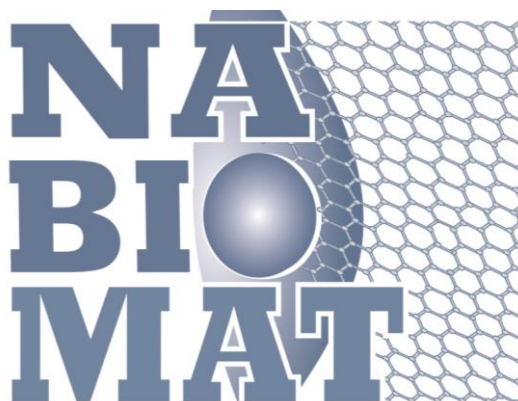


Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu



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

# **Materiały konferencyjne**

**Toruń**  
**14 – 16 czerwca 2023**

Niniejsze materiały konferencyjne zostały przygotowane na podstawie abstraktów nadesłanych przez uczestników V edycji konferencji Nano(&)BioMateriały – od teorii do aplikacji 2023  
Organizatorzy nie ponoszą odpowiedzialności za ich treść.

## **Organizatorzy**

Katedra Chemii Materiałów, Adsorpcji i Katalizy, Wydział Chemii, UMK, Toruń  
Katedra Biochemii, Wydział Nauk Biologicznych i Weterynaryjnych, UMK, Toruń  
Fundacja Amicus Universitatis Nicolai Copernici

## **Redakcja materiałów**

Przewodniczący:  
dr hab. Anna Ilnicka, prof. UMK

Członkowie:  
Patrycja Grabowska  
mgr Patryk Rybczyński  
mgr Małgorzata Skorupska

Korekta:  
dr hab. Katarzyna Roszek, prof. UMK

ISBN 978-83-231-4215-7  
eISBN 978-83-231-5146-3

Copyright © by  
Nano(&)BioMateriały – od teorii do aplikacji 2023

strona internetowa konferencji:  
[www.nabiomat.umk.pl](http://www.nabiomat.umk.pl)

## Komitet naukowy

Prof. dr hab. Jerzy Łukaszewicz	Wydział Chemii Uniwersytet Mikołaja Kopernika Interdyscyplinarne Centrum Nowoczesnych Technologii UMK w Toruniu
Dr hab. Piotr Gauden, prof. UMK	Wydział Chemii Katedra Chemii Materiałów, Adsorpcji i Katalizy Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
Dr hab. Anna Kaczmarek-Kędziera, prof. UMK	Wydział Chemii Katedra Chemii Materiałów, Adsorpcji i Katalizy Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
Prof. dr hab. Sylwia Rodziewicz-Motowidło	Wydział Chemii, Katedra Chemii Biomedycznej, Uniwersytet Gdański
Dr hab. Katarzyna Roszek, prof. UMK	Wydział Nauk Biologicznych i Weterynaryjnych Katedra Biochemii Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
Dr hab. Marek Wiśniewski, prof. UMK	Wydział Chemii Katedra Chemii Materiałów, Adsorpcji i Katalizy Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
Prof. dr hab. Monika Wujec	Wydział Farmaceutyczny, Katedra i Zakład Chemii Organicznej, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

# **Komitet organizacyjny**

## **Przewodnicząca**

dr hab. Katarzyna Roszek, prof. UMK

## **Członkowie**

dr Joanna Czarnecka

mgr Łukasz Czarnecki

mgr Natalia Forbot

dr hab. Piotr Gauden, prof. UMK

dr Anna Hetmann

dr hab. Anna Ilnicka, prof. UMK

dr hab. Anna Kaczmarek-Kędziera, prof. UMK

dr Piotr Kamedulski

dr hab. Justyna Kozłowska

dr Dorota Nemezc

mgr Patryk Rybczyński

dr Joanna Skopińska-Wiśniewska

mgr Małgorzata Skorupska

mgr Bartosz Szymczak

dr hab. Marek Wiśniewski, prof. UMK

dr hab. Marta Ziegler-Borowska

## Patronat honorowy



**Marszałek Województwa  
Kujawsko-Pomorskiego**  
Piotr Całbecki

Prezes PTBioch  
prof. dr hab. Adam Szewczyk



**Polskie  
Towarzystwo  
Biochemiczne**

Prezes PTChem  
prof. dr hab. Izabela Nowak



**POLSKIE  
TOWARZYSTWO  
CHEMICZNE**

Dziekan  
prof. dr hab. Justyna Rogalska



**UNIwersytet  
MIKOŁAJA KOPERNIKA  
W TORUNIU**

Wydział Nauk Biologicznych  
i Weterynaryjnych

Dziekan  
prof. dr hab. Iwona Łakomska



**UNIwersytet  
MIKOŁAJA KOPERNIKA  
W TORUNIU**

Wydział Chemii

## Sponsor Główny



## Sponsorzy



ABL&E-JASCO Polska Sp. z o.o.





Regionalna Dyrekcja  
Lasów Państwowych w Toruniu



Marszałek Województwa  
Kujawsko-Pomorskiego  
Piotr Całbecki



MIASTO  
TORUŃ



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

**Środa 14.06.2023**

- 12:00-13:00**            **REJESTRACJA + powitalna kawa**
- 13:00-13:15**            **ROZPOCZĘCIE KONFERENCJI**
- 13:15-14:15**            **WYKŁAD INAUGURACYJNY – „O obrotach nanobiomateriałów  
czyli przełom kopernikański w medycynie regeneracyjnej”  
prof. dr hab. Sylwia Rodziewicz-Motowidło**
- 14:15-15:00**            **Prezentacja firmy Merck**
- 15:00–15:45**            **Przerwa kawowa i kanapki**
- 15:45 – 17:45**            **SESJA GŁÓWNA cz. 1**  
Komunikaty ustne
- 15:45-16:00    Dorota Węglowska  
DNA z owoców w bioczuJNIkach ciekłokrystalicznych
- 16:00-16:15    Piotr Hańczyc  
Wykorzystanie emisji laserowej tioflawin do analizy struktury DNA
- 16:15-16:30    Radosław Balwierz  
Możliwości zastosowania nanocząstek opłaszczanych chloramfenikolem w  
terapii dermatologicznej
- 16:30-16:45    Małgorzata Krzyżowska  
Modyfikowane nanocząstki jako nowe substancje lecznicze w zakażeniach  
wirusowych – problemy i korzyści
- 16:45-17:00    Anna Spadło  
Biopolimer z biologicznych odpadów rybnych do zastosowań fonicznych
- 17:00-17:15    Marcin Wekwejt  
Biokompozytowy cement kostny o właściwościach pseudoplastycznych na  
bazie fosforanu magnezu wraz z dodatkiem hydrożelu HEMA
- 17:15-17:30    Mariusz Szkoda  
Foto-superkondensatory jako nowa perspektywa w magazynowaniu energii
- 17:30-17:45    Joanna Kisała  
Warstwowy MoS<sub>2</sub> jako wydajny fotokatalizator zaawansowanych procesów  
redukcji
- 17:45–18:30**            **SESJA POSTEROWA (GŁÓWNA)**
- 18:30–22:00**            **KOLACJA POWITALNA (ACKiS „Od Nowa”)  
KONCERT ZESPOŁU TORTILA**

## **Czwartek 15.06.2023**

- 9:00-10:00**                    **WYKŁAD PLENARNY** – „Poszukiwanie nowych związków o aktywności przeciwpasożytniczej”  
prof. dr hab. Monika Wujec
- 10:00-10:40**                    **Prezentacja firm Cytiva i Abl&e-Jasco**
- 10:40-11:10**                    **Przerwa kawowa**
- 11:10 – 13:10**                    **SESJA GŁÓWNA cz. 2**  
Komunikaty ustne
- 11:10-11:25                    Ilona Grabowska-Jadach  
Wykorzystanie nanocząstek magnetycznych w terapii fototermicznej
- 11:25-11:40                    Ewa Stodolak-Zych  
Wpływ nanometrycznej warstwy żelaza na podłożach włóknistych na aktywność komórkową i możliwość obrazowania podłoża technika MRI
- 11:40-11:55                    Marzena Fandzloch  
Projektowanie nowych materiałów funkcjonalnych typu MOF@biomateriał
- 11:55-11:10                    Adam Augustyniak  
Od sieci metaliczno-organicznych typu MOF ku materiałom węglowym. Katalizatory reakcji uwodornienia
- 11:10-11:25                    Konrad Trzeński  
Opracowanie metod wzrostu warstw krystalicznych z kontrolowanym ułożeniem kryształitów
- 11:25-12:40                    Natalia Pawlik  
Charakterystyka luminescencyjna amorficzno-nanokrystalicznych materiałów żo-żelowych domieszkowanych jonami  $Gd^{3+}/RE^{3+}$  (RE = Tb, Eu)
- 12:40-12:55                    Adrian Topolski  
Modyfikacja pokrytego nanorurkami ditlenku tytanu stopu Ti6Al4V przy użyciu kompleksów platyny(II)
- 12:55-13:10                    Robert Szoszkiewicz  
Analytical Approaches for Deriving Friction Coefficients for Selected  $\alpha$ -Helical Peptides Based Entirely on Molecular Dynamics Simulations
- 13:10–13:55**                    **Lunch**
- 13:55–15:55**                    **SESJA MŁODYCH cz. 1**  
Komunikaty ustne
- 13:55-13:45                    Weronika Badzińska  
Immobilizowane oksydoreduktazy jako efektywne układy do usuwania mikrozanieczyszczeń z roztworów rzeczywistych
- 13:45-14:00                    Małgorzata Skorupska  
Hybrydowe materiały węglowe zawierające tlenki niklu i kobaltu jako

bifunkcyjne materiały elektrodowe

- 14:00-14:15    Martyna Janicka  
Nanocząstki Au i Ag modyfikowane kwasem taninowym – nowe substancje w leczeniu neuroinfekcji wirusem opryszczki typu 1 (HHV-1)
- 14:15-14:30    Sylwia Magdziarz  
Modyfikowane ferromagnetyki jako component materiałów hybrydowych użytecznych w medycynie regeneracyjnej
- 14:30-14:45    Marta Madej-Gajewska  
Otwarte klatki typu POSS zawierające fragment metakrylanu w łańcuchu bocznym – synteza i potencjalne zastosowanie jako biomateriały
- 14:45-15:00    Kamila Fuchs  
Synteza i potencjalne zastosowanie polimerów na bazie silseskwioksanów typu double-decker
- 15:00-15:15    Saeed Sovizi  
MoS<sub>2</sub> oxidation: from single (MoO<sub>3</sub>)<sub>x</sub> clusters to MoO<sub>3</sub>/MoO<sub>x</sub> layers
- 15:15-15:30    Aleksandra Kossakowska  
Chemosensorowe nanocząstki jako element matrycy optycznego elektronicznego języka

**15:55–16:15                    Przerwa kawowa**

**16:15–17:15                    SESJA POSTEROWA (SESJA MŁODYCH, cz. 1)**

**19:00–23:00                    SPOTKANIE TOWARZYSKIE (Kręgielnia, CH Plaza)**

## **Piątek 16.06.2023**

- 9:00-10:00**            **WYKŁAD PLENARNY** – „Izolacja macierzy zewnątrzkomórkowej i formułacja biotuszu do zastosowania w inżynierii tkankowej i biodruku 3D implantów łąkotek”  
dr hab. inż. Jakub Rybka, prof. UAM
- 10:00–10:30**            Przerwa kawowa
- 10:30 – 12:45**            **SESJA MŁODYCH cz. 2**  
Komunikaty ustne
- 10:30-10:45            Patrycja Koza  
Porfirynoidy w połączeniach z polimerami - synteza i charakterystyka fizykochemiczna
- 10:45-11:00            Paweł Bakun  
Pochodne kurkuminy i ich nanoformulacje liposomalne o potencjalnej aktywności względem nowotworu pęcherza moczowego
- 11:00-11:15            Daria Roda  
Warstwy  $ZnIn_2S_4$  wytwarzane metodą pulsacyjnego osadzania laserowego jako fotoanody do fotoelektrochemicznego rozszczepiania wody
- 11:15-11:30            Agnieszka Siomra  
Nieliniowe właściwości optyczne siarkowych kropek kwantowych dla zastosowań w dwufotonowych czujnikach jonów metali ciężkich
- 11:30-11:45            Klaudia Głowacz  
Fluorescencja multispektralna w (bio)analitycznym zastosowaniu kropek kwantowych
- 11:45-12:00            Magdalena Szota  
Dendrymer G4.0PAMAM jako efektywny nanonośnik leków przeciwnowotworowych
- 12:00-12:15            Kamil Rakowski  
Badanie wpływu fosforylacji na mechanizm adsorpcji białka Tau na powierzchni modelowych błon komórek nerwowych
- 12:15-12:30            Szymon Salagierski  
Wstrzykiwalne i liofilizowane innowacyjne materiały hydrożelowe wzbogacone substancjami biologicznie aktywnymi
- 12:30-12:45            Zuzanna Zarach  
Tlenki metali przejściowych jako materiały elektrodowe do magazynowania energii
- 12:45–13:45**            **SESJA POSTEROWA (SESJA MŁODYCH, cz. 2)**
- 14:00–14:30**            **Zakończenie konferencji, rozstrzygnięcie konkursów**
- 14:30–15:00**            **LUNCH**

# WYKŁADY

## **O obrotach nanobiomateriałów czyli przełom kopernikański w medycynie regeneracyjnej**

Sylwia Rodziewicz-Motowidło

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

Dziedzina, która zajmuje się odtwarzaniem uszkodzonych lub utraconych tkanek lub narządów jest medycyna regeneracyjna. Ten dział nauki wymaga integracji wiedzy z zakresu nauk fizycznych i przyrodniczych z materiałoznawstwem i medycyną kliniczną, po to aby nauczyć się wzmacniać regenerację niesprawnych ludzkich narządów i tkanek. Ludzie na świecie żyją coraz dłużej i dążą do wyższej jakości życia w zaawansowanym wieku. Dodatkowo w krajach rozwiniętych spada płodność kobiet, co oznacza, że światowe gospodarki będą musiały utrzymać jak najdłużej sprawność człowieka, wykorzystując m.in. medycynę regeneracyjną. Technologie regeneracyjne oparte na nowych materiałach, urządzeniach i terapiach komórkowych stworzyły również nowe rozwiązania dla osób będących ofiarami urazów, chorób i wad wrodzonych. W nowej erze regeneracyjnej naprawy człowieka materiały naprawcze przekształciły się z funkcji głównie mechanicznych w zaawansowane regulatory aktywności biologicznej - "inteligentne biomateriały". W nowoczesnych biomateriałach molekularna informacja biologiczna jest zakodowana w taki sposób, aby szybko rozpocząć regenerację tam, gdzie nie zachodzi ona samoistnie. Ponadto nowe biomateriały tworzą niezbędną bioaktywną architekturę, dzięki czemu integrują się z organizmem człowieka w sposób najmniej inwazyjny. Dodatkowo bioaktywna struktura biomateriału może pełnić rolę nośnika dla leków lub komórek. Wizją medycyny regeneracyjnej jest naprawa tkanek miękkich i twardych, narządów i nerwów odpowiedzialnych za poważną niepełnosprawność człowieka. Niniejszy wykład będzie poświęcony biomateriałom i cząsteczkom, które są przeznaczone do formowania rusztowań komórkowych, implantów czy drukowanych organoidów w celu naprawy organizmu człowieka. Odtworzenie poszczególnych części organizmu człowieka to przełom kopernikański w medycynie regeneracyjnej. Czy współczesny Mikołaj Kopernik zajmowałby się nanobiomateriałami zamiast astronomią? Na to pytanie znajdziesz odpowiedź podczas wykładu.

*Podziękowania dla Narodowego Centrum Badań i Rozwoju (grant nr TECHMATSTRATEG2/410747/11/NCBR/2019) oraz Narodowego Centrum Nauki (grant nr 2019/35/B/NZ5/01555).*

## Poszukiwanie nowych związków o aktywności przeciw pasożytniczej

Monika Wujec

*Katedra i Zakład Chemii Organicznej, Uniwersytet Medyczny w Lublinie, ul. Chodźki 4a,  
20-093 Lublin*

Choroby pasożytnicze wciąż stanowią poważny ogólnoswiatowy społeczny i ekonomiczny problem zdrowotny oraz znacząco przyczyniają się do obciążenia chorobami zakaźnymi na całym świecie.

Dane statystyczne podają, że aktualnie ponad dwa miliardy osób zarażonych jest minimum jednym pasożytem. Światowa Organizacja Zdrowia podaje, iż w ostatnich dziesięciu latach pasożytami zaraziło się aż 4 i pół miliarda osób. Co roku na całym świecie stanowią one przyczynę 14 milionów zgonów, co wynosi aż 25% całkowitego wskaźnika śmiertelności.

Można by przypuszczać, iż problem występowania chorób pasożytniczych nie dotyczy krajów wysokorozwiniętych, jednak nic bardziej mylnego. Mimo dużej wiedzy na temat pasożytów i walki z nimi, a także poprawy warunków higienicznych, możemy obserwować powrót problemów dotyczących pasożytów. Wciąż pojawiają się nowe patogeny i choroby, co jest związane z popularizacją turystyki, migracją ludzi, zmianami cywilizacyjnymi. Rosnąca liczba pasażerów i towarów podróżujących po świecie oznacza zwiększone ryzyko dla zdrowia publicznego, ze względu na większe możliwości rozprzestrzeniania się chorób. Pojawił się również problem oporności na leki.

Zwiększona oporność na leki, brak nowych leków o innowacyjnych mechanizmach działania oraz pojawiająca się oporność krzyżowa znacznie zmniejszają skuteczność obecnych terapii przeciw pasożytniczych. Wynika stąd potrzeba znalezienia nowych leków, bardziej skutecznych i jednocześnie mniej toksycznych dla pacjentów.

W ramach wykładu przedstawione zostaną najnowsze badania dotyczące syntezy związków o aktywności przeciw pasożytniczej.

## Isolacja macierzy zewnątrzkomórkowej i formułacja biotuszu do zastosowania w inżynierii tkankowej i biodruku 3D implantów łąkotek

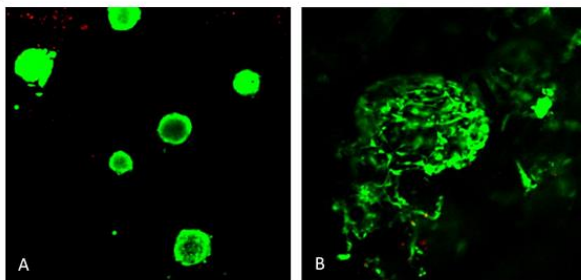
Jakub Rybka

*Centrum Zaawansowanych Technologii, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, ul. Uniwersytetu Poznańskiego 10, 61-614 Poznań*

Łąkotka stanowi element niezbędną do ochrony powierzchni stawowej, amortyzacji i przenoszenia naprężeń w kolanie. Jej urazy są niezwykle częste, ale ze względu na ograniczone unaczynienie zdolność regeneracyjna łąkotki jest stosunkowo niska [1]. Dlatego potrzebne są nowe rozwiązania terapeutyczne, które pozwolą na pourazowe odtworzenie jej fizjologicznych właściwości. Zastosowanie technologii biodruku 3D daje szansę na wytworzenie konstruktów odzwierciedlających naturalną strukturę i właściwości łąkotki. Wydajne biodrukowanie implantów wymaga zoptymalizowania procesu, w celu uzyskania odpowiedniej dokładności, integralności i trwałości drukowanych obiektów, przy jednoczesnym zapewnieniu optymalnego mikrośrodowiska dla wzrostu i proliferacji komórek [2].

Celem badań było opracowanie protokołu izolacji ECM z łąkotki świńskiej, pozwalającego na zachowanie jego natywnych właściwości, przy jednoczesnym osiągnięciu odpowiednich parametrów drukowalności. W tym celu zoptymalizowano protokół obejmujący homogenizację, szereg ekstrakcji (w tym ekstrakcję nadkrytycznym CO<sub>2</sub>), hydrolizę i liofilizację. Oceniono właściwości reologiczne biotuszu, wykonano pomiar dokładności druku oraz obrazowanie SEM. Następnie biodrukowano rusztowania z ludzkimi komórkami mezenchymalnymi pozyskanymi z tkanki tłuszczowej (hMSC-AD) w formie pojedynczych komórek i trójwymiarowych sferoidów, aby ocenić biokompatybilność biotuszków opartych na dECM i ich zdolność do indukcji chondrogenyzy.

Podsumowując, niniejsze badanie zawiera dogłębny opis produkcji dECM i formułacji biotuszu do zastosowania w inżynierii tkankowej i biodruku 3D implantów łąkotek.



Rys. 1. Sferoidowe kultury hMSC-AD zatopione w biotuszu na bazie ECM, po barwieniu testem Live/dead™ Viability/Cytotoxicit A 24h po wydruku, B 10 dni po wydruku. Komórki żywe barwią się na kolor zielony (Calcein AM), komórki martwe na kolor czerwony (homodimer-1 etydyny).

Badanie finansowane z funduszy NCBiR, TECHMATSTRATEGIII/0027/2019-00.

### Literatura:

- [1] B.G. Adams, M. N. Houston, K.L. Cameron, Sports Med Arthrosc Rev 2021, 29(3), e24–e33.
- [2] J. A. Semba, A. A. Mieloch, J. D. Rybka, 2020, 18, e00070.



**KOMUNIKATY USTNE**  
**SESJA GŁÓWNA**  
**(wg kolejności wystąpień)**

## DNA z owoców w bioczuJNIKACH ciekłokrystalicznych

D. Węglowska, R. Węglowski, A. Spadło

*Wojskowa Akademia Techniczna, ul. gen. S. Kaliskiego, 00-908 Warszawa, Polska*

Pomiary stężeń substancji o znaczeniu biologicznym (np. cukrów, białek) są niezwykle istotne (np. konieczność częstego oznaczania glukozy we krwi u chorych na cukrzycę). Ciekłe kryształy o dużej dwójłomności mogą być wykorzystywane do wykrywania biocząsteczek metodą optycznej mikroskopii polaryzacyjnej (POM) [1], a główną zaletą takich bioczuJNIKÓW jest wysoka czułość przy niskich kosztach.

Jednym z kluczowych elementów ciekłokrystalicznego bioczuJNIKA jest warstwa orientująca. Wykorzystanie biodegradowalnego biopolimeru DNA jako elementu warstwy orientującej jest korzystnym rozwiązaniem, ponieważ zużyte czujniki będą szybciej utylizowane. Kompleksy DNA z surfaktantami (np. chlorkiem N,N-dimetylo-N-oktadecyltadekano-1-amonu) charakteryzują się pożądanymi właściwościami aplikacyjnymi, takimi jak: wysoka stabilność termiczna i bardzo wysoka przepuszczalność światła w zakresie widzialnym i bliskiej podczerwieni, natomiast reakcja otrzymywania kompleksu DNA z surfaktantem przebiega szybko w temperaturze pokojowej w wodzie, co jest dodatkową zaletą (brak konieczności utylizacji zużytych rozpuszczalników organicznych).

Celem badań było wydzielenie i zbadanie właściwości DNA wydzielonego z owoców oraz otrzymanie i zbadanie właściwości i przydatności otrzymanych kompleksów jako warstw orientujących w bioczuJNIKACH.

*Praca została dofinansowana przez Wojskową Akademię Techniczną w ramach projektu nr UGB 22-801 oraz przez Narodowe Centrum Nauki nr MINIATURA 2022/06/X/ST5/00508.*

### Literatura:

[1] A. Spadło, N. Bennis, R. Węglowski, D. Węglowska, K. Czupryński, J. M. Otón, *Molecular Crystals and Liquid Crystals*, 2017, 657(1), 56–65.

## Wykorzystanie emisji laserowej Tioflawin do analizy struktury DNA

Piotr Hańczyc

*Instytut Fizyki Eksperymentalnej, Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski, Pasteura 5, 02-093  
Warszawa, Polska*

Aby skutecznie zapobiegać nowotworom pojawia się potrzeba precyzyjnego wykrywania zmian na poziomie struktury DNA. Nici kwasu nukleinowego mogą przybrać konformacje kwadrupleksów G (G4), które pełnią istotną rolę w ekspresji komórek nowotworowych, regulacji genów lub podziale komórek [1].

Powszechną metodą wykrywania określonych struktur biomolekularnych jest fluorescencja. W tym celu biomolekuły barwi się organicznymi fluoroforami. Jednak fluorescencja ma ograniczenia w wykrywaniu miejscowego zniekształcenia helisy DNA. Aby zwiększyć czułość fluorescencji, można wzmocnić światło w procesie emisji wymuszonej. Laserowanie barwionych fluoroforami struktur DNA, w tym kwadrupleksów, ma wyższą czułość detekcji niż standardowa fluorescencja, dzięki czemu pomaga ujawnić krytyczne struktury molekularne zaangażowane w rozwój nowotworów [2].

Laserowanie wykrywano w różnych strukturach DNA za pomocą barwienia Tioflawiną T i Tioflawiną X. Określenie progów generacji światła laserowego wykorzystano do rozpoznania kwadrupleksów G [3]. Wyniki wykazały, że monitorowanie emisji laserowej pozwala osiągnąć niezwykłą czułość rozpoznawania konformacji DNA. Tym samym, w przeciwieństwie do fluorescencji, laserowanie może być wykorzystany do wykrywania i różnicowania specyficznych struktur biomolekularnych.



*Rys. 1. Oddziaływanie barwnika Tioflawiny T z różnymi konformacjami DNA i efekt wzmocnienia światła w wyniku tych oddzia.*

### Literatura:

- [1] L. Olejko, A. Dutta, K. Shahsavar, I. Bald. *Int. J. Mol. Sci.* 2022, 23(20), 12206.
- [2] L-M. Nedhaam, K. Rusakov, S. Demianiuk, E. Jalonicka, S. Lee, P. Hanczyc manuscript 2023.
- [3] P. Hanczyc, P. Rajchel-Mieldzioc, B. Feng, P. Fita, *J. Phys. Chem. Lett.* 2021, 12, 22, 5436–5442.

## Możliwości zastosowania nanocząstek opłaszczanych chloramfenikolem w terapii dermatologicznej

Radosław Balwierz<sup>a</sup>, Dawid Bursy<sup>b</sup>, Paweł Biernat<sup>b</sup>, Katarzyna Kasperkiewicz<sup>c</sup>.

<sup>a</sup> *Instytut Chemii, Uniwersytet Opolski, ul. Oleska 48, 45-052 Opole;*

<sup>b</sup> *Katedra i Zakład Technologii Postaci Leku, Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich, ul. Borowska 211A, 50-556 Wrocław;*

<sup>c</sup> *Instytut Biologii, Biotechnologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Śląski, ul. Jagiellońska 28, 40-032 Katowice*

Nanocząstki ze względu na swoje rozmiary są obiecującym nośnikiem leków przeciwbakteryjnych oraz obiecującym narzędziem wobec narastającej oporności bakterii na antybiotyki. Uważa się, że nanocząstki pokryte antybiotykiem mogą łatwiej penetrować przez błonę komórek bakteryjnych, a zarazem wykazywać działanie ochronne wobec cząsteczki antybiotyku. Korzystny wpływ nanocząstek wykazano w podaniu leków miejscowo na skórę uzyskując m.in. poprawę aktywności przeciwdrobnoustrojowej [1].

Również lipofilowe postaci leków stosowane miejscowo na skórę, takie jak hydrożele są obiecującą postacią leków, która może przynieść liczne korzyści terapeutyczne w tym zapewnić kontrolowane uwalnianie substancji czynnej, a także stanowić ochronę dla niestabilnych (wrażliwych na warunki otoczenia) leków takich jak antybiotyki [2].

Chloramfenikol (ClPh) jest antybiotykiem o szerokim zakresie działania bakteriostatycznego, wobec którego współczesne badania koncertują się jedynie na uzyskaniu postaci do stosowania na gałkę oczną. Jednocześnie cechuje się dość licznymi działaniami niepożądanymi. Wobec powyższego istnieje potrzeba poprawy profilu bezpieczeństwa [3, 4].

Celem pracy były badania oceny przydatności aplikacyjnej i terapeutycznej dermalnej postaci hydrożeli na bazie Carbopolu zawierających chloramphenicol naniesiony na nanocząstki złota (AuNPs) i nanocząstki krzemu (SiNPs), ocena ich profilu uwalniania i aktywności bakteriostatycznej. Dodatkowo otrzymane hydrożele porównywano do handlowego preparatu, uzyskując ostatecznie taką formułę, która pozwoliła na poprawę aktywności przeciwdrobnoustrojowej względem komercyjnie dostępnego preparatu detreomycyny przy jednoczesnym zmniejszeniu stężenia antybiotyku.

Modyfikacja technologiczna polegająca na naniesieniu chloramfenikolu na nośniki (SiNPs oraz AuNPs) okazała się celowa i zasadna. Dodatek nanozłota jak również i nanokrzemu pozwolił na zwiększenie aktywności bakteriostatycznej testowanego antybiotyku, jak również w niektórych przypadkach na zmniejszenie stężenia chloramfenikolu koniecznego do uzyskania efektu bakteriostatycznego. Zaprezentowane dane mogą przyczynić się do rozszerzenia wskazań w zakresie aktywności bakteriostatycznej chloramfenikolu opłaszczanego na nanocząstkach złota.

### Literatura:

[1] F. Alanazi, A. Radwan, I. Alsarra. *Saudi Pharm J.* 2010, 18: 179–93.

[2] W. Xu, S. Dong, Y. Han, S. Li, Y. Liu. *Curr Pharm Des.* 2018, 24: 843–54.

[3] R. Balwierz, D. Bursy, P. Biernat, N. Hudz, M. Shanaida, Ł. Krzemiński, P. Skóra, M. Biernat, W. Ochędzan-Siodak. *Pharmaceuticals.* 2022, 15: 703.

[4] D. Bursy, R. Balwierz, P. Groch, P. A. Byrski, K. Kasperkiewicz, W. Ochędzan-Siodak. *Pharmacol. Rep.* 2023.

## **Modyfikowane nanocząstki jako nowe substancje lecznicze w zakażeniach wirusowych – problemy i korzyści**

Małgorzata Krzyżowska

*Wojskowy Instytut Higieny i Epidemiologii, ul. Kozielska 4, 01-163 Warszawa*

Mając na względzie ponad pięć milionów zgonów na całym świecie wywołanych pandemią wirusa ciężkiego ostrego zespołu oddechowego-2 (SARS-CoV-2), opracowanie nowych substancji przeciwwirusowych stanowi obecnie poważne wyzwanie medyczne.

Jedną z możliwości terapeutycznych jest wykorzystanie nanotechnologii do produkcji nowych środków przeciwwirusowych. Na szczególne zainteresowanie zasługują nanocząstki, ze względu na możliwość ich internalizacji przez zakażone komórki oraz oddziaływanie z receptorami układu odpornościowego, co potencjalnie umożliwi sterowanie lokalną odpowiedzią immunologiczną, przy jednoczesnym podaniu leku bezpośrednio do wnętrza zakażonej komórki. Nanocząstki mogą być konstruowane z różnych materiałów organicznych bądź nieorganicznych, z założeniem ulegania biodegradacji oraz posiadania niskiej toksyczności, zarówno lokalnej, jak i odległej (odkładanie się w organizmie). Przykładem takich nanocząstek są nanocząstki metali szlachetnych modyfikowane naturalnymi substancjami o charakterze przeciwwirusowym, takimi jak polifenole roślinne czy peptydy o aktywności przeciwwirusowej.

Stworzenie nanocząstek o charakterze przeciwwirusowym ma jednak swoje ograniczenia, wynikające często bezpośrednio z charakteru zastosowanych substancji czy specyfiki miejsca zakażenia. Dodatkowym istotnym czynnikiem jest możliwość czy sposób przygotowania modyfikowanych nanocząstek jako substancji leczniczej, a zatem jej formuła oraz sposób podawania. Wielkość i charakter chemiczny nanocząstek jako nośników leków będzie ponadto wpływał na ich zdolność do wzbudzania bądź wygaszania lokalnej odpowiedzi immunologicznej. Te i inne aspekty stanowią przedmiot prowadzonych obecnie badań w wielu laboratoriach.

*Praca sfinansowana z grantu OPUS 2018/31/B/NZ6/02606.*

## Biopolimer z biologicznych odpadów rybnych do zastosowań fonicznych

A.Spadło<sup>a</sup>, R. Węglowski<sup>a</sup>, D. Węglowska<sup>a</sup>, B. Bartosiewicz<sup>a</sup>,  
M. Liszewska<sup>a</sup>, A. Chlanda<sup>b</sup>, N. Bennis<sup>a</sup>

<sup>a</sup> *Wojskowa Akademia Techniczna, gen. S. Kaliskiego, Warszawa, Polska;*

<sup>b</sup> *Sieć Łukasiewicz – Instytut Mikroelektroniki i Fotoniki, Warszawa, Polska*

Proponujemy proste i skuteczne rozwiązanie do pionowego uporządkowania molekuł samoorganizujących się materiałów organicznych, wykorzystując jako warstwę porządkującą biopolimer pozyskany z biologicznych odpadów rybnych. Warstwę biopolimerową jako pochodną kwasu dezoksyrybonukleinowego (DNA) otrzymujemy poprzez reakcję z różnymi środkami powierzchniowo czynnymi. Samoorganizujący się materiał organiczny oddziałuje z powierzchnią biopolimeru, a cząsteczki ustawiają się równolegle do hydrofobowych ogonów środka powierzchniowo czynnego otaczającego DNA, dopasowując się w ten sposób homeotropowo do powierzchni. Długie łańcuchy alkilowe cząsteczek kationowego środka powierzchniowo czynnego są zorientowane prostopadle do płaszczyzny powierzchni komórki (prostopadle do długiego łańcucha alkilowego) z powodu przyciągania elektrostatycznego. Dodatkowo proponowana powierzchnia na bazie biopolimeru wydaje się być stabilna w wysokich temperaturach obróbki bez widocznej degradacji warstwy orientującej.

Unikalne właściwości materiałów DNA, wywodzących się ze struktury podwójnej helisy, są bardzo obiecujące do zastosowań w fotonice i elektronice molekularnej, ze względu na ich właściwości optyczne i fizyczne. Pochodne DNA są również atrakcyjnymi materiałami ze względu na biodegradowalność i niski koszt produkcji.

Biopolimery jako niekonwencjonalna warstwa porządkująca samoorganizujące się związki organiczne, mogą być alternatywą dla biosensorów wykrywania komórek biologicznych lub w rozwoju urządzeń fonicznych.

Nowością badań jest sprawdzenie możliwości wykorzystania tych materiałów jako biodegradowalnych biopolimerów do ułożenia urządzeń optycznych zamiast konwencjonalnych polimerów, zwykle uciążliwych dla środowiska.

*Badania finansowane przez Wojskową Akademię Techniczną w ramach projektu nr UGB 22-801.*

### Literatura:

- [1] R.J. Carlton, J.T. Hunter, D.S. Miller, R. Abbasi, P.C. Mushenheim, L.N. Tan, N.L. Abbott, *Liq. Cryst. Rev.*, 2013, 1, 29.
- [2] A. Spadło, N. Bennis, R. Węglowski, D. Węglowska, K. Czupryński, J. M. Otón, *Mol. Cryst. and Liq. Cryst.*, 2017, 657, 56-65.
- [3] P. Marć, N. Bennis, A. Spadło, A. Kalbarczyk, R. Węglowski, K. Garbat, L. R. Jaroszewicz, *Crystals*, 2019, 9(8), 387.

## Biokompozytowy cement kostny o właściwościach pseudoplastycznych na bazie fosforanu magnezu wraz z dodatkiem hydrożelu HEMA

Marcin Wekwejt<sup>a</sup>, Marysia Khamenka<sup>b</sup>, Anna Ronowska<sup>c</sup>, Uwe Gbureck<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Zakład Technologii Biomateriałów, Instytut Technologii Maszyn i Materiałów, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Okrętownictwa, Politechnika Gdańska, Gdańsk, Polska;

<sup>b</sup> Koło Naukowe 'Materiały w Medycynie', Politechnika Gdańska, Gdańsk, Polska;

<sup>c</sup> Zakład Medycyny Laboratoryjnej, Katedra Biochemii Klinicznej, Gdański Uniwersytet Medyczny, Gdańsk, Polska;

<sup>d</sup> Department for Functional Materials in Medicine and Dentistry, University of Würzburg, Würzburg, Niemcy

Cementy kostne stanowią niezwykle interesującą grupę funkcjonalnych biomateriałów, które za sprawą samoutwardzania mogą być aplikowane, w minimalnie inwazyjnych zabiegach, w miejsce defektów poprzez wstrzykiwanie ich w formie pasty. Obecnie, dwie podstawowe grupy cementów są wykorzystywane w medycynie: ceramiczne (na bazie fosforanów wapnia) oraz polimerowe (na bazie poli(metakrylanu metylu)) [1]. Ze względu na niewystarczające właściwości mechaniczne, nieodpowiedni czas bioresorpcji oraz długi czas wiązania cementów fosforanowo-wapniowych, w ostatnich latach nastąpiło zainteresowanie fosforanem magnezu (MPC) jako korzystniejszym przedstawicielem cementów ceramicznych [2]. Natomiast ze względu na jego znaczącą kruchość, podatność pasty na wymywanie oraz wysoką temperaturę wiązania trwają prace badawcze nad opracowaniem odpowiedniej jego modyfikacji. W niniejszej pracy, w celu opracowania cementu o właściwościach pseudoplastycznych zastosowano dodatek hydrożelu HEMA do cementu MPC. W badaniach wykorzystano, jako proszek cementu - fosforan trójmagnezowy (TMP) i wodorofosforan dwuamonowy (DAHP) w stosunku masowym 4:1, natomiast jako płyn cementu - wodne roztwory HEMA (15-25%) zawierające tetrametyloetylenodiaminę (TEMED; 2,5 µL/mL) i osobno dodawany nadsiarcan amonu (APS; 2,5 µg/mL), służące jako środki reakcji polimeryzacji materiału hydrożelowego. Przeprowadzono następujące badania właściwości opracowywanych cementów kompozytowych: czas utwardzania, analizę mikrostruktury (SEM), skład fazowy i chemiczny (XRD i FTIR), porowatość, właściwości mechaniczne (wytrzymałość na ściskanie i zginanie, moduł Younga) oraz ocenę cytozgodności względem ludzkich osteoblastów (test MTT). W początkowym etapie, ze względu na problem rozwarstwiania się faz, zdecydowano zastosować dodatkowy czas rozpoczęcia reakcji polimeryzacji roztworów HEMA (tj. premiks - 2:00 lub 4:00 min) przed wymieszaniem z proszkiem cementu. W wyniku przeprowadzonych badań opracowano nowy biokompozytowy cement kostny o poprawionych właściwościach mechanicznych, który zalicza się do grupy podwójnie wiążących cementów. Dodatek składnika hydrożelowego nie zaburzał reakcji utwardzania cementu MPC, a jednocześnie pozytywnie wpływał na jego główne właściwości pozwalając na skrócenie czasu wiązania oraz zmniejszenie kruchości materiału. Na podstawie uzyskanych wyników badań stwierdzono, że optymalna modyfikacja cementu to zastosowanie 20% roztworu HEMA oraz 4 minut premiksu, która pozwala na uzyskanie najkorzystniejszych właściwości cementu. Dalsze badania dotyczyć będą optymalizacji reakcji polimeryzacji HEMA w celu poprawy odpowiedzi komórkowej.

*Badania zostały częściowo sfinansowane w ramach programu PLUTONIUM nr DEC-3/2022/IDUB/III.4.3/Pu 'Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia Badawcza', Politechnika Gdańska.*

### Literatura:

- [1] G. Fernandez de Grado, L. Keller, Y. Idoux-Gillet, Q. Wagner, A. Musset, N. Benkirane-Jessel, F. Bornert, D. Offner, J. Tissue Eng. 2018, 9.
- [2] T. Brückner, M. Meininger, J. Groll, A. C. Kübler, U. Gbureck, Materials, 2019, 12 12.

## **Foto-superkondensatory jako nowa perspektywa w magazynowaniu energii**

M. Szkoda, Z. Zarach, D. Roda, K. Trzeciński

*Wydział Chemiczny, Politechnika Gdańska, Narutowicza 11/12 80-233 Gdańsk*

W ostatnim czasie zainteresowanie fotosuperkondensatorami jako alternatywnym źródłem magazynowania energii wzrosło ze względu na ich potencjalne zastosowania w wielu dziedzinach, takich jak motoryzacja, energetyka odnawialna i elektronika. W przeciwieństwie do tradycyjnych superkondensatorów, które wykorzystują elektrochemiczną energię w procesie magazynowania, fotosuperkondensatory wykorzystują energię świetlną do magazynowania energii elektrycznej, co sprawia, że są bardziej efektywne i bardziej ekologiczne.

W prezentacji zostaną omówione najnowsze wyniki badań nad fotosuperkondensatorami, w tym ich właściwości elektryczne i fotowoltaiczne, procesy ładowania i rozładowania oraz ich zastosowanie w praktyce. Omówione zostaną perspektywy rozwoju tej technologii i jej potencjalne zastosowania w przemyśle motoryzacyjnym, energetyce odnawialnej oraz w elektronice. Fotosuperkondensatory stanowią interesującą alternatywę dla tradycyjnych źródeł energii i mają potencjał, aby zrewolucjonizować sposób, w jaki magazynujemy energię elektryczną.

*Podziękowania za finansowanie dla Narodowego Centrum Badań i Rozwoju (projekt LIDER X nr LIDER/15/0088/L-10/18/NCBR/2019).*

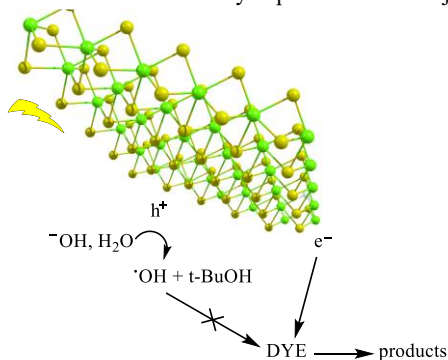


## Warstwowy MoS<sub>2</sub> jako wydajny fotokatalizator zaawansowanych procesów redukcji

Joanna Kisała

*Instytut Biologii, Kolegium Nauk Przyrodniczych, Uniwersytet Rzeszowski, ul Pigonia 1, 35-310 Rzeszów*

Do środowiska trafia wiele związków chemicznych, które mogą być biologicznie aktywne lub odporne na degradację (określane jako trwałe zanieczyszczenia organiczne, TZO; ang. *Persistent Organic Pollutants, POP's*). Zanieczyszczenie wód powierzchniowych TZO może powodować ich wędrowkę w środowisku i bioakumulację w organizmach wodnych. Stąd jednym z głównych celów badań środowiskowych jest degradacja tych substancji do możliwie nieszkodliwych i/lub łatwych do usunięcia związków. Chociaż zaawansowane procesy utleniania (ZPU; ang. *Advanced Oxidation Processes, AOPs*) są jedną z szeroko stosowanych technik usuwania zanieczyszczeń organicznych [1], nie są one efektywne dla wszystkich zanieczyszczeń organicznych (np. oksydacyjna degradacja związków polihalogenowanych jest kinetycznie niekorzystna [2]). Stąd metody redukcyjne, tzw. zaawansowane procesy redukcyjne (ZPR, ang. *Advanced Reduction Processes, APRs*) mogą stanowić alternatywną metodę degradacji [3]. W swoich pracach badałam fotokatalityczne właściwości MoS<sub>2</sub> w reakcji degradacji dwóch barwników: błękitu metylenowego (MB) i błękitu bromofenolowego (BPB). Procesy degradacji prowadzono w warunkach redukujących. Zaobserwowana debrominacja BPB wskazuje na redukcyjną ścieżkę degradacji BPB. Natomiast porównanie wydajności degradacji MB w procesach redukcyjnym i oksydacyjnym wykazała ważną rolę reakcji z elektronem na powierzchni katalizatora. W procesie utleniania tlen reaguje z elektronem tworząc anionorodnik ponadtlenkowy biorący udział w dalszych przemianach barwnika, podczas gdy w procesie redukcji dodanie elektronu do cząsteczki barwnika destabilizuje pierścień chromoforowy i prowadzi do jego rozerwania. Ze względu na swoje specyficzne właściwości, MoS<sub>2</sub> wykazuje ogromny potencjał zastosowania w zaawansowanych procesach redukcji (*ARPs*).



Rys. 1. Schemat degradacji barwnika fotokatalizowanej przez MoS<sub>2</sub>.

### Literatura:

- [1] Andreozzi R., Caprio V., Incola A., Marotta R., *Catal. Today*, 1999, 53, 51-59.
- [2] Vogel T.M., Criddle C.S., McCarty P.L., *Environ. Sci. Technol.*, 1987, 21, 722-736.
- [3] Xiao Q., S.Yu, Li L., Wang T., Liao X., Ye Y., *J. Hazard. Mater.*, 2017, 324, 230-240.

## Wykorzystanie nanocząstek magnetycznych w terapii fototermicznej

Ilona Grabowska-Jadach<sup>a</sup>, Aleksandra Wolińska<sup>a</sup>, Marcin Drozd<sup>b</sup>, Artur Dybko<sup>a</sup>  
<sup>a</sup> Wydział Chemiczny, Politechnika Warszawska, Noakowskiego 3, 00-664 Warszawa;  
<sup>b</sup> Cezamat, ul. Poleczki 19, 02-822 Warszawa

Nanocząstki znajdują coraz więcej zastosowań w wielu obszarach naszego życia. Ze względu na fakt, że część z nich jest nietoksyczna, to mają one ogromny potencjał by były stosowane w diagnostyce medycznej oraz procedurach terapeutycznych. Szczególnie korzystna może być ich aplikacja w terapiach przeciwnowotworowych. Jednym z takich przykładów jest wykorzystanie nanocząstek jako czynników fotoaktywnych w terapii fototermicznej (ang. *photothermal therapy*, PTT). W terapii tej wykorzystywana jest zdolność nanocząstek do konwersji energii promieniowania elektromagnetycznego w ciepło [1, 2]. W ten sposób po naświetleniu obszaru, gdzie nastąpiła akumulacja nanomateriału, dochodzi do podwyższenia temperatury, co prowadzi do śmierci komórek.

Celem przeprowadzonych badań była synteza, modyfikacja powierzchni i zbadanie aktywności biologicznej nanocząstek posiadających właściwości magnetyczne. W tym celu otrzymano nanocząstki Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, których powierzchnia pokryta została nanocząstkami złota a następnie zmodyfikowana dwoma rodzajami PEG (Au@Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-PEG-OH i Au@Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-PEG-NH<sub>2</sub>). Po uzyskaniu nanocząstek zostały scharakteryzowane ich parametry fizykochemiczne. Aby nanocząstki absorbowały określone promieniowanie (stosowane w terapii fototermicznej) musiały mieć nie tylko odpowiedni skład chemiczny, ale również należało uwzględnić takie parametry jak: kształt i rozmiar. Dla otrzymanych nanocząstek tlenku żelaza ze złotą powłoką potwierdzono, że największa absorpcja promieniowania mieści się w zakresie tzw. okna biologicznego (750-1100 nm), w którym promieniowanie ma możliwość wniknięcia do głębiej położonych tkanek (uzyskiwane są wówczas maksymalne głębokości wnikania promieniowania). Po określeniu wielkości i kształtu nanocząstek, ich potencjału zeta oraz zarejestrowaniu widm absorpcji, przeprowadzono testy konwersji energii. Dla obu typów nanocząstek potwierdzono zdolność konwersji energii, po 2 minutach naświetlania (2W) nanocząstek Au@Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-PEG-OH i Au@Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-PEG-NH<sub>2</sub> temperatury roztworów wynosiły odpowiednio: 76,3°C i 78,5°C. W kolejnym etapie prowadzonych prac zbadano cytotoksyczność nanocząstek. Badania przeprowadzono na 4 ludzkich liniach komórkowych (nowotworowych i prawidłowych). Dla nietoksycznych stężeń roztworów nanocząstek przeprowadzono procedurę PTT.

### Literatura:

- [1] H. Kim, J.U. Lee, S. Kim, S. Song, S.J. Sim, ACS Sensors, 2019, 4, 595–602.
- [2] F. Della Pelle, A. Scroccarello, S. Scarano, D. Compagnone, Anal. Chim. Acta, 2019, 1051, 129–137.

## Wpływ nanometrycznej warstwy żelaza na podłożach włóknistych na aktywność komórkową i możliwość obrazowania podłoża technika MRI

E. Stodolak-Zych<sup>a</sup>, A. Lechowska-Liszka<sup>b</sup>, A. Krzyżak<sup>c</sup>, A. Ścisłowska-Czarnecka<sup>b</sup>, M. Boguń<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Katedra Biomateriałów i Kompozytów, Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki, Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków, Polska;

<sup>b</sup> Zakład Kosmetologii Stosowanej, Instytut Nauk Stosowanych., Akademia Wychowania Fizycznego, Kraków, Polska;

<sup>c</sup> Katedra Surowców Energetycznych, Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków, Polska;

<sup>d</sup> Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Włókiennictwa, Łódź, Polska

Włókna węglowe o aktywnej powierzchni (ACF) są materiałami stosowanymi zarówno w ochronie środowiska (absorbenty zanieczyszczeń), jak i w medycynie [1]. Dzięki specyficznej powierzchni umożliwiającej selektywne oddziaływanie z cząsteczkami biologicznymi i komórkami, włókniny mogą być stosowane jako membrany lub rusztowania do regeneracji tkanek [2]. Wielofunkcyjność takich rusztowań może być dodatkowo zwiększona poprzez modyfikację objętości lub powierzchni włókien.

W naszych badaniach proponujemy wykorzystanie klasycznych niskomodulowych włókien węglowych przeznaczonych do zastosowań biomedycznych, poddanych odpowiedniej obróbce fizykochemicznej tj. napyłaniu magnetronowemu i wzbogaconych w nanometryczną warstwę Fe. Obecność nanometrycznej warstwy żelaza może być wykorzystana do monitorowania regeneracji tkanek za pomocą rezonansu magnetycznego.

Zrealizowanie tego projektu wymagało przeprowadzenia kontrolowanej konwersji termicznej włókniny polimerowej otrzymanej z poliakrylonitrylu do włókien węglowych w procesie: utleniania i niskotemperaturowej karbonizacji. Włókniny modyfikowano magnetronowo warstwą żelaza osadzanego w różnym czasie (od 1 do 10 min). Obecność warstwy i jej równomierne rozmieszczenie na powierzchni włókien weryfikowano za pomocą SEM/EDS, XPS i MRI. Oceniono wpływ warstwy na właściwości fizykochemiczne; powierzchnię właściwą, kąat zwilżania oraz swobodną energię powierzchniową i porowatość. Wpływ warstwy żelaza oceniono przez pryzmat odpowiedzi komórkowej; kontaktując podłoże z liniami fibroblastów, makrofagów i chondrocytów.

Uzyskane wyniki wskazują, że napyłanie magnetronowe prowadzi do powstania metalicznej warstwy na stronie włókniny wystawionej na działanie źródła, która ma charakter heterogeniczny: na powierzchni obecne są mezopory. Ich obecność wpływa pozytywnie na żywotność i proliferację komórek. Wraz z czasem odparowania następuje wygładzenie powierzchni włókien ciągłą warstwą. Im dłuższy czas osadzania, tym lepsza morfologia komórek, które przylegają do powierzchni włókien i rozprzestrzeniają się między nimi. Warstwa ma pozytywny wpływ na teksturę materiału i właściwości fizykochemiczne poprawiające odpowiedź komórkową a dodatkowo pozwala na wizualizację podłoża metodą MRI. Daje to szanse na monitorowanie procesu regeneracji tkanki chrzęstnej w warunkach in vivo.

Praca finansowana przez Narodowe Centrum Nauki w ramach projektu OPUS 16 UMO 018/31/B/ST8/02418.

### Literatura:

- [1] Y. Liu, Q. Li, H. Zhang, S. Yu, L. Zhang, Y. Yang, *New Carbon Materials*, 2020, 35, 323-335.
- [2] T. Weigel T, J. Brennecke, J. Hansmann, *Materials*, 2021, 14, 1378.

## Projektowanie nowych materiałów funkcjonalnych typu MOF@biomateriał

Marzena Fandzloch

*Instytut Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych im. Włodzimierza Trzebiatowskiego  
Polskiej Akademii Nauk, ul. Okólna 2, 50-422 Wrocław*

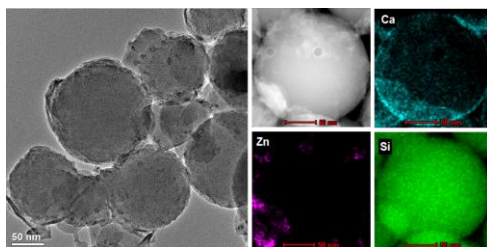
Współczesna nauka o biomateriałach dedykowanych do zastosowania w implantologii i inżynierii tkankowej koncentruje się na rozwoju materiałów opartych o bioaktywną ceramikę, której przykładem jest hydroksyapatyt (HA) i bioaktywne szkło (BG) [1][2]. Ich unikatowe właściwości, takie jak bardzo dobra biozgodność, bioaktywność czy osteokonduktywność umożliwiły ich wykorzystanie w medycynie implantacyjnej w substytucji kości.

W celu zwiększenia charakteru aplikacyjnego oraz niwelowania ograniczenia biomateriałów, np. niewystarczające właściwości mechaniczne, rozwój chemii materiałowej zmierza w kierunku rozwiązań synergicznych, co pozwala na rekompensacje wad pojedynczych składników.

Podążając za tym kierunkiem badań, nowatorskie możliwości aplikacyjne, a także większą funkcjonalność materiałów bioaktywnych zaprojektowano poprzez syntezę nanokompozytów typu: MOF@HA i MOF@BG, gdzie MOF to sieci metaliczno-organiczne (ang. *Metal-Organic Frameworks*). Wybrano tę grupę materiałów ze względu na ich korzystne właściwości, takie jak duża powierzchnia właściwa, łatwość w modyfikacji struktur i wysoka porowatość [3].

Odpowiedni wybór kationów metali w węzłach sieci MOF ( $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ) zapewnił nowym kompozytom typu MOF@biomateriał właściwości antybakteryjne, co jest istotne z punktu widzenia aplikacyjnego. Biorąc pod uwagę fakt, iż jedną z częstych przyczyn niepowodzeń w leczeniu implantologicznym są infekcje bakteryjne to zastosowanie tych materiałów może rozwiązać ten problem. Dodatkowo enkapsulacja substancji leczniczych (np. doksorubicyny) rozszerzyła funkcjonalność kompozytu o właściwości antynowotworowe.

Przykłady nowych materiałów kompozytowych typu MOF@biomateriał (Rys. 1) zostaną omówione z uwzględnieniem ich syntezy, charakterystyki strukturalnej i spektroskopowej oraz możliwości bioaplikacji.



Rys. 1. Obraz TEM oraz STEM-EDS dla kompozytu Zn-MOF@BG.

*Badania zostały zrealizowane dzięki wsparciu finansowemu Narodowego Centrum Nauki (NCN) w ramach grantu SONATA nr 2019/35/D/ST5/02243.*

### Literatura:

- [1] M. Fandzloch, W. Bodylska, K. Roszek, K. Halubek-Gluchowska, A. Jaromin, Y. Gerasymchuk, A. Lukowiak, *Nanoscale*, 2022, 14, 5514-5528.
- [2] M. Fandzloch, W. Bodylska, K. Roszek, D. Szymański, A. Jaromin, A. Lukowiak, *Particle & Particle Systems Characterization*, 2023, 2200184.
- [3] J. Yang, Y.-W. Yang, *Small*, 2020, 16, 1906846.

## Od sieci metaliczno–organicznych typu MOF ku materiałom węglowym. Katalizatory reakcji uwodornienia

Adam W. Augustyniak

Wydział Chemii Uniwersytet Wrocławski, ul. F. Joliot-Curie 14, 50-383 Wrocław

W XXI w. istnieje duże zapotrzebowanie na aktywne i selektywne katalizatory dla procesów przemysłowych i laboratoryjnych. Mają one ogromne znaczenie z punktu widzenia przemysłu chemicznego, a zwłaszcza farmaceutycznego. W konsekwencji poszukiwanie wyrafinowanych materiałów, o specyficznych właściwościach fizycznych i chemicznych jest wciąż aktualnym problemem badawczym.

Od ponad 20 lat intensywnie eksplorowana w dziedzinie katalizy jest nowa klasa związków tzw. sieci metaliczno–organiczne typu MOF (akronim angielskiej nazwy *Metal–Organic Frameworks*). Struktury MOF to trójwymiarowe sieci zawierające węzły złożone z podjednostki nieorganicznej, jaką jest kation metalu lub wielopierścieniowy klaster złożony z kationu metalu zwanego SBU (*secondary built unit*), połączone za pomocą ligandów organicznych. Materiały te cechują się dużą powierzchnią właściwą, wysoce uporządkowaną strukturą, równomiernie rozmieszczonymi węzłami metalowymi oraz regulowanym rozmiarem porów.

Właściwości tych związków przewyższają wartości osiągnęte przez znane klasyczne materiały porowate, takie jak tlenki metali, zeolity i materiały węglowe. Jednak praktyczne zastosowanie związków MOF w katalizie jest czasami ograniczone. Mogą być bowiem wrażliwe na warunki reakcji katalitycznej, przez co ich unikalna struktura ulega zniszczeniu i nie spełnia dalej swojej funkcji. Jednak taką niestabilność można wykorzystać do użycia związków MOF jako swoistych matryc, które posłużą do otrzymania np. materiałów węglowych (Rys.1).



Rys. 1. Schemat otrzymania katalizatorów typu metal/C.

Przedstawione zostaną materiały węglowe zawierające nanocząstki palladu pochodzące z termicznej transformacji różnych materiałów MOF. Budowę, skład, oraz morfologię otrzymanych materiałów potwierdzono różnymi metodami badawczymi, m.in. XRD, TEM, SEM, spektroskopią XPS oraz Ramana. W celu charakterystyki teksturalnej katalizatorów zmierzono także izotermi niskotemperaturowej sorpcji  $N_2$  [1-2].

### Literatura:

- [1] W. Alsalahi, A. W. Augustyniak, W. Tylus, A.M. Trzeciak, *Chemistry-A European Journal*, 2022,28,1-8.
- [2] A. W. Augustyniak, A.M. Trzeciak, *ChemCatChem*, 2021, 13, 2145–2151.

## Opracowanie metod wzrostu warstw krystalicznych z kontrolowanym ułożeniem krystalitów

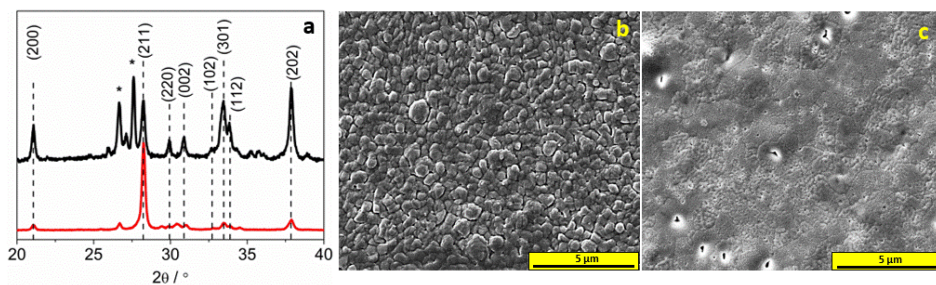
Konrad Trzciniński<sup>a</sup>, Zuzanna Zarach<sup>a</sup>, Mariusz Szkoda<sup>a</sup>, Mirosław Sawczak<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Politechnika Gdańska, Wydział Chemiczny, ul. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk;

<sup>b</sup> Instytut Maszyn Przepływowych im Roberta Szwalskiego Polskiej Akademii Nauk, ul. Fiszerowa 14, 80-231 Gdańsk

Konwencjonalne metody otrzymywania warstw materiałów krystalicznych prowadzą do uzyskania pokryć z ziaren ułożonych losowo względem podłoża. Z racji, że wiele takich materiałów wykazuje właściwości anizotropowe, korzystne powinno być opracowanie metod otrzymywania warstw (np. elektrodowych), w których będzie można kontrolować ułożenie krystalitów i to, która płaszczyzna będzie wyeksponowana.

W ramach badań opracowano procedury pozwalające na wpływanie na orientacje krystalitów w warstwach elektrodowych kilku materiałów:  $\text{Bi}_4\text{V}_2\text{O}_{11}$  (oraz innych materiałów z grupy BIMEVOX),  $\text{BiVO}_4$ ,  $\text{Bi}_2\text{CuO}_4$ , oraz  $\text{MoO}_3$ . Warstwy były osadzone z wykorzystaniem pulsacyjnej ablacji laserowej (ang. *pulsed laser deposition*). Przykładowy rezultat osadzania materiału ( $\text{Bi}_2\text{CuO}_4$ ) w różnych warunkach przedstawiono na Rys.1. W przypadku napyłania materiału w temperaturze pokojowej, a następnie krystalizacji, większość krystalitów ułożona jest w ten sposób, że wyeksponowana jest płaszczyzna (211), co jest widoczne na załączonym dyfraktogramie (Rys.1 a). Gdy materiał osadzany jest w temperaturze krystalizacji, uzyskuje się losowe ułożenie krystalitów. Kierunek wzrostu krystalitów ma również wpływ na morfologię uzyskanych warstw. W zależności od parametrów osadzania uzyskuje się ciągły film (Rys. 1b) lub wyraźnie oddzielne kryształy (Rys. 1c).



Rys. 1. a) Porównanie dyfraktogramów warstw  $\text{Bi}_2\text{CuO}_4$  (\* - sygnał od podłoża). Obrazy SEM b) warstwy napyłanej w temperaturze krystalizacji i c) warstwy napyłanej w temperaturze pokojowej (skryształizowanej w następnym etapie).

Podziękowania za finansowanie dla Narodowego Centrum Badań i Rozwoju (projekt LIDER X nr LIDER/15/0088/L-10/18/NCBR/2019).

## Charakterystyka luminescencyjna amorficzno-nanokrystalicznych materiałów zol-żelowych domieszkowanych jonami $Gd^{3+}/RE^{3+}$ (RE = Tb, Eu)

Natalia Pawlik<sup>a</sup>, Joanna Śmiarowska<sup>a</sup>, Tomasz Goryczka<sup>b</sup>, Wojciech Pisarski<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Uniwersytet Śląski, Instytut Chemii, ul. Szkolna 9, 40-007 Katowice;

<sup>b</sup> Uniwersytet Śląski, Instytut Inżynierii Materiałowej, ul. 75. Pułku Piechoty 1A, 41-500 Chorzów

Współczesne rozwiązania technologiczne w zakresie optyki generują duże zapotrzebowanie na materiały charakteryzujące się wydajną luminescencją w szerokim spektrum fal elektromagnetycznych od ultrafioletu do podczerwieni. Kryteria te spełniają jony z grupy ziem rzadkich, czyniąc je kluczowymi w rozwoju optoelektroniki, a ich unikalne właściwości luminescencyjne są szeroko wykorzystywane m.in. w wyświetlaczach czy wzmacniaczach optycznych [1][2]. Kolejnym aspektem istotnym z punktu widzenia wydajności luminescencji jonów ziem rzadkich jest wybór odpowiedniej matrycy optycznej. W tym zakresie szczególną rolę przypisuje się dwufazowym materiałom amorficzno-krystalicznym, które stanowią klasę materiałów inżynierskich zawierającą jedną lub kilka faz krystalicznych rozproszonych w matrycy amorficznej, łącząc korzystne cechy tych dwóch ośrodków [3].

W toku niniejszych badań otrzymano współdomieszkowane optycznie aktywnymi jonami  $Gd^{3+}/RE^{3+}$  (RE = Tb, Eu) materiały amorficzno-krystaliczne zawierające nanokrystały fluorkowe  $LaF_3$ . Krystalizacja fazy fluorkowej została potwierdzona w oparciu o badania metodą rentgenowskiej analizy fazowej XRD. Charakterystyka luminescencyjna otrzymanych układów amorficzno-nanokrystalicznych została przeprowadzona na podstawie zarejestrowanych widm wzbudzenia, emisji oraz krzywych zaniku luminescencji z poziomu wzbudzonego  ${}^6P_{7/2}$  jonów  $Gd^{3+}$ . Stwierdzono, że otrzymane materiały wykazują luminescencję w zakresie światła widzialnego po wzbudzeniu promieniowaniem z zakresu pośredniego ultrafioletu, wskutek transferów energii  $Gd^{3+} \rightarrow RE^{3+}$  (RE = Tb, Eu). Oszacowane wydajności zachodzących transferów są obiecujące i wskazują na możliwość potencjalnego zastosowania otrzymanych materiałów amorficzno-nanokrystalicznych w optoelektronice.

### Literatura:

- [1] Y. Jia, J. Wu, X. Sun, X. Yan, R. Xie, L. Wang, Y. Chen, F. Chen, *Laser & Photonics Review*, 2022, 16, 2200059.
- [2] I. Gupta, S. Singh, S. Bhagwan, D. Singh, *Ceramics International*, 2021, 47, 19282–19303.
- [3] A. de Pablos-Martín, D. Ristic, S. Bhattacharyya, T. Höche, G.C. Mather, M.O. Ramírez, S. Soria, M. Ferrari, G.C. Righini, L.E. Bausá, A. Durán, M.J. Pascual, *J. Am. Ceram. Soc.*, 2013, 96, 447–457.

## Modyfikacja pokrytego nanorurkami ditlenku tytanu stopu Ti6Al4V przy użyciu kompleksów platyny(II)

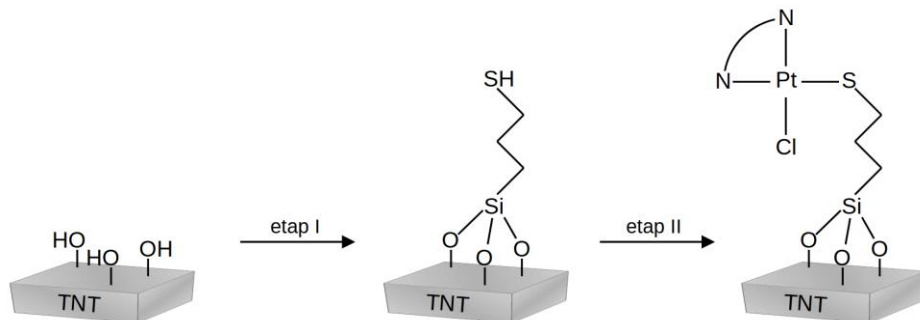
Adrian Topolski

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

Szerokie zastosowanie współczesnych nanomateriałów zależy od posiadanych przez nie właściwości. Doskonałym sposobem ich rozszerzenia jest modyfikacja badanych układów, zarówno na etapie ich wytwarzania (domieszkowanie), jak i późniejsza modyfikacja powierzchniowa [1]. Modyfikacja powierzchni może mieć charakter fizyczny lub chemiczny, stosowane metody mogą być stosunkowo proste (krystalizacja) lub wykorzystywać zaawansowane instrumentarium (np. PLD, MBE, CVD czy ALD).

Bardzo często modyfikacja wiąże się z utworzeniem na podłożach nanowarstw o prostym składzie chemicznym (tlenki, nanocząstki metali). Metoda prezentowana w wystąpieniu umożliwia wprowadzenie na powierzchnię podłoża tytanowych kompleksów metali przejściowych, związanych kowalencyjnie z podłożem [1,2]. Proces modyfikacji nie wymaga wysokiej temperatury, co pozwala modyfikować podłoża stosunkowo niskim kosztem.

W ramach przeprowadzonych eksperymentów, na powierzchni stopu Ti6Al4V wytworzono i scharakteryzowano warstwę nanorurek ditlenku tytanu (TNT), a następnie zmodyfikowano ją poprzez przyłączenie do niej kompleksów platyny(II), wiążących się z pokrytym nanorurkami podłożem poprzez mostek (3-merkaptopropyl)trietoksyilanowy (MPTES) [3,4] (Rys. 1). Zmodyfikowane powierzchnie scharakteryzowano przy pomocy spektroskopii IR i Ramana, a także SEM, SEM-EDX, XRD i XPS.



Rys. 1. Zmiany zachodzące na powierzchni TNT w trakcie dwuetapowego procesu jej modyfikacji kompleksami platyny(II). Etap I: przyłączenie MPTES; Etap II: przyłączenie kompleksu platyny(II).

Praca powstała w wyniku realizacji projektu badawczego o nr 2020/04/X/ST5/00695 finansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki” oraz dzięki aparaturze zakupionej ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka (projekt POIG.02.01.00-06-024/09 – Centrum Nanomateriałów Funkcjonalnych).

### Literatura:

- [1] A. Topolski, Polyhedron, 2023, 230, 116218.
- [2] M. Varache, I. Bezverkhy, G. Weber, L. Saviot, R. Chassagnon, F. Baras, F. Bouyer, Langmuir, 2019, 35, 8984–8995.
- [3] L. Xu, W. Wang, D. Yu, RSC advances, 2017, 7, 2044–2050.
- [4] L. Liu, J. Hui Kou, D. M. Guo, J. Yang, H. L. Liu, H. X. Yu, S. Chu, K. R. Jiang, Y. Wang, Z. G. Zou, Chin. Chem. Lett, 2009, 20, 1366–1370.



## Analytical Approaches for Deriving Friction Coefficients for Selected $\alpha$ -Helical Peptides Based Entirely on Molecular Dynamics Simulations

Robert Szoszkiewicz, Aleksandra Wosztyl, Krzysztof Kuczera  
*Uniwersytet Warszawski*

In this talk, I will show our recently published study to derive analytically from molecular dynamics (MD) simulations the friction coefficients related to conformational transitions within several model peptides with  $\alpha$ -helical structures. We study a series of alanine peptides with various length from ALA5 to ALA21 as well as their two derivatives, the (AAQAA)<sub>3</sub> peptide and a 13-residue KR1 peptide that is a derivative of the (AAQAA)<sub>2</sub> peptide with the formula GN(AAQAA)<sub>2</sub>G. We use two kinds of approaches to derive their friction coefficients. In the local approach, friction associated with fluctuations of single hydrogen bonds are studied. In the second approach, friction coefficients associated with a folding transitions within the studied peptides are obtained. In both cases, the respective friction coefficients differentiated very well the subtle structural changes between studied peptides and compared favorably to experimentally available data.

*Molecular dynamics simulations were carried out on the computer cluster at the Biological and Chemical Research Centre (CNBCh) at the University of Warsaw (UW). Trajectory analyses were performed on computer workstations supported by the General Research Fund at the University of Kansas as well as within the CNBCh at UW.*

*The work was supported by the National Science Center, Poland, grant no. 2018/30/M/ST4/00005.*

### Literatura:

[1] A.Wosztyl, K. Kuczera, R. Szoszkiewicz, The Journal of Physical Chemistry B, 2022, 126.44: 8901–8912.

## Prezentacja Sponsora

### **Strategie oczyszczania białek. Jak łączyć techniki chromatograficzne, aby uzyskać skuteczny protokół oczyszczania.**

Lukasz Tomaszewski  
*Cytiva, Global Life Sciences Solutions, Poland Sp. z o.o*  
*Al. Jerozolimskie 181 A, 02-222 Warszawa*  
*www.cytiva.com*

Większość procesów oczyszczania białek wykonuje się obecnie za pomocą użycia znaczników i technik powinowactwa, co znacznie ułatwia uzyskanie odpowiedniej jakości białek. Stosunkowo często zdarza się jednak, że białko docelowe jest niestabilne w warunkach stosowanych w procesie lub może być trudne do uzyskania w wystarczająco czystej postaci. W takich sytuacjach, w celu ustalenia odpowiednich warunków procesu, konieczne jest opracowanie złożonego protokołu oczyszczania.

Nie wszystkie białka są znakowane, również białka rekombinowane mogą nie posiadać znaczników ze względu na dalsze aplikacje. Oczyszczane są również białka z „naturalnych” źródeł. W takich przypadkach, aby uzyskać odpowiednią ilość i czystość białek, wymaganych jest kilka etapów rozdziałów chromatograficznych.

Konieczność uzyskania białka o wystarczającej czystości i ilości w wydajny i ekonomiczny sposób dotyczy każdego zastosowania procesu, od przygotowania wzbogaconego ekstraktu białkowego do charakterystyki biochemicznej, po wielkoskalową produkcję rekombinowanego białka terapeutycznego. Strategia oczyszczania *Capture, Intermediate Purification and Polishing (CIPP)* została opracowana w celu uproszczenia planowania i realizacji oczyszczania białek. Strategia ta zawiera wskazówki, jak łączyć metody oczyszczania w najlepszy sposób, aby osiągnąć wyznaczone cele.

**KOMUNIKATY USTNE**  
**SESJA MŁODYCH**  
(wg kolejności wystąpień)

## **Immobilizowane oksydoreduktazy jako efektywne układy do usuwania mikrozanieczyszczeń z roztworów rzeczywistych**

Weronika Badzińska, Agata Zdarta, Filip Ciesielczyk, Teofil Jesionowski,  
Jakub Zdarta

*Instytut Technologii i Inżynierii Chemicznej, Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika  
Poznańska, ul. Berdychowo 4, 61-131 Poznań*

Substancje potencjalnie niebezpieczne są w ciągły i niekontrolowany sposób uwalniane do środowiska stwarzając tym samym zagrożenie dla żyjących w nim organizmów. Szczególnym źródłem zanieczyszczeń są ścieki, które m.in. z gospodarstw domowych czy rolnych przenoszą takie zanieczyszczenia jak składniki chemii gospodarczej, produkty higieny osobistej, farmaceutyki oraz inne zanieczyszczenia organiczne i potencjalnie toksyczne [1, 2]. Opracowanie skutecznych strategii oczyszczania ścieków w celu usunięcia mikrozanieczyszczeń ma więc ogromne znaczenie [3].

Dlatego w niniejszej pracy zaprezentowano metodę produkcji i zastosowania membran biokatalitycznych do oczyszczania ścieków powstałych na bazie komercyjnie dostępnej membrany celulozowej z immobilizowanymi oksydoreduktazami, w tym lakazą, tyrozinazą i peroksydazą chrzanową. Efektywna produkcja wyżej wymienionych systemów została potwierdzona wynikami m.in. analizy spektroskopii w podczerwieni. Wytworzone układy membrana-enzym charakteryzowały się lepszą stabilnością oraz możliwością ponownego użycia w porównaniu z wolnymi enzymami. Badania przeprowadzone na próbkach rzeczywistych wykazały, że proponowane systemy enzymatyczne skutecznie usuwają wybrane zanieczyszczenia ze ścieków. Szczegółowa analiza wykazała, że układ z immobilizowaną lakazą cechował się największą zawartością enzymu oraz najwyższą zachowaną aktywnością katalityczną. Ponadto był zdolny do usunięcia ponad 50% kwasu (2,4-dichlorofenoksy)octowego i tetracykliny, ponad 40% 17- $\alpha$ -ethynylestradiolu i ketoprofenu oraz ok. 20-proc. degradacji hematorporfiryny i alkoholu tert-amylowego. Pozostałym powstałym enzymom, pomimo zachowania wysokiej aktywności, umożliwiły osiągnięcie niższych wydajności usuwania mikrozanieczyszczeń. Choć uzyskane wyniki jednoznacznie wykazały, że wytworzone układy enzymatyczne są wydajne, to nadal potrzebne są dalsze badania w celu przeniesienia prezentowanego podejścia na większą skalę oraz poprawy efektywności usuwania związków opornych na konwersję enzymatyczną.

*Autor uzyskał środki finansowe w ramach projektu badawczego Narodowego Centrum Nauki nr 2019/35/D/ST8/02087.*

### **Literatura:**

- [1] European Commission. Pollutants in Urban Waste Water and Sewage Sludge. 2001. Available online: [https://ec.europa.eu/environment/archives/waste/sludge/pdf/sludge\\_pollutants\\_xsum.pdf](https://ec.europa.eu/environment/archives/waste/sludge/pdf/sludge_pollutants_xsum.pdf) (dostęp z dnia 29.03.2023 r.).
- [2] Z. Han, Q. Duan, Y. Fei, D. Zeng, G. Shi, H. Li, M. Hu, Integrated Environmental Assessment and Management, 2018, 14(3), 395–406.
- [3] E.O. Ezugbe, S. Rathilal, Membranes 2020, 10, 89.

## Hybrydowe materiały węglowe zawierające tlenki niklu i kobaltu jako bifunkcyjne materiały elektrodowe

Laura Kubińska<sup>a</sup>, Małgorzata Skorupska<sup>a</sup>, Mariusz Szkoda<sup>b,c</sup>, Jerzy P. Łukaszewicz<sup>a,d</sup>,  
Anna Ilnicka<sup>a</sup>

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

<sup>b</sup> Wydział Chemiczny, Katedra Chemii i Technologii Materiałów Funkcjonalnych, Politechnika Gdańska, Narutowicza 11/12, 80-233, Gdańsk, Polska;

<sup>c</sup> Centrum Materiałów Przyszłości, Narutowicza 11/12, 80-233, Gdańsk, Polska;

<sup>d</sup> Interdyscyplinarne Centrum Nowoczesnych Technologii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, ul. Wileńska 4, 87-100 Toruń, Polska

Rozwiązanie istniejących problemów energetycznych oraz zapewnienie bezpieczeństwa środowiska umożliwiają urządzenia do konwersji energii, magazynujące energię, a także elektrolizery. Reakcje jakie odgrywiają kluczową rolę w tego typu urządzeniach to reakcja redukcji tlenu (ORR), reakcja wydzielenia wodoru (HER) oraz reakcja wydzielenia tlenu (OER). Wodór jako najbardziej perspektywiczne źródło zielonej energii, o dużej gęstości energetycznej pozwoli na rozwiązanie kryzysu energetycznego oraz zlikwidowanie problemów środowiskowych. Aby zrealizować wydajną produkcję wodoru za pomocą elektrolizy wody, wymagane są efektywnie działające katalizatory. W reakcji wydzielenia wodoru i w reakcji wydzielenia tlenu stosowane mogą być odpowiednio platyna oraz RuO<sub>2</sub>/IrO<sub>2</sub>, jednakże wszystkie katalizatory zawierające metale szlachetne, ze względu na wysoką cenę utrudniają ich powszechnie stosowanie. Dlatego też, poszukując nowych alternatywnych do metali szlachetnych katalizatorów istotny aspekt stanowi dobre zdyspergowanie miejsc aktywnych w katalizatorze oraz zapewnienie odpowiedniego przewodnictwa, poprzez zastosowanie nośników węglowych takich jak grafen, nanorurki węglowe lub wykorzystanie azotków węgla oraz azotków boru.

W niniejszej pracy zaproponowano metodę otrzymywania bifunkcyjnych katalizatorów dla reakcji HER i reakcji OER. Wykazano, że otrzymane katalizatory hybrydowe składające się z grafenu i tlenku niklu oraz kobaltu są efektywnie działającymi elektrokatalizatorami. Odpowiednio dobrany nośnik węglowy zapewnił przewodność, a rozproszone w jego matrycy tlenki metali przejściowych stanowiły efektywnie działające miejsca aktywne. Otrzymane materiały scharakteryzowano za pomocą skaningowej mikroskopii elektronowej (SEM), spektroskopii Ramana oraz rentgenowskiej analizy dyfrakcyjnej (XRD). Właściwości katalityczne zweryfikowano w trójelektrodowym układzie elektrochemicznym, wykorzystując voltamperometrię liniową (LSV) oraz voltamperometrię cykliczną (CV).

*Badania prowadzące do uzyskania tych wyników uzyskały finansowanie z funduszy Norway Grants 2014-2021 za pośrednictwem Narodowego Centrum Badań i Rozwoju. Praca ta została wykonana w wyniku realizacji projektu badawczego nr. NOR/SGS/IL-HYDROGEN/0202/2020-00.*

## Nanocząstki Au i Ag modyfikowane kwasem taninowym – nowe substancje w leczeniu neuroinfekcji wirusem opryszczki typu 1 (HHV-1)

Martyna Janicka<sup>a,c</sup>, Marcin Chodkowski<sup>a</sup>, Magdalena Patrycja<sup>a</sup>, Emilia Tomaszewska<sup>b</sup>, Katarzyna Ranaszek-Soliwoda<sup>b</sup>, Katarzyna Bednarczyk<sup>b</sup>, Grzegorz Celichowski<sup>b</sup>, Jarosław Grobelny<sup>b</sup>, Małgorzata Krzyżowska<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Wojskowy Instytut Higieny i Epidemiologii, ul. Kozielska 4, 01-163 Warszawa;

<sup>b</sup> Katedra Technologii i Chemii Materiałów, Wydział Chemii, Uniwersytet Łódzki, ul. Pomorska 163, 90-236 Łódź;

<sup>c</sup> Katedra Nauk Przedklinicznych, Instytut Medycyny Weterynaryjnej, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, ul. Nowoursynowska 166, 02-787 Warszawa

Zakażenie wirusem herpes simplex typu 1 lub 2 (HHV-1 lub HHV-2) czyli tzw. opryszczka stanowi jedną z najczęstszych chorób przenoszonych poprzez bezpośredni kontakt. Nawroty opryszczki zazwyczaj występują kilka razy w roku w chwilach obniżenia naturalnej odporności organizmu, prowadzą do pogorszenia jakości życia oraz wpływają na podejmowane procedury lecznicze. Powikłania zakażenia HHV obejmują m.in.: wirusowe zapalenie mózgu oraz wirusowe zapalenie rogówki, których przebieg jest ciężki i trudny w leczeniu. Tym samym, ważne jest opracowanie substancji, które będą hamowały replikację HHV-1 w mózgu i towarzyszący jej stan zapalny. Nanocząstki jako nośniki leków, czy też użyte samodzielnie w terapiach przeciwwirusowych mogą stanowić nowe substancje lecznicze.

Głównym celem zaplanowanych badań było sprawdzenie, czy nanocząstki złota (Au) i srebra (Ag) różnej wielkości, modyfikowane kwasem taninowym wpływają wirusobójczo/wirusostatycznie na replikację HHV-1 w modelu *in vitro* oraz *in vivo*.

Materiały: Do badań użyto nanocząstki Au i Ag o rozmiarach 5 i 30nm, zmodyfikowane kwasem taninowym oraz hodowlę pierwotną neuronów, astrocytów i mikrogleju, oraz linię Neuro-2a. Nanocząstki podawano 6h przed zakażeniem (pre-treatment), bądź 6h po zakażeniu HHV-1 (treatment). W badaniach *in vivo* wykorzystano myszy C57/BL6, które zakażano donosowo HHV-1, a przez kolejne dwa dni podawano donosowo nanocząstki. Ósmego dnia po zakażeniu dokonywano eutanazji i pobierano mózgi oraz zwoje trójdzielne w celu oceny replikacji HHV-1 metodą qPCR. Internalizację nanocząstek przez komórki analizowano za pomocą mikroskopii konfokalnej oraz IC-PMS. Oceniano również oddziaływanie nanocząstek na wirion HHV-1 przy użyciu techniki Cryo-TEM.

Wyniki: Wszystkie badane nanocząstki hamowały replikację HHV-1 w komórkach nerwowych w układzie pretreatment, a najwięcej nanocząstki Au 30nm. Z kolei w przypadku hodowli mieszanej astrocytów i mikrogleju największy istotny statystycznie spadek replikacji odnotowano dla nanocząstek Ag. Badania *in vivo* potwierdziły wirusostatyczne działanie nanocząstek, szczególnie tych o rozmiarze 5 nm. Badania z użyciem mikroskopii konfokalnej oraz IC-PMS, wykazały częściowe wchłanianie nanocząstek Au i Ag w linii komórek astrocytów i mikrogleju oraz w hodowli Neuro-2a. Ponadto obrazy uzyskane z Cryo-Tem zwizualizowały możliwości interakcji nanocząstek z wirionem HHV-1.

Wnioski: Działanie nanocząstek Au i Ag może opierać się zarówno na działaniu protekcyjnym przed zakażeniem, jak i oddziaływaniu nanocząstek z wirionem, jednocześnie hamując wnikanie do komórek permissywnych. Podsumowując, nanocząstki Au i Ag modyfikowane kwasem taninowym stanowią obiecującą nową metodę leczenia neuroinfekcji wywołanej przez HHV-1.

Praca sfinansowana z grantu OPUS 2018/31/B/NZ6/02606.

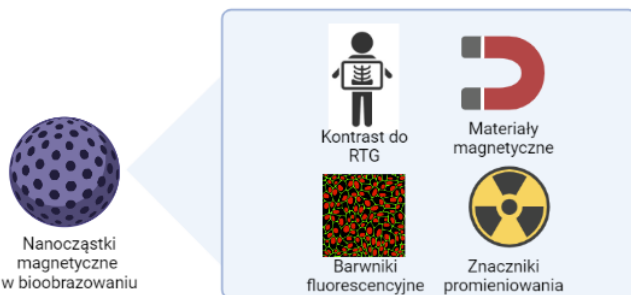
## Modyfikowane ferromagnetyki jako komponent materiałów hybrydowych użytecznych w medycynie regeneracyjnej

Sylwia Magdziarz<sup>a</sup>, Justyna Frączyk<sup>a</sup>, Maciej Boguń<sup>b</sup>, Beata Kolesińska<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Politechnika Łódzka, Wydział Chemiczny, ul. Stefana Żeromskiego 116, 90-924 Łódź;

<sup>b</sup> Łukasiewicz – Łódzki Instytut Technologiczny, ul. Marii Skłodowskiej – Curie 19/27, 90-570 Łódź

Nanotechnologia to obecnie jedna z najbardziej dynamicznie rozwijających się nauk, która obejmuje szereg metod związanych z wytwarzaniem i badaniem struktur o rozmiarach nanometrycznych. Wśród wielu nanomateriałów istotną rolę odgrywają nanocząstki magnetyczne (MNPs). Stosując zewnętrzne pole magnetyczne można wpływać na właściwości tej grupy materiałów. W celu zwiększenia funkcjonalności MNPs, często są one poddawane modyfikacji różnymi związkami chemicznymi nadając określone parametry materiałom magnetycznym [1]. Dzięki swoim właściwościom nanomateriały magnetyczne znajdują szerokie zastosowanie w bioobrazowaniu (Rys. 1). Wśród wielu cząstek ferromagnetycznych, nanocząstki żelaza oraz związków żelaza stanowią grupę szeroko wykorzystywaną. Z uwagi na wysoką reaktywność nanomateriałów żelaza i jego pochodnych w obecności utleniaczy, wody lub wilgotnego powietrza [2] muszą być poddawane stabilizacji. Dla uzyskania stabilnych fizycznie i chemicznie układów koloidalnych, stosuje się proces powlekania powierzchni MNPs [3].



Rys. 1. Zastosowanie nanocząstek magnetycznych w obrazowaniu medycznym.

W Instytucie Chemii Organicznej Politechniki Łódzkiej, prowadzone są badania nad otrzymaniem materiałów hybrydowych zbudowanych z modyfikowanej włókniny węglowej [4], odpowiednio funkcjonalizowanych nanocząstek magnetycznych i składników biologicznie aktywnych. Funkcjonalizację MNPs przeprowadzono stosując jako związki opłaszczające naturalne polimery (alginian wapnia, żelatyna, kolagen rybi). Zbadano kluczowe parametry uzyskanych nanomateriałów – rozmiar, stopień polimeryzacji, zdolność pęcznienia oraz uwalnianie jonów żelaza. Opracowano i zoptymalizowano warunki otrzymywania materiałów hybrydowych.

Badania dofinansowane ze środków projektu OPUS 16, UMO-2018/31/B/ST8/02418.

### Literatura:

- [1] K. Błaszczak-Świątkiewicz, P. Olszewska, E. Mikiciuk-Olasik, Journal of Oncology 2013, 63, 4:320–330.
- [2] Y. Sun, P.Gao, Y. Han, D. Ren, Ind. Eng. Chem. Res. 2013, 52, 6, 2323–2329.
- [3] F. Ahmadpoor, A. Masood, N. Feliu, W.J. Parak, S.A. Shojaosadati, Front. Nanotechnol 2021, 3.
- [4] J. Frączyk, S. Magdziarz, E. Stodolak-Zych, E. Dzierzkowska, D. Puchowicz, I. Kamińska, M. Giełdowska, M. Boguń, Materials 2021, 14(12), 3198.

## Otwarte klatki typu POSS zawierające fragment metakrylanu w łańcuchu bocznym – synteza i potencjalne zastosowanie jako biomateriały

Marta Madej-Gajewska, Łukasz John

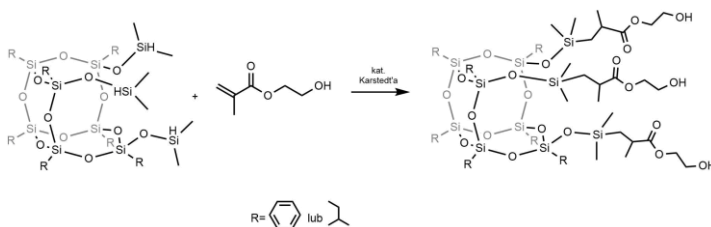
*Wydział Chemii, Uniwersytet Wrocławski, ul. F. Joliot-Curie 14, 50-383 Wrocław*

W ostatnich latach w nauce coraz większe zainteresowanie znajdują poliedryczne oligomeryczne silseskwioxany (POSS). Zainteresowanie to wynika głównie z ich hybrydowej organiczno-nieorganicznej budowy, która wpływa na unikalne właściwości tych materiałów [1]. Silseskwioxany klatkowe stosowane są głównie w chemii biomateriałów [2,3], chemii koordynacyjnej [4], a także w katalizie [3] oraz produkcji kosmetyków [4].

Funkcjonalizacja jest często stosowanym procesem modyfikacji otrzymanych związków. Proces ten pozwala na zachowanie struktury pierwotnego materiału przy jednoczesnym uzyskaniu nowych i ulepszonych właściwości [5]. Jedną z metod funkcjonalizacji związków POSS opiera się na reakcji hydrosililowania, która została wykorzystana w niniejszych badaniach do otrzymania nowych otwartych klatek typu POSS, zawierających fragment metakrylanu w łańcuchu bocznym (Schemat 1).

Ze względu na swoje właściwości, metakrylany są szeroko stosowane w medycynie do produkcji określonych biomateriałów [6]. Otrzymane nowe pochodne otwartych klatek typu POSS są doskonałą bazą dla materiałów kompozytowych. W oparciu o niedawno opublikowany artykuł [7], otrzymano kompozyty wyżej wymienionych związków z PVA. Połączenie właściwości obu komponentów może doprowadzić do powstania materiału o ciekawych zastosowaniach.

Celem pracy jest przedstawienie metody syntezy nowych poliedrycznych oligomerycznych pochodnych silseskwioxanów, a także ich potencjalnych zastosowań jako biomateriały.



Rys. 1. Schemat reakcji hydrosililowania otwartych klatek typu POSS.

*Badania realizowane w ramach projektu współfinansowanego przez Narodowe Centrum Nauki (grant nr 2020/39/B/ST4/00910).*

### Literatura:

- [1] I. Blanco, *Polymers*, 2018, 10, 904-913.
- [2] Ł. John, *Materials Science and Engineering C*, 2018, 88, 172-181.
- [3] Ł. John, J. Ejfler, *Polymers*, 2023, 15, 1452.
- [4] P. Wytrych, J. Utko, M. Stafanski, J. Kłak, T. Lis, Ł. John, *Inorganic Chemistry*, 2023, 62, 2913-2923.
- [3] Z. He, P. Yu, H. Zhang, Y. Zhao, Y. Zhu, Z. Guo, C. Ma, H. Zhang, Z. Miao, W. Shen, *Nanotechnology*, 2022, 49, 085205.
- [4] A. Olejnik, B. Sztorch, D. Brząkałski, R. E. Przekop, *Materials*, 2022, 15, 1126.
- [5] S. Muhammad, J. H. Niazi, S. Shawuti, A. Qureshi, *Materials Today Communications*, 2022, 31, 103287.
- [7] A. Władczyn, A. Simiczyjew, D. Nowak, J. Wądryńska, Ł. John, *Biomater. Adv.*, 2023, 146, 213290.



## Synteza i potencjalne zastosowanie polimerów na bazie silseskwioksanów typu *double-decker*

Kamila Fuchs, Anna Władyczyn, Łukasz John

*Wydział Chemii Uniwersytetu Wrocławskiego, ul. Fryderyka Joliot-Curie 14, 50-383 Wrocław*

Gwałtowny rozwój technologii zaobserwowany w ostatniej dekadzie zainicjował potrzebę syntezy nowych materiałów „szytych na miarę” do konkretnego zastosowania. Wiąże się to z koniecznością uzyskania produktów cechujących się szeregiem właściwości, często nie występujących jednocześnie w pojedynczym komponencie. Materiały nieorganiczne charakteryzują się wysoką temperaturą topnienia i odpornością na proces utleniania, lecz są przy tym mało podatne na przetwarzanie. W przeciwieństwie do nich, materiały organiczne są łatwe w obróbce, wytrzymałe i lekkie, jednak przez ich porównywalnie niższą odporność termiczną, obszar ich zastosowań jest ograniczony [1]. Zachowanie zalet przy jednoczesnym wyeliminowaniu wad materiałów jest możliwe m.in. przez opracowanie syntezy organicznie-nieorganicznych materiałów hybrydowych [2].

Interesującą grupą hybrydowych materiałów organicznie-nieorganicznych są silseskwioksany typu *double-decker* (DDSQ). Zamknięte architektury DDSQ zbudowane są z układu dwóch pierścieni cyklotetrasiloksanowych połączonych dwoma mostkami tlenowymi, oraz dwóch przyczółkowych atomów krzemu, które zakotwiczone są do nieorganicznego rdzenia za pomocą wiązania siloksanowego. Podstawniki atomów krzemu można podzielić na reaktywne i niereaktywne, a w zależności od ich doboru, związek może wykazywać różne właściwości. Ogólnie, hybrydy na bazie silseskwioksanów wykazują wiele zastosowań, w tym w tak intrygujących obszarach jak inżynieria (bio)materiałowa, synteza organiczna, inteligentne i samonaprawiające się polimery, chemia koordynacyjna czy kataliza [3-7].

Prezentowane badania koncentrować się będą na syntezie pochodnych metakrylanowych DDSQ i ich dalszej polimeryzacji z etano-1,2-ditiolem. Polimery i materiały siarkowe, ze względu na swoją różnorodność i ciekawe właściwości, znajdują zastosowanie w wielu, często bardzo odmiennych dziedzinach, m.in. do wulkanizacji gumy i akumulatorów, katalizy kooperacyjnej, jako składniki elektroniki molekularnej oraz jako substancje wychwytyjące jony metali ciężkich [8].

*Praca badawcza jest realizowana w ramach grantu OPUS Narodowego Centrum Nauki (NCN) o numerze: 2020/39/B/ST4/00910.*

### Literatura:

- [1] P. Groch, K. Dziubek, K. Czaja, *Polimery*, 2015, 60(4), 219–231.
- [2] Ł. John, J. Ejfler, *Polymers*, 2023, 15, 1452.
- [3] A. Władyczyn, A. Gągor, K. Ślepokura, Ł. John, *Inorg. Chem. Front.*, 2022, 9, 3999–4008.
- [4] A. Władyczyn, A. Simiczyjew, D. Nowak, J. Wądryńska, Ł. John, *Biomater. Adv.*, 2023, 146, 213290.
- [5] P. Wytrych, J. Utko, M. Stefanski, J. Kłak, T. Lis, Ł. John, *Inorg. Chem.*, 2023, 62, 2913–2923.
- [6] A. Władyczyn, Ł. John, *Inorg. Chem.*, 2023, doi: 10.1021/acs.inorgchem.2c04546.
- [7] Ł. John, *Mater. Sci. Eng. C*, 2018, 88, 172–181.
- [8] H. Mutlu, E. B. Ceper, X. Li, J. Yang, W. Dong, M. M. Ozmen, P. Theato, *Macromol. Rapid Commun.*, 2019, 40(1), 1800650.

## MoS<sub>2</sub> oxidation: from single (MoO<sub>3</sub>)<sub>x</sub> clusters to MoO<sub>3</sub>/MoO<sub>x</sub> layers

Saeed Sovizi<sup>a</sup>, Sergio Tosoni<sup>b</sup>, Robert Szoszkiewicz<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Faculty of Chemistry, Biological and Chemical Research Centre, University of Warsaw, Żwirki i Wigury 101, 02-089 Warsaw, Poland;

<sup>b</sup> Dipartimento di Scienza dei materiali, Università di Milano-Bicocca, via Roberto Cozzi 55, 20125 Milan, Italy

Layered semiconductor MoS<sub>2</sub> as a representative of transition metal dichalcogenides (TMDs) family has been used in (opto)electronic and energy-harvesting devices due to its fascinating properties. Recently, surface oxidation has been introduced to manipulate its electrical properties [1]. This presentation concentrates on some aspects of MoS<sub>2</sub> oxidation and oxidative etching producing single (MoO<sub>3</sub>)<sub>x</sub> clusters as well as MoO<sub>3</sub>/MoO<sub>x</sub> layers.

Heating the MoS<sub>2</sub> samples in etching regime (370 °C) resulted in formation of sub-nm oxide clusters. Comparison between height profiles obtained by atomic force microscopy (AFM) imaging and density functional theory simulations on the sub-nm Mo<sub>x</sub>O<sub>y</sub> fragments onto a MoS<sub>2</sub> monolayer suggested that these clusters are mainly MoO<sub>3</sub> monomers and dimers at the sulfur vacancies (Fig. 1a). Due to small sizes and low amounts, Their local chemical detection became difficult, but a combination of several surface science methods such as Raman measurements, energy and wavelength dispersive X-ray spectroscopies as well as X-ray absorption near edge structure data confirmed the MoO<sub>3</sub> nature of such clusters [2]. Moreover, the ability of Kelvin-probe force microscopy (KPFM) in air for detection of sub-nm oxide clusters (Fig. 1 b and c) has been extended towards Mo oxide layers atop MoS<sub>2</sub> crystals and other substrates.

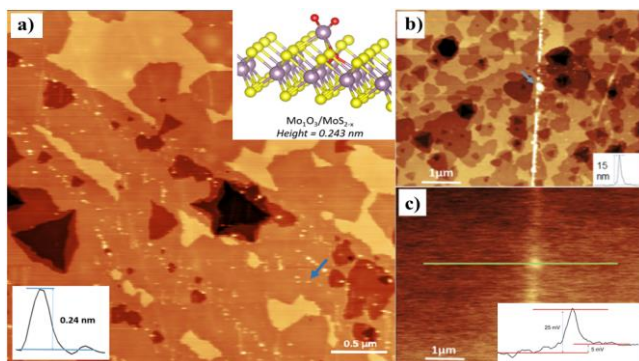


Fig. 1. (a) High-resolution non-contact AFM image of an etched MoS<sub>2</sub> flake. The upper inset shows a simulated structure and calculated height of a MoO<sub>3</sub> monomer at sulfur vacancy in MoS<sub>2</sub> monolayer. The lower inset shows the height of a sub-nm cluster depicted by blue arrow. (b) NC-AFM topography and (c) corresponding contact potential difference (CPD) obtained by KPFM. The inset in (b) shows the height profile of a cluster depicted by blue arrow. The inset in (c) shows the CPD profile along the green line [2].

The research has been supported by the National Science Center, Poland, grant no.2017/27/B/ST4/00697 and University of Warsaw, grant No. 501-D112-20-2004310 (BOB-IDUB-622-81/2021).

### Literatura:

[1] R. Szoszkiewicz, Materials, 2021, 14(20), 5979.

[2] S. Sovizi, S. Tosoni, R. Szoszkiewicz, Nanoscale Advances, 2022, 4(21), 4517–4525.

## Chemosensorowe nanocząstki jako element matrycy optycznego elektronicznego języka

Aleksandra Kossakowska, Emilia Szajda, Patrycja Ciosek-Skibińska  
*Katedra Biotechnologii Medycznej, Wydział Chemiczny Politechniki Warszawskiej,  
Noakowskiego 3, 00-664 Warszawa*

Elektroniczny język to nowoczesne urządzenie do analizy i klasyfikacji próbek o zróżnicowanym składzie. Jego głównym elementem jest matryca, będąca zestawem sensorów/receptorów, których sygnały pozwalają otrzymać charakterystyczny „odcisk palca” badanej próbki. Czujniki tworzące elektroniczny język wykorzystują wykrywanie różnicowe, które w porównaniu z konwencjonalnymi metodami wykrywania ma wiele zalet. Za pomocą tej metody istnieje możliwość rozróżnienia rozbudowanej puli analitów, nawet o bardzo podobnej strukturze, jak również pozyskiwane dane zawierają informację o wielu składnikach próbki, co pozwala na analizę wielu związków jednocześnie. Interpretacja „odcisków palców” umożliwia identyfikację próbki. Niemniej jednak, aby móc zdekodować uzyskane wielowymiarowe dane konieczne jest użycie odpowiednich metod chemometrycznych. Doskonałymi materiałami, które mogą być wykorzystywane jako czujniki chemiczne w wykrywaniu różnicowym są nanocząstki o lipofilowym rdzeniu. Coraz częściej materiały tego typu wykorzystywane są, m.in. w medycynie, farmaceutyce, jak też chemii analitycznej w formie szybkich, prostych i uniwersalnych testów [1-3]. Parametry pracy tych czujników można zoptymalizować, w celu uzyskania pożądanych właściwości analitycznych, dobierając odpowiednie komponenty wchodzące w skład matrycy. Tak wytworzone, zoptymalizowane sensory, mogą służyć do identyfikacji i/lub oznaczania neuroprzekaźników, czy pochodnych L-tyrozyny. Ponadto znajdują one zastosowanie również przy badaniach z próbką rzeczywistą, jak np. suplementy diety, umożliwiając kontrolę ich jakości, jak też analizę składu.

*Niniejsza praca została wykonana w ramach projektu Sonata Bis UMO-2018/30/E/ST4/00481 finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki. Aleksandra Kossakowska dziękuje za wsparcie finansowe uzyskane w ramach projektu IDUB-PW (Scholarship Plus programme).*

### Literatura:

- [1] J.J.Lavigne, E. V.Anslyn, Sensing A, Angew. Chemie - Int. Ed., 2001, 3118–3130.
- [2] S.-F. Wong, S.M. Khor, Trends Anal. Chem., 2019, 114, 108–125.
- [3] A. Kalinowska, M. Wicik, P. Matusiak, P. Ciosek-Skibińska, Chemosensors, 2022, 10, 1–16.

## Porfirynoidy w połączeniach z polimerami - synteza i charakterystyka fizykochemiczna

Patrycja Koza<sup>a</sup>, Dariusz T. Młynarczyk<sup>a</sup>, Paweł Nowak<sup>b</sup>, Marta Ziegler-Borowska<sup>b</sup>,  
Tomasz Gosliński<sup>a</sup>

<sup>a</sup> *Katedra i Zakład Technologii Chemicznej Środków Leczniczych, Uniwersytet im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, ul. Grunwaldzka 6, 60-780 Poznań;*

<sup>b</sup> *Katedra Chemii Biomedycznej i Polimerów, Zespół Chemii Medycznej, Wydział Chemii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, ul. Gagarina 7, 87-100 Toruń*

Porfirynoidy są związkami makrocyclicznymi o interesujących właściwościach fotochemicznych i fotofizycznych, a wiele z nich znalazło już praktyczne zastosowania w terapii fotodynamicznej (PDT). Podstawą PDT jest reakcja fotodynamiczna, w której fotosensybilizator po naświetleniu światłem ulega aktywacji do formy wzbudzonej, a następnie przekazuje energię na tlen występujący w otoczeniu z wytworzeniem reaktywnych form tlenu, wykazujących duży potencjał uszkadzania komórek nowotworowych [1]. Fotosensybilizator można podłączyć lub zamknąć w systemie dostarczania leku (DDS), który pozwala na uwolnienie substancji czynnej w odpowiednim miejscu w organizmie lub tkance. Rozwój podejścia DDS jest związany m.in. z opracowaniem systemów dostarczania leków, aktywowanych związkami chemicznymi o właściwościach utleniająco-redukujących.

Celem badań było otrzymanie i scharakteryzowanie nanocząstek polimerowych bazujących na koniugatach wybranych porfiryn z polimerami zmodyfikowanymi cysteaminą. W tym celu polimer PLGA modyfikowano cystaminą zgodnie z procedurą literaturą [2], a następnie połączono z wybranymi porfirynami. Otrzymane koniugaty scharakteryzowano za pomocą metod spektroskopowych, takich jak UV-Vis (w fazie stałej), ATR-FT IR, spektroskopia Ramana, NMR, a także proszkowej dyfrakcji rentgenowskiej i analizy termicznej. Do charakterystyki wykorzystano również mikroskopię AFM i SEM. Wielkość cząstek określono z użyciem aparatu Nanosight. Natomiast do określenia toksyczności ostrej uzyskanych materiałów wykorzystano aparat Microtox®. Uwalnianie porfiryn z polimeru oceniono z użyciem glutationu.

*Projekt został sfinansowany ze środków Narodowego Centrum Nauki – grant PRELUDIUM BIS2, Nr 2020/39/O/NZ7/00351.*

### Literatura:

- [1] Z. Zhou, L. Zhang, Z. Zhang, i Z. Liu, *Asian J. Pharm. Sci.*, 2021, 16, 6, 668–686.
- [2] Y. Gou i in., *Am. J. Cancer Res.*, 2021, 11, 5, 1946–1961.

## Pochodne kurkuminy i ich nanoformulacje liposomalne o potencjalnej aktywności względem nowotworu pęcherza moczowego

Paweł Bakun<sup>a</sup>, Paulina Kobyłka<sup>b</sup>, Joanna Kuźmińska<sup>c</sup>, Magdalena Stachowiak<sup>a</sup>, Dariusz T. Młynarczyk<sup>a</sup>, Małgorzata Kucińska<sup>b</sup>, Anna Jelińska<sup>c</sup>, Marek Murias<sup>b</sup>, Tomasz Gośliński<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Katedra i Zakład Technologii Chemicznej Środków Leczniczych, Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, Grunwaldzka 6, 60-780 Poznań;

<sup>b</sup> Katedra i Zakład Toksykologii, Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, Dojazd 30, 60-631 Poznań;

<sup>c</sup> Katedra i Zakład Chemii Farmaceutycznej, Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, Grunwaldzka 6, 60-780 Poznań

Nowotwory pęcherza moczowego odpowiadają za około 200 000 zgonów rocznie na całym świecie, co stanowi 2,1% wszystkich zgonów wywołanych przez nowotwory. Epidemiologia tej choroby stanowi narastający problem, pomimo rozwoju nowych terapii przeciwnowotworowych [1]. Kurkumina jest fitozwiązkiem o dowiedzionej aktywności przeciwnowotworowej. Jej kliniczne zastosowanie jest jednak ograniczone z uwagi na niekorzystne parametry fizykochemiczne i farmakokinetyczne. Poszukiwane są nowe pochodne kurkuminy charakteryzujące się większą biodostępnością oraz rozpuszczalnością w wodzie. Alternatywnym sposobem w odniesieniu do modyfikacji struktury chemicznej jest również strategia oparta o wykorzystanie nośników, takich jak liposomy, które mogą przyczynić się do poprawy parametrów farmakokinetycznych oraz farmakodynamicznych.

Założenia prezentowanego projektu dotyczą: (i) syntezy pochodnych kurkuminy o wyższej stabilności i aktywności biologicznej, (ii) enkapsulacji najaktywniejszego kurkuminoidu w liposomach, (iii) oceny wpływu enkapsulacji kurkuminoidu na przeżywalność prawidłowych i nowotworowych komórek pęcherza moczowego w modelu *in vitro*.

W ramach prowadzonych badań korzystano z klasycznych metod syntezy chemicznej. Prezentowane kurkuminoidy zostały scharakteryzowane następującymi technikami: NMR, HR-MS (ESI), HPLC oraz UV-Vis. Liposomy przygotowano metodą hydratacji cienkiej warstwy filmu lipidowego wykonanego z POPC (1-palmitoilo-2-oleoilo-sn-glicerolo-3-fosfocholiny). Charakterystyka wielkości uzyskanych liposomów została wykonana techniką NTA (Nanoparticle Tracking Analysis), natomiast wydajność enkapsulacji (EE) oceniono z użyciem HPLC. Badanie w modelu *in vitro* wykonano dla ludzkiej linii nowotworu pęcherza moczowego oraz linii komórkowej ludzkich fibroblastów. Przeżywalność komórek po inkubacji z testowanymi związkami została oceniona przy pomocy testu MTT.

Uzyskane wyniki dostarczyły nowych informacji dotyczących zastosowania liposomów jako skutecznego nośnika dla fitozwiązków, w tym możliwości modulowania aktywności biologicznej i poprawy selektywności pochodnych kurkuminy.

*Niniejsza praca została wykonana dzięki wsparciu Narodowego Centrum Nauki - grant nr 2019/35/B/NZ7/01165.*

### Literatura:

[1] L. Piwowarczyk, M. Stawny, D. T. Młynarczyk, I. Muszalska-Kolos, T. Goslinski, A. Jelińska, *Cancers* 2020, 12(7), 1801.

## Warstwy ZnIn<sub>2</sub>S<sub>4</sub> wytwarzane metodą pulsacyjnego osadzania laserowego jako fotoanody do fotoelektrochemicznego rozszczepiania wody

D. Roda<sup>a</sup>, K. Trzcziński<sup>a,b</sup>, M. Sawczak<sup>c</sup>, A. Ilnicka<sup>d</sup>, A.P. Nowak<sup>a,b</sup>, M. Szkoda<sup>a,b</sup>

<sup>a</sup> Wydział Chemiczny, Katedra Chemii i Technologii Materiałów Funkcjonalnych, Politechnika Gdańska, Narutowicza 11/12, 80-233, Gdańsk, Polska;

<sup>b</sup> Centrum Materiałów Przyszłości, Narutowicza 11/12, 80-233, Gdańsk, Polska;

<sup>c</sup> Ośrodek Techniki Plazmowej i Laserowej, Instytut Maszyn Przepływowych im. Roberta Szwalskiego PAN, Fiszerza 14, 80-231 Gdańsk, Polska;

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

Siarczek cynku indu (ZnIn<sub>2</sub>S<sub>4</sub>, ZIS), należący do grupy związków trójskładnikowych jest jednym z najbardziej obiecujących półprzewodnikowych fotokatalizatorów wśród siarczków metali [1]. ZnIn<sub>2</sub>S<sub>4</sub> jest obiecującym materiałem fotoanodowym ze względu na odpowiednie położenie pasmowe, wystarczającą absorpcję światła i przyjazność dla środowiska.

W pracy przedstawiono po raz pierwszy metodę otrzymywania warstw ZnIn<sub>2</sub>S<sub>4</sub> techniką pulsacyjnego osadzania laserowego (PLD) w celu wytworzenia fotoanod do fotoelektrochemicznego rozszczepiania wody. Warstwy otrzymano na szkle FTO, które stanowiło kolektor prądu. Do scharakteryzowania morfologii i składu fotoanod wykorzystano skaningową mikroskopię elektronową (SEM), spektroskopię Ramana oraz analizę dyfrakcyjną promieniowania rentgenowskiego (XRD). Badania elektrochemiczne i fotoelektrochemiczne przeprowadzono w układzie trójelektrodowym podczas naświetlania symulowanym światłem słonecznym. Wartości fotoprądów generowanych przez badane fotoanody wyznaczono za pomocą liniowej woltamperometrii, a ich stabilność badana była przy użyciu chronoamperometrii.

Na widmie Ramana (patrz Rys. 1a) widoczne są cztery charakterystyczne piki dla ZnIn<sub>2</sub>S<sub>4</sub> [2], co potwierdziło skład otrzymanej warstwy. Jak to przedstawiono na Rys. 1b. generowane fotoprądy osiągały wartość 2,2 mA/cm<sup>2</sup> przy 0,8 V. Jak widać we wstawce rys. 1b, pomimo początkowego wzrostu wartości fotoprądu, nastąpił jego nagły spadek. Po 4 min generowany fotoprąd stanowił 12% wartości początkowej.

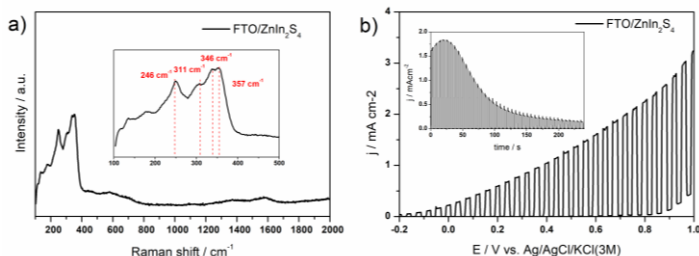


Fig. 1 a) Widma Ramana fotoanody FTO/ZnIn<sub>2</sub>S<sub>4</sub>, b) krzywa woltamperometrii liniowej (20 mV s<sup>-1</sup>) FTO/ZnIn<sub>2</sub>S<sub>4</sub>; wstawka: krzywa chronoamperometrii (E = 0.65 V vs Ag/AgCl (3M KCl)) fotoanody FTO/ZnIn<sub>2</sub>S<sub>4</sub>.

This research was funded by the National Centre for Research and Development via Grant No. LIDER/15/0088/L-10/18/NCBR/2019 (Integrated prototype of a photo-supercapacitor for energy storage obtained as a result of solar radiation conversion).

### Literatura:

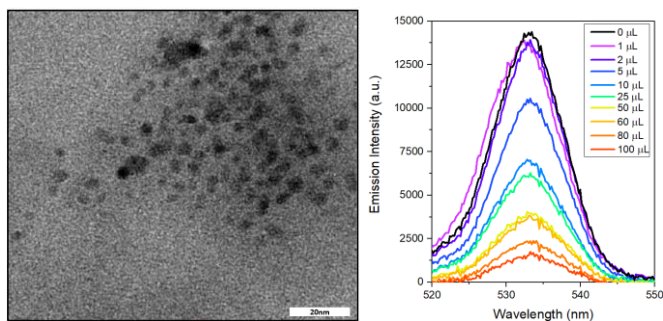
- [1] B. Kempken, V. Dzhegagan, D. R. T. Zahn, M. J. P. Alcocer, I. Kriege, F. Scotognella, J. Parisi J. Kolny-Olesiak, *RSC Adv.*, 2015, 5, 89577–89585.  
 [2] L. Valdman, V. Mazánek, P. Marvan, M. Serra, R. Arenal, Z. Sofer, *Adv. Opt. Mater.*, 2021, 9, 21, 1–10.

## Nieliniowe właściwości optyczne siarkowych kropek kwantowych dla zastosowań w dwufotonowych czujnikach jonów metali ciężkich

Agnieszka Siomra, Marcin Nyk

*Instytut Materiałów Zaawansowanych, Wydział Chemiczny, Politechnika Wroclawska,  
Wyb. Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław*

Obecność metali ciężkich w znacznym stopniu ogranicza praktyczne zastosowania[1,2] kwantowych kropek opartych na kadmie. Dlatego też alternatywnym rozwiązaniem mogą być siarkowe kropki kwantowe (SQDs), cechujące się dodatkowo właściwościami antybakteryjnymi, wysoką biokompatybilnością, niską toksycznością, świetną rozpuszczalnością w wodzie oraz niskim kosztem syntezy wpisującym się w założenia tzw. „zielonej chemii”[3]. W literaturze jest niewiele doniesień na temat nieliniowych właściwości optycznych tych nanomateriałów. Zaprezentowane wyniki mają na celu pokazanie zdolności SQDs do nieliniowych odpowiedzi optycznych oraz przybliżenie potencjału aplikacyjnego jako dwufotonowo aktywnych czujników jonów metali – w tym metali ciężkich. Największy nacisk położono na badania przy użyciu femtosekundowych impulsów laserowych z wykorzystaniem metody dwufotonowo wzbudzonej luminescencji. To pozwoliło na ilościowe wyznaczenie przekrojów czynnych na dwufotonową absorpcję w poszerzonym zakresie spektralnym, co do tej pory nie zostało opisane w literaturze. Ponadto, przeprowadzono badania wygaszania dwufotonowo wzbudzonej emisji SQDs w obecności jonów żelaza – co przedstawiono na Rys.1. Zebrane wyniki potwierdzają, że siarkowe kropki kwantowe mogą z powodzeniem pełnić funkcję czujników jonów metali o dużej czułości, a także stanowić ciekawą alternatywę dla nieliniowych absorberów proponowanych obecnie do zastosowań m.in. jako znaczniki w mikroskopii nieliniowej[4]. Przeprowadzone badania pozwolą w przyszłości również na bardziej efektywne projektowanie nowych nanomateriałów na bazie siarkowych kropek kwantowych do zastosowań w fotonice i biofotonice.



Rys. 1. Reprezentacyjny obraz TEM (po lewej) oraz widma wygaszania emisji wzbudzonej dwufotonowo ( $\lambda_{wzb.} = 780\text{nm}$ ) dla SQDs w obecności jonów żelaza o różnym stężeniu (po prawej).

### Literatura:

- [1] D. Mo, L. Hu, G. Zeng, G. Chen, J. Wan, Z. Yu, Z. Huang, K. He, C. Zhang, M. Cheng, Appl. Microbiol. Biotechnol., 2017, 101, 2713–2733.
- [2] M. A. Antoniuk, R. Pązik, U. Bazylińska, K. Wiwatowski, A. Tomaszewska, M. Kulpa-Greszta, J. Adamczyk-Grochala, A. Lewińska, M. Nyk, Mater. Sci. Eng. C: C, 2021, 127, 112224.
- [3] A. Pal, F. Arshad, Adv. Colloid Interface Sci., 2020, 285, 102274.
- [4] K. Nawrot, J. Zaręba, M. Toporkiewicz, G. Chodaczek, D. Wawrzyńczyk, J. Kulbacka, U. Bazylińska, M. Nyk, Int. J. Nanomedicine, 2021, 16, 3649–3660.

## Fluorescencja multispektralna w (bio)analitycznych zastosowaniach kropek kwantowych

Klaudia Głowacz, Patrycja Ciosek-Skibińska

*Katedra Biotechnologii Medycznej, Wydział Chemiczny, Politechnika Warszawska,  
Noakowskiego 3, 00-664 Warszawa, Polska*

Kropki kwantowe (QDs, ang. *quantum dots*) to półprzewodnikowe nanomateriały, stanowiące jedno z ważniejszych osiągnięć nanotechnologii. Ich unikalne właściwości fotoluminescencyjne sprawiły, że znajdują one zastosowanie w (bio)analityce, również jako selektywne sensory chemicznie lub elementy układów multisensorowych o selektywności krzyżowej. Z uwagi na ich właściwości fluorescencyjne, wykorzystanie QDs do detekcji analitów opiera się najczęściej na obserwacji zmiany sygnału fluorescencyjnego pod wpływem oddziaływania z analitem [1]. Zazwyczaj optymalizacja układów sensorycznych z QDs pod kątem możliwości detekcji analitów koncentruje się na aspektach takich jak funkcjonalizacja powierzchni nanomateriału czy sposób konstrukcji układu detekcyjnego. Warto podkreślić, że rzadko podnoszoną kwestią jest typ sygnału w metodach wykorzystujących fluorescencję QDs. Najczęściej rozpatrywana jest jedynie odpowiedź zerowymiarowa (0D), gdzie wykorzystuje się sygnał w postaci intensywności fluorescencji przy pojedynczej długości fali wzbudzenia i emisji. Nieco rzadziej stosuje się odpowiedź jednowymiarową, czyli całe widmo emisji przy pojedynczej długości fali wzbudzenia [2].

Niniejsze wystąpienie poświęcone zostanie nowatorskiemu podejściu, które polega na śledzeniu zmian sygnału QDs w funkcji długości fal wzbudzenia i emisji, co jest możliwe dzięki zastosowaniu spektroskopii fluorescencyjnej macierzy wzbudzenia-emisji (fluorescencja multispektralna). Rozważone zostanie jak pełniejsza charakterystyka optyczna układu QDs-analit sprzężona z metodami uczenia maszynowego wpływa na polepszenie parametrów analitycznych metody.

*Niniejsza praca została wykonana w ramach projektu Sonata Bis UMO-2018/30/E/ST4/00481 finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki. Klaudia Głowacz dziękuje za wsparcie finansowe uzyskane w ramach projektu IDUB-PW (program Stypendium Plus).*

### Literatura:

- [1] M. Zabadaj, P. Ciosek-Skibińska, *Sensors*, 2019, 19 (17), 3655.
- [2] K. Głowacz, M. Drozd, P. Ciosek-Skibińska, *Microchimica Acta*, 2021, 188, 342.



## Dendrymer G4.0PAMAM jako efektywny nanonośnik leków przeciwnowotworowych

Magdalena Szota, Barbara Jachimska,

*Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera Polskiej Akademii Nauk, ul. Niezapominajek 8, 30-239 Kraków*

Dendrymery poliamidoaminowe (PAMAM) ze względu na swoją strukturę i wysoki stopień monodispersyjności mogą stanowić obiecujący nanonośnik do celowanego dostarczenia leków (DDS). Rozgałęziona budowa dendrymerów zapewnia im zdolność do tworzenia stabilnych kompleksów z ligandami przez enkapsulację w wewnętrznych przestrzeniach lub immobilizację na powierzchni. Umieszczenie cząsteczek leku ma istotny wpływ na kinetykę uwalniania substancji czynnej oraz mechanizm internalizacji nośnika do wnętrza komórki.

W prowadzonych badaniach zoptymalizowano warunki tworzenia efektywnych kompleksów dendrymeru G4.0 PAMAM z wybranymi lekami przeciwnowotworowymi: 5-fluorouracylem (5FU) oraz dokсорubicyną (DOX). W badaniu monitorowano wpływ stopnia jonizacji cząsteczki dendrymeru G4.0 PAMAM oraz leków przeciwnowotworowych na efektywność tworzenia kompleksu. Pomiaru ruchliwości elektroforetycznej potwierdziły lokalizację cząsteczek substancji aktywnej na powierzchni dendrymeru [1-3]. Widma  $^1\text{H}$  NMR i wartości potencjału  $\zeta$  potwierdzają, że oddziaływania elektrostatyczne determinują proces tworzenia kompleksu. Najkorzystniejsze warunki tworzenia kompleksu G4.0 PAMAM-5FU oraz G4.0 PAMAM-DOX to niski stopień protonacji cząsteczki dendrymeru przy jednoczesnym występowaniu leku w postaci zdeprotonowanej ( $\text{LC}_{\text{G4.0-5FU}}=18.0\%$ ,  $\text{LC}_{\text{G4.0-DOX}}=39.2\%$ ). Wielkość kompleksów oraz ich stopień agregacji monitorowano przy użyciu DLS. Obecność DOX w strukturze dendrymeru została dodatkowo zwizualizowana poprzez wykorzystanie własności fluorescencyjne cząsteczki [3].

Aktywność kompleksów w warunkach *in vitro* została potwierdzona w testach MTT, które wykazały brak toksyczności dendrymerów PAMAM oraz cytotoksyczność kompleksów względem komórek nowotworowych czerniaka (A375), raka jelita grubego (HT29), glejaka (SNB-19), raka prostaty (Du-145) i raka piersi (MCF). Ponadto stwierdzono zwiększoną selektywność działania kompleksów w porównaniu do leków niezwiązanych z dendrymerem [1].

*Badania finansowano ze środków Narodowego Centrum Nauki, NCN Opus nr. 2021/41/B/ST5/02233.*

### Literatura:

- [1] M. Szota, K. Reczyńska-Kolman, E. Pamuła, O. Michel, J. Kulbacka, B. Jachimska, *Int. J. Mol. Sci.*, 2021, 22, 20.
- [2] M. Szota, P. Wolski, C. Carucci, F.C. Maricola, J. Gurgul, T. Panczyk, A. Salis, B. Jachimska, *Int. J. Mol. Sci.*, 2023.
- [3] M. Szota, B. Jachimska, *Pharmaceutics*, 2023.

## Badanie wpływu fosforylacji na mechanizm adsorpcji białka Tau na powierzchni modelowych błon komórek nerwowych

Kamil Rakowski<sup>a</sup>, Paul Mulheran<sup>b</sup>, Karina Kubiak-Ossowska<sup>c</sup>, Barbara Jachimska<sup>a</sup>

<sup>a</sup> *Institut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera Polskiej Akademii Nauk, ul. Niezapominajek 8, 30-239 Kraków;*

<sup>b</sup> *Department of Chemical and Process Engineering, University of Strathclyde, 75 Montrose Street, Glasgow G1 1XJ, UK;*

<sup>c</sup> *Department of Physics/Archie-West HPC, University of Strathclyde, 107 Rottenrow East, Glasgow G4 0NG, UK*

Białko Tau pełniące funkcje stabilizujące cytoszkieletu komórek nerwowych stanowi wielkie wyzwanie dla współczesnej medycyny. Wykazano, że Tau w warunkach patologicznych jest kluczowym czynnikiem inicjującym neurodegenerację. Metody mikroskopii kroielektronowej rzuciły nowe światło na złożoność konformacyjną złożeń Tau dając zdeponowane struktury krystalograficzne protofilamentów [1]. Zaburzenie naturalnych stanów modyfikacji chemicznych białka takich jak fosforylacje prowadzą do niekontrolowanej desorpcji Tau od cytoszkieletu i rozpoczynają proces błędnego fałdowania. Modyfikacje potranslacyjne mogące prowadzić do najbardziej toksycznych obiektów niefibrylarnych zostały zbadane przez szereg metod eksperymentalnych [2]. Obecnie duże zainteresowanie budzą obiekty niefibrylarne zdolne do ucieczki z wnętrza komórek i rozprzestrzeniania się w przestrzeni międzykomórkowej, jednak ich mechanizm oddziaływania z powierzchnią membran jest wciąż nieznany. Nieuporządkowanie strukturalne Tau, w tym nie w pełni rozwiązane struktury krystalograficzne utrudniają wgląd w zachowanie łańcucha na poziomie rozdzielczości atomowej. Wiele symulacji metodami MD, prowadzonych na domenach Tau (R1-R4) wykazało powinowactwo monomeru Tau do membran o ładunku ujemnym. Przeprowadzone symulacje wskazują, że potencjalnie toksyczne układy niefibrylarne (3P) adsorbują do złożonych modeli membran opartych na lipidogramach i mogą służyć do dalszych badań jako dimery, trimery i tetramery. Udowodniono, że wysoko ufosforylowane Tau (HP) tracą zdolność do wiązania się z powierzchnią modelowej błony komórki nerwowej i mogą posłużyć jako kontrola w metodach obliczeniowych. W symulacjach wykorzystano zweryfikowane eksperymentalnie i obliczeniowo dostępne lipidogramy komórek nerwowych [3].

*Badania finansowano z projektu NCN Opus nr. 2021/41/B/ST5/02233, symulacje prowadzono w centrum obliczeniowym ARCHIE-WeSt ([www.archie-west.ac.uk](http://www.archie-west.ac.uk)) oraz Cyfronocie PLGrid nr. PLG/2022/015447.*

### Literatura:

- [1] Y. Shi, A.G. Murzin, B. Falcon, Y. Shi, A. G. Murzin, B. Falcon, A. Epstein, J. Machin, P. Tempest, K. L. Newell, R. Vidal, H. J. Garringer, N. Sahara, M. Higuchi, B. Ghetti, M.-K. Jang, S. H. W. Scheres, M. Goedert, *Acta Neuropathologica*, 2021, 141: 697–708.  
[2] M. Haj-Yahya, P. Gopinath, K. Rajasekhar, H. Mirbaha, M. I. Diamond, H. A. Lashuel, *Angewandte Chemie International Edition*, 2020, 59.10: 4059–4067.  
[3] S.M. Yee, R.J. Gillams., S.E. McLain, C.D. Lorenz, *Soft Matter*, 2021, 17.1: 126–135.

## Wstrzykiwalne i liofilizowane innowacyjne materiały hydrożelowe wzbogacone substancjami biologicznie aktywnymi

Szymon Salągierski<sup>a</sup>, Barbara Zagrajczuk<sup>a</sup>, Michał Dziadek<sup>a</sup>, Elżbieta Menaszek<sup>b</sup>, Katarzyna Cholewa-Kowalska<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków;

<sup>b</sup> Uniwersytet Jagielloński, Wydział Farmaceutyczny, ul. Medyczna 9, 30-688 Kraków

Materiały hydrożelowe często wzbogaca się różnymi substancjami biologicznie aktywnymi w celu nadania im nowych właściwości. Retinol wykazuje działanie antibakteryjne, stymuluje produkcję kolagenu oraz angiogenezę, wzmacnia układ odpornościowy i jest niezbędny do utrzymania zdrowego wzroku, skóry i włosów [1]. Z kolei resweratrol znany jest z właściwości przeciwbakteryjnych i antyoksydacyjnych [2]. Innym przykładem substancji biologicznie aktywnych są bioaktywne szkła, zdolne do wytwarzania trwałego wiązania z tkanką kostną, przez co często wykorzystywane są do jej regeneracji [3].

Obiektem niniejszych badań są hydrożele wzbogacone retinolem i resweratolem oraz bioszkiełom dotowanym jonami strontu. Hydrożele zostały wytworzone w formie wstrzykiwalnej oraz liofilizowanych, porowatych rusztowań.

Celem badań była ocena wpływu różnych substancji biologicznie aktywnych na proces sieciowania materiałów oraz ich właściwości fizykochemiczne, biologiczne i reologiczne. Materiały inkubowano w roztworze PBS w celu oceny ich degradacji oraz uwalniania retinolu i resweratrolu. Badanie właściwości antyoksydacyjnych przeprowadzono z wykorzystaniem rodników ABTS. Dodatkowo materiały inkubowano w roztworze SBF w celu oceny ich mineralizacji. Morfologia i struktura hydrożeli została zbadana za pomocą mikroskopii SEM oraz spektroskopii FTIR-ATR. Wykonano również badania właściwości reologicznych oraz wstępne badania biologiczne w warunkach *in vitro*.

Przeprowadzone badania wykazały, że wprowadzenie substancji biologicznie aktywnych wpłynęło na strukturę hydrożeli oraz szereg ich właściwości. Otrzymane hydrożele posiadają obiecujący potencjał do zastosowania jako materiały dla inżynierii tkankowej.

*Niniejsza praca była wspierana w ramach programu „Inicjatywa doskonałości – uczelnia badawcza” dla Akademii Górniczo-Hutniczej.*

### Literatura:

- [1] A. Sommer, K. P. West. Vitamin A deficiency: health, survival, and vision. Oxford University Press, USA, 1996.
- [2] A. Shaito, A. M. Posadino, N. Younes, H. Hasan, S. Halabi, D. Alhababi, A. Al-Mohannadi, W. M. Abdel-Rahman, A. H. Eid, G. K. Nasrallah, G. Pintus, Int J Mol Sci, Potential adverse effects of resveratrol: A literature review. Int J Mol Sci, 2020, 21.6: 2084.
- [3] A. Shearer, M. Montazerian, J. C. Mauro, Modern Definition of Bioactive Glasses and Glass-Ceramics, 2022, 1–20, <https://arxiv.org/abs/2212.00213v1>.

## Tlenki metali przejściowych jako materiały elektrodowe do magazynowania energii

Zuzanna Zarach, Mariusz Szkoda, Konrad Trzciniński, Andrzej Nowak

*Politechnika Gdańska, Wydział Chemiczny, ul. Gabriela Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk*

Wysoco wydajne urządzenia do magazynowania energii elektrycznej są niezbędnym elementem dla nowopowstających technologii, w szczególności dla przenośnej elektroniki, samochodów elektrycznych oraz systemów uwzględniających wdrażanie odnawialnej energii [1]. Obecnie najpowszechniejszymi urządzeniami do magazynowania energii elektrycznej są akumulatory i superkondensatory [2,3]. Baterie charakteryzują się wysoką gęstością energii podczas gdy superkondensatory mogą zapewnić znacznie większą gęstość mocy. Ich uzupełniające się właściwości wskazują, że oba są niezbędne do zaspokojenia wymaganego zapotrzebowania na moc i energię. Pośród superkondensatorów możemy wyróżnić pseudokondensatory – urządzenia wykorzystujące zarówno mechanizm elektrycznej warstwy podwójnej (EDLC), jak również reakcje faradajowskie, dzięki czemu mogą oferować znacznie większe możliwości pod względem gęstości energii niż konwencjonalne superkondensatory węglowe – typowe kondensatory EDLC [4].

W celu zwiększenia wydajności pseudokondensatorów, wiele badań skupia się na optymalizacji struktury, składu i morfologii materiałów elektrodowych w celu zwiększenia ich wydajności, a uwaga badaczy skupia się m.in. na polimerach przewodzących oraz różnych związkach metali przejściowych [5,6]. Idealny pseudopojemnościowy materiał elektrodowy powinien cechować się możliwością zmian stopnia utlenienia, wysokim przewodnictwem elektronowym i jonowym, jak również niewielką zmianą objętości/struktury krystalicznej podczas cykli ładowania i rozładowania. Celem pracy jest zbadanie właściwości pojemnościowych tlenków molibdenu oraz przeanalizowanie wpływu sposobu prowadzenia syntezy na właściwości fizykochemiczne oraz zdolność do magazynowania energii elektrycznej.

*Podziękowania za finasowanie badań dla Narodowego Centrum Badań i Rozwoju w ramach projektu LIDER X nr LIDER/15/0088/L-10/18/NCBR/2019.*

### Literatura:

- [1] S. Chu, Y. Cui, N. Liu, *Nat. Mater.* 2017, 16, 16–22.
- [2] P. Simon, Y. Gogotsi, B. Dunn, *Science* 2014, 343, 1210–1211.
- [3] Y. Gogotsi, R.M. Penner., *ACS Nano* 2018, 12, 2081–2083.
- [4] P. Yang, W. Mai, *Nano Energy* 2014, 8, 274–290.
- [5] M. R. Lukatskaya, S. Kota, Z. Lin, M.-Q. Zhao, N. Shpigel, M. D. Levi, J. Halim, P.-L. Taberna, M. W. Barsoum, P. Simon, Y. Gogotsi, *Nat. Energy* 2017, 2, 17105.
- [6] H. S. Kim, J. B. Cook, H. Lin, J. S. Ko, S. H. Tolbert, V. Ozolins, B. Dunn, *Oxygen Vacancies, Nat. Mater.* 2017, 16, 454–460.

**PLAKATY**  
**SESJA GŁÓWNA**  
**ŚRODA 14.06**  
**(wg przypisanych numerów)**

## Badania oddziaływania wody z powierzchniami węglowych kropek kwantowych

Agnieszka Bielicka<sup>a</sup>, Julia Moszczyńska<sup>b</sup>, Katarzyna Roszek<sup>c</sup>, Anna Hetmann<sup>c</sup>,  
Marek Wiśniewski<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Nowych Syntez Chemicznych, Centrum Badań i Rozwoju InorChem, Ul. Sowińskiego 11, 44-101 Gliwice;

<sup>b</sup> Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Wydział Chemii, Katedra Chemii Materiałów Adsorpcji i Katalizy, ul. Gagarina 7, 87 -100 Toruń;

<sup>c</sup> Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Wydział Nauk Biologicznych i Weterynaryjnych, Katedra Biochemii, ul. Lwowska 1, 87 -100 Toruń

Ogromne znaczenie kropek kwantowych w różnorodnych procesach biologicznych, chemicznych i fizycznych, jest bardzo dobrze udokumentowane w literaturze [1-3]. Niemniej jednak struktura warstw molekularnych otaczających ich powierzchnię w roztworze wodnym pozostaje ciągle bardzo słabo poznana [4]. Dlatego wiedza na temat mechanizmu oddziaływania powierzchni węglowych kropek kwantowych (CQD) z wodą – ich naturalnym środowiskiem – jest wysoce pożądana.

Wspólna nazwa węglowe kropki kwantowe jest jednak niejednoznaczna: zawiera materiały, których pH wodnych dyspersji zawiera się od 2.5 przez neutralne, aż do 9.5. Należy się więc spodziewać całkowicie odmiennych właściwości fizyko-chemicznych takich materiałów.

Warstwa dyfuzyjna i Sterna nad powierzchnią CQD, scharakteryzowana in situ, ujawnia obecność zarówno anionowych  $[\text{OH}(\text{H}_2\text{O})_n]^-$  jak i kationowych  $[\text{H}(\text{H}_2\text{O})_n]^+$  klastrów wody. Ich istnienie wyjaśnia nowe obserwacje: (i) nieoczekiwanie niska entalpia adsorpcji ( $\Delta H_{\text{ads}}$ ) w zakresie ciśnień poniżej 0.1 p/ps i  $\Delta H_{\text{ads}}$  wynosząca blisko 200 kJ/mol przy ok 0.1 p/ps; (ii) obecność „okna przewodzącego”: charakter izolujący oraz wzrost przewodnictwa – przy odpowiednim (zależnym od charakteru powierzchni) p/ps związany z tworzeniem się mniejszych lub większych klastrów, (iii) stabilność warstwy Sterna; oraz (iv) właściwości superhydrofilowe badanego materiału. Te obserwacje są konsekwencjami adsorpcji dysocjacyjnej  $\text{H}_2\text{O}$  na centrach kwasowych i/lub zasadowych.

Dodatkową bezpośrednią zaletą powierzchni CQD powstających metodą prostego natrysku jest możliwość pracy jako powłoka antystatyczna, przeciwmgielna, przy zachowaniu dużej biokompatybilności.

### Literatura:

- [1] C. Burda, X. Chen, R. Narayanan, M.A. El-Sayed, Chemical Reviews, 2005, 105, 1025–1102.
- [2] S. Y. Lim, W. Shen, Z. Gao, Chemical Society Reviews 2015, 44, 362–381.
- [3] S. Parveen, R. Misra, S. K. Sahoo, Biology and Medicine 2012, 8, 147–166.
- [4] M. Wiśniewski, International Journal of Molecular Sciences, 2022, 23(22), 14292.

## Hybrydowe materiały węglowe do zastosowań w regeneracji tkanki kostnej/chrzęstnej

Maciej Boguń<sup>a</sup>, Sylwia Magdziarz<sup>b</sup>, Beata Kolesińska<sup>b</sup>, Justyna Frączyk<sup>b</sup>, Marcin Kudzin<sup>a</sup>, Paulina Król<sup>a</sup>, Irena Kamińska<sup>a</sup>, Ewa Stodolak-Zych<sup>c</sup>, Maciej Gubernat<sup>c</sup>

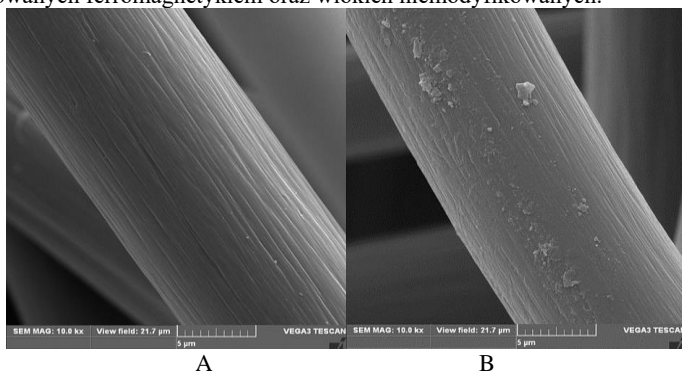
<sup>a</sup> Łukasiewicz – Łódzki Instytut Technologiczny, ul. M.Skłodowskiej-Curie 19/27, 90-570 Łódź;

<sup>b</sup> Politechnika Łódzka, Wydział Chemiczny, Instytut Chemii Organicznej, ul. Żeromskiego 116, 90-543 Łódź;

<sup>c</sup> Akademia Górniczo – Hutnicza im. S.Staszica, Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki, Katedra Biomateriałów i Kompozytów, Al. A.Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

Materiały hybrydowe, w tym także włókna węglowe stanowią obecnie jeden z kierunków rozwoju nowych funkcjonalnych biomateriałów. Możliwość modyfikacji powierzchni materiałów i nadawania w ten sposób im nowych cech umożliwia kreowanie zarówno architektury biomateriału, jak także jego właściwości biologicznych.

Opracowano materiały węglowe, które modyfikowano poprzez naniesienie warstwy ferromagnetyku metodą PVD, co skutkowało uzyskaniem biomateriału możliwego do obserwacji przy użyciu obecnych technik diagnostycznych, takich jak MRI. Następnie w celu zwiększenia ich funkcjonalności włókniny węglowe poddano dodatkowej modyfikacji polisacharydem, do którego przyłączono peptyd. Metoda modyfikacji peptydami struktur węglowych, jak i dobór rodzaju peptydu została przedstawiona w pracy [1]. Zmodyfikowane włókniny węglowe wykazują się większą hydrofilowością w porównaniu do włókniny niemodyfikowanej. Jednocześnie na podstawie badań biologicznych należy stwierdzić, iż materiał ten sprzyja procesowi proliferacji komórek. Poniższy rysunek przedstawia zdjęcie włókien węglowych modyfikowanych ferromagnetykiem oraz włókien niemodyfikowanych.



Rys. 1. Włókna węglowe: A – niemodyfikowane oraz B – modyfikowane ferromagnetykiem metodą PVD.

Badania finansowane przez Narodowe Centrum Nauki w Krakowie w ramach projektu UMO-2018/31/B/ST8/02418.

### Literatura:

[1] J. Frączyk, S. Magdziarz, E. Stodolak-Zych, E. Dzierzkowska, D. Puchowicz, I. Kamińska, M. Giedłowska, M. Boguń, *Materials* 14, (2021), 3198.

## Wpływ fulerenów na kultury tkankowe kalusa lili złotogłów (*Lilium martagon* L.)

Magdalena Kędra<sup>a</sup>, Monika Bojko<sup>a</sup>, Beata Myśliwa-Kurdziel<sup>a</sup>, Maciej Serda<sup>b</sup>, Grzegorz Góralski<sup>c</sup>, Monika Tuleja<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Zakład Fizjologii i Biochemii Roślin, Wydział Biochemii, Biofizyki i Biotechnologii, Uniwersytet Jagielloński, ul. Gronostajowa 7, Kraków 30-387, Polska;

<sup>b</sup> Instytut Chemii, Uniwersytet Śląski w Katowicach, Katowice, 40-006, Polska;

<sup>c</sup> Zakład Cytologii i Embriologii Roślin, Wydział Biologii, Uniwersytet Jagielloński, ul. Gronostajowa 9, Kraków 30-387, Polska

Nanomateriały węglowe stają się coraz bardziej popularne w badaniach biologicznych. Fulereny to cząsteczki składające się parzystej liczby atomów węgla tworzących układ sześciowęglowych pierścieni tworzących zamkniętą, pustą w środku bryłę geometryczną. [60]fuleren zastosowany w naszych badaniach to kulista cząsteczka, która ma kształt dwudziestościanu foremnego i składa się z 60 atomów węgla, do której w celu zwiększenia rozpuszczalności w środowisku wodnym przyłączono polarną grupę funkcyjną (fragment D-glukozaminy, F19; lub glicyny, F33). Szczególnie szybko rozwijają się badania nad działaniem tych fulerenów na układy komórek zwierzęcych szczególnie komórek rakowych i jako środki przeciwdrobnoustrojowe [1, 2]. Niewiele jednak wiadomo na temat wpływu fulerenów na tkankę roślinną. Modelem do naszych badań była roślina o znaczeniu medycznym *Lilium martagon* L. Kalus indukowano i hodowano w warunkach standardowych [3] oraz w obecności fulerenów (F19 i F33).

Zastosowane w doświadczeniu nanocząsteczki nie wykazywały toksycznego wpływu na kulturę kalusa lili i w obserwowanych układach doświadczalnych nie wykryto aktywności fotosyntetycznej. Największy względny przyrost masy kalusów odnotowano po dwóch tygodniach, a różnice między kontrolą a F33 oraz między F19 a F33 były istotne statystycznie na korzyść F33. Obserwacje histologiczne wykazały wyższą zawartość skrobi, polisacharydów ścianowych, ziarnistości białkowych w kalusie traktowanym fulerenami. Mimo to analiza ilościowa biochemiczna wykazała, że oba fulereny zmniejszały zawartość białka w testowanym materiale roślinnym. Fulereny nie miały istotnego wpływu na stężenie karotenoidów w kalusie kultury lili. Wykazano obecność bardzo niskich stężeń chlorofilu w kontroli i w hodowlach w obecności F19 i bardzo niską wydajność kwantową PS II.

Nasze wyniki wskazują na potencjał aplikacyjny fulerenów.

### Literatura:

- [1] E. Barańska, O. Wiecheć-Cudak, M. Rak, A. Bienia, A. Mrozek-Wilczkiewicz, M. Krzykawska-Serda, M. Serda, *Nanomaterials*, 2021, 11(2), 513.
- [2] M. Serda, M. J. Ware, J. M. Newton, S. Sachdeva, M. Krzykawska-Serda, L. Nguyen, J. Law, A. O. Anderson, S. A. Curley, L. J. Wilson, S. J. Corr, *Nanomedicine*, 2018, 13, 2981–2993.
- [3] M. Kędra, A. Bach, *Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica*, 2005, 4, 65–73.



## **Wpływ modyfikacji powierzchni porowatej PLA z PCL na hodowlę komórek adherentnych**

Agata Wikarska<sup>a</sup>, Wiktoria Piórkowska<sup>a</sup>, Aneta Raszewska-Kaczor<sup>b</sup>, Joanna Czarnecka<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Katedra Biochemii, WNBiW, Uniwersytet Mikołaja Kopernika, ul. Gagarina 13, 87-100 Toruń;

<sup>b</sup> Instytut Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników, Toruń, ul. Skłodowskiej-Curie 55, 87-100 Toruń

Biokompostowalny polilaktyd (PLA) jest otrzymywany z surowców odnawialnych i może być wykorzystywany do produkcji produktów jednorazowego użytku, takich jak pojemniki czy opakowania. Modyfikowany polilaktyd, polikaprolakton (PCL), to biodegradowalny polimer, który łatwo miesza się z wieloma innymi polimerami. W medycynie jest on stosowany do produkcji implantów i wchłanialnych nici chirurgicznych. Zastosowanie PCL jako dodatku do PLA, w przypadku materiałów porowatych ma na celu poprawę ich elastyczności i biodegradowalności. Układ tego typu, aby mógł być zastosowany w hodowli komórkowej, musi być poddany modyfikacji powierzchni poprzez dodatek modyfikatorów poprawiających adhezję komórek oraz działanie plazmy.

Wykazaliśmy, że zmiany dawki promieniowania użytej do traktowania materiału wpływają na zmianę żywotności komórek HDF (prawidłowe fibroblasty ludzkie) w hodowli *in vitro*, ocenianej zarówno w testach pośrednich jak i bezpośrednich (test MTT, barwienie fioletem krystalicznym) oraz na zmianę zdolności do adhezji (ocenianej testem z błękitem trypanu). Uzyskane wyniki wskazują, że badane połączenie biodegradowalnych materiałów może być rozpatrywane jako nowy kierunek dla rozwoju biozgodnych podłoży hodowlanych.

## Nanocząstki złota i srebra modyfikowane laktoferyną – zastosowanie w leczeniu neuroinfekcji wywołanych mysim koronawirusem (MHV)

Marcin Chodkowski<sup>a</sup>, Martyna Janicka<sup>a</sup>, Magdalena Patrycy<sup>a</sup>, Emilia Tomaszewska<sup>b</sup>, Katarzyna Ranaszek-Soliwoda<sup>b</sup>, Katarzyna Bednarczyk<sup>b</sup>, Grzegorz Celichowski<sup>b</sup>, Jarosław Grobelny<sup>b</sup>, Małgorzata Krzyżowska<sup>a</sup>

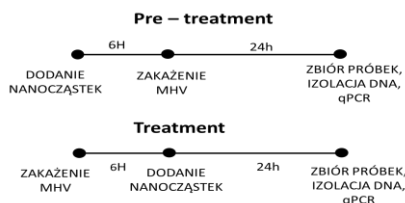
<sup>a</sup> Wojskowy Instytut Higieny i Epidemiologii, ul. Kozielska 4, 01-163 Warszawa;

<sup>b</sup> Katedra Technologii i Chemii Materiałów, Wydział Chemii, Uniwersytet Łódzki, ul. Pomorska 163, 90-236 Łódź

Objawy neurologiczne występujące w czasie zakażeń wirusowych, są niezwykle rzadkie, jednak cechuje je duża śmiertelność. W związku z pandemią COVID-19 opisano w literaturze wiele symptomów ze strony centralnego układu nerwowego (CUN) po przejściu zakażenia Sars-CoV-2. Zaliczamy do nich: bóle głowy, anosmie, ageuzję, miopatię, dysautonomię, drgawki, zaburzenia ruchowe, zapalenie mózgu, zespół Guillaina-Barrégo, zapalenie nerwu wzrokowego, zapalenie opon mózgowych oraz ostre zapalenie rdzenia kręgowego. Etiologia wymienionych wyżej objawów, nie zawsze połączona jest z zakażeniem komórek CUN, może być konsekwencją hipoksji, czy incydentów zakrzepowych, tak mocno powiązanych z przejściem COVID-19. Pomimo dostępnych skutecznych szczepień istnieje konieczność poszukiwania odpowiednich metod leczenia, ze względu na wzrastającą liczbę nowych wariantów Sars-CoV-2. Badanie zakładało wykorzystanie hodowli komórkowych neuronalnych oraz wirusa MHV (murine hepatitis virus) należącego do rodziny *Coronaviridae*, który wykazuje podobny tropizm tkankowy jak Sars-Cov2 i jest dobrym modelem do badania patogenyzy COVID-19.

Głównym celem zaplanowanych badań było sprawdzenie, czy nanocząstki złota i srebra różnej wielkości, modyfikowane laktoferyną wpływają wirusobójczo/wirusostatycznie na replikację MHV (murine hepatitis virus) w neuronalnych hodowlach komórkowych.

Materiały: hodowle komórkowe: Neuro-2a (neuroblastoma mysia), hodowle pierwotne: neuronalna oraz mieszana mikrogleju i astrocytów. Nanocząstki: Au i Ag o wielkości 10 i 30 nm modyfikowane laktoferyną (LF). Metody: przed zakażeniem (pretreatment) – do hodowli komórkowych przed zakażeniem MHV były dodawane nanocząstki na 6 h, następnie po tym czasie były zakażane; sprawdzenie możliwości leczenia (treatment) nanocząstki były podawane 6 h po zakażeniu hodowli [Ryc. 1]. W każdym z wymienionych układów badawczych, po 24 próbki zbierano w celu izolacji RNA wirusa i pomiaru replikacji metodą RT-qPCR.



Ryc. 1 Schemat podawania nanocząstek.

Wyniki: Zastosowane nanocząstki srebra i złota modyfikowane laktoferyną wykazały efekt wirusostatyczny, szczególnie w układzie pretreatment - podawane przed zakażeniem. Ponadto obserwowano również spadek replikacji wirusa w przypadku użycia nanocząstek jako potencjalnych leków po zakażeniu.

Praca sfinansowana z grantu OPUS 2018/31/B/NZ6/02606.

## Specyficzne nanociała jako narzędzie do badań receptorów nikotynowych

Dorota Nemezc<sup>a,c</sup>, Weronika Nowak<sup>a</sup>, Gabriel Aymé<sup>b</sup>, Pierre Lafaye<sup>b</sup>,  
Pierre-Jean Corringer<sup>c</sup>, Ákos Nemezc<sup>a,c</sup>

<sup>a</sup> Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Wydział Nauk Biologicznych i Weterynaryjnych,  
Katedra Biochemii, ul. Lwowska 1, 87-100 Toruń, Polska;

<sup>b</sup> Antibody Engineering Platform, CNRS UMR 3528, Pasteur Institut, Paris, France;

<sup>c</sup> Channel-Receptors Unit, CNRS UMR 3571, Pasteur Institut, Paris, France

Nikotynowe receptory acetylocholino (nAChR) odgrywają kluczową rolę w szybkiej chemiczno-elektrycznej transdukcji sygnału w ośrodkowym i obwodowym układzie nerwowym. Ich dysfunkcja powiązana została z wieloma zaburzeniami układu nerwowego oraz chorobami neurodegeneracyjnymi, takimi jak choroba Alzheimera i Parkinsona, depresja, czy uzależnienia. Wszehobecność oraz liczne funkcje sprawiają, że nAChR są atrakcyjnym celem w badaniach nad terapią schorzeń układu nerwowego. Mimo, iż do tej pory znalezionych i zsyntetyzowanych zostało wiele cząsteczek pełniących rolę antagonistów, agonistów i częściowych agonistów tych receptorów, to wciąż brakuje skutecznych metod leczenia. Małe cząsteczki działające jako modulatory allosteryczne, które wiążą się poza miejscem ortosterycznym, cieszą się zatem dużym zainteresowaniem. Nanociała (VHH) to jednodomenowe przeciwciała pochodzące z ciężkołańcuchowych przeciwciał odkrytych u zwierząt z rodziny wielbłądowatych (*Camelidae*). Te małe białka wykazują wysokie powinowactwo do antygeny i są łatwo wytwarzane w bakteryjnych systemach ekspresyjnych (w przeciwieństwie do konwencjonalnych przeciwciał). Tym samym VHH stały się nowatorskim i unikalnym narzędziem do badań strukturalnych i funkcjonalnych innych białek.

Nanociała przeciwko receptorowi a4b2 zostały wytworzone w wyniku immunizacji alpaki. Ich podstawowa charakterystyka pozwoliła na określenie ich specyficzności, jak również właściwości funkcjonalnych względem tego typu receptora. Nanociała te mogą znaleźć zastosowanie w badaniach farmakologicznych i strukturalnych oraz lokalizacji *in vivo* nAChR. Mogą mieć również potencjał w zastosowaniach klinicznych.

## Fulereny C[60] - „cząsteczki młodości” i ich rola w łagodzeniu efektów stresu oksydacyjnego u roślin.

Iga Słomczyńska<sup>a</sup>, Monika Bojko<sup>b</sup>, Emilia Gula<sup>c</sup>, Magdalena Kędra<sup>b</sup>, Beata Myśliwa-Kurdziel<sup>b</sup>,  
Marta Libik-Konieczny<sup>c</sup>, Diana Saja-Garbarz<sup>c</sup>, Maciej Serda<sup>d</sup>, Monika Tuleja<sup>a</sup>

<sup>a</sup>ZCiER, Wydział Biologii, UJ, ul. Gronostajowa 9, 30-387 Kraków

<sup>b</sup>ZFiBR, Wydział Biochemii, Biotyzki i Biotechnologii, UJ, ul. Gronostajowa 7, 30-387 Kraków

<sup>c</sup>Instytut Fizjologii Roślin im. F. Górskiego PAN, ul. Niezapominajek 21, 30-239 Kraków

<sup>d</sup>Instytut Chemii, Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych, UŚ, ul. Szkolna 9, 40-006 Katowice

Jedną z reakcji roślin na czynniki stresu środowiskowego jest stres oksydacyjny, wynikający z nadmiernej produkcji reaktywnych form tlenu (RFT). Choć RFT są ważne dla prawidłowego funkcjonowania roślin, ich podwyższony poziom może prowadzić do uruchomienia kaskady reakcji przyspieszających procesy starzenia komórek, a następnie ich śmierci. Wśród czynników odpowiadających za regulację poziomu RFT, kluczową rolę odgrywa system antyoksydacyjny. Enzymatyczne antyoksydanty takie jak dysmutaza ponadtlenkowa (SOD), katalaza (KAT czy peroksydazy (POX) stanowią istotny składnik tego systemu.

Fulereny, kuliste nanocząsteczki, alotropowe odmiany węgla zbudowane z regularnie ułożonych jego atomów, spełniają wiele funkcji, w tym i biologicznych. Wykazują silne działanie antyoksydacyjne (przez co wykorzystywane są w leczeniu wielu stanów chorobowych), antybakteryjne i antywirusowe, są także stosowane w terapii fotodynamicznej, a także jako nośniki dostawcze leków oraz środki w transfekcji. Mimo stale rosnącego komercyjnego wykorzystania nanomateriałów węglowych ich wpływ na organizmy nadal jest trudny do przewidzenia. Dlatego precyzyjne określenie charakteru oddziaływania fulerenów na tkanki roślinne i odpowiedź na pytanie czy stres oksydacyjny jest indukowany czy też niwelowany u wybranych gatunków roślin przez fulereny, jest bardzo istotne, i może mieć szerokie znaczenie aplikacyjne. Celem niniejszych badań było określenie reakcji eksplantatów wilczomleczka okazałego (*Euphorbia milii* Des Moul) na aplikację rozpuszczalnych w wodzie pochodnych C[60] fulerenów (MMS19- kompleks z fragmentami D-glukozaminy) w warunkach kultury *in vitro* i oceny charakteru ich wpływu w kontekście stresu oksydacyjnego oraz w obrazie histologicznym, który był różny w zależności od ekspozycji tkanki na fulereny lub jej braku. Zastosowano dwa układy doświadczalne, niemorfogenny (pożywka MS) i morfogenny, gdzie ryzogeneza jako obserwowana odpowiedź morfogenetyczna indukowana była auksyną i cytokininą (pożywka MS + NAA + 2iP). Na podstawie przeprowadzonych badań dowiedziono, że zastosowane stężenia fulerenów charakteryzują się bardzo niską aktywnością antyoksydacyjną, roztwory MMS19 (10 mg/50 ml) w objętościach 40 ul 60, ul i 100 ul nie wykazały zdolności do usuwania reaktywnych form tlenu w teście z DPPH. Suplementacja kultury wilczomleczka określonymi stężeniami MMS19 nie wywołała zmian w całkowitej aktywności antyoksydacyjnej komórek eksplantatów z układu morfogenicznego. W eksplantatach z liści *E. milii* zidentyfikowano izoformy SOD: MnSOD i CuZnSOD, ich aktywność uległa zmniejszeniu w obecności fulerenów wyraźnie widocznie na pożywkach niemorfogennych. Mniejsze zmiany obserwowano na pożywkach z dodatkiem fitohormonów. Podobną zależność zaobserwowano w przypadku aktywności katalazy. Aktywność peroksydazy była wyższa w komórkach eksplantatów hodowanych na pożywkach z dodatkiem fitohormonów, a ekspozycja na fulereny spowodowała dodatkowy wzrost ich aktywności.

## **Synteza, właściwości fizykochemiczne i aktywność cytotoksyczna *in vitro* nanocząstek złota otrzymywanych z wykorzystaniem soków owocowych**

Monika Richert<sup>a</sup>, Ilona Szymańska<sup>a</sup>, Natalia Forbot<sup>b</sup>, Joanna Czarnecka<sup>b</sup>, Katarzyna Roszek<sup>b</sup>, Grzegorz Trykowski<sup>c</sup>

<sup>a</sup> *Katedra Chemii Nieorganicznej i Analitycznej, Wydział Farmaceutyczny, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Collegium Medicum im. Ludwika Rydygiera w Bydgoszczy, ul. dr. A.*

*Jurasza 2, 85-089 Bydgoszcz;*

<sup>b</sup> *Katedra Biochemii, Wydział Nauk Biologicznych i Weterynaryjnych, Uniwersytet Mikołaja Kopernika, ul. Lwowska 1, 87-100 Toruń;*

<sup>c</sup> *Katedra Chemii Materiałów, Adsorpcji i Katalizy, Wydział Chemii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika, ul. Gagarina 7, 87-100 Toruń*

Dużym problemem dla współczesnej medycyny są choroby nowotworowe, dlatego wiele badań koncentruje się na opracowywaniu nowoczesnych metod ich leczenia, selektywności działania a także na poprawie jakości życia chorego. Nanocząstki złota (AuNPs) poddane odpowiedniej funkcjonalizacji mogą być wykorzystywane do diagnostyki oraz terapii nowotworów. AuNPs cieszą się dużym zainteresowaniem ze względu na ich możliwości terapeutyczne i wysoką biokompatybilność oraz dobrą kontrolę rozmiarów, kształtów, właściwości optycznych i łatwość funkcjonalizacji. Synteza nanocząstek metali oparta na założeniach „zielonej chemii”, czyli chemii zrównoważonego rozwoju staje się coraz popularniejszą ekologiczną metodą stosowaną zamiast syntezy chemicznej. W szczególności ekstrakty pochodzenia roślinnego stosowane jako czynniki redukujące i stabilizujące są wykorzystywane do syntezy metalicznych nanocząstek [1].

Prezentowana wyniki dotyczą opracowania i optymalizacji metod syntezy nanocząstek złota zgodnie z założeniami „zielonej chemii” i zastosowaniu soków owocowych, takich jak jabłkowy czy grejpfrutowy. W trakcie badań przeanalizowano wpływ stężenia roztworu prekursora jonów Au(III) jak i stosowanych soków owocowych na syntezę nanocząstek złota. Powstawanie AuNPs monitorowano za pomocą spektroskopii UV-Vis śledząc położenie oraz intensywność charakterystycznego pasma plazmonowego nanoczątek Au. Ponadto nanocząstki były modyfikowane nukleotydami, takimi jak guanozynomonofosforan oraz cytydynomonofosforan, które decydują o specyficzności oddziaływań z białkami i w konsekwencji mogą wpłynąć na zwiększenie działania przeciwnowotworowego. Kształt i rozmiar AuNPs scharakteryzowano przy zastosowaniu skaningowej i transmisyjnej metody mikroskopii elektronowej (SEM, TEM) a skład określono przy użyciu rentgenowskiej spektroskopii fluorescencyjnej z dyspersją energii (EDXRF). Aktywność cytotoksyczną określono wobec komórek nowotworowych raka szyjki macicy (HeLa) i niedrobnokomórkowego raka płuca (A549) oraz prawidłowych komórek ludzkich fibroblastów (human dermal fibroblasts, HDF).

*Badania są finansowane w ramach Podstawowej Działalności Badawczej 2023 Katedry Chemii Nieorganicznej i Analitycznej na Wydziale Farmaceutycznym CM UMK w Toruniu.*

## Przeciwbakteryjne i nietoksyczne materiały na bazie lewanu i oleju konopnego o potencjalnym zastosowaniu w opatrywaniu ran

Dorota Chelminiak-Dudkiewicz<sup>a</sup>, Miloslav Macháček<sup>b</sup>, Jolanta Długaszewska<sup>c</sup>, Magdalena Wujak<sup>d</sup>, Aleksander Smolarkiewicz-Wyczachowski<sup>a</sup>, Kinga Mylkie<sup>a</sup>, Marta Ziegler-Borowska<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Wydział Chemii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, ul. Gagarina 11, 87-100 Toruń;

<sup>b</sup> Wydział Farmacji w Hradec Kralove, Uniwersytet Karola w Pradze, ul. Akademika Heyrovského 1203, 500-05 Hradec Kralove;

<sup>c</sup> Wydział Farmaceutyczny, Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, ul. Rokietnicka 3, 60-806 Poznań;

<sup>d</sup> Wydział Farmaceutyczny, Collegium Medicum w Bydgoszczy, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, ul. Jurasza 2, 85-089 Bydgoszcz

Uszkodzenia skóry należą do najczęstszych urazów na świecie. Większość stosowanych obecnie opatrunków składa się głównie z syntetycznych polimerów, które niestety przejawiają różne ograniczenia, mogące potencjalnie prowadzić do infekcji lub uszkodzeń skóry. Zdecydowanie lepszym rozwiązaniem wydaje się być zastosowanie naturalnych polimerów, które charakteryzują się biokompatybilnością zarówno z organizmem ludzkim, jak i procesami biologicznymi. Ponadto, tego typu polimery charakteryzują się morfologicznym podobieństwem do macierzy zewnątrzkomórkowej, co minimalizuje ryzyko reakcji immunologicznych, często wykrywanych w przypadku polimerów syntetycznych [1]. Przykładem naturalnego polimeru jest biokompatybilny i silnie adhezyjny lewan, wykazujący właściwości przeciwnowotworowe, przeciwwirusowe, antyoksydacyjne i fibrynolityczne. Te unikalne właściwości uitorowały drogę do wielu zastosowań biomedycznych, w tym do projektowania opatrunków na rany [2].

W ramach badań otrzymano i scharakteryzowano gąbki lewanowe zawierające olej konopny w różnych stężeniach masowych. Podstawową substancją czynną w oleju konopnym jest niepsychoaktywny kannabidiol, posiadający wiele korzystnych właściwości. Oceniono stopień adsorpcji białka na powierzchni otrzymanych biomateriałów. Otrzymane biomateriały wykazywały aktywność antibakteryjną wobec *S. aureus* i *P. aeruginosa*. Testy hemolizy wykazały, że wszystkie gąbki były materiałem niehemolitycznym. Ponadto gąbki były nietoksyczne i kompatybilne wobec mysich fibroblastów i ludzkich komórek NHDF. Uzyskane wyniki sugerują, że otrzymane materiały spełniają większość warunków niezbędnych do stworzenia dobrego opatrunku w zastosowaniach związanych z leczeniem ran.

*D.Ch-D., M.W., A.S-W., K.M. i M.Z-B. są członkami Centrum Doskonałości „W kierunku medycyny spersonalizowanej” działającego w ramach Inicjatywy Doskonałości - Uniwersytet Badawczy.*

### Literatura:

[1] S. Huang, X. Fu, Journal of Controlled Release, 2010, 142 (2), 149–159.

[2] T. Zhan, Q. Bai, Z. Zhao, Arabian Journal of Chemistry 2021, 14 (12), 103389.

## Aktywność przeciwbakteryjna nanocząstek węgla (CNPs) i ich modyfikacji

Alicja K. Olejnik<sup>a</sup>, Radosław A. Wach<sup>a</sup>, Agnieszka Adamus-Włodarczyk<sup>a</sup>, Bożena Rokita<sup>a</sup>,  
Katarzyna Kucharska<sup>a</sup>, Natalia Słabęcka<sup>a</sup>, Anna Karczemska<sup>b</sup>, Dariusz Witkowski<sup>b</sup>,  
Justyna Frączyk<sup>c</sup>, Anna Gajda<sup>c</sup>, Beata Kolesińska<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Politechnika Łódzka, Międzyresortowy Instytut Techniki Radiacyjnej, ul. Wróblewskiego 15,  
93-590 Łódź;

<sup>b</sup> Politechnika Łódzka, Instytut Maszyn Przepływowych, ul. Wólczańska 217/221, 93-005 Łódź;

<sup>c</sup> Politechnika Łódzka, Instytut Chemii Organicznej, ul. Żeromskiego 116, 90-543 Łódź

W dobie coraz większej liczby antybiotykoopornych patogenów bardzo istotne jest poszukiwanie nowych leków oraz związków o działaniu przeciwbakteryjnym. Od kilkunastu lat polem do takich poszukiwań są nanocząstki. Wiadomo od dawna o działaniu przeciwbakteryjnym nanocząstek srebra lub złota [1, 2], natomiast mniej informacji dostępnych jest na temat nanocząstek węgla (CNP) jako czynnika antybakteryjnego.

W pracy poddano ocenie działanie antybakteryjne nanocząstek różnych form alotropowych węgla, wykorzystując wzorcowe bakterie gram-ujemne (*Escherichia coli* ATCC 8739) oraz gram-dodatnie (*Staphylococcus aureus* ATCC 6538). Aktywność przeciwbakteryjną badano trzema metodami: 1/ metodą dyfuzji w żelu agarowym (zmodyfikowana metoda krążkowo-dyfuzyjna Kirby-Bauer), 2/ w roztworach oraz 3/ w warstwach dostosowując metodę ISO 22196: „Pomiar aktywności przeciwbakteryjnej na tworzywach sztucznych i innych nieporowatych powierzchniach”. Badaniom poddano chemicznie funkcjonalizowane nanodiamenty (ND), nanorurki węglowe (CNT), fulereny (Fu) i zredukowany tlenek grafenu (rGO). Nanocząstki przygotowano w formie zawiesin w stężeniach 0,1%, 0,01% i 0,001%.

Wyniki uzyskane w badaniach metodą dyfuzji w agarze wskazały na potencjalną aktywność przeciwbakteryjną niektórych, specyficznych modyfikacji CNP, bez względu na rodzaj nanocząstek. Zostało to potwierdzone badaniami w roztworach. Na podstawie rezultatów uzyskanych z dwóch rodzajów testów wytypowano nanocząstki węgla, których zawiesiny rozprowadzano na powierzchni szkła, suszono i poddawano badaniu zmodyfikowaną metodą opartą na ww. normie. Wyraźną aktywność przeciwbakteryjną zaobserwowano w przypadku trzech modyfikacji ND, w szczególności ND9. Nanocząstki Fu i rGO, zfunkcjonalizowane w ten sam sposób, wykazały bardzo wysoką aktywność przeciwbakteryjną, natomiast aktywność tak samo zfunkcjonalizowanych CNT była nieco mniejsza.

Uzyskane wyniki badań pozwalają zakładać możliwość szerokiego zastosowania modyfikowanych nanocząstek węgla jako środków przeciwbakteryjne. Na razie nie przewiduje się ich wykorzystania jako leków, lecz jako dodatki do materiałów, z których wytwarzane są przedmioty codziennego użytku, takie jak poręcze, uchwyty, blaty czy drzwi, tj. przedmioty w przestrzeni publicznej używane przez wiele osób. Zastosowanie nanocząstek węgla o własnościach antybakteryjnych może być szczególnie atrakcyjne w przychodniach, szpitalach, teatrach, kinach urzędach czy transporcie publicznym, gdzie występuje podwyższona ilość patogenów.

*Źródło finansowania: Projekt AnBaCo „Antibacterial Coatings Containing Carbon Nanoparticles Obtained by Sol-Gel Method” o numerze M-ERA.NET2/2019/3/2020.*

### Literatura:

- [1] K. Soo-Hwan, H. Lee, D. Ryu, S. Choi, D. Lee, Korean Journal of Microbiology and Biotechnology, 2011, 39, 77–85.
- [2] N. Arshi, F. Ahmed, S. Kumar, M.S. Anwar, J. Lu, B. Koo, C. Lee, Current Applied Physics, 2011, 11, S360–S363.

## Otrzymywanie i zastosowanie biologicznych związków kompleksowych DNA- surfaktant w fotonice

R. Węglowski<sup>a</sup>, A. Spadło<sup>a</sup>, D. Węglowska<sup>a</sup>, B. Bartosewicz<sup>a</sup>,  
M. Liszewska<sup>a</sup>, A. Chlanda<sup>b</sup>, N. Bennis<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Wojskowa Akademia Techniczna, Ul. gen. S. Kaliskiego, 00-908 Warszawa, Polska;

<sup>b</sup> Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Mikroelektroniki i Fotoniki, Ul. Wólczyńska 133, 01-919 Warszawa, Polska

Proponujemy proste i skuteczne rozwiązanie do pionowego uporządkowania molekuł samoorganizujących się materiałów organicznych (ciekłych kryształów)[1][2], wykorzystując jako warstwę porządkującą biopolimer pozyskany z biologicznych odpadów rybnych. Warstwę biopolimerową jako pochodną kwasu dezoksyrybonukleinowego (DNA) otrzymujemy poprzez reakcję z różnymi środkami powierzchniowo czynnymi. Samoorganizujący się materiał organiczny oddziałuje z powierzchnią biopolimeru, a cząsteczki ustawiają się równolegle do hydrofobowych ogonów środka powierzchniowo czynnego otaczającego DNA, dopasowując się w ten sposób homeotropowo do powierzchni. Długie łańcuchy alkilowe cząsteczek kationowego środka powierzchniowo czynnego są zorientowane prostopadle do płaszczyzny powierzchni porządkującej, a chiralne helisy DNA są zorientowane w kierunku równoległym do płaszczyzny komórki (prostopadle do długiego łańcucha alkilowego) z powodu przyciągania elektrostatycznego. W celu weryfikacji naszej teorii sporządzono przetworniki elektrooptyczne [3] zawierające samoorganizujące się materiały organiczne zakotwiczone na warstwach biologicznych. Obserwowane pod mikroskopem polaryzacyjnym przetworniki cechowało jednorodne homeotropowe uporządkowanie molekuł ciekłego kryształu. Ponadto zmierzono charakterystyki elektrooptyczne (zmiana transmisji w funkcji przyłożonego napięcia) otrzymanych przetworników. Otrzymane wyniki pozwoliły określić wpływ biologicznej powierzchni porządkującej na napięcia progowe i kształt charakterystyk badanych przetworników i potwierdzić w ten sposób przydatność związków kompleksowych DNA-surfaktant w fotonice. Poza korzyściami technicznymi dla przetworników wykorzystanie bioorganicznych warstw orientujących może korzystnie wpłynąć na środowisko naturalne zastępując alternatywne sztucznie wytworzone warstwy poliimidowe.

*Praca została dofinansowana przez Wojskową Akademię Techniczną w ramach projektu OPUS grant nr UMO-2019/35/B/ST3/04147 (07-079 - WAT).*

### Literatura:

- [1] S. Singh, D.A. Dunmur, Liquid Crystals: Fundamentals, World Scientific Publishing, Singapore, 2002, 1–531.
- [2] J. P. F. Lagerwall, G. Scalia, Current Applied Physics, 2012, 12, 1387–1412.
- [3] F. H. Lin, C. Y. Ho, J. Y. Lee, Optical Materials, 2012, 34, 7, 1181–1194.



## Sonochemiczna synteza nanocząstek złota stabilizowanych kwasem $\alpha$ -liponowym

Bożena Rokita<sup>a</sup>, Renata Czechowska-Biskup<sup>a</sup>, Radosław Wach<sup>a</sup>, Piotr Komorowski<sup>b,c</sup>,  
Piotr Ulański<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Międzyresortowy Instytut Techniki Radiacyjnej, Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka,  
ul. Wróblewskiego 15, 93-590 Łódź;

<sup>b</sup> Zakład Biofizyki, Instytut Inżynierii Materiałowej, Politechnika Łódzka, ul. Żeromskiego 116,  
90-924 Łódź;

<sup>c</sup> Laboratorium Biofizyki Molekularnej i Nanostrukturalne, Bionanopark sp. z o.o., ul. Dubois  
114/116, 93-465 Łódź

Praca jest kontynuacją badań na wytworzonych sonochemicznie nanocząstkach złota stabilizowanych kwasem  $\alpha$ -liponowym. Nanocząstki złota (AuNPs) w ostatnich latach są przedmiotem intensywnych badań w terapii fotodynamicznej, diagnostyce medycznej oraz w aktywnym transporcie leków, szczególnie w przypadku chorób nowotworowych.

Synteza polega na redukcji jonów tetrachlorozłotowych wskutek ich poddania działaniu ultradźwięków. Stabilizacja uzyskiwana jest dzięki wytworzeniu wiązań Au-S pomiędzy powierzchnią złota i grupą tiolową kwasu liponowego. Otrzymane koloidalne roztwory złota scharakteryzowano z wykorzystaniem spektroskopii UV-Vis, dynamicznego rozpraszania światła (DLS) i pomiarów potencjału zeta. Otrzymane nanocząstki mają rozmiary 30-40 nm i charakteryzują się rezonansem plazmonu powierzchniowego dla pasm absorbcyjnych 520-530 nm. Są stabilne przez okres sześciu lat. Badano również wpływ nanocząstek złota na komórki nowotworowe z linii Saos-2. Wykazano działanie cytotoksyczne dla stężeń powyżej 20  $\mu$ M.

## Chemiczna natura nanodiamentów

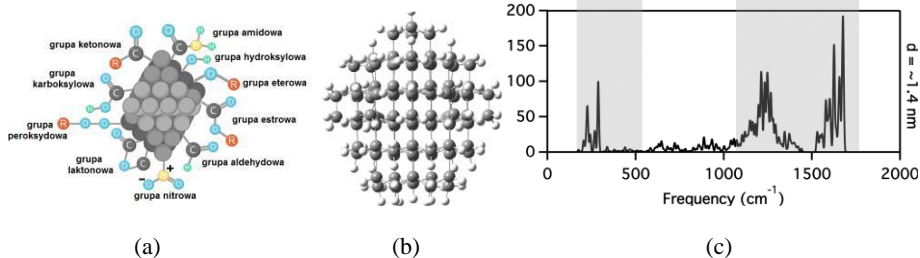
Kinga Niciak<sup>a</sup>, Piotr Gauden<sup>a</sup>, Sylwester Furmaniak<sup>b</sup>, Lidia Mosińska<sup>c</sup>, Paweł Szroeder<sup>c</sup>

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

<sup>b</sup> Akademia Nauk Stosowanych im. Stanisława Staszica w Pile,  
ul. Podchorążych 10, 64-920 Pila;

<sup>c</sup> Instytut Fizyki, Uniwersytet Kazimierza Wielkiego, Aleja Powstańców Wielkopolskich 2, 85-090 Bydgoszcz

Nanodiamenty (ND) to bardzo drobne cząstki diamentu, które ze względu na swój rozmiar w skali nano, unikalne właściwości fizykochemiczne oraz duży stosunek łatwo modyfikowalnej chemicznie powierzchni do objętości są interesujące dla biologów, chemików i fizyków [1]. Cząstki ND o średnicy kilku nanometrów zbudowane są z atomów węgla tworzących regularny układ (Rys. 1a). Grupy funkcyjne zawierające tlen obecne na powierzchni ND (Rys. 1a) sprawiają, że cząstki te można modyfikować i wpływać na ich właściwości fizykochemiczne [2]. Metoda Ramana jest szeroko stosowaną nieinwazyjną techniką charakteryzowania sieci materiału węglowego, w tym nanodiamentów [3-7].



Rys. 1(a). Nanodiament wraz z grupami powierzchniowymi zawierającymi tlen [2]. (b) Zoptymalizowana geometria ND. (c) Obliczone widmo Ramana nanodiamentu.

Niniejszy komunikat ma na celu pokazanie wpływu obecności grup funkcyjnych mogących występować na powierzchni nanomateriału na widma Ramana (dane eksperymentalne oraz teoretyczne). Dla wybranych struktur wykonano obliczenia wykorzystując teorię Funkcjonału Gęstości (DFT, B3LYP/6-31G(d) w oparciu o pakiet Gaussian 09 [8]. Badania objęły wpływ wielkości nanodiamentu oraz rodzaju grup funkcyjnych i ich stężenie (Rys. 1b i c).

K.N., P.G. oraz S.F. składają podziękowania dla Poznańskiego Centrum Superkomputerowo-Sieciowego (PCSS) w Poznaniu za udostępnienie mocy obliczeniowej na klastrze.

### Literatura:

- [1] N. Yang (Ed.), Novel Aspects of Diamond From Growth to Applications, Springer, Berlin, 2015.
- [2] P. Nowicki, E. Czarniewska, Postępy Biochemii, 2020, 65, 247.
- [3] A. Dychalska, W. Koczorowski, M. Trzcinski, L. Mosińska, M. Szybowicz, Materials, 2021, 14, 1301.
- [4] L. Mosińska, P. Popielarski, K. Fabisiak, A. Dychalska, Optical Materials, 2020, 101, 109676.
- [5] K. Paprocki, A. Dittmar-Wituski, M. Trzcinski, M. Szybowicz, K. Fabisiak, A. Dychalska, Optical Materials, 2019, 95, 109251.
- [6] M. L. Frezzotti, Nature Communications, 2019, 10.
- [7] R. A. Beck, A. Petrone, J.M. Kasper, M. J. Crane, P. J. Pauzauskie, X. Li, J. Phys. Chem. C, 2018, 122, 8573.
- [8] M. J. Frisch, et al., Gaussian 09, Revision. A.02, Gaussian, Inc., Wallingford CT, 2009.

## Adsorpcja radonu-222 wewnątrz nanorurek węglowych – systematyczne badania z wykorzystaniem symulacji Monte Carlo

Sylwester Furmaniak<sup>a</sup>, Piotr A. Gauden<sup>b</sup>, Anna Błajet-Kosicka<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Akademia Nauk Stosowanych im. Stanisława Staszica w Pile,  
ul. Podchorążych 10, 64-920 Pila;

<sup>b</sup> Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Wydział Chemii, Zespół Zastosowań Materiałów  
Węglowych w Elektrochemii i Ochronie Środowiska, ul. Gagarina 7, 87-100 Toruń

Radon to promieniotwórczy gaz, którego najtrwalszym izotopem jest <sup>222</sup>Rn ( $\tau_{1/2} = 3,8$  dnia). Radon-222 jest jednym ze składników szeregu uranowo-radowego, powstającym w wyniku rozpadu radu-226. Uran i inne nuklidy składające się na ten szereg są obecne w skorupie ziemskiej, a także w wielu innych materiałach, w tym w materiałach budowlanych. W konsekwencji radon występuje zarówno w otwartym powietrzu, jak i budynkach. Inhalacyjne narażenie na ten gaz szlachetny może nieść z sobą ryzyko zdrowotne, w tym zwiększone ryzyko nowotworów płuc. W związku z tym, kontrola oraz ewentualna redukcja stężenia radonu w powietrzu są ważnymi elementami systemu bezpieczeństwa radiologicznego [1-3].

Adsorpcja radonu jest zjawiskiem, na którym bazuje część metod pomiarowych [3]. Adsorpcja może też być rozważana jako sposób wychwytu Rn w celu redukcji jego stężenia w powietrzu. Ważną grupą adsorbentów są materiały węglowe, w tym węgle aktywne. Ciągły postęp metod syntezy i modyfikacji materiałów porowatych sprawia, że możliwości doboru optymalnego adsorbentu stają się coraz szersze. Jedną z grup nowoczesnych nanomateriałów węglowych są nanorurki. Specyfika nanorurek węglowych (NRW) sprawia, że mogą być one wykorzystywane jako adsorbenty [4].

Niniejsze doniesienie dotyczy oceny potencjału wykorzystania NRW jako adsorbentów do wychwytu radonu-222. Krótki czas półtrwania tego nuklidu sprawia, że badania doświadczalne tego typu stanowią duże wyzwanie. W związku z tym, w ramach badań przeprowadzonych przez autorów wykorzystano symulację metodą Monte Carlo jako alternatywę dla pomiarów doświadczalnych. Modelowano adsorpcję wewnątrz serii NRW typu (n,0), tj. zygzakowatych, o różnej średnicy. Dodatkowo, w celu sprawdzenia czy chiralność NRW wpływa na ich właściwości adsorpcyjne względem radonu wykonano również symulacje dla kilku nanorurek typu (n,n), tj. fotełowych. Wsymulowano izotermy adsorpcji badanego gazu oraz wyznaczono powiązaną z nimi izosteryczną entalpię tego procesu. Z uwagi na praktyczne znaczenie przede wszystkim obszaru niskociśnieniowego w ramach analiz skupiono się na wartościach stałej Henry'ego jako prostego parametru matematycznego odzwierciedlającego zachowanie izoterm w tym zakresie ciśnień, co pozwoliło na ujęcie w sposób ilościowy zależności pomiędzy charakterystyką NRW a ich powinowactwem do radonu.

*S.F. oraz P.A.G. składają podziękowania dla Poznańskiego Centrum Superkomputerowo-Sieciowego (PCSS) w Poznaniu za udostępnienie mocy obliczeniowej na klastrze.*

### Literatura:

- [1] M. Norenberg, J. Mazur, K. Wołoszczuk, K. Kozak, D. Grządziel, *Bezpieczeństwo Jądrowe i Ochrona Radiologiczna*, 2022, 3 34–41.
- [2] Z. Pogórska, *Bezpieczeństwo Jądrowe i Ochrona Radiologiczna*, 2022, 2, 12–16.
- [3] Z. Pogórska, *Bezpieczeństwo Jądrowe i Ochrona Radiologiczna*, 2022, 1, 9–14.
- [4] X. Ren, C. Chen, M. Nagatsu, X. Wang, *Chemical Engineering Journal*, 2011, 170, 395–410.

## **Otrzymywanie i ocena właściwości preparatów chroniących skórę przed otarciami**

Julia Rypińska, Justyna Kozłowska

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

Nasza skóra jest narażona na otarcia każdego dnia. Mogą się one pojawić podczas obcierania o nią odzieży lub obuwia, bądź też w wyniku ocierania jednego obszaru skóry o drugi (co występuje, np. na powierzchni ud podczas noszenia krótkich spodenek, spódnic czy sukienek). Otarcia skóry powodują dyskomfort, z którym zmagają się część osób każdego dnia. Pomimo tak powszechnego problemu, a co za tym idzie dużego zainteresowania jego przeciwdziałaniu, na rynku jest niewiele preparatów dedykowanych temu zagadnieniu i oferujących rozwiązanie.

Nadanie skórze odpowiedniego poślizgu może być jedną z możliwości zapobiegania otarciom i uszkodzeniom skóry. W takiej roli dobrze sprawdzą się substancje tłuszczowe pozostawiające film ochronny na jej powierzchni.

Celem badań było opracowanie receptury preparatów w formie emulsji i hydrożelu, przeznaczonych do ochrony skóry przed możliwymi otarciami. Porównano i oceniono zarówno wpływ formy fizykochemicznej, jak i składników aktywnych zawartych w preparatach, na parametry skóry.

**PLAKATY**  
**SESJA MŁODYCH (cz. 1.)**  
**CZWARTEK 15.06**  
**(wg przypisanych numerów)**

## Metoda modyfikacji polimeru nanocząstkami miedzi wytworzonymi metodą zielonej chemii

Anna Wasilewska<sup>a</sup>, Beata Kalska-Szostko<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Szkoła Doktorska Nauk Ścisłych i Przyrodniczych, ul. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok

<sup>b</sup> Uniwersytet w Białymstoku, Wydział Chemii, Zakład Chemii Materiałów, ul. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok

W literaturze prezentowane są różne podejścia do tworzenia nanocząstek o pożądanym właściwościach fizykochemicznych. Wiele z nich wytwarza dużo nieprzyjanych dla środowiska odpadów i rozpuszczalników [1]. Dlatego celem badań było otrzymanie nanocząstek miedzi na drodze zielonej syntezy, a następnie ich wykorzystanie praktyczne. Do syntezy użyte były przyjazne dla środowiska (pochodzenia roślinnego) rozpuszczalniki, środki redukujące oraz stabilizatory powierzchni. Uważam, że nanocząstki otrzymane na drodze zielonej syntezy mogą mieć podobne właściwości do nanocząstek uzyskiwanych klasycznymi metodami chemicznymi. Wykonane wstępne eksperymenty pokazują, że zastosowanie różnych ekstraktów roślinnych pozwala na przygotowanie nanocząstek Cu o pożądanym rozmiarach, krystaliczności i właściwościach optycznych. Wykazano, że struktura krystaliczna nanocząstek zależy nie tylko od rodzaju ekstraktu, ale również od wartości pH. Dlatego w trakcie eksperymentów były testowane różne warunki przebiegu procesu m.in. pomiary pH, sonikacja, dobór roślinnych środków redukujących, temperatury, itp. w celu modyfikacji otrzymywanych obiektów (sposób kontrolowany się zmienia). Stosowanie nanocząstek miedzi jest ograniczone ze względu na nieodłączną niestabilność Cu w warunkach atmosferycznych, co czyni ją podatną na utlenianie. Wiele wysiłków zmierzających do opracowania metod otrzymywania, zwiększających stabilność nanocząstek Cu poprzez zmianę ich wrażliwości na tlen, wodę i inne związki chemiczne, zachęciło badaczy do poszukiwania alternatywnych nanocząstek na bazie Cu, o bardziej złożonych formach, takich jak np. rdzeń/powłoka lub metod wytworzenia skupiających się na „zielonej chemii” [2]. Zielone biosyntezy nanocząstki mogą mieć lepsze właściwości, takie jak wyższa biokompatybilność i biodegradowalność w porównaniu z fizycznie syntezowanymi odpowiednikami. Nanocząstki w połączeniu z innymi materiałami, takimi jak na przykład polimery, poprawiają ich skuteczność biobójczą, zapobiegając agregacji cząstek [3].

*Badania prowadzone w ramach projektu "Nauka w młodych rękach dla otoczenia społeczno-gospodarczego" finansowanego z programu Nauka dla społeczeństwa MEN. Płatne ze środków MEN na podstawie Umowy nr NdS 548575/2022/2022 z dnia 11.08.2022 r., zadanie nr 2.*

### Literatura:

[1] A. Wasilewska, U. Klekotka, M. Zambrzycka, G. Zambrowski, I. Świącicka, B. Kalska-Szostko, Food Chemistry, 2023, 400: 133960.

[2] M. K. Ghosh, S. Sahu, I Gupta, T. K. Ghorai, RSC advances, 2020, 10.37: 22027–22035.

[3] X. Fan, L. H. Yahia, E. Sacher, Biology, 2021, 10.2: 137.

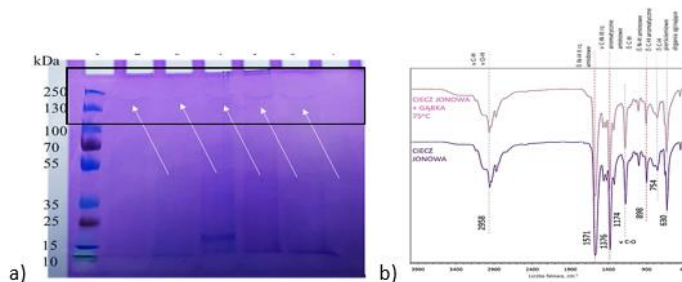
## Wykorzystanie cieczy jonowej w izolacji kolagenu z gąbki morskiej *Chondrosia reniformis*

Katarzyna Janiszewska, Patrycja Frąckowiak, Eryk Jędrzejczak, Marcin Wysokowski  
*Politechnika Poznańska, Zakład Technologii Chemicznej, ul. Berdychowo 4, 60-965 Poznań*

Celem pracy jest omówienie problematyki związanej z izolacją kolagenu z gąbki morskiej *Chondrosia reniformis* wykorzystując w procesie ciecz jonową – octan 1-butylo-3-metyloimidazoliowy. Kolagen pełni kluczową rolę w funkcjonowaniu ludzkiego organizmu, dlatego niezwykle ważne jest poszukiwanie źródeł i metod jego izolacji. Ważnym aspektem jest znalezienie optymalnych warunków pracy jakimi są czas i temperatura, aby osiągnąć zadowalającą wydajność. Do potwierdzenia skuteczności wykonanej izolacji wykonano analizę ATR-FT-IR, UV-VIS oraz elektroforezę SDS-PAGE.

Kolagen jest białkiem, które pełni ważną rolę w procesach komórkowych [1]. Białko to ze względu na swoje właściwości jest materiałem wykorzystywanym w wielu dziedzinach m.in. w medycynie czy inżynierii tkankowej. Liczne zastosowania kolagenu sprawiają, że istotną kwestią staje się poszukiwanie jak najlepszych źródeł kolagenu. Obiecującym źródłem kolagenu są gąbki morskie, które wpisują się w działania proekologiczne, gdyż są one źródłem odnawialnym. Ciecze jonowe spełniają zasady zielonej chemii, posiadają wiele zalet, jeśli porównamy je z tradycyjnymi rozpuszczalnikami [2]. Ciecze jonowe, dzięki możliwości modyfikowania ich właściwości fizykochemicznych znalazły zastosowanie w rozpuszczaniu białek [112].

Prowadzone prace badawcze podzielono na następujące etapy: (i) ekstrakcję białek wykorzystując w procesie ciecz jonową (temperatura pracy: 25, 50, 75°C; czas ekstrakcji: 2-24 h), (ii) wytrącenie białek (czynniki wytrącające: woda, izopropanol, 2,6M roztwór chlorku sodu) oraz (iii) oczyszczenia białek. Przeprowadzone badania pozwoliły skutecznie wyizolować kolagen z gąbki morskiej *Chondrosia reniformis* wykorzystując octan 1-butylo-3-metyloimidazoliowy. Najlepszą wydajność osiągnięto wykorzystując izopropanol jako czynnik wytrącający oraz prowadząc ekstrakcje przez 6 godzin w 75°C. Analizy ATR-FT-IR oraz UV-VIS potwierdziły obecność charakterystycznych grup funkcyjnych występujących w kolagencie, natomiast elektroforeza SDS-PAGE pozwoliła stwierdzić, że zastosowany rozpuszczalnik pozwala na otrzymanie czystego kolagenu, ponieważ nie stwierdzono obecności innych białek.



Rys. 1. a) Wyniki przeprowadzonej elektroforezy SDS-PAGE. b) Widmo ATR-FT-IR.

Badania były realizowane w ramach projektu badawczego SONATA 17 o numerze 2021/43/D/ST5/00853 finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki.

### Literatura:

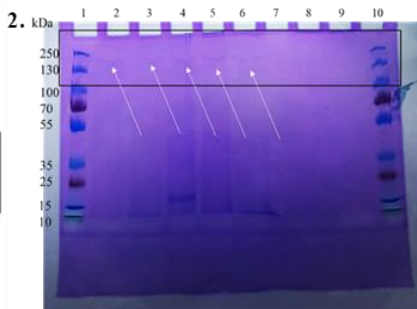
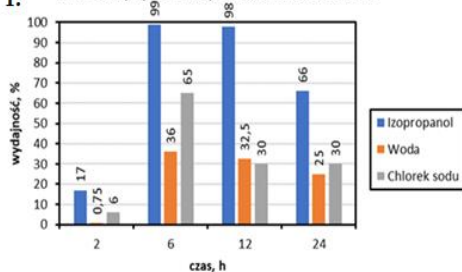
- [1] A. Owczarzy, et al., Collagen- structure, properties and applications, 2020, 156, 17–23.
- [2] S. Werner, M. Haumann, P. Wasserscheid, Ionic liquids in chemical engineering, 2010, 1, 203–230.
- [3] Q. Han, et al., Protein aggregation and crystallization with ionic liquids, 2022, 608, 1173–1190.

## Mieszaniny głęboko eutektyczne jako potencjalne rozpuszczalniki w procesie izolacji kolagenu z *Chondrosia reniformis*

Patrycja Frackowiak, Katarzyna Weronika Janiszewska, Marcin Wysokowski  
Instytut Technologii i Inżynierii Chemicznej, Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika  
Poznańska, ul. Berdychowo 4, 60-965 Poznań

Kolagen to jedno z najlepiej poznanych białek strukturalnych, które stanowi budulec dla większości tkanek i narządów. Ze względu na swoje unikatowe właściwości stanowi obiekt zainteresowań wśród naukowców i jest surowcem, który posiada duże znaczenie w technologii, między innymi w medycynie oraz inżynierii tkankowej. Ze względu na szeroki obszar zastosowań tego białka, fundamentalnym aspektem stało się znalezienie jego alternatywnych źródeł oraz nowatorskich metod jego pozyskiwania. Badania skupiły się na wykorzystaniu mieszaniny głęboko eutektycznej składającej się z mocznika i kwasu mlekowego w stosunku molowym 1:2 w celu izolacji kolagenu ze szkieletów gąbek morskich z gatunku *Chondrosia reniformis* oraz na określeniu jej potencjału użytkowego. Ponadto kluczowe stało się określenie wpływu temperatury, czasu oraz medium wytrącającego na wydajność procesu izolacji. Przeprowadzone analizy ATR-FT-IR, UV-VIS i elektroforeza SDS-PAGE dowiodły, że rozpuszczalniki głęboko eutektyczne stanowią nową metodę izolacji białek, która wpisuje się w zasady zrównoważonego rozwoju i zielonej chemii, a także potwierdziły, że gąbki morskie są odnawialnym i interesującym źródłem kolagenu.

1. Zależność wydajności izolacji białek od czasu dla ULA 75°C



Rys. 1. Zależność wydajności izolacji białek od czasu dla ULA (ULA – mieszanina głęboko eutektyczna składająca się z mocznika i kwasu mlekowego w stosunku molowym 1:2) w temperaturze 75°C.

Rys. 2. Żel po przeprowadzonej elektroforezie SDS-PAGE z rozdzielonymi białkami.

Badania były realizowane w ramach projektu badawczego SONATA 17 o numerze 2021/43/D/ST5/00853 finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki.



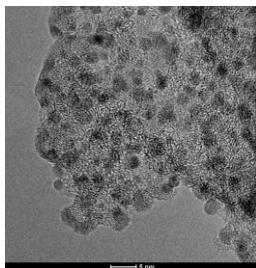
## Synteza i właściwości nanostrukturalnego polimeru C<sub>60</sub>Pd otrzymanego w fazie stałej

Izabela Cimoch, Emilia Grądzka, Krzysztof Winkler

*Uniwersytet w Białymstoku, Wydział Chemii, ul. K. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok*

Nanotechnologia jest obecnie najprężniej rozwijającą się interdyscyplinarną dziedziną nauki, która łączy w sobie obszary chemii, fizyki, biologii, medycyny, farmacji czy też inżynierii. Może też mieć znaczenie w rozwiązaniu światowego problemu związanego z coraz większym zapotrzebowaniem na energię elektryczną. Stale prowadzone są więc badania nad nowymi nanomateriałami, które mogłyby znaleźć zastosowanie w nanotechnologii. Przykładem takich materiałów jest grupa związków określanych mianem koordynacyjnych polimerów fulerenowych. W przypadku tych materiałów, łańcuch główny cząsteczki polimeru zbudowany jest z klatratów fulerenu C<sub>60</sub> połączonych ze sobą za pośrednictwem atomów bądź jonów metali przejściowych [1]. Układy tego typu mogą być syntezowane w roztworze, zarówno na drodze polimeryzacji chemicznej, jak również w wyniku polimeryzacji indukowanej elektrochemicznie [2]. W obydwu metodach syntezy możliwa jest synteza materiału polimerowego w postaci sferycznych nanocząstek. Do chwili obecnej w strukturę polimeru wbudowane zostały Pd, Pt, Ir oraz Rh [3]. Spośród wszystkich otrzymanych makrocząstek fulerenowych najwięcej uwagi poświęcono polimerowi C<sub>60</sub>Pd, który charakteryzuje się dużą trwałością, wysokim przewodnictwem oraz wysoką pojemnością właściwą [4].

Dotychczasowe sposoby syntezy nanocząstek polimeru C<sub>60</sub>Pd wymagały użycia rozpuszczalników. Podjęto próbę syntezy polimeru C<sub>60</sub>Pd w fazie stałej w warunkach podwyższonej temperatury. Dokonano optymalizacji warunków syntezy polimeru C<sub>60</sub>Pd z wykorzystaniem podłoża krzemionkowego oraz opracowano procedurę uzyskiwania materiału polimerowego bez użycia matrycy. Identyfikację tworzonych nanostruktur przeprowadzono za pomocą spektroskopii w podczerwieni, a analiza rentgenowska pozwoliła na określenie czystości produktów syntez. Do zbadania morfologii powierzchni użyto zarówno skaningowej, jak i transmisyjnej mikroskopii elektronowej (Rys. 1). Zbadano także właściwości elektrochemiczne tworzonych materiałów.



Rys. 1. Zdjęcie uzyskane za pomocą transmisyjnego mikroskopu elektronowego dla polimeru C<sub>60</sub>Pd otrzymanego w fazie stałej.

### Literatura:

- [1] E. Grądzka, M. Wysocka-Żołopa, K. Winkler, *Advanced Energy Materials*, 2020, 10, 2001443.
- [2] E. Brancewicz, E. Grądzka, K. Winkler, *Journal of Solid State Electrochemistry*, 2013, 17, 1233–1245.
- [3] A. L. Balch, K. Winkler, *Chemical Reviews*, 2016, 116, 3812–3882.
- [4] E. Grodzka, M. Nieciecka, K. Winkler, *Journal of Solid State Electrochemistry*, 2008, 12, 215–223.

## **Materiały 3D jako potencjalne nośniki do immobilizacji lakazy i degradacji estrogenów ze ścieków**

Agnieszka Rybarczyk, Adam Grzywaczyk, Wojciech Smulek, Ewa Kaczorek, Teofil Jesionowski, Jakub Zdarta

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

Na przestrzeni ostatnich lat znacząco wzrosło zainteresowanie hormonami występującymi w środowisku wodnym. Szczególną uwagę zwraca się na estrogeny, które w nadmiernych ilościach mogą doprowadzić do zaburzeń fizjologicznych czy metabolicznych [1]. Poszukiwanie efektywnych metod usuwania tego typu zanieczyszczeń doprowadziło do opracowania rozwiązania wykorzystującego proces immobilizacji enzymów na stałym nośniku. Nowoczesną metodą pozwalającą na bezpośrednie wytworzenie materiału nośnego o zdefiniowanych właściwościach, na podstawie wcześniej przygotowanego projektu jest technologia druku 3D [2]. Niewątpliwą zaletą tej metody jest możliwość wytworzenia złożonych struktur w stosunkowo krótkim czasie, bez stosowania szkodliwych dla środowiska odczynników chemicznych. Materiały wykorzystywane w technologii wytwarzania addytywnego są zwykle tworzywami degradowalnymi, które można w późniejszym czasie poddać recyklingowi [3].

W ramach prezentowanej pracy przedstawiono układ biokatalityczny, w którym lakaza została unieruchomiona na polimerowym nośniku wytworzonym technologią druku 3D. W wyniku przeprowadzonych analiz dobrano najkorzystniejsze parametry immobilizacji, takie jak stężenie roztworu enzymu i czas prowadzenia procesu. Przeprowadzono także szereg badań, które umożliwiły określenie ilości unieruchomionego enzymu, efektywności immobilizacji, zachowanej aktywności czy scharakteryzowanie parametrów kinetycznych. Zbadano możliwość ponownego użycia układu biokatalitycznego, stabilność termiczną, stabilność przechowywania, jak również określono wpływ temperatury i pH na właściwości katalityczne unieruchomionej lakazy. Finalnie, otrzymany układ katalityczny przetestowano w procesie degradacji  $17\beta$ -estradiolu i  $17\alpha$ -etynyloestradiolu z roztworu ścieków rzeczywistych, co było kluczowym aspektem realizowanych prac.

*Badania zostały sfinansowane w ramach projektu badawczego Narodowego Centrum Nauki nr 2019/35/D/ST8/02087.*

### **Literatura:**

- [1] A. Gonsioroski, V. E. Mourikes, J.A. Flaws, Int. J. Mol. Sci., 2020, 21.6: 1929.
- [2] Y. Shao, Z. Liao, B. Gao, B. He, ACS omega, 2022, 7.14: 11530-11543.
- [3] J. Shen, S. Zhang, X. Fang, S. Salmo, Gels, 2022, 8.8: 460.

## Tlenki typu perowskit domieszkowane prazeodymem jako efektywnie działające elektrokatalizatory procesu otrzymywania zielonego wodoru

Patrycja Grabowska<sup>a</sup>, Małgorzata Skorupska<sup>a</sup>, Mariusz Szkoda<sup>b,c</sup>, Jerzy P. Lukaszewicz<sup>a,d</sup>, Anna Ilnicka<sup>a</sup>

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

<sup>b</sup> *Katedra Chemii i Technologii Materiałów Funkcjonalnych, Wydział Chemiczny, Politechnika Gdańska, ul. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk;*

<sup>c</sup> *Centrum Zaawansowanych Materiałów, Politechnika Gdańska, ul. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk;*

<sup>d</sup> *Interdyscyplinarne Centrum Nowoczesnych Technologii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, ul. Wileńska 4, 87-100 Toruń*

W obliczu zmian klimatycznych oraz energetycznych zachodzących na świecie istotnym wyzwaniem jest poszukiwanie i opracowywanie przyjaznych dla środowiska źródeł energii. Jednym z bardzo obiecujących paliw przyszłości jest wodór otrzymywany w procesie elektrolizy wody. Jednakże wciąż wyzwanie stanowi obniżenie kosztów jego produkcji, w szczególności wyeliminowanie z katalizatorów drogiej i trudnej w utylizacji platyny. Bardzo obiecującą alternatywę dla katalizatorów platynowych stanowią materiały hybrydowe zawierające w swoim składzie tlenek typu perowskit. W przeprowadzonych badaniach wykazano, że tlenek domieszkowany prazeodymem  $\text{Pr}_{0.5}(\text{Ba}_{0.5}\text{Sr}_{0.5})_{0.5}\text{Co}_{0.8}\text{Fe}_{0.2}\text{O}_{3-\delta}$  ( $\text{Pr}_{0.5}\text{BSCF}$ ) w połączeniu z grafenem jest korzystnie działającym elektrokatalizatorem zarówno dla reakcji wydzielania wodoru (HER) jak i dla reakcji wydzielania tlenu (OER).

W ramach realizowanych badań katalizatory otrzymano metodą żol-żel. [1] Strukturę oraz skład pierwiastkowy otrzymanych materiałów scharakteryzowano wykorzystując analizę XRD, HRTEM, SEM-EDX, XPS, sorpcję azotu oraz spektroskopię Ramana. Testy elektrochemiczne przeprowadzono w układzie trójelektrodowym w 1M KOH roztworze elektrolitu.

Wykazano, że hybrydowe materiały zawierające w swoim składzie tlenek typu perowskit  $\text{PrBSCF}$  i grafen domieszkowany azotem są wysoce aktywnymi i stabilnymi katalizatorami zarówno dla reakcji wydzielania wodoru jak i dla reakcji wydzielania tlenu.

*Finansowanie: Praca powstała w wyniku realizacji projektu badawczego o nr NOR/SGS/IL-HYDROGEN/0202/2020-00 finansowanego ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju.*

*Projekt finansowany ze środków programu „Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia Badawcza”; projekt: Grants4NCUStudents, numer finansowania: 10/2022/Grants4NCUStudents.*

### Literatura:

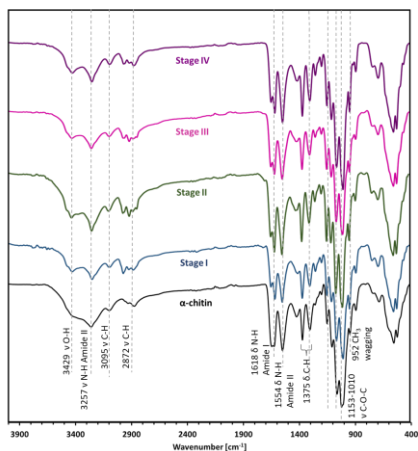
[1] X. Xu, Y. Chen, W. Zhou, Z. Zhu, C. Su, M. Liu, *Advanced Materials*, 2016, 28.30: 6442–6448.

## Izolacja i analiza struktury chityny pozyskanej z różnych stadiów rozwojowych jedwabnika morwowego (*Bombyx mori*)

Eryk Jędrzejczak, Patrycja Frąckowiak, Katarzyna Janiszewska, Daniel Fajfer,  
Marcin Wysokowski

*Instytut Technologii i Inżynierii Chemicznej, Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika  
Poznańska, ul. Berdychowo 4, 60-965 Poznań*

Chityna stanowi jeden z najczęściej występujących biomateriałów, którego zainteresowanie wśród naukowców stale rośnie, co spowodowane jest szerokim spektrum zastosowań tego materiału. Główne obszary wykorzystania tego polisacharydu i jego pochodnych to medycyna oraz oczyszczanie ścieków. Do najczęściej stosowanych źródeł chityny obecnie należą różnego rodzaju skorupiaki, szczególnie morskie, takie jak kraby i krewetki. Jednak z racji na rosnące zainteresowanie tym biopolimerem konieczne stało się znalezienie nowych, alternatywnych źródeł, które pozwolą spełnić narastające wymagania. Jednym z takich źródeł są różnego rodzaju insekty, będące łatwiejsze w hodowli od skorupiaków. Wśród owadów, dużą uwagę zyskuje jedwabnik morwowy (*Bombyx mori*). Jedwabniki wykorzystywane są już od czasów antycznych w celach produkcji jedwabiu, jednak obecnie wzbudzają one coraz większe zainteresowanie również z punktu widzenia pozyskiwania z nich chityny. Wszystkie opublikowane dotąd prace skupiały się wyłącznie na wyizolowaniu i przebadaniu chityny z poszczególnych stadiów rozwojowych, w związku z tym jest to pierwsza praca podchodząca do tematu pod nieco szerszym kątem. Przeprowadzone badania skupiały się na przebadaniu chityny z użyciem technik ATR-FT-IR, spektroskopii magnetycznego rezonansu jądrowego ( $^{13}\text{C}$  NMR i  $^{15}\text{Ni}$  NMR), wąskokątowego rozpraszania promieniowania rentgenowskiego (SAXS) oraz szerokokątowego rozpraszania rentgenowskiego (WAXS).



Rys. 1. Widmo ATR-FT-IR chityny, pozyskanej z różnych stadiów rozwojowych jedwabnika morwowego.

Badania były realizowane w ramach projektu badawczego SONATA 17 o numerze 2021/43/D/ST5/00853 finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki.

## Optimization of the incorporation process of anticancer active fluorocurcumin analogues in polymeric systems

Kuźmińska Joanna, Szkudlarek Jagoda, Andrzejak Tomasz, Muszalska-Kolos Izabela, Jelińska Anna

*Chair and Department of Pharmaceutical Chemistry, Poznan University of Medical Sciences, 6 Grunwaldzka St., Poznan, Poland*

Curcumin, a compound found in *Curcuma longa* L., has gained attention due to its proven anticancer, antimicrobial, anti-inflammatory and anti-aging properties, which are supported by *in vitro* and *in vivo* studies. However, curcumin's limited bioavailability due to its hydrophobic nature and rapid metabolism possess a significant challenge [1]. To overcome this problem, new structural modifications of curcumin, and using nanoparticles as effective carriers to improve the bioavailability of water-insoluble compounds like curcumin are developing [2]. Fluorine substitution into curcumin structure can prevent oxidative metabolism, improve bioavailability and increase binding affinity with the target protein [3]. In addition, inserting the -BF<sub>2</sub> group into the structure can increase cytotoxic activity. Various delivery systems such as lipid- and polymer-based nanoparticles, micelles, nanogels and cyclodextrins are used to encapsulate curcumin [4].

In this work, we describe the optimization of the incorporation of novel symmetric curcuminoids, which demonstrate the anticancer activity of two bladder cancer cell lines, 5637 and SCaBER. Our results showed that our curcumin derivatives were more effective in reducing cell viability compared to curcumin [5]. To increase their stability and improve their physicochemical properties, we optimized the incorporation of selected compounds into poly(lactide-co-glycolide) (PLGA)-based polymer carriers. Further studies were carried out to describe their physicochemical properties and biological activity.

*The National Science Center has financially supported this research (grant number 2019/35/B/NZ7/01165).*

### References:

- [1] Z. Liu, J. D. Smart, A. S. Pannala, *Journal of Drug Delivery Science and Technology* 2020, 60, 102082.
- [2] S. A. Noureddin, R. M. El-Shishtawy, K. O. Al-Footy, *Eur J Med Chem* 2019, 182, 111631.
- [3] P. Shah, A. D. Westwell, *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry* 2007, 22, 527.
- [4] K. K. Laali, B. M. Rathman, S. D. Bunge, X. Qi, G. L. Borosky, *Journal of Fluorine Chemistry*, 2016, 191,29.
- [5] J. Kuźmińska, P. Kobyłka, M. Wierzchowski, D. Łażewski, Ł. Popenda, P. Szubska, W. Jankowska, S. Jurga, T. Goslinski, I. Muszalska-Kolos, M. Murias, M. Kucińska, A. Sobczak, A. Jelińska, *J Mol Struct.* 2023, 1283, 135269.

## Nanomateriały grafenowe i ich właściwości biologiczne

Paweł Binkowski<sup>a</sup>, Piotr Kamedulski<sup>a,b</sup>, Jerzy P. Łukaszewicz<sup>a,b</sup>

<sup>a</sup> Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Wydział Chemii;

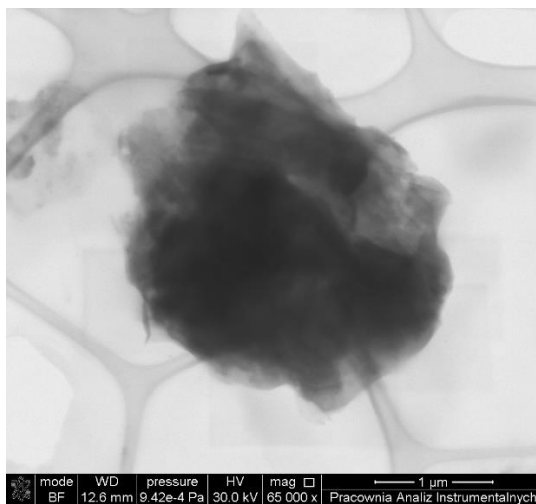
<sup>b</sup> Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Interdyscyplinarne Centrum Nowoczesnych Technologii

Jednym z możliwych zastosowań materiałów grafenowych jest jego wykorzystanie w medycynie oraz farmacji. Podawane możliwe zastosowania tych dziedzin to między innymi nano-nośniki leków, biosensory ssDNA, jako podłoże do różnicowania się mezenchymalnych komórek macierzystych oraz wykorzystanie w terapii przeciwnowotworowej.

Wykonane badania miały na celu sprawdzenie, czy wykorzystywane oraz otrzymane materiały grafenowe mają możliwość wykorzystania jako nano-nośnik leków. W tym celu sprawdzono biogodność przy wykorzystaniu wpływu na rozpad erythrocytu, testu DPPH oraz badaniach na liniach komórkowych.

Do charakterystyki wykorzystano głównie metody instrumentalne takie jak, niskotemperaturowa absorpcja azotu BET, spektroskopie Ramana, UV-VIS, IR oraz XPS. Również do obrazowania otrzymanych materiałów wykorzystano mikroskopię elektronową SEM, HR-TEM oraz SEM/EDX.

Przebadano komercyjnie dostępne materiały grafenowe, wraz z różami grafenowymi, które zostały otrzymane w trakcie pracy badawczej. Również na wybranych materiałach dokonano badania ładowności leków, przy wykorzystaniu paracetamolu jako leku wzorcowego.



Rys. 1. Obraz SEM róży grafenowej z zaadsorbowanym paracetamolem.

P.B, P.K oraz J.P.Ł dziękują IDUB UMK za wsparcie finansowe badań eksperymentalnych (decyzja nr 88/2021/Grants4NCUS).

## Nowoczesne nanomateriały do konstrukcji ogniw fotowoltaicznych

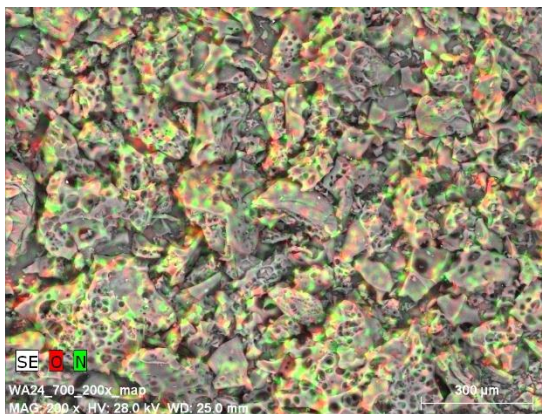
Weronika Arendarska<sup>a</sup>, Piotr Kamedulski<sup>a,b</sup>

<sup>a</sup> Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Wydział Chemii, Gagarina 7, 87-100 Toruń;

<sup>b</sup> Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Interdyscyplinarne Centrum Nowoczesnych Technologii, Wileńska 4, 87-100 Toruń

W XXI wieku zamysł technologii fotowoltaicznej cieszy się dużą popularnością. Fotowoltaikę wykorzystuje się zarówno w mikroskali, jak i w znacznie większej skali przemysłowej. Naukowcy z całego świata poszukują nowych, lepszych i innowacyjnych materiałów, które obniżą koszty i przyczynią się do polepszenia właściwości technologicznych paneli fotowoltaicznych. Obecnie przy produkcji ogniw wykorzystuje się drogie pierwiastki takie jak krzem, pallad czy platyna, zastąpienie ich materiałem takim jak węgiel nie tylko polepszy dostępność surowców, a jednocześnie zdecydowanie obniży koszty produkcji.

W niniejszych badaniach zaproponowano utworzenie matryc składających się z porowatego materiału węglowego z zaadsorbowanym na jego powierzchni barwnikiem oligotiofenowym w celu wykorzystania do konstrukcji ogniw słonecznych III generacji DSSC (ang. Dye-Sensitized-Solar-Cell). Uzyskane matryce zostały poddane szeregom analiz chemicznych w celu zbadania ich pod względem właściwości, przewodnictwa, stabilności i ogólnej chemii powierzchni.



Rys. 1. Zdjęcie SEM/EDX przedstawiające zmodyfikowany materiał węglowy.

Panele fotowoltaiczne bazują na odnawialnych źródłach energii, czerpiąc energię elektryczną ze Słońca. Dziś są wykorzystywane na szeroką skalę w wielu dziedzinach naszego życia.

*Praca powstała w wyniku realizacji projektu badawczego:*

*nr 2018/29/N/ST5/01240 finansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki.*

*nr 90-SIDUB.6102.62.2021.G4NCUS2 finansowanego ze środków IDUB Uniwersytetu Mikołaja Kopernika.*

### Literatura:

[1] Z. Huang, X. Liu, K. Li, D. Li, Y. Luo, H. Li, W. Song, L. Chen, Q. Meng, *Electrochemistry Communication* 9, 2007, 596–598.

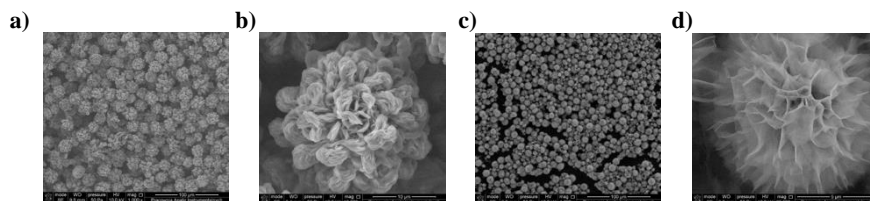
## Nanokwiatki białkowe na bazie HSA i Hb jako potencjalne nośniki leków

Michalina Pożarowska, Aleksander Smolarkiewicz-Wyczachowski, Marta Ziegler-Borowska  
*Wydział Chemii, Katedra Chemii Biomedycznej i Polimerów, Zespół Chemii Medycznej,  
Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, ul. Gagarina 7, 87-100 Toruń*

Od początku XX wieku celowane dostarczenie leków jest przedmiotem wielu interdyscyplinarnych badań. Poszukuje się coraz to nowszych nośników dla substancji aktywnych, które zapewniają selektywność do chorej tkanki i chronią lek przed degradacją zanim dotrze do celu. Szczególnie interesującą grupą nośników są biozgodne nanomateriały, wśród których najbardziej obiecujące wydają się materiały białkowe. Są one z natury kompatybilne z układem metabolicznym i mają duży potencjał w zakresie efektów biologicznych i biomimetycznych.

W ramach prezentowanych badań otrzymano szereg nanokwiatków na bazie dwóch białek pochodzenia ludzkiego: albuminy surowicy krwi ludzkiej (HSA) i hemoglobiny (Hb) na drodze samoorganizacji białka w obecności kationów różnych metali. Zbadano wpływ rodzaju kationu, stężenia białka oraz pH mieszaniny na efektywność tworzenia nanostruktur i ich kształt (Rys.1). Otrzymane nanokwiatki scharakteryzowano za pomocą dostępnych metod analitycznych.

Uzyskane wyniki pozwoliły na sformułowanie wniosku, że zarówno rodzaj kationu metalu użytego w procesie samoorganizacji białka a także stężenie białka i pH roztworu mają istotny wpływ na ilość otrzymywanych nanokwiatków a przede wszystkim na ich kształt: struktura otwarta lub zamknięta. Istnieje zatem możliwość sterowania właściwościami tych nanostruktur w zależności od ich przeznaczenia.



Rys. 1. Przykładowe struktury nanokwiatków a),b) HSA; c),d) Hb z jonami  $\text{Cu}^{2+}$ .

Ponieważ tkanki zdrowe i zmienione bardzo często różnią się wartościami pH ze względu na zmiany metabolizmu, otrzymane nanostruktury mogą być podstawą do otrzymania pH wrażliwych selektywnych nośników leków.



## Ocena przeciwzakrzepowych i przeciwrestenotycznych właściwości kinazy adenylanowej immobilizowanej na tlenku grafenu

Jakub Ostrowski<sup>a</sup>, Agata Wikarska<sup>a</sup>, Kacper Roszak<sup>a</sup>, Anna Hetmann<sup>a</sup>, Joanna Czarnecka<sup>a</sup>,  
Natalia Forbot<sup>a</sup>, Marek Wiśniewski<sup>b</sup>, Katarzyna Roszek<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Katedra Biochemii, Wydział Nauk Biologicznych i Weterynaryjnych UMK w Toruniu,  
ul. Lwowska 1, 87-100 Toruń;

<sup>b</sup> Katedra Chemii Materiałów, Adsorpcji i Katalizy, Wydział Chemii UMK w Toruniu,  
ul. Gagarina 7, 87-100 Toruń

Zabiegi implantacji stentów wewnątrznaczyniowych wiążą się z ryzykiem późniejszych zakrzepów i restenozy, co stwarza potrzebę projektowania nowych, biozgodnych materiałów o właściwościach redukujących powikłania. Inicjacja i rozwój tych stanów patofizjologicznych zależne są m. in. od stężeń zewnątrzkomórkowych nukleotydów – proagregacyjnego ADP i prozapalnie działającego ATP. Homeostaza pomiędzy ADP i ATP jest kontrolowana przez enzym kinazę adenylanową, która katalizuje odwracalną reakcję przekształcenia dwóch cząsteczek ADP w ATP i AMP w wyniku transferu reszt fosforanowych.

Rekombinowana kinaza adenylanowa (AK) stanowi „narzędzie” pozwalające na efektywną kontrolę zewnątrzkomórkowych stężeń nukleotydów. Immobilizacja AK na tlenku grafenu (GO) - nowoczesnym, biokompatybilnym nanomateriale węglowym, pozwala na zwiększenie aktywności i stabilności enzymu. Celem prezentowanych badań była ocena właściwości przeciwzakrzepowych i przeciwrestenotycznych układu nanobiokatalitycznego: kinaza adenylanowa immobilizowana na tlenku grafenu (AK-GO).

Przeprowadzone badania *in vitro* pozwoliły na wyznaczenie bezpiecznych, nietoksycznych stężeń tlenku grafenu i układu nanobiokatalitycznego (AK-GO). Scharakteryzowano także wpływ konstruktu AK-GO na cytofizjologię komórek linii HUVEC (model komórkowy naczyń krwionośnych człowieka) przy pomocy testów: żywotności (test MTT), adhezji i proliferacji. Analizę równowagi nukleotydu w środowisku zewnątrzkomórkowym przeprowadzono metodą HPLC, którą wykorzystano do ilościowego oznaczenia ADP – cząsteczki związanej ze stymulacją agregacji płytek krwi oraz ATP – nukleotydu o działaniu prozapalnym, a przez to promującym procesy restenozy. Ponadto, przeciwrestenotyczne właściwości AK-GO zbadano poprzez mikroskopową ocenę zdolności komórek HUVEC do namnażania i tworzenia sferoidów – trójwymiarowych agregatów będących markerem restenozy.

Uzyskane wyniki pozwolą na opracowanie nowych, bioaktywnych nanopowłok stentów wewnątrznaczyniowych o działaniu przeciwzakrzepowym i przeciwrestenotycznym.

*Badania zostały częściowo sfinansowane ze środków Fundacji Empiria i Wiedza przyznanych Jakubowi Ostrowskiemu w konkursie „Talenty Jutra”.*

## Nanokrzemionka jako nośnik do immobilizacji enzymów wykorzystywanych w syntezie substancji farmaceutycznie aktywnych wspomaganej cieczami jonowymi

Daria Szada, Oliwia Degórska, Teofil Jesionowski, Jakub Zdarta  
*Institut Technologii i Inżynierii Chemicznej, Wydział Technologii Chemicznej,  
Politechnika Poznańska, ul. Berdychowo 4, 60-965 Poznań*

W ostatnich latach nastąpił dynamiczny wzrost wykorzystania biokatalizy w wielu gałęziach przemysłu i niejednokrotnie stanowi ona alternatywę dla metod tradycyjnej syntezy organicznej. Szerokie wykorzystanie enzymów jako katalizatorów reakcji chemicznych wynika z wielu zalet, które oferują. Przede wszystkim biokataliza jest ważnym krokiem w projektowaniu i prowadzeniu procesów w sposób bezpieczny i zrównoważony, co więcej z sukcesem wpisuje się w założenia programu Zielonej Chemii. Do ważnych cech enzymów jako katalizatorów należą również: regioselektywność, chemoselektywność oraz stereospecyficzność. W celu udoskonalenia właściwości katalitycznych enzymów, stosuje się immobilizację. Immobilizowane enzymy charakteryzują się bowiem zwiększoną stabilnością w środowisku reakcji [1,2].

Coraz większą uwagę poświęca się nośnikom opartym na nanomateriałach, które wydają się być obiecującym narzędziem do immobilizacji enzymów. Szczególne znaczenie wśród nanomateriałów, przypisuje się mezoporowatym nanocząstkom krzemionki. Stabilność termiczna, mechaniczna, wąski rozkład wielkości porów, duża powierzchnia właściwa, a także obecność grup hydroksylowych umożliwiających wiązanie enzymu czynią nanokrzemionkę odpowiednim nośnikiem dla enzymów. Należy również wspomnieć o nierozpuszczalności w wodzie, bezpieczeństwie oraz stosunkowo niskiej cenie tego materiału [3].

Celem niniejszej pracy było wytworzenie i scharakteryzowanie układu biokatalitycznego, opartego o modyfikowaną nanokrzemionkę oraz lipazę. Uzyskany układ biokatalityczny zastosowano w procesie rozdzielania mieszaniny racemicznej 3-hydroksy-3-fenylpropanonitrylu. W celu określenia wpływu parametrów procesowych na efektywność katalizowanej reakcji wykorzystano układy o zmiennym składzie rozpuszczalników oraz cieczy jonowych.

Przeprowadzone badania wykazały, że zastosowanie lipazy z *Pseudomonas fluorescens* immobilizowanej na modyfikowanej nanokrzemionce w połączeniu z heksanem jako medium reakcji oraz dodatkiem cieczy jonowej [BMIM]Cl (chlorek 1-butylo-3-metyloimidazoliowyeterem diizopropylowy) pozwala uzyskać najwyższą wartość wydajności reakcji (97,4%) przy zachowaniu wysokiej stereospecyficzności prowadzonego procesu (ee >79,5%).

*Badania zostały sfinansowane przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa wyższego w ramach subwencji dla Politechniki Poznańskiej nr 0912/SBAD/2313.*

### Literatura:

- [1] R. N. Patel, *Biocatalysis: Synthesis of Key Intermediates for Development of Pharmaceuticals*, 2011, 1, 1056–1074.
- [2] M. D. Truppo, *Biocatalysis in the Pharmaceutical Industry: The Need for Speed*, 2017, 8, 476–480.
- [3] A. Costantini, V. Califano., *Lipase Immobilization in Mesoporous Silica Nanoparticles for Biofuel Production*, 2021, 11, 629.

## Konwersja aminokwasów w atmosferze niskotemperaturowej plazmy

Beata Stańczyk, Julia Moszczyńska, Marek Wiśniewski

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

Niskotemperaturowa plazma (LTP – Low Temperature Plasma) w ostatnich latach była przedmiotem wielu badań udowodniających jej niezwykle właściwości, które znajdowały bezpośrednie zastosowanie biomedyczne [1,2]. Jednym z najbardziej obiecujących zastosowań LTP jest przyspieszenie/polepszenie procesu bliznowacenia ran. Terapia plazmowa nie tylko eliminuje drobnoustroje, ale także stymuluje wytwarzanie komórkowych czynników wzrostu, co w efekcie przyspiesza proces gojenia uszkodzonych tkanek. Ponadto, ze względu na zdolność zabijania mikroorganizmów „zimna” plazma może być stosowana jako środek sterylizujący do sprzętu oraz powierzchni [3,4]. Terapia z wykorzystaniem LTP wykazuje selektywne działanie plazmy na komórki nowotworowe poprzez indukcję apoptozy oraz hamowanie wzrostu guza. Jednakże wiele medycznych zastosowań plazmy ma charakter hipotetyczny, a dokładne mechanizmy jej działania na organizm nadal pozostają niewyjaśnione. Aby w pełni zrozumieć złożoność procesów indukowanych przez niskotemperaturową plazmę należy zacząć od najprostszych cegiełek budujących materiężywioną – aminokwasów.

Celem badania była analiza wpływu działania LTP na najprostszy aminokwas – glicynę. Analiza spektroskopowa produktów wykazała obecność w próbce wielu produktów utlenienia aminokwasu, co było spowodowane licznymi reakcjami glicyny z wolnymi rodnikami powstałymi podczas generowania LTP. Co ciekawe w widmach MS zidentyfikowano sygnały świadczące o powstaniu dipeptydu Gly-Gly. Oprócz samego dimeru glicyny zidentyfikowano również różne dimery powstałe z kombinacji pomiędzy produktami utlenienia glicyny oraz połączenie jej formy podstawowej z utlenioną.

Uzyskane wyniki nie tylko potwierdzają zdolność niskotemperaturowej plazmy do modyfikacji aminokwasów, przybliżając nas tym samym do zrozumienia procesów bliznowacenia, ale również sugerują możliwość chemicznej syntezy bardziej złożonych struktur biologicznych. Przy odpowiednio dobranych warunkach LTP może stać się potencjalnym narzędziem do syntezy białek. Takie rozwiązanie stworzyłoby wiele nowych możliwości w dziedzinach syntezy leków i leczenia chorób związanych z niedoczynnością lub zaburzeniami funkcjonowania receptorów białkowych.

### Literatura:

- [1] C. C. W. Verlact, W. Van Boxem, D. Dewaele, F. Lemièrre, F. Sobott, J. Benedikt, E. C. Neyts, A. Bogaerts, *J. Phys. Chem. C* 2017, 121, 5787–5799.
- [2] T. Wenzel, D.A. Carvajal Berrio, R. Daum, C. Reisenauer, K.D. Weltmann, D. Wallwiener, S.Y. Brucker, K. Schenke-Layland, E.M. Brauchle, M. Weiss, *ACS Appl. Mater. Int.* 2019, 11, 42885 – 4289520.
- [3] M. Sahun, A. Privat-Maldonado, A. Lin, N. De Roeck, L. Van der Heyden, M. Hillen, J. Michiels, G. Steenackers, E. Smits, K.K. Ariën, P.G. Jorens, P. Delputte, *ACS Sust. Chem. Engin* 2023, 11, 5206 – 52153.
- [4] M.C. Oliveira, H. Verswyvel, E. Smits, R.M. Cordeiro, A. Bogaerts, A. Lin, *Redox Biology* 2022, 57, 102503.

## Powinowactwo białek do powierzchni nGO jako niedoceniany czynnik przy opracowywaniu strategii immobilizacji

Bartosz Szymczak<sup>a</sup>, Patrycja Wojtaczka<sup>a</sup>, Natalia Forbot<sup>a</sup>, Marek Wiśniewski<sup>b</sup>,  
Katarzyna Roszek<sup>a</sup>

<sup>a</sup> *Katedra Biochemii, Wydział Nauk Biologicznych i Weterynaryjnych, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, ul. Lwowska 1, 87-100 Toruń;*

<sup>b</sup> *Katedra Chemii Materiałów, Adsorpcji i Katalizy, Wydział Chemii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, ul. Gagarina 7, 87-100 Toruń*

Białka terapeutyczne, mimo potencjalnych możliwości ich wykorzystania we współczesnej medycynie, nie są jednak powszechnie stosowane w praktyce. Ich podawanie do organizmu pacjenta obciążone jest ryzykiem proteolitycznej degradacji, inaktywacji i wywołania odpowiedzi immunologicznej. Jednym z możliwych rozwiązań jest immobilizacja białek na powierzchni nanomateriałów. W efekcie otrzymuje się koniugat o zwiększonej stabilności i aktywności preparatu białkowego [1, 2]. Dane literaturowe dowodzą, że prowadzone badania skupiają się na poszukiwaniu jak najbardziej biozgodnych nanomateriałów, efektywnie wiążących immobilizowane białko, natomiast często pomija się kwestię trwałości układu białko-nanomateriał w warunkach konkurencji z innymi białkami, np. w układzie krwionośnym pacjenta.

Celem prezentowanych badań było określenie natury oddziaływań pomiędzy nanomateriałem węglowym a modelowymi białkami, tworzącymi tzw. koronę białkową (protein corona) i czynników determinujących trwałość takiego koniugatu. Wykorzystując cztery białka różniące się wielkością i ładunkiem powierzchniowym, wyznaczyliśmy ich izotermę adsorpcji na powierzchni nanotlenku grafenu (nGO). Następnie określiliśmy, które z immobilizowanych białek cechuje największe powinowactwo do powierzchni nanomateriału w warunkach konkurencji z innymi białkami oraz czy zaadsorbowane białko może być wypierane przez inne cząsteczki dodane do układu.

Uzyskane wyniki wskazują, że ładunek powierzchniowy białka jest kluczowym parametrem decydującym o jego powinowactwie do powierzchni nanomateriału, ale także sprzyjającym tworzeniu kolejnych warstw opłaszczenia, np. przez białka surowicy krwi. Dokładna analiza oddziaływań białko-nanomateriał jest więc istotnym czynnikiem przy opracowywaniu nowoczesnych podłoży do immobilizacji i/ nośników leków o charakterze białkowym.

*Projekt finansowany ze środków programu „Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia Badawcza”; projekt: Grants4NCUStudents, numer finansowania: 111/2021/Grants4NCUStudents.*

### Literatura:

- [1] P. Bolibok, M. Wiśniewski, K. Roszek, A. P. Terzyk *The Science of Nature*, 2017, 104: 1–10.
- [2] A. Hetmann, M. Wujak, P. Bolibok, W. Zięba, M. Wiśniewski, K. Roszek, *Materials Science and Engineering: C*, 2018, 88: 130–139.

**PLAKATY**  
**SESJA MŁODYCH (cz. 2.)**  
**PIĄTEK 16.06**  
**(wg przypisanych numerów)**

## Magnetyczne nanocząstki pokrywane modyfikowanym chitozanem dla szybkiego wiązania glikoprotein

Kinga Myłkie, Paweł Nowak, Dorota Chelminiak-Dudkiewicz, Aleksander Smolarkiewicz-Wyczachowski, Marta Ziegler-Borowska  
*Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Wydział Chemii, Katedra Chemii Biomedycznej i Polimerów, ul. Gagarina 7, 87-100 Toruń*

Glikoproteiny są białkami, które posiadają kowalencyjnie przyłączone łańcuchy cukrowe [1]. Białka te występują w otoczkach wirusów i pełnią one kluczową rolę w procesie wywoływania zakażeń np. wirusami z grupy Coronavirinae, wirusa HIV, Eboli, zapalenia wątroby typu C (HCV), Borna, wścieklizny, Epsteina-Barr i wielu innych [2]. Znanych jest wiele substancji czynnych o działaniu przeciwwirusowym, jednak w dalszym ciągu poszukuje się tej „uniwersalnej”, która skutecznie blokowałaby namnażanie się wirusa dowolnego pochodzenia. Ważne jest poszukiwanie nowych substancji i materiałów, które będą zdolne do dezaktywacji jak najszerszej liczby patogenów w sposób szybki i nieodwracalny.

Celem głównym badań było otrzymanie magnetycznych nanocząstek pokrytych chitozanem, które będą posiadały wysoce reaktywne grupy funkcyjne zdolne do efektywnej immobilizacji glikoprotein.

Pierwszy etap projektu obejmował syntezę nanocząstek magnetytu pokrytych chitozanem na drodze współwytrącania *in situ*, które następnie poddano reakcji utlenienia roztworem nadjodanu sodu otrzymując powłokę chitozanu dialdehydowego. W kolejnym etapie, przeprowadzono reakcję nanocząstek magnetytu pokrytych chitozanem dialdehydowym z kwasem 3-aminofenyloboronowym. Otrzymane materiały są zbudowane z rdzenia magnetytu otoczonego zmodyfikowaną warstwą polimeru, która na swojej powierzchni posiada grupy dihydroksyborylowe kwasów boronowych. Otrzymany nowy materiał polimerowy został scharakteryzowany pod względem struktury oraz morfologii powierzchni, a następnie zbadany pod kątem zdolności do wiązania glikoprotein.

### Literatura:

[1] S. Jammel, M. Kalia, *Amino acids*, 2011, 41: 1147–1157.

[2] A. Sing, M. Kumar, A. Dubay, *Medical Devices Sensors*, 2021, 4.1: e10140.

## Nanocząstki magnetyczne pokryte modyfikowanym chitozanem i hemoglobina jako potencjalne nośniki leków fotocudzających w Terapii Fotodynamicznej (PDT)

Aleksander Smolarkiewicz-Wyczachowski<sup>a</sup>, Karolina Kozerska<sup>a</sup>, Dorota Chelminiak-Dudkiewicz<sup>a</sup>, Petr Zimčík<sup>b</sup>, Marta Ziegler-Borowska<sup>a</sup>

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

<sup>b</sup> Wydział Farmacji w Hradec Kralove, Uniwersytet Karola w Pradze, ul. Akademika Heyrovského 1203, 500-05 Hradec Kralove

Terapia fotodynamiczna jest kliniczną metodą leczenia nowotworów. Wykorzystuje działanie światła i fotocudzacza, co prowadzi do powstawania reaktywnych form tlenu niszczących komórki nowotworowe[1]. Po mimo tego, że terapia ta jest powszechnie znana od bardzo dawna, posiada pewne ograniczenia. Związane są one głównie z hydrofobowym charakterem leków fotocudzających powodującym agregację leków w układach biologicznych. Drugim problemem jest nadmierna kumulacja fotocudzacza w zdrowych komórkach i nieefektywny poziom jego usuwania z organizmu.

Potencjalnym rozwiązaniem powyższych problemów może być użycie nanocząstek magnetycznych jako nośnika dla leków fotocudzających. Łatwość modyfikacji ich struktury (pozwala zwiększyć ich biogodność), przyswajalność przez komórki nowotworowe (w swojej budowie zawierają żelazo), proste sposoby wiązania do nich leków oraz zjawisko hipertermii generowane przez nanocząstki magnetyczne może usprawnić działanie Terapii Fotodynamicznej i zwiększyć jej efektywność [2].

Prezentowane badania miały na celu syntezę nanocząstek magnetycznych pokrywanych modyfikowanym chitozanem oraz hemoglobina do których został przyłączony fotoczuły lek. Otrzymany materiał scharakteryzowano pod kątem struktury i morfologii powierzchni (ATR-FTIR, SEM, XDR). Stabilność termiczną zbadano za pomocą analizy termogravimetrycznej. Wielkość nanocząstek mierzono za pomocą pomiaru dynamicznego rozpraszania światła (DLS). Wyznaczono również wydajności kwantowe generowania tlenu singletowego przez badany materiał, co ma kluczowe znaczenie w PDT.

### Literatura:

[1] D. Bechet, P. Couleaud, C. Frochot, M. L. Viriot, F. Guillemin, M. Barberi-Heyob, Trends in Biotechnology, 2008, 26(11), 612–621.

[2] D.Chelminiak-Dudkiewicz, P. Rybczynski, A. Smolarkiewicz-Wyczachowski, D.T. Młynarczyk, K. Węgrzynowska-Drzymalska, A. Ilnicka, T. Goslinski, M. P. Marszał, M. Ziegler-Borowska, Applied Surface Science, 2020, 524, 146602.

## Poprawa właściwości użytkowych fosforanowo-magnezowego cementu kostnego poprzez dodatek hydrożelu alginianowego

Rafał Jesiołkiewicz<sup>a</sup>, Anna Ronowska<sup>b</sup>, Aleksandra Mielewczyk-Gryń<sup>c</sup>,

Justyna Kozłowska<sup>d</sup>, Marcin Wekwejt<sup>e</sup>

<sup>a</sup> *Koło Naukowe 'Materiały w Medycynie', Politechnika Gdańska, Gdańsk;*

<sup>b</sup> *Zakład Medycyny Laboratoryjnej, Katedra Biochemii Klinicznej, Gdański Uniwersytet Medyczny, Gdańsk;*

<sup>c</sup> *Zakład Ceramiki, Instytut Nanotechnologii i Inżynierii Materiałowej, Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej, Politechnika Gdańska, Gdańsk;*

<sup>d</sup> *Katedra Chemii Biomateriałów i Kosmetyków, Wydział Chemii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Toruń;*

<sup>e</sup> *Zakład Technologii Biomateriałów, Instytut Technologii Maszyn i Materiałów, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Okrętownictwa, Politechnika Gdańska, Gdańsk, Polska*

Korzystną cechą użytkową współczesnych biomateriałów stanowi wstrzykiwalność, która umożliwia ich stosowanie w chirurgii małoinwazyjnej. Do tak aplikowanych materiałów medycznych zaliczyć można szczególną grupę samoutwardzalnych materiałów, zwaną cementami kostnymi [1]. W ostatnim czasie, ciekawą alternatywą dla głównie stosowanych cementów fosforanowo-wapniowych stał się również fosforan magnezu (MPC), który cechuje się efektywniejszą resorpcją w organizmie, korzystniejszymi (początkowymi) właściwościami mechanicznymi oraz krótszym czasem wiązania [2]. W tej pracy sprawdzono wpływ dodatku hydrożelu alginianowego do cementu na bazie fosforanu magnezu zastosowany w celu poprawy jego właściwości użytkowych. Cement ceramiczny był uzyskiwany w reakcji hydraulicznej tlenku magnezu (Fisher Chemical, USA) wraz z diwodorofosforanem potasu (Chempur, PL) w środowisku wodnym (stosunek proszek–płyn wynoszący 2,5:1). Przyjęto stały stosunek molowy magnezu do fosforu w cemencie wynoszący 4:1. Jako płyn cementu następnie zastosowano sieciowane roztwory alginianu sodu (Chemmat, PL) [3]. Po zmieszaniu składników, otrzymana pasta została przełożona do specjalnej formy i pozostawiona do utwardzenia przez 24h w łaźni wodnej. Przeprowadzono następujące badania: pomiar czasu utwardzania i temperatury wiązania, analizę mikrostruktury (SEM), skład chemiczny i fazowy (XRD i FTIR), próby mechaniczne (wytrzymałość na ściskanie), jakościową ocenę wstrzykiwalności oraz badanie cytozgodności (test MTT na ludzkich osteoblastach). Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu modyfikacji cementu ceramicznego poprzez zastosowanie sieciowanego komponentu hydrożelowego oraz opracowanie technologii otrzymywania nowego cementu kostnego zaliczanego do grupy podwójnie wiążących. Otrzymane w badaniach cementy kostne cechowały się poprawionymi właściwościami użytkowymi, tj. obniżoną temperaturą wiązania, korzystnym czasem utwardzania oraz poprawioną wstrzykiwalnością.

*Badania zostały sfinansowane w ramach programu PLUTONIUM nr DEC-3/2022/IDUB/III.4.3/Pu 'Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia Badawcza', Politechnika Gdańska.*

### Literatura:

[1] B. Fang, Z. Hu, T. Shi, Y. Liu, X. Wang, D. Yang, K. Zhu, X. Zhao, Z. Zhao, *Ceramics International*, 2023, 49, 4001–4016.

[2] S. Yu, L. Liu, C. Xu, H. Dai, *Journal of the Mechanical Behaviour of Biomedical Materials*, 2019, 91, 229–236.

[3] Emily A. Growney Kalaf, Meghana Pendyala, J. Gary Bledsoe, Scott A. Sell, *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 2017, 72, 229–240.



## Opatrunki hydrożelowe na bazie poliwinylpirolidonu i gumy gellan

Maria Kaniecka, Joanna Barczyk, Joanna Skopińska-Wiśniewska  
*Wydział Chemii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu*

Trudno gojące się rany to poważny problem zdrowotny, który może prowadzić do długotrwałych i uciążliwych powikłań. Istnieje wiele przyczyn, które mogą prowadzić do powstawania takich ran np.: infekcje, brak krążenia, choroby układowe, niedobory odżywcze, ciężkie urazy. Niestety, mimo wielu lat poszukiwań nadal problem ten nie znajduje satysfakcjonującego rozwiązania. Innowacyjnym rozwiązaniem, które daje obiecujące rezultaty jest opatrunek hydrożelowy. Hydrozele ze względu na właściwości, takie jak hydrofilowość, zdolność do absorbowania dużych ilości wody i innych płynów biologicznych oraz możliwość pełnienia roli nośnika leków i różnego rodzaju substancji czynnych, są idealnymi opatrunkami na trudno gojące się rany [1].

Hydrozele to trójwymiarowe materiały utworzone z usieciowanych polimerów. Poli(winylopirolidon) (PVP) to syntetyczny, biozgodny polimer rozpuszczalny w wodzie. Tworzy hydrozele charakteryzujące się dużą przezroczystością i elastycznością, jednak dość słabymi właściwościami mechanicznymi i niską zdolnością pęcznienia [2]. Guma gellan jest polisacharydem pochodzenia bakteryjnego. Posiada zdolność żelowania w obecności niektórych kationów, np.:  $\text{Ca}^{2+}$ . Stosuje się ją m.in. jako emulgator i stabilizator emulsji. Układy na bazie gumy gellan wykorzystywane są w tworzeniu systemów o modyfikowanym uwalnianiu substancji leczniczych za sprawą ich wrażliwości na zmiany pH [3,4]. Hydrożel na bazie poli(winylopirolidonu) i gumy gellan charakteryzuje się właściwościami, które czynią go bardzo dobrym materiałem na opatrunek dla trudno gojących się ran.

Celem badań było opracowanie opatrunku na bazie poli(winylopirolidonu) i gumy gellan. Sporządzono roztwory zawierające PVP i gumę gellan w ilości, odpowiednio: 5% PVP + 1,5% GG, 8% PVP + 1% GG i 8% PVP + 1,5% GG. Następnie do tych układów dodano po 0,5% alantoiny i D-pantenolu, a następnie usieciowano przy pomocy 1% roztworu chlorku wapnia. Uzyskane hydrozele przetestowano pod kątem właściwości mechanicznych. Wybrany układ wzbogacono dodatkiem ekstraktu roślinnego wspomagającego proces gojenia.

*Projekt finansowany w ramach „Grants4NCUStudents” (Decyzja nr 36/2022/Grants4NCUStudents).*

### Literatura:

- [1] Q Chai, Y. Jiao, G. Xinjun, 2017, 3.1: 6.
- [2] N. Roy, N. Saha, Hydrogels: Synthesis, Characterization and Applications, 2012, 227–252.
- [3] N. Jindal, J. Singh Khattar, Biopolymers for Food Design, 2018, 95–123.
- [4] H. Zhang, F. Zhang, R. Yuan, Hydrogels Based on Natural Polymers, 2020, 357–410.

## Hydrożel alginianowo-poliwinylopirolidionowy jako innowacyjny opatrunek na rany przewlekłe

Joanna Barczyk, Maria Kaniecka, Joanna Skopińska-Wiśniewska  
*Wydział Chemii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika*

Rana przewlekła to rana, która nie przeszła przez normalny proces gojenia i pozostaje otwarta przez ponad miesiąc. Do takich ran zaliczane są między innymi odleżyny czy wrzody cukrzycowe. Brak leczenia, a także niewłaściwe leczenie mogą nieść za sobą poważne konsekwencje, m.in. infekcję rany, a nawet amputację kończyny [1,2]. Z tego względu dobór odpowiedniego opatrunku jest kluczowy dla właściwego procesu gojenia. Idealny opatrunek powinien tworzyć wilgotne, czyste i ciepłe środowisko, pochłaniać wysięki, zapewniać ochronę przed infekcją bakteryjną, osłaniać także okolicę wokół rany, jak również minimalizować ból przy usuwaniu opatrunku. Jednocześnie nie może być toksyczny czy drażniący dla tkanek. Te cechy posiadają opatrunki hydrożelowe. Hydrożele to materiały zbudowane z usieciowanych polimerów, które mogą wchłonąć znaczną ilość płynu poprzez pęcznienie, ale mogą również oddawać wilgoć do suchej rany, by utrzymać w niej odpowiednie środowisko [3].

Do otrzymania opatrunku hydrożelowego wykorzystano dwa hydrofilowe polimery. Alginian sodu (ALG) jest polisacharydem, który sieciowany jonami wapnia, tworzy stabilne hydrożele. Poliwinylpirolidon (PVP) to polimer syntetyczny, który w przemyśle farmaceutycznym jest głównie stosowany jako nośnik substancji aktywnych [4,5].

Sporządzono wodne roztwory polimerów, które zawierały odpowiednio 1%PVP i 1,5%ALG oraz 1%PVP i 2%ALG, i zbadano ich lepkość. Następnie mieszaniny sieciowano przy użyciu 1% roztworu  $\text{CaCl}_2$  i przetestowano zdolność pęcznienia otrzymanych hydrożeli w różnych środowiskach. pH prawidłowo gojącej się rany wynosi ok. 5, a rana zakażona wykazuje pH w przedziale 6,5-8. Dlatego w badaniu wykorzystano bufor fosforanowy o pH 7,4 oraz octanowy o pH 5,5. Wykazano, że hydrożele testowane w środowisku symulującym prawidłowo gojącą się ranę, pęcznią w typowy sposób, a w podwyższonym pH ulegają degradacji, co w przypadku użycia opatrunków z substancjami aktywnymi może wspomóc uwalnianie tych substancji i przeloży się na skuteczniejsze ich dotarcie w głąb rany.

*Projekt finansowany w ramach „Grants4NCUStudents” (Decyzja nr 36/2022/Grants4NCUStudents)*

### Literatura:

- [1] K. Järbrink, G. Ni, H. Sönnnergren, A. Schmidtchen, C. Pang, R. Bajpai, J. Car, Systematic Reviews 2016, 5, 152.
- [2] C.K. Sen. Human, Advances in Wound Care, 2021, 10(5), 281–292.
- [3] A. Sood, M.S. Granick, N.L. Tomaselli, Adv Wound Care, 2014, 3(8), 511–529.
- [4] L. Pereira, J. Cotas, Alginates-recent uses of this natural polymer, 2020.
- [5] P. Franco, I. De Marco, Polymers, 2020, 12(5), 1114.

## Badanie wpływu współdomieszkowania jonami $Gd^{3+}$ na luminescencję $Eu^{3+}$ w matrycach zol-żelowych zawierających nanokryształy fluorokowe

Joanna Śmiarowska<sup>a</sup>, Natalia Pawlik<sup>a</sup>, Tomasz Goryczka<sup>b</sup>, Wojciech A. Pisarski<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Uniwersytet Śląski, Instytut Chemii, ul. Szkolna 9, 40-007 Katowice;

<sup>b</sup> Uniwersytet Śląski, Instytut Inżynierii Materiałowej, ul. 75. Pułku Piechoty 1A, 41-500 Chorzów

Materiały domieszkowane jonami ziem rzadkich cieszą się obecnie dużym zainteresowaniem. We wskazanej grupie domieszek optycznie aktywnych jony  $Eu^{3+}$  są powszechnie stosowane ze względu na intensywną luminescencję w zakresie światła widzialnego o barwie pomarańczowo-czerwonej, a także możliwość wykorzystania ich w charakterze sondy spektroskopowej [1]. Dodatkowo, jedną z metod pozwalających na efektywne uzyskanie luminescencji jonów  $Eu^{3+}$  jest ich wzbudzenie poprzez inne jony ziem rzadkich, np.  $Gd^{3+}$ . Przekazanie energii wzbudzenia w kierunku  $Gd^{3+} \rightarrow Eu^{3+}$  jest możliwe ze względu na stosunkowo niewielką różnicę energetyczną między ich poziomami wzbudzonymi. Z tego właśnie powodu współdomieszkowanie materiałów optycznych jonami  $Gd^{3+}$  może wzmocnić luminescencję charakterystyczną dla jonów  $Eu^{3+}$  [2,3].

W ramach niniejszej pracy przeprowadzono syntezę materiałów współdomieszkowanych jonami  $Gd^{3+}$  i  $Eu^{3+}$  metodą zol-żel. Otrzymane kserożele o zmieniającym się stosunku molowym jonów lantanu(III) i gadolinu(III) następnie poddano procesowi kontrolowanej obróbki termicznej w celu otrzymania materiałów amorficzno-kryształicznych, zawierających nanokryształy  $LaF_3:Gd^{3+},Eu^{3+}$ . W oparciu o przeprowadzoną charakterystykę luminescencyjną uzyskanych materiałów, oszacowano wydajności transferu energii  $Gd^{3+} \rightarrow Eu^{3+}$ , a także oceniono zmiany symetrii w lokalnym otoczeniu wokół jonów domieszki aktywnej ( $Eu^{3+}$ ) na podstawie obliczeń współczynników R/O. Określono także wpływ obróbki termicznej oraz zmian zawartości jonów  $Gd^{3+}$  na luminescencję jonów  $Eu^{3+}$ .

### Literatura:

- [1] P. Yasaka, K. Boonin, K. Duangjai, H.J. Kim, S. Kothan, J. Kaewkhao, *Optik*, 2022, 265, 169531–169543.
- [2] N. Kiwsakunkran, J. Tongdang, N. Chanthima, H.J. Kim, S. Kothan, J. Kaewkhao, *Radiation Physics and Chemistry*, 2022, 199, 110390–110398.
- [3] P. Ramakrishna, R.K. Padhi, D.K. Mohapatra, H. Jena, B.S. Panigrahi, *Optical Materials*, 2022, 125, 112060–112071.

## Układy hybrydowe tlenek tytanu(IV)-lignina kraft jako funkcjonalne wypełniacze w syntezie żywic epoksydowych

Patryk Jędrzejczak<sup>a</sup>, Beata Podkościelna<sup>b</sup>, Łukasz Kłapiszewski<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Politechnika Poznańska, Wydział Technologii Chemicznej, Instytut Technologii i Inżynierii Chemicznej, ul. Berdychowo 4, 60-965 Poznań, Polska;

<sup>b</sup> Uniwersytet Marii Curie Skłodowskiej w Lublinie, Wydział Chemii, Instytut Nauk Chemicznych, ul. Gliniana 33/51, 20-614 Lublin, Polska

Żywice epoksydowe stanowią jedno- lub dwuskładnikowe żywice syntetyczne charakteryzujące się wysoką reaktywnością i zawierające w swojej strukturze ugrupowania epoksydowe. Można z nich wytworzyć usieciowane związki, na skutek homopolimeryzacji lub reakcji utwardzania z innymi reagentami, np. aminami lub alkoholami [1]. Powstałe dzięki temu termoutwardzalne epoksydy wykazują doskonałą stabilność mechaniczną, termiczną i fizyczną, co pozwoliło im znaleźć wiele zastosowań, np. jako powłoki, kleje i materiały elektroizolacyjne, a także w branży motoryzacyjnej i przemyśle lotniczym [1].

Obecnie najczęściej stosowaną żywicą epoksydową jest eter diglicydylowy bisfenolu A (DGEBA), do którego produkcji wykorzystuje się głównie bisfenol A wytwarzany z nieodnawialnych zasobów kopalnych [1][2]. Ponadto, związek ten może przenikać z produktów go zawierających do środowiska i wnikać do wnętrza organizmów zaburzając ich gospodarkę hormonalną. Wynika to z tego, że bisfenol A wykazuje podobne działanie do estrogenów i antyandrogenów, powodując uszkodzenia tkanek i narządów wchodzących m.in. w skład układu rozrodczego, odpornościowego i neuroendokrynnego [3].

Omówione w ramach niniejszego streszczenia kwestie stanowią motywację do poszukiwania alternatywnych surowców, które można wykorzystać w produkcji żywic epoksydowych. Takim materiałem, który jest szeroko analizowany pod kątem wykorzystania w produkcji żywic epoksydowych jest lignina i jej pochodne [4][5]. Do żywic epoksydowych w celu poprawienia parametrów użytkowych wprowadza się też różnego rodzaju wypełniacze, np. w postaci tlenków nieorganicznych, takich jak: tlenek tytanu(IV) [6] czy krzemionka [7].

Z powyższych pobudek podjęto prace nad otrzymaniem, w wyniku zastosowania metody mechanicznej, układów hybrydowych TiO<sub>2</sub>-lignina kraft, które scharakteryzowano pod kątem ich właściwości dyspersyjno-morfologicznych, składu pierwiastkowego, występowania charakterystycznych grup funkcyjnych czy stabilności termicznej. W następnym etapie materiały hybrydowe zastosowano w roli wypełniaczy do żywic epoksydowych otrzymując odpowiednie kompozyty, które poddano m.in. testom starzenia.

*Praca została zrealizowana w ramach projektu badawczego nr 2019/35/B/ST8/02535 sfinansowanego przez Narodowe Centrum Nauki.*

### Literatura:

- [1] X. Lu, X. Gu, International Journal of Biological Macromolecules, 2023, 229, 778–790.
- [2] P. Jędrzejczak, B. Podkościelna, M. Janczarek, A. Kosmalka-Olańska, M.N. Collins, A. Masek, Ł. Kłapiszewski, International Journal of Biological Macromolecules, 2023, 235, 123876.
- [3] Y. Ma, H. Liu, J. Wu, L. Yuan, Y. Wang, X. Du, R. Wang, P.W. Marwa, P. Petlulu, X. Chen, H. Zhang, Environmental Research, 2019, 176, 108575.
- [4] P. Jędrzejczak, M.N. Collins, T. Jesionowski, Ł. Kłapiszewski, International Journal of Biological Macromolecules, 2021, 187, 624–650.
- [5] C. Gioia, M. Colonna, A. Tagami, L. Medina, O. Sevastyanova, L.A. Berglund, M. Lawoko, Biomacromolecules, 2020, 21, 1920–1928.
- [6] A. Chatterjee, M.S.I Islam, Materials Science and Engineering: A, 2008, 487, 574–585.
- [7] L. Liu, M. Zhao, X. Pei, S. Liu, S. Luo, M. Yan, R. Shao, Y. Sun, W. Xu, Z. Xu, Progress in Organic Coatings, 2023, 179, 107522.

## **Polimerowa maska na przewlekłe problemy skórne – opracowanie metodyki otrzymania i ocena skuteczności działania**

Klaudia Istał, Emilia Golińska, Justyna Kozłowska

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

Jednorazowe maseczki ochronne są jednymi z najważniejszych środków zapobiegających i wspomagających walkę z koronawirusem, w dalszym ciągu są obowiązkowe w wielu miejscach. Noszenie ich może przyczynić się do powstania następujących problemów: bóle głowy, trądzik, blizny na mostku nosa, swędzenie twarzy, wysypki, podrażnienia i dyskomfort związany z podwyższoną temperaturą twarzy [1].

W celu eliminacji problemów skórnych powodowanych noszeniem masek ochronnych stworzono biodegradowalną maskę hydrożelową. Materiał ten działa natychmiast po nałożeniu na miejsce ze zmianami skórnymi, dzięki zawartości składników aktywnych, takich jak: ekstrakt z perły, ekstrakt z korzenia *Scutellaria baicalensis* (czapka bajkalska), ekstrakt z liści *Artemisia princeps* (bylica pospolita), kolagen morski [2,3]. Jej zadaniem będzie regeneracja i intensywne nawilżenie skóry. Skuteczność materiału hydrożelowego została potwierdzona przy użyciu korneometru, tewametru i kolorymetru [4]. Hydrożelowa maska może być pomocna dla wielu osób zmagających się z problemami skórnymi.

*Projekt realizowany w ramach programu Grants4NCUStudents.*

### **Literatura:**

- [1] K. Huang, S.-W. Lin, W.-H. Sheng, C.-C. Wang, Scientific Reports, 2021, 11, 11025.
- [2] K. Barański, G. Brożek, A. Kaleta-Pilarska, M. Kowalska, J. E. Zejda, Res. Public Health, 2021, 18, 4388.
- [3] A. C. Duarte, A. L. Patricio Silva, J. C. Prata, T. Rocha-Santos, Environments, 2021, 8, 31.
- [4] M.-B. Coltelli, G. Morganti, P. Morganti, V.E. Yudin, Cosmetics, 2020, 7, 68.

## **Bio-maską w postaci hydrożelu do stosowania na zmiany skórne wywołane noszeniem maseczek ochronnych**

Emilia Golińska, Klaudia Istał, Justyna Kozłowska

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

Noszenie masek podczas pandemii Covid-19 przyczyniło się do wielu problemów skórnych: maskne, trądziku, blizn na mostku nosa, swędzenia twarzy, wysypki, podrażnień i dyskomfortu związanego z podwyższoną temperaturą twarzy, suchością okolic ust i nosa [1].

Ze względu na duże zanieczyszczenie środowiska, opracowano prototyp biodegradowalnej, hydrożelowej maski, przeznaczonej na zmiany skórne spowodowane noszeniem masek ochronnych podczas pandemii Covid-19. Maską działa natychmiast po nałożeniu na miejsce zmian skórnych i eliminuje problemy, co udowodniono odpowiednimi badaniami instrumentalnymi. Ponieważ problem ten dotyczy wielu ludzi, a zwłaszcza personelu medycznego, hydrożelowa maska kosmetyczna pomoże rozwiązać problemy skórne dużej grupy osób [2-4]. Materiał hydrożelowy został wzbogacony dodatkami wybranych składników aktywnych, by silnie regenerować, nawilżać i walczyć z maskne, trądzikiem i podrażnieniami wywołanymi przez długotrwałe noszenie maseczek ochronnych.

Celem pracy było opracowanie metodyki otrzymywania hydrożelowej maski i ocena jej właściwości.

*Projekt realizowany w ramach programu Grants4NCUStudents.*

### **Literatura:**

- [1] C. B. Spigariolo, S. Giacalone, G. Nazzaro, *Journal of Clinical Medicine*, 2022, 11.3: 618.
- [2] P. K. Krajewski., Ł. Matusiak, M. Szepietowska, R. Białynicki-Birula, J. C. Szepietowski, *Biology*, 2020, 9.12: 451.
- [3] K. Barański, G. Brożek, M. Kowalska, A. Kaleta-Pilarska, J. E. Zejda, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2021, 18.8: 4388.
- [4] P. Morganti, V. E. Yudin, G. Morganti, M. B. Coltelli, *Cosmetics*, 2020, 7.3: 68.

## Porównanie aktywności fotokatalitycznej i biologicznej kompleksów okso-tytanu(IV) (TOCs) o rdzeniach {Ti<sub>4</sub>O} oraz {Ti<sub>6</sub>O<sub>4</sub>}

Barbara Kubiak<sup>a</sup>, Aleksandra Radtke<sup>a</sup>, Piotr Piszczek<sup>a</sup>, Patrycja Golińska<sup>b</sup>, Tomasz Jędrzejewski<sup>c</sup>

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

<sup>b</sup> *Katedra Mikrobiologii, Wydział Nauk Biologicznych i Weterynaryjnych, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Lwowska 1, 87-100 Toruń*

<sup>c</sup> *Katedra Immunologii, Wydział Nauk Biologicznych i Weterynaryjnych, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Lwowska 1, 87-100 Toruń*

Badanie aktywności fotokatalitycznej kompleksów okso-tytanu(IV) (TOCs) jest coraz popularniejszym tematem w pracach naukowych ze względu na ogromny potencjał ich komercyjnego wykorzystania, ale niewiele artykułów jest poświęconych właściwościom biologicznym. Celem pracy była synteza TOCs o rdzeniach {Ti<sub>4</sub>O} (**1**) oraz {Ti<sub>6</sub>O<sub>4</sub>} (**2**) i wprowadzenie ich do matrycy polimerowej (PMMA) a także zbadanie ich aktywności fotokatalitycznej i biologicznej.

W pracy zsyntetyzowano TOCs z ligandami kwasu 9-hydroksy-9-fluorenokarboksyłowego (**1**) oraz 9-hydroksy-9-fluorenokarboksyłowego i propionowego (**2**). Następnie wprowadzono je do matrycy PMMA a stężenie TOCs wynosiło 2, 5, 10 i 20%. Wytworzone materiały zbadano przy pomocy spektroskopii IR, Ramana, EPR, poddano charakterystyce termicznej. Aktywność fotokatalityczną badano przez obserwację degradacji błękitu metylenowego w świetle UV oraz VIS. Badania mikrobiologiczne obejmowały wpływ na redukcję następujących drobnoustrojów: *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* oraz *Candida albicans*. Natomiast na fibroblastach mysich L929 sprawdzano czy otrzymane kompozyty wykazują działanie cytotoksyczne.

Badania wykazały, że aktywność fotokatalityczna TOCs (**1**) i (**2**) zależy od zastosowanego promieniowania. Otrzymane kompozyty nie są cytotoksyczne, nawet przy 20% dodatku związku. Natomiast mikrobiologicznie aktywne są tylko materiały z TOCs (**2**).

## Wpływ syntezy na właściwości fizykochemiczne magnetytu domieszkowanego cynkiem

Magda Bielicka<sup>a</sup>, Beata Kalska - Szostko<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Szkoła Doktorska Nauk Ścisłych i Przyrodniczych, Uniwersytet w Białymstoku;

<sup>b</sup> Wydział Chemii, Uniwersytet w Białymstoku, Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok

Nanomateriały magnetyczne znajdują zastosowanie w wielu gałęziach przemysłu, m.in. w elektronice, medycynie, kosmetyce, budownictwie czy przemyśle spożywczym [1]. Ich aplikacyjny potencjał wynika z unikalnych właściwości chemicznych, fizycznych, magnetycznych, optycznych, a także termicznych, które zależne są od sposobu przygotowania, interakcji z stabilizatorami powierzchniowymi, wielkości oraz kształtu ziaren [2]. Nanocząstki charakteryzują się zdolnością do adsorpcji poszczególnych związków, odpornością na utlenianie, dobrą stabilnością w roztworach, aktywnością elektrochemiczną, itp. [3]. Związki cynku w postaci nano są obecnie szeroko badane ze względu na swoje działanie antybakteryjne, biokompatybilność oraz zachowywanie swojej fotoaktywności, itp. [4].

W prezentowanej pracy przedstawiono procedurę syntezy oraz charakterystykę fizykochemiczną nanocząstek modyfikowanego magnetytu domieszkowanego jonami cynku (Zn). Celem pracy było sprawdzenie wpływu warunków syntezy i stężenia domieszki na właściwości fizykochemiczne nanocząstek. Nanocząstki o wzorze ogólnym  $Zn_xFe_{3-x}O_4$  otrzymano dwiema metodami chemicznymi: współstrącaniem chlorków żelaza(II) i (III) w roztworze alkalicznym oraz termicznym rozkładem acetyloacetonianu żelaza(III) w środowisku wysokowrzącego rozpuszczalnika, a także odpowiednich surfaktantów [3]. Uzyskane nanocząstki scharakteryzowano za pomocą: transmisyjnej mikroskopii elektronowej, dyfrakcji rentgenowskiej, promieniowania rentgenowskiego z dyspersją energii, spektroskopii Mössbauera i porozymetrii.

### Literatura:

- [1] R. Kumar, A. Kumar, N. Verma, A. V. Anupama, R. Philip, B. Sahoo, Carbon N. Y., 2019, 153, 545–556.
- [2] S. Amala Jayanthi, D. Muthu Gana Theresa Nathan, J. Jayashainy, Mater. Chem. Phys., 2015, 162, 16–325.
- [3] M. Bielicka, U. Klekotka, O. Nowakowska, D. Satuła, B. Kalska-Szostko, Adv. Powder Technol., 2023, 4(2), 103925.
- [4] B. Kalska-Szostko, U. Klekotka, D. Satuła, E. Zambrzycka-Szelewa, B. Biointerfaces., 2013, 113C, 295–301.



## Okso-kompleksy tytanu(IV) o potencjalnym zastosowaniu medycznym

Julia Śmigiel<sup>a</sup>, Tomasz Jędrzejewski<sup>b</sup>, Tadeusz Muzioł<sup>a</sup>,  
Patrycja Golińska<sup>b</sup>, Aleksandra Radtke<sup>a</sup>

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

<sup>b</sup> Wydział Nauk Biologicznych i Weterynaryjnych, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, ul. Lwowska 1, 87-100 Toruń

Znaczenie oraz wykorzystanie związków kompleksowych w medycynie, na przestrzeni ostatnich lat, zyskało niebywałą popularność. Rozwój chemii koordynacyjnej, a dokładnie sporządzanie nowych medykamentów przyczyniło się do wzrostu skuteczności leczenia [1,2]. Niezwykłą popularność zyskała synteza oraz wykorzystanie wielojądrowych karboksylanów tytanu(IV). Struktury tego typu otrzymywane są w wyniku reakcji alkoholów tytanu(IV) z kwasami karboksylowymi, w różnorodnych stosunkach molowych i przy zastosowaniu rozmaitych rozpuszczalników [3]. Związki tytanu znalazły już swoje zastosowanie w terapii nowotworowej, dlatego też postanowiono zgłębić jego zastosowanie medyczne, poprzez wytworzenie połączenia z ligandami o działaniu przeciwbólowym, przeciwzapalnym i przeciwzakrzepowym. W tym celu zastosowano dwa kwasy karboksylowe: aspirynę oraz kwas cytrynowy. Zastosowany kwas acetylosalicylowy wykazuje działanie przeciwbólowe, przeciwzapalne, przeciwgorączkowe i antykoagulacyjne. Natomiast kwas cytrynowy jest silnym utleniaczem i posiada antybakteryjne właściwości. Ponadto wykazuje potencjalne zastosowanie w terapii przeciwnowotworowej oraz w rozpoznawaniu i diagnozowaniu stanów patologicznych [4,5].

W naszych badaniach skupiono uwagę na wytworzeniu materiałów kompozytowych powstałych w wyniku dyspersji okso-kompleksów tytanu(IV) (TOC) w matrycy poli(ε-kaprolaktonu) (PCL) oraz poli(metakrylanu metylu) (PMMA). PCL to biodegradowalny polimer termoplastyczny, który jest coraz częściej wykorzystywany np. do produkcji wyrobów medycznych. Analiza doniesień wskazuje na rosnące zainteresowanie modyfikacją filmów/powłok PCL w celu uzyskania materiałów biodegradowalnych, które mogą być nośnikami uwalnianych środków przeciwdrobnoustrojowych lub antybiotyków. Oceniono aktywność przeciwdrobnoustrojową wytworzonych kompozytów w stosunku do bakterii Gram-dodatnich (*Staphylococcus aureus* ATCC 6538 i *S. aureus* ATCC 25923) i Gram-ujemnych (*Escherichia coli* ATCC 8739 i *E. coli* ATCC 25922) oraz drożdży *Candida albicans* ATCC 10231. Badania bezpośredniej i pośredniej cytotoksyczności przeprowadzono na liniach komórkowych L929 i HUVEC. Ponadto uzyskano interesujące wyniki badań dotyczące aktywności przeciwnowotworowej na liniach komórkowych HeLa, MCF-7 oraz MG-63.

### Literatura:

- [1] L. Trynda-Lemiesz, U. Śliwińska-Hill, Journal of Oncology, 2011, 61, 5, 466.
- [2] Y. Lin, Y.-F. Zhu, Z.-H. Chen, F.-H. Liu, L. Zhao, Z.-M. Su, Inorganic Chemistry Communications 2014, 40, 22–25.
- [3] P. Piszczek, Polyhedron, 2007, 26, 93-100.
- [4] C. Patrono, L. A. García Rodríguez, R. Landolfi, C. Baigent, New England Journal of Medicine, 2005, 353.22: 2373–2383.
- [5] X. Wang, Y. Yin, W. Qian, C. Peng, S. Shen, T. Wang, S. Zhao, The FASEB Journal, 2022, 36.6: e22362.

## Porowate biodegradowalne układy 3D z żelaza jako obiecujące implanty: charakterystyka i potencjalne zastosowania

Gabriela Gąsior<sup>a</sup>, Marlena Grodzicka<sup>a</sup>, Tomasz Jędrzejewski<sup>b</sup>, Aleksandra Radtke<sup>a</sup>,

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

<sup>b</sup> Wydział Nauk Biologicznych i Weterynaryjnych, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, ul. Lwowska 1, 87-100 Toruń

Biodegradowalne systemy metalowe są przyszłością w interwencyjnych zabiegach chirurgicznych [1-3]. W tym posterze zawarto opis wytwarzania nowych porowatych struktur na bazie żelaza przy wykorzystaniu metody replikacji, w której porowaty szablon polimerowy jest nasycony proszkiem metalu i przetwarzany termicznie w kontrolowanych warunkach. W wynikach przedstawiono dwa przykłady materiałów na bazie żelaza o różnej porowatości i różnych wymiarach porów, scharakteryzowanych pod kątem potencjalnych zastosowań jako biodegradowalne implanty. Wytwarzane struktury były obrazowane za pomocą skaningowego mikroskopu elektronowego (SEM) i charakteryzowane za pomocą spektrometrii rentgenowskiej (EDX). Testy zanurzeniowe i elektrochemiczne, mające na celu określenie podatności na korozję, przeprowadzono w roztworze Hanka. Badania cytotoksyczności *in vitro* przeprowadzono przy użyciu linii komórkowych: fibroblastów mysich L929, ludzkich komórek mięśni gładkich aorty (HAMSC) i ludzkich komórek śródbłonna naczyniowego żyły pępowinowej (HUVEC).

*Projekt finansowany w ramach grantu Preludium BIS (no. 2019/35/O/ST5/00405) przez Narodowe Centrum Nauki.*

### Literatura:

- [1] Oriňaková, R., Gorejová, R., Králová, Z.O., Petráková, M., Oriňak, A. J. Mater. Sci. 2021, 56, 13925–13963.
- [2] Chesta, F., Rizvi, Z.H., Oberoi, M., Buttar, N., Tech. Innov. Gastrointest. Endosc., 2020, 22, 205–211.
- [3] Kubásek, J., Vojtěch, D., Jablonská, E., Pospíšilová, I., Lipov, J., Ruml, T., Mater. Sci. Eng. C, 2016, 58, 24–35.

## **Modyfikacja powierzchni biodegradowalnego rusztowania 3D na bazie żelaza - synteza hydroksyapatytu przy użyciu metody katodowej elektrodopozycji**

Marlena Grodzicka<sup>a</sup>, Michalina Ehlert<sup>a</sup>, Piotr Piszczek<sup>a</sup>, Marek Wiśniewski<sup>a</sup>,  
Tomasz Jędrzejewski<sup>b</sup>, Aleksandra Radtke<sup>a</sup>

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

<sup>b</sup> Wydział Nauk Biologicznych i Weterynaryjnych, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu,  
ul. Lwowska 1, Toruń

Ważnym aspektem związanym z projektowaniem implantów biodegradowalnych jest zwiększenie ich biointegracji z tkanką kostną. Modyfikacja powierzchni implantów ortopedycznych jest skuteczną strategią przyspieszającą gojenie się kości we wczesnym okresie implantacji, co jest bardzo istotne w związku z zastosowaniem implantów tymczasowych. [1] Wśród różnych metod, pokrywanie implantów warstwą hydroksyapatytu (HAp) jest jedną z najczęściej stosowanych technik, ze względu na jego doskonałą biokompatybilność i zdolność do osteokondukcji. [2]

W prezentowanej pracy omówiono wyniki badań dotyczące warunków stosowanych w katodowym osadzeniu hydroksyapatytu na powierzchni trójwymiarowego rusztowania 3D z żelaza. Skupiono się na porównaniu struktury, właściwości fizykochemicznych i mechanicznych wytworzonych warstw hydroksyapatytu w różnych warunkach. W tym celu analizowano obrazy skaningowej mikroskopii elektronowej, porównano skład chemiczny, w tym stosunek Ca:P otrzymanych warstw. Przeanalizowano oraz porównano uzyskane widma spektroskopii w podczerwieni, oceniono zwilżalność i obliczono energię powierzchniową otrzymanego układu Fe/HAp. Określono również wpływ obecności warstwy hydroksyapatytu na proces degradacji rusztowania.

*Badania zostały sfinansowane z projektu New idea to improve the biointegrity of biodegradable 3D iron scaffolds w ramach Grants4NCUStudents IDUB.*

### **Literatura:**

[1] R.A. Surmenev, M.A. Surmeneva, A.A Ivanova, Acta Biomater, 2014, 10, 557–579.

[2] M. Ehlert, A. Radtke, N. Forbot, T. Jędrzejewski, K. Roszek, P. Golińska, G. Trykowski, P. Piszczek, Journal of Functional Biomaterials, 2022, 13, 271.

SPONSOR GLÓWNY



# We'll go with your flow.

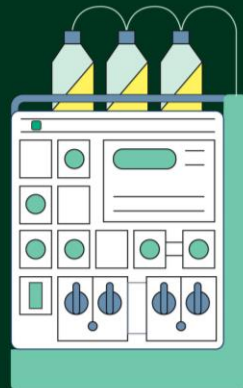
Your equipment should be able to keep pace with your research. Let the ÄKTA™ systems meet your most complicated protein purification challenges.

Go with your flow at  
[cytiva.com](https://www.cytiva.com)

Cytiva and the Drop logo are trademarks of Life Sciences IP Holdings Corp. or an affiliate doing business as Cytiva. ÄKTA is a trademark of Global Life Sciences Solutions USA LLC or an affiliate doing business as Cytiva.  
©2022 Cytiva

For local office contact information, visit [cytiva.com/contact](https://www.cytiva.com/contact)

CY20175-18Apr22-AD





**Cytiva**  
**Global Life Sciences Solutions Poland Sp. z o.o**

Al. Jerozolimskie 181 A  
02-222 Warszawa  
[www.cytiva.com](http://www.cytiva.com)

Jesteśmy globalnym dostawcą technologii i usług, które przyspieszają rozwój i produkcję leków.

W Cytiva wierzymy, że kluczem do zmiany zdrowia człowieka jest dostęp do terapii zmieniających życie. Dlatego prawie 10 000 naszych współpracowników w ponad 40 krajach koncentruje się na pomaganiu naukowcom, firmom biofarmaceutycznym i producentom leków w rozwijaniu i przyspieszaniu terapii dla osób, które ich potrzebują.

Nasi klienci podejmują działania ratujące życie, od podstawowych badań biologicznych po opracowywanie innowacyjnych szczepionek, leków biologicznych oraz nowatorskich terapii komórkowych i genowych. Naszym zadaniem jest dostarczanie narzędzi i usług, których potrzebują, aby pracować lepiej, szybciej i bezpieczniej, prowadząc do lepszych wyników leczenia pacjentów.

Mamy szeroką i głęboką wiedzę w dziedzinie badań, bioprodukcji, diagnostyki i filtracji laboratoryjnej. Szczycimy się tym, że współpracujemy ramię w ramię z naszymi klientami na każdym etapie ich podróży, ponieważ jesteśmy czymś więcej niż tylko dostawcą narzędzi: jesteśmy tutaj, aby wspólnie osiągnąć wspólną wizję lepszego zdrowia ludzkiego i medycyny.

Nasza oferta obejmuje dobrze znane marki, takie jak ÄKTA, Amersham, Biacore, FlexFactory, HyClone, MabSelect, Whatman, Xcellerex i Xuri. Portfolio obejmuje pełen zakres instrumentów, materiałów zużywalnych, rozwiązań cyfrowych oraz usługi wsparcia naukowego, szkoleniowego i bioprodukcyjnego.

## SPONSORZY



**ABL&E-JASCO Polska Sp. z o.o.**

ul. Lipińskiego 17/E  
30-349 Kraków,  
tel./fax: +48 12 267 71 87  
e-mail: [ablepol@ablelab.com](mailto:ablepol@ablelab.com)  
<http://www.ablelab.com>

- **SPEKTROSKOPIA**

Spektrofotometry UV/VIS, UV/VIS/NIR, UV/VIS(NIR) mikroskopy  
Spektrometry CD (ECD, VCD), CPL, ORD, polarymetry, spektrofluorymetry  
Spektrometry FT-IR, FT-Raman, FT-IR mikroskopy, spektrometry Ramana  
Spektrometry rezonansu plazmonów powierzchniowych (SPR)  
Kuwety do spektroskopii i certyfikowane materiały odniesienia

- **CHROMATOGRAFIA**

Systemy i moduły HPLC, UHPLC  
Kolumny, termostaty do kolumn, oprogramowanie do zbierania i obróbki danych  
Uniwersalne zestawy HPLC / SFE / SFC (ekstrakcja i chromatografia nadkrytyczna)

- **TESTERY FARMACEUTYCZNE**

Systemy do uwalniania substancji czynnej, testery dyfuzji transdermalnej, aparaty do przygotowywania medium

Automat do testów jednorodności zawartości

Zestaw do walidacji czyszczenia HPIMS

**Ponadto:** aparaty do syntezy peptydów w stałym przepływie, stacje do zatężania próbek

**Firmy reprezentowane:** JASCO, REICHERT, HANSON RESEARCH, Accroma, QLA, METERTECH, STARNA i inne



## **Akademickie Centrum Badań AKAMED**

**sp. z o.o.**

ul. Wileńska 4, 87-100 Toruń

Rejestracja na badanie: tel. 782 174 466

e-mail: akamed@umk.pl

Pracownia Rezonansu zlokalizowana jest w Interdyscyplinarnym Centrum Nowoczesnych Technologii UMK w Toruniu.

### **Akademickie Centrum Badań AKAMED**

Akademickie Centrum Badań AKAMED sp. z o. o. to połączenie wiedzy akademickiej i najnowocześniejszych technologii rezonansu magnetycznego z indywidualnym podejściem do potrzeb każdego pacjenta. Wykorzystując potencjał naukowy personelu medycznego, spółka generuje innowacyjne rozwiązania w obszarze diagnostyki medycznej w oparciu o 3-Teslowy RMI.

Oferujemy pełnoprofilową diagnostykę MR wszystkich okolic ciała. W szerokim zakresie badań onkologicznych oferujemy m.in. obrazowanie dyfuzyjne całego ciała (Body DWI), które może stanowić alternatywę dla badań PET i nie wykorzystuje izotopów promieniotwórczych, a przy tym jest znacznie tańsze.

Ponadto wykonujemy rezonans głowy, kręgosłupa, piersi, tkanek miękkich kończyn, miednicy mniejszej, jamy brzusznej, prostaty z mapą, stawów oraz profil rotacyjny.

Alchem Grupa Sp. z o. o. jest wiodącą polską firmą w branży zaopatrzenia laboratoriów, obecna na rynku od ponad 20 lat. Mamy blisko 90 doświadczonych Pracowników w 7 oddziałach (biura handlowe w Toruniu, Łodzi, Stargardzie, Białymstoku, Ostrowie Wielkopolskim, Warszawie, Wrocławiu, Rzeszowie, Bielsku-Białej), Przedstawiciele Handlowych w kraju (Gdańsk, Kraków, Poznań, Kielce, Lublin) i na Litwie (Wilno). Siedziba oraz magazyn centralny Alchem Grupa Sp. z o. o. znajduje się w Toruniu.

Naszymi klientami są laboratoria przemysłowe, naukowe, medyczne, inspektoratów nadzoru, zakładów komunalnych (badanie wody i ścieków). Oferujemy szeroką gamę produktów dla laboratoriów fizykochemicznych i mikrobiologicznych, w tym odczynników, materiałów eksploatacyjnych, sprzętu i mebli laboratoryjnych renomowanych producentów, m.in.: Fisher Scientific (część Thermo Fisher Scientific), Merck (Sigma-Aldrich), Honeywell, Chempur, Benchmark, Binder, Brand, Büchi, Elmetron, Eppendorf, Hach Lange, HTL, IKA, Julabo, Macherey-Nagel, Memmert, Mettler Toledo, Miele, Ohaus, POL-EKO, POL-LAB, Radweg, Retsch, Simax, Sartorius.

### Nasza oferta obejmuje:

- Projekty laboratoriów: przygotowanie projektu, fachowe doradztwo, meble laboratoryjne: stoły laboratoryjne i dygestoria, szafy bezpieczeństwa do przechowywania odczynników chemicznych i butli z gazem;
- Urządzenia do dozowania i miareczkowania: pipety, biurety, titraty, dozowniki butelkowe;
- Urządzenia do pobierania próbek: czerpaki, aparaty stacjonarne i przenośne;
- Grzanie i chłodzenie: chłodziarki, zamrażarki, cieplarki, suszarki, łaźnie, termostaty;
- Czyszczenie i sterylizacja: dejonizatory, destylatory, autoklawy, myjki, lampy UV, sterylizatory;
- Mieszanie i wstrząsanie: mieszadła mechaniczne i magnetyczne, wirówki, wytrząsarki;
- Przygotowanie próbek: młynki, kruszarki, homogenizatory, sita, ekstraktory, mineralizatory;
- Urządzenia pomiarowe: pH-metry, tlenomierze, termometry, wiskozymetry, wagi i wagosuszarki;
- Kolorymetria, spektroskopia, optyka: foto i spektrometry, mętnościomierze, liczniki kolonii bakterii, mikroskopy;
- Chromatografia: chromatografy, generatory gazów, kolumny, strzykawkowe, filtry strzykawkowe, naczynka;
- Materiały zużywalne: naczynia szklane i z tworzywa sztucznych, porcelana, materiały filtracyjne, próbówki, itp.;
- Odczynniki chemiczne.

Zapewniamy doświadczony serwis, obsługę gwarancyjną i pogwarancyjną sprzętu laboratoryjnego a także specjalistyczne szkolenia naszych klientów.

### Zapraszamy do współpracy!

**ALCHEM GRUPA Sp. z o.o. Ogólnopolska Sieć zaopatrzenia Laboratoriów**



# Anton Paar Poland Sp. z o.o.

Great people | Great instruments

W Anton Paar zajmujemy się opracowywaniem, produkcją, dystrybucją i wsparciem w dziedzinie aparatury analitycznej wykorzystywanej na całym świecie w ramach prac badawczych i rozwojowych oraz kontroli jakości. Ponad 100-letnia działalność oraz ciągły rozwój sprawiły, że obecnie zatrudniamy ponad 4 000 pracowników i prowadzimy globalną działalność w ponad 110 krajach. Do naszych klientów należą najwięksi międzynarodowi producenci napojów bezalkoholowych i browary, jak również przedsiębiorstwa z branży petrochemicznej, spożywczej, chemicznej i farmaceutycznej oraz wielu innych. Zawdzięczamy to szerokiej liczbie produkowanych urządzeń, które umożliwiają pomiary z zakresu:

Charakterystyka	Pomiar	Rozwiązania
<b>Reometrii</b>	Oznaczania gęstości i stężenia	Automatyzacji i robotyzacji
<b>Wielkości cząstek</b>	Wiskozymetrii	Roztwarzania oraz syntezy mikrofalowej
<b>Potencjału zeta</b>	Refraktometrii	Oprzyrządowania procesowego
<b>Badania twardości i testów zarysowań</b>	Polarymetrii	
<b>Powierzchnii właściwej i wielkości porów</b>	Spektroskopii Ramana	
<b>Analizy rentgenowskiej</b>	Stabilności oksydacyjnej	
	Temperatury zapłonu	
	Analizy cukrów	

## Kontakt:

Anton Paar Poland Sp. z o.o.  
Hołubcowa 123  
02-854 Warszawa  
Polska  
T: +48 - 22-395 53 90  
e-mail: [info.pl@anton-paar.com](mailto:info.pl@anton-paar.com)  
[www.anton-paar.com](http://www.anton-paar.com)



## **Sklep, kawiarnia, szkolenia**

ul. Warszawska 4  
87-100 Toruń  
tel.: 505 95 95 32  
e-mail: kawiarnia@fonte.com.pl

### **Fonte to źródło, dla nas źródło pasji, wiedzy i doświadczeń.**

Kawa towarzyszyła nam zawsze, za dzieciaka, kiedy chcieliśmy choć odrobinę jej spróbować, kiedy po całym domu roznosił się niezmierny aromat, później na pierwszych zagranicznych wyjazdach i pierwszej pracy. Aromat kawy to element dnia, który zawsze nas pobudza do działania i zawsze nam kojarzy się z mocjami i działaniem .

Początek naszej przygody to kawy włoskie, kultura kawowa która zachwyca do dzisiaj, piękno każdej filiżanki espresso. Następnie spotkania z ludźmi, którzy wydawałoby się o kawie wiedza wszystko - ich podejście otworzyło nam oczy na niepoznany dotąd świat kawy, który od dawna nęcił nas swoimi aromatami i zaszczerpił myśl o własnej kawiarni, która jest małym polem doświadczalnym – tu „rozbieramy” każde ziarno na części pierwsze i realizujemy nasze pomysły.

Dzięki pasji która w nas rosla co dnia, jest w nas ciągle niedosyt, co dnia gnamy i realizujemy nasze plany a głowę zaczyna nam zaprzętać utopijny pomysł, palarnia kawy – dążymy do tego usilnie i w końcu jest, pierwszy piec na którym stawiamy chwiejne kroki w paleniu kawy, trwają one rok, zanim nasza praca ujrzy światło dzienne. Przyjmujemy pierwsze dostawy zielonego ziarna, uczymy się je rozpoznawać, klasyfikować. Sam proces palenia kawy wymaga uwagi, poświęcenia, ciągłej kontroli – nie jest łatwo i nie będzie, kawa każdego roku jest inna, każde ziarno to nowa przygoda, smak, aromat, zaparzenie – tu jest ciągle ruch, nie zatrzymujemy się – idziemy dalej i rozwijamy palarnię do obecnych rozmiarów - kiedyś utopia - dzisiaj, spełnione marzenia. Zapraszamy Was do naszego świata skrytego w małym ziarenku kawy!

**Merck Sp. z o.o.**

Aleje Jerozolimskie 142 B7  
02-305 Warszawa  
tel.: +48 22 53 59 700  
e-mail: [biuro@merckgroup.com](mailto:biuro@merckgroup.com)

**Merck Life Science Sp. z o.o.**

ul. Szelałowska 30  
61-626 Poznań  
tel.: +48618290100  
e-mail: [BiuroLS@merckgroup.com](mailto:BiuroLS@merckgroup.com)

Merck to firma naukowo-technologiczna, która działa w trzech sektorach: ochrona zdrowia (Healthcare), life science (Life Science) oraz zaawansowane materiały i technologie (Performance Materials). Początki firmy sięgają 1668 roku. Obecnie 62 770 pracowników firmy, ciekawych umysłów oddanych ludzkiemu postępowi, pracuje w 66 krajach na świecie i jest zaangażowanych w rozwój technologii wydłużających życie pacjentów i poprawiających jego jakość – począwszy od terapii stosowanych w leczeniu raka i stwardnienia rozsianego, nowoczesnych systemów wspierających badania naukowe i tworzenie leków, zakończywszy na produkcji ciekłych kryształów wykorzystywanych w smartfonach i telewizorach LCD. Więcej informacji o Merck można znaleźć na stronie [www.merckgroup.com](http://www.merckgroup.com) oraz profilu LinkedIn [www.linkedin.com/company/merckpolska](http://www.linkedin.com/company/merckpolska).

Dział Life Science napędzany jest wiarą w naukę i technologię jako siłę dobra. Mając jedno z największych na świecie portfolio produktów i usług, dostępnych przez stronę [www.sigmaaldrich.com](http://www.sigmaaldrich.com), wspiera badania prowadzone przez środowiska naukowe. Przyczynia się do tego, że badania oraz produkcja biotechnologiczna i farmaceutyczna stają się prostsze, wyniki dokładniejsze, a tworzenie bezpiecznych terapii i przełomowych rozwiązań szybsze. Globalne wyzwania, takie jak zmiany klimatyczne, niedobór zasobów i nierówny dostęp do opieki zdrowotnej w różnych krajach, mają znaczenie dla firmy. Aby im sprostać, nieustannie poszukuje i wprowadza nowoczesne rozwiązania możliwe dzięki nauce i technologii. Informację o raporcie oraz produktach, aktywnościach wspierających zrównoważony rozwoju opisane są stronie:

<https://www.merckgroup.com/en/sustainability-report/2021/>



Pytania biznesowe: [sales@noctiluca.eu](mailto:sales@noctiluca.eu)  
Media: [msierpinska@noctiluca.eu](mailto:msierpinska@noctiluca.eu); +48 664422186  
Inwestorzy: [inwestorzy@noctiluca.eu](mailto:inwestorzy@noctiluca.eu)  
Kariera: [career@noctiluca.eu](mailto:career@noctiluca.eu)

# noctiluca

Noctiluca SA to spółka technologiczna z Torunia, notowana na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie (rynek NewConnect). Noctiluca zajmuje się rozwojem autorskich, zaawansowanych związków chemicznych w obszarze fotoniki, które są wykorzystywane przez producentów wyświetlaczy oraz paneli OLED. Noctiluca opracowuje i produkuje emitory OLED nowej, trzeciej i czwartej generacji, tj. wykazujące właściwości TADF (ang. Thermally Activated Delayed Fluorescence, Termicznie Aktywowana Opóźniona Fluorescencja) i Hiperfluorescencję. Stanowią one kluczowy element wyświetlaczy (monitory, telewizory, smartfony, urządzenia wearables czy VR) oraz źródeł światła (np. oświetlenie). W ostatnich 2 latach Spółka dokonała skokowego rozwoju technologii. Posiada nowoczesne laboratorium w Toruniu i własny dział B+R w Korei, zacieśniła współpracę z najważniejszymi instytutami badawczymi z Niemiec (KIT i FEP) i zaczęła realizować projekt z ITRI tj. najważniejszą agencją rozwoju wysokich technologii i przemysłu na Tajwanie.

W zakresie rozwoju potencjału komercyjnego w 2022 roku Spółka nawiązała relacje z kilkudziesięcioma podmiotami branżowymi, oraz weszła we współpracę i podpisała szereg umów, m.in. z LG Display, Inuru GmbH, największym światowym producentem zegarków (w tym smartwatch'y) ze Szwajcarii, i z największym na świecie producentem elektroniki użytkowej z USA.

Poza pracami na rozwoju i komercjalizacją własnych materiałów Spółka realizuje projekty na zlecenie. Wśród nich znajduje się synteza na zlecenie (custom synthesis), którą Noctiluca realizuje dla niektórych partnerów, oferując szeroką gamę materiałów chemicznych dla rynku fotoniki. Drugim typem projektów realizowanych na zlecenie są usługi badań kontraktowych jako Chemical CRO (ang. Chemical Contract Research Organization). Oznacza to, że zespół naukowy Noctiluca na zlecenie klientów prowadzi projekty badawczo-rozwojowe w przemyśle chemicznym w celu opracowania najnowocześniejszych rozwiązań - przede wszystkim wysokowydajnych materiałów (ang. high performance materials). Więcej na [www.noctiluca.eu](http://www.noctiluca.eu)



**SARSTEDT Sp. z o.o.**

ul. Warszawska 25  
05-082 Blizne Łaszczyńskiego  
tel.: +48 22 722 05 43  
e-mail: [info.pl@sarstedt.com](mailto:info.pl@sarstedt.com)  
[www.sarstedt.com](http://www.sarstedt.com)

SARSTEDT od ponad 60 lat projektuje, produkuje i sprzedaje urządzenia oraz materiały jednorazowego użytku dla medycyny i nauki. Firma Sarstedt jest jednym z wiodących dostawców w tej dziedzinie na całym świecie. Szeroka oferta obejmuje system pobierania krwi S-Monovette®, materiały laboratoryjne i szpitalne, rozwiązania systemowe dla transfuzjologii i badań medycznych. Oferujemy niestandardowe rozwiązania laboratoryjne do różnych zastosowań, takich jak biologia molekularna, biochemia i biologia komórkowa.

Rozwinięta oferta urządzeń automatyki laboratoryjnej obejmuje m.in. sortery oraz unikatowy system transportu małych próbek klinicznych - Tempus600®.

Do dyspozycji klientów i partnerów handlowych pozostaje nasz wykwalifikowany zespół Account Managerów, Serwis Techniczny oraz Dział Obsługi Klienta.



shim-pol®

**"SHIM-POL A.M. Borzymowski" E.  
Borzymowska  
Reszka A. Reszka Spółka Jawna**

ul. Lubomirskiego 5  
05-080 Izabelin  
tel.: +48 22 72 27 048  
e-mail: [biuro@shim-pol.pl](mailto:biuro@shim-pol.pl),  
[www.shim-pol.pl](http://www.shim-pol.pl)

**SHIM-POL A.M. Borzymowski**-dostawca aparatury i akcesoriów analitycznych oraz urządzeń do określania parametrów mechanicznych badanego materiału. Świadczymy pełną obsługę sprzedażową i posprzedażową.

**Nasza oferta obejmuje:**

Chromatografy cieczowe, gazowe i flash  
Kolumny i akcesoria chromatograficzne  
Aparaturę i akcesoria do przygotowania próbek  
Spektrometry mas  
Spektrofotometry i spektroskopy  
Analizatory węgla organicznego  
Analizatory powierzchni  
Maszyny wytrzymałościowe (niszczące i nieniszczące)  
Ultraszybkie kamery  
Wagi analityczne i techniczne  
Aparaturę do analizy i syntezy biocząsteczek  
Analizatory wielkości cząstek  
Ekstraktory nadkrytyczne

**Dodatkowe usługi:**

Wsparcie techniczne i aplikacyjne  
Personalizowane szkolenia grupowe i indywidualne  
Cykliczne szkolenia w ramach Akademii Chemii Analitycznej  
Warsztaty z oprogramowaniem  
Szkolenia i testy w naszych laboratoriach (Kraków, Poznań, Warszawa)

**Wyłączny dystrybutor w Polsce firm:** Shimadzu, Kratos i Biotage.



**WITKO Sp. z o.o.**

Al. Piłsudskiego 143

92-332 Łódź

tel.: 042 676 34 35

e-mail: info@witko.com.pl

**WITKO to w pełni polska firma rodzinna, której motorem jest pasja do badań i odkryć. Od ponad 30 lat zajmuje się dostarczaniem kompleksowych rozwiązań dla laboratoriów z branży badań naukowych, farmaceutycznej, biotechnologii, przemysłowej, edukacyjnej, rządowej i opieki zdrowotnej. Niezależnie od projektu - dużego lub małego, prostego lub złożonego - pomoc naszym klientom w osiągnięciu ich celów jest najważniejsza. Dzięki pasji do nauki i konsekwencji w zachowaniu najwyższych standardów stworzyliśmy firmę na miarę naszych marzeń.**

Naszym klientom oferujemy kompleksowe rozwiązania z dopasowaną do ich potrzeb innowacyjną ofertą, która obejmuje m.in.:

- Najnowszej klasy aparaturę naukową i sprzęt laboratoryjny
- Wysokiej jakości akcesoria i materiały zużywalne
- Szeroką gamę odczynników laboratoryjnych
- Usługi projektowania i budowy laboratoriów
- Autoryzowany serwis, kwalifikacje IQ/OQ/PQ, kalibracje i wzorcowanie urządzeń
- Doradztwo w zakresie doboru sprzętu, mebli laboratoryjnych i odczynników
- i wiele więcej

**Bez względu na to, czy chodzi o specjalne życzenia, codzienne potrzeby, czy jako kompleksowy dostawca pełnego zakresu usług laboratoryjnych wspieramy Cię w każdej sytuacji!**

W szerokiej ofercie WITKO znaleźć można ponad milion produktów od ponad 700 renomowanych światowych producentów. Firma posiada swój własny magazyn zlokalizowany w Łodzi oraz drugi w Meckenheim (Niemcy), dzięki czemu zamówienia naszych Klientów realizowane są w możliwie najkrótszym czasie. Oferowane przez WITKO produkty i technologie znanych marek, takich jak Radleys, Heidolph, Harvard Apparatus, Waldner czy J.T. Baker są nieodłączną częścią niezbędnego wyposażenia laboratoriów na całym świecie.

## **INDEKS WYKŁADY**

<b>Nazwisko i Imię</b>	<b>Nr strony</b>
Rodziewicz-Motowidło Sylwia	14
Rybka Jakub	16
Wujec Monika	15
Tomaszewski Łukasz	34



**KOMUNIKATY USTNE  
SESJA GŁÓWNA**

<b>Nazwisko i Imię</b>	<b>Nr strony</b>
Augustyniak Adam	29
Balwierz Radosław	20
Fandzloch Marzena	28
Grabowska-Jadach Ilona	26
Hańczyc Piotr	19
Kisala Joanna	25
Krzyżowska Małgorzata	21
Pawlik Natalia	31
Spadło Anna	22
Stodolak-Zych Ewa	27
Szkoda Mariusz	24
Szoszkiewicz Robert	33
Topolski Adrian	32
Trzeciński Konrad	30
Wekwejt Marcin	23
Węglowska Dorota	18

**KOMUNIKATY USTNE  
SESJA MŁODYCH**

<b>Nazwisko i Imię</b>	<b>Nr strony</b>
Badzińska Weronika	36
Bakun Paweł	45
Fuks Kamila	41
Głowacz Klaudia	48
Janicka Martyna	38
Kossakowska Aleksandra	43
Koza Patrycja	44
Madej-Gajewska Marta	40
Magdziarz Sylwia	39
Rakowski Kamil	50
Roda Daria	46
Salagierski Szymon	51
Siomra Agnieszka	47
Skorupska Małgorzata	37
Sovizi Saeed	42
Szota Magdalena	49
Zarach Zuzanna	52

**INDEKS  
PLAKATY  
SESJA GŁÓWNA**

<b>Nazwisko i Imię</b>	<b>Nr strony</b>
Bielicka Agnieszka	54
Boguń Maciej	55
Chełminiak-Dudkiewicz Dorota	62
Chodkowski Marcin	58
Furmaniak Sylwester	67
Gauden Piotr	66
Kędra Magdalena	56
Kozłowska Justyna	68
Nowak Weronika	59
Olejniak Alicja	63
Richert Monika	61
Rokita Bożena	65
Tuleja Monika	60
Węglowski Rafał	64
Wikarska Agata	57

**INDEKS  
PLAKATY  
SESJA MŁODYCH**

<b>Nazwisko i Imię</b>	<b>Nr strony</b>
Arendarska Weronika	79
Barczyk Joanna	90
Bielicka Magda	96
Binkowski Paweł	78
Cimoch Izabela	73
Frąckowiak Patrycja	72
Gąsior Gabriela	98
Golińska Emilia	94
Grabowska Patrycja	75
Grodzicka Marlena	99
Istal Klaudia	93
Janiszewska Katarzyna	71
Jesiołkiewicz Rafał	88
Jędrzejczak Eryk	76
Jędrzejczak Patryk	92
Kaniecka Maria	89
Kubiak Barbara	95
Kuźmińska Joanna	77
Mylkie Kinga	86
Ostrowski Jakub	81
Pożarowska Michalina	80
Rybarczyk Agnieszka	74
Smolarkiewicz-Wyczachowski Aleksander	87
Stańczyk Beata	83
Szada Daria	82
Szymczak Bartosz	85
Śmiarowska Joanna	91
Śmigiel Julia	97
Wasilewska Anna	70