

Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu



**IV Interdyscyplinarna Konferencja
Nano(&)BioMateriały
od teorii do aplikacji**

Materiały konferencyjne

**Toruń
6 – 7 czerwca 2019**

Niniejsze materiały konferencyjne zostały przygotowane na podstawie abstraktów nadesłanych przez uczestników konferencji Nano(&)BioMateriały – od teorii do aplikacji 2019 NaBioMat 2019 nie ponosi odpowiedzialności za ich treść.

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

Redakcja materiałów

Przewodniczący:

mgr Wojciech Zieliński

Członkowie:

mgr Adam Bieniek

mgr Paulina Bolibok

mgr Piotr Kamedulski

Korekta:

dr Magdalena Wujak

dr hab. 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 978-83-231-4215-7

Nakład 125 egz.

Copyright © by

Nano(&)BioMateriały – od teorii do aplikacji 2019

strona internetowa konferencji:

www.nabiomat.umk.pl

Komitet naukowy

prof. dr hab. Andrzej Kotarba	Grupa Chemii Powierzchni i Materiałów Wydział Chemii, Uniwersytet Jagielloński, Kraków
Prof. dr hab. Tomasz Pańczyk	Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni Polskiej Akademii Nauk, Kraków
Dr Bartosz Tylkowski	Centre Tecnològic de la Química de Catalunya Departament d'Enginyeria, Química Universitat Rovira i Virgili Tarragona, Spain
dr hab. Anna Jakubowska, prof. UMK	Zakład Biochemii Wydział Biologii i Ochrony Środowiska Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Toruń
prof. dr hab. Jerzy Łukaszewicz	Wydział Chemii Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Toruń Interdyscyplinarne Centrum Nowoczesnych Technologii
prof. dr hab. Artur Terzyk	Katedra Chemii Materiałów, Adsorpcji i Katalizy Wydział Chemii Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Toruń
dr hab. Marek Wiśniewski	Katedra Chemii Materiałów, Adsorpcji i Katalizy Wydział Chemii Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Toruń

Komitet organizacyjny

Przewodnicząca

dr hab. Katarzyna Roszek

Członkowie

mgr Adam Bieniek

mgr Paulina Bolibok

dr Joanna Czarnecka

mgr Natalia Forbot

dr hab. Piotr Gauden, prof. UMK

dr Anna Hetmann

dr Anna Ilnicka

dr Anna Kaczmarek-Kędziera

mgr Piotr Kamedulski

dr Justyna Kozłowska

dr Dorota Porowińska

dr Joanna Skopińska-Wiśniewska

lic. Małgorzata Skorupska

lic. Bartosz Szymczak

dr hab. 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

Prezes PTChem
prof. dr hab. Izabela Nowak



Polskie
Towarzystwo
Chemiczne

Sponsorzy



Patronat medialny



PROGRAM RAMOWY KONFERENCJI
„Nano(&)BioMateriały – od teorii do aplikacji”

Czwartek 6.06.2019

- 8:30 – 9:00** **REJESTRACJA I PORANNA KAWA**
- 9:00 – 9:15** **ROZPOCZĘCIE KONFERENCJI**
- 9:15 – 10:15** **WYKŁAD INAUGURACYJNY** – „*Nanorurki węglowe jako nośniki leków. Analiza możliwości ich wykorzystania przy użyciu metod dynamiki molekularnej*”
prof. Tomasz Pańczyk, Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni PAN, Kraków
- 10:15 – 11:15** **WYKŁAD PLENARNY** – „*Inżynieria powierzchni implantów - nano&bio wyzwanie XXI wieku*”
prof. Andrzej Kotarba, Grupa Chemii Powierzchni i Materiałów, Wydział Chemii, UJ, Kraków
- 11:15 – 11:45** Przerwa kawowa
- 11:45 – 13:30** **SESJA GŁÓWNA cz. 1** - Prezentacja firmy Nano-implant;
Komunikaty ustne uczestników
- 11:45 - 12:00 Aleksandra Radtke, Nano-implant Sp. z o.o.
Ditlenek tytanu jako biomateriał o szerokim spektrum zastosowań
- 12:00 - 12:15 Monika Asztemborska, Uniwersytet Warszawski
Bioakumulacja nanocząstek jako element oceny ryzyka ekotoksykologicznego rozwoju nanotechnologii
- 12:15 - 12:30 Ilona Grabowska-Jadach, Politechnika Warszawska
Badania in vitro wybranych nanomateriałów z wykorzystaniem mikrosystemów lab on a-chip
- 12:30 - 12:45 Łukasz Peplowski, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
Transport leków przez błonę komórkową za pomocą nanorurek węglowych. Badania metodą sterowanej dynamiki molekularnej.
- 12:45 - 13:00 Dariusz Witt, ProChimia Surfaces
Functionalized gold nanoparticles as the platform for treatment of cancer
- 13:00 - 13:15 Katarzyna Kucharczyk, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Wpływ tlenku hafnu IV (HfO₂) na ekspresję mir 21a-5p oraz RUNX2 i OPN w mysich komórkach preosteoblastycznych (MC3T3)
- 13:15 - 13:30 Magdalena Oćwieja, Polska Akademia Nauk Oddział w Krakowie
Toksyczność nanocząstek srebra biofunkcjonalizowanych cysteiną wobec wybranych komórek ludzkiego układu odpornościowego
- 13:30 – 14:15** Lunch; sesja plakatowa (Sesja Główna)

14:15 – 16:00

SESJA GŁÓWNA cz. 2 - Prezentacja firmy Merck;
Komunikaty ustne uczestników

14:15 - 14:30

Barbara Piotrowska, Merck
*Rebranding: nowy wizerunek produktów portfolio Merck.
Praktyczne wykorzystanie możliwości strony internetowej.*

14:30 - 14:45

Artur Terzyk, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
Wpływ węglowodorów obecnych w powietrzu na zwilżanie powierzchni ciał stałych

14:45 - 15:00

Izabela Kamińska, Instytut Fizyki PAN w Warszawie
*Synteza nanocząstek typu rdzeń/powłoka molibdenian/Gd₂O₃
domieszkowanych erbem (Er³⁺) oraz iterbem (Yb³⁺) do zastosowań w
obrazowaniu biomedycznym*

15:00 - 15:15

Sylwia Krzemińska, Centralny Instytut Ochrony Pracy - Państwowy Instytut
Badawczy
*Kompozyty polimerowo-tkaninowe z warstwą aerożelu z przeznaczeniem na
wyroby ochronne*

15:15 - 15:30

Radosław Drozd, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w
Szczecinie
*Modyfikowana celuloza bakteryjna jako wszechstronny nośnik do
immobilizacji enzymów*

15:30 - 15:45

Karol Fijałkowski, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w
Szczecinie
*Zastosowanie wirującego pola magnetycznego w procesie produkcji celulozy
bakteryjnej*

15:45 - 16:00

Tomasz Tarnawski, Politechnika Łódzka
*Badanie fotoprzewodnictwa w mieszaninach polimerów z fulerenem C60
modyfikowanym estrem kwasu masłowego*

18:00 – 22:00

SPOTKANIE TOWARZYSKIE

Piątek 7.06.2019

8:30 – 9:30

WYKŁAD PLENARNY – „*Photo-triggered nanocapsules
containing natural active agents*”
dr Bartosz Tylkowski, Centre Tecnològic de la Química de
Catalunya, Tarragona

9:30 – 11:00

SESJA MŁODYCH cz. 1 - Komunikaty ustne uczestników

9:30 - 9:40

Sylwia Berbeć, Uniwersytet Warszawski
*Polyoxometalate ions as reductors and stabilizers for silver nanoparticles –
UV/Vis spectra and SERS characteristics*

9:40 - 9:50

Robert Dec, Uniwersytet Warszawski
Amyloidowe superstruktury o właściwościach chiralnych

- 9:50 - 10:00 Mateusz Sikora, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Cytotoksyczność biomateriałów nanohydroksyapatytowych względem wybranych linii komórkowych kostniakomięsaka
- 10:00 - 10:10 Daria Ciecholewska, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
Bionanomateriały celulozowe przeznaczone do aplikacji biomedycznych
- 10:10 - 10:20 Magdalena Szymańska, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
Zastosowanie celulozy bakteryjnej jako nośnika do immobilizacji domeny o aktywności hydrolitycznej enzymu PelA
- 10:20 - 10:30 Ewa Dzierzkowska, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie
Nanoporowate membrany włókniste o właściwościach antibakteryjnych
- 10:30 - 10:40 Justyna Odrobińska, Politechnika Śląska w Gliwicach
Pochodna retinolu jako bioinicjator w syntezie amfifilowych nośników substancji aktywnych
- 10:40 - 10:50 Karolina Goc, Politechnika Śląska w Gliwicach
„Zielona” synteza gwiazdzistych kopolimerów DMAEMA/HEMA jako nośników leków do terapii przezskórnej
- 10:50 - 11:00 Natalia Stachowiak, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
Zastosowanie izolatu białka serwatkowego jako matrycy do enkapsulacji substancji aktywnej
- 11:00 – 11:30** Przerwa kawowa
- 11:30 – 13:00** **SESJA MŁODYCH cz. 2** - Komunikaty ustne uczestników
- 11:30 - 11:40 Karol Paweł Steckiewicz, Gdański Uniwersytet Medyczny
Wpływ kształtu nanocząstek srebra na ich właściwości biologiczne. Ocena in vitro możliwości zastosowania w ortopedii
- 11:40 - 11:50 Wojciech Pajerski, Uniwersytet Jagielloński w Krakowie
Oddziaływanie nanocząstek złota z komórkami bakteryjnymi w modelu DLVO
- 11:50 - 12:00 Xymena Stachurska, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
Interakcja litycznego bakteriofaga T4 z nanocząstkami o potencjale antibakteryjnym wobec bakterii E. coli
- 12:00 - 12:10 Sylwia Dąbrowska, Instytut Wysokich Ciśnień PAN w Warszawie
Mikrofalowa synteza nanohydroksyapatytu do zastosowań medycznych
- 12:10 - 12:20 Zuzanna Świrska, Politechnika Łódzka
NANOWpływ – MAKROskutek, czyli o syntezie i modyfikacji tlenku żelaza (II, III), a jego potencjale w medycynie
- 12:20 - 12:30 Sylwia Czach, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
Sfunkcjonalizowane nanocząsteczki tlenku żelaza (Fe₃O₄) oraz ich zastosowanie w izolacji i oczyszczaniu białek

- 12:30 - 12:40 Monika Bał, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
CAŁKOWITA KONTROLA – Rozmiar i właściwości tlenku grafenu
- 12:40 - 12:50 Katarzyna Jankowska, Instytut Technologii i Inżynierii Chemicznej w Poznaniu
Układy tlenkowe ZrO_2-SiO_2 oraz ZrO_2-SiO_2/Cu^{2+} ze zimmobilizowaną lakazą do biodegradacji barwników z roztworów wodnych
- 12:50 - 13:00 Weronika Prus-Walendziak, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
Filmy emulsyjne modyfikowane mikrocząstkami do zastosowań kosmetycznych
- 13:00 – 14:00** Lunch; sesja plakatowa (Sesja Młodych)
- 14:00 – 15:20** **SESJA MŁODYCH cz. 3** - Komunikaty ustne uczestników
- 14:00 - 14:10 Natalia Olejnik-Feher, Instytut Chemii Fizycznej PAN w Warszawie
Revealing the elusive nature of surface-ligand interactions using dynamic nuclear polarization enhanced solid-state NMR
- 14:10 - 14:20 Karolina Przybyszewska, Politechnika Łódzka
Wpływ zastosowanego rozpuszczalnika na odpowiedź biologiczną hydrożeli przeznaczonych do wytwarzania metodą addytywną
- 14:20 - 14:30 Kamila Szafuła, Politechnika Łódzka
Hydrożele dekstranowe do zastosowań biomedycznych
- 14:30 - 14:40 Urszula Szałaj, Instytut Wysokich Ciśnień PAN w Warszawie
Ultrafale ultradźwiękowe osadzanie warstw hydroksyapatytowych na powierzchni implantów
- 14:40 - 14:50 Beata Kaczmarek, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
Właściwości materiałów na bazie chitozanu oraz kolagenu z dodatkiem kwasu tainowego i bioszklą 45S5
- 14:50 - 15:00 Justyna Hajtuch, Gdański Uniwersytet Medyczny
Ocena cytotoksycznego działania nanocząstek polistyrenu na komórki enterocytopodobne
- 15:00 - 15:10 Wojciech Zięba, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
Analiza właściwości utlenionych jednościennych nanorogów węglowych
- 15:30 – 16:00** **Zakończenie konferencji, rozstrzygnięcie konkursu, wręczenie nagród.**

WYKŁADY

Nanorurki węglowe jako nośniki leków. Analiza możliwości ich wykorzystania przy użyciu metod dynamiki molekularnej

Tomasz Pańczyk^a

^a Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera PAN;
Ul. Niezapominajek 8, 30-239 Kraków;

Nanorurki węglowe wykazują szereg ciekawych właściwości fizykochemicznych dzięki którym możliwe jest ich wykorzystanie jako komponentów tzw. nośników leków. [1] W pracy tej zaprezentowany zostanie projekt nośników leków które będą ulegać selektywnej endocytozie w komórkach rakowych oraz wyładowywać cząsteczki leku na żądanie wskutek zmiany pH lub/i przy użyciu zewnętrznego pola magnetycznego. Architektura molekularna analizowanych układów jest zbliżona do kilku innych, badanych w literaturze, układów metodami eksperymentalnymi oraz teoretycznymi, a zatem jego synteza jest w pełni wykonalna z wykorzystaniem znanych metod chemii organicznej.

Pierwszym z prezentowanych układów będzie nanorurka węglowa zatykana przez funkcjonalizowane nanocząstki magnetyczne. Te nanocząstki są związane kowalencyjnie z nanorurką węglową przez cząsteczki zawierające wiązania hydrazonowe. Zatem, w stanie podstawowym nanocząstki magnetyczne blokują wnętrze nanorurki i izolują cząsteczki zamknięte w jej wnętrzu. W pH kwaśnym mikrośrodowiska nowotworu dochodzi do hydrolizy łączników hydrazonowych lecz oderwanie nanocząstek od nanorurki wymaga dodatkowego czynnika inicjującego. Czynnikiem tym może być zewnętrzne pole magnetyczne które umożliwi dodatkowo realizację tzw. hipertermii nowotworu.

Drugim z analizowanych układów będzie nanorurka węglowa we wnętrzu której dochodzi do ko-absorpcji doksorubicyny oraz odpowiednio dobranych cząsteczek barwników. Cząsteczki barwników są tak dobrane aby ich pKa miało wartość ok. 6, czyli poniżej pH fizjologicznego. W trakcie procesu endocytozy układ znajdzie się w środowisku o pH ok. 5-5.5 co prowadzi do protonacji cząsteczek barwników. Wówczas dojdzie do ucieczki cząsteczek barwników oraz doksorubicyny z wnętrza nanorurki wskutek zaistnienia elektrostatycznych oddziaływań odpychających. Jak zostanie pokazane modelowa realizacja takiego procesu jest możliwa jednakże obecność czynników zwiększających hydrofilowość i biokompatybilność nanorurek węglowych w znacznym stopniu pogarsza szybkość uwalniania leku. Przedyskutowane zostaną możliwe modyfikacje takiej architektury prowadzące do lepszej kontroli procesu uwalniania leku.

Telomery są to końcowe fragmenty chromosomów mające za zadanie zabezpieczenie DNA przed niekontrolowaną fuzją podczas replikacji czy też ograniczenie ilości możliwych podziałów komórki. Dzięki możliwości tworzenia par Hoogsteena telomeryczne fragmenty DNA mają zdolność do formowania niekanonicznych struktur przestrzennych. Dlatego, trzecim z omawianych tematów, będzie analiza stabilności tych struktur w zależności od pH środowiska. Szczególnie istotne jest zrozumienie współistnienia obu struktur (G-quadruplex oraz i-motif) w warunkach fizjologicznych gdyż ma to kluczowe znaczenie w projektowaniu nowoczesnych leków antynowotworowych. Ostatnie doniesienia literaturowe dowodzą, że jednościenne nanorurki węglowe mają zdolność stabilizowaniu struktury i-motif oraz inhibicji aktywności telomerazy.

Praca finansowana ze środków Narodowego Centrum Nauki, NCN grant 2017/27/B/ST4/00108.

Literatura:

[1] B.S. Wong, S.L. Yoong, A. Jagusiak, T. Pańczyk, H.K. Ho, W.H. Ang, G. Pastorin, Adv. Drug Deliv. Rev. 2013, 65, 1964–2015.

Inżynieria powierzchni implantów - nano&bio wyzwanie XXI wieku

Andrzej Kotarba

Uniwersytet Jagielloński, Wydział Chemii, Gronostajowa 2, 30-387 Kraków

Co drugi z nas w podeszłym wieku będzie nosił w swoim organizmie implant. Kilka tysięcy osób umiera rocznie w Polsce z powodów komplikacji post-implantacyjnych. Zatem materiały oraz sposób wytwarzania implantów stanowią centralne zagadnienia dla naszego zdrowia i życia. W trakcie wykładu podjęta zostanie tematyka projektowania i optymalizacji powierzchni implantów, z punktu widzenia fizykochemika powierzchni. Zapewnienie najistotniejszych funkcji powierzchni implantu: antykorozyjnej, biokompatybilności, antybakteryjnej, terapeutycznej (Rys. 1), stanowi bez wątpienia wyzwanie na miarę XXI wieku. Prowadzone w grupie Chemii Powierzchni i Materiałów UJ interdyscyplinarne badania wpisują się w najistotniejsze kierunki badawcze w obszarach nano i biomateriałów. Dostarczają one racjonalnych przesłanek do opracowania nowych uniwersalnych rozwiązań w dziedzinie inżynierii powierzchni implantów [1-4].



Rys. 1. Najważniejsze funkcje, które powinna spełniać nowoczesna powłoka pokrywająca implant.

Literatura:

- [1] M. Gołda, M. Brzywczy-Włoch, M. Faryna, K. Engvall, A. Kotarba, *Materials Science and Engineering: C* 33 (2013) 4221
- [2] M. Gołda-Cępa, A. Choryłek, P. Chytrosz, M. Brzywczy-Włoch, J. Jaworska, J. Kasperczyk, M. Hakkarainen, K. Engvall, A. Kotarba, *ACS Applied Materials & Interfaces* 2016, 8, 22093–22105.
- [3] M. Gołda-Cępa, W. Kulig, Ł. Cwiklik, A. Kotarba, *ACS Applied Materials & Interfaces* 2017, 9, 16685-16693
- [4] M. Gołda-Cępa, P. Chytrosz, A. Choryłek, A. Kotarba, *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology, and Medicine* 2018, 14, 941–950

Photo-triggered nanocapsules containing natural active agents

Bartosz Tylkowski^a, Valentina Marturano^b, Pierfrancesco Cerruti^c, Marta Giamberini^d,
Veronica Ambroggi^b

^a*Chemistry Technology Centre of Catalonia (Eurecta -UC), C/Marcellí Domingo,
43007 Tarragona, Spain*

^b*Department of Chemical, Materials and Production Engineering (DICMAPI), University of
Naples "Federico II", P. le Tecchio, 80, 80125 Napoli, Italy.*

^c*Institute for Polymers, Composites and Biomaterials (IPCB-CNR), Via Campi
Flegrei, 34, 80078 Pozzuoli (NA), Italy.*

^d*Department of Chemical Engineering (DEQ), Universitat Rovira i Virgili, Av. Països
Catalans, 26, 43007 Tarragona, Spain*

A breakthrough feature of visible-light responsive polymer nanocapsules relies on the possibility of customizing the release of the cargo material via precise tuning of the triggering wavelength in the visible spectrum. During the lecture, visible-light responsive polymer nanocapsules which were successfully fabricated through interfacial miniemulsion polymerization, introducing a comonomer based on modified ortho-substituted azobenzene in the capsule shell will be discussed. Thyme essential oil and a model drug molecule, coumarin-6, were encapsulated as core materials. Continuous irradiation with sunlight or visible light at different wavelengths gave rise to smooth release patterns whose yields were studied as a function of the wavelength and intensity of the light source. Considering that visible light is readily available and un-harmful to human beings, these intelligent delivery platforms are potentially applicable in a wide range of applications requiring a more sustainable approach, such as medicine, crop protection, cosmetics and packaging.

KOMUNIKATY USTNE
SESJA GŁÓWNA
(wg kolejności wystąpień)

Ditlenek tytanu jako biomateriał o szerokim spektrum zastosowań

Aleksandra Radtke^{a,b}, Michalina Ehlert^{a,b}, Marlena Grodzicka^{a,b}, Emil Grodzicki^{a,b}, Piotr Piszczek^{a,b}, Tomasz Jędrzejewski^c, Beata Sadowska^d, Michał Bartmański^e

^aWydział Chemii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, ul. Gagarina 7, 87-100 Toruń

^bNano-implant Sp. z o. o, ul. Gagarina 5/102, 87-100 Toruń

^cWydział Biologii i Ochrony Środowiska, UMK w Toruniu, ul. Lwowska 1, 87-100 Toruń

^dWydział Biologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Łódzki, ul. Banacha 12/16, 90-237 Łódź

^eWydział Mechaniczny, Politechnika Gdańska, ul. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk

Za biologiczną obojętność i biotolerancję medycznych wyrobów tytanowych i ze stopów tytanu odpowiedzialna jest warstwa ditlenku tytanu. Natywny, amorficzny film TiO₂ tworzący się na powierzchni tytanu ma zazwyczaj grubość około 1-8 nm. Grubość tego filmu, który ma strukturę wielowarstwową zwiększa się wraz z adsorpcją tlenu. Właściwości tworzącej się spontanicznie warstwy nie są jednak do końca zdefiniowane, gdyż łatwo może ona ulegać plastycznemu odkształceniom i przypadkowej kontaminacji. Z tego względu nie zawsze jest w stanie sprostać potrzebom biomedycznym. Obecnie dąży się więc do modyfikacji powierzchni, polegającej na zaplanowanym wytwarzaniu powłok bazujących na ditlenku tytanu poprawiających odporność powierzchni implantów na korozję, odporność na zużycie przez tarcie, a także zwiększających ich biointegralność. Z uwagi na to, że tytan i jego stopy, to biomateriały stosowane głównie do wyrobu implantów kostnych, istotne znaczenie ma poprawa przebiegu procesów łączenia ich powierzchni z kością. W tym celu nadaje się powłokom odpowiednią architekturę, strukturę i skład chemiczny zapewniając rozwijającym się komórkom osteoblastów jak najlepsze zakotwiczenie na ich powierzchni i warunki do ich rozwoju. Kolejnym ważnym wymogiem, który jest stawiany projektowanym implantom jest ich „wyposażenie” w składniki pozwalające na zwalczanie pojawiających się stanów zapalnych zarówno bezpośrednio po wprowadzeniu wszczepu do organizmu, jak i po dłuższym okresie jego użytkowania. Chcąc zapewnić wszczepom zdolność do aktywnego zwalczania stanów zapalnych należy albo zmodyfikować ich powierzchnię tak, aby adhezja bakterii była zminimalizowana albo wzbogacić ją składnikami o działaniu przeciwdrobnoustrojowym.

Podczas prezentacji przedstawione zostaną wyniki badań nad projektowaniem i wytwarzaniem zintegrowanych z powierzchnią podłoża nanopowłok bazujących na TiO₂, zapewniających jej zarówno wysoką biointegrację, jak i przeciwwzapalność.

Literatura:

- [1] Radtke A, Jędrzejewski T, Kozak W, Sadowska B, Wieckowska-Szakiel M, Piszczek P. Bioactivity Studies on Titania Coatings and the Estimation of Their Usefulness in the Modification of Implant Surfaces. *Nanomaterials*, 2017, 4, 90.
- [2] Radtke A, Topolski A, Jędrzejewski T, Sadowska B, Wieckowska-Szakiel M, Szubka M, Talik E, Nielsen LP, Piszczek P. Studies on the bioactivity and photocatalytic properties of titania nanotube coatings produced with the use of the low potential anodization of Ti6Al4V alloy surface. *Nanomaterials*, 2017, 7, 197
- [3] Radtke A, Jędrzejewski T, Kozak W, Sadowska B, Wieckowska-Szakiel M, Talik E, Mäkelä M, Leskelä M, Piszczek P. Optimization of the silver clusters PEALD process on the surface of 1-D titania coatings. *Nanomaterials*, 2017, 7, 193.
- [4] Radtke A, Ehlert M, Jędrzejewski T, Sadowska B, Holopainen J, Ritala M, Leskela M, Bartmański M, Szkodo M, Piszczek P. Titania nanotube/hydroxyapatite bio-composites produced with the use of the ALD technique: studies on their potential application in modern implantology. *Nanomaterials*, 2019, 9, 123.
- [5] Radtke A, Ehlert M, Jędrzejewski T, Bartmański M. The Morphology, Structure, Mechanical Properties and Biocompatibility of Nanotubular Titania Coatings before and after Autoclaving Process. *Journal of Clinical Medicine*, 2019, 8, 272.

Bioakumulacja nanocząstek jako element oceny ryzyka ekotoksykologicznego rozwoju nanotechnologii

Monika Asztemborska^a

^aPracownia Izotopowa, Wydział Biologii, Uniwersytet Warszawski, Ul. Miecznikowa 1, 02-096 Warszawa

Nanotechnologia jest dziedziną nauki i przemysłu, która niezwykle intensywnie rozwija się na przełomie ostatnich lat. Liczba zastosowań nanocząstek, na których opiera się nanotechnologia, nieustannie rośnie. Ważnym zagadnieniem związanym z nanocząstkami jest ich toksyczność. Z jednej strony wykorzystuje się w sposób praktyczny biobójcze właściwości nanocząstek, np. Ag. Z drugiej strony, powszechne stosowanie produktów zawierających nanocząstki wywołuje pytania dotyczące ewentualnych niepożądanych efektów, jakie mogą być z tym związane. Faktorem jest też niekontrolowane przedostawianie się nanocząstek do środowiska naturalnego, wymuszające ocenę ryzyka ekotoksykologicznego rozwoju nanotechnologii. Jednym z kluczowych zagadnień jest możliwość bioakumulacji nanocząstek przez organizmy.

Celem podjętych badań było sprawdzenie możliwości bioakumulacji nanocząstek Pt i ZnO przez różne gatunki roślin. W ramach przeprowadzonych doświadczeń podjęto próbę wykazania, czy akumulacji ulegają nanocząstki czy też są one jedynie źródłem jonów dla roślin.

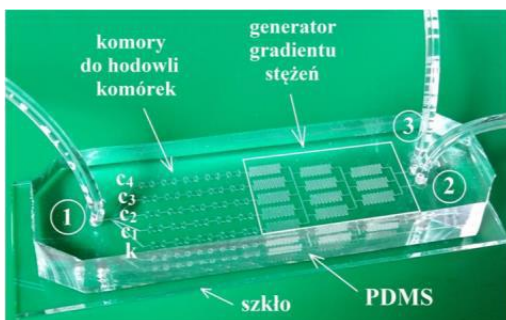
Wykazano, że w roślinach hodowanych na podłożu zawierającym nanocząstki Pt lub ZnO zawartość metali (odpowiednio Pt i Zn) jest istotnie wyższa niż w próbach kontrolnych, co wskazuje na biodostępność badanych nanocząstek dla wybranych gatunków. Szczegółowa analiza form chemicznych, w jakich Pt i Zn znajdują się w roślinach wykazała różnice w bioakumulacji obu rodzajów badanych cząstek. Płatyna obecna jest w roślinach w postaci nanocząstek o rozmiarach podobnych lub większych niż w podłożu. Nanocząstki ZnO cechuje wysoka niestabilność. Cynk pobierany jest w postaci jonowej i znajduje się w roślinach w formie kompleksów, głównie z organicznymi ligandami.

Badania *in vitro* wybranych nanomateriałów z wykorzystaniem mikrosystemów lab-on-a-chip

^aIlona Grabowska-Jadach, ^aDominika Kulpińska, ^aMarcin Drozd, ^aMariusz Pietrzak, ^aAgnieszka Żuchowska, ^aElżbieta Malinowska, ^aArtur Dybko, ^aZbigniew Brzózka
^aKatedra Biotechnologii Medycznej, Wydział Chemiczny, Politechnika Warszawska
Noakowskiego 3, 00-664 Warszawa

Mikrosystemy przepływowe są to niewielkich rozmiarów urządzenia, umożliwiające przeprowadzenie kompleksowej analizy [1]. Zwykle znajdujące się w nich struktury takie jak kanały czy komory są rzędu mikrometrów. Dzięki możliwości stworzenia w systemach lab-on-a-chip mikrośrodowiska zbliżonego do warunków *in vivo* (dyfuzja gazów, transport substancji odżywczych, obecność naprężeń ścinających) mogą one znaleźć zastosowanie w naukach biologicznych i biochemicznych do prowadzenia badań na hodowlach komórkowych [2].

Niniejsza prezentacja będzie dotyczyć wykorzystania mikrosystemów do badania aktywności biologicznej wybranych nanomateriałów (Rys. 1). W ramach przeprowadzonych prac określona została cytotoksyczność kropek kwantowych o budowie rdzeń/powłoka, których powierzchnia została zmodyfikowana poprzez dowiązanie do niej różnych ligandów. Testy te przeprowadzono na ludzkich komórkowych z wykorzystaniem dwóch modeli hodowli komórkowej. W prowadzonych badaniach oceniano stan hodowli po inkubacji z różnymi stężeniami kropek kwantowych oraz sprawdzano czy następuje akumulacja nanocząstek w organellach komórkowych. Ponadto prowadzono prace, w których zastosowano mikrosystemy do oceny skuteczności procedury terapeutycznej – terapii fototermicznej (PTT). W PTT jako czynniki fotoaktywne stosowano nanocząstki złota z powierzchnią modyfikowaną aptamerem.



Rys. Zdjęcie mikrosystemu wykorzystywanego w badaniach

Literatura:

- [1] J. Zhang, K. Wang, A.R. Teixeira, K.F. Jensen, G. Luo, Annual Review of Chemical and Biomolecular Engineering, 2017, 8, 285-305.
- [2] M.K. Alam, E. Koomson, H. Zou, C. Yi, C.-W. Li, T. Xu, T., M. Yang, Analytica Chimica Acta, 2018, 1044, 29-65.

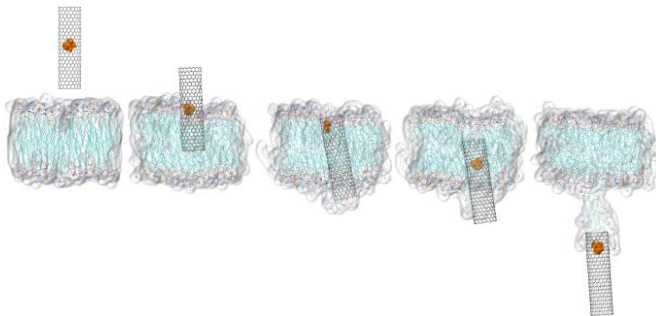
Transport leków przez błonę komórkową za pomocą nanorurek węglowych. Badania metodą sterowanej dynamiki molekularnej.

Łukasz Pepłowski^a, Wiesław Nowak^a

^a Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej, UMK; ul. Grudziądzka 5, 87-100 Toruń

Transport leków do wybranych tkanek lub komórek jest obecnie jednym z najgorętszych tematów w nauce [1]. Jeden z możliwych mechanizmów dostarczania leków bezpośrednio do docelowych komórek (np. nowotworowych) zakłada użycie nanorurek węglowych. Badania eksperymentalne pokazują możliwość przebicia żywej komórki bakteryjnej za pomocą nanorurki węglowej bez jej uśmiercenia [2,3]. W niniejszej prezentacji pokazane zostaną wyniki podobnego eksperymentu w wersji teoretycznej, w której symulowaliśmy przebijanie modelowej błony komórkowej POPC za pomocą nanorurki węglowej z umieszczoną w środku molekułą cisplatyny – chemoterapeutyku stosowanego w leczeniu chorób nowotworowych. Wyniki naszych symulacji pokazują zmiany struktury błony fosfolipidowej w trakcie przebijania oraz wyciągania nanorurki z błony komórkowej. Pokazaliśmy, że możliwy jest transport cisplatyny przez błonę komórkową wewnątrz obustronnie otwartej nanorurki węglowej. Maksymalna siła potrzebna do przebicia błony wynosi ok. 1200 pN i zależy ona od prędkości przebijania. Szczegółowa analiza symulacji pokazuje, że przebicie pierwszej warstwy błony komórkowej wymaga mniejszej siły niż przebicie drugiej warstwy i wyciągnięcie nanorurki z błony komórkowej. W trakcie wyciągania nanorurki obserwujemy wrywanie fosfolipidów z błony, jednak szybko odbudowuje ona swoją strukturę.

Aby modelować transport cisplatyny w nanorurce węglowej przez błonę komórkową użyliśmy metody sterowanej dynamiki molekularnej zaimplementowanej w programie NAMD [4] z polem siłowym Charmm 27 [5].



rys. 1. Kolejne stadia przebijania błony komórkowej przez nanorurkę węglową. Na pomarańczowo oznaczono molekułą cisplatyny.

Obliczenia wykonane zostały na klastrze obliczeniowym ICNT UMK w Toruniu.

Literatura:

- [1] A. L. Moreira, et al. Chest vol. 146 p. 1649-1657, 2014.
- [2] I. U. Vakarelski, et al. Langmuir vol. 23 p. 10893-10896, 2007.
- [3] A. A. Bhirde, et al. ACS Nano vol. 3 p. 307-316, 2009.
- [4] J. C. Phillips, et al. J Comput Chem vol. 26 p.1781-1802, 2005.
- [5] A. D. MacKerell, et al. J Phys Chem B vol. 102 p. 3586-3616, 1998.

Functionalized gold nanoparticles as the platform for treatment of cancer.

Dariusz Witt, Agnieszka Lindstaedt, Justyna Doroszuk, Mateusz Musiejuk,
Joanna Puzewicz-Barska, Piotr Barski
Prochimia Surfaces Sp. z o.o., Zacisze 2, Sopot

EVO-NANO project is focused on the development of integrated platform for the artificial evolution and validation of novel strategies for treatment of cancer using gold nanoparticles (AuNPs). The development of effective AuNP-based safe therapies with optimal bio-distribution and delivery characteristics is expected. The personalized procedures to specific patients and health risks can be also established. Project is organized around two main research groups: *in silico* computational modelling (PFNS, UB, UWE and AAU) and *in vitro* and *in vivo* experimental studies (IMDEA, VHIR and PCS). Partners with cross-disciplinary expertise collaborate across groups to evolve, produce, and validate novel nanoparticle designs (Fig. 1).

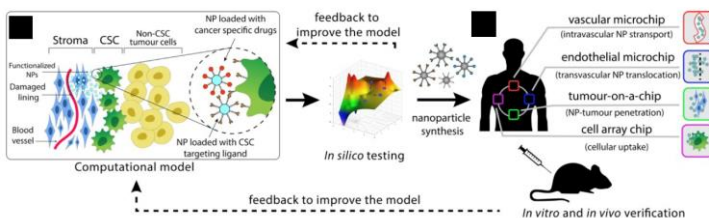


Fig. 1. The computational modelling, *in vitro* and *in vivo* studies cycle for development of anti-cancer AuNPs.

The computational modelling is based on the most recent advances in evolutionary algorithms to explore a wide range of nanoparticle designs, considering the effect of different sizes, coatings and charges on their ability to reach and penetrate tumors. Based on results from simulation, ProChimia Surfaces will develop customized functionalized AuNPs using internal interdisciplinary expertise in the fields of chemistry, nanotechnology, and biotechnology (Fig. 2).

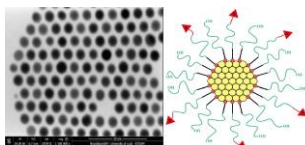


Fig. 2. Water soluble functionalized AuNPs.

The water soluble AuNPs 5.5 and 12 nm can be obtained by introduction of PEG or zwitterion terminated thiols at the surface of nanoparticles. The presence of PEG or zwitterion units provides solubility of nanoparticles in the aqueous solution and makes them resistant to nonspecific adsorption of proteins. The attachment of anti-cancer drugs can be achieved by covalent connection with thiols terminated with amino, carboxylic or active ester groups. These compounds are already commercially available from ProChimia (www.prochimia.com).

This project has received funding from European Union's Horizon 2020 FET Open programme under grant agreement No. 800983.

Wpływ tlenku hafnu IV (HfO₂) na ekspresję mir 21a-5p oraz RUNX2 i OPN w mysich komórkach preosteoblastycznych (MC3T3)

Katarzyna Kucharczyk^{ab}, Krzysztof Marycz^{ab}

^a*Department of Experimental Biology, The Faculty of Biology and Animal Science, University of Environmental and Life Sciences, 50-375 Wrocław, Poland*

^b*International Institute of Translational Medicine, Jesionowa 11 St, 55-124 Malin, Poland*

Społeczeństwo krajów wysokorozwiniętych stopniowo staje się starzejącym, choroby cywilizacyjne, a wśród nich także osteoporoza zaczynają dotykać coraz więcej osób. Według Światowej Organizacji Zdrowia (ang. World Health Organization, WHO) w najbliższej dekadzie, osteoporoza będzie dominującą jednostką chorobową na świecie[1]. Dla osteoporozy typowe jest obniżenie gęstości kostnej, przyczyną tego jest nieprawidłowa proporcja pomiędzy osteoblastami, czyli komórkami budującymi kości, a osteoklastami, czyli komórkami kościogubnymi. W wyniku tego kości stają się kruche i podatne na złamania[2]. Ponadto u osób z osteoporozą stwierdzono obniżoną ekspresję mir 21a-5p, co wpływa na obniżenie ekspresji RUNX2, który jest głównym czynnikiem transkrypcyjnym, decydującym o różnicowaniu się komórek BMSC (ang. Bone Marrow Stem Cells) w osteoblasty [3].

Celem naszych badań było zbadanie wpływu tlenku hafnu IV (HfO₂) na ekspresję miR 21a – 5-p oraz RUNX2 i OPN w komórkach MC3T3 – mysich preosteoblastach. Komórki MC3T3 zostały wysiane na płytkę z cover-slipami, grupę kontrolną stanowiły komórki rosnące na pustych cover-slipach, grupa badana natomiast rosła na szkiełkach pokrytych HfO₂. Po 7 dniach komórki zostały zebrane i przeprowadzono analizę ekspresji genów, przy użyciu real-time PCR (qPCR).

Po przeanalizowaniu wyników, wykazano podwyższoną ekspresję miR 21a-5p w komórkach rosnących w obecności tlenku hafnu IV, ponadto wykazano również podwyższoną ekspresję RUNX2 oraz OPN, których ekspresja obniżona jest u osób cierpiących na osteoporozę. Możliwe, że zastosowanie tlenku hafnu IV podczas terapii złamań u osób z osteoporozą pozwoli na przyspieszenie procesu regeneracji tkanki kostnej oraz wpłynie na jej prawidłową przebudowę, skutkiem czego, będzie powstanie funkcjonalnej tkanki o większej gęstości.

Literatura:

- [1] Siris ES, Adler R, Bilezikian J, Bolognese M, Dawson-Hughes B, Favus MJ, et al. The clinical diagnosis of osteoporosis: a position statement from the National Bone Health Alliance Working Group. *Osteoporos Int.* 2014;25(5):1439–43.
- [2] <https://mbst-terapia.pl/osteoporoza/>, on-line: 15.04.2019
- [3] <https://sci-hub.tw/https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S088875431830079X>, on-line: 15.04.2019

Toksyczność nanocząstek srebra biofunkcjonalizowanych cysteiną wobec wybranych komórek ludzkiego układu odpornościowego

Anna Barbasz^a, Magdalena Oćwieja^b

^a Instytut Biologii, Uniwersytet Pedagogiczny im. Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie, ul. Podchorążych 2, 30-084 Kraków

^b Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera PAN, ul. Niezapominajek 8, 30-239 Kraków

Liczne dane literaturowe wskazują, że aktywność biologiczna nanocząstek srebra silnie zależy nie tylko od ich rozmiaru, morfologii oraz ładunku lecz również od struktury chemicznej

i właściwości stabilizatorów zaadsorbowanych na ich powierzchni. Obecnie podejmowane prace badawcze mają na celu opracowanie efektywnych metod funkcjonalizacji nanocząstek srebra za pomocą takich biomolekuł, które umożliwiłyby kontrolę procesów jakie indukują nanocząstki

w komórkach prawidłowych oraz nowotworowych. Szczególnie obiecujące wydaje się zastosowanie nanocząstek biofunkcjonalizowanych aminokwasami. Dlatego też celem naszych prac było określenie wpływu modyfikacji nanocząstek srebra cysteiną na ich toksyczność wobec komórek ludzkiej białaczki promielocytowej (HL-60) oraz monoblastycznej (U-937), a także limfocytów T (HUT-78) i B (COLO-720L).

Nanocząstki srebra otrzymane metodą redukcji chemicznej przy użyciu borowodoru sodu sfunkcjonalizowano cysteiną w warunkach kwasowych, a następnie przeprowadzono ich charakterystykę fizykochemiczną. Średnia wielkość obu typów nanocząstek srebra wynosiła 15 ± 5 nm. Niemodyfikowane nanocząstki wykazywały ujemny potencjał zeta w szerokim zakresie pH podczas gdy nanocząstki sfunkcjonalizowane cysteiną posiadały punkt izoelektryczny przy pH 5.1. Nanocząstki srebra, niezależnie od typu stabilizacji, powodowały uszkodzenie błon komórkowych oraz zaburzenia w funkcjonowaniu mitochondriów. Dowiedziono, że uszkodzenie błon komórkowych było związane z peroksydacją lipidów błonowych wynikających z wyidukowanego stresu komórkowego. Dla zadanego zakresu stężeń aktywność biologiczna obu typów nanocząstek była znacznie wyższa niż srebra jonowego. Wykazano również, że dodatnio naładowane nanocząstki stabilizowane cysteiną były bardziej toksyczne niż ujemnie, co szczególnie istotnie uwidaczniało się w zniszczeniu błon komórkowych oraz uszkodzeniu DNA. Nie stwierdzono jednak aby modyfikacja nanocząstek cysteiną obniżyła znacząco ich aktywność cytotoksyczną.

Praca powstała w ramach realizacji projektu Iuventus Plus IP2015055974 „Określenie wpływu właściwości powierzchniowych nanocząstek srebra na ich aktywność cytotoksyczną wobec wybranych komórek ludzkiego układu immunologicznego oraz komórek tkanki łącznej właściwej” finansowanego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

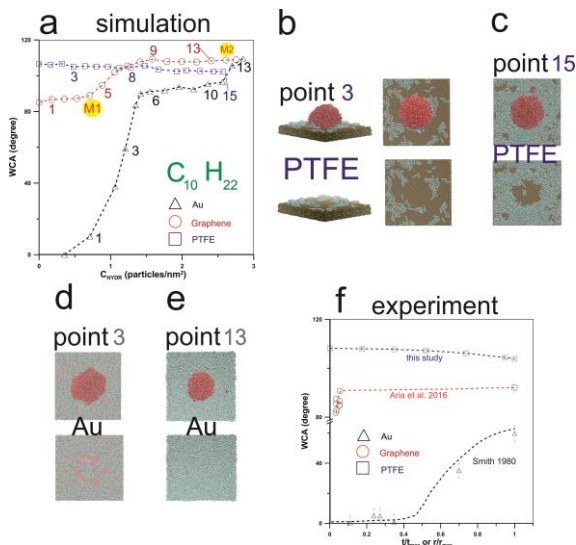
Wpływ węglowodorów obecnych w powietrzu na zwilżanie powierzchni ciał stałych

Artur P. Terzyk^a

^a *UMK, Wydział Chemii; Ul. Gagarina 7, 87-100 Toruń*

Wiemy doskonale, że powietrze wkoło nas zawiera masę zanieczyszczeń mających kontakt z powierzchniami otaczających nas ciał stałych. Zatem rodzi się pytanie, na ile zjawisko kumulacji niektórych substancji na tych powierzchniach (zwane fachowo adsorpcją) wpływa na ich zwilżalność. Sprawa nie jest banalna, o czym świadczą rozbieżności w wynikach eksperymentalnie mierzonych kątów zwilżania na realnych powierzchniach, dochodzące między różnymi doniesieniami naukowymi, nawet do kilkudziesięciu stopni. Dopiero całkiem niedawno wyjaśniono genezę tych rozbieżności. Okazuje się, że to adsorpcja węglowodorów może mieć dramatyczny wpływ na kąt zwilżania. Intuicja podpowiada, że węglowodory, będące związkami z natury hydrofobowymi powinny zawsze po adsorpcji na powierzchniach ciał stałych zmniejszać ich zwilżalność (czyli powodować wzrost kąta zwilżania). Czy tak jednak zawsze jest? A może zależy to od rodzaju powierzchni i ilości zaadsorbowanych węglowodorów?

Prezentacja przedstawi odpowiedzi na stawiane powyżej pytania, ukazując przegląd wyników literaturowych jak i badań naszego zespołu nad wpływem węglowodorów na proces zwilżania realnych ciał stałych.



Rys. 1. Wyniki eksperymentu i symulacji komputerowych procesów zwilżania wybranych powierzchni [1].

Badania finansowane z grantu NCN: OPUS 13 UMO - 2017/25/B/ST5/00975.

Literatura:

[1] A.P. Terzyk, P. Bryk, E. Korczeniewski et al. Langmuir, 2019, 35, 420-427.

Synteza nanocząstek typu rdzeń/powłoka molibdenian/Gd₂O₃ domieszkowanych erbem (Er³⁺) oraz iterbem (Yb³⁺) do zastosowań w obrazowaniu biomedycznym

Izabela Kamińska^a, D. Elbaum^a, B. Sikora^a, P. Kowalik^a, J. Mikulski^a, Z. Felcyn^b, P. Samol^c, T. Wojciechowski^{a,d}, R. Minikayev^a, W. Paszkowicz^a, W. Zaleszczyk^{a,d}, M. Szewczyk^e, A. Konopka^f, G. Gruzeł^g, M. Pawlyta^h, M. Donten^{i,j}, K. Ciszak^k, K. Zajdel^l, M. Frontczak-Baniewicz^l, P. Stępień^{e,l,m}, M. Łapińskiⁿ, G. Wilczyński^o, K. Fronc^a

^a Instytut Fizyki PAN; al. Lotników 32/46,02-668 Warszawa;

^b Laboratorium Bionanomechaniki Instytutu Mikro i Nanotechnologii, PTM-28760 Tres Cantos, Madryt, Hiszpania;

^c Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, Wydział Fizyki, ul. Umultowska 85A, 61-614 Poznań;

^d Międzynarodowe Centrum Sprzężenia Magnetyzmu i Nadprzewodnictwa z Materiał Topologiczną (MagTop), al. Lotników 32/46,02-668 Warszawa;

^e Instytut Genetyki i Biotechnologii, Wydział Biologii, Uniwersytet Warszawski, ul. Pawińskiego 5a, 02-106 Warszawa;

^f Katedra Nauk Biomedycznych Uniwersytetu w Macquarie, Centrum Chorób Neuronów Ruchowych, Sydney, NSW, 2109, Australia;

^g Instytut Fizyki Jądrowej im. Henryka Niewodniczańskiego PAN, ul. Radzikowskiego 152, 31-342 Kraków;

^h Instytut Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych, Politechnika Śląska, ul. Konarskiego 18a, 44-100 Gliwice;

ⁱ Uniwersytet Warszawski, Wydział Chemii, Ludwika Pasteura 1, 02-093 Warszawa

^j Centrum Nauk Biologiczno-Chemicznych, Uniwersytet Warszawski, ul. Żwirki i Wigury 101,02-089 Warszawa;

^k Instytut Fizyki UMK, Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej, ul. Grudziądzka 5/7, 87-100 Toruń;

^l Instytut Medycyny Doświadczalnej i Klinicznej im. M. Mossakowskiego PAN, ul. Pawińskiego 5, 02-106 Warszawa;

^l Instytut Biochemii i Biofizyki PAN, ul. Pawińskiego 5A, 02-106 Warszawa;

^m Centrum Nowych Technologii, Uniwersytet Warszawski, Stefana Banacha 2c, 02-097 Warszawa;

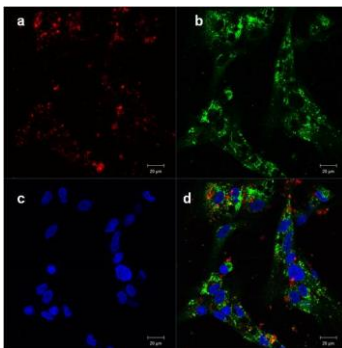
ⁿ Centrum Inżynierii Biomedycznej, Instytut Optoelektroniki, Wojskowa Akademia Techniczna, ul. Gen. Witolda Urbanowicza 2, 00-908 Warszawa;

^o Instytut Biologii Doświadczalnej im. Marcelego Nenckiego PAN, ul. Pasteura 3, 02-093 Warszawa;

Markery luminescencyjne bazujące na nanocząstkach tlenkowych stały się ważnymi i obiecującymi narzędziami w bioobrazowaniu. W naszych badaniach prezentujemy oddzielne, sferyczne nanocząstki typu rdzeń/powłoka - molibdenian/Gd₂O₃ domieszkowane jonami ziem rzadkich Er³⁺ i Yb³⁺. Do syntezy nanocząstek wykorzystano proces jednorodnego wytrącania. Właściwości emisyjne nanocząstek zostały zbadane za pomocą pomiarów katodoluminescencji oraz fotoluminescencji. Kształt oraz rozmiar nanocząstek zmierzono przy użyciu Skaningowego (SEM) oraz Transmisyjnego Mikroskopu Elektronowego (TEM). Dyfrakcja promieniowania rentgenowskiego oraz skaningowa mikroskopia elektronowa z dyspersją energii promieniowania rentgenowskiego (EDX) potwierdziły strukturę rdzeń/powłoka badanych nanocząstek.

Postulujemy, że rdzeń nanocząstek bogaty w molibdenian powstaje z powodu wysokiego współczynnika segregacji jonu Mo podczas procesu wytrącania. Natomiast proces wygrzewania spowodował krystalizację nanocząstek rdzeń/powłoka (δ/ξ) domieszkowanych jonami Er i Yb, gdzie δ - molibdenian gadolinu oraz ξ - molibdenian lub tlenek gadolinu.

Potwierdziliśmy dwa różne mechanizmy emisji antystokesowskiej (upkonwersji). W pierwszym badanym przypadku, w obecności jonów molibdenu, w rdzeniu nanocząstek utworzyły się dimery $\text{Yb}^{3+}\text{-MoO}_4^{2-}$ (${}^2\text{F}_{7/2}, {}^3\text{T}_2 >$). W wyniku dwufotonowej absorpcji promieniowania 980 nm przez dimery, zaobserwowano wzmocnioną zieloną luminescencję w procesie upkonwersji. W przypadku powłoki utworzonej przez nanocząstki Gd_2O_3 : Er, Yb (bez jonów Mo), występuje czerwona luminescencja, za którą odpowiedzialny jest typowy proces upkonwersji. Wykazano, że nanocząstki były transportowane do cytozolu komórek HeLa i astrocytów przez endocytozę. Nanocząstki rdzeń/powłoka są sensorami wrażliwymi na środowisko panujące wewnątrz (krótsze czasy zaniku fotoluminescencji) oraz na zewnątrz komórek nowotworowych HeLa (dłuższe czasy zaniku fotoluminescencji). W celu zbadania biokompatybilności nanocząstek przeprowadzono eksperymenty żywotności komórkowej na komórkach nowotworowych HeLa oraz astrocytach przy użyciu testu MTT [1].



Rys.1. Obrazy konfokalne komórek glejowych (astrocytów) po 24 h inkubacji z $1 \text{ mg}\cdot\text{ml}^{-1}$ nanocząstek Gd_2O_3 : 1% Er^{3+} , 9% Yb^{3+} /PVP z lipofektaminą. a) Kanał luminescencji upkonwertujących nanocząstek pobudzanych laserem femtosekundowym o długości fali 980 nm (kolor czerwony). b) Autofluorescencja astrocytów: pobudzenie laserem argonowym o długości fali 488 nm (kolor zielony). c) Jądra komórkowe wybarwione barwnikiem Hoechst 33342 - pobudzenie laserem femtosekundowym o długości fali 690 nm (kolor niebieski). d) Złożenie wszystkich obrazów.

Podziękowania: Badania były częściowo finansowane przez Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka (POIG. 01.01.02-00-008/08) oraz projektów z Narodowego Centrum Nauki 2013/11/B/NZ1/00089, DEC-2012/07/B/ST5/02080, UMO 2014/15/D/ST5/02604 oraz DEC-2014/14/M/ST3/00484. Badania do pracy przeprowadzono w Krajowym Laboratorium Multidyscyplinarnym Nanomateriałów Funkcjonalnych NanoFun współfinansowanym ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka POIG.02.02.00-00-025/09. Badania były częściowo współfinansowane z Klastra Centrum Inżynierii Biomedycznej współfinansowanych ze środków Unii Europejskiej w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka (nr projektu UDA-POIG.05.01.00-00).

Literatura:

[1] I. Kamińska i inni, *Nanotechnology*, 2018, 29, 025702, 19pp.

Kompozyty polimerowo-tkaninowe z warstwą aerożelu z przeznaczeniem na wyroby ochronne

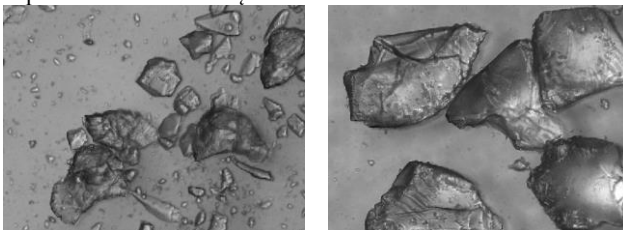
Sylwia Krzemińska^a, Agnieszka Greszta^a

^a Centralny Instytut Ochrony Pracy - Państwowy Instytut Badawczy; ul. Czerniakowska 16, 00-701 Łódź;

Rozwój nowoczesnych technologii otrzymywania składników o specjalistycznych właściwościach umożliwia modelowanie materiałów w kierunku osiągnięcia określonych cech. Do takich składników zaliczyć można aerożele, które charakteryzują się bardzo niskim współczynnikiem przewodnictwa cieplnego, wysoką porowatością, co w połączeniu z bardzo małą masą powoduje, że stanowią interesujący składnik wielu rodzajów materiałów, w tym kompozytów projektowanych jako materiały na odzież chroniąca przed działaniem wysokiej temperatury [1].

W ramach pracy wytworzono kompozyty z powłoką aerożelową poprzez naniesienie na tkaninę mieszanki na bazie polimeru akrylowo-styrenowego z udziałem aerożelu. Zastosowany aerożel był zróżnicowany pod względem formulacji i wymiarów (granulki 100-700 µm, proszek 2-40 µm). Celem badań była ocena trwałości cząstek aerożelu poddanej procesowi inkorporacji do powłoki kompozytu. Wyznaczono zmianę wielkości cząstek aerożeli na powierzchni kompozytu i w stanie nowości. Analizę struktury powierzchni przeprowadzono wykorzystując technikę mikroskopii elektronowej.

Stwierdzono, że proces nanoszenia powłoki na tkaninę, spowodował znaczne rozdrobnienie cząstek aerożelu. Mikrofotografie SEM uwiarydowiły, że wielkość granulek aerożelowych zmniejszyła się kilkudziesięciokrotnie. Nastąpiło kruszenie cząstek aerożelu, które stanowi jeden z najważniejszych problemów podczas ich aplikacji do materiałów. Wyniki badań posłużą do modyfikacji procesu nanoszenia powłoki aerożelowej pod kątem zmniejszenia stopnia rozdrobnienia cząstek aerożelu.



Rys. 1. Fotografia aerożelu w formie proszku (a) i w formie granulek (b) [2]

Opracowane na podstawie wyników IV etapu programu wieloletniego „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, finansowanego w latach 2017-2019 w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego/ Narodowego Centrum Badań i Rozwoju. Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.

Literatura:

- [1] M. Venkataraman, R. Mishra, V. Subramaniam, A. Gnanamani, T.M. Kotresh, J. Militky, *Fiber Polym*, 2016, 17, 925-931.
- [2] A. Greszta, S. Krzemińska, M. Okrasa, *Fibres Text East Eur*, 2019, 4.

Modyfikowana celuloza bakteryjna jako wszechstronny nośnik do immobilizacji enzymów

Radosław Drozd^a, Magdalena Szymańska^a, Karol Fijałkowski^a, Thayna Rezende^a,
Katarzyna Przygrodzka^a,

^a*Katedra Immunologii Mikrobiologii i Chemii Fizjologicznej, Wydział Biotechnologii i Hodowli Zwierząt, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie; Ul. al. Piastów 45, 70-311 Szczecin;*

Biopolimery różnego pochodzenia posiadają nieograniczony potencjał, który może być wykorzystany do opracowywania wielowymiarowych nośników do immobilizacji szerokiej gamy enzymów. Wśród tzw. zielonych polimerów coraz większe zainteresowanie wzbudza celuloza bakteryjna (CB), która oprócz potencjalnego nośnika dla enzymów stosowana jest w medycynie, inżynierii tkankowej i produkcji wytworów codziennego użytku. Celuloza bakteryjna charakteryzuje się wysoką homogennością strukturalną, a proces jej waloryzacji w celu dalszego wykorzystania zwykle nie jest skomplikowany i kosztochłonny. Oprócz wysokiej czystości CB charakteryzuje się biokompatybilnością, biodegradowalnością oraz dużą odpornością na uszkodzenia mechaniczne, a jej unikalna struktura daje szerokie możliwości jej modyfikacji. Pomimo swego ogromnego potencjału BC jako nośnika dla enzymów, w formie natywnej posiada ona ograniczenia zmniejszające obszar jej wykorzystania, kiedy głównym celem immobilizacji jest zwiększona stabilność operacyjna dająca możliwość wielokrotnego wykorzystania unieruchomionego enzymu. Dodatkowo proces separacji immobilizowanego enzymu w procesach o większej skali niż laboratoryjna może być utrudniony. Z tego względu atutem BC staje się podatność tego biopolimeru na modyfikacje struktury nawet w czasie trwania procesu jej syntezy czynnikami fizycznymi jak np. wirujące pole magnetyczne czy też odpowiednią kompozycją medium hodowlanego [1][2]. Ponadto CB jest również w odpowiednich warunkach podatna na wprowadzenie do jej struktury różnego rodzaju grup funkcyjnych zwiększających stabilność otrzymanego układu enzym nośnik. Ponadto w celu ułatwienia separacji nośnika z środowiska reakcji, CB może być również modyfikowana z wykorzystaniem cząsteczek o właściwościach magnetycznych [3]. W niniejszej pracy przedstawione zostaną wyniki badań nad wielowymiarową modyfikacją CB mającą na celu opracowanie wydajnych nośników do immobilizacji enzymów.

Badania częściowo wykonane w ramach grantu finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (LIDER/011/221/L-5/13/NCBR/2014) oraz grantu finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki (MINIATURA II/ DEC-2018/02/X/ST8/00567).

Literatura:

- [1] Drozd R i wsp. Carbohydrate Polymers, 2017, 161, 208-218.
- [2] Drozd R i wsp. International Journal of Biological Macromolecules, 2018, 108, 462-470.
- [3] Drozd R i wsp. Applied Biochemistry and Biotechnology, 2019, 187, 176-193.

Zastosowanie wirującego pola magnetycznego w procesie produkcji celulozy bakteryjnej

Karol Fijałkowski^a

^aZachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Katedra Immunologii, Mikrobiologii i Chemii Fizjologicznej; ul. Piastów 45, 70-311 Szczecin;

Celuloza bakteryjna (CB) jest powszechnie uważana za wielofunkcyjny nanobiomateriał o licznych zastosowaniach w medycynie i ochronie środowiska oraz w przemyśle spożywczym, papierniczym, chemicznym i włókienniczym. Pomimo wielu zalet oraz możliwości zastosowania, wysokie koszty i ciągle niewystarczająco efektywny proces produkcji są największymi przeszkodami w szerokim zastosowaniu CB[1]. Celuloza bakteryjna jest zazwyczaj wytwarzana w statycznych warunkach hodowli w formie błony na powierzchni podłoża hodowlanego. Jednakże taki tradycyjny sposób hodowli statycznej nie może być stosowany do masowej produkcji, ponieważ wymaga długiego okresu hodowli, jest pracochłonny i cechuje się niską wydajnością. Do zwiększenia wydajności produkcji CB wymagana jest wysoka szybkość transferu tlenu, dlatego podejmowane są próby prowadzenia tego procesu w bioreaktorach umożliwiające mieszanie. Jednakże ten rodzaj hodowli powoduje utratę wielu cennych właściwości charakterystycznych i cenionych u celulozy oraz może powodować obniżenie ilości wytwarzanego biomateriału. Uzasadnia to tym samym prowadzenie prac dotyczących zwiększenia wydajności produkcji CB oraz poprawienia jej niektórych właściwości [2]. Celem badań była ocena możliwości zwiększenia efektywności procesu produkcji oraz modyfikacji wybranych właściwości fizykochemicznych CB syntetyzowanej w hodowlach bakterii *Komagataeibacter xylinus* eksponowanych na wirujące pole magnetyczne (WPM). Eksperyment przeprowadzono z wykorzystaniem samodzielnie skonstruowanych bioreaktorów, wyposażonych w generatory WPM. Wykazano, że ekspozycja hodowli *K. xylinus* na WPM wpływała przede wszystkim na zmiany w mikrostrukturze syntetyzowanej celulozy. W wyniku zastosowanej ekspozycji na WPM, uzyskana CB cechowała się luźniejszym ułożeniem mikrofibryli w porównaniu do celulozy uzyskanej z hodowli nieeksponowanych. Obserwowane zmiany w morfologii celulozy wpływały na jej zwiększoną porowatość, a tym samym na właściwości wodne, w tym przede wszystkim na zdolność do pochłaniania i utrzymania wody. Ponadto stwierdzono, że ekspozycja na WPM nie powodowała pogorszenia właściwości fizykochemicznych CB w porównaniu do celulozy uzyskanej z nieeksponowanych hodowli kontrolnych. Wykazano również brak wpływu WPM na generowanie komórek mutantów niezdolnych do syntezy CB. Podsumowując, na podstawie przeprowadzonych badań ustalono, że ekspozycja hodowli *K. xylinus* na WPM zwiększa wydajność procesu produkcji oraz pozwala na modyfikowanie wybranych właściwości CB szczególnie użytecznych w wytwarzaniu wydajnych absorbentów, nośników do immobilizacji oraz materiałów do zastosowań biomedycznych.

Badania zostały sfinansowane w ramach grantu Narodowego Centrum Badań i Rozwoju LIDER/011/221/L-5/13/NCBR/2014.

Literatura:

- [1] W. Czaja, A. Krystynowicz, S. Bielecki, R.M. Brown Jr. Microbial cellulose – the natural Power to heal wounds. *Biomaterials*, 2006, 27(2), 145-151
- [2] K. Fijałkowski, A. Żywicka, R. Drozd, A. Niemczyk, A. Junka, D. Peitler, M. Kordas, M. Konopacki, P. Szymczyk, M. El Fray, R. Rakoczy. Modification of bacterial cellulose through exposure to the rotating magnetic field. *Carbohydrate Polymers*, 2015, 133, 52-60

Badanie fotoprzewodnictwa w mieszaninach polimerów z fulerem C60 modyfikowanym estrem kwasu masłowego

Tomasz Tarnawski, Jarosław Jung, Arkadiusz Selerowicz
Katedra Fizyki Molekularnej, Wydział Chemiczny Politechniki Łódzkiej; ul. Żeromskiego 116, 90-924 Łódź;

Mikroelektronika oraz elektronika organiczna to prężnie rozwijające się dziedziny nauki. Zaletą organicznych układów elektronicznych jest łatwość produkcji, niskie koszty i przede wszystkim, możliwość wytwarzania ich na elastycznych, cienkich powierzchniach, co daje bardzo szerokie możliwości aplikacyjne. Uzyskane w ten sposób urządzenia mogłyby znaleźć zastosowanie w inżynierii biomedycznej i bioelektronice. Do urządzeń wytwarzanych z materiałów organicznych zaliczyć można tranzystory, diody oraz ogniwa fotowoltaiczne. Możliwość taniego i szybkiego wytwarzania fotoogniw w postaci cienkich folii bez wątpienia zrewolucjonizowałaby przemysł. Zanim to jednak nastąpi, konieczne jest kontynuowanie badań nie tylko nad wytworzeniem materiałów wykazujących wysokie fotoprzewodnictwo, lecz również nad opracowaniem optymalnej metody wytwarzania. Celem prezentowanej pracy było zbadanie zjawiska fotoprzewodnictwa w mieszaninach pochodnej fulerenu C60 modyfikowanej estrem kwasu masłowego z izolatorami polimerowymi: polimetakrylanem metylu oraz z polistyrenem. Wykonano po 5 mieszanin z każdym z polimerów, o 5 różnych stężeniach wagowych. Dla uzyskanych warstw zbadano fotoprzewodnictwo metodą rozładowania kserograficznego [1,2] i na podstawie szybkości fotoindukowanych zaników potencjału powierzchniowego wyznaczono kwantową wydajność fotogeneracji nośników ładunku [3].

Literatura:

- [1] Davies, D. K. The Enation of the Electrical Properties of Insulators by Surface Charge Measurement. *J. Sci. Instrum.* 1967, **44**, 521–524.
- [2] Jung, J.; Gisko, R.; Rybak, A. Automation of Xerographic Discharge Measurements. *Prz. Elektrotechniczn.* 2009, **85**, 177–181.
- [3] Jung J., Stefaniuk-Grams A., Ulanski J, Photogeneration of Charge Carriers in (Phenyl-C61-butrylic Acid Methyl Ester) Mixed with a Small Amount of Polymers, *J. Phys. Chem. C*, 2017, **121** (38), 20650–20661

KOMUNIKATY USTNE
SESJA MŁODYCH
(wg kolejności wystąpień)

Polyoxometalate ions as reductors and stabilizers for silver nanoparticles – UV/Vis spectra and SERS characteristics

Sylwia Berbec^a, Sylwia Żołądek^a, Paweł J. Kulesza^a, Barbara Pałys^{a,b}

Department of Chemistry of Warsaw University, Pasteura 1, 02-093 Warsaw, Poland;

^bBiological and Chemical Research Centre of Warsaw University, Żwirki i Wigury 101, 02-089 Warsaw, Poland

POMs are inorganic anions composed of the octahedrons, where transition metal atom in the center is surrounded by six oxygen atoms. [1] Keggin type POMs chemisorb irreversibly on carbon and metal surfaces and can be used as a ligand stabilizing metal nanoparticles in solution. [2,3] POM undergo reduction by UV light or popular reducing agents like NaBH₄. The reduced form of POM can be re-oxidized by H₂AuCl₄ or AgNO₃. In result noble metal particles capped with POM ligands are obtained. [3]

Polyoxosilicotungstate stabilized silver nanoparticles were synthesized using partially reduced Keggin-type anions (heteropolyblue) as reducing agent for the silver precursor (AgNO₃). The heteropolyblue was reoxidized by silver ions giving colloidal solutions of silver nanoparticles stabilized with SiW₁₂O₄₀⁴⁻ (SiW₁₂) ions. We studied the influence of the molar ratio between the heteropolyblue and silver on the plasmonic properties of resulting nanoparticles. The AgSiW₁₂ nanoparticles were also utilized as platforms for Surface Enhanced Raman Spectroscopy (SERS). High quality Raman spectra of rhodamine 6 G (R6G) were obtained at femtomolar concentration and the spectra of the p-aminothiophenol (PATP) at micromolar level. The differences between SERS enhancement observed for various AgSiW₁₂ are discussed and co-related with their different UV/Vis absorption characteristics.

Literatura:

[1] H. K. Daima, P. R. Selvakannan, A. E. Kandjani, R. Shukla, S. K. Bhargava, V. Bansal, *Nanoscale*, 2014, 6 (2), 758–765.

[2] X. López, J. A. Fernández, J. M. Poblet, *Dalton Trans.*, 2006, 9, 1162–1167

[3] Y. Wang, A. Weinstock, *I. Chemical Society Reviews*, 2012, 41 (22), 7479–7496

Amyloidowe superstruktury o właściwościach chiralnych

Robert Dec^a, Wojciech Dzwolak^a

^a *Wydział Chemii, Centrum Nauk Biologiczno-Chemicznych, Uniwersytet Warszawski; Ul. Pasteura 1, 02-093 Warszawa;*

Amyloidy są białkowymi agregatami o włóknistej morfologii, których architektura molekularna oparta jest o tzw. strukturę *cross-β*. Obecność różnych amyloidów w ludzkim organizmie została powiązana z kilkudziesięcioma schorzeniami, np. z chorobą Alzheimera. Oprócz patogennych amyloidów znane są też amyloidy funkcjonalne, które nie tylko nie są toksyczne, ale spełniają określone funkcje fizjologiczne. Z racji doskonałych właściwości mechanicznych włókien amyloidowych, niektóre proste organizmy, takie jak bakterie i grzyby, wykorzystują je jako swego rodzaju rusztowania, przytwierdzając je do podłoża. Szczególne właściwości fizykochemiczne amyloidów mogą też być wykorzystywane przez badaczy konstruujących nowe materiały. Przykładem są tutaj włókna amyloidowe domieszkowane nanocząstkami złota, zamieniające je w nanoprzewody [1].

Włókna amyloidowe są typowym, końcowym produktem amyloidogenezy. W pewnych warunkach może jednak zachodzić proces dalszego organizowania się amyloidowego agregatu, czego wynikiem jest powstanie tak zwanych superstruktur amyloidowych, fascynującego przykładu nanobiomateriałów. Białko insuliny wołowej agregując w kwaśnym środowisku i w warunkach bardzo silnego wytrząsania tworzy superstruktury amyloidowe, które dodatkowo mają bardzo interesujące właściwości chiralno-optyczne. W moim wstąpieniu zostaną zaprezentowane wyniki badań własnych, które dotyczyły wpływu zatłoczenia molekularnego na proces tworzenia się chiralnych superstruktur amyloidu insuliny. Otrzymane rezultaty wskazują na bardzo dużą wrażliwość tego procesu na nawet niewielkie perturbacje warunków agregacji, co stawia pytanie o mechanizm tworzenia się chiralnych agregatów.

Literatura:

- [1] T. Scheibel, R. Parthasarathy, G. Sawicki, X.M. Lin, H. Jaeger, S.L. Lindquist, PNAS, 2003, 100(8), 4527-4532.

Cytotoksyczność biomateriałów nanohydroksyapatytowych względem wybranych linii komórkowych kostniakomięsaka

Mateusz Sikora^a

^a *Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Wydział Biologii i Hodowli Zwierząt, Katedra Biologii Eksperymentalnej; Ul. C. K. Norwida 27b, 50-375 Wrocław;*

Kostniakomięsak to jeden z najczęstszych nowotworów kości – w Polsce odnotowuje się 60-100 przypadków rocznie. Rozwój metod diagnostycznych, umożliwiających wczesne rozpoznanie choroby, jak również dobór odpowiednich strategii terapeutycznych, coraz częściej pozwala na przeprowadzanie operacji mniej okaleczających, oszczędzających kończynę [2, 5, 4]. Postępowanie takie związane jest z rekonstrukcją tkanki kostnej np. poprzez stosowanie biodegradowalnych nośników [3].

Celem pracy było zbadanie cytotoksyczności biomateriałów polimerowych, wytworzonych z polilaktydu, funkcjonalizowanych nanohydroksyapatytem i jonami europu (III). Biomateriały te mogłyby w przyszłości znaleźć zastosowanie jako implanty o wybiórczej cytotoksyczności [1, 6]. Z uwagi na to, oceniono wpływ biomateriałów na żywotność komórek dwóch ludzkich linii kostniakomięsaka – U-2 OS oraz Saos-2. Oceny żywotności komórek dokonano również w odniesieniu do poziomu aktywności kasz. Ponadto, oznaczono profil ekspresji mRNA dla kaszazy 3, -6, -8 oraz -9. Analizę ekspresji genów uzupełniono oceną poziomów mikroRNA. Żywotność oceniona była z wykorzystaniem testu MTS i technik cytometrycznych, natomiast badania ekspresji genów z wykorzystaniem techniki RT-qPCR.

Wyniki badań wskazują na cytotoksyczny efekt wytworzonych biomateriałów względem obu linii kostniakomięsaka, co przejawiało się obniżoną aktywnością metaboliczną i żywotnością komórek związaną z aktywnością kasz. Aktywność genów zaangażowanych w programowaną śmierć komórki wzrastała w hodowlach z biomateriałem. Wytworzony biomateriał jest cytotoksyczny względem komórek kostniakomięsaka, co daje nadzieję na jego wykorzystanie w leczeniu zmian kości wywołanych przez kostniakomięsaka.

Badania były finansowane w ramach Rezerwy Prorozwojowej Rektora przyznanej zgodnie z Zarządzeniem nr 120/2018 na Uniwersytecie Przyrodniczym we Wrocławiu. Nr decyzji: NON00000.213.2018.

Badania były zrealizowane w ramach projektu: NCN (OPUS 10 - UMO-2015/19/B/ST5/01330) pt. „Otrzymywanie i badanie biokompozytów na bazie nanopatytytów przeznaczonych do teranostyki.”

Literatura:

- [1] IW. Bauer, SP. Li, YC. Han, L. Yuan, MZ. Yin, Journal of Materials Science: Materials in Medicine, 2008, 19, 1091-1095.
- [2] R. Eyre, R. Feltbower, P. James, K. Blakey, E. Mubwandarikwa, D. Forman, P. McKinney, M. Pearce i wsp. BMC Cancer, 2010, 10, 357.
- [3] K. Marycz, P. Sobierajska, A. Śmieszek, M. Maredziak, K. Wiglusz, R. Wiglusz, Materials Science & Engineering C, 2017, 78, 151-162.
- [4] A. Misaghi, A. Goldin, M. Awad, A. Kulidjian, Société Internationale de Chirurgie Orthopédique et de Traumatologie, 2018, 4, 12.
- [5] S. Simpson, M. Dunning, S. Brot, L. Grau-Roma, N. Mongan, C. Rutland, Acta Veterinaria Scandinavica, 2017, 59, 71-82.
- [6] Z. Shi, X. Huang, B. Liu, H. Tao, Y. Cai, Tang, Journal of Biomaterials Applications, 2009, 25, 19-37.

Bionomateriały celulozowe przeznaczone do aplikacji biomedycznych

Daria Ciecholewska^a, Karol Fijałkowski^a

^a Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Katedra Immunologii, Mikrobiologii i Chemii Fizjologicznej; ul. Piastów 45, 70-311 Szczecin;

Nanotechnologia to dynamicznie rozwijająca się dziedzina nauki, która w ostatnich latach zaowocowała pozyskaniem wielu nanomateriałów znajdujących szerokie zastosowanie w przemyśle i nauce. Ich szczególny rodzaj – bionomateriały, posiadają zestaw niezbędnych właściwości do zastosowania ich w bezpośrednim kontakcie z tkankami żywego organizmu. Takie cechy posiada między innymi celuloza bakteryjna – trójwymiarowy bionomateriał o strukturze warstwowej, produkowany przez niepatogenne bakterie *Komagataeibacter xylinus*. Jest ona biokompatybilna, nietoksyczna, wysoce czysta chemicznie, oraz w pełni biodegradowalna [1]. Produkcja nanomateriałów metodami biotechnologicznymi z wykorzystaniem mikroorganizmów stanowi interesującą alternatywę dla wymagających sprzętowo, a zatem kosztownych nanotechnologii. Dla celulozy bakteryjnej poszukuje się wielokierunkowych zastosowań, jednak szczególnym zainteresowaniem cieszą się jej aplikacje biomedyczne. Prowadzone są badania w celu zastosowania jej jako implanty, stenty, elementy wspierające regenerację nerwów czy kości, opatrunki promujące gojenie się przewlekłych ran i oparzeń oraz wiele innych [1,2,3,4]. Wykorzystywanie różnego typu modyfikacji celulozy bakteryjnej, zarówno *in situ* jak i *ex situ*, jest popularną strategią w nauce. Natywna celuloza bakteryjna nie posiada właściwości bakteriobójczych, choć może stanowić swego rodzaju barierę przed wnikaniem drobnoustrojów przez przerwane powłoki ciała. Część modyfikacji opiera się na nadaniu celulozie takich właściwości poprzez łączenie jej z nanocząsteczkami, czy też impregnację w antybiotykach i chemioterapeutykach oraz antyseptykach. Inne modyfikacje polegają na poprawie jej właściwości strukturalnych [1,5].

Podatność na modyfikacje to wspólna cecha nanomateriałów, którą wykorzystuje się, aby uzyskać produkt o ukierunkowanych właściwościach. Celem prowadzonych badań było pozyskanie wysokochłonnych bionomateriałów na bazie celulozy bakteryjnej, między innymi poprzez zachowanie jej trójwymiarowej struktury, która standardowo jest tracona na etapie dehydratacji. Jako materiał do badań wykorzystano celulozę bakteryjną produkowaną przez szczep *Komagataeibacter xylinus* (ATCC 53524). Po 7 dniach hodowli i oczyszczeniu celulozy z komórek bakteryjnych i resztek medium pochodowlanego, a następnie doprowadzeniu jej do neutralnego pH, stosowano modyfikacje strukturalne. Impregnacja przez 24 h w kwasie cytrynowym z dodatkiem różnych wariantów katalizatorów na bazie soli sodowych, a następnie krzyżowa reakcja sieciowania tego polimeru w 160 °C, zapewniła otrzymanie wysokochłonnego bionomateriału z zachowaniem jego struktury przestrzennej, nawet w formie suchej. Celuloza bakteryjna uległa chemicznej zmianie, jednak nie utraciła swoich cech odpowiadających za biogodność i brak cytotoksyczności. Modyfikacja zapewniła kilkukrotnie wyższą chłonność i lepsze utrzymanie cieczy, co może być wykorzystane w aplikacjach medycznych. Ciecze, w tym substancje biologicznie aktywne, są przez taki biomateriał absorbowane w większych ilościach, ale ich uwalnianie jest spowolnione względem niemodyfikowanej celulozy bakteryjnej. Zastosowanie takiego bionomateriału jako opatrunku pozwoliłoby nie tylko na możliwość ograniczenia częstych jego zmian np. w przypadku ran wysokowysięgowych, ale także umożliwiłoby zwalczanie drobnoustrojów patogennych stanowiących poważne zagrożenie w terapii przewlekłych ran.

Literatura:

- [1] K. Kubiak, H. Kalinowska, M. Peplinska, S. Bielecki, Celuloza bakteryjna jako nanobiomateriał. *Postępy Biologii Komórki. Suplement*, 2009, 25, 85-98.
- [2] W. Czaja, A. Krystynowicz, S. Bielecki, R.M. Brown Jr. Microbial cellulose – the natural Power to heal wounds. *Biomaterials*, 2006, 27(2),145-151
- [3] S. Saska, H.S. Barud, A.M.M. Gaspar, R. Marchetto, S.J.L. Ribeiro, Y. Messaddeq, Bacterial cellulose-hydroxyapatite nanocomposites for bone regeneration. *International journal of biomaterials*, 2011
- [4] M. Zaborowska, A. Bodin, H. Bäckdahl, J. Popp, A. Goldstein, P. Gatenholm, Microporous bacterial cellulose as a potential scaffold for bone regeneration. *Acta biomaterialia*, 2010, 6(7), 2540-2547
- [5] J. Wu, Y. Zheng, X. Wen, Q. Lin, X. Chen, Z. Wu, Silver nanoparticle/bacterial cellulose gel membranes for antibacterial wound dressing: investigation in vitro and in vivo. *Biomedical materials*, 2014, 9(3), 035005

Zastosowanie celulozy bakteryjnej jako nośnika do immobilizacji domeny o aktywności hydrolitycznej enzymu PelA

Magdalena Szymańska^a, Radosław Drozd^a, Jolanta Karakulska^a

^a *Katedra Immunologii Mikrobiologii i Chemii Fizjologicznej, Wydział Biotechnologii i Hodowli Zwierząt, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie; Ul. al. Piastów 45, 70-311 Szczecin;*

Mikroorganizmy w środowisku naturalnym najczęściej występują w postaci złożonych kompleksów zwanych biofilmami. Są to wielowymiarowe struktury zbudowane z mikroorganizmów otoczonych wydzielanymi przez nie substancjami tworzącymi macierz, która stanowi naturalną ochronę dla drobnoustrojów przed szkodliwymi czynnikami zewnętrznymi oraz przed wnikaniem antybiotyków do wnętrza biofilmów, co jest przyczyną zwiększonej oporności bakterii na antybiotyki. Macierz biofilmu jest bardzo zróżnicowana pod względem budowy, a jej skład może znacznie różnić się pomiędzy różnymi rodzajami bakterii. Macierz biofilmu najczęściej zbudowana jest z białek, homo- lub hetero-oligosacharydów zwanych pozakomórkowymi substancjami polimerowymi (EPS). Oprócz EPS w skład macierzy biofilmu mogą wchodzić kwasy nukleinowe oraz lipidy [1,2]. Tak duża różnorodność składu macierzy biofilmu sprawia, że proces ich eradykacji jest bardzo trudny, dlatego też, ciągle poszukuje się skutecznych metod go wspierających. Jednym z obiecujących sposobów degradacji macierzy biofilmu jest wykorzystanie potencjału szerokiej gamy enzymów dostępnych komercyjnie oraz naturalnie zaangażowanych w biosyntezę egzopolisacharydów. Biopolimerem najpowszechniej występującym na Ziemi jest celuloza, której głównym źródłem są rośliny. Obecnie coraz większym zainteresowaniem cieszy się jednak celuloza pochodzenia mikrobiologicznego, która wytwarzana jest z największą wydajnością przez bakterie z rodzaju *Komagataeibacter sp.* Celuloza bakteryjna, która również jest podstawowym elementem macierzy biofilmu wielu bakterii, w porównaniu do celulozy pochodzenia roślinnego charakteryzuje się wysoką czystością, a proces jej oczyszczania nie jest skomplikowany i kosztochłonny. Oprócz wysokiej czystości BC charakteryzuje się biokompatybilnością, biodegradowalnością oraz dużą odpornością na uszkodzenia mechaniczne, a jej unikalna struktura daje szerokie możliwości jej modyfikacji, czynnikami fizycznymi i chemicznymi. Dzięki tym właściwościom BC, może być wykorzystywana jako uniwersalny nośnik do immobilizacji enzymów.

Prezentowane wyniki badań dotyczyły wykorzystania celulozy bakteryjnej wytwarzanej przez bakterie z rodzaju *Komagataeibacter* do immobilizacji domeny o aktywności glikohydrolitycznej PelA_h białka PelA mającej zdolność do depolimeryzacji składników macierzy biofilmu *Pseudomonas aeruginosa*.

Literatura:

- [1] H.K. Flemming, J. Wingender, Nature reviews. Microbiology, 2010, 8, 623–633.
- [2] P. Gupta, S. Sarkar, B. Das, S. Bhattacharjee, P. Tribedi, Archives of Microbiology, 2016, 198, 1-15.

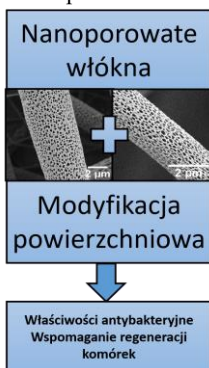
Nanoporowate membrany włókniste o właściwościach antybakteryjnych

Ewa Dzierzkowska^a, Maciej Mikołajczyk^b, Alicja Rapacz-Kmita^a, Ewa Stodolak-Zych^a

^a Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki, AGH Akademia Górniczo-Hutnicza,
al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków;

^b Laboratorium Mikrobiologii; Osiedle Na Skarpie 66, 31-913 Kraków;

Rozwój biofilmu bakteryjnego jest szczególnie niepożądanym efektem podczas gojenia się ran skórnych. Odpowiedź immunologiczna organizmu na infekcję opóźnia procesy naprawcze tkanki skórnej [1]. Materiały posiadające wysoko rozwiniętą powierzchnię, wykazują obiecujące właściwości kontrolujące adhezję bakterii i powstawanie na ich powierzchni biofilmu. Wynika to z faktu specyficznej topografii, która nie sprzyja adhezji bakterii oraz powoduje deformację ściany komórkowej, a w konsekwencji śmierć komórki [2]. W związku z tym poszukuje się nowych rozwiązań w dziedzinie opatrunków do leczenia ran. Włókniste polimerowe membrany wytwarzane techniką elektroprzędzenia spełniają wymagania stawiane opatrunkom. Posiadają one wysoką porowatość, duży stosunek powierzchni do objętości, dzięki czemu zapewniają odpowiednie wilgotne środowisko, pochłaniają wysięk, zapewniają wymianę gazową i chronią przed zakażeniem drobnoustrojami. Możliwość osiągnięcia porowatości pojedynczego włókna zwiększa rozwinięcie powierzchni włókniny, co może wpłynąć na właściwości bakteriostatyczne materiału. Dodatkowym wsparciem w celu eliminacji bakterii z powierzchni rany są środki farmakologicznie



Rys.1 Otrzymywanie antybakteryjnych włókien

czyenne, którymi modyfikuje się włókniny. W pracy wytworzono porowate włókniste membrany modyfikowane powierzchniowo komercyjnym środkiem farmakologicznym stosowanym do odkażania ran. Metodą elektroprzędzenia przy zastosowaniu odpowiednich parametrów wytworzono membrany z komercyjnego polilaktytu PLA (3251D Nature Works, USA), rozpuszczonego w dwóch różnych układach rozpuszczalników. Do otrzymania membrany z lekiem (Rywanol, HASCO-LEK) zastosowano fizyczną adsorpcję. Powstałe włókna analizowano przy użyciu skaningowego mikroskopu elektronowego Merlin Gemini II (Zeiss). Przy użyciu mikroskopii konfokalnej OLS4000 (Olympus) zbadano chropowatość włóknin. Uwalnianie leku określono przy użyciu spektroskopii UV-vis płynu po 12-tygodniowej inkubacji włóknin z lekiem w PBS. Sprawdzono także właściwości antybakteryjne włóknin względem bakterii Gram „+” i Gram „-”. Wstępne wyniki pokazują, że modyfikowane środkiem farmakologicznym włókniny uwalniają lek oraz wykazują właściwości antybakteryjne. Mogą one zapobiegać powstawaniu biofilmu i przyspieszać gojenie ran skórnych.

Praca ta została wykonana w ramach finansowania działalności statutowej Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, Wydziału Inżynierii Materiałowej i Ceramiki (11.11.160.182).

Literatura:

- [1] L. Preem i K. Kogermann, Electrospun Antimicrobial Wound Dressings: Novel Strategies to Fight Against Wound Infections, Recent Clinical Techniques, Results, and Research in Wounds, 2018, 1–41.
- [2] Y. Luan i in., Bacterial interactions with nanostructured surfaces, Current Opinion in Colloid & Interface Science, 2018, 38, 170–189.

Pochodna retinolu jako bioinicjator w syntezie amfifilowych nośników substancji aktywnych

Justyna Odrobińska^a, Dorota Neugebauer^a

^a Katedra Fizykochemii i Technologii Polimerów, Wydział Chemiczny, Politechnika Śląska;
Ul. Strzody 9, 44-100 Gliwice;

Retinol jest substancją cenioną w kosmetologii ze względu na udowodnione pozytywne działanie rozjaśniające i przeciwstarzeniowe.

Celem badań było otrzymanie bromoestrowej pochodnej retinolu i zastosowanie jej jako tzw. "bio"inicjatora kontrolowanej polimeryzacji rodnikowej z przeniesieniem atomu (ATRP). Pozwoliło to na zastąpienie tradycyjnego inicjatora substancją, która poza spełnianiem swojej zasadniczej funkcji inicjowania reakcji, może skóry poprawiać biokompatybilność stosowanego układu. W ramach pracy otrzymano amfifilowe kopolimery metakrylanu metylu (MMA) i metakrylanu 2-hydroksyetylu (HEMA), a także kopolimery MMA i modyfikowanego kwasem heksynowym HEMA (HEMA-Alkin), który następnie poddano reakcji "click" z glikolem polietylenowym funkcjonalizowanym grupą azydkową (PEG-N₃). W efekcie otrzymano dwa rodzaje kopolimerów amfifilowych MMA-co-HEMA oraz MMA-co-(HEMA-click-PEG) wykazujących zdolność do samoorganizacji i enkapsulacji substancji aktywnych tj. witamina C (VitC, DLE = 13-87%), kwas ferulowy (FA, DLE = 57-98%), arbutyna (ARB, DLE = 48-99%). W celu porównania wpływu inicjatora na micelizację układów, równolegle otrzymano pary kopolimerów z zastosowaniem standardowego inicjatora 2-bromoizomałanu etylu (EBiB). Uwalnianie substancji *in vitro* przeprowadzono w buforze fosforanowym (pH = 7,4). Maksymalna ilość VitC została uwolniona po 1h (27 – 62%), FA po 3h (71-97%) i ARB po ok. 0.3h do 48h w zależności od układu (86-100%).

Badania potwierdzają możliwość zastosowania pochodnej retinolu jako inicjatora reakcji ATRP i wykorzystania otrzymanych kopolimerów jako nośników substancji aktywnych w kosmetologii np. w formie masek, maseczek czy płatków pod oczy.

Praca naukowa finansowana ze środków budżetowych na naukę w latach 2017-2020, jako projekt badawczy w ramach programu „Diamentowy Grant”

„Zielona” synteza gwiaździstych kopolimerów DMAEMA/HEMA jako nośników leków do terapii przeskórnej

Karolina Goc^a, Anna Mielączyk^a, Maria Kupczak^a, Dorota Babilas^b, Andrzej Milewski^b,
Magdalena Skonieczna^c, Dorota Neugebauer^a

^a *Katedra Fizykochemii i Technologii Polimerów, Wydział Chemiczny, Politechnika Śląska; ul. Strzody 9, 44-100 Gliwice;*

^b *Katedra Chemii Nieorganicznej, Analitycznej i Elektrochemii, Wydział Chemiczny, Politechnika Śląska; ul. Krzywoustego 6, 44-100 Gliwice;*

^c *Centrum Biotechnologii, Instytut Automatyki, Zakład Inżynierii Systemów, Wydział Automatyki, Elektroniki i Informatyki, Politechnika Śląska, ul. Akademicka 16, 44-100 Gliwice.*

Zielona chemia jest istotnym kierunkiem działań zmierzających do zmniejszenia zagrożeń związanych z zanieczyszczaniem środowiska oraz ważnym elementem zrównoważonego rozwoju. Z tego względu opracowano warunki syntezy kopolimerów metakrylanu *N,N*-dimetyloaminoetylu i 2-hydroksyetylu (DMAEMA/HEMA), tak, aby maksymalnie zmniejszyć ilość toksycznych reagentów oraz ograniczyć ilość odpadów. Mechanizm polimeryzacji rodnikowej z przeniesieniem atomu, w której aktywatory są regenerowane w wyniku przeniesienia elektronu – ARGET ATRP – pozwolił na zmniejszenie ilości katalizatora do 0,1 ppm. Jako środek redukujący zastosowano kwas askorbinowy (witaminę C). Polymer wydzielono z mieszaniny reakcyjnej za pomocą techniki membranowej.

W celu otrzymania gwiaździstych kopolimerów użyto inicjatory cukrowe na bazie kwasu D-glukonowego i laktobionowego [1]. Stanowią one interesującą alternatywę dla konwencjonalnych makroinicjatorów ze względu na łatwą funkcjonalizację grup hydroksylowych, różnorodność związków możliwych do modyfikacji, a także nieszkodliwość po uwolnieniu wewnątrz organizmu ludzkiego w wyniku degradacji nośnika [2].

Otrzymane kopolimery były scharakteryzowane za pomocą chromatografii wykluczania oraz magnetycznego rezonansu jądrowego. Dyspersyjności otrzymanych kopolimerów mieściły się w zakresie od 1,12 do 1,98, a masy cząsteczkowe od 21400 do 175700 g/mol. Polimery zbadano pod kątem wrażliwości na temperaturę oraz pH za pomocą spektroskopii UV-Vis oraz dynamicznego rozpraszania światła. Wykonane zostały również wstępne badania cytotoxyczności za pomocą testu MTT na liniach komórkowych: HaCat, Me45, NHDF.

Praca powstała w wyniku realizacji projektu badawczego o nr 2016/23/D/ST5/01312 finansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki.

Literatura:

[1] A. Mielączyk, M. Kupczak, M. Burek, Ł. Mielączyk, O. Klymenko, I. Wandzik, D. Neugebauer, *Polymer* 2018, 146, 331–343.

[2] J. A. Galbis, M. de Gracia García-Martín, M. V. de Paz, E. Galbis, *Chem. Rev.*, 2016, 116, 1600–1636.

Zastosowanie izolatu białka serwatkowego jako matrycy do enkapsulacji substancji aktywnej

Natalia Stachowiak, Jolanta Kowalonek, Halina Kaczmarek, Justyna Kozłowska
Wydział Chemii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, ul. Gagarina 7, 87-100 Toruń

Izolat białka serwatkowego (WPI) jest produktem ubocznym przemysłu mleczarskiego, uzyskiwanym podczas przemysłowej produkcji sera lub kazeiny. Składa się z mieszaniny białek globularnych, w tym głównie z β -laktoglobuliny i α -laktoalbuminy. WPI jest powszechnie stosowany w przemyśle spożywczym ze względu na wysoką wartość odżywczą oraz zdolność do żelowania, tworzenia filmu i emulgowania. Opierając się na tych właściwościach, izolat białka serwatkowego znalazł również zastosowanie jako matryca do enkapsulacji substancji aktywnych w mikrocząstkach. Mikrocząstki są powszechnie wykorzystywane jako nośniki substancji aktywnych, zwiększające stabilność i użyteczność zainkorporowanych substancji. Istotnym zagadnieniem związanym z zastosowaniem mikrocząstek w systemach dostarczania substancji aktywnych jest opracowanie efektywnych metod ich otrzymywania, co pozwala na tworzenie stopniowo degradujących nośników o kontrolowanym profilu uwalniania [1-6].

Celem badań była ocena skuteczności zastosowania izolowanego białka serwatkowego (WPI) jako matrycy do enkapsulacji substancji aktywnej. Opracowano metodę otrzymywania polimerowych mikrocząstek zawierających ekstrakt z kwiatów nagietka lekarskiego przy użyciu enkapsulatora. Zbadano efektywność inkorporacji substancji aktywnej oraz profil jej uwalniania z mikrocząstek wykorzystując metodę spektrofotometryczną. Określono kształt i rozmiar uzyskanych mikrocząstek wykonując obrazowanie z wykorzystaniem skaningowej mikroskopii elektronowej. Zbadano ich stabilność i zdolność do pęcznienia.

Badania finansowane z grantu NCN nr UMO-2016/21/D/ST8/01705

Literatura:

- [1] L. Tavares, C.P.Z. Noreña, Food Hydrocolloids, 2019, 89, 360–369.
- [2] R.J.S. de Castro, M.A.F. Domingues, A. Ohara, P.K. Okuro, J.G. dos Santos, R.P. Brexó, H.H. Sato, Food Structure, 2017, 14, 17-29.
- [3] E. Déat-Lainé, V. Hoffart, J.M. Cardota, M. Subirade, E. Beyssac, International Journal of Pharmaceutics, 2012, 439, 136–144.
- [4] A.M. Leon, J.M. Aguilera, D.J. Park, Carbohydrate Polymers, 2019, 2017, 571–579.
- [5] S.B. Doherty, V.L. Gee, R.P. Ross, C. Stanton, G.F. Fitzgerald, A. Brodtkorb, Food Hydrocolloids, 2011, 25, 1604-1617.
- [6] Q. Ye, M.W. Woo, C. Selomulya, Food Chemistry, 2019, 280, 255–261.

Wpływ kształtu nanocząstek srebra na ich właściwości biologiczne. Ocena *in vitro* możliwości zastosowania w ortopedii

Karol P. Steckiewicz^a, Ewelina Barcińska^a, Szymon Kowalski^a, Maciej Jaśkiewicz^b,

Wojciech Kamysz^b, Iwona Inkielewicz-Stępiak^a

^a *Katedra i Zakład Chemii Medycznej, Wydział Lekarski Gdański Uniwersytet Medyczny;
Ul. Dębinki 1, 80-211 Gdańsk;*

^b *Katedra i Zakład Chemii Nieorganicznej, Wydział Farmaceutyczny, Gdański Uniwersytet
Medyczny; Al. Gen. J. Hallera 107, 80-416 Gdańsk;*

Zakażenia okołoprotezowe dotyczą nawet co 6 pacjenta dlatego stanowią poważny problem epidemiologiczny [1]. Nanocząstki srebra (AgNPs) dzięki swoim korzystnym właściwościom biologicznym mogą być korzystne w walce z tym problemem [2-4].

Celem pracy była ocena potencjalnego zastosowania wybranych kształtów AgNPs jako komponentów implantów ortopedycznych.

Podczas syntezy uzyskano 6 kształtów nanocząstek srebra, zbadaliśmy ich właściwości przeciwdrobnoustrojowe i cytotoksyczność. Właściwości przeciwdrobnoustrojowe AgNPs oceniono poprzez wyznaczenie wartości minimalnego stężenia hamującego wzrost (MIC) dla referencyjnych szczepów bakterii i grzybów. Do badań w modelu *in vitro* wykorzystano linie komórkowe kości, skóry i mięśni (hFOB1.19, SaoS-2, MC3T3-E1, HDF-1, C2C12). Wpływ AgNPs na żywotność komórek oceniono za pomocą testów MTT, LDH, BrdU. Celem określania mechanizmów cytotoksyczności oznaczono poziom reaktywnych form tlenu (ROS) oraz zmiany w ekspresji białek systemu antyoksydacyjnego komórki. Zmiany w ultrastrukturze komórki oceniono za pomocą transmisyjnej mikroskopii elektronowej oraz mikroskopii fluorescencyjnej.

AgNPs wykazywały niższe wartości MIC dla szczepów grzybiczych niż bakteryjnych, które zależały od kształtu stosowanych nanocząstek oraz obniżały żywotność komórek w sposób zależny od kształtu i stężenia. Zaobserwowaliśmy skorelowany ze spadkiem żywotności wzrost produkcji ROS oraz wzrost ekspresji białek systemu antyoksydacyjnego komórki. Ponadto AgNPs indukowały zmiany w ultrastrukturze komórki.

AgNPs stanowią ciekawą alternatywę dla obecnie stosowanych metod zapobiegania zakażeniom a ich kształt jest jednym z czynników wpływających na właściwości biologiczne.

Badania zostały sfinansowane w ramach grantu „Wspieramy rozwój” firmy CEDROB S.A.

Literatura:

- [1] J. Mahan, D. Seligson, S. Henry, P. Hynes, J. Dobbins, *Orthopedics*, 1991;14(3):305-308
- [2] K. Niska, N. Knap, A. Kędzia, M. Jaśkiewicz, W. Kamysz, I. Inkielewicz-Stępiak, *International Journal of Medicinal Sciences*, 2016, 13, 772-782
- [3] E. Zielińska, C. Tukaj, M. Radomski, I. Inkielewicz-Stępiak *Plos One*, 2016, 11, eCollection
- [4] S. Marin, G. Vlascenau, R. Tiplea, I. Bucur, M. Lemanru, M. Marin, A. Grumezescu. *Curr. Top. Med. Chem.* 2015;15(16):1596-604

Oddziaływanie nanocząstek złota z komórkami bakteryjnymi w modelu DLVO

W. Pajerski^a, D. Ochońska^b, M. Brzychczy-Włoch^b, P. Indyka^a, M. Jarosz^a, M. Gołda Cępa^a, Z. Sojka^a, A. Kotarba^a

^a Wydział Chemii, Uniwersytet Jagielloński, Gronostajowa 2, 30-387 Kraków;

^b Zakład Molekularnej Mikrobiologii Medycznej, Katedra Mikrobiologii, Wydział Lekarski, Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum, Czysta 18, 31-121 Kraków;

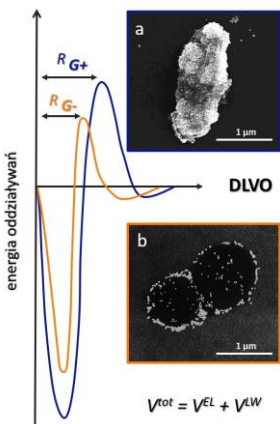
Oddziaływanie nanocząstek z mikroorganizmami jest jednym z głównych problemów badawczych, dynamicznie rozwijającej się interdyscyplinarnej dziedziny naukowej – bionanotechnologii. Na obecnym etapie badań poszukuje się eksperymentalnych korelacji oraz parametrów opisujących proces adsorpcji nanocząstek na ścianach komórek bakteryjnych.

W niniejszej pracy przeprowadzono badania dotyczące oddziaływania nanocząstek złota (AuNPs) z komórkami różnych szczepów bakteryjnych, zarówno Gram dodatnich (G+), jak i Gram ujemnych (G-). Syntezowane modelowe nanocząstki złota (metoda Turkevicha) scharakteryzowano pod względem wielkości i morfologii (NTA, TEM) oraz potencjału powierzchniowego (ζ -potencjał). Otrzymane AuNPs (10 – 50 nm) kontaktowano z komórkami różnych szczepów bakterii (zawiesiny wodne: 10⁸ CFU/ml). Ocenę ilości zaadsorbowanych nanocząstek dokonano na podstawie obserwacji z użyciem mikroskopu SEM, natomiast ich lokalizacji (powierzchnia/wnętrze komórki) z użyciem TEM.

Obserwacje mikroskopowe wykazały, że AuNPs nie penetrują do wnętrza komórek, ale adsorbują się na ich powierzchni. Zaobserwowano znaczne różnice w ilości AuNPs przyłączonych do powierzchni komórek, przy czym ich ilość ściśle zależy od wartości ζ -potencjału bakterii. Dokładniejszą analizę oddziaływania nanocząstka-bakteria w modelu DLVO przeprowadzono dla AuNPs (d = 30 nm). Schematyczny profil energetyczny oddziaływania nanocząstka-bakteria, dla bakterii G+ i G- (różniących się ζ -potencjałem w zakresie: -27 mV – -41 mV) przedstawiono na rysunku. Potencjał oddziaływania został obliczony w oparciu o przybliżenie dwóch oddziałujących sfer, za stałą Hamakera przyjęto 1.72×10^{-20} J, a długość Debye'a Hückla 729 nm (pH = 6.5). Z profilu energetycznego wynika wyraźnie, że położenie maksimum energetycznego, odpowiadającego barierze adhezji nanocząstki na powierzchni bakterii, określa krytyczny promień objętości roztworu, z której nanocząstki ulegają adsorpcji ($R_{G+} > R_{G-}$). Podobnie, głębokość minimum, odpowiadającego trwałej adsorpcji, jest większa dla bakterii G+. Obserwacje mikroskopowe potwierdzają przewidywania modelu DLVO, pokazując wyraźnie znaczące różnice w efektywności

adsorpcji nanocząstek na powierzchni ścian komórek bakterii G+i G- (Rys.1, zdjęcia SEM: a i b).

Autorzy pragną podziękować NCN za sfinansowanie prezentowanych badań (2016/21/B/ST8/00398) W. Pajerski dziękuje za stypendium naukowe w ramach projektu numer POWR.03.02.00-00-1013/16



Rys. 1. Schematyczny profil energetyczny oddziaływań nanocząstka-bakteria dla dwóch wybranych szczepów:
a) *B. subtilis* (G+)
b) *N. subflava* (G-)

Interakcja litycznego bakteriofaga T4 z nanocząstkami o potencjale antybakteryjnym wobec bakterii *E. coli*

Xymena Stachurska^a, Paweł Nawrotek^a

^a *Katedra Immunologii Mikrobiologii i Chemii Fizjologicznej, Wydział Biotechnologii i Hodowli Zwierząt, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie; Ul. al. Piastów 45, 70-311 Szczecin*

Znajdujemy się dziś w erze post-antybiotykowej a lekooporność patogenów bakteryjnych ciągle się rozprzestrzenia [1]. To stwarza ogromne zagrożenie dla zdrowia i życia zarówno ludzi jak i zwierząt, z którym należy walczyć. Odpowiedzią mogą być bakteriofagi (fagi), czyli wirusy będące wewnątrzkomórkowymi pasożytami bakterii. Ich cykl życiowy jest ściśle uzależniony od obecności gospodarza bakteryjnego, wobec którego fagi cechują się dużą specyficznością [2]. Najważniejszą cechą bakteriofagów litycznych jest zdolność do lizy gospodarza bakteryjnego, w tym także antybiotykoopornych patogenów biofilmujących, co czyni fagi wyjątkowo cennym „narzędziem” antybakteryjnym [3]. Z uwagi na ich potencjał, należy poszukiwać także różnych możliwości aplikacyjnych bakteriofagów. Obiecujące może okazać się podejście współstosowania wirusów litycznych z innymi czynnikami bakteriobójczymi. Nanomateriały i nanocząstki oparte na pierwiastkach chemicznych, używane głównie w przemyśle oraz medycynie, gdzie wchodzi w skład zmodyfikowanych powierzchni, bio-rusztowań lub nośników leków [4], mogą stanowić jeden z takich czynników, z uwagi na ich właściwości antybakteryjne [5]. Biorąc pod uwagę możliwość zaistnienia synergizmu lub antagonizmu działania fagów litycznych i nanocząstek, należałoby zbadać ich możliwe interakcje.

W niniejszej pracy wstępnie oszacowana została możliwość zastosowania bakteriofaga litycznego T4 o potencjale terapeutycznym, wraz z siedmioma różnymi nanocząstkami, w poszukiwaniu synergii lub antagonizmów podczas ich współdziałania.

Literatura:

- [1] Alanis, A. J. Resistance to antibiotics: are we in the post-antibiotic era?. Archives of medical research, 2005, 36(6), 697-705.
- [2] Monk, A. B., Rees, C. D., Barrow, P., Hagens, S., & Harper, D. R. Bacteriophage applications: where are we now?. Letters in applied microbiology, 2010, 51(4), 363-369.
- [3] Azizian, R., Nasser, A., Askari, H., Kalani, M. T., Sadeghifard, N., Pakzad, I., Amini, R., Nejad, A. S. M., Jalilian, F. A. Sewage as a rich source of phage study against *Pseudomonas aeruginosa* PAO. Biologicals, 2015, 43(4), 238-241.
- [4] Galdiero, S., Falanga, A., Vitiello, M., Cantisani, M., Marra, V., & Galdiero, M. Silver nanoparticles as potential antiviral agents. Molecules, 2011, 16(10), 8894-8918.
- [5] Zhang, W., & Zhang, X. Adsorption of MS2 on oxide nanoparticles affects chlorine disinfection and solar inactivation. Water research, 2015, 69, 59-67.

Mikrofalowa synteza nanohydroksyapatytu do zastosowań medycznych

Sylwia Dąbrowska^{a, b}, Urszula Szałaj^{a, b}, Agnieszka Chodara^{a, b}, Witold Łojkowski^a,

^a *Laboratorium Nanostruktur Instytut Wysokich Ciśnień PAN,
ul. Sokołowska 29/37, 01-142 Warszawa;*

^b *Wydział Inżynierii Materiałowej Politechnika Warszawska,
ul. Wołoska 141, 02-507 Warszawa;*

Bioaktywny hydroksyapatyt (HAP) jest jednym z nieorganicznych składników tkanek twardych, takich jak kości i zęby, który odpowiada za ich wytrzymałość, a także sztywność. Jest on wytwarzany w Laboratorium Nanostruktur Instytutu Wysokich Ciśnień PAN i posiada nazwę GoHAPTM. Jest on szeroko stosowany do zastosowań biomedycznych, ze względu na właściwości osteokondukcyjne i biokompatybilne z ciałem ludzkim. Nanohydroksyapatyt poddano syntezie metodą strącania w temperaturze pokojowej i wygrzewaniu hydrotermalnego przy użyciu reaktora mikrofalowego MSS2. Dzięki energii mikrofalowej możemy łatwo kontrolować wielkość ziaren nanocząstek. Otrzymujemy nanocząstki w zakresie wielkości ziarna 8 - 45 nm. Proszek GoHAPTM wykazuje wysokie podobieństwo do naturalnego minerału kostnego. [1]

W Laboratorium Nanostruktur otrzymujemy sześć typów hydroksyapatytu o różnym stopniu krystaliczności i wielkości ziarna, zmieniając jedynie parametry w reaktorze mikrofalowym. Krystaliczność i wielkość ziarna wzrasta wraz ze wzrostem czasu wygrzewania. Proszek GoHAPTM może być stosowany w wielu zastosowaniach (np. implanty, wypełnienia kostne, czy warstwy na rusztowaniach/implantach). Laboratorium Nanostruktur jest w stanie zsyntetyzować innowacyjny hydroksyapatyt podobny do naturalnego. Dzięki szerokiej gamie krystaliczności wielkości ziarna można go stosować w różnych zastosowaniach w zależności od pożądanego czasu resorpcji hydroksyapatytu.

Synteza mikrofalowa jest przykładem procesu mokrej chemicznej syntezy wspomaganej mikrofalami i obecnie jest zaliczana do najbardziej popularnych metod chemicznych otrzymywania nanomateriałów. Morfologia, wielkość ziarna i powierzchnia właściwa nanoproszku mogą być kontrolowane dzięki unikalnym możliwościom reaktora mikrofalowego MSS2. Ogrzewanie mikrofalowe umożliwia lepszą kontrolę czasu reakcji, szybkie nagrzewanie i zmniejszenie gradientów termicznych. Powoduje to lepszą krystaliczność nanocząstek w porównaniu z procesem strącania. Dodatkową zaletą jest czystość procesu i stosowanie w reaktorze materiałów inertycznych chemicznie wobec produktu końcowego.

W naszym Laboratorium od ponad 15 lat rozwijamy nowe reaktory mikrofalowe do syntezy nanomateriałów. Zastosowanie promieniowania mikrofalowego i unikalnej konstrukcji reaktora pozwala na precyzyjną kontrolę ciśnienia w trybach batch i stop-flow.

The MSS2 reactor was constructed as a part of the CePT project, reference: POIG.02.02.00-14-024/08, financed by the European Regional Development Fund.

Literatura:

[1] S.Kuśnieruk, J.Wojnarowicz, A.Chodara, T.Chudoba, S.Gierlotka, W.Łojkowski, Beilstein J Nanotechnol. 7(2016)1586–1601.

NANOWpływ – MAKROskutek, czyli o syntezie i modyfikacji tlenku żelaza (II, III), a jego potencjale w medycynie

Zuzanna Świrska

Politechnika Łódzka, Instytut Inżynierii Materiałowej; Ul. Stefanowskiego 1/15, 90-924 Łódź

Superparamagnetyczne nanocząstki tlenku żelaza (II, III) (SPIONs) znajdują zastosowanie w dziedzinach bio - medycznych. Występując w rozmiarach mniejszych od 20nm odgrywają kluczową rolę w dostarczaniu leków do zakażonych lub uszkodzonych komórek ludzkiego organizmu. Wspomagają również procesy bio – separacji i pełnią istotną rolę w diagnozowaniu oraz nowoczesnych metodach leczenia nowotworów [1]. Odpowiednie modyfikacje powierzchni superparamagnetycznych nanocząstek Fe_3O_4 mogą wykazywać wysokie powinowactwo z ludzkim organizmem, wspomagając tym samym procesy regeneracji oraz leczenia. Komunikat traktuje o stabilizacji SPIONs z wykorzystaniem syntezy chemicznej na drodze współstrącania, a następnie modyfikacji przy wykorzystaniu technik plazmowych (RFPA – CVD) z uwzględnieniem powłok węglowych. Dzięki opracowaniu powtarzalnej metody stabilizacji oraz funkcjonalizacji powierzchni przy użyciu plazmy, możliwym byłoby całkowite wykorzystanie ich potencjału oraz wprowadzenie udogodnień w leczeniu.

Literatura:

[1] Lu A.H., Salabas E.L., Schuth F., *Magnetic Nanoparticles: synthesis, protection, functionalization and application*, Angew. Chem. Int. Ed. (2007) **46** 1222- 1244.

Sfunkcjonalizowane nanocząsteczki tlenku żelaza (Fe₃O₄) oraz ich zastosowanie w izolacji i oczyszczaniu białek

Sylwia Czach ^{a,b}

^a Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Zakład Biochemii;

^b Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej

Ze względu na swoje rozmiary, nanomateriały cechują się zmienionymi właściwościami fizykochemicznymi w stosunku do swoich odpowiedników w skali „makro”. Dzięki swoim charakterystycznym właściwościom materiały te są podatne na funkcjonalizację oraz szereg modyfikacji, na drodze których możliwe jest wytworzenie hybrydowych nanomateriałów, które łączą w sobie właściwości zarówno materiałów nieorganicznych jak i organicznych. Jednym z najczęściej wykorzystywanych materiałów jest wykazujący właściwości ferromagnetyczne, tlenek żelaza (magnetyt Fe₃O₄). Związek ten dzięki odpowiedniej funkcjonalizacji może wykazywać wysokie powinowactwo do biomolekuł. Cecha ta sprawia, że związek ten może być stosowany w biochemii w celu otrzymywania preparatów białkowych w warunkach *in vitro*.

Niniejsza praca przybliży zagadnienie izolacji oraz oczyszczania białek z zastosowaniem hybrydowego magnetycznego nanomateriału, jakim jest tlenek żelaza.

CAŁKOWITA KONTROLA – Rozmiar i właściwości tlenku grafenu

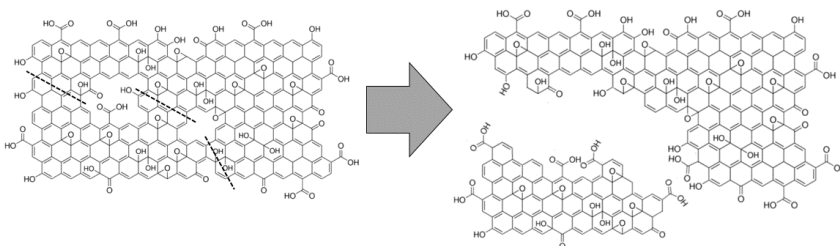
Monika Bał^{a,b}, Marek Wiśniewski^a

^aZespół Fizykochemii Materiałów Węglowych, Uniwersytet Mikołaja Kopernika;
Ul. Gagarina 7, 87-100 Toruń;

^bInterdisciplinary Doctoral School 'Academia Copernicana', Uniwersytet Mikołaja
Kopernika;
Ul. Lwowska 1, 87-100 Toruń;

Tlenek nanografenu to materiał niezwykle interesujący ze względu na wszechstronne zastosowania i łatwość modyfikacji. Jednak jego otrzymywanie wymaga drastycznych warunków, jak środowisko kwasu manganowego, co znacząco utrudnia możliwość kontrolowania otrzymanego produktu. Jednym z najistotniejszych problemów jest kontrola średnicy otrzymywanych warstw grafenowych. Rozrzut rozmiarów średnic warstw tlenku grafenu otrzymywanych podczas standardowej syntezy prowadzonej metodą Hummersa [1] wynosi od kilkuset nanometrów do tysięcy mikrometrów. Mimo opracowania wielu metod pozwalających na frakcjonowanie otrzymanego produktu, wciąż brakuje sposobu na syntezywanie jednorodnego materiału o stosunkowo niewielkich rozmiarach.

W odpowiedzi na te potrzeby opracowaliśmy metodę utleniającego cięcia tlenku grafenu [2], poprzez cykliczne prowadzenie procesów utleniania i redukcji. Dzięki zastosowaniu wieloetapowej syntezy połączonej z innowatorską metodą oczyszczaniem produktu, otrzymany materiał charakteryzuje się dużą czystością oraz jednorodnością. Rozmiar otrzymanych warstw tlenku grafenu określono na podstawie obrazowania TEM, natomiast jednorodność materiału wykorzystując technikę DLS.



Rys. 1. Idea cięcia utleniającego tlenku grafenu na podstawie [2].

Badania prowadzone w ramach projektu Thoruniensis in Futuro – modernizacja Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w ramach Zintegrowanego Programu Uczelni współfinansowany z Europejskiego Funduszu Społecznego – Program Operacyjny Wiedza Edukacja Rozwój. Moduł 5. Interdyscyplinarna Szkoła Doktorancka „Academia Copernicana”.

Literatura:

- [1] William S. Hummers Jr., and Richard E. Offeman, J. Am. Chem. Soc., 1958, 80 (6), pp 1339–1339.
[2] Tianju Fan et al., Nanoscale Research Letters, 2015, 10:55.

Układy tlenkowe ZrO_2-SiO_2 oraz ZrO_2-SiO_2/Cu^{2+} ze zimmobilizowaną lakazą do biodegradacji barwników w roztworów wodnych

Katarzyna Jankowska, Filip Ciesielczyk, Karolina Bachosz, Jakub Zdarta,
Teofil Jesionowski

*Institut Technologii i Inżynierii Chemicznej, Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika
Poznańska; Ul. Berdychowo 4, 60-965 Poznań*

Wzrastająca ilość zanieczyszczeń organicznych, w tym barwników, obecnych w ściekach i wodach pitnych powoduje, że poszukuje się coraz to nowych, skutecznych metod usuwania tych związków z roztworów wodnych [1]. Takie związki, głównie pochodzące z przemysłu włókienniczego, mogą niekorzystnie wpływać na środowisko naturalne, jak i również na organizmy żywe [2]. Metodą wartą uwagi, dzięki której możliwe jest usunięcie barwników z roztworów wodnych, jest biodegradacja enzymatyczna za pomocą immobilizowanych oksydoreduktaz [3].

W przedstawionych badaniach, po raz pierwszy jako nośniki dla lakazy wykorzystano zsyntetyzowane materiały tlenkowe ZrO_2-SiO_2 oraz ZrO_2-SiO_2 z domieszkowanymi jonami miedzi. Materiały przed i po immobilizacji zostały wnikliwie scharakteryzowane pod kątem oceny stabilności elektrokinetycznej, parametrów struktury porowatej, morfologii, jak i rodzaju powierzchniowych grup funkcyjnych. Otrzymane układy biokatalityczne zastosowano do enzymatycznej dekoloryzacji barwnika tekstylnego Remazol Brilliant Blue R (RBBR) z modelowych roztworów wodnych w różnych warunkach reakcyjnych. Stwierdzono, że najwyższe efektywności procesu odbarwiania, odpowiednio 98% i 90% dla układu ZrO_2-SiO_2 -lakaza i ZrO_2-SiO_2/Cu^{2+} -lakaza, odnotowano po 24 h, w temperaturze 30 °C i pH=4.

Praca powstała w wyniku realizacji projektu badawczego nr 2018/29/N/ST8/01026 finansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki.

Literatura:

- [1] T. Robinson, G. McMullan, R. Marchant, P. Nigam, *Bioresource Technology*, 2001, 77, 247-255.
- [2] G. Bayramoglu, B. Salih, A. Akbulut, M.Y. Arica, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 2019, 170, 453-460.
- [3] J. Zdarta, A.S. Meyer, T. Jesionowski, M. Pinelo, *Advances in Colloid and Interface Science*, 2018, 258, 1-20.

Filmy emulsyjne modyfikowane mikrocząstkami do zastosowań kosmetycznych

Weronika Prus-Walendziak, Justyna Kozłowska

Wydział Chemii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, ul. Gagarina 11, 87-100 Toruń
279502@stud.umk.pl

Rynek kosmetyczny jest dynamicznie rozwijającą się oraz perspektywiczną branżą, stale wymagającą nowych, innowacyjnych form preparatów. W dobie wzmoczonego zainteresowania dbaniem o cerę, kluczowe znaczenie ma opracowanie skutecznych, zaawansowanych produktów przeznaczonych dla osób borykających się z różnymi problemami skórnyymi.

Celem moich badań było opracowanie i charakterystyka materiału w formie filmu emulsyjnego na bazie przede wszystkim składników pochodzenia naturalnego, modyfikowanego dodatkiem mikrocząstek. Film otrzymano poprzez wylanie roztworu składającego się z naturalnych polimerów, wosków i olejów z dodatkiem emulgatorów na szklane szalki i suszeniu. Uprzednio do roztworu filmotwórczego dodano mikrocząstki otrzymane za pomocą enkapsulatora Buchi B395 Pro zawierające zainkorporowany ekstrakt z kwiatów nagietka lekarskiego (*Calendula officinalis L.*). Wyciąg z nagietka wykazuje korzystny wpływ na kondycję skóry, dzięki właściwościom łagodzącym, przeciwtłaniającym, przeciwzapalnym, przeciwgrzybiczym oraz antybakteryjnym [1, 2]. Otrzymany materiał wykorzystuje główne zalety enkapsulacji, takie jak ochrona zamykanych substancji przed czynnikami zewnętrznymi, zapobieganie zachodzenia reakcji chemicznych między substancją aktywną a ośrodkiem, kontrolowany profil uwalniania substancji zamkniętej w mikrocząstkach, a także ułatwiona penetracja substancji aktywnych w głębiej położone warstwy skóry.

Otrzymane filmy mogą być podstawą do uzyskania nowej klasy materiałów do celów kosmetycznych, dermatologicznych i farmaceutycznych, posiadających ściśle kontrolowany profil uwalniania substancji aktywnej.

Podziękowania

Badania finansowane z grantu NCN Sonata nr UMO-2016/21/D/ST8/01705 pt. „Nowe materiały zawierające mikrocząstki inkorporowane w matrycy polimerowej do zastosowań medycznych, farmaceutycznych i kosmetycznych”

Literatura:

- [1] Y.M. Fonseca, C.D. Catini, F.T. Vicentini, A. Nomizo, R.F. Gerlach, M.J.V. Fonseca, Journal of Ethnopharmacology, 2010, 127, 596-601.
- [2] M. Ukiya, T. Akihisa, K. Yasukawa, H. Tokuda, T. Suzuki, Y. Kimura, Y. Journal of Natural Products 2006, 69, 1692-1696.

Revealing the elusive nature of surface-ligand interactions using dynamic nuclear polarization enhanced solid-state NMR

N. Olejnik-Fehér^{a,b}, M. Jędrzejewska^c, S. Badoni^b, M. Wolska-Pietkiewicz^c, D. Lee^b, G. De Paëpe^b, J. Lewiński^{a,c}

^a *Institute of Physical Chemistry, Polish Academy of Sciences, Kasprzaka 44/52, 01-224 Warsaw, Poland;*

^b *Université Grenoble Alpes, CEA, INAC-MEM, 38000 Grenoble, France,*

^c *Faculty of Chemistry, Warsaw University of Technology, Noakowskiego 3, 00-664 Warsaw, Poland;*

Colloidal semiconductor nanocrystals (NCs) are the subject of intense research due to their electronic and physicochemical properties that can be exploited for applications such as catalysis, electronics, photovoltaics, and biomedicine. For years scientists have demonstrated a strong and continuous interest in the rational design of nanomaterials that possess specific functions. This can be achieved, in part, by exploiting and fine tuning their surface properties. In this regard, the surface-ligand interface plays a crucial role in the control of both the characteristics and functions of nanocrystals. Due to their biocompatibility and intrinsic physicochemical properties, ZnO-based nanomaterials represent a highly desired alternative to heavy-metal based nanostructures[1,2].

Nowadays, the most commonly used synthetic method is the kinetically-controlled sol-gel approach that unfortunately lacks direct command over the fast NC formation at the stage of quantum-sized crystals[3], which in turn can lead to a highly defected and corrugated surface structure as well as short-lived luminescence[4]. As an alternative to the omnipresent sol-gel method is a highly promising, one-pot self-supporting organometallic (OSSOM) procedure. OSSOM is a process based on the controlled exposition of a [EtZn(X)]-type precursor to air, that leads to formation of ZnO NCs coated with an organic shell[5]. It affords stable, bio-safe, and well-passivated ZnO NCs with ultra-long-lived luminescence.[1,7] In this presentation, I will focus on Magic Angle Spinning Dynamic Nuclear Polarization (MAS-DNP) combined with advanced solid-state Nuclear Magnetic Resonance spectroscopy that was adapted to enable a comprehensive atomic-scale insight into the dynamic surface chemistry and structure of the two contrasting quantum dot systems. It will be shown that MAS-DNP NMR enables a multinuclear and multidimensional approach that can provide a highly detailed description of the material, giving insights not only into the sample's composition, but also its surface morphologies and distinct bridging ligand coordination modes.

Literatura:

- [1] Wolska-Pietkiewicz, M. et al., Chemistry – a European Journal, , 24, 4033-4042 (2018)
- [2] Grala, A. et al., Mater. Chem. Front., 2, 1104-1111 (2018)
- [3] Marczak, R. et al., W. J. Phys. Chem. C 113, 4669-4678 (2009).
- [4] Jacobsson, T. J. et al., Phys. Chem. Chem. Phys. 16, 13849-13857 (2014)
- [5] Chwojnowska, E. et al., Nanoscale 9, 14782-14786 (2017).
- [6] Cieślak, A. M. et al., Nano Energy 30, 187-192 (2016).

Wpływ zastosowanego rozpuszczalnika na odpowiedź biologiczną hydrożeli przeznaczonych do wytwarzania metodą addytywną

Karolina Przybyszewska^a, Dorota Bociąga^a, Mateusz Bartniak^a

^a Instytut Inżynierii Materiałowej, Wydział Mechaniczny Politechniki Łódzkiej; Ul. Stefanowskiego 1/15, 90-924 Łódź

Hydrożele to trójwymiarowe sieci polimerowe pochodzenia syntetycznego lub naturalnego wykazujące wysoką zdolność do absorbowania wody oraz płynów biologicznych [1]. W lepszym stopniu symulują naturalne tkanki niż inne biomateriały syntetyczne ze względu na wysoką zawartość wody, konsystencję oraz porowatość [2]. Funkcjonalność i biokompatybilność hydrożeli pozwalają na ich zastosowanie do leczenia oraz zastępowania żywych tkanek i organów oraz oddziaływania z nimi [1], w tym m.in. do produkcji opatrunków hydrożelowych [3] oraz soczewek [4]. Stosowane są również w biodruku pośrednim i bezpośrednim ze względu na szerokie spektrum właściwości oraz możliwość ich modyfikacji i kontrolowania kształtu [5].

Przeprowadzono badania, które pozwoliły na ocenę wpływu zastosowanego rozpuszczalnika na odpowiedź biologiczną hydrożeli przeznaczonych do wytwarzania biotuszu na potrzeby wydruków bezpośrednich. Na podstawie przeprowadzonego przeglądu literatury wybrano dwa hydrożele: alginian sodu oraz żelatynę i przygotowano je z wykorzystaniem czterech rozpuszczalników (bufor fosforanowy PBS, media hodowlane DMEM oraz McCoy, woda dejonizowana) i koncentracji poszczególnych składników. Hydrożele zostały scharakteryzowane pod względem odpowiedzi biologicznej (żywołność, zdolność do proliferacji, biokompatybilność) z wykorzystaniem dwóch modelowych linii komórkowych: Saos-2 oraz EA.hy 926. Hydrożele o najlepszych właściwościach wytypowano do przeprowadzenia testów biodruku bezpośredniego na zbudowanej biodrukarce.

Literatura:

- [1] F. Ullah, M. Bisyrul, H. Othman, F. Javed, Z. Ahmad, and M. Akil, *Materials Science and Engineering: C*, 2015, 57, 414-433.
- [2] E. Caló and V. V. Khutoryanskiy, *European Polymer Journal.*, 2015, 65, 252-267.
- [3] A. K. Azad, N. Sermsintham, S. Chandkrachang, and W. F. Stevens, *Journal of Biomedical Materials Research*, 2004, 69B, 216-222.
- [4] C. Alvarez-Lorenzo, S. Anguiano-Igea, A. Varela-García, M. Vivero-Lopez, and A. Concheiro, *Acta Biomaterialia.*, 2019, 84, 49-62.
- [5] I. M. El-Sherbiny and M. H. Yacoub, *Global Cardiology Science and Practice.*, 2013, 2013, 316-42.

Hydrożele dekstranowe do zastosowań biomedycznych

Kamila J. Szafuła, Radosław A. Wach, Piotr Ułański

Międzyresortowy Instytut Techniki Radiacyjnej, Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka,
ul. Wróblewskiego 15, 90-924 Łódź

Dekstran jest polisacharydem pochodzenia bakteryjnego. Z uwagi na dobrą rozpuszczalność w wodzie, biodegradowalność, nietoksyczność, i aktywność biologiczną, jest on interesującym materiałem wyjściowym do konstruowania biomateriałów[1]. Struktura chemiczna dekstranu pozwala na jego łatwą modyfikację. Na drodze podstawienia wodorów grup hydroksylowych w pierścieniu cukrowym możliwe jest wprowadzenie do makrocząsteczki grup funkcyjnych, co pozwala na otrzymanie pochodnych o nowych właściwościach fizykochemicznych. Bardzo obiecującą pochodną jest metakrylan dekstranu (Dex-MA), zawierający grupy funkcyjne zdolne do polimeryzacji. Celem prowadzonych badań jest opracowanie metody otrzymywania hydrożeli z metakrylanu dekstranu za pomocą promieniowania jonizującego oraz wyjaśnienie wpływu cech substratu i parametrów syntezy na właściwości produktu końcowego, ze szczególnym uwzględnieniem jego przyszłego zastosowania jako biomateriału.

Zsyntetyzowano Dex-MA o różnych stopniach podstawienia (DS – 0,1-1) w oparciu o różne wyjściowe masy cząsteczkowe polimeru (25-500 kDa). Wodne roztwory Dex-MA o stężeniach 1 - 5% poddano napromienieniu wiązką przyspieszonych elektronów. Stosowana metoda syntezy, bez dodatkowych substancji małowcząsteczkowych takich jak: katalizatory czy monomery, prowadzi do otrzymania chemicznych, trwałych hydrożeli – czystych, jeżeli napromienienie metakrylanu dekstranu prowadzi się w roztworach o stężeniu co najmniej 3%. Proces radiacyjnego sieciowania Dex-MA jest bardzo wydajny niezależnie od użytej wyjściowej masy cząsteczkowej dekstranu, a żele makroskopowe można otrzymać już przy niskich dawkach (100 Gy). Otrzymane hydrożele charakteryzuje wysoka zawartość frakcji nierozpuszczalnej (aż do 100%). Właściwości sorpcyjne żeli zależą głównie od początkowego stężenia polimeru, ale także od wyjściowej masy cząsteczkowej polimeru, a w niektórych przypadkach także od stopnia podstawienia użytego Dex-MA. Oznacza to, że poprzez wybór odpowiednich warunków syntezy takich jak: stężenie polimeru, stopień podstawienia, wyjściowa masa cząsteczkowa polimeru a także użyta dawka promieniowania można otrzymać produkt końcowy o zadanych właściwościach użytkowych. Roztwory o stężeniach 1 i 2 % po napromienieniu nie utworzyły makroskopowych żeli, a jedynie zmętniały, co może sugerować tworzenie się usieciowanych nano- i mikrostruktur. Badania biologiczne hydrożeli zsyntezowanych z wodnych roztworów Dex-MA o stężeniach 3 i 5 % po napromienieniu dawką 25 kGy nie ujawniły działania toksycznego względem mysich fibroblastów linii L929 (test XTT).

W oparciu o wyniki własne[2] i dane literaturowe[3] można wnioskować, że hydrożele dekstranowe mogą stanowić dobre nośniki leków lub aktywne opatrunki hydrożelowe wspomagające leczenie ran, dlatego napromienianie roztworów metakrylanu dekstranu może okazać się ciekawą metodą syntezy hydrożeli dekstranowych jako biomateriałów, prowadzącą do otrzymania produktu sterylnego.

Praca częściowo finansowana przez Narodowe Centrum Nauki w ramach grantu badawczego Preludium 13, nr: 2017/25/N/ST4/01814

Literatura:

- [1] De Groot C. Biomaterials, 2001, 22, 1197-1203.
- [2] Szafuła K. et.al. Radiation Physics and Chemistry, 2018, 142; 115–120
- [3] Sun G. et.al. Nanomedicine, 2012, 7(11), 1771-1784

Ultradźwiękowe osadzanie warstw hydroksyapatytowych na powierzchni implantów

Urszula Szałaj^{a,b}, Bartosz Woźniak^a, Witold Łojkowski^a

^a *Laboratorium Nanostruktur, Instytut Wysokich Ciśnień PAN, Aleja Prymasa Tysiąclecia 98, 01-424 Warszawa;*

^b *Wydział Inżynierii Materiałowej Politechniki Warszawskiej, ul. Wołoska 41, 02-507 Warszawa;*

Istnieje duże zapotrzebowanie na materiały umożliwiające regenerację tkanki kostnej. Każdego roku miliony ludzi na całym świecie wymagają rekonstrukcji kości zniszczonej w wyniku wypadku, czy choroby nowotworowej. W większości przypadków wykonywane są autologiczne przeszczepy kości, te jednak są ograniczone ilością pobieranego materiału i często wiążą się z powikłaniami. Obiecującą alternatywą dla autologicznych przeszczepów kości są rusztowania kostne drukowane 3D „na miarę” z bioresorbowalnych polimerów. Biofunkcjonalne wszczepy tego typu nie tylko wypełniają ubytek w tkance, ale również pracują pod obciążeniem. Ze względu na fakt, że biomateriały funkcjonują w środowisku biologicznym, preferowana jest obecność cząstek lub ugrupowań o właściwościach hydrofilowych (np. -OH). Z tego względu modyfikacja powierzchni materiałów polimerowych oraz metalicznych cieszy się coraz większym zainteresowaniem. W dziedzinie medycyny regeneracyjnej pożądane są jednorodne, biokompatybilne, bioaktywne pokrycia stymulujące regenerację tkanki kostnej bądź chrzęstnej. Wszystkie te warunki spełniają warstwy nano-hydroksyapatytowe naniesione metodą ultradźwiękową. Hydroksyapatyt (HAP) jest głównym składnikiem mineralnym kości, odpowiedzialnym za sztywność oraz wytrzymałość mechaniczną kości. HAP ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) akumuluje 99% zawartego w organizmie wapnia i 85% fosforu. Co więcej minerał ten wykazuje właściwości sorpcyjne wobec lipidów, kwasów tłuszczowych i śliny.

Prezentacja dotyczy metody ultradźwiękowego osadzania nanocząstek hydroksyapatytu na powierzchni implantów polimerowych oraz ceramicznych. Metoda ta pozwala na osadzanie jednorodnych warstw nanocząstek na różnego rodzaju podłożach oraz różnej wielkości, czy strukturze. Proces ultradźwiękowego osadzania nanocząstek hydroksyapatytu prowadzony jest w stałej temperaturze $30 \pm 2^\circ\text{C}$, dzięki czemu możliwe jest pokrywanie powierzchni materiałów wrażliwych na temperaturę, np. polimerów biodegradowalnych.

Podczas wystąpienia przedstawiona zostanie zasada działania procesu pokrywania ultradźwiękowego oraz przykłady uzyskanych warstw hydroksyapatytowych na różnego rodzaju podłożach stosowanych w implantologii. Ponadto przedstawione zostaną wyniki badań na zwierzętach, a także zależności pomiędzy głównymi parametrami procesu pokrywania ultradźwiękowego a charakterystyką wytwarzanej warstwy hydroksyapatytowej na danej powierzchni. Do wytworzenia warstw hydroksyapatytowych za pomocą ultradźwiękowego osadzania nanocząstek wykorzystano zawiesinę wodną hydroksyapatytu (GoHAPTM) uzyskaną na drodze mikrofalowo-solwotermalnej syntezy opracowanej przez Laboratorium Nanostruktur Polskiej Akademii Nauk.

Właściwości materiałów na bazie chitozanu oraz kolagenu z dodatkiem kwasu taninowego i bioszklą 45S5

Beata Kaczmarek^a, Kinga Nadolna^a, Agata Owczarek^a, Alina Sionkowska^a,
Oliwia Małek^b, Krzysztof Łukowicz^b,
Anna Maria Osyczka^b

^a *Katedra Chemii Biomateriałów i Kosmetyków, Wydział Chemii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Ul. Gagarina 11, 87-100 Toruń;*

^b *Zakład Biologii i Obrazowania Komórki, Wydział Biologii, Uniwersytet Jagielloński, Ul. Gronostajowa 9, 30-387 Kraków;*

Kwas taninowy jest związkami pochodzącym z naturalnych źródeł, należącym do grupy polifenoli. Wykorzystanie polifenoli jest obecnie przedmiotem wielu badań. Jest biokompatybilny oraz nietoksyczny dla ludzkiego organizmu, dlatego z powodzeniem może być wykorzystany do otrzymywania biomateriałów [1].

Kwas taninowy może być stosowany jako dodatek do matryc polimerowych celem ich modyfikacji na drodze procesu sieciowania fizycznego [2]. Dotychczasowe badania wykazują polepszenie właściwości biologicznych materiałów z dodatkiem kwasu taninowego.

Innym sposobem modyfikacji właściwości materiałów jest dodatek nieorganicznych związków do matryc polimerowych. Do zastosowań w regeneracji tkanki kostnej proponowany jest hydroksyapatyt, fosforany wapnia oraz bioszkló [3]. Komercyjnie dostępne bioszkló 45S5 jest mieszaniną nieorganicznych związków, takich jak SiO₂ (45%), CaO (24,5%), Na₂O (24,5%), oraz P₂O₅ (6%).

W ramach prowadzonych badań otrzymano matryce na bazie chitozanu oraz kolagenu z dodatkiem kwasu taninowego oraz bioszklą 45S5. Porównano wpływ dodatku kwasu taninowego na właściwości materiałów z dodatkiem bioszklą.

Literatura:

[1] J.C. Isenburg, D.T. Simionescu, N.R. Vyavahare, *Biomaterials*, 2005, 26, 1237-1245.

[2] A. Sionkowska, B. Kaczmarek, K. Lewandowska, *Journal of Molecular Liquids*, 2016, 199, 318-323.

[3] B. Kaczmarek, A. Sionkowska, *Advances in Polymer Technology*, 2018, 37, 2367-2376.

Ocena cytotoksycznego działania nanocząstek polistyrenu na komórki enterocytopodobne

Justyna Hajtuch^a, Iwona Inkielewicz-Stępniaik^a

^a Gdański Uniwersytet Medyczny, Katedra i Zakład Chemii Medycznej;
Ul. Marii Skłodowskiej-Curie 3a, 80-210 Gdańsk

Nanotechnologia jest interdyscyplinarną dziedziną nauki obejmującą między innymi medycynę. Unikalne właściwości nanocząstek (NPs) wynikają z dużego stosunku powierzchni do objętości.[1] Obecnie polistyren w skali *nano* stosuje się przy produkcji opakowań do żywności, systemów diagnostycznych i drobnego sprzętu medycznego. Według najnowszych badań mogą one przenikać do produktów żywnościowych i oddziaływać na komórki przewodu pokarmowego.[2] Mucyna pokrywa nabłonek jelitowy i stanowi pierwszą barierę dla składników odżywczych.[3] Celem badań było określenie cytotoksycznego wpływu modyfikowanych NPs polistyrenu na komórki enterocytopodobne. Zgodnie z przeprowadzoną charakterystyką z zastosowaniem analizatora nanocząstek, NPs modyfikowane grupą -NH₂ posiadały dodatni ładunek, natomiast grupą -COOH i niemodyfikowane – ładunek ujemny. Test cytotoksyczności LDH zastosowano do oceny żywotności komórek, natomiast test V-APC oraz jodek propidyny do pomiaru apoptozy/nekrozy za pomocą cytometru przepływowego. Poziom mediatorów stanu zapalnego oznaczono z zastosowaniem techniki Western blot i Q-PCR. Oceny interakcji NPs polistyrenu z dyspersją mucyny wykonano przy użyciu mikrowagi kwarcowej.

Na podstawie analizy wyników stwierdzono zależną od stężenia zmniejszoną żywotność komórek: CaCo-2, HT-29 i LS174T po inkubacji z NPs funkcjonalizowanymi -NH₂ oraz zdolność do indukcji apoptozy we wszystkich liniach komórkowych. Mechanizm cytotoksycznego działania związany był z indukowaniem wzrostu mediatorów stanu zapalnego (interleukiny 6 i 8 oraz metaloproteinazy 9) na poziomie białka i mRNA. Dodatkowo, wykazano silne oddziaływanie NPs na agregację mucyny.[4]

Literatura:

[1] A. Seaton, Donaldson, Lancet, 2005, 365, 923-924.

[2] T. Wang, L. Wang, X. Li, X. Hu, Y. Han, Y. Luo, Z. Wang, Q. Li et al, ACS Appl. Mater. Interfaces, 2017, 9, 18619-18625.

[3] D.A. Norris, P.J. Sinko, J. Appl. Polym. Sci, 1997, 63, 1481-1492.

[4] I. Inkielewicz-Stępniaik, L. Tajber, G. Behan, H. Zhang, M.W. Radomski, C. Medina, M.J. Santos-Martinez, Materials (Basel), 2018, 11, 5, 724.

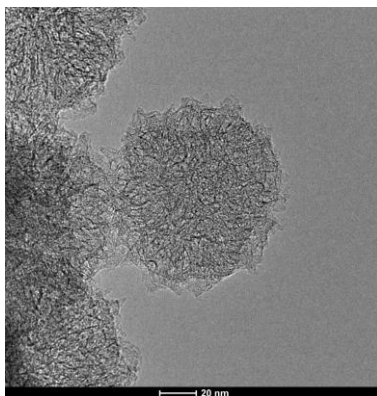
Analiza właściwości utlenionych jednościennych nanorogów węglowych

Wojciech Zięba^{a, c}, Joanna Czarna**cka**^b, Artur P. Terzyk^c,
^a *Interdyscyplinary Doctoral School 'Academia Copernicana',
Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Ul. Lwowska 1, 87-100 Toruń;*
^b *Zakład Biochemii, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska
Uniwersytet Mikołaja Kopernika; Ul. Lwowska 1, 87-100 Toruń;*
^c *Zespół Fizykochemii Materiałów Węglowych,
Uniwersytet Mikołaja Kopernika; Ul. Gagarina 7, 87-100 Toruń;*

Nanorogi węglowe (SWCNH) są materiałem o bardzo wielu dobrych właściwościach (duże pole powierzchni, bardzo dobre właściwości elektryczne). Łatwość ich modyfikacji powoduje, że ich możliwości aplikacyjne są bardzo szerokie – od ogniw słonecznych do biosensorów. Jednak wprowadzając nowy materiał na rynek istnieje ryzyko że może być on szkodliwy dla ludzi lub środowiska.

SWCNH są uważane za materiał nietoksyczny [1], jednak często jego zmodyfikowane odpowiedniki nie są badane pod kątem toksyczności.

Zastosowane w przedstawionej pracy metody modyfikacji pozwoliły na uzyskanie, oraz charakterystykę szeregu utlenionych SWCNH o rosnącej zawartości grup tlenowych na powierzchni. Analiza toksyczności materiałów w warunkach *in vitro* wskazuje, że wrażliwość komórek na materiał jest skorelowana z jego właściwościami chemicznymi i stopniem utlenienia.



Rys. 1. Obrazowanie HRTEM utlenionych SWCNH.

Badania prowadzone w ramach projektu Thoruniensis in Futuro – modernizacja Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w ramach Zintegrowanego Programu Uczelni współfinansowany z Europejskiego Funduszu Społecznego – Program Operacyjny Wiedza Edukacja Rozwój. Moduł 5. Interdyscyplinarna Szkoła Doktorancka „Academia Copernicana”.

Literatura:

[1] Jin Miyawaki, Masako Yudasaka, Takeshi Azami, Yoshimi Kubo, Sumio Iijima, ACS Nano, 2008, 2, 213-226.

PLAKATY
SESJA GŁÓWNA
CZWARTEK 6.06
(wg przypisanych numerów)

Wpływ pola magnetycznego na strukturę i właściwości separacyjne membran chitozanowych zawierających nanocząstki magnetytu

Małgorzata Gnus^a

*^aPolitechnika Śląska, Wydział Chemiczny, Katedra Fizykochemii i Technologii Polimerów;
ul. Ks. M. Strzody 9, 44-100 Gliwice*

Materiały kompozytowe cieszą się dużym zainteresowaniem ze względu na ich potencjalne zastosowanie w procesach separacji membranowej. Naukowcy do tej pory określili wpływ wielkości wypełnienia czy obecności grup funkcyjnych na powierzchni cząstek nieorganicznych, na zdolności separacyjne membran kompozytowych. Jednakże, efekt związany z rozmieszczeniem cząstek w matrycy polimerowej jest rzadko opisywany z powodu niekontrolowanego rozkładu wypełnienia podczas procesu wytwarzania materiałów membranowych.

Przeprowadzone badania miały na celu określenie wpływu obecności pola magnetycznego na strukturę i właściwości separacyjne kompozytowych membran chitozanowych w procesie odwadniania etanolu metodą perwaporacji. Uzyskane wyniki stanowią kolejny etap prowadzonych badań nad poznaniem zależności pomiędzy strukturą i właściwościami materiału a jego skutecznością w badanym procesie.

W celu przeprowadzenia niniejszych badań otrzymano trzy serie pomiarowe: dwie przygotowane w obecności zewnętrznego pola magnetycznego, którego linie przebiegały prostopadle lub równolegle do powierzchni otrzymywanej membrany oraz serię odniesienia gdzie nie zastosowano pola magnetycznego. Każda z serii pomiarowych składała się z membran zawierających 5, 10 oraz 15% wag. nanocząstek Fe_3O_4 .

Badania wykazały, że obecność pola magnetycznego wpływa na rozkład magnetytu w membranie powodując zmianę skuteczności odwodnienia etanolu oraz otrzymanie materiału o nowych właściwościach separacyjnych.

Serdeczne podziękowania dla dr Dariusza Łukowca z Instytutu Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych Wydziału Mechanicznego Technologicznego Politechniki Śląskiej za wykonanie charakterystyki syntezowanego Fe_3O_4 metodą transmisyjnego mikroskopu elektronowego.

Praca została wykonana w ramach projektu nr 2016/21/N/ST8/01868 sfinansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki.

Zaawansowana charakteryzacja nanocząstek w akredytowanym Laboratorium Nanostruktur

Agnieszka Opalińska, Jacek Wojnarowicz, Urszula Szałaj, Agnieszka Chodara,
Witold Łojkowski
*Laboratorium Nanostruktur, Instytut Wysokich Ciśnień PAN, ul. Sokołowska 29/37,
01-142 Warszawa*

Laboratorium Nanostruktur jest częścią Instytutu Wysokich Ciśnień Polskiej Akademii Nauk i świadczy usługi w zakresie syntezy oraz charakteryzacji nanomateriałów.

Najnowocześniejszy sprzęt w połączeniu z wieloletnim doświadczeniem kadry naukowej pozwalają na produkcję nanoproszków zgodnie ze zróżnicowanymi wymogami klientów, ich charakteryzację zgodną z najnowszym stanem wiedzy, interpretację wyników i dostarczenie wszystkich tych danych jednostkom naukowym lub firmom przemysłowym w krótkim czasie.

Zespół laboratorium rozwija swoją wiedzę i doskonali technologię, aby móc w praktyce wykorzystać możliwości wytwarzanych materiałów w medycynie, optyce, optoelektronice, farmacji i kosmetyce.

Wszystkie badania wykonywane są w sposób powtarzalny i zgodny z normami ISO. Od 2012 roku Laboratorium posiada akredytację nr AB 1503 udzieloną przez Polskie Centrum Akredytacji i działa zgodnie z normą ISO 17025: 2005 „Ogólne wymagania dotyczące kompetencji laboratoriów badawczych i wzorcujących”.

Oferujemy następujące usługi badawcze:

- Analiza rozkładu wielkości nanocząstek w roztworach koloidalnych i zawiesinach metodą DLS (Dynamic Light Scattering) Zetasizer NanoZS firmy Malvern
- Analiza rozkładu wielkości nanocząstek w roztworach koloidalnych i zawiesinach metodą NTA (Nanosight Tracking Analysis), wizualizacja i śledzenie cząstek w zawieszynie; Nanosight NS500 firmy Malvern
- Pomiar potencjału zeta metoda LDE (Laser Doppler Electrophoresis) Zetasizer NanoZS firmy Malvern
- Pomiar powierzchni właściwej BET ciał stałych stabilnych w próżni metodą sorpcji fizycznej azotu; Gemini 2360, Micromeritics
- Gęstość rzeczywista ciał stałych, granulatów, proszków metodą piknometryczną na piknometrze helowym AccuPyc II 1340, Micromeritics
- Analiza stabilności zawiesin, emulsji, aerozoli i pian bez konieczności rozcieńczania ich na urządzeniu Turbiscan LAB, Formulation.
- Morfologia materiałów za pomocą skaningowego mikroskopu elektronowego (SEM), Zeiss Ultra Plus, Bruker. Mikroskop jest wyposażony także w system mikroanalizy EDS
- Jednoczesna, kompleksowa analiza termiczna składająca się z termogravimetrii i skaningowej kalorymetrii różnicowej z jednoczesną analizą gazów wydzielanych z próbki (Spektrometr podczerwieni z transformacją Fouriera FTIR i spektrometr masowy QMS); urządzenie STA 449, Jupiter, Netzsch
- Analiza fazowa proszków, badań tekstury i badań rozkładu wielkości kryształitów na proszkowym dyfraktometrze rentgenowskim Panalytical, model X'Pert PRO

Aktywne napelniacze do kompozytów epoksydowych

Agnieszka Bielicka^a, Mariusz Nowak^a

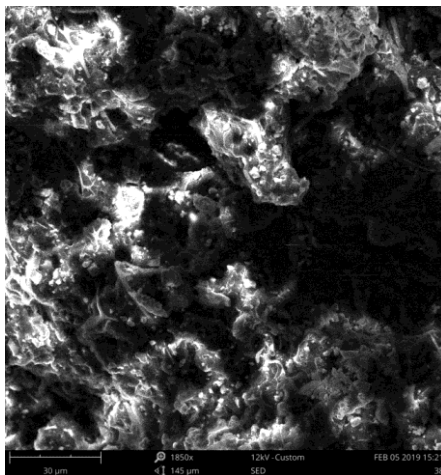
^a *Instytut Nowych Syntez Chemicznych Oddział Chemii Nieorganicznej „IChN” w Gliwicach
ul. Sowińskiego 11, 44 – 101 Gliwice*

Żywice epoksydowe stanowią bazę polimerową dla szerokiej grupy materiałów stosowanych w różnych gałęziach przemysłu, budownictwa, transportu, elektroniki, w materiałach użytkowych, akcesoriach sportowych, itp.. Problemem, który ogranicza możliwości zastosowania żywic epoksydowych jest niska stabilność termiczna, kruchość i brak odporności na płomień [1, 2, 3].

Celem prowadzonych badań była ocena możliwości zastosowania nowoczesnych, aktywnych napelniaczy do żywicy epoksydowej, takich jak nanorurki węglowe i wermikulit. Jako przykładowy polimer wybrano żywicę epoksydową Epidian 6 z utwardzaczem aminowym, a jako standardowe aktywne napelniacze kredę oraz polifosforan melaminy (Rys. 1). Wyniki badań wykazały, iż aktywne napelniacze do tworzyw sztucznych mają wpływ na właściwości termiczne i palne kompozytów polimerowych, a także przebieg rozkładu kompozytu w trakcie ogrzewania w zależności od rodzaju i stopnia napełnienia. Badania potwierdziły skuteczność działania polifosforanu melaminy jako środka uniepalniającego w kompozycie epoksydowym. Nanorurki węglowe poprawiają właściwości termiczne, a także odporność na płomień, lecz sposób wprowadzenia ich do matrycy polimerowej oraz poprawa kompatybilności z polimerem wymagają dalszych badań w kierunku modyfikacji nanorurek węglowych oraz opracowania sposobu wprowadzania ich do matrycy polimerowej.

Literatura:

- [1] H. Chen, O. Jacobs, W. Wu, G. Rudiger, B. Schadel, *Polymer Testing*, 2007, 26, 351–360
- [2] S. Wang, F. Xin, Y. Chen, L. Qian, Y. Chen, *Polymer Degradation and Stability*, 2016, 129, 133-141
- [3] Y. Hou, W. Hu, L. Liu, Z. Gui, Y. Hu, *Composites Science and Technology*, 2018, 157, 185-194



Rysunek 1. Zdjęcia SEM kompozytu epoksydowego próbki z dodatkiem Vermikulitu EP-200 i CNT

Ocena poziomu immobilizacji białka do powierzchni grafenu

Witold Jakubowski^a, Małgorzata Czerniak-Reczulska^a, Radomir Atraszkiewicz^a, Dorota Nowak^a, Damian Batory^b, Witold Szymański^a, Piotr Kula^a

^a Instytut Inżynierii Materiałowej, Politechnika Łódzka, 90-924 Łódź,
ul. Stefanowskiego 1/15;

^b Katedra Pojazdów i Podstaw Budowy Maszyn, Politechnika Łódzka, 90-924 Łódź, ul.
Stefanowskiego 1/15;

Grafen jest jednym z najciekawszych nowoczesnych materiałów o bardzo szerokim spektrum potencjalnych zastosowań. W większości wypadków wykorzystanie tej formy węgla związane jest z jego niezbędną modyfikacją poprzez przyłączenie cząsteczek nadających mu dodatkowe unikalne właściwości. Jednym z kierunków modyfikacji jest immobilizacja białek i peptydów.

W ramach realizowanych badań została zoptymalizowana procedura immobilizacji albuminy wołowej poprzez reakcję z 1-ethyl-3-(3-dimethylaminopropyl)-carbodiimide i N-hydroxysulfosuccinimide.

Jako metodę pozwalającą na określenie poziomu przyłączonego białka do powierzchni grafenowej wykorzystano metodę Folina-Ciocalteu do oznaczenia stężenia białka, która pozwala na ocenę stężenia barwnych produktów reakcji z wiązaniami peptydowymi z pominięciem niedogodności większości metod opartych na bezpośredniej barwnej reakcji wiązań peptydowych.

Badania realizowane są w ramach projektu TECHMATSTRATEGI/347324/12/NCBR/2017 „DIAMSEC – ultraczuła platforma sensoryczna do szybkiej detekcji zagrożeń epidemiologicznych i pandemicznych”

Wpływ tlenku hafnu IV (HfO₂) na ekspresję mir 7a-5p oraz genów regulujących apoptozę w komórkach 4B12 (preosteoklastach) i MC3T3 (preosteoblastach)

Katarzyna Kucharczyk^{ab}, Ariadna Pielok^{ab}, Michalina Alicka^{ab}, Krzysztof Marycz^{ab}

^a Department of Experimental Biology, The Faculty of Biology and Animal Science, University of Environmental and Life Sciences, 50-375 Wrocław, Poland

^b International Institute of Translational Medicine, Jesionowa 11 St, 55-124 Malin, Poland

Osteoporoza jest jedną z chorób cywilizacyjnych, która z uwagi na skalę występowania określana jest też mianem „cichej epidemii”. Według Światowej Organizacji Zdrowia (ang. World Health Organization, WHO) w najbliższej dekadzie, osteoporoza będzie dominującą jednostką chorobową na świecie [1]. Cechą charakterystyczną pacjentów z osteoporozą jest obniżenie gęstości kostnej, która wynika z zaburzonej homeostazy pomiędzy komórkami kościotwórczymi (osteoblastami), a osteoklastami, czyli komórkami kościogubnymi. W wyniku tego kości stają się kruche i podatne na złamania [2].

Celem naszych badań było sprawdzenie wpływu tlenku hafnu IV (HfO₂) na ekspresję miR-7a-5p oraz genów regulujących apoptozę, takich jak *Bax*, *Bcl-2*, *p53* oraz *casp9* w komórkach MC3T3 – mysich preosteoblastach oraz 4B12 – mysich preosteoklastach. Hodowle MC3T3 i 4B12 prowadzono w 24-dółkowych naczyniach hodowlanych, których dołki opłaszczono szklanymi krążkami (cover slip) pokrytymi powłoką zawierającą tlenek hafnu IV (HfO₂). Hodowle kontrolne stanowiły komórki hodowane w obecności krążków niepokrytych powłoką HfO₂. Hodowle prowadzono przez 7 dni, następnie komórki z obu grup zebrano, w celu oceny ekspresji genów z wykorzystaniem techniki RT-qPCR.

Po przeanalizowaniu wyników wykazano istotne różnice w ekspresji mir 7a-5p, w komórkach rosnących w obecności tlenku hafnu IV, w przypadku preosteoblastów HfO₂ wpłynął dodatnio na ekspresję mir 7a-5p, natomiast w preosteoklastach zahamował jego ekspresję. MiR 7a-5p hamuje ekspresję genów odpowiedzialnych za apoptozę, takich jak *casp9* i *p53* [3], co zaobserwowano w komórkach MC3T3, w komórkach 4B12 z kolei, ekspresja genów takich jak: *Bax* i *casp9* została podwyższona, zanotowano także obniżenie ekspresji *Bcl2*. Wskazuje to na zahamowanie apoptozy w preosteoblastach oraz jej podwyższenie w preosteoklastach, pod wpływem tlenku hafnu IV, co może znaleźć zastosowanie w terapii złamań u osób z osteoporozą.

Literatura:

[1] Siris ES, Adler R, Bilezikian J, Bolognese M, Dawson-Hughes B, Favus MJ, et al. The clinical diagnosis of osteoporosis: a position statement from the National Bone Health Alliance Working Group. *Osteoporos Int.* 2014;25(5):1439–43.

[2] <https://mbst-terapia.pl/osteoporoza/>, on-line: 15.04.2019

[3] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27221871>, on-line: 15.04.2019

Badanie wpływu rozpuszczalnika na fotostabilność nowych układów typu BODIPY

Aleksander Smolarkiewicz-Wyczachowski^a, Marta Baumgart^a, Patryk Rybczyński^a,

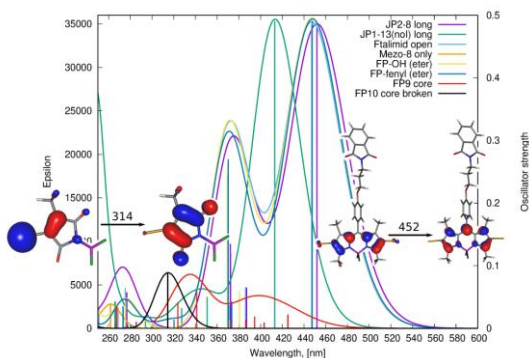
Jarosław Piskorz^b, Anna Kaczmarek-Kędziera^a, Marta Ziegler-Borowska^a

^a Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Wydział Chemii; Ul. Gagarina 7, 87-100 Toruń;

^b Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego; Ul. Fredry 10, 61-701 Poznań;

Układy zawierające jednostkę fluoroborylową BF₂ podstawioną pierścieniami pirolowymi (ang. *boron-dipyrromethene*, BODIPY) posiadają niezwykle ciekawe właściwości fotochemiczne. Barwniki tego typu są obiektem intensywnych badań pod kątem zastosowań biomedycznych, między innymi jako nowej generacji fotosensybilizatorów w terapii fotodynamicznej (PDT). Mogą być również stosowane w budowie ogniw fotowoltaicznych, a także w konstrukcji sensorów. W zależności od podstawników przy pierścieniu stanowiącym rdzeń BODIPY związki tego typu mogą wykazywać zdolność do fluorescencji lub fosforescencji, a także właściwości dwufotonowe.

Nowe związki typu BODIPY, charakteryzujące się różnymi podstawnikami w pozycji 2 i 6 oraz różnym łańcuchem bocznym w pozycji 8 (pozycja mezo) układu 4,4-difluoro-4-boro-3a,4a-diaza-s-indacenu scharakteryzowano metodami spektroskopowymi, badając właściwości absorpcyjne i emisyjne. Następnie poddano je działaniu promieniowania polichromatycznego, śledząc zmiany widm absorpcyjnych w czasie naświetlania. Zaobserwowano, że fotostabilność badanych związków zależy od rodzaju podstawnika w pozycjach 2 i 6. Zaproponowano mechanizm fotodegradacji dla badanych struktur [1]. Wyniki eksperymentalne zostały porównane z danymi uzyskanymi na drodze obliczeń teoretycznych.



Rys. 1. Teoretyczne widmo absorpcyjne dla wybranej cząsteczki i potencjalnych produktów jej fotodegradacji (PBE0/6-311G(2d,p))

Synteza badanych związków została sfinansowana ze środków Narodowego Centrum Nauki na podstawie umowy 2016/21/D/NZ7/01540, a badania fotochemiczne ze środków Narodowego Centrum Nauki na podstawie umowy 2015/19/N/NZ7/02934.

Literatura:

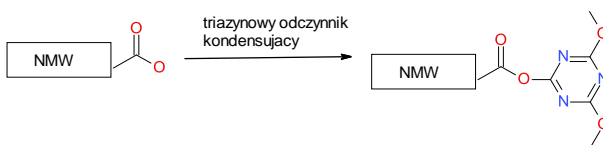
[1] S. Mula, A. K. Ray, M. Banerjee, T. Chaudhuri, K. Dasgupta, S. Chattopadhyay, J. Org. Chem. 2008, 73, 2146.

Chemiczna Funkcjonalizacja Powierzchni Nanomateriałów Węglowych z Wykorzystaniem Pochodnych 1,3,5-Triazyny

Justyna Frączyk^a, Małgorzata Walczak^a, Beata Kolesińska^a, Zbigniew Kamiński^a

^a Instytut Chemii Organicznej Politechniki Łódzkiej; Ul. Żeromskiego 116, 90-924 Łódź;

Warunkiem wykorzystania potencjału aplikacyjnego nanomateriałów jest ich funkcjonalizacja. Najczęściej stosowaną metodą funkcjonalizacji jest metoda chemiczna polegająca na kowalencyjnym przyłączeniu różnorodnych związków, co pozwala na otrzymanie stabilnych i zróżnicowanych nanomateriałów, o właściwościach dostosowanych do ich przeznaczenia. Poprzez wprowadzenie na powierzchnię nanomateriałów odpowiednich związków możliwe jest uzyskanie połączeń stosowanych w nowych terapiach, systemach dostarczania leku czy też w diagnostyce medycznej [1]. W przypadku nanomateriałów węglowych proces ich funkcjonalizacji najczęściej rozpoczyna się od wprowadzenia na ich powierzchnię grup karboksylowych [2]. W naszych pracach obecność grup karboksylowych na powierzchni nanomateriałów węglowych wykorzystana została do opracowania metody modyfikacji powierzchni nanomateriałów za pomocą pochodnych 1,3,5-triazyny. W Instytucie Chemii Organicznej PŁ opracowana została metoda tworzenia superaktywnych estrów triazynowych na powierzchni nanomateriałów węglowych (Rysunek 1), których wysoka reaktywność pozwoliła na tworzenie pochodnych estrowych, amidowych, peptydowych przyłączonych do powierzchni nanomateriału w łagodnych warunkach. Podejście to pozwoliło na wprowadzenie na powierzchnię materiałów węglowych: zróżnicowanych strukturalnie leków, związków zwiększających selektywność oddziaływania funkcjonalizowanych nanomateriałów z celami terapeutycznymi, sond fluorescencyjnych [3].



Rys.1. Struktura super aktywnego estru triazynowego osadzonego na powierzchni nanomateriału węglowego

Podjęte zostały również prace zmierzające do opracowania uniwersalnej metody ortogonalnego funkcjonalizowania powierzchni nanomateriałów z wykorzystaniem pochodnych 1,3,5-triazyny.

Badania finansowane z projektu NCBiR nr PBS2/A5/31/2013

Literatura:

- [1] R. Alshehri, A. M. Ilyas, A. Hasan, A. Arnaout, F. Ahmed, A. Memic J. Med. Chem. 2016, 59, 8149–8167.
- [2] V. K. Thakur, M. K. Thakur Chemical Functionalization of Carbon Nanomaterials: Chemistry and Applications, CRC Press 2016
- [3] J. Frączyk, M. Walczak, Ł. Szymański, Z. Kolacinski, H. Wrzosek, I. Majsterek, K. Przybyłowska-Sygut, Z. Kaminski Nanomedicine 2017, 12 (18), 2161–2182.

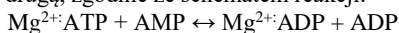
Immobilizacji kinazy adenylanowej na tlenku grafenu a zmiana parametrów kinetycznych immobilizowanego enzymu

Anna Hetmann^a, Wioletta Sitkowska^a, Katarzyna Wojtyniak^a, Magdalena Wujak^a, Katarzyna Roszek^a, Marek Wiśniewski^b

^a Zakład Biochemii, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, UMK w Toruniu

^b Katedra Chemii Materiałów, Adsorpcji i Katalizy, Wydział Chemii, UMK w Toruniu

Kinazy adenylanowe (EC 2.7.4.3) to enzymy, których główną funkcją w komórce jest regulacja poziomu nukleotydów. Kinazy adenylanowe katalizują transfer β -fosforanu z jednej cząsteczki ADP na drugą, zgodnie ze schematem reakcji:



Immobilizacja kinazy adenylanowej AK z *Bacillus stearothermophilus* oraz ludzkiej AK1 skutkuje wzrostem jej aktywności oraz stabilności. Podanie takiego systemu biokatalitycznego do hodowli komórek mMSC podnosi przeżywalność komórek, znosi cytotoksyczny wpływ dużych stężeń ATP i ADP oraz reguluje homeostazę nukleotydomą. Natomiast wpływ immobilizacji badanych enzymów na zmianę ich parametrów kinetycznych jest nieznaczny.

Hydrożele na bazie kolagenu i alginianu sodu

*Joanna Skopińska-Wiśniewska, Karolina Przybyłek, Marta Tuszyńska
Wydział Chemii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu; Ul. Gagarina 7, 87-100
Toruń;*

Hydrożele to grupa materiałów szeroko badanych i chętnie wykorzystywanych w zastosowaniach medycznych i farmaceutycznych. Białka ze względu na obecność licznych polarnych grup funkcyjnych, chłoną wodę i są znakomitym surowcem do wytwarzania tego typu materiałów. Kolagen jest podstawowym białkiem strukturalnym budującym większość naszych tkanek łącznych. Jego łańcuchy mogą utworzyć trójwymiarową sieć hydrożelu dzięki sieciowaniu chemicznemu lub oddziaływaniom fizycznym. Stopniowa neutralizacja roztworu kolagenu poprzez dializę prowadzi do powstania stosunkowo sztywnych transparentnych żeli, jednak proces ten jest bardzo powolny [1]. By zmodyfikować sam proces otrzymywania żelu oraz właściwości materiału, roztwór kolagen zmieszano z roztworem alginianu sodu, polisacharydu pozyskiwanego z brunatnic, który żeluje w krótkim czasie w obecności jonów wapnia i tworzy bardzo sztywne hydrożele [2].

Połączenie obu polimerów w różnych stosunkach wagowych (odpowiednio kolagen : alginian sodu – 5:5; 4:6, 3:7; 2:8; 1:9) oraz dwóch technik sieciowania pozwoliło na utworzenie żelu o znacznie większej sztywności. Wraz ze zwiększeniem zawartości alginianu sodu w mieszaninie wzrósł zarówno Moduł Younga jak i naprężenie ściskające przy odkształceniu 20%. Zaobserwowano jednak, że chlorek wapnia zastosowany do sieciowania alginianu sodu ulegał stopniowemu wytrącaniu w strukturze badanych materiałów, co docelowo może obniżyć trwałość uzyskanych hydrożeli.

Literatura:

- [1] J. Skopinska-Wisniewska, K. Olszewski, A. Bajek, A. Rynkiewicz, A. Sionkowska, *Materials Science and Engineering C*, 2014, 40, 65-70.
- [2] K.Y. Lee, D.J. Mooney, *Progress in Polymer Science*, 2012, 37, 106-126

Właściwości katalityczne apirazy (EC 3.6.1.5) immobilizowanej na amorficznym węglu hydrotermalnym CS-1

Sebastian Masłowski^a, Marek Wiśniewski^b, Joanna Czarnecka^a

^a *Zakład Biochemii, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Mikołaja Kopernika, ul. Lwowska 1, 87-100 Toruń*

^b *Zespół Fizykochemii Materiałów Węglowych, Wydział Chemii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika; ul. Gagarina 7, 87-100 Toruń*

Nanomateriały są obecnie szeroko badane pod kątem wpływu na parametry kinetyczne enzymów. Adsorpcja białek katalitycznych na różnych materiałach, w tym na węglu hydrotermalnym, powoduje zmiany we właściwościach kinetycznych immobilizowanych biokatalizatorów. Taka modyfikacja może być korzystnym efektem, determinującym pożądane właściwości badanego białka.

Apiraza (EC 3.6.1.5) jest enzymem o aktywności ATP-difosfatazy oraz ADP-fosfatazy. Białko to może zostać wykorzystany w biomedycynie, do sterowania procesami sygnałowymi, poprzez kontrolę zewnątrzkomórkowego stężenia nukleotydów adeninowych będących cząsteczkami sygnałowymi [1]. Celem pracy było zbadanie wpływu procesu immobilizacji apirazy na amorficznym, nietoksycznym węglu hydrotermalnym CS-1 [2] na jej właściwości kinetyczne.

Przeprowadzone doświadczenia pozwoliły na wyznaczenie podstawowych parametrów kinetycznych reakcji katalizowanej przez enzym immobilizowany na CS-1 oraz porównanie ich z parametrami wyznaczonymi dla enzymu niepoddanego procesowi immobilizacji. Wyniki doświadczeń potwierdzają wpływ immobilizacji na parametry kinetyczne katalizatora.

Literatura:

- [1] Czarnecka J, Porowińska D, Bajek A, Hołysz M, Roszek K. *J Cell Biochem* (2017) 118(3):478-486
- [2] Buzea C., Ivan I., Blandino P., Robbie K., *Biointerphases* (2007) 2(4): 17-172.

Analiza cytotoksyczności nanodiamentów – potencjalnych nośników leków w terapiach przeciwnowotworowych

Bartosz Szymczak^{a,c}, Natalia Forbot^{a,c}, Bartosz Igliński^{a,c}, Paulina Bolibok^b,

Joanna Czarnecka^a, Katarzyna Roszek^a, Marek Wiśniewski^b

^a Zakład Biochemii, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, UMK w Toruniu;

^b Katedra Chemii Materiałów, Adsorpcji i Katalizy, Wydział Chemii, UMK w Toruniu;

^c Studenckie Koło Naukowe Biotechnologów „Biotechnologia thoruniensis”

Konwencjonalne metody terapii przeciwnowotworowych, takie jak interwencje chirurgiczne czy chemioterapie nie zawsze przynoszą oczekiwany skutek, a dodatkowo niosą ze sobą wysokie ryzyko powikłań i działań niepożądanych. Dlatego coraz większe nadzieje są wiązane z terapiami celowanymi, które mają za zadanie ograniczyć działanie leków do miejsca występowania zmian. Istotnym elementem terapii celowanej są nośniki, odpowiedzialne za transport terapeutyków do miejsca ich działania i regulowanie ich uwalniania. Jedną ze struktur, które potencjalnie mogą pełnić funkcję nośników leków są nanodiamenty.

Celem badań była analiza cytotoksyczności nanodiamentów w szerokim zakresie stężeń oraz w pięciu różnych typach komórek. Analizie poddano żywotność i przeżywalność wybranych linii komórkowych (CHO, HDF, SH-SY5Y, A549, 3T3) traktowanych nanodiamentami, wykorzystując trzy testy cytotoksyczności MTT, NRU i LDH w trzech odstępach czasowych (1 doba, 3 doby i 5 dób) oraz testy cytofizjologiczne, np. analiza zdolności komórek do adhezji.

Pozwoliło to na wyznaczenie bezpiecznego, nietoksycznego stężenia badanych nanomateriałów. Ponadto, zastosowane testy wykazały, że różne linie komórkowe reagują ze zmienną wrażliwością na traktowanie nanodiamentami.

Hydrotermalna stabilność MOF złożonego z cynku i porfiryny $Zn_2(ZnTCPP)$

Adam Bieniek^a, Marek Wiśniewski^a, Artur Piotr Terzyk^a

^a*Zespół Fizykochemii Materiałów Węglowych, Wydział Chemii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu,*

Stabilność polimerów koordynacyjnych (CP) (zwanymi również metalo-organiczną strukturą – MOF) w wodzie jest ważnym tematem ze względu na szeroki zakres zastosowania CP m.in. w adsorpcji, katalizie, jako biokompozyty, membrany, i systemy nośnikowe. W celu określenia stabilności CP w wodzie dotychczas zastosowano mniej lub bardziej zaawansowane metody (Lawrence i wsp. 2016; Guo i wsp. 2015; Todaro i wsp. 2016), jednak nie istnieje ściśle określona i powszechnie akceptowana procedura. Do dnia dzisiejszego pojawiło się kilka propozycji weryfikowania stabilności MOF na wodę m.in. Gelfand i Shimizu (2016) zaproponowali sześciostopniową ekspozycję MOF, z kolei Howarth i wsp. przyjęli tylko jedno krokowe podejście. Ostatnią ale nie mniej ważną jest metoda refluksowa zaproponowana przez Bezverkhy i wsp. (2016).

Celem pracy jest przedstawienie zmian zachodzących w porfiryńowym $Zn_2(ZnTCPP)$ pod wpływem różnych czynników hydrotermalnych w zgodzie z metodą zaproponowaną przez Gelfanda i Shimizu. Dodatkowym celem jest weryfikacja użyteczności metod badań niskotemperaturowych izoterm azotowych, PXRD oraz ATR w celu określenia stabilności porfiryńowych MOF.

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

Eksperymentalne i teoretyczne badania układu grafen – oligotiofeny do potencjalnego wykorzystania w barwnikowych ogniwach fotowoltaicznych

Piotr Kamedulski^a, Anna Kaczmarek-Kędziera^a, **Piotr A. Gauden^a**, Wojciech P. Zieliński^a, Sylwester Furmaniak^b, Natalia Szubarga^a, Jerzy P. Łukaszewicz^{a,c}

^a Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Wydział Chemii, Gagarina 7, 87-100 Toruń;

^b Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa im. S. Staszica w Pile, Podchorążych 10, 64-920 Pila;

^c Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Interdyscyplinarne Centrum Nowoczesnych Technologii, Wileńska 4, 87-100 Toruń

W budowie większości cząsteczek organicznych znajdujących zastosowanie w elektronice (między innymi w organicznych tranzystorach polowych, diodach elektroluminescencyjnych, ogniwach fotowoltaicznych, kondensatorach, bateriach i akumulatorach) występuje układ sprzężonych wiązań typu π [1]. Przykładem molekuł tego rodzaju są oligotiofeny, będące przedmiotem tego doniesienia. Celem badań teoretycznych i doświadczalnych było ustalenie jak słabe oddziaływania pomiędzy krótkimi łańcuchami oligotiofenowymi (1 do 6 jednostek) oraz grafenem wpływają na właściwości tego typu układów. Uruchomienie produkcji grafenu na skalę przemysłową czyni zeń bardzo perspektywiczny materiał elektroniczny. W porównaniu z krzemem grafen jest o wiele lepszym przewodnikiem elektrycznym. Ogromną dodatkową zaletą jest atomowa grubość warstw grafenowych. Dzięki temu można oczekiwać, że wykonanie panelu fotowoltaicznego o grubości porównywalnej z obecnie stosowaną w panelach krzemowych pozwoliłoby na około tysiąckrotne zwiększenie ilości energii produkowanej przez jednostkę masy takiego ognia [2]. Dodatkowo zastosowanie grafenu w ogniwie fotowoltaicznym (w tym w ogniwach trzeciej generacji, tzw. ogniwach barwnikowych) pozwala na około dwukrotne zwiększenie maksymalnej wydajności teoretycznej, która dla tradycyjnych ogniw krzemowych wynosi ok. 30 % [3].

W badaniach eksperymentalnych wykorzystano trójwymiarowo funkcjonalizowany grafen [4]. Uzyskano go poprzez eksfoliację komercyjnego grafitu w fazie mokrej, a następnie karbonizację w atmosferze gazu obojętnego (w zakresie temperatur 600-800°C) z dodatkiem templaty Na_2CO_3 i lepszycza polimerowego. Na próbkach tak przygotowanego materiału zaadsorbowano oligotiofeny. Uzyskane kompozyty scharakteryzowano z wykorzystaniem analizy elementarnej, obrazowanie SEM i HRTEM, analizy XPS oraz niskotemperaturowej adsorpcji azotu. Procedurę doświadczalną uzupełniono obliczeniami teoretycznymi z wykorzystaniem metody potencjału średniej siły oraz pakietu Gromacs 5.0.4. Jako układy modelowe wybrano nieskończone płaszczyzny grafenowe. Połączenie metod doświadczalnych oraz obliczeniowych pozwala na lepsze zrozumienie mechanizmu adsorpcji oraz zachowania tiofenów na powierzchniach grafenowych.

P.K., A.K.-K. oraz J.P.L. dziękują Narodowemu Centrum Nauki za wsparcie finansowe badań eksperymentalnych (projekt nr 2018/29/N/ST5/01240). S.F., W.P.Z. oraz P.A.G. składają podziękowania dla PCSS w Poznaniu (Poznańskie Centrum Superkomputerowo Sieciowe) za udostępnienie mocy obliczeniowej na klastrze.

Literatura:

- [1] I. Osaka, R. D. McCullough. *Acc. Chem. Res.*, 2008, 41, 1202-1214.
- [2] T. Mahmoudi, Y. Wang, Y.-B. Hahn, *Nano Energy*, 2018, 47, 51-65.
- [3] K. Wójcik, A. Iwan, *Polimery*, 2016, 61, 239-247.
- [4] P. Kamedulski, A. Ilnicka, J.P. Łukaszewicz, M. Skorupska, *Adsorption*, 2019, 1-8.

Termiczna konwersja polialkoholu furfurylowego do nanorurek węglowych

Anna Ilnicka, Jerzy P. Łukaszewicz

Wydział Chemii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika, ul. Gagarina 7, 87-100 Toruń, Polska;

Obecny stan techniki dotyczący syntezy nanorurek węglowych (CNT) obejmuje trzy podstawowe metody produkcji: chemiczne osadzanie z fazy gazowej, wyładowanie łukiem elektrycznym i ablację laserową, te trzy główne podejścia nadal dominują w literaturze [1-3]. Oprócz podstawowych metod rzadko prezentowane są inne koncepcje syntezy. Jednakże, jedną z odmiennych koncepcji syntezy CNT była transformacja polimeru zaproponowana przez Kyotani i wsp., która polegała na wroście podłużnych nanostruktur węglowych w nanokanałach anodowej warstwy tlenku glinu [4].

Niniejsze badania miały na celu demonstrację wolnej od formowania w kanałach Al_2O_3 syntezę nanorurek węglowych wytworzonych z materii polimerowej poprzez jej swobodną transformację termiczną. Podstawowym założeniem było zastosowanie ciekłego monomeru, który mógłby zostać spolimeryzowany *in situ* jako cienka warstwa na stałym podłożu, a następnie zwęglony lub przekształcony co najmniej częściowo w CNT.

W niniejszych badaniach wykazano, że CNT można syntetyzować na powierzchni węgla aktywnego poprzez termiczną konwersję polialkoholu furfurylowego (PFA). Odkryty proces polega na swobodnym wroście nanorurek węglowych z PFA bez stosowania mechanicznego formowania. PFA poddany degradacji termicznej w zakresie temperatur 500-700 °C jest źródłem materii węglowej będącej materiałem budulcowym ściany CNT. Tak otrzymane ściany CNT nie mają dobrze rozwiniętej i wielkoskalowej struktury warstwowej. Jednak badania spektroskopii XPS i Ramana potwierdziły, że węgiel jest głównym składnikiem pierwiastkowym otrzymanych nanorurek (zawartość atomowa węgla wynosi powyżej 85%), a atomy węgla mają strukturę typową dla zdefektowanych CNT (obecne pasma D, G i G' o określonych intensywnościach). Obrazy SEM i HRTEM dostarczyły bezpośrednich dowodów na tworzenie CNT na powierzchni węgla aktywnego.

Literatura:

- [1] A. Szabó, C. Perri, A. Csató, G. Giordano, D. Vuono, J. B. Nagy, *Materials*, 2010, 3, 3092-3140.
- [2] J. Prasek, J. Drbohlavova, J. Chomoucka, J. Hubalek, O. Jasek, V. Adam, R. Kizek, *Journal of Materials Chemistry*, 2011, 21, 15872-15884.
- [3] R. Purohit, K. Purohit, S. Rana, R. Rana, V. Patel, *Materials Science*, 2014, 6, 716-728.
- [4] T. Kyotani, H. Yamada, N. Sonobe, A. Tomita, *Carbon*, 1994, 32, 627-635.

Finansowanie

Praca powstała w wyniku realizacji projektu badawczego o nr LIDER/32/0116/L-9/17/NCBR/2018 finansowanego ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju.

Wpływ długotrwałego traktowania nanomateriałami na potencjał biologiczny fibroblastów skóry człowieka

Natalia Forbot^a, Bartosz Szymczak^a, Bartosz Igliński^a, Paulina Bolibok^b,

Joanna Czarnecka^a, Katarzyna Roszek^a, Marek Wiśniewski^b

^a Zakład Biochemii, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, UMK w Toruniu;

^b Katedra Chemii Materiałów, Adsorpcji i Katalizy, Wydział Chemii, UMK w Toruniu;

Szerokie możliwości wykorzystania nanomateriałów węglowych w różnych gałęziach przemysłu i medycynie, wymuszają potrzebę zbadania ich wpływu na środowisko i zdrowie człowieka. Dostępne publikacje w ogromnej większości pokazują tylko krótkoterminowe efekty wpływu nanomateriałów węglowych na modele komórkowe.

Celem badania było poznanie odpowiedzi cytofizjologicznej ludzkich komórek fibroblastów skóry (HDF) poddanych długoterminowemu działaniu węgla hydrotermalnego (CS1), syntetyzowanego w Katedrze Chemii Materiałów, Adsorpcji i Katalizy Wydziału Chemii UMK. Wybór linii komórkowej był podyktowany tym, że są to ludzkie komórki prawidłowe, niezmodyfikowane, dlatego stanowią doskonały model do badań *in vitro* różnych substancji oraz ich potencjalnego wpływu na komórki skóry.

Analizie poddano żywotność i przeżywalność komórek traktowanych nanomateriałem (CS1), wykorzystując test MTT, określający aktywność metaboliczną komórek. Stopień starzenia komórkowego w hodowlach określono na podstawie krzywej wzrostu i analizy morfologicznej dla kolejnych pasaży. Zastosowane testy pozwoliły na wykazanie różnic między hodowlą kontrolną a hodowlami traktowanymi węglem hydrotermalnym.

Wpływ immobilizacji na strukturę oraz właściwości biologiczne białek

Paulina Bolibok^a, Katarzyna Roszek^b, Marek Wiśniewski^a,

Bruno Baron^c, Patrick England^c

^a *Katedra Chemii Materiałów, Adsorpcji i Katalizy, Wydział Chemii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, ul. Gagarina 7, 87-100 Toruń;*

^b *Zakład Biochemii, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, ul. Lwowska 1, 87-100 Toruń;*

^c *Plate-forme de Biophysique Moléculaire, Institut Pasteur, 25 rue du Docteur Roux, 75015 Paris;*

Już od dziesięcioleci właściwości natywnych enzymów oraz innych białek są wykorzystywane w wielu gałęziach przemysłu, m.in. spożywczym, farmaceutycznym oraz kosmetycznym, a także w medycynie. Jak do tej pory, zidentyfikowano i scharakteryzowano wiele biomolekuł, które mogą być zastosowane w procesach technologicznych. Jednak, te naturalne katalizatory charakteryzują się wysoką wrażliwością na warunki środowiskowe oraz niską stabilnością, co stanowi ich poważną wadę. Jedną z metod mających na celu poprawę właściwości białek, w tym enzymów, jest ich immobilizacja na powierzchni nośnika, co może prowadzić do występowania innego rodzaju problemów, np. zmniejszenia aktywności katalitycznej, selektywności czy specyficzności. Z tego względu, niezmiernie ważne jest poznanie mechanizmów oddziaływania białka z nośnikiem oraz określenie zmian w jego strukturze, które są konsekwencją tych oddziaływań.

W ramach realizowanych badań podjęto próbę określenia zmian strukturalnych modelowego enzymu - lizozymu (E.C. 3.2.1.17) oraz białka - hemoglobiny, zachodzących w wyniku unieruchomienia biomolekuł na powierzchni tlenku grafenu (GO). Lizozym i hemoglobinę immobilizowano na GO metodą adsorpcji, w różnych proporcjach białka do podłoża, a następnie analizowano strukturę drugorzędową metodą dichroizmu kołowego (CD). Otrzymane wyniki skorelowano z danymi dotyczącymi właściwości biologicznych (aktywności) wybranych biomolekuł.

Uzyskane rezultaty stanowią część szerszych badań, których celem jest poznanie natury oddziaływań różnych białek i aktywnych biologicznie cząsteczek z nanomateriałami węglowymi. Pozwoli to na ściśle ukierunkowane modyfikowanie aktywności molekuł ważnych przemysłowo lub terapeutycznie.

Projekt został finansowany przez COST Action (CA15126 MOBIEU) oraz z funduszy Narodowego Centrum Nauki w ramach projektu nr 2017/27/N/ST5/02696.

Wpływ dodatku nanocząstek miedzi na właściwości powłok nanohydroksyapatytowych

Michał Bartmański^a, Andrzej Zieliński^a

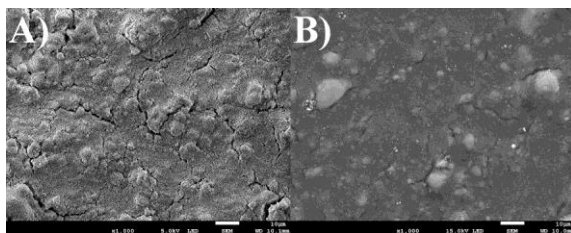
^a Politechnika Gdańska ; Ul. Gabriela Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk;

Obecnie najczęściej stosowanymi biomateriałami na długotrwałe implanty obciążalne są stopy Ti6Al4V, Ti6Al7Nb lub rzadziej Ti13Zr13Nb [1]. Ponieważ jednak udowodniono szkodliwy wpływ Al i V na organizm ludzki uwagę zyskuje stop tytanu Ti13Zr13Nb. Nie zawiera on szkodliwych pierwiastków, a dodatkowo charakteryzuje się wyższą biokompatybilnością, odpornością korozyjną w środowisku tkanek żywych oraz bardziej zbliżoną do kości ludzkiej wartością modułu Younga w porównaniu do stopu Ti6Al4V [2].

W celu zapewnienia odpowiedniej osteointegracji oraz poprawy odporności korozyjnej implantów proponuje się modyfikacje powierzchniowe, m.in. osadzanie powłok na bazie hydroksyapatytu [3]. Aktualnie komercyjnie wytwarzanie, metodą natryskiwania plazmowego, powłoki HAp charakteryzują się dużą grubością i słabą adhezją do tytanowego podłoża [4]. Ponadto nie zapewniają one osłony antybakteryjnej, a powstawanie bakteryjnego biofilmu na powierzchni jest jedną z głównych przyczyn odrzucenia implantu i potrzeby jego rewizji.

W pracy zaproponowano wytwarzanie powłok na bazie nanohydroksyapatytu metodą elektroforetycznego osadzania. W celu zapewnienia lepszej adhezji po metalicznego podłoża jak również zapewniania osłony antybakteryjnej powłokę domieszkowano nanocząstkami miedzi silnymi właściwościami antybakteryjnych.

Na rys. 1. przedstawiono topografie powierzchni powłok na bazie HAp.



Rys. 1. Topografia SEM powłoki HAp (A) i powłoki HAp/nanoCu (B)

Przeprowadzone badania mikrostrukturalne (Rys. 1) oraz adhezji, metodą nanoscratch-test, potwierdziły poprawę jakości uzyskanych powłok nanoHAp i nanoHAp/nanoCu, rozumianych poprzez mniejszą liczbę pęknięć na powierzchni po obróbce cieplnej oraz stwierdzono znaczącą poprawę adhezji powłok do metalicznego podłoża.

Literatura:

- [1] Q. Chet i inni, *Materials Science and Engineering R: Reports*, 2015, 87, 1–57.
- [2] D. Jugowiec i inni, *Surface and Coatings Technology*, 2017, 317, 33–46.
- [3] P. Strąkowska i inni, *Materials Science and Engineering: C*, 2016, 59, 624–635.
- [4] W. Harun i inni, *Ceramics International*, 2017, 44, 1250–1268.

Ocena drożności sytemu makroporów węgla otrzymanego z *Salix viminalis* z wykorzystaniem metody FIB w obrazowaniu SEM

Maria Leżańska^a, Barbara Kubiak, Jerzy Łukaszewicz^a
^a *Uniwersytet Miodłaja Kopernika; Ul. Gagarina 7, 87-100 Toruń;*

Drewno wierzby wiciowej (*Salix viminalis*) stanowi ciekawy surowiec do otrzymywania węgla aktywnego [1,2], który może znaleźć zastosowanie w peelingu kosmetycznym.

Otrzymano porowaty węgiel aktywny z drzewa wierzby *Salix viminalis* zaimpregnowanego kwasem fosforowym o stężeniach: 30, 45, i 60%. Zastosowano dwie metody karbonizacji: w piecu rurowym i w piecu muflowym, w temperaturach 750°C i 625°C. Karbonizacja w piecu rurowym odbywała się w atmosferze argonu, natomiast w piecu muflowym w mieszaninie powietrze/Ar. Warunki beztlenowe zapewniły uzyskanie wyższych wydajności (10-40%), a także zawartości popiołu (13-17%). Dla porównania analogiczne wydajności i zawartości popiołu materiałów karbonizowanych w piecu muflowym wyniosły odpowiednio 3-10% i 4-8%.

Analiza elementarna potwierdziła, że wymywanie węgla po karbonizacji gorącą wodą, powoduje usunięcie dużych ilości P_4O_{10} .

Zastosowanie odpowiedniej ilości modyfikatora, temperatury, i atmosfery karbonizacji, wpływa na uzyskaną strukturę porowatą, co potwierdzają rezultaty niskotemperaturowej adsorpcji azotu. Analiza SEM pokazała, że materiały otrzymane w obecności tlenu mają popękane ścianki, a ich makropory często wypełnione są gruzem węglowym. Z kolei, produktem karbonizacji w atmosferze beztlenowej są materiały węglowe charakteryzujące się obecnością makroporów, biegnących na wskroś całego ziarna.

Za pomocą techniki FIB zostały otwarte kolejne kanały-makropory, leżące blisko krawędzi ziarna. Obrazowanie stopniowo odcinanych plasterków materiału zatopionych w żywicy potwierdza, że wnika ona do dwustronnie otwartych makroporów materiału.

Literatura:

- [1] A. W. Cyganiuk, R. Klimkiewicz, A. Olejniczak, A. Kucińska, J. P. Łukaszewicz, *Journal of Materials*, Volume 2013, ArticleID 206952, 9 pages.
- [2] J. P. Łukaszewicz, R. P. Wesolowski, *Micropor. Mesopor. Mater.*, 2008, 116, 723-726.

PLAKATY
SESJA MŁODYCH
PIĄTEK 7.06
(wg przypisanych numerów)

Modyfikacja nanostrukturyzowanej powierzchni Au-Ti oksydazą glukozową przy użyciu samoorganizującej się monowarstwy organicznej

Wiktoria Lipińska^a, Katarzyna Siuzdak^b, Piotr Barski^c, Agnieszka Lindstaedt^c,
Katarzyna Grochowska^b

^a Wydział Chemiczny, Politechnika Gdańska, ul. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk

^b Ośrodek Techniki Plazmowej i Laserowej, Instytut Maszyn Przepływowych PAN, ul. Fiszerza 14, 80-231 Gdańsk

^c ProChimia Surfaces, ul. Zacisze 2, 81-823 Sopot

W dzisiejszych czasach cukrzyca stanowi poważny problem, a liczba chorych wciąż wzrasta m.in. ze względu na powszechną dietę bogatą w cukry proste. Z tego powodu badania dotyczące monitoringu stężenia poziomu glukozy w płynach ustrojowych są niezwykle aktualne i ważne.

W niniejszej pracy przedstawiona jest metoda immobilizacji oksydazy glukozowej (GOx) jako biologicznego elementu sensora do bezinwazyjnego pomiaru glukozy. Elektrode stanowi strukturyzowana folia tytanowa pokryta nanocząstkami Au. Podłoże Ti pokryte dołkami o średnicy <100 nm wytwarzane jest poprzez wytrawienie warstw uporządkowanych nanorurek TiO₂ powstałych na drodze anodyzacji. Na tak przygotowaną folię poprzez rozpylanie magnetronowe napyłane są cienkie warstwy Au (do 10 nm), które następnie poddawane są obróbce termicznej w piecu w T<500°C. W kolejnym kroku otrzymany materiał pokrywany jest monowarstwą organiczną, w której skład wchodzi merkaptany: HSC₁₁H₂₂EG₆OH i HSC₁₁H₂₂EG₆OCH₂COONHS. Samoorganizująca się monowarstwa organiczna trwale łączy się z nanocząstkami złota poprzez wiązanie Au-S. Pełni ona zarówno funkcję interfazy łączącej metaliczne podłoże z GOx, jak i biokompatybilnej powierzchni podtrzymującej biologiczną aktywność enzymu. Przeprowadzone badania elektrochemiczne pozwalają zweryfikować aktywność enzymu oraz efektywność zaproponowanej metody w porównaniu do typowej adsorpcji GOx na podłożu.

Badania finansowane są przez NCBiR w ramach projektu LIDER/2/0003/L-8/16/NCBR/2017.

Otrzymywanie nanokrystalicznej celulozy dla aplikacji biomedycznych

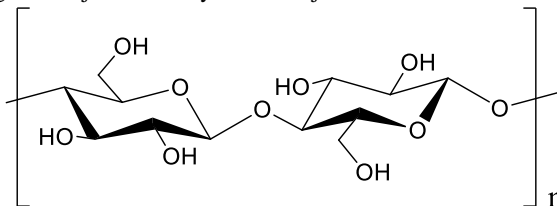
Katarzyna Węgrzynowska-Drzymalska, Patrycja Grębicka, Dorota Chełmniak-Dudkiewicz,
Marta Ziegler-Borowska, Halina Kaczmarek

Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu; Wydział Chemii, Ul. Gagarina 7, 87-100 Toruń

Polisacharydy stanowią ważną klasę biopolimerów, połączonych wiązaniami glikozydowymi, które występują we wszystkich żywych organizmach, takich jak wodorosty. Celuloza stanowi liniowy, nierozgałęziony polimer, zbudowany z cząsteczek glukozy, połączonych wiązaniami β -1,4-glikozydowymi. Liczne grupy hydroksylowe obecne w jej strukturze prowadzą do powstania gęstej sieci wiązań wodorowych, które sprawiają, że jest ona stosunkowo trwałym polisacharydem [1].

Naturalne polisacharydy składają się z obszarów krystalicznych i amorficznych. Amorficzne obszary są bardzo podatne na hydrolizę w kontrolowanych warunkach, co powoduje usunięcie części amorficznej, a pozostawienie nienaruszonej części krystalicznej. Nanokrystaliczne polisacharydy są przyjazne dla środowiska, a ich powierzchnia jest pokryta wieloma grupami hydroksylowymi, które mogą być chemicznie modyfikowane, co jest ich dodatkowym atutem [2].

W ramach niniejszej pracy otrzymano nanokrystaliczną celulozę, którą scharakteryzowano przy pomocy skaningowej mikroskopii elektronowej, analizy ATR-FTIR, analizy rentgenograficznej oraz analizy termicznej.



Rys. 1. Fragment struktury celulozy

Projekt został sfinansowany ze środków Narodowego Centrum Nauki przyznanych na podstawie decyzji numer 2016/23/N/ST8/00211.

Literatura:

- [1] S. Kalia, A. Dufresne, B.M. Cherian, B.S. Kaith, L. Avérous, J. Njuguna, et al., International Journal of Polymer Science, 2011, 2011, 1-36.
- [2] N. Lin, J. Huang, A. Dufresne, Nanocsale, 2012, 11, 3274-3294.

Imidazoliowe i pyrolidyniowe ciecz jonowe w syntezie nanomateriałów bizmutowych

Patrycja Wilczewska, Aleksandra Bielicka-Giełdoń, Aleksandra Pieczyńska, Ewa Maria Siedlecka

Uniwersytet Gdański, Wydział Chemii, ul. Wita Stwosza 63, 80-308 Gdańsk

Ciecz jonowe (ang. ionic liquids, ILs) są definiowane jako związki chemiczne o budowie jonowej, które charakteryzują się temperaturą topnienia poniżej 100°C [1]. Właściwość ta wynika najczęściej ze znacznej różnicy rozmiarów pomiędzy kationem organicznym o rozbudowanej, asymetrycznej strukturze i niewielkim anionem organicznym lub nieorganicznym. Z powodu unikalnej budowy jonowej ILs posiadają szereg niezwyklej właściwości takich jak: praktycznie niemierzalną prężność par w warunkach umiarkowanych, umiarkowanie niską palnością lub niepalnością, wysoką stabilnością termiczną i elektrochemiczną [2-3]. Dodatkowo niezwykle budowa cieczy jonowych umożliwia zaprojektowanie (dobranie odpowiedniego kationu i anionu tak aby otrzymać związek o pożądanym właściwościach) sprawia, że ILs mogą zostać wykorzystywane w różnych procesach technologicznych [1]. Szacuje się, że istnieje 10^{18} możliwych kombinacji kationu i anionu [4]. Dzięki swoim unikatowym właściwościom ciecz jonowe cieszą się rosnącym zainteresowaniem oraz znajdują szerokie zastosowanie w wielu dziedzinach. Jednym z zastosowań cieczy jonowych jest synteza nanomateriałów. ILs są wykorzystywane jako dyspergenty, związki strukturotwórcze, źródła jonów, rozpuszczalniki i reagenty [5].

Celem badań było wykorzystanie cieczy jonowych imidazoliowych i pyrolidyniowych jako źródła jonów halogenkowych oraz związków strukturotwórczych w syntezie półprzewodników BiOX (X = Cl, Br, I). Dodatkowo wykorzystano ich zdolności do rozpraszania materiałów węglowych podczas syntezy nanokompozytów bromków bizmutowych modyfikowanych wielościennymi nanorurkami węglowymi (MWCNTs/Bi₂₄O₃₁Br₁₀). Porównano wpływ długości bocznego łańcucha węglowego cieczy jonowych na aktywność fotokatalityczną otrzymanych nanomateriałów. Zbadano także znaczenie budowy kationu organicznego na zdolność równomiernego rozpraszania materiału węglowego przy tworzeniu się nanostruktur.

Badania zostały sfinansowane w ramach projektu Służącemu Rozwojowi Młodych Naukowców oraz Uczestników Studiów Doktoranckich BMN nr 538-8620-B301-18 oraz BMN nr 538-8620-B328-18.

Literatura:

- [1] C. Chiappe, D. Pieraccini, *Journal of Physical Organic Chemistry* 18 (2p005) 275-295.
- [2] Z. He, P. Alexandridis, *Advances in Colloid and Interface Science* 244 (2017) 54–70.
- [3] A. Giełdoń, M. Bobrowski, A. Bielicka-Giełdoń, C. Czaplowski, *Journal of Molecular Liquids* 225 (2017) 467–474.
- [4] J.D. Holbrey, K.R Seddon, *Clean Products and Processes* 1 (1999) 223-236.
- [5] X.C. Duan, J.M. Ma, J.B. Lian, W.J. Zheng, *CrystEngComm* 16(13) (2014) 2550–2259.

Synteza i charakterystyka wolframianu bizmutu modyfikowanego kropkami kwantowymi AgInS₂ do fotokatalitycznego generowania wodoru

Patrycja Parnicka^a, Adriana Zaleska-Medynska^a,
^a Uniwersytet Gdański, Wydział Chemii, Katedra Technologii Środowiska
ul. Wita Stwosza 63, 80-308 Gdańsk

Fotokataliza z użyciem półprzewodników zaliczana jest do przyjaznych dla środowiska metod usuwania zanieczyszczeń. Metoda ta stosowana jest do oczyszczania wody, usuwania zanieczyszczeń ze ścieków i lotnych substancji z atmosfery. Od pewnego czasu prowadzone są badania nad generowaniem wodoru w procesie fotokatalitycznym w obecności nanocząstek półprzewodników [1]. Do materiałów o dużym potencjale aplikacyjnym należy wolframian bizmutu. Należy on do grupy warstwowych perowskitów zwanych rodziną Aurivilliusa. Bi₂WO₆ wykazuje fotoaktywność w zakresie promieniowania ultrafioletowego oraz widzialnego ($\lambda < 450$ nm). Niemniej jednak, charakteryzuje się on szybką rekombinacją nośników ładunku e⁻/h⁺, co w znacznym stopniu ogranicza jego zastosowanie na szeroką skalę [2]. Ze względu na unikatowe właściwości elektro-optyczne kropek kwantowych siarczku indu srebra (AgInS₂) mogą one być stosowane jako materiały absorbujące lub emitujące światło o dowolnej długości fali, dlatego proponują się ich zastosowanie do modyfikacji półprzewodników szerokopasmowych w celu przezwyciężenia ograniczeń z ich zastosowaniem na szeroką skalę.

W tym odniesieniu, przeprowadzone prace badawcze obejmowały syntezę wolframianu bizmutu metodą hydrotermalną oraz kropek kwantowych AgInS₂ metodą typu „hot-injection”. A następnie otrzymywanie nanokompozytów Bi₂WO₆@AgInS₂ metodą fizycznego osadzania. Fotokatalizatory zostały scharakteryzowane za pomocą spektroskopii rozproszonego odbicia (DRS/UV-Vis), skaningowego mikroskopu elektronowego (SEM) oraz spektroskopii fotoluminescyjnej (PL). Aktywność fotokatalityczna otrzymanych próbek została zbadana w reakcji rozkładu wody do wodoru pod wpływem promieniowania z zakresu UV-Vis.

Podziękowania

Badania były finansowane ze środków Narodowego Centrum Nauki (grant nr 2017/27/N/ST5/00738 oraz 2016/23/B/ST8/03336).

Literatura:

- [1] J.M. Herrmann, Top. Catal., 2005, 34, 49–65.
- [2] Z. Zhang, W. Wang, L. Wang, S. Sun, ACS Appl. Mater. Interfaces., 2012, 4, 593–597.

Nieorganiczne mikrokontenery otrzymane z wykorzystaniem metody twardego odwzorowania

Małgorzata Stanisz, Łukasz Kłapiszewski*, Teofil Jesionowski
*Institut Technologii i Inżynierii Chemicznej, Wydział Technologii Chemicznej,
Politechnika Poznańska, ul. Berdychowo 4, 60-956 Poznań*

Struktury o rozmiarach mikro- i nanometrycznych wzbudzają w ostatnim czasie bardzo duże zainteresowanie ze względu na nieustanny rozwój zarówno nauki, jak i przemysłu. Szczególnie interesujące są materiały o budowie sferycznej, charakteryzujące się pustym wnętrzem (z ang. *hollow sphere*) [1]. Puste mikrosfery mogą zostać otrzymane z materiałów nieorganicznych m.in. krzemionki, ditlenku tytanu, węgla wapnia oraz nanocząstek złota, a także ze związków organicznych tj. polistyrenu oraz polianiliny [2]. Dodatkowo, interesującą grupą są sfery zbudowane z biopolimerów m.in. ligniny oraz chityny. Mikro- i nanokontenery cechują się rozwiniętą powierzchnią właściwą, małą gęstością oraz zazwyczaj dobrą stabilnością termiczną i chemiczną. Ponadto, do wnętrza sferycznej cząstki można wprowadzić określoną substancję, która dodatkowo poprawia właściwości chemiczne materiału oraz zwiększa jego potencjalne możliwości zastosowania. Ze względu na swoje zalety mogą one zostać wykorzystane w medycynie, jako systemy do selektywnego dostarczania substancji leczniczych oraz katalizie jako mikroreaktory oraz katalizatory [3].

W ramach przeprowadzonych badań podjęto próbę otrzymania nieorganicznych mikrosfer, które zostały utworzone na nieorganicznej matrycy. Dodatkowo, określono wpływ wybranych substancji na zdolność modyfikowania szablonu w celu poprawienia możliwości tworzenia pustych mikrosfer. Ponadto, przeprowadzono charakterystykę fizykochemiczną oraz morfologiczno-mikrostrukturalną otrzymanych produktów.

Podziękowania

Badania zostały sfinansowane przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego w ramach subwencji dla Politechniki Poznańskiej

Literatura:

- [1] X. Wang, J. Feng, Y. Bai, Q. Zhang, Y. Yin, *Chemical Reviews*, 2016, 116, 10983–11060.
- [2] L. Sheng, H. Chen, W. Fu, Z. Li, *Langmuir*, 2015, 31, 11964–11970.
- [3] C. M. Andres, I. Larraza, T. Corrales, N. A. Kotov, *Advanced Materials*, 2012, 24, 4597–4600.

Elektrochemicznie eksfoliowany grafen domieszkowany azotem i fosforem do zastosowań w reakcji redukcji tlenu

Anna Ilnicka, Małgorzata Skorupska, Piotr Kamedulski, Jerzy P. Łukasiewicz
Wydział Chemii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika, ul. Gagarina 7, 87-100 Toruń, Polska;

Na przestrzeni ostatnich lat, można znaleźć szereg prac poświęconych elektrochemicznemu zastosowaniu nanomateriałów węglowych typu nanorurki węglowe czy grafen, wykorzystywanych jako alternatywne materiały do materiałów opartych na bazie platyny. Wynika to z faktu, iż konwencjonalne katalizatory na bazie platyny mają bardzo wysoką wewnętrzną aktywność katalityczną w reakcji redukcji tlenu (ORR), jednakże charakteryzują się wysokim kosztem i niską długotrwałą stabilnością. Zatem ze względów ekonomicznych trwają poszukiwania w kierunku znalezienia efektywnie działającego katalizatora, nie zawierającego metali ciężkich. Zastosowanie materiałów wolnych od metali pozwala na znaczną redukcję kosztów przy jednoczesnym zachowaniu wysokiej wydajności. Materiały węglowe aktywne w reakcji redukcji tlenu z powodzeniem mogą być wykorzystywane w ogniwach paliwowych i bateriach typu metal-powietrze (Zn-powietrze i Li-powietrze).

W niniejszych badaniach przedstawiono sposób otrzymywania jednoatomowych arkuszy grafenowych (SLG) oraz wieloatomowych warstw grafenowych (MLG), wykorzystując metodę elektrochemicznej eksfoliacji grafitu do grafenu. W drugim etapie prac dokonano włączenia w ich strukturę heteroatomów azotu i fosforu, w celu zwiększenia aktywności katalitycznej wyjściowego materiału. Badania eksfoliacji folii grafitowych oraz proszku grafitowego, przebiegały dwuetapowo: (a) pierwszy etap polegał na wytworzeniu grafenu za pomocą elektrochemicznej eksfoliacji prowadzonej w wodnych roztworach elektrolitów $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ lub Na_2SO_4 , (b) drugi etap polegał na wprowadzeniu w strukturę grafenu atomów azotu i fosforu. Jako nośnik azotu użyto melaminę, zaś jako nośnik fosforu zastosowano fosforan monoamonowy. Charakterystykę otrzymanych materiałów wykonano w oparciu o analizę spektroskopii Ramana, obrazowanie HRTEM, SEM – EDX oraz voltamperometrię cykliczną (CV) i liniową (LSV). Zbadano wpływ rodzaju elektrolitu na parametry uzyskanych materiałów oraz wpływ domieszkowania grafenu na przebieg reakcji redukcji tlenu.

Obrazy uzyskane za pomocą HRTEM wskazują, że otrzymany grafen ma postać cienkich warstw, pojedynczych lub kilku nakładających się wzajemnie o rozmiarach nanometrycznych. Analiza widm Ramana wskazuje na obecność pasm: D, G i 2D. Na podstawie analizy krzywych CV oraz LSV stwierdzono, że domieszkowanie grafenu heteroatomami sprzyja poprawieniu jego właściwości elektrochemicznych w reakcji ORR, która jest bardzo ważną reakcją wykorzystywaną m.in. w bateriach metal-powietrze, co potwierdza aplikacyjny charakter otrzymanych materiałów węglowych.

Finansowanie

Praca powstała w wyniku realizacji projektu badawczego o nr 2016/23/B/ST5/00658 finansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki.

Tlenek grafenu w zastosowaniach biomedycznych – ocena toksyczności na prawidłowe linie układu moczowo-płciowego

Karolina Matulewicz^a, Łukasz Kaźmierski^{a,b}, Anna Bajek^a, Marek Wiśniewski^c

^a Katedra Urologii, Zakład Inżynierii Tkankowej, Wydział Lekarski, Collegium Medicum UMK, ul. Jagiellońska 13-15, 85-067 Bydgoszcz

^b Katedra Onkologii, Radioterapii i Ginekologii Onkologicznej, Wydział Nauk o Zdrowiu, Collegium Medicum UMK, ul. Łukasiewicza 1, 85-821 Bydgoszcz

^c Katedra Chemii Materiałów, Adsorpcji i Katalizy Wydział Chemii UMK ul. Gagarina 7 87-100 Toruń

Wstęp: Nanotechnologia jest coraz szybciej rozwijającym się obszarem medycyny oraz farmacji. Nanomateriały wykorzystywane są min. jako nośniki leków i środków terapeutycznych, jako materiały o właściwościach biobójczych czy biostatycznych [1]. Aplikacje biomedyczne nanomateriałów niosą za sobą wiele korzyści, jak również i zagrożenia [2]. Jedną z najczęściej wykorzystywanych obecnie nanocząstek jest tlenek grafenu, którego cechy fizyko-chemiczne pozwalają na bardzo szerokie zastosowanie [3]. Celem badania była ocena potencjalnej toksyczności tlenku grafenu na prawidłowe komórki układu moczowo-płciowego.

Materiały i metody: Linia komórkowa SV-HUC-1 nabłonka moczowodu. Oceniono wpływ tlenku grafenu w stężeniu 10-1000µg/mL. Tlenek grafenu uzyskano zmodyfikowaną metodą Hummer'a. Ocenę morfologiczną komórek wykonano za pomocą mikroskopu z odwróconą optyką (Nikon, Japonia). Żywotność komórek oceniono za pomocą testu MTT (Abcam, UK). Zbadano aktywność kaspazy-3/-7 (Invitrogen by Thermo Fisher Scientific, USA).

Wyniki: Wyniki pokazują, że tlenek grafenu nie wywołuje efektu cytotoksycznego na prawidłowe komórki nabłonka moczowodu. Nieznaczny spadek żywotności w przypadku najwyższych stężeń może być spowodowany ograniczeniem powierzchni wzrostu przez duże agregaty tlenku grafenu. Nie obserwuje się sygnału charakterystycznego dla apoptozy komórek.

Wnioski: Badania pokazują, że tlenek grafenu może być potencjalnie wykorzystywany w aplikacjach biomedycznych, ponieważ nie wywołuje efektu cytotoksycznego oraz nie powoduje aktywacji apoptozy u prawidłowych linii komórkowych.

Literatura:

- [1] S. Goenka, V. Sant, S. Sant; Graphene-based nanomaterials for drug delivery and tissue engineering; Journal of Controlled Release 2014, 173, 75–88.
- [2] F. Perreault, A. Fonseca de Fariaa, M. Elimelech, Environmental applications of graphene-based nanomaterials, Chem. Soc. Rev., 2015, 44, 5861-5896.
- [3] Y. Wang, Z. Li, J. Wang, J. Li, Y. Lin; Graphene and graphene oxide: biofunctionalization and applications in biotechnology; Trends in Biotechnology 2011, 29 (5), 205-12.

Badania nad otrzymywaniem nanosfer polimerowych z polibezwodników na bazie betuliny

Daria Niewolik^a, Katarzyna Jaszcz^a,

*^a Katedra Fizykochemii i Technologii Polimerów, Wydział Chemiczny, Politechnika Śląska;
ul. ks. M.Strzody 9, 44-100 Gliwice;*

Polibezwodniki są biodegradowalnymi polimerami, które ze względu na swoje właściwości, tj. brak toksyczności i odpowiednią kinetykę uwalniania substancji aktywnych, znajdują zastosowanie głównie w medycynie. Ze względu na udowodnioną aktywność biologiczną pochodnych betuliny, zastosowanie dibursztynianu betuliny (DBB) jako monomeru pozwala na otrzymanie polibezwodników o potencjalnej aktywności przeciwnowotworowej. Zarówno betulina jak i DBB wykazują brak toksyczności zarówno w warunkach *in vitro* jak i *in vivo*. Polibezwodniki na bazie DBB mogą zostać wykorzystane jako matryce w układach kontrolowanego uwalniania leków.

Celem niniejszej pracy było otrzymanie nanosfer polimerowych z polibezwodnika na bazie dibursztynianu betuliny oraz ocena wpływu warunków otrzymywania, tj. czas homogenizacji, rodzaj surfaktantu, stężenie roztworu polimeru oraz stosunek fazy organicznej do wodnej, na kształt, morfologię i rozmiar uzyskanych cząstek. Nanosfery otrzymywano dwoma metodami: za pomocą nanowytrącania oraz metodą odparowania rozpuszczalnika z roztworu polimeru, zdyspergowanego w fazie wodnej. Rozmiary otrzymanych cząstek oznaczono za pomocą DLS.

Otrzymywanie światłoczułej warstwy węglowej

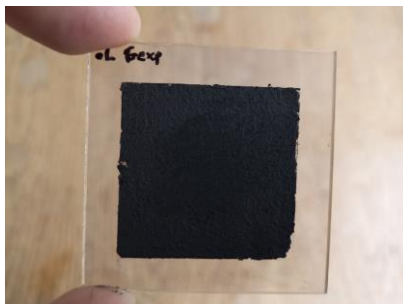
Piotr Kamedulski^a, Jerzy P. Łukaszewicz^{a,b}, M. Skorupska^a

^a Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Wydział Chemii, Gagarina 7, 87-100 Toruń;

^b Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Interdyscyplinarne Centrum Nowoczesnych Technologii, Wileńska 4, 87-100 Toruń

Potencjalne korzyści, które mogą wynikać z zastosowania hybrydowego materiału węglowego w różnych dziedzinach, powodują zainteresowanie przemysłu energetycznego i elektronicznego rozwojem i optymalizacją nowych technologii. Materiały hybrydowe o parametrach odpowiednich dla wymagań narzucanych przez prace ogniw fotowoltaicznych otrzymano stosując modyfikacje materiałów węglowych małymi związkami organicznymi.

Niniejsza praca dotyczy badań otrzymywania trwałej oraz światłoczułej warstwy węglowej. W celu scharakteryzowania otrzymanego materiału wykorzystano: analizę elementarną, obrazowanie SEM i HR-TEM, spektroskopię Ramana oraz niskotemperaturową adsorpcję azotu. Wykonane warstwy światłoczułe posłużyły do konstrukcji ogniw fotowoltaicznych typu DSSC, które wykazują szereg zalet: prosta produkcja; możliwość regulowania struktury porowatej otrzymanych matryc; niski koszt wytworzenia nanostrukturyzowanych nośników węglowych; nie występuje znaczny ubytek masy surowca, co korzystnie wpływa na opłacalność produkcji materiałów; wykorzystanie różnych materiałów węglowych jako nośników (węgle aktywne, 3D strukturyzowany grafen, nanorurki węglowe).



Rys. 2. Obraz przedstawiający innowacyjną światłoczułą warstwę węglową.

P.K., J.P.L. oraz M.S. dziękują Narodowemu Centrum Nauki za wsparcie finansowe badań eksperymentalnych (projekt nr 2018/29/N/ST5/01240).

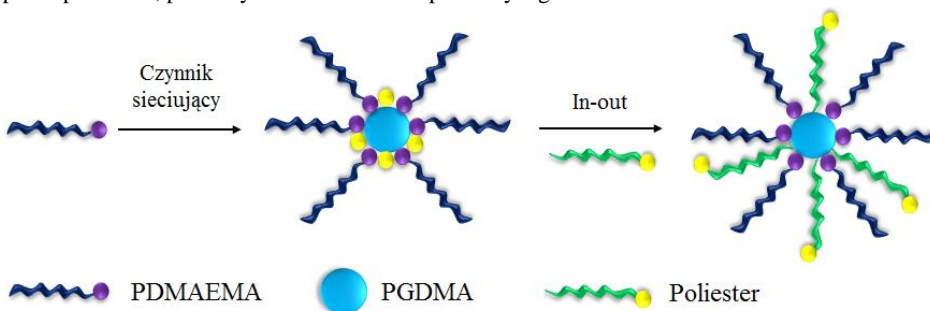
Synteza i charakterystyka amfifilowych miktoramiennych polimerów gwiaździstych

Maria Kupczak^a, Anna Mielańczyk^a, Dorota Neugebauer^a

^a Katedra Fizykochemii i Technologii Polimerów, Wydział Chemiczny, Politechnika Śląska; ul. Strzody 9, 44-100 Gliwice;

Wśród polimerów gwiaździstych można wyróżnić miktopolimery, które zawierają w swojej strukturze dwa lub więcej ramion różniących się budową chemiczną, łączących się z jednym centralnym rdzeniem. Do tej pory opracowano kilka strategii syntezy miktoramiennych gwiazd, które można podzielić ze względu na podejście syntetyczne (np. "arm-first", "core-first" lub "coupling-onto") poprzez wykorzystanie różnych metod polimeryzacji rodnikowych z odwracalną dezaktywacją aktywnych centrów [1][2].

Miktopolimery otrzymano za pomocą "arm-first" łącząc techniki kontrolowanej polimeryzacji rodnikowej z przeniesieniem atomu (ATRP) oraz koordynacyjno-insercyjnej polimeryzacji z otwarciem pierścienia (ROP). Najpierw zsyntezowano gwiaździste makroinicjatory złożone z poli(metakrylanu *N,N*-dimetyloaminoetylu) (PDMAEMA) pełniącego funkcję ramion oraz poli(dimetakrylanu glicerolu) (PGDMA) stanowiącego rdzeń. Powstałe związki scharakteryzowano za pomocą spektroskopii magnetycznego rezonansu jądrowego, spektroskopii w podczerwieni, chromatografii gazowej oraz chromatografii wykluczenia (żelowa). Następnie dzięki obecności grup hydroksylowych w rdzeniu makroinicjatorów przy użyciu ROP wbudowano poliesterowe ramiona, takie jak polikaprolakton, polilaktyd oraz ich ko- i terpolimery z glikolidem.



Rys. 1. Schemat syntezy miktopolimeru

Praca powstała w wyniku realizacji projektu BKM nr 04/040/BKM18/0092

Literatura:

- [1] H. Gao, K. Min, K. Matyjaszewski, *Macromolecular Chemistry and Physics*, 2007, 208, 1370-1378.
- [2] G. Deng, D. Ma, Z. Xu, *European Polymer Journal*, 2007, 43, 1179-1187.

Morfologia, struktura, właściwości mechaniczne oraz biokompatybilność nanopowłok TiO₂ przed i po procesie autoklawowania

Michalina Ehlert^{a,b}, Aleksandra Radtke^{a,b}, Piotr Piszczek^{a,b},
Tomasz Jędrzejewski^c, Michał Bartmański^d

^a Wydział Chemii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu; Ul. Gagarina 7, 87-100 Toruń;

^b Nano-implant sp. z o.o.; Ul. Gagarina 5/102, 87-100 Toruń;

^c Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Mikołaja Kopernika; Ul. Lwowska 1, 87-100 Toruń;

^d Wydział Mechaniczny, Politechnika Gdańska; Ul. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk;

Autoklawowanie to jedna z powszechnie stosowanych procedur sterylizacji w praktyce klinicznej. W tej metodzie powierzchnia wyrobu medycznego, w tym implantu, jest poddawana działaniu gorącej pary pod podwyższonym ciśnieniem [1,2]. W przypadku implantów powlekanych bioaktywną warstwą nanorurek ditlenku tytanu (TNTs), taka obróbka może prowadzić do zmian w ich morfologii powierzchni, struktury, właściwości mechanicznych i biokompatybilności [3].

W naszej pracy skupiliśmy się nad zbadaniem wpływu zastosowanej procedury autoklawowania na zmiany strukturalne i morfologiczne warstw nanoporowatych, nanorurkowych i nanogąbczastych wytwarzanych w procesie anodowego utleniania stopu tytanu Ti6Al4V, przy użyciu potencjałów 5-60 V. Próbkę przed i po autoklawowaniu scharakteryzowano strukturalnie i morfologicznie za pomocą spektroskopii Ramana, spektroskopii odbicia rozproszonego w podczerwieni (DRIFT) i skaningowej mikroskopii elektronowej (SEM). Zbadano je także pod kątem zwilżalności, właściwości mechanicznych i biokompatybilności. Uzyskane wyniki wykazały, że autoklawowanie amorficznych powłok nanoporowatych wytwarzanych przy niższych potencjałach (5-15 V) nie wpływa na ich morfologię i strukturę. Powłoki nanorurkowe i gąbczaste wytwarzane przy użyciu wyższych potencjałów (20-60 V) wymagają usunięcia z ich powierzchni zaadsorbowanych cząsteczek wody przy pomocy dodatkowej procedury suszenia. W przeciwnym razie autoklawowanie prowadzi do zniszczenia nanoarchitektury nanorurkowej i gąbczastej, co wiąże się ze zmianą właściwości mechanicznych i biointegracyjnych wyjściowych powłok [3].

Uzyskane wyniki mogą być istotne zarówno dla projektowania, jak i wytwarzania implantów Ti6Al4V powlekanych bioaktywną powłoką, a także do ich praktycznego zastosowania dla klinicystów.

Literatura:

- [1] C.R. Harrell, V. Djonov, C. Fellabaum, V. Volarevic, *Int. J. Med. Sci.*, 2018, 15, 274–279.
- [2] H. Shintani, A. Sakudo, P. Burke, G. McDonnell, *Exp. Ther. Med.*, 2010, 1, 731–738.
- [3] A. Radtke, M. Ehlert, T. Jędrzejewski, M. Bartmański, *J. Clin. Med.*, 2019, 8, 272.

**„Być mikrobiobójcze i jednocześnie nie być cytotoksyczne; oto jest zadanie...”
– nanocząstki srebra w roli głównej na powierzchni implantów tytanowych**

Marlena Grodzicka^{a,b}, Aleksandra Radtke^{a,b}, Michalina Ehlert^{a,b}, Patrycja Golińska^c, Tomasz Jędrzejewski^c, Piotr Piszczek^{a,b}

^a*Wydział Chemii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, ul. Gagarina 7, 87-100 Toruń*

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

^c*Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, ul. Lwowska 1, 87-100 Toruń*

W ostatnich latach, ze względu na wzrastającą oporność bakterii na antybiotyki, popularne stało się wykorzystywanie srebra, szczególnie w formie nanocząstek (AgNPs), które dzięki swojemu rozmiarowi wykazują unikalne właściwości fizykochemiczne i aktywność biologiczną [1]. Uważa się, że AgNPs o średnicy mniejszej niż 25nm i stężeniu wyższym niż 60mg/l wykazują cytotoksyczność dla komórek ssaków. Natomiast srebro jonowe wykazuje szkodliwe działanie wobec organizmów eukariotycznych nawet przy stężeniu równym 1mg/l. AgNPs o średnicy większej niż 25 nm są z kolei toksyczne dla drobnoustrojów i znane są trzy mechanizmy oddziaływania nanocząstek z komórką bakteryjną: kontakt bezpośredni powodujący degradację błony komórkowej bakterii, uwalnianie aktywnych biologicznie jonów srebra oraz tworzenie rodników tlenkowych, które ingerują w procesy replikacji DNA komórki. W swojej pracy zajmuję się wzbogacaniem za pomocą sferycznych nanocząstek srebra nanoporowatych powłok powstałych w procesie elektrochemicznego utleniania stopu tytanowego Ti6Al4V. Wykorzystuję do tego celu metodę chemicznego osadzania z fazy gazowej, która pozwala na kontrolę stężenia i stopnia gęstości upakowania nanocząstek srebra poprzez dobór odpowiednich parametrów osadzania [2]. Dzięki przeprowadzonej optymalizacji procesu otrzymałam grupę powłok typu TNT5/AgNPs, gdzie TNT oznacza warstwę nanoporowatą otrzymaną podczas anodyzacji Ti6Al4V przy potencjale 5V, o różnej zawartości srebra. Uzyskane warstwy poddałam badaniom strukturalnym, morfologicznym oraz analizie właściwości mechanicznych. Szczególnie ważne dla potencjalnego zastosowania jako powłoki na implantach chirurgicznych były badania nad aktywnością biologiczną powłok: (a) ich biokompatybilnością i zdolnością do biointegracji badaną przy pomocy adhezji i proliferacji fibroblastów i osteoblastów oraz (b) ich mikrobiobójczością analizowaną w oparciu o zdolność do hamowania tworzenia biofilmu bakteryjnego [3]. Przeprowadzone badania pozwoliły uzyskać układ Ti6Al4V/TNT5/AgNPs, który charakteryzował się optymalną biozgodnością i wysoką przeciwbakteryjnością. Potencjalna cytotoksyczność powłoki została zminimalizowana poprzez niskie stężenie AgNPs na powierzchni, wystarczające jednak na do przeciwdziałania tworzenia się filmu bakteryjnego.

Literatura:

[1] L.E.Murr, *Materials Characterization* **2009**, 60, 261-270

[2] A. Radtke, M. Grodzicka, M. Ehlert, T.M. Muzioł, M. Szkodo, M. Bartmański, P. Piszczek, *Int. J. Mol. Sci.* **2018**, 19, 1-20

[3] A.Radtke, M.Grodzicka, M.Ehlert, Tomasz Jędrzejewski, Magdalena Wypij, Patrycja Golińska, *J. Clin. Med.*, **2019**, 8, 1-23

Wpływ sposobu wytwarzania implantów ze stopu Ti6Al4V na morfologię i właściwości mechaniczne nanorurek ditlenku tytanu

Emil Grodzicki^{a,b}, Aleksandra Radtke^{a,b}, Michał Bartmański^c, Piotr Piszczek^{a,b}

^a Wydział Chemii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, ul. Gagarina 7, 87-100 Toruń

^b Nano-implant Sp. z o. o, ul. Gagarina 5/102, 87-100 Toruń

^c Wydział Mechaniczny, Politechnika Gdańska, ul. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk

Stopy tytanu charakteryzują się wysoką odpornością na korozję oraz wysoką wytrzymałością zmęczeniową. Implanty wykonane ze stopów tytanu dzięki powyższym właściwościom znajdują zastosowanie w ortopedii, chirurgii szczękowo-twarzowej i chirurgii kręgosłupa. Najczęściej stosowanym stopem tytanu ze względu na właściwości mechaniczne (m.in. zbliżony do kości ludzkiej moduł Younga) jest stop tytanu Ti6Al4V.

Nowoczesne techniki obrazowania klinicznego pozwalają na zaprojektowanie i wytworzenie w technologii 3D idealnego pod względem kształtu implantu. W tym celu wykorzystuje się m.in. technikę selektywnego spiekania laserowego (SLS). Wytwarzając implant ze stopu tytanowego Ti6Al4V metodą SLS, można uzyskać zróżnicowaną morfologię powierzchni w zależności od wielkości zastosowanych ziaren spiekane go proszku, zróżnicowanych parametrów mocy oraz prędkości skanowania użytego lasera. Wielkość porów oraz ich kształt mają znaczący wpływ na biokompatybilność powierzchni implantu z komórkami organizmu. Geometrię oraz rozmiar porów można modyfikować poprzez wytwarzanie nanorurek ditlenku tytanu na powierzchni implantu za pomocą elektrochemicznego utleniania w roztworze zawierającym jony fluorkowe. Czas procesu, skład elektrolitu oraz potencjał anodowania wpływają na morfologię, strukturę oraz właściwości otrzymywanej warstwy.

Celem mojej pracy było określenie wpływu morfologii powierzchni implantów wydrukowanych w technologii SLS, w różny sposób modyfikowanych powierzchniowo przez producentów, na architekturę i właściwości mechaniczne warstw nanorurek ditlenku tytanu, wytworzonych na ich powierzchni.

Kinetyka reakcji rodników polimerowych na łańcuchach poli(kwasu akrylowego)

Małgorzata Matusiak, Sławomir Kadłubowski, Piotr Ułański

*Międzyresortowy Instytut Techniki Radiacyjnej, Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka;
Wróblewskiego 15, 93-590 Łódź*

Polielektrolity stanowią szeroką klasę polimerów; zaliczamy do nich bardzo ważną grupę biopolimerów – kwasy nukleinowe, proteiny i niektóre polisacharydy, ale także polimery syntetyczne, które znajdują coraz to nowsze zastosowania, począwszy od środków zagęszczających do zaawansowanych biomateriałów, w tym na przykład składników nanonośników substancji aktywnych do leczenia choroby Alzheimera [1] oraz nanonośników radionuklidów w medycynie nuklearnej [2,3]. Nośniki takie, na przykład w formie nanożeli, można otrzymywać na drodze wewnątrzcząsteczkowej rekombinacji rodników wygenerowanych na łańcuchu polimeru. Znajomość kinetyki i mechanizmu tych reakcji jest ważna zarówno z poznawczego punktu widzenia jak i ze względu na ich praktyczne zastosowania.

Obecność ładunku wzdłuż łańcucha polielektrolitu sprawia, że wiele aspektów chemii fizycznej takich układów jest bardziej złożonych niż w przypadku neutralnych makrocząsteczek. Dotyczy to również kinetyki reakcji. Praca ta stanowi próbę pogłębienia wiedzy na temat reakcji rodników w słabych polielektrolitach, w zależności od takich czynników jak średnia masa cząsteczkowa polimeru, stężenie oraz pH. Badanymi reakcjami są wewnątrzcząsteczkowa i międzycząsteczkowa rekombinacja rodników, degradacja oraz przeniesienie atomu H. Modelem słabego polielektrolitu jest poli(kwas akrylowy) - PAA. Podstawowe fakty dotyczące radiolizy PAA, ogólnego mechanizmu reakcji i widm wolnych rodników są stosunkowo dobrze znane [2,4-7]. Prace te wykazały również bardzo silny wpływ gęstości ładunku na czas życia rodników PAA. Podjęte w niniejszej pracy szczegółowe badania kinetyki z wykorzystaniem nanosekundowej radiolizy impulsowej pozwolą lepiej zrozumieć reakcje zachodzące w wodnych roztworach poli(kwasu akrylowego), który jest głównym składnikiem nanożeli, obecnie badanych jako nanonośniki radionuklidów.

Projekt został sfinansowany przez Narodowe Centrum Nauki, projekt nr. 2017/27/N/ST4/02536.

Literatura:

- [1] P. Picone, L.A. Ditta et al., *Biomaterials*, 2016, 80, 179-194.
- [2] M. Matusiak, S. Kadłubowski, P. Ułański, *Radiat. Phys. Chem.* 2018, 142, 125-129.
- [3] M. Matusiak, S. Kadłubowski, P. Ułański, dane niepublikowane.
- [4] P. Ułański, E. Bothe et al., *Radiat. Phys. Chem.* 1995, 46, 909-912.
- [5] P. Ułański, E. Bothe et al., *J. Chem. Soc. Perkin Trans. 2*, 1996, 1996, 13-22.
- [6] P. Ułański, E. Bothe et al., *J. Chem. Soc. Perkin Trans. 2*, 1996, 1996, 23-28.
- [7] S. Kadłubowski, J. Grobelny et al., *Macromolecules* 36, 2003, 2484-2492.

Nanocząstki magnetyczne pokrywane modyfikowanymi polisacharydami dla efektywnej immobilizacji HSA

Paweł Nowak^a, Kinga Mylkie^a, Dorota Chełminiak-Dudkiewicz^a, Anna Kozakiewicz^a,
Mariana Kozłowska^b, Anna Kaczmarek-Kędziera^a i Marta Ziegler-Borowska^a

^a *Wydział Chemii, Katedra Chemii Fotochemii Polimerów, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu;*

^b *Karlsruhe Inst Technol, Inst Nanotechnol INT, Hermann von Helmholtz Pl 1, D-76344 Eggenstein Leopoldshafen, Germany;*

Wyznaczanie podstawowych parametrów farmakokinetycznych jest jednym z podstawowych badań wykonywanych dla substancji czynnych zarówno znanych jak i nowo syntetyzowanych. Jednym z istotnych zagadnień jest oddziaływanie substancji czynnej z białkami surowicy krwi ludzkiej. Stopień wiązania leków z albuminą surowicy krwi ludzkiej (HSA, ang. *Human serum albumin*) wpływa istotnie na ilość wolnej, aktywnej formy leku w krwioobiegu a co za tym idzie na efekt terapeutyczny. Tradycyjne metody wyznaczania tego parametru charakteryzują się dużą trudnością wykonania i niską powtarzalnością wyników ze względu na skomplikowany proces oddzielenia białka od supernatantu. Alternatywą jest osadzenie (immobilizacja) białka na nośniku, który byłby łatwy do odseparowania z mieszaniny reakcyjnej i jednocześnie pozwalał na zachowanie aktywności HSA.

W ramach prezentowanych badań otrzymano szereg magnetycznych nanocząstek pokrywanych modyfikowanymi polisacharydami (chitozanem i skrobią). Modyfikacja prowadzona była w kierunku zwiększenia ilości reaktywnych grup aminowych zdolnych do efektywnego wiązania HSA. Zauważono istotny wpływ metody syntezy i warunków suszenia nanocząstek na ilość immobilizowanej albuminy a także na jej aktywność wyznaczaną testem z anty-HSA. W przypadku modyfikowanych materiałów chitozanowych zauważono również wpływ geometrii struktury polimeru na wydajność i efektywność immobilizacji. W celu lepszego zrozumienia zachodzących oddziaływań przeprowadzono obliczenia teoretyczne.

Wszystkie otrzymane materiały zostały w pełni scharakteryzowane pod względem struktury, rozmiaru nanocząstek i morfologii powierzchni.

Badania były finansowane w ramach Grantu NCN Sonata 8, umowa nr. 2014/15/D/NZ7/01805.

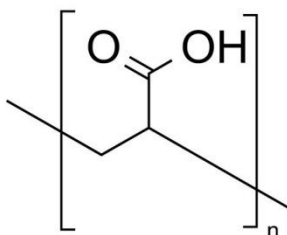
Radiacyjna synteza nanożeli z poli(kwasu akrylowego) do zastosowań w celowanym dostarczaniu substancji biologicznie czynnych

Beata Rurarz^a, Sławomir Kadłubowski^a, Piotr Ulański^a

^a Międzyresortowy Instytut Techniki Radiacyjnej, Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka
Ul. Wróblewskiego 15, 93-590 Łódź

Ostatnie dekady przyniosły nam istotny rozwój wiedzy i technologii w dziedzinie systemów celowanego i kontrolowanego dostarczania substancji biologicznie czynnych. Wśród takich systemów na szczególną uwagę zasługują formułacje oparte na nanocząstkach – umożliwiają one poprawę rozpuszczalności i stabilności farmaceutyków, wydłużają czasy półtrwania w krwioobiegu oraz pomagają zmniejszać efekty uboczne terapii poprzez kumulowanie leku w zmienionym chorobowo miejscu. Nanożele polimerowe są jednym z przykładów nanocząstek, z którymi wiązane są duże nadzieje oraz na których skupiona jest uwaga wielu grup badawczych na całym świecie. W naszym zespole badania dotyczące wytwarzania nanożeli polimerowych trwają od dłuższego czasu. Dzięki zastosowaniu promieniowania jonizującego w procesie syntezy, jesteśmy w stanie wytwarzać produkt o wysokich parametrach jakościowych, wolny od potencjalnie niebezpiecznych katalizatorów, środków sieciujących czy produktów ubocznych reakcji, co jest szczególnie istotne w procesie produkcji materiałów przeznaczonych do zastosowań biomedycznych.

Prezentowane dane uzyskane zostały w ramach kontynuacji prac związanych z syntezą oraz charakteryzacją nanożeli z poli(kwasu akrylowego) (PAA) – syntetycznego biokompatybilnego polimeru o charakterze polielektrolitu. Grupy karboksylowe obecne w jego strukturze (Rys.1) silnie wpływają na właściwości PAA w roztworach, z drugiej jednak strony stwarzają interesujące możliwości modyfikacji czy biokoniuugacji, czyniąc ten polimer idealnym substratem do wytwarzania nanostruktur z funkcją celowanego dostarczania substancji biologicznie czynnych.



Rys. 1. Struktura poli(kwasu akrylowego).

Badania zostały przeprowadzone jako część projektu: „InterChemMed – Interdyscyplinarne studia doktoranckie łódzkich uczelni publicznych” prowadzonego na Politechnice Łódzkiej, Uniwersytecie Łódzkim i Uniwersytecie Medycznym w Łodzi”, realizowanego w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój 2014-2020, współfinansowanego ze Środków Europejskiego Funduszu Społecznego (nr POWR.03.02.00-00-1029/16).

Wytwarzanie porowatych struktur tytanowych przeznaczonych na implanty obciążalne

Magda Dziaduszevska^a, Tomasz Seramak^a, Andrzej Zieliński^a

^aPolitechnika Gdańska, Wydział Mechaniczny, Ul. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk

Dotychczas stosowane implanty obciążalne mają ograniczoną trwałość długoczasową. Przyczyną są wieloletnie naprężenia mechaniczne, mikrourazy kości w pobliżu implantu, stany zapalne, tarcie metalu i kości o zmiennej amplitudzie prowadzące do niszczenia wiązania na granicy kość-implant [1-3]. Jednym z wyzwań inżynierii tkankowej jest wytwarzanie spersonalizowanych w wielkości i kształcie implantów naśladujących strukturę kości.

Celem pracy było wytworzenie porowatej struktury o zmiennej geometrii (wielkości i kształcie porów oraz porowatości), spełniającej określone wymagania strukturalne, mechaniczne i materiałowe. Badania dotyczyły doboru materiału, metody wytwarzania, kluczowych parametrów procesu wytwórczego oraz wytworzenie projektowanych struktur, a następnie przeprowadzenie podstawowych badań ich właściwości.

Porowate struktury wytworzono ze stopu tytanu Ti13Zr13Nb metodą selektywnego topienia laserowego (SLM). Dobrano następujące parametry: wielkość plamki lasera (190 μm), grubość warstwy (25 μm), atmosferę ochronną (argon techniczny kl. 4.8.) oraz moc lasera i prędkość skanowania (wartości objęte procedurą patentową). Proces wytwórczy obejmował opracowanie trójwymiarowego modelu w programie Materialise Magics® oraz wydruk próbek. Wytworzono cylindryczne próbki o wielkości 6x12 mm o dwóch odmiennych multiplikowanych kształtach porów: „Diamond” oraz „Cube” i wielkości porów 300 μm oraz 600 μm . Następnie przeprowadzono analizę mikrostruktury oraz wykonano próby wytrzymałościowe.

Na podstawie obserwacji przy użyciu mikroskopu świetlnego stwierdzono, że rozmiar porów wytworzonych metodą SLM był mniejszy od wielkości porów zaprojektowanych w programie CAD. Obserwacje SEM potwierdziły dużą liczbę niestopionych cząstek proszku tytanowego. W związku z tym elementy wytworzone metodą SLM wymagają obróbki po procesie wytwarzania. Nieodpowiednio podparte struktury oraz zbyt mała wielkość beleczek tworzących komórkę jednostkową spowodowały błędy w architekturze struktury. Przeprowadzone badania mechaniczne wykazały większą wytrzymałość na ściskanie struktur składających się z porów o kształcie typu „Diamond” i wielkości porów = 600 μm . Uzyskane wyniki umożliwiły dobranie optymalnych parametrów wytwarzania porowatych struktur spełniających wymagania stawiane implantom obciążalnym.

Literatura:

- [1]V. Karageorgiou, D. Kaplan, *Biomaterials*, 2005, 26, 5474–5491.
- [2]Z. Wang et al., *Analysis of factors influencing bone ingrowth into three-dimensional printed porous metal scaffolds: A review*, *J. Alloys Compd.*, 2017, 717, 271–285.
- [3]X.-Y. Zhang, G. Fang, L.-L. Xing, W. Liu, and J. Zhou, *Effect of porosity variation strategy on the performance of functionally graded Ti-6Al-4V scaffolds for bone tissue engineering*, *Mater. Des.*, 2018, 157, 523–538.

Hemozgodność cementów kostnych domieszkowanych nanometalami

Marcin Wekwejt^a, Anna Michno^b, Andrzej Zieliński^a

^a Zespół Biomateriałów, Katedra Inżynierii Materiałowej i Spajania, Wydział Mechaniczny; Politechnika Gdańska, 80-233 Gdańsk;

^b Katedra Biochemii Klinicznej, Zakład Medycyny Laboratoryjnej; Gdański Uniwersytet Medyczny, 80-210 Gdańsk;

Cement kostny na bazie polimetakrylanu metylu jest szczególnie popularnym i szeroko stosowanym biomateriałem. Wykorzystywany jest m.in. do wypełniania ubytków kostnych, stabilizacji skomplikowanych złamań, jak również ma zastosowanie w mocowaniu implantów metalicznych (głównie endoprotez). Ze względu na ryzyko infekcji związanych z otwarciem powłok ciała cementy kostne domieszkowane są antybiotykami. Jednakże w związku z rosnącym problemem antybiotykooporności, jak i mutacji bakterii poszukuje się nowych oraz efektywniejszych rozwiązań [1]. Jedną z możliwych modyfikacji cementu kostnego jest dodatek nanometali, które wykazują dobre właściwości bakteriobójcze. Jednakże zastosowanie tego rozwiązania może spowodować problemy z biozgodnością cementu kostnego [2]. Wprowadzony do organizmu implant będzie miał kontakt nie tylko z otaczającą tkanką, ale również będzie oddziaływał z krwią. Tak więc zasadne jest, aby zmodyfikowany cement kostny nie indukował hemolizy erytrocytów, jak również nie zaburzał funkcji płytek krwi, gdyż pogorszyłyby to proces regeneracji tkanek [3].

Celem przeprowadzonych badań była ocena, czy modyfikacja cementu kostnego przy zastosowaniu nanometali nie wpłynie negatywnie na właściwości biologiczne cementu kostnego w kontakcie z ludzką krwią. Komercyjnie dostępny cement kostny Cemex (Tecres, Włochy) został domieszkowany nanosrebrem – AgNps, nanomiedzią – CuNps oraz kombinacją nanometali w dwóch stężeniach 1.5% i 3% (MkNano, Kanada). Następnie próbki cementu kostnego były inkubowane w zawiesinach erytrocytów oraz płytek krwi w buforze Tyroda, w temperaturze 37°C. Przeprowadzono analizę morfologii erytrocytów po ich 24-godzinnej kontakcie oraz ocenę zdolności płytek krwi do agregacji po 4-godzinnej ekspozycji. Uzyskano odmienne wyniki w aspekcie hemozgodności dla cementów kostnych domieszkowanych AgNPs i CuNPs. Obie modyfikacje wpłynęły na kształt erytrocytów, ale tylko CuNPs przyczyniły się do ich hemolizy. Ponadto, dodatek CuNPs zahamował aktywność płytek krwi, jak również obniżył ich przeżywalność. Na podstawie tych obserwacji zakłada się, że domieszkowany CuNPs cement kostny nie jest w pełni biozgodny. Z drugiej strony dla modyfikacji AgNPs nie zaobserwowano negatywnych efektów na elementy morfotyczne krwi. Uzyskane wyniki pozwalają wnioskować, że cement modyfikowany AgNPs nie wpływa toksycznie na ludzkie erytrocyty i płytki krwi, więc mógłby być bezpiecznie stosowany jako alternatywa dla cementów z antybiotykiem. Niezbędne są jednak dalsze badania nad ustaleniem bezpieczeństwa tak modyfikowanych cementów.

Praca była finansowana przez GUMed-ST57.

Literatura:

- [1] M. Miola, A. Bistolfi, M.C. Valsania, et al, Antibiotic-loaded acrylic bone cements: An in vitro study on the release mechanism and its efficacy, *Mater Sci Eng C*, 2013, 30, 3025–3032.
- [2] M. Wekwejt, N. Moritz, B. Świeczko-Żurek, A. Pałubicka, Biomechanical testing of bioactive bone cements—a comparison of the impact of modifiers: antibiotics and nanometals, *Polym Test*, 2018, 70, 234–243.
- [3] A. Przekora, The summary of the most important cell-biomaterial interactions that need to be considered during in vitro biocompatibility testing of bone scaffolds for tissue engineering applications, *Mater Sci Eng C*, 2019, 97, 1036–1051.

SPONSORZY

EPENDORF 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/

The logo for Eppendorf, featuring the word "eppendorf" in a bold, blue, lowercase sans-serif font.

Eppendorf to międzynarodowy koncern biotechnologiczny, powstały w Hamburgu w 1945 r. Poprzez otwarcie w 2011r. firmy Eppendorf Poland Sp. z o.o., grupa realizuje strategię pozostawania w najbliższym kontakcie ze swoimi odbiorcami – środowiskiem naukowym, medycznym, farmaceutycznym i przemysłem biotechnologicznym oraz z partnerami biznesowymi. Asortyment Eppendorf obejmuje pipety i automatyczne systemy pipetowania, dozowniki, wirówki, miksery, spektrometry i sprzęt do amplifikacji DNA, a także ultraniskotemperaturowe zamrażarki, fermentory, bioreaktory, inkubatory CO₂, wytrząsarki i systemy manipulacji komórkami, jak również materiały zużywalne, takie jak końcówki do pipet, probówki, płytki.

Produkty Eppendorf są wykorzystywane w akademickich i komercyjnych laboratoriach badawczych, w firmach farmaceutycznych i biotechnologicznych, a także w przemyśle chemicznym i spożywczym. Są one również przeznaczone dla klinicznych i środowiskowych laboratoriów analitycznych, dla kryminalistyki i laboratoriów przemysłowych zajmujących się analizą procesów, produkcją i zapewnieniem jakości.

NANO-IMPLANT SP. Z O.O.

ul. Jurija Gagarina 5/102
87-100 Toruń
tel.: 56 611 20 87
mail: kontakt@nanoimplant.pl
www.nanoimplant.pl



Nano-implant Sp. z o.o. to spółka uniwersytecka typu spin-off, założona w celu uruchomienia linii technologicznej medycznych implantów tytanowych nowej generacji, tzw. „szytych na miarę”, w oparciu o indywidualną dokumentację medyczną pacjenta.

Nano-implant Sp. z o.o. jest w trakcie prowadzenia eksperymentu medycznego z użyciem prototypów spersonalizowanych implantów nowej generacji dla potrzeb chirurgii szczękowo-twarzowej oraz ortopedii, wytwarzanych w technologii 3D oraz posiadających innowacyjną powłokę, która ma za zadanie zwiększyć biogodność implantu – to znaczy ułatwić proces zrastania się implantu z kością biorcy oraz nadać implantowi właściwości przeciwdrobnoustrojowe, zapobiegając występowaniu stanów zapalnych po procesie wszczepienia implantu.

Dodatkową ofertę spółki stanowią opracowane przez nią powłoki przeciwdrobnoustrojowe i fotokatalitycznie aktywne dla potrzeb technologii medycznych i środowiskowych oraz modele anatomiczne drukowane w oparciu o dane medyczne pacjentów, wspomagające lekarzy w procedurze planowania operacji i zabiegów.

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, hodowli komórkowych, mikrobiologicznych i diagnostycznych, począwszy od wyspecjalizowanych mebli laboratoryjnych i dygestoriów, poprzez zaawansowane urządzenia pomiarowe (cytometry masowe, sortery komórkowe, stacje do hipoksji, systemy obrazowania i analizy komórek, sekwencjonowania pojedynczych komórek), pomocniczy sprzęt laboratoryjny (wirówki, zamrażarki, inkubatory, komory laminarne, systemy wody, itp.) oraz odczynniki do celów naukowych. Reprezentujemy m.in. takie marki jak: Thermo Scientific, Fluidigm, Sony Biotechnology Inc., Grundium, Baker Ruskinn, InvivoGen, IBA GmbH, Polon Poznań Sp. z o.o.

INTERDYSCYPLINARNE CENTRUM NOWOCZESNYCH TECHNOLOGI UMK

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



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 badawczo-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 i nawiązania współpracy.

W latach 2012-9 w oparciu o infrastrukturę badawczą ICNT zrealizowano częściowo lub w całości 48 grantów badawczych finansowanych głównie przez Narodowe Centrum Nauki, Fundację na rzecz Nauki Polskiej oraz Narodowe Centrum Badań i Rozwoju. Efektem badań jest opublikowanie 195 prac z afiliacją ICNT oraz 26 prac zawierających podziękowania za udostępnienie bazy badawczej. Powstałe w ICNT wynalazki były nagradzane złotymi medalami na wystawach we Francji, USA, Niemczech, Belgii i Polsce.

Prof. dr hab. Jerzy P. Łukaszewicz
Dyrektor ICNT

SARSTEDT SP. Z O.O.

Blizne Łaszczyńskiego
ul. Warszawska 25
05-082 Stare Babice
tel.: 22 722 05 43, 722 01 48, 722 95 11
fax: 22 722 07 95
mail: info.pl@sarstedt.com
www.sarstedt.com



Firma SARSTEDT Sp. z o.o – przedstawiciel niemieckiego producenta sprzętu medycznego i naukowego.

W ofercie firmy: probówko-strzykawki do pobierania krwi, system do pobrań krwi włósczkowej, próbówki preparowane, próbówki, pojemniki na materiał biologiczny, końcówki do pipet, płytki petriego, pipety jednomiarowe i serologiczne, mikropróbówki, produkty do hodowli komórkowej i biologii molekularnej, urządzenia laboratoryjne oraz urządzenia dla pracowni serologicznej i punktów krwiodawstwa.

MERCK SP. Z O.O.

ul. Al. Jerozolimskie 142 B
02-305 Warszawa
tel.: 22 53 59 700
fax: 22 53 59 703
mail: dzial.handlowy@merckgroup.com; biuro@sial.com
www.merckgroup.com; www.sigmaaldrich.com



Firma Merck KGaA jest najstarszym na świecie koncernem biologiczno-chemicznym i farmaceutycznym założonym w 1668 roku w Niemczech w miejscowości Darmstadt. Firma zatrudnia ok. 50 000 pracowników, którzy reprezentują 129 różnych narodowości i pracują w oddziałach umiejscowionych w 66 krajach na całym świecie. W 2010 roku firma Merck połączyła się z firmą Millipore, a w 2015 z firmą Sigma Aldrich. W rezultacie tego powstał nowy dział Life Science, który oferuje około 300 000 produktów. W Polsce dział Life Science reprezentują dwie firmy Merck Sp. z o.o. z Warszawy i Sigma-Aldrich Sp. z o.o. z Poznania. Oferujemy wiodącą internetową platformą dystrybucyjną (sigmaaldrich.com i merckmillipore.com), sprawną obsługę klienta oraz wsparcie techniczne i naukowe. Posiadamy w naszej szerokiej ofercie odczynniki chemiczne i biochemiczne, oraz dla biologii molekularnej, systemy do filtracji analitycznej i sterylnej (sterylizacji), żywności, testy i rozwiązania dla mikrobiologii, materiały referencyjne, odczynniki do mikroskopii, systemy analityczne i preparatywne do HPLC, urządzenia do oczyszczania wody na skalę laboratoryjną i produkcyjną, profesjonalne systemy do badania wody i ścieków, a także sprzęt laboratoryjny produkcji Merck KGaA oraz wielu znanych firm globalnych (np. Brand, Eppendorf, DWK, Binder, Vacuubrand, Corning, Grant, Miele, Ohaus, WTW, Camag, Mettler Toledo On Line, Flores Vales, Koetterman).

Nasze produkty są rozpoznawalne na całym świecie dzięki ich jakości, innowacyjności oraz zastosowanym standardom bezpieczeństwa, ponieważ kontrola i zapewnienie jakości stanowią dla nas fundament naszej działalności. Marka Merck zmieniła swój globalny wizerunek, dlatego też obecnie w dziale Life Science całe portfolio podzielone jest na 6 marek produktowych:

- Millipore® - produkty do przygotowywania próbek, separacji, filtracji detekcji i biomonitoringu
- Sigma-Aldrich® - materiały dedykowane do pracy w laboratoriach i do produkcji
- Supelco® - produkty i odczynniki do chemicznych technik instrumentalnych
- Milli-Q® - systemy do oczyszczania wody
- SAFCE® - surowce dla firm farmaceutycznych, biofarmaceutycznych oraz biotechnologicznych
- BioReliance® - usługi serwisowe dla firm farmaceutycznych i biotechnologicznych.

DIAG-MED

ul. Modułarna 11 A
02-238 Warszawa
tel.: 22 838 97 23
fax: 22 838 97 32
mail: biuro@diag-med.pl
www.diag-med.pl



DIAG-MED to rodzinna firma z prawie 25-letnim doświadczeniem. Jesteśmy polskim partnerem wielu renomowanych producentów, posiadających w swoim portfolio unikalne i nowoczesne produkty do diagnostyki i badań naukowych. Aktualne portfolio Działu Life Sciences firmy stanowią produkty następujących Producentów:

BECKMAN COULTER Life Sciences - wysokiej klasy ultrawirówki, wirówki szybkoobrotowe, wysoko objętościowe oraz nastołowe a także nowoczesne aparaty umożliwiające całkowitą automatyzację laboratoriów badawczych (Biomek 4000, Biomek i5, Biomek i7); szeroki wybór cytometrów przepływowych i sorterów umożliwiających wieloparametrową diagnostykę oraz badania naukowe; certyfikowane produkty do diagnostyki klinicznej oraz odczynniki do prac badawczych w obrębie wielu aplikacji.

CORNING - produkty do laboratoriów naukowych; plastiki laboratoryjne (pipety, probówki) oraz plastiki do hodowli komórkowych (FALCON™, PRIMARIA™), naczynia hodowlane posiadające powierzchnie biologiczne i syntetyczne oraz odczynniki niezbędne przy hodowli 2D i 3D (MATRIGEL™), odczynniki do hodowli komórkowych: media hodowlane, buforowane roztwory soli, surowice czy niezbędne suplementy; drobny sprzęt laboratoryjny (licznik komórek, wytrząsarka); rozwiązania do bezpiecznego głębokiego mrożenia.

EXBIO - przeciwciała monoklonalne do diagnostyki klinicznej i badań naukowych. Szeroka lista klonów, w różnymi fluorochromami, a także w koktajlach przeciwciał z certyfikacją CE IVD. Zestawy do cytometrii przepływowej przeznaczone do aplikacji cytometrycznych związanych z diagnostyką alergii, fagocytozą, apoptozą, płodnością, analizą cyklu komórkowego, limfocytów T regulatorowych oraz komórek NK.

RATIOLAB - materiały szybkożywalne dla laboratoriów, akcesoria do przechowywania materiału biologicznego, w tym produkty do głębokiego mrożenia.

PENTABASE - testy diagnostyczne SENSISCREEN® oraz PlentiPlex® do wykrywania mutacji somatycznych w obrębie ludzkiego DNA.

STEMTEK THERAPEUTICS - innowacyjne rozwiązania z zakresu hodowli 3D komórek nowotworowych CELL2SPHERE™.

VILBER - systemy do bioobrazowania zwierząt NEWTON 7.0

Oprócz dostaw odczynników, materiałów zużywalnych i urządzeń oferujemy też szkolenia, wsparcie aplikacyjne i serwis techniczny wybranych analizatorów. Współpracujemy z kilkoma tysiącami odbiorców instytucjonalnych i klientów prywatnych w całej Polsce. Zachowując najwyższą jakość obsługi codziennie realizujemy ponad 100 zleceń.

BECKMAN COULTER POLSKA SP. Z O.O.

ul. Al. Jerozolimskie 181 B
02-222 Warszawa
tel.: 22 355 15 04
fax: 22 355 15 39
www.beckman.com
mail: beckman-ls.pl@beckman.com



Beckman Coulter jest liderem na światowym rynku Life Sciences. Dostarczamy innowacyjne usługi i technologie wyznaczające nowe standardy w zakresie opieki medycznej. Od ponad 80 lat jesteśmy zaufanym partnerem dla klientów badawczych, klinicznych i przemysłowych pomagając w rozwoju badań naukowych i opieki nad pacjentem na całym świecie. Naszym celem jest opracowanie najlepszych rozwiązań laboratoryjnych dostępnych obecnie na rynku. W swojej ofercie posiadamy:

- wysoce wyspecjalizowane cytometry przepływowe (CytoFlex, Navios)
 - sortery komórkowe (Astrios, DXP)
 - stacje pipetujące automatyzujące pracę laboratoriów badawczych (Biomek 4000, Biomek i5, Biomek i7)
 - wirówki szybkoobrotowe, nastołowe oraz ultrawirówki (OPTIMA XPN, MAX-XP, ALLEGRA, AVANTI)
 - liczniki ilości i rozmiaru cząstek (Vi-CELL, Multisizer)
 - analizatory TOC (TOC QbD1200, TOC PAT700)
 - szeroki zakres odczynników do diagnostyki klinicznej i badań naukowych.
- Do naszych Dystrybutorów należą firmy DIAG MED i ITS SCIENCE.

INDEKS WYKŁADY

Imię i Nazwisko	Nr strony
Kotarba Andrzej	13
Pańczyk Tomasz	12
Tylkowski Bartosz	14

INDEKS KOMUNIKATY USTNE SESJA GŁÓWNA

Imię i Nazwisko	Nr strony
Asztemborska Monika	17
Drozd Radosław	27
Fijałkowski Karol	28
Grabowska-Jadach Ilona	18
Kamińska Izabela	24
Krzemińska Sylwia	26
Kucharczyk Katarzyna	21
Oćwieja Magdalena	22
Peplowski Łukasz	19
Radtke Aleksandra	16
Tarnawski Tomasz	29
Terzyk Artur	23
Witt Dariusz	20

INDEKS
KOMUNIKATY USTNE
SESJA MŁODYCH

Imię i Nazwisko	Nr strony
Bal Monika	47
Berbeć Sylwia	32
Ciecholewska Daria	35
Czach Sylwia	46
Dąbrowska Sylwia	44
Dec Robert	33
Dzierzkowska Ewa	37
Goc Karolina	39
Hajtuch Justyna	55
Jankowska Katarzyna	48
Kaczmarek Beata	54
Odrobińska Justyna	38
Olejniak-Feher Natalia	50
Pajerski Wojciech	42
Prus-Walendziak Weronika	49
Przybyszewska Karolina	51
Sikora Mateusz	34
Stachowiak Natalia	40
Stachurska Xymena	43
Steckiewicz Karol Paweł	41
Szafulera Kamila	52
Szałaj Urszula	53
Szymańska Magdalena	36
Świrska Zuzanna	45
Zięba Wojciech	56

**INDEKS
PLAKATY
SESJA GŁÓWNA**

Imię i Nazwisko	Nr strony
Bartmański Michał	74
Bielicka Agnieszka	60
Bieniek Adam	69
Bolibok Paulina	73
Czarnecka Joanna	67
Forbot Natalia	72
Frączyk Justyna	64
Gauden Piotr	70
Gnus Małgorzata	58
Hetmann Anna	65
Ilnicka Anna	71
Jakubowski Witold	61
Kaczmarek-Kędziera Anna	63
Leżańska Maria	75
Opalińska Agnieszka	59
Pielok Ariadna	62
Skopińska-Wiśniewska Joanna	66
Szymczak Bartosz	68

**INDEKS
PLAKATY
SESJA MŁODYCH**

Imię i Nazwisko	Nr strony
Dziaduszewska Magda	94
Ehlert Michalina	88
Grodzicka Marlena	89
Grodzicki Emil	90
Kamedulski Piotr	86
Kupczak Maria	87
Lipińska Wiktoria	78
Matulewicz Karolina	84
Matusiak Małgorzata	91
Niewolik Daria	85
Nowak Paweł	92
Parnicka Patrycja	81
Rurarz Beata	93
Skorupska Małgorzata	83
Stanisz Małgorzata	82
Wekwejt Marcin	95
Węgrzynowska-Drzymalska Katarzyna	79
Wilczewska Patrycja	80