponadto kilka próbek zsyntetyzowano z dodatkiem mocznika. Mikrostruktura i skład zostały zbadane poprzez analizę elementarną, izotermy sorpcji azotu, rentgenowską spektroskopię fotoelektronów oraz skaningową mikroskopię elektronową. Jak wykazały badania własności tekstualne i powierzchniowe otrzymanych węgli mogą być sterowane przez zmianę temperatury karbonizacji i stosunku masowego CaCO<sub>3</sub>/prekursor węglowy. Uzyskane z *Chlorella vulgaris* matryce węglowe posiadają pole powierzchni właściwej dochodzącej do 754 m<sup>2</sup>/g i wysoką zawartość azotu (9,83% wag.). W przypadku węgli otrzymanych z chitozanu obserwowane jest zwiększenie pola powierzchni do 1025 m<sup>2</sup>/g oraz wzrost zawartości azotu do 15,01% wag. Badania XPS wykazały, że azot występuje głównie w postaci pirydynowych i pirolowych grup funkcyjnych, które są istotne z punktu widzenia potencjalnych zastosowań. Wyjątkowe cechy otrzymanych materiałów jak: duża objętość porów, wysoka zawartość azotu oraz prosta i wygodna procedura przygotowania sprawiają, że nowe wysokoazotowe węgle aktywowane są obiecującymi materiałami dla ogniw paliwowych czy baterii metal-powietrze.

## Badania aktywności katalitycznej katalazy immobilizowanej na tlenku grafenu

Paulina Bolibok<sup>a</sup>, Katarzyna Roszek<sup>b</sup>, Marek Wiśniewski<sup>a</sup>

<sup>a</sup> *Katedra Chemii Materiałów, Adsorpcji i Katalizy,  
Wydział Chemii, UMK w Toruniu*

<sup>b</sup> *Zakład Biochemii, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska,  
UMK w Toruniu  
marekw@umk.pl*

Gwałtowny rozwój cywilizacji, wraz z troską o ochronę środowiska, wymusza coraz szersze zastosowanie biokatalizy. Obecnie procesy enzymatyczne znalazły swoje zastosowanie między innymi w przemyśle, farmacji, chemii kosmetycznej oraz gospodarce czy medycynie. Potencjał enzymów wykorzystywany jest w analizie proteomicznej, a także do tworzenia ogniw biopaliwowych oraz biosensorów, które spełniają coraz ważniejszą rolę w życiu człowieka. Dlatego też od lat, na różne sposoby, dąży się do poprawy ich właściwości. W ostatnich latach najczęściej spotykanym sposobem modyfikacji właściwości enzymów stała się immobilizacja.

Niestety, na chwilę obecną nie istnieje jedno, uniwersalne podłoże, służące do immobilizacji molekuł biologicznych, które spełniałoby wszystkie wymagania stawiane przed tymi materiałami, m.in. biogodność, biokompatybilność, niskie koszty uzyskania, brak właściwości inhibicyjnych wobec immobilizowanego enzymu. Niniejsza praca powstała w odpowiedzi na potrzebę znalezienia takiego materiału oraz wobec doniesień literaturowych, które udowadniają, że materiałem, który może spełniać te wymagania jest tlenek grafenu (GO).

W celu oceny przydatności otrzymanego GO do immobilizacji enzymów, wykonano szereg analiz pozwalających określić jego właściwości powierzchniowe, toksyczność oraz wpływ na zdolności katalityczne wybranego biokatalizatora. Otrzymane wyniki pozwalają z nadzieją patrzeć w przyszłość na możliwość wykorzystania GO jako materiału służącego między innymi do immobilizacji enzymów oraz jako nośnik leków. Dzięki temu możliwy będzie dalszy rozwój wielu dziedzin, takich jak medycyna, chemia kosmetyczna, biokataliza czy przemysł energetyczny.

## Nowy porowaty związek cystyny i cynku jako przykład MBioF

Adam Bieniek, Marek Wiśniewski, Artur Piotr Terzyk  
*Zespół Fizykochemii Materiałów Węglowych, Wydział Chemii, Uniwersytet Mikołaja  
Kopernika w Toruniu*  
abieniek@doktorant.umk.pl

Od 20 lat zauważalne jest ogromne zainteresowanie strukturami metalo-organicznymi MOF (ang. Metal-Organic Framework), które są wyjątkowymi materiałami w dziedzinie materiałów porowatych. Szkielety MOF, złożone są z podjednostki nieorganicznej (metaliczny kłaster/węzeł) i ligandu organicznego, samoorganizują się w trójwymiarową sieć. Pierwsza generacja MOF ze względu na swoją permanentną porowatość, ogromne pola powierzchni, była i jest badana pod kątem wykorzystania ich jako sorbenty gazów i katalizatory. Kolejną generacją MOF zajęto się w celu otrzymania bardziej zaawansowanych materiałów, które można wykorzystać np. w medycynie. Dostrzeżono, że duża dowolność i różnorodność doboru elementów składowych umożliwia uzyskanie biozgodnych struktur, w niektórych przypadkach o dobrze rozwiniętej powierzchni właściwej, sprawiając, że MOF-y są obiecującymi nośnikami substancji leczniczych, materiałami diagnostycznymi, a nawet teranostykami. Materiały MOF, przeznaczone do zastosowań biomedycznych, muszą charakteryzować się małą toksycznością i biozgodnością. Obecnie toksyczność MOF jest oceniana pod kątem toksyczności metalu oraz linkera. Dlatego predestynowanymi metalami są wapń, magnez, cynk oraz żelazo. Z kolei w przypadku podjednostki organicznej na pierwszy plan wysuwają się biomolekuły, gdyż po wykonaniu zadania mogłyby zostać włączone w procesy metaboliczne organizmu. Stąd nie było zaskoczeniem, że w krótkim czasie wykorzystano białka (aminokwasy, peptydy, proteiny, metabolity) jako prekursory dla nowych podgrup MOF, zwanych strukturami metalo-biocząsteczkowymi (MBioF).

Jednym z przykładów takiej biomolekuły jest cystyna, naturalnie występująca w organizmie ludzkim. L-cystyna jest aminokwasem zawierającym siarkę, naturalnym składnikiem białek, która jest syntetyzowana w wątrobie i zaangażowana w wiele ścieżek metabolicznych. Dlatego została wykorzystana do zsyntetyzowania nowego MBioF. W syntezie jako prekursor metalu zastosowano sól cynku. Naszym podstawowym celem jest synteza materiałów metalo-organicznych, które posiadając dostępne przestrzenie wewnętrzne będą mogły stać się biozgodnymi nanokontenerami dla leków. Wstępne wyniki są obiecujące, gdyż potwierdzają porowatość otrzymanego materiału.

*Projekt został sfinansowany ze środków Narodowego Centrum Nauki – grant OPUS 9, 2015/17/B/ST5/01446.*

## **Radiacyjna synteza nanożeli polimerowych z poli(kwasu akrylowego) do zastosowań w radioterapii**

M. Matusiak, S. Kadłubowski, P. Ułański

*Politechnika Łódzka, Międzyresortowy Instytut Techniki Radiacyjnej*  
malgorzata.matusiak8@gmail.com

Nanożel to układ dwuskładnikowy o średnicy kilkudziesięciu nanometrów, składający się z wewnętrznie usieciowanej makrocząsteczki polimerowej oraz rozpuszczalnika wypełniającego przestrzeń między segmentami tej makrocząsteczki [1]. Jedną z metod otrzymywania nanożeli jest trwałe łączenie segmentów pojedynczej makrocząsteczki za pomocą promieniowania jonizującego. Zaletą tej metody jest brak dodatkowych szkodliwych dla zdrowia składników, np. inicjatorów polimeryzacji, środków sieciujących, katalizatorów etc., których w późniejszym etapie należałoby się pozbyć. Układ składa się wyłącznie z polimeru oraz wody, dzięki czemu może on zostać wykorzystany do celów biomedycznych [2,3].

Celem pracy jest otrzymanie i scharakteryzowanie nanożeli z poli(kwasu akrylowego) PAA poprzez wyznaczenie ich parametrów fizykochemicznych takich jak: wagowo-średnia masa cząsteczkowa, promień hydrodynamiczny i promień bezwładności oraz drugi współczynnik wirialny. Ponadto, zbadano wpływ stężenia oraz dawki promieniowania jonizującego na te parametry. Badania te mogą posłużyć do wykorzystania w przyszłości nanożeli PAA jako nośników do przenoszenia radionuklidów do komórek nowotworowych.

### **Literatura:**

- [1] Ułański, P., Rosiak, J.M. (2004) Polymeric nano/microgels. W: Encyclopedia of Nanoscience and Nanotechnology (red. Nalwa, H.S.), Vol. VIII. American Scientific Publishers, Stevenson Ranch, CA, USA, pp. 845–871.
- [2] Ułański, P., Janik, I., Rosiak, J.M. (1998) Radiation formation of polymeric nanogels. *Radiat. Phys. Chem.* 52, 289–294.
- [3] Kadłubowski, S. (2014) Radiation-induced synthesis of nanogels based on poly(N-vinyl-2-pyrrolidone) - a review. *Radiat. Phys. Chem.* 102, 29-39.

## SPONSOR GŁÓWNY

### PE POLSKA SP. Z O.O.

ul. Wołoska 9  
02-583 Warszawa  
tel.: 665 414 419  
fax: 22 310 88 01  
www.perkinelmer.com



Firma PerkinElmer Inc. powstała w 1937 roku w Stanach Zjednoczonych. Początkowo związana była z usługami konsultingowymi. Podczas trwania projektu Manhatan, firma rozszerzyła swoją działalność o produkcję nowoczesnych urządzeń mających swoje zastosowania w przemyśle oraz nauce. PerkinElmer Inc. jest twórcą wielu innowacyjnych wynalazków, do których zaliczyć można opracowanie układu optycznego teleskopu Hubble'a, produkcję pierwszego komercyjnego spektrometru podczerwieni, wynalezienie techniki ASA i ICP-MS czy też udział w Human Genome Project. Obecnie zakres działalności firmy obejmuje produkcję, sprzedaż i serwis aparatury z zakresu chemicznej i biologicznej analizy instrumentalnej, jak również prenatalną diagnostykę chorób genetycznych.

Na rynku polskim firma istnieje od ponad 25 lat. Od stycznia 2016 dystrybutorem aparatury działu Environmental Health jest firma PE Polska z siedzibą w Warszawie. Firma współpracuje z kluczowymi ośrodkami naukowymi takimi jak Centrum Nauk Biologiczno-Chemicznych Uniwersytetu Warszawskiego czy Wydział Chemii Uniwersytetu Jagiellońskiego. Wśród kluczowych partnerów biznesowych firmy PE Polska wymienić można Orlen, Grupa Azoty, Centralne Laboratorium Kryminalistyczne Policji, Zakłady Farmaceutyczne Polpharma, Wavel, Philip Morris. Oprócz sprzedaży specjalistycznej aparatury pomiarowej, PE Polska oferuje szkolenia oraz wsparcie aplikacyjne z zakresu metod spektroskopowych (ASA, ICP-OES, ICP-MS, IR i UV-Vis, FI), chromatograficznych i analizy termicznej (DSC, TGA, STA). Wykwalifikowani specjaliści są w stanie sprostać ponadstandardowym wymaganiom i potrzebom klientów, dlatego też na ich indywidualne życzenia przygotowują i wdrażają nowe aplikacje związane między innymi z wprowadzaniem do zakładu pracy metodyki pomiarowej opartej o polskie oraz europejskie normy.

## SPONSORZY

### ALAB SP. Z O. O.

ul. Stępińska 22/30  
00-739 Warszawa  
tel.: 22 349 60 10  
fax: 22 349 60 33  
www.alab.com.pl



Od niemal 30 lat prowadzimy działalność handlową i usługową dla instytucji publicznych i prywatnych. Naszą specjalnością jest kompleksowe wyposażanie laboratoriów biotechnologicznych, biologii molekularnej, fizyko-chemicznych, mikrobiologicznych i diagnostycznych, począwszy od wyspecjalizowanych mebli laboratoryjnych i dygestoriów, poprzez ciężki pomocniczy sprzęt laboratoryjny (cytometry, wirówki, zamrażarki, inkubatory, komory laminarne, systemy izolacji kwasów nukleinowych, itp.) oraz odczynniki do celów naukowych. Reprezentujemy takie marki jak: Thermo Scientific, Sony Biotechnology Inc., InvivoGen, IBA GmbH, Polon Poznań Sp. z o.o.

---

### EPPENDORF POLAND SP. Z O.O.

ul. Al. Jerozolimskie 212  
02-486 Warszawa  
tel.: 22 571 40 20  
fax: 22 571 40 30  
www.eppendorf.com/PL-pl/



Międzynarodowy koncern biotechnologiczny powstały w Hamburgu w 1945 r. Posiada filie w 20 krajach świata, od 2011 r. w Polsce. Portfolio produktów obejmuje dziedziny nauk biologicznych: pipety, wirówki, dozowniki, materiały zużywalne, systemy automatycznego pipetowania, amplifikacji DNA metodą PCR, mikromanipulatory komórkowe i elektroporatory oraz produkty amerykańskiej firmy New Brunswick, wchodzącej w skład grupy, znajdujące szerokie zastosowanie w dziedzinach związanych z hodowlami tkankowymi, przechowywaniem komórek oraz w przemyśle biotechnologicznym.

## INTERDYSCYPLINARNE CENTRUM NOWOCZESNYCH TECHNOLOGII UMK

ul. Wileńska 4  
87-100 Toruń  
tel.: 56 665 60 01  
fax: 56 665 60 03  
www.icnt.umk.pl



INTERDYSCYPLINARNE  
CENTRUM  
NOWOCZESNYCH  
TECHNOLOGII

Drodzy uczestnicy Konferencji „NanoBioMateriały – teoria i praktyka”, Interdyscyplinarne Centrum Nowoczesnych Technologii jest pionierską w skali Regionu Kujawsko-Pomorskiego inicjatywą naukowo-badawczą, której celem jest radykalne zwiększenie potencjału badawczego-rozwojowego Regionu Kujawsko-Pomorskiego. Infrastruktura techniczna ICNT umożliwi prowadzenie badań o charakterze aplikacyjnym, których wyniki mogą być wdrożone w gospodarce Regionu i Kraju. Projekt ICNT to łącznie 71,5 mln złotych, w tym wartość budynku to ok. 29 mln, a pozostała kwota została przeznaczona na najnowszą aparaturę naukowo-badawczą. Infrastruktura badawcza w połączeniu z wysokokwalifikowaną kadrą wywodzącą się głównie z UMK (kampusy toruński i bydgoski), służy badaniom skoncentrowanym wokół czterech obszarów tematycznych: genomika funkcjonalna, zaawansowana analityka chemiczna i bioanalityka, fizyka interdyscyplinarna, badania i terapia mózgu.

ICNT jest placówką otwartą na nowe inicjatywy tj. wspólnie przygotowane projekty badawcze realizowane w oparciu o infrastrukturę ICNT, a finansowane jako grant NCN, NCBiR lub z innej instytucji wspierającej. Zachęcam do odwiedzenia naszej strony internetowej: [www.icnt.umk.pl](http://www.icnt.umk.pl) i nawiązania współpracy.

Dr hab. Jerzy P. Łukaszewicz, prof. UMK  
Dyrektor ICNT

---

## LGC STANDARDS SP. Z O.O.

ul. M. Konopnickiej 1  
Dziekanów Leśny  
05-092 Łomianki  
tel.: 22 751 31 40  
[www.lgcstandards.com](http://www.lgcstandards.com)  
[www.lgcstandards-atcc.org](http://www.lgcstandards-atcc.org)



LGC Standards jest w Polsce jedynym dostawcą oryginalnych materiałów ATCC®. Kolekcja ATCC obejmuje m.in. 3400 ludzkich i zwierzęcych linii komórkowych, panele linii nowotworowych, ludzkie normalne hodowle komórek pierwotnych od różnych dawców (wiek, płeć, rasa) oraz różnego typu (nabłonki, śródbłonki, fibroblasty, keratynocyty, melanocyty, monocyty, PBMC, komórki mięśni gładkich), linie nieśmiertelne genem hTERT, komórki macierzyste (mezenchymalne, hematopoetyczne oraz iPSC), nerwowe komórki progenitorowe, kwasy nukleinowe, media i odczynniki do hodowli komórkowych oraz szczepy wzorcowe bakterii, grzybów, wirusów i pierwotniaków. LGC Standards jest także wiodącym dostawcą wzorców i materiałów odniesienia oraz organizatorem programów badania biegłości dla laboratoriów farmaceutycznych, kryminalistycznych, klinicznych, przemysłowych, badania środowiska i żywności.

**MERANCO APARATURA  
KONTROLNO-POMIAROWA  
I LABORATORYJNA SP. Z O.O.**

ul. Myśluborska 89  
60-432 Poznań  
tel.: 61 849 99 51-54  
fax: 61 849 99 55  
www.meranco.com.pl



MERANCO – dostawca aparatury laboratoryjnej i kontrolno-pomiarowej. Jesteśmy autoryzowanym przedstawicielem lub dystrybutorem między innymi: Eppendorf AG, Analytik Jena AG, UVP Ltd. i Omnilab GmbH. Oferujemy wyposażenie laboratoryjne i materiały zużywalne niezbędne przy badaniach biologicznych i chemicznych. Zapraszamy do korzystania z wyszukiwarki na naszej stronie internetowej [www.meranco.com.pl](http://www.meranco.com.pl) obejmującej kilka tysięcy produktów laboratoryjnych.

---

**SOLVAY ADVANCED  
SILICAS POLAND SP. Z O.O.**

ul. Walczaka 25, 66-407 Gorzów Wlkp.  
Zakład Produkcyjny we Włocławku  
ul. Toruńska 222  
87-800 Włocławek  
tel.: 54 422 17 00  
fax: 54 422 17 73  
www.solvaypoland.pl/pl/



Międzynarodowy koncern chemiczny Solvay wspiera swoich klientów rozwijając i dostarczając innowacyjnych zrównoważonych materiałów i rozwiązań o wysokiej wartości, które pozwalają obniżyć zużycie energii oraz emisję CO<sub>2</sub>, optymalizować konsumpcję zasobów naturalnych i poprawiać jakość życia. Siedziba główna Solvay znajduje się w Brukseli. Koncern zatrudnia 30 000 pracowników w 53 krajach.

Grupa Solvay jest obecna na rynku polskim od 11 lat i zatrudnia ponad 280 pracowników w 3 ośrodkach produkcyjnych i administracyjnych.

Solvay dostarcza innowacyjnych, zrównoważonych i konkurencyjnych rozwiązań o wysokiej wartości dodanej, dostosowanych do potrzeb klientów w następujących dziedzinach: lotnictwo i motoryzacja, przemysł rolno-spożywczy, budownictwo, dobra konsumpcyjne i opieka zdrowotna, elektryka i elektronika, energia i środowisko, zastosowania przemysłowe.

W Polsce produkujemy:

- w Gorzowie Wielkopolskim produkujemy tworzywa konstrukcyjne na bazie poliamidów PA6, PA66, PA10,
- we Włocławku produkujemy krzemionkę wysokodispersyjną.



**SYL & ANT INSTRUMENTS**  
**INŻ. JÓZEF NITKA**

ul. Pyskowska 12  
44-172 Niewieszce  
tel.: 32 230 32 01  
www.sylant.pl



Przedstawicielstwa, autoryzowany serwis, doradztwo i sprzedaż wyrobów Firm:  
Autoclave Engineers, CKiC, CMC Instruments, Cryo Anlagenbau, Eurovector, Falcon Analytical,  
Grimm Aerosol, Hanon, Ionicon, Magritek, Mercury Instruments, Micromeritics, Navas, SMS, Sy-Lab,  
Trace Elemental Instruments, Iatro, I inne

Oferujemy do dostawy:

- analizatory laboratoryjne i on-line TN, TS, TOC, EOx, AOx, POx, NOx, CHNS (O)
- wysokociśnieniowe reaktory laboratoryjne, wraz z osprzętem
- analizatory granulometryczne sedymentacyjne i laserowe, zakres pom. od 0,04 do 3600µm.  
analizatory kształtu cząstek i potencjału Zeta
- analizatory powierzchni właściwej, sorpcji/desorpcji gazów, gęstości proszków, ciał stałych  
i gęstych roztworów, aparaty Sieverts'a porowatości metodą porozymetrii helowej i rtęciowej
- analizatory sorpcji par, analizatory energii powierzchni.
- sprzęt kriogeniczny i instalacje kriogeniczne
- generatory gazów: azotu, wodoru, powietrza do TOC, analizatory wilgotności gazów
- analizatory elementarne, TGA, Spektrometry XRF, chromatografy GC-MS
- mikro-chromatografy gazowe

---

**WITKO SP. Z O.O.**

al. Piłsudskiego 143  
92-332 Łódź  
tel.: 42 676 34 35  
fax: 42 676 34 43  
www.witko.com.pl



**Naszą misją jest przyczynienie się do rozwoju polskich placówek badawczych oraz pomoc w dostosowaniu ich do międzynarodowych norm i standardów.**

WITKO to polska, wielokrotnie nagradzana, rodzinna firma istniejąca od ponad 27 lat. Od 2004 roku jest jedynym polskim udziałowcem międzynarodowej Grupy LLG (Lab Logistics Group). W szerokiej ofercie WITKO znajdziecie Państwo (ponad 100 000 produktów od ponad 700 producentów): odczynniki chemiczne, aparaturę naukową, sprzęt laboratoryjny, akcesoria i materiały eksploatacyjne, doradztwo w zakresie doboru sprzętu i odczynników, autoryzowany serwis, kwalifikacje IQ/OQ/PQ, kalibracje i wzorcowanie urządzeń, projektowanie laboratoriów. Life Science: stabilne nanoemulsje (nanoenkapsulacja), nanorurki węglowe (deaglomeracja i dyspersja), nanozawiesiny polimerowe (obróbka), nanomateriały w obrazowaniu przyzyciowym.

Więcej informacji o firmie i ofercie na [www.witko.com.pl](http://www.witko.com.pl)

## INDEKS WYKŁADY

<b>Imię i Nazwisko</b>	<b>Nr strony</b>
Barciszewski Jan	12
Błażewicz Stanisław	13
Brzóska Kamil	16
Łukaszewicz Jerzy	15
Nowacki Maciej	17
Terzyk Artur	14

## INDEKS KOMUNIKATY USTNE

<b>Imię i Nazwisko</b>	<b>Nr strony</b>
Belcarz Anna	23
Chrzanowska Ewelina	34
Cierech Mariusz	35
Czogalla Aleksander	22
Drozd Marcin	32
Głowala Paulina	31
Grabowska- Jadach Ilona	24
Kowalski Szymon	40
Kruk Aleksandra	38
Liwińska Wioletta	36
Matysiak Magdalena	42
Merholtz Dorota	28
Musiał Witold	19
Nowak Martyka	30
Pietkun Katarzyna	43
Radtke Aleksandra	26
Sebai Agnieszka	37
Składanowski Marek	29
Skopińska-Wiśniewska Joanna	21
Szydłak Renata	41
Świątek Sylwia	33
Topolski Adrian	27
Wójcik Michał	25
Zielger-Borowska Marta	20
Zielińska Ewelina	39

## INDEKS PLAKATY

Imię i Nazwisko	Nr strony	Imię i Nazwisko	Nr strony
Berbeć Sylwia	72	Szałaty Tomasz	86
Bieniek Adam	97	Szuplewska Aleksandra	87
Bolibok Paulina	96	Urbaniak Tomasz	51
Chełminiak Dorota	73	Węgrzynowska-Drzymalska,	78
Czarnecka Joanna	66	Katarzyna	
Czechowska-Biskup Renata	70	Wójcik-Pastuszka Dorota	52
Dec Robert	74	Wypij Magdalena	79
Dramińska Sylwia	83	Wysokowski Marcin	56
Dzwonek Maciej	91	Zemła Joanna	64
Gaszytych Monika	48		
Gauden Piotr	68		
Gęca Paulina	63		
Gola Agnieszka	49		
Golczak Anna	47		
Golczak Sebastian	45		
Góźdz Agata	62		
Hetmann Anna	65		
Hęclik Kinga Izabela	75		
Ilnicka Anna	95		
Izdebska Magdalena	55		
Kaczmarek-Kędziera Anna	69		
Kadłubowski Sławomir	58		
Kalinowska Dominika	88		
Kamedulski Piotr	85		
Kisała Joanna	46		
Kizling Michał	93		
Kowalska Magdalena	77		
Kozłowska Justyna	57		
Kozłowska Mariana	94		
Kralka Iwona	82		
Krause Agnieszka	50		
Krzak Agata	89		
Leżańska Maria	54		
Maj Małgorzata	67		
Majdecka Dominika	84		
Matusiak Małgorzata	98		
Niska Karolina	81		
Nowacki Krzysztof	76		
Piotrowski Piotr	92		
Raczkowska Joanna	59		
Sikora Adam	90		
Siódmiak Tomasz	60, 61		
Sobczak Katarzyna	80		
Sowa Sandra	53		