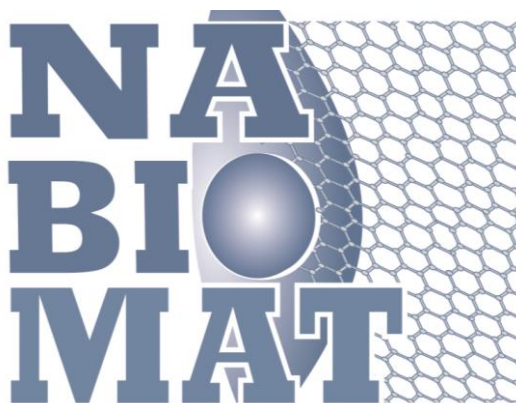


Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu



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

Materiały konferencyjne

Toruń
12 – 14 czerwca 2024

Niniejsze materiały konferencyjne zostały przygotowane na podstawie
abstraktów nadesłanych przez uczestników VI edycji konferencji
Nano(&)BioMateriały – od teorii do aplikacji 2024
Organizatorzy nie ponosą odpowiedzialności za ich treść.

Organizatorzy

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

Redakcja materiałów

Przewodniczący:

dr hab. Anna Ilnicka, prof. UMK

Członkowie:

lic. Patrycja Grabowska

dr Małgorzata Skorupska

Korekta:

dr hab. Katarzyna Roszek, prof. UMK

Copyright © by

Nano(&)BioMateriały – od teorii do aplikacji 2024

strona internetowa konferencji:

www.nabiomat.umk.pl

Komitety naukowy

Prof. dr hab. Jerzy Łukaszewicz	Wydział Chemii Uniwersytet Mikołaja Kopernika Interdyscyplinarne Centrum Nowoczesnych Technologii UMK w Toruń
Dr hab. inż. Aneta Frączek-Szczypta, prof. AGH	Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki Katedra Biomateriałów i Kompozytów Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie
Dr habil. Konrad Kleszczyński, Assoc. Prof.	Katedra Dermatologii, Uniwersytet w Münster Niemcy
Dr hab. inż. Justyna Kucińska-Lipka, prof. PG	Wydział Chemiczny Katedra Technologii Polimerów Politechnika Gdańska
Dr hab. Piotr Gauden, prof. UMK	Wydział Chemii Katedra Chemii Materiałów, Adsorpcji i Katalizy Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruń
Dr hab. Anna Kaczmarek-Kędziera, prof. UMK	Wydział Chemii Katedra Chemii Materiałów, Adsorpcji i Katalizy Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
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

Komitet organizacyjny

Przewodnicząca

dr hab. Katarzyna Roszek, prof. UMK

Członkowie

dr Joanna Czarnecka

mgr Łukasz Czarnecki

dr hab. Piotr Gauden, prof. UMK

lic. Patrycja Grabowska

dr Anna Hetmann

dr hab. Anna Ilnicka, prof. UMK

dr hab. Anna Kaczmarek-Kędziera, prof. UMK

dr Piotr Kamedulski

dr hab. Justyna Kozłowska, prof. UMK

dr Dorota Nemecz

mgr Patryk Rybczyński

dr Joanna Skopińska-Wiśniewska

dr Małgorzata Skorupska

mgr Bartosz Szymczak

dr hab. Marek Wiśniewski, prof. UMK

dr hab. Marta Ziegler-Borowska, prof. UMK

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



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

Środa 12.06.2024

12:00-13:00	REJESTRACJA + powitalna kawa
13:00-13:15	ROZPOCZĘCIE KONFERENCJI
13:15-14:15	WYKŁAD INAUGURACYJNY: Melatonin: a molecule of multiple faces prof. dr hab. Konrad Kleszczyński
14:15-14:40	Prezentacja firmy Polbionica
14:40–15:15	Przerwa kawowo-kanapkowa
15:15 – 17:15	SESJA GŁÓWNA cz. 1 Komunikaty ustne
15:15-15:30	Anna Baranowska-Korczyc Ultracienka warstwa z fibroiny jedwabiu na włóknach elektroprzędzonych do przedłużonego uwalniania związków aktywnych
15:30-15:45	Małgorzata Krzyżowska Zastosowanie koniugatów laktoferyny z nanocząstkami złota i srebra do leczenia infekcji wirusowej
15:45-16:00	Weronika Gonciarz Opracowanie, charakterystyka oraz ocena biogodności in vivo nowego nośnika chitozanowego dla prątków <i>Mycobacterium bovis</i> BCG do wspomagania leczenia zakażeń <i>Helicobacter pylori</i>
16:00-16:15	Dariusz Kulus Wpływ nanocząstek na integralność, aktywność fizjologiczną i stabilność genetyczną komórek roślinnych przechowywanych w ciekłym azocie
16:15-16:30	Alicja Tymoszek Wpływ submikronowych cząstek tlenku cynku i nanocząstek tlenku cynku na wzrost <i>Alternaria alternata</i> , <i>Botrytis cinerea</i> i <i>Fusarium oxysporum</i>

16:30-16:45	Mariusz Sandomierski Kontrolowane dostarczanie leków z powierzchni implantów tytanowych z wykorzystaniem nośników jonowymiennych
16:45-17:00	Beata Kaczmarek-Szczepańska Kwasy fenolowe jako dodatki do materiałów biopolimerowych - zalety i wyzwania
17:00-17:15	Joanna Kisała Niestechiometryczny magnetyt jako fotokatalizator degradacji związków halogenoorganicznych
17:15–18:00	SESJA POSTEROWA (GŁÓWNA)
18:30–22:00	SPOTKANIE PRZY GRILLU (KOI UMK)

Czwartek 13.06.2024

8:30-9:30	WYKŁAD PLENARNY: Polimery na straży naszego zdrowia dr hab. Justyna Kucińska-Lipka, prof. PG
9:30 – 10:00	Prezentacje firm Cytiva i Technolutions
10:00 – 10:30	Przerwa kawowa
10:30 – 13:00	SESJA MŁODYCH cz. 1 Komunikaty ustne
10:30-10:45	Paweł Kowalczyk Mikrobiom przewodu pokarmowego ssaków jako nowy typ powłoki w aktywacji mitochondriów płytek krwi analizowany za pomocą nowych innowacyjnych technik badawczych
10:45-11:00	Faustyna Stopyra Synteza hydrofobowych materiałów polimerowych metodą polimeryzacji rodnikowej z przeniesieniem atomu w układzie heterogenicznym
11:00-11:15	Magdalena Twardowska Koniugaty PAMAM G4 połączone z lapatynibem, fulwestrantem i/lub paklitakselem jako potencjalne leki przeciwnowotworowe
11:15-11:30	Żaneta Szymaszek Właściwości przecinowotworowe i przeciwnacieńciowe α -mangostyniny skoniugowanej z modyfikowanym dendrymerem poli(amidoaminowym)
11:30-11:45	Joanna Szechyńska Opracowanie kapsulek warstwowych w kontekście ich zastosowania w terapii nowotworowej
11:45-12:00	Jagoda Pałczyńska Analiza mikroorganizmów z wykorzystaniem techniki NALDI – TOF MS (Nanotechnology-Assisted Laser Desorption/Ionisation Time of Flight Mass Spectrometry)
12:00-12:15	Nikoła Kabała Celuloza bakteryjna - alternatywny krioprotektant
12:15-12:30	Klaudia Snopek Celuloza bakteryjna jako nośnik substancji leczniczych w doustnej

aplikacji farmaceutyków

Wiktoria Świeboda

12:30-12:45 Celuloza bakteryjna - aktywny opatrunek zawierający
immobilizowane bakteriofagi

Franciszek Kapla

12:45-13:00 Chiralne nanocząstki złota w terapii fotothermalnej

13:00 – 13:45 Lunch

13:45 – 15:15 NANO-BIO czy BIO-NANO? Wykłady panelowe:

1/ W poszukiwaniu biokompatybilności nanomateriałów węglowych
(dr hab. Marek Wiśniewski, prof. UMK)

2/ Nanomateriały węglowe w regeneracji i stymulacji komórek tkanki
nerwowej (dr hab. inż. Aneta Frączek-Szczypta, prof. AGH)

3/ Kiedy nano+bio=mat (prof. dr hab. Andrzej Kotarba)

15:15 – 15:45 Przerwa kawowa

15:45 – 16:45 SESJA POSTEROWA (SESJA MŁODYCH, cz.1.)

18:00 – 20:00 GRA MIEJSKA I ZWIEDZANIE TORUNIA

Piątek 14.06.2024

9:00 – 11:15

SESJA MŁODYCH cz.2

Komunikaty ustne

- 9:00-9:15 Weronika Prus-Walendziak
Modyfikacja materiałów na bazie liofilizowanych emulsji i biżeli dodatkiem mikrocząstek zawierających ekstrakt z kwiatów bzu czarnego
- 9:15-9:30 Maryia Khamenka
Wstrzykiwalny biocement na bazie fosforanu magnezowo-potasowego modyfikowany hydrożelem gellanowym
- 9:30-9:45 Magdalena Górecka
Modyfikacja fosforanowo-magnezowego cementu kostnego poprzez zastosowanie sieciowanego poli(alkoholu winylowego)
- 9:45-10:00 Kamil Rakowski
Monitorowanie oddziaływanie α -synukleiny z membraną lipidową z zastosowaniem dynamiki molekularnej
- 10:00-10:15 Karolina Zając
Hybrydowy układ nano-TiO₂/polipropylen: optymalizacja właściwości fotokatalitycznych dla bakteriobójczych i samooczyszczających powierzchni
- 10:15-10:30 Piotr Smoleń
Aktywność biologiczna nanocząstek srebra modulowana ich ładunkiem powierzchniowym
- 10:30-10:45 Adrian Pietrzyk
Nanonośniki substancji aktywnych zawierające metaliczne nanocząstki plazmonowe
- 10:45-11:00 Michalina Rak
Polielektrolitowe nanonośniki substancji aktywnych
- 11:00-11:15 Michał Sroka
Funkcjonalizacja bawełny termoczułymi szczotkami polimerowymi o kontrolowanej strukturze do zastosowań jako innowacyjne opatrunki

11:15 – 11:45

Przerwa kawowa

11:45 – 13:45

SESJA GŁÓWNA cz.2

Komunikaty ustne

- 11:45-12:00 Monika Szefczyk
Samoagregujące foldamery peptydowe jako idealni kandydaci na biokompatybilne nanomateriały
- 12:00-12:15 Justyna Sawicka
Rusztowania peptydowe jako biologicznie aktywne nanobiomateriały w medycynie regeneracyjnej
- 12:15-12:30 Adrian Topolski
Wykorzystanie 3-merkaptopropylotrietoksylanu w modyfikacji powierzchni tlenków cynku i tytanu(IV)
- 12:30-12:45 Piotr Gauden
Jak "rozbić" wodę za pomocą nanomateriałów? – spojrzenie kwantowo-chemiczne
- 12:45-13:00 Konrad Trzciniński
Warstwy CuBi_2O_4 jako fotokatody do generowania wodoru - wpływ parametrów elektroosadzania na właściwości fotoelektrochemiczne
- 13:00-13:15 Mariusz Szkoda
Synteza hydrotermalna i charakterystyka nanokompozytu $\text{TiO}_2/\text{MoSe}_2$ do zastosowań w magazynowaniu energii
- 13:15-13:30 Mariusz Barczak
Wpływ funkcjonalizacji mikrocząstek żelaza na właściwości hierarchicznie usieciowanych hydrożeli magnetycznych na bazie alginianu
- 13:30-13:45 Leszek Borkowski
Fluorowany apatyt i jego potencjalne zastosowanie

13:45 – 14:00

Zakończenie konferencji, rozstrzygnięcie konkursów, wręczenie nagród

14:00 – 14:30

Lunch

WYKŁADY

Melatonin: a molecule with multiple faces

Konrad Kleszczynski

Department of Dermatology, University of Münster, Von-Esmarch-Str. 58, 48149 Münster, Germany

Melatonin (*N*-acetyl-5-methoxytryptamine), an evolutionarily ancient derivative of serotonin with hormonal properties, is the main neuroendocrine secretory product of the pineal gland. Although melatonin is best known to regulate circadian rhythms and lower vertebrate skin pigmentation, the full spectrum of functional activities of this free radical-scavenging molecule, which also induces/promotes complex anti-oxidative and DNA repair systems, includes immunomodulatory, thermoregulatory, and anti-tumor properties.

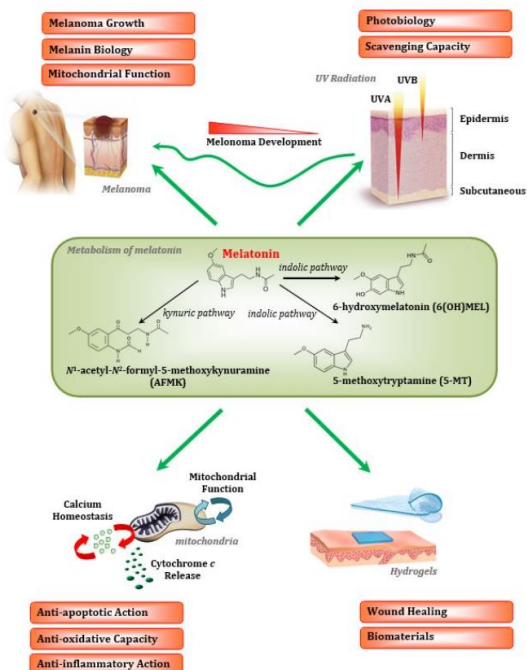
Nevertheless, the functional biological meaningful of melatonin still awaits to be fully appreciated by dermatologists, the current state-of-the-art synthesizes the main features that render melatonin a promising candidate for the management of several dermatoses associated with substantial oxidative damage. Melatonin has been reported as a useful substance in skin cancer prevention employed as an effective add-on in targeted therapy of melanoma-affected patients, skin photo- and radioprotection as well as as an inducer of repair mechanisms that facilitate the recovery of human skin from environmental damage. Besides, melatonin regulates properties in terms of the mitochondrial-related diseases including neurodegenerative disorders but also targeting regenerative dermatology with regard to the wound healing applications. The fact that human skin and hair follicles not only express functional melatonin receptors but also engage in substantial, extrapineal melatonin synthesis, further encourages one to systematically explore how the skin's melatonin system can be therapeutically targeted in future clinical dermatology and enrolled for preventive medicine strategies, particularly for skin aging changes.

Funding:

- Deutsche Forschungsgemeinschaft (KL2900/2-1, KL2900/3-1)
- Else Else Kröner-Fresenius Stiftung (2014_A146)
- University Funding (E22-2012)

Selected References:

- Möller *et al.*, *Int. J. Mol. Sci.* 24 (2023) 14947
- Kaczmarek-Szczepańska *et al.*, *Antioxidants* 11 (2022) 570
- Bilska *et al.*, *J. Pineal Res.* 70 (2021) e12728
- Kleszczynski & Böhm. *Exp. Dermatol.* 29 (2020) 860–863
- Kleszczynski *et al.*, *J. Pineal Res.* 67 (2019) e12610
- Kleszczynski *et al.*, *J. Pineal Res.* 61 (2016) 187-197
- Kim *et al.*, *FASEB J.* 27 (2013) 2742-2755



Polimery na straży naszego zdrowia

Justyna Kucińska-Lipka, Maciej Sienkiewicz, Edyta Piłat, Olga Zawadzka, Przemysław Gnatowski

Politechnika Gdańska, Wydział Chemiczny, Katedra Technologii Polimerów, ul. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk

Polimery odgrywają dużą rolę w życiu codziennym człowieka, znajdując zastosowanie w wielu dziedzinach np. motoryzacji, budownictwie, przemyśle spożywczym, opakowaniowym, ale przede wszystkim w medycynie. Coraz większą uwagę przyciągają terapie dostosowane do indywidualnych potrzeb pacjenta, gdzie polimery odgrywają wiodącą rolę w rozwoju metod takiego leczenia. Wynika to z ich właściwości, których umiejętne wykorzystanie może pozwolić na opracowanie rozwiązań „szytych na miarę”. Z uwagi na rosnące zapotrzebowanie na takie materiały opracowano szereg rozwiązań mających na celu dostarczanie leków i zwiększenie komfortu pacjentów. Wyznaczono dwa główne kierunki badań nad materiałami do zastosowań wewnętrznych i do zastosowań na zewnątrz ciała. W pierwszym kierunku skupiono się na wytworzeniu materiału, który będzie zarówno biodegradowalny jak i będzie posiadał wysoką wytrzymałość mechaniczną w trakcie użytkowania. W tym celu opracowano szereg materiałów bazujących na poliuretanach, które poddano badaniom mechanicznym, degradacyjnym oraz biokompatybilności. Drugi kierunek badań był skupiony na opracowaniu rozwiązań do leczenia trudno gojących się ran. Jako jedną ze składowych takich opatrunków opracowano hydrożele, bazujące na substancjach naturalnych takich jak agar czy żelatyna, zapewniające ranie ochronę, a ponadto zawierające substancje przeciwzapalne, antybakteryjne i przyspieszające proces gojenia. Wyniki obu ścieżek badawczych wykazały, że proponowane materiały są odpowiednie do projektowanego zastosowania, posiadają odpowiednie parametry mechaniczne, są biokompatybilne oraz uwalniają substancje aktywne przez założony czas użytkowania. Ważną cechą tych materiałów jest również łatwość dostosowania produktów z nich wykonanych do indywidualnych potrzeb pacjenta, m.in. poprzez użycie druku 3D oraz biodruku.

Financial support of these studies from Gdańsk University of Technology by the DEC-10/2/2023/IDUB/III.1Ra/2023 grant under the Radium Learning Through Research Programs - 'Excellence Initiative - Research University' program is gratefully acknowledged

Financial support of these studies from Gdańsk University of Technology by the DEC-20/1/2022/IDUB/III.4c/Tc grant under the Technetium Talent Management Grants - 'Excellence Initiative - Research University' program is gratefully acknowledged

W poszukiwaniu biokompatybilności nanomateriałów węglowych

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

^a *Katedra Biochemii, Wydział Nauk Biologicznych i Weterynaryjnych UMK w Toruniu, ul. Lwowska 1, 87-100 Toruń;*

^b *Katedra Chemii Materiałów, Adsorpcji i Katalizy, Wydział Chemii UMK w Toruniu, ul. Gagarina 7, 87-100 Toruń*

W ciągu ostatnich lat dziedzina nano-bio- oraz bio-nano-technologii uległa rewolucyjnym przemianom wraz z pojawieniem się szeregu nowatorskich nanomateriałów, takich jak kropki kwantowe, fulereny, nanorurki węglowe, grafen czy tlenek grafenu. Równolegle pojawiły się obawy dotyczące wpływu nanocząstek na żywe organizmy i zdrowie człowieka [1].

Badania w dziedzinie nanomateriałów węglowych osiągnęły poziom rozsądnego zrozumienia podstawowych właściwości fizykochemicznych tych nanostruktur, co pozwala na poszukiwanie nowych zastosowań, w tym biologicznych i biomedycznych. Zastosowania te są nierozdzielnie związane z możliwościami dyspersji materiałów w płynach biologicznych. Ponieważ wyjściowe nanomateriały węglowe są całkowicie nierozpuszczalne w większości rozpuszczalników organicznych i buforów wodnych, uwagę skupiono na zwiększeniu ich polarności. Opracowano kilka podejść do funkcjonalizacji grafenu, nanorurek węglowych czy fulerenu, w tym chemię grup defektów, chemię kowalencyjnych ścian bocznych, niekowalencyjne owijanie polimerami, biopolimerami, środkami powierzchniowo czynnymi i innymi cząsteczkami amfifilowymi. Zastosowanie podejścia zwiększającego kompatybilność ze środowiskami wodnymi otworzyło drzwi do ich możliwych zastosowań biomedycznych [2,3].

Uzyskane przez nasz zespół wyniki badań pozwoliły na potwierdzenie biokompatybilności różnych nanomateriałów i ich wykorzystanie jako nowych, bioaktywnych podłoży do hodowli komórek, nośników leków i enzymów oraz nanopowłok służących kontrolowaniu procesów proliferacji, regeneracji czy angiogenezy.

Literatura:

- [1] Czarnecka J, Wiśniewski M, Forbot N, Bolibok P, Terzyk AP, Roszek K (2020) Cytotoxic or not? Disclosing the toxic nature of carbonaceous nanomaterials through nano-bio interactions. *Materials* 13(9): 2060.
- [2] Hetmann A, Wujak M, Bolibok P, Zięba W, Wiśniewski M, Roszek K (2018) Novel biocatalytic systems for maintaining the nucleotide balance based on adenylate kinase immobilized on carbon nanostructures. *Materials Science and Engineering: C* 88: 130-139.
- [3] Hetmann A, Szymczak B, Czarnecka J, Rusak T, Wiśniewski M, Wujak M, Roszek K (2023) Adenylate kinase immobilized on graphene oxide impairs progression of human lung epithelial carcinoma cells through adenosinergic pathway. *J Biomed Mat Res (part A)* 111: 1565-1576.

Nanomateriały węglowe w regeneracji i stymulacji komórek tkanki nerwowej

Ryszard Wielowski^a, Marcel Zambrzycki^a, Danuta Jantas^b, Aneta Frączek-Szczypta^a

^a Katedra Biomateriałów i Kompozytów, Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, ul. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków;

^b Zakład Neuroendokrynologii Doświadczalnej, Instytut Farmakologii Polskiej Akademii Nauk, ul. Śmętka 12, 31-343 Kraków

Jednym z niebezpiecznych schorzeń centralnego układu nerwowego są choroby neurodegeneracyjne, które uszkadzają neurony w ludzkim mózgu. W tym wypadku główną metodą leczenia jest farmakologia, która często bywa nieskuteczna, co prowadzi do poszukiwania innych metod leczenia. Jedną z takich metod jest zastosowanie wszczepialnych elektrod metalowych, które wytwarzają impulsy elektryczne w mózgu, prowadząc do pobudzania komórek nerwowych [1]. Jednakże elektrody metaliczne mają pewne wady, takie jak powstawanie stanu zapalnego, co prowadzi to śmierć neuronów i tworzenia się blizny glejowej, zmniejszającej siłę sygnałów neuronowych, a także prowadzącej do zmian właściwości elektrod [2]. Alternatywą dla istniejących elektrod metalowych są elektrody na bazie węgla, ze szczególnym uwzględnieniem roli nanorurek węglowych (CNT) [3].

Głównym celem prowadzonych prac jest opracowanie nowej generacji kompozytów węgiel-węgiel (C/C) na bazie włókien węglowych (CF) i węgla pirolitycznego (PyC) wytwarzanych metodą CVD oraz nanorurek węglowych (CNF). Wyniki badań obejmują zarówno syntezę elektrod w postaci prętów o średnicy od 100 -200µm, ich charakterystykę strukturalną z wykorzystaniem metod XRD, spektroskopii Ramana i HRTEM, charakterystykę mikrostrukturalną jak SEM i TEM, ocena właściwości mechanicznych i badania właściwości elektrycznych i elektrochemicznych pozwalające określić podstawowe parametry elektrod, takie jak zdolność wstrzykiwania ładunku (CIC). Aby zbadać reakcję biologiczną uzyskanych elektrod węglowych w warunkach *in vitro* wykorzystano linie komórkowe ludzkiej neuroblastomy (SH-SY5Y). Komórki te wykorzystywane są jako model chorób neurodegeneracyjnych.

Głównym czynnikiem wpływającym na właściwości użytkowe uzyskanych materiałów kompozytowych pod kątem zastosowania ich jako elektrod do głębokiej stymulacji mózgu jest obecność CNT, które nanoszone metodą aerografu na powierzchnię kompozytów C/C znacząco poprawiają właściwości użytkowe elektrod. Wykazano, że różny rodzaj grup funkcyjnych obecnych na powierzchni CNT oraz rodzaj defektów strukturalnych wpływają szczególnie na właściwości elektrochemiczne, w szczególności zwiększając pojemność ładunku katodowego, bezpieczną szerokość okna potencjału wynoszącego -1,53 do 1,26 V oraz zmniejszając impedancję. W trakcie badań nie wykryto również żadnych negatywnych reakcji biologicznych badanych kompozytów. Charakterystyka ta znacząco przewyższa standardowe elektrody Pt, co może świadczyć o doskonałych parametrach otrzymywanych elektrod węglowych.

Badania zostały współfinansowane w ramach programu IDUB „Inicjatywa doskonałość – uczelnia badawcza” dla Akademii Górniczo-Hutniczej, numer projektu 1580 oraz Narodowego Centrum Nauki, numer grantu: UMO 2020/39/B/ST5/02126.

Literatura:

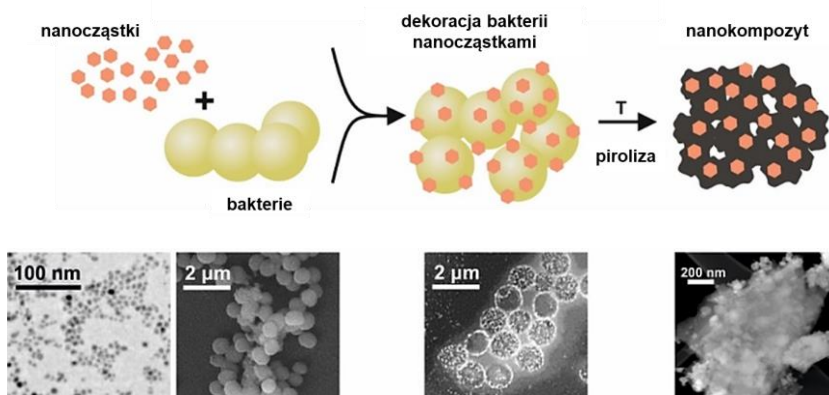
- [1] E. Kolaya, B.L. Firestein, *Biotechnol. Prog.* 2021, 37, e3179.
- [2] S.M. Wellman, L. Li, Y. Yaxiaer, I. McNamara, T.D.Y. Kozai, *Front. Neurosci.* 2019, 13 (2019), 1-17.
- [3] M. Hejazi, W. Tong, M.R. Ibbotson, S. Praver, D.J. Garrett, *Front. Neurosci.* 2021, 15, 1-22.

Kiedy nano + bio = mat

Andrzej Kotarba

Wydział Chemii, Uniwersytet Jagielloński, Gronostajowa 2, 30-387 Kraków,
kotarba@chemia.uj.edu.pl

Jedną z ważnych klas materiałów funkcjonalnych są nanokompozyty składające się z nanocząstek rozproszonych w matrycy bądź na powierzchni nośnika. Istotnym parametrem decydującym o jakości takich materiałów jest stężenie, wielkość, oraz stopień dyspersji nanocząstek. Rozproszenie nanocząstek fazy aktywnej w matrycy bądź na nośniku jest często realizowane z wykorzystaniem wieloetapowych i pracochłonnych procedur. Przedmiotem badań było opracowanie nowatorskiej metody depozycji oraz rozpraszania faz aktywnych (metalicznych, tlenkowych) na powierzchni nośników katalitycznych oraz w matrycach węglowych z wykorzystaniem bakterii. W zaproponowanej metodzie tworzenie nanokompozytów można realizować na różne sposoby np. zawiesinę niepatogennych bakterii środowiskowych (takich jak *Stenotrophomonas maltophilia*, *Pseudomonas putida*, *Neisseria subflava*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus carnosus*), kontaktuje się z nanocząstkami, a następnie, przeprowadza się kolonizację nośników przez opłaszczone nanocząstkami mikroorganizmy. Kolonie bakteryjne mogą też utworzyć samonośną biomasę. W następnym etapie bakterie usuwa się poprzez zastosowanie plazmy tlenowej lub na drodze pirolizy transformuje się biomasę w warstwę węglową z rozproszonymi nanocząstkami (Rys. 1). Wytwarzanie materiałów kompozytowych wymaga optymalizacji szeregu zmiennych eksperymentalnych, takich jak: stężenie wyjściowe bakterii i nanocząstek, czas kontaktu bakterie-nanocząstki, parametry działania plazmy, czy procesu pirolizy. Wynikiem badań jest ustalenie funkcjonalnych korelacji pomiędzy warunkami prowadzonych syntez, a nanostrukturą i właściwościami otrzymywanych kompozytów.



Rys. 1. Schemat etapów preparatyki nanokompozytu, i odpowiadające im obrazy TEM: nanocząstek Ag, bakterii oraz powstałego kompozytu nano-Ag/C.

KOMUNIKATY USTNE
SESJA GŁÓWNA
(wg kolejności wystąpień)

Ultracienka warstwa z fibroiny jedwabiu na włóknach elektroprzędzonych do przedłużonego uwalniania związków aktywnych

Anna Baranowska-Korczyk, Irena Kamińska, Małgorzata Cieślak
Sieć Badawcza Łukasiewicz- Łódzki Instytut Technologiczny,
Ul. M. Skłodowskiej-Curie 9/27, 90-570 Łódź
anna.baranowska-korczyk@lit.lukasiewicz.gov.pl

Powłoki biokompatybilne stosowane są na powierzchniach różnych materiałów, aby rozszerzyć zakres ich zastosowań do celów biologicznych, medycznych i farmaceutycznych. Skuteczne naniesienie powłok charakteryzujących się niską toksycznością, biogodnością oraz brakiem wywoływania stanów zapalnych i infekcji, powoduje, że takie materiały mogą nie tylko pozostać na ludzkiej skórze lub w organizmie bez negatywnych skutków ubocznych, ale nawet wykazywać efekt terapeutyczny. Badane są różne związki powłokotwórcze pochodzenia naturalnego, a szczególnie obiecującym białkiem może być fibroina jedwabiu (SF) [1].

Opracowano metodę wytwarzania cienkich warstw białka jedwabiu fibroiny (SF – „ang. silk fibroin”) na strukturach gazi-jednowymiarowych (1D), utworzonych przez amorficzną matrycę polimerową, w celu zapewnienia przedłużonej dyfuzji leku. Prezentowany układ modelowy opiera się na elektroprzędzonych włóknach wykonanych z polikaprolaktonu (PCL) z dodatkiem cyprofloksacyny (CIP). Włókna PCL pokryto białkiem - SF poprzez zanurzenie w jego wodnym roztworze o wybranym stężeniu 0,2% wag., co pozwala na utworzenie na powierzchni nanowłókn warstwy o grubości około 50 nm. Warstwę SF krystalizowano w oparach etanolu, dzięki czemu SF stała się nierozpuszczalna w wodzie przez ponad 2 tygodnie, w wyniku wzrostu zawartości arkusza β w strukturze drugorzędowej białka. Tworzenie warstwy SF i dalsza jej krystalizacja nie pogarszają wysokiego stosunku pola powierzchni do objętości włókien i czynią je hydrofilowymi, a zatem odpowiednimi do przyszłych zastosowań biologicznych.

Nanowłókna z CIP wykazują właściwości antybakteryjne wobec bakterii Gram-dodatnich *Staphylococcus aureus* i Gram-ujemnych *Klebsiella pneumoniae*. Współczynniki redukcji wzrostu, biobójcze i bakteriostatyczne wykazują podobne wartości dla nanowłókn PCL z powłoką SF i niepowlękanych. Strefa zahamowania wzrostu dla obu bakterii po 24-godzinnej inkubacji jest wyższa w przypadku włókien niepowlękanych, co wskazuje na hamowanie uwalniania leku przez powłokę SF. CIP uwalniany z włókien pokrytych SF uwalnia się aż do 11 godzin dłużej w porównaniu do włókien niepowlękanych białkiem. Obydwa rodzaje włókien wykazują uwalnianie leku wg modelu dyfuzji Ficka. W przypadku włókien niepowlękanych SF następuje gwałtowne uwalnianie leku, a dla włókien z warstwą SF uwalnianie ma charakter przedłużony. Przedstawiona metoda przygotowania warstwy SF może ułatwić konstruowanie przyszłych systemów dostarczania leków i projektowanie materiałów medycznych o profilach przedłużonego uwalniania substancji aktywnych.

Badania zrealizowano w ramach działalności statutowej (00/BCW/01/00/1/3/0178) Sieci Badawczej Łukasiewicz – Łódzki Instytut Technologiczny w roku 2023 finansowanej przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

Literatura:

[1] A. Baranowska-Korczyk, A. Hudecki, I. Kamińska, M. Cieślak, Materials, 2021, 141–13.

Zastosowanie koniugatów laktoferyny z nanocząstkami złota i srebra do leczenia infekcji wirusowej

Martyna Janicka^a, Marcin Chodkowski^a, Klaudia Bylińska^a, Katarzyna Ranoszek-Soliwoda^b, Emilia Tomaszewicz^b, Grzegorz Celichowski^b, Joanna Cymerys^c, Jarosław Grobelny^b, Małgorzata Krzyżowska^a

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

^b *Katedra Technologii i Chemii Materiałów, Wydział Chemii, Uniwersytet Łódzki, ul. Pomorska 163, 90-236 Łódź;*

^c *Katedra Nauk Przedklinicznych, Wydział Medycyny Weterynaryjnej, SGGW w Warszawie; ul. Ciszewskiego 8, 02-786, Warszawa*

Laktoferyna jest białkiem stanowiącym element odporności wrodzonej, która odgrywa ważną rolę w mechanizmach obronnych przed bakteriami, grzybami i wirusami. Laktoferynę można uznać nie tylko za podstawowy czynnik obrony przed infekcjami błony śluzowej, ale także za ważne białko regulatorowe, który działa na szeroki zakres wirusów. Jego aktywność przeciwwirusowa, wykazana zarówno wobec wirusów otoczkowych, jak i bezotoczkowych dotyczy wczesnej fazy infekcji, co pozwala na uniknięcie dostania się wirusa do komórki gospodarza. Wiele wysiłku poświęcono rozwojowi biomedycznych zastosowań nanocząstek. Zastosowanie środków przeciwwirusowych na bazie nanocząstek ma kilka zalet, zwłaszcza w przypadku nanocząstek metali szlachetnych, które wykazują stosunkowo niską toksyczność i stabilność. Ideą tej pracy było sprawdzenie, czy koniugaty laktoferyny z nanocząsteczkami mogą stać się zarówno skutecznymi lekami przeciwwirusowymi, jak i stymulatorami miejscowej odpowiedzi przeciwwirusowej w obrębie błony śluzowej jamy nosowej. Badania w linii komórkowej MRC-5 zakażonej ludzkim koronawirusem HCoV-229e oraz w linii mysiej zakażonej MHV-JHM z użyciem koniugatów laktoferyny z nanocząstkami złota i srebra o wielkości 5 i 30 nm wykazały, że zahamowanie zakażenia koronawirusami *in vitro* jest zależne zarówno od rodzaju metalu, jak i wielkości nanocząstek. Nanocząstki srebra o wielkości 30 nm modyfikowane laktoferyną wykazywały najkorzystniejszy profil aktywności przeciwwirusowej *in vitro*. W przebiegu infekcji donosowej u myszy zakażonych donosowo MHV-JHM tylko małe (5 nm) nanocząstki srebra i złota wykazywały korzystny wpływ na kliniczny przebieg infekcji. Nanocząstki złota/srebra modyfikowane laktoferyną wykazywały działanie stymulujące na lokalną wczesną odpowiedź immunologiczną w błonie śluzowej, co wskazuje na ich korzystne działanie bezpośrednio wirusobójcze, jak również immunostymulacyjne w zakażeniu wirusowym dróg oddechowych.

Literatura:

[1] Krzyżowska M, Janicka M, Tomaszewska E, Ranoszek-Soliwoda K, Celichowski G, Grobelny J, Szymanski P. Lactoferrin-conjugated nanoparticles as new antivirals. *Pharmaceutics*. 2022, 14(9), 1862.

Opracowanie, charakterystyka oraz ocena biozgodności *in vivo* nowego nośnika chitozanowego dla prątków *Mycobacterium bovis* BCG do wspomagania leczenia zakażeń *Helicobacter pylori*

Weronika Gonciarz^a, Marek Brzeziński^b, Paweł Wawrzyniak^c, Artur Lewandowski^c, Magdalena Chmiela^a

^a Katedra Immunologii i Biologii Infekcyjnej, Instytut Mikrobiologii, Biotechnologii i Immunologii, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Łódzki, ul. Banacha 12/16, 90-237;

^b Centrum Badań Molekularnych i Makromolekularnych, Polska Akademia Nauk, Sienkiewicza 112, 90-636 Łódź;

^c Katedra Inżynierii Środowiska, Wydział Inżynierii Procesowej i Środowiska, Politechnika Łódzka, Stefana Żeromskiego 116, 90-924, Łódź

Mukoadhezyjny chitozan (Chtz) jest stosowany do opracowywania systemów dostarczania leków m.in. mikrocząstek (MPs), warunkujących ochronę substancji leczniczych oraz ich docelowe, przedłużone uwalnianie w organizmie człowieka. U ok. 20% osób zakażonych pałeczkami *Helicobacter pylori* (Hp) dochodzi do rozwoju zapalenia błony śluzowej żołądka lub dwunastnicy, nadżerek lub wrzodów. Przewlekłe zakażenie Hp zwiększa ryzyko rozwoju nowotworów żołądka. Wzrastająca lekooporność i zdolność Hp do osłabiania odpowiedzi odpornościowej gospodarza, skłaniają do poszukiwania alternatywnych formułacji wspomagających leczenie zakażeń Hp. We wcześniejszych badaniach Zespołu wykazano, że prątki *Mycobacterium bovis* BCG - *M. bovis* BCG (onko-BCG, Synthaverse SA, Lublin) wzmagają aktywność fagocytarną makrofagów, która jest hamowana przez Hp i ograniczają wydzielanie Mucyny 5 śluzu żołądkowego, a przez to adhezję Hp do nabłonka żołądka. Celem badań było opracowanie dwóch typów MPs Chtz do dostarczania *M. bovis* BCG do żołądka, aby po uwolnieniu hamowały adhezję Hp, lub do jelita, gdzie indukowane są procesy odpornościowe. Badania obejmowały charakterystykę fizykochemiczną oraz ocenę biozgodności *in vivo* samych MPs. MPs otrzymano metodą suszenia rozpyłowego modyfikowanych roztworów Chtz i oceniano fizykochemicznie (DSC, SEM, 13C NMR, FT-IR). Po uprzednim potwierdzeniu biozgodności *in vitro*, na modelu kawii domowej (zgoda ŁB 16/234/2022) oceniono biozgodność MPs śródskórną oraz efekty ogólnoustrojowe po podaniu per os. Po 24h, 48h i 72h wykonywano skórny odczyn alergiczny, w surowicy i wątrobie oznaczano poziom aminotransferaz (test ELISA), a także surowicze stężenie cytokin prozapalnych (test ELISA) i proliferację limfocytów T (test z radioaktywnie znakowaną tymidyną). Zamykano mykobakterie w MPs, oceniano żywotność prątków i kinetykę ich uwalniania. Uzyskano w pełni biozgodne *in vitro* i *in vivo* MPs Chtz o określonych właściwościach fizykochemicznych. MPs wykazywały wysoką ładowność żywych prątków *M. bovis* BCG, które *in vivo* mogą zostać dostarczone i uwolnione w kwaśnym pH żołądka i/lub w zasadowym pH jelita. Opracowane Chtz MPs zawierające *M. bovis* BCG zostaną skierowane do dalszych badań *in vivo* w kontekście kontrolowania zakażenia Hp.

Zgłoszenie patentowe nr P.447595 Sposób otrzymywania biopolimerowego nośnika prątków szczepionkowych *Mycobacterium bovis* BCG do zwalczania zakażenia bakteriami *Helicobacter pylori*.

Finansowanie: badania zostały sfinansowane z Narodowego Centrum Nauki w ramach konkursu SONATA 18 pt: "Ocena zdolności prątków *Mycobacterium bovis* BCG-onko do kontrolowania rozwoju zakażenia *Helicobacter pylori*", UMO-2022/47/D/NZ7/01097.

Wpływ nanocząstek na integralność, aktywność fizjologiczną i stabilność genetyczną komórek roślinnych przechowywanych w ciekłym azocie

Dariusz Kulus^a, Alicja Tymoszek^a, Alicja Kulpińska^a, Julita Nowakowska^b

^a Politechnika Bydgoska, ul. Bernardyńska 6, 85-029 Bydgoszcz;

^b Uniwersytet Warszawski, ul. Miecznikowa 1, 02-096 Warszawa

Krioprezervacja polega na przechowywaniu komórek roślinnych w temperaturze ciekłego azotu (-196°C) dla potrzeb długotrwałej ochrony bioróżnorodności. Zastosowanie nanocząstek podczas procedury krioprezervacji może znacząco poprawić jej efektywność, poprzez zwiększenie przeżywalności komórek [1]. Niewiele jednak wiadomo na temat wpływu nanocząstek na aktywność fizjologiczną oraz stabilność genetyczną komórek przechowywanych w ciekłym azocie. Celem niniejszych badań była ocena wpływu nanocząstek złota (AuNPs), srebra (AgNPs) oraz tlenku cynku (ZnONPs) zastosowanych w trakcie procedury krioprezervacji na integralność strukturalną, aktywność fizjologiczną oraz stabilność genetyczną materiału roślinnego przechowywanego w ciekłym azocie. W tym celu nanocząstki dodawano w stężeniu 5 oraz 15 ppm do pożywki do prekultury lub alginianowej otoczki podczas zoptymalizowanej wcześniej procedury kapsułkowania-witryfikacji [2]. Jako materiał roślinny wykorzystano paki wierzchołkowe serduszek okazałej (*Lamprocapnos spectabilis* (L.) Fukuhara) 'Gold Heart' oraz 'Valentine'. Analiza histologiczna potwierdziła zachowanie integralności strukturalnej eksplantatów, które przeżyły mrożenie, niezależnie od traktowania nanocząstkami. Wpływ nanocząstek na aktywność fizjologiczną uzależniony był natomiast od rodzaju nanocząstek i momentu ich aplikacji, ale także od odmiany. Dodatek ZnONPs do pożywki w trakcie prekultury obniżył zawartość flawonoidów i antocyjanów w liściach odmiany 'Gold Heart', stymulując biosyntezę chlorofilu i aktywność fotosyntetyczną. W przypadku odmiany 'Valentine', nie odnotowano takich zależności. Stwierdzono także, że obecność ZnONPs w pożywce do prekultury powodowała wzrost parametrów fluorescencji chlorofilu (F0, Fv, and Fm), przy czym wartości Fv/Fm i Fv/F0 nie różniły się istotnie pomiędzy poszczególnymi obiektami doświadczalnymi i kontrolą. Stabilność genetyczną roślin zweryfikowano przy użyciu markerów RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA) i SCoT (Start Codon Targeted Polymorphism). Odmiana 'Valentine' nie wykazała istotnej zmienności genetycznej w efekcie traktowania nanocząstkami, natomiast w przypadku odmiany 'Gold Heart' analiza wariancji molekularnej (AMOVA) wykazała, że 6% całkowitej zmienności wynikało z traktowania nanocząstkami, zwłaszcza ZnONPs. Wyniki niniejszych badań sugerują, że nanocząstki wpływają na reakcje fizjologiczne i (w niewielkim stopniu) na stabilność genetyczną materiału roślinnego przechowywanego w ciekłym azocie w sposób specyficzny dla odmiany.

Badania zostały w całości sfinansowane przez Narodowe Centrum Nauki (numer grantu: 2020/39/D/NZ9/01592).

Literatura:

- [1] D. Kulus, A. Tymoszek, Plant Cell Tissue and Organ Culture, 2021, 146, 297-311.
- [2] D. Kulus, International Journal of Molecular Sciences, 2020, 21, 3901

Wpływ submikronowych cząstek tlenku cynku i nanocząstek tlenku cynku na wzrost *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea* i *Fusarium oxysporum*

Jolanta Kowalska^a, Małgorzata Antkowiak^a, Joanna Krzysińska^a, Urszula Szałaj^b, Jacek Wojnarowicz^b, Alicja Tymoszuć^c, Małgorzata Jeske^d, Dariusz Pańka^d

^a Zakład Rolnictwa Ekologicznego i Ochrony Środowiska, Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań;

^b Laboratorium Nanostruktur, Instytut Wysokich Ciśnień, Polska Akademia Nauk, Warszawa;

^c Pracownia Ogrodnictwa, Katedra Biotechnologii, Wydział Rolnictwa i Biotechnologii, Politechnika Bydgoska im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich, Bydgoszcz;

^d Pracownia Mykologii Molekularnej, Fitopatologii i Entomologii, Katedra Biologii i Ochrony Roślin, Wydział Rolnictwa i Biotechnologii, Politechnika Bydgoska im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich, Bydgoszcz

Nanocząstki tlenku cynku (ZnO NPs) wykazują właściwości przeciwwgrzybiczne oraz przeciwbakteryjne i mogą być stosowane w produkcji roślinnej w celu ograniczania infekcji powodowanych przez patogeny [1, 2].

Celem pracy było zbadanie i porównanie wpływu submikronowych cząstek tlenku cynku (ZnO SMPs) i nanocząstek tlenku cynku (ZnO NPs) na wzrost wybranych patogenów roślinnych: *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea* i *Fusarium oxysporum* w warunkach *in vitro* oraz *in vivo*. W testach *in vitro* patogeny inokulowano na pożywkę PDA uzupełnioną ZnO SMPs lub ZnO NPs w stężeniach: 0, 100, 200, 500, 1000 i 2000 mg·L⁻¹. Kultury inkubowano w temperaturze 23°C. Średnicę grzybni (mm) mierzono co 24 godziny, aż do całkowitego przerostu pożywki w jednej z badanych kombinacji (dla każdego patogenu osobno). Na pożywkach z dodatkiem zarówno ZnO SMPs, jak i ZnO NPs zaobserwowano istotne ograniczenie wzrostu grzybni u wszystkich badanych patogenów. Jednakże, niezależnie od zastosowanego stężenia, nie wykazano przewagi ZnO NPs nad ZnO SMPs w ograniczaniu wzrostu grzybni. Co ciekawe, testowane preparaty aplikowane już w najmniejszym stężeniu (100 mg·L⁻¹) powodowały istotne ograniczenie wzrostu grzybni u *A. alternata* i *F. oxysporum*. Z kolei u *B. cinerea* wzrost grzybni ograniczało dopiero zastosowanie ZnO SMPs i ZnO NPs w stężeniu 500 mg·L⁻¹, jak i w wyższych stężeniach. Doświadczenie przeprowadzone *in vivo* w warunkach wazonowych z rośliną modelową (pomidor zwyczajny, *Solanum lycopersicum* L.), którą inokulowano patogenami *A. alternata*, *B. cinerea* i *F. oxysporum*, wykazało, że ZnO NPs były skuteczniejsze w porównaniu z ZnO SMPs w ograniczeniu porażenia roślin przez wszystkie badane patogeny.

Literatura:

- [1] A. Singh, N.B. Singh, S. Afzal, T. Singh, I. Hussain, Journal of Material Science, 2018, 53, 185-201.
[2] A. Malandrakis, N. Kavroulakis, C.V. Chrysikopoulos, Science of the Total Environment, 2022, 829, 154638.

Kontrolowane dostarczanie leków z powierzchni implantów tytanowych z wykorzystaniem nośników jonowymiennych

Mariusz Sandomierski, Jakub Reczkowski, Adam Voelkel
Politechnika Poznańska, ul. Berdychowo 4, 60-965 Poznań

Ze względu na urazy i różne choroby kości każdego roku przeprowadza się wiele operacji wszczepiania implantów. Na całym świecie wielu naukowców stara się poprawić właściwości materiałów stosowanych jako implanty. Jednym z najczęściej stosowanych materiałów implantacyjnych są stopy tytanu [1]. Są one popularne w ortopedii i implantologii ze względu na bardzo dobrą biokompatybilność i niski moduł sprężystości porównywalny z ludzką kością [2,3]. Pomimo tak dobrych właściwości poszukuje się metod ich modyfikacji, które pozwolą na szybszy narost hydroksyapatytu, co w efekcie umożliwi szybszy powrót pacjenta do zdrowia. Dodatkowo ze względu na tworzenie się biofilmu na powierzchni implantów tytanowych, poszukuje się metod poprawy ich właściwości antybakteryjnych. Oba problemy mogą zostać rozwiązane poprzez kontrolowane dostarczanie leków. Kontrolowane uwalnianie leku można uzyskać na skutek koordynacji substancji czynnej na powierzchni implantu tytanowego zmodyfikowanego warstwą nośnika jonowymiennego. Ze względu na wytworzenie na powierzchni implantu układu nośnik-kation-lek uwalnianie będzie kontrolowane i przedłużone. Celem zaprezentowanych badań była modyfikacja powierzchni stopu tytanowego Ti6Al4V przy użyciu warstw zeolitowych i tytanianowych zawierających jony dwuwartościowe i określenie potencjału wytworzonych warstw jako nośników w kontrolowanym dostarczaniu leków. Udowodniono, że lek na osteoporozę może uwalniać się z powierzchni stopu tytanowego modyfikowanego tytanianem przez okres miesiąca, a z powierzchni modyfikowanej zeolitem przez ponad rok. W przypadku antybiotyku uwalnianie nie było tak długie lecz nie występuje duży wyrzut leku w pierwszych godzinach kontaktu z płynami ustrojowymi.

Praca została sfinansowana z grantu Narodowego Centrum Nauki nr 2020/39/B/ST5/00320.

Literatura:

- [1] M. Kaur, K. Singh, Materials Science and Engineering: C. 2019, 102, 844–862.
- [2] K. Wang, Materials Science and Engineering: A. 1996, 213, 134–137.
- [3] D.G. Bansal, O.L. Eryilmaz, P.J. Blau, Wear 2011, 271, 2006–2015.

Kwasy fenolowe jako dodatki do materiałów biopolimerowych - zalety i wyzwania

Beata Kaczmarek-Szczepańska^a, Lidia Zasada^a, Ewa Olewnik-Kruszkowska^b

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

^b *Katedra Chemii Fizycznej i Fizykochemii Polimerów, Wydział Chemii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, ul. Gagarina 11, 87-100 Toruń*

Kwasy fenolowe są grupą organicznych związków chemicznych, w których aromatyczny pierścień benzenu jest ozdobiony grupą hydroksylową (-OH) [1]. Te substancje występują naturalnie w roślinach, gdzie odgrywają różnorodne role, jak obrona przed patogenami czy przyciąganie zwierząt zapyłających. W chemii organicznej kwasy fenolowe są często wykorzystywane jako antyoksydanty, konserwanty oraz składniki do produkcji różnych materiałów, włączając biopolimery [2]. Ich właściwości antyoksydacyjne są cenione w przemyśle spożywczym, farmaceutycznym, kosmetycznym oraz w produkcji biodegradowalnych opakowań, gdzie pomagają w przedłużeniu trwałości produktów i zwiększaniu ich stabilności [3].

Kwasy fenolowe mogą pełnić również rolę środków sieciujących biopolimery. Proces sieciowania polega na tworzeniu połączeń między łańcuchami polimerów, co prowadzi do poprawy właściwości fizykochemicznych materiałów. Korzyścią stosowania tych związków sieciujących jest ich naturalny charakter oraz szeroka dostępność na rynku. Jednakże, ograniczeniem jest ich zróżnicowana rozpuszczalność, obejmująca różne hydrofilowe rozpuszczalniki. Ponadto, sposób modyfikacji polimerów poprzez dodatek związków fenolowych nie jest w pełni zrozumiany, co utrudnia kontrolę nad procesem sieciowania.

Materiały otrzymane z biopolimerów, które zostały zmodyfikowane poprzez dodanie związków fenolowych, posiadają wiele potencjalnych zastosowań w dziedzinie medycyny. Jednym z głównych zastosowań jest ich wykorzystanie jako opatrunki lub powłoki na implanty. Dodatkowo, biopolimery modyfikowane związkami fenolowymi mogą być wykorzystywane do tworzenia bioaktywnych opakowań. Takie opakowania mogą być stosowane do przechowywania i transportu produktów spożywczych, farmaceutycznych lub kosmetycznych.

Badania te zostały wsparte środkami udzielonymi przez Uniwersytet Mikołaja Kopernika (Toruń, Polska) w celu utrzymania potencjału badawczego oraz w ramach konkursu Inicjatywy Doskonałości Uniwersytetu Badawczego dla grup naukowych — BIOdegradable PACKaging materials research group (4101.00000085).

Literatura:

- [1] R. Tinikul, P. Chenprakhon, S. Maenpuen, P. Chaiyen, *Biotechnology Journal*, 2018, 13, 1700632
- [2] R. Ordóñez, L. Atares, A. Chiralt, *Comprehensive Review*, 2022, 21, 3910-3930
- [3] A.K. Singh, J.Y. Kim, Y.S. Lee, *Molecules*, 2022, 27, 7513
- [4] B. Kaczmarek, O. Mazur, *Materials*, 2020, 13, 3641

Niestechiometryczny magnetyt jako fotokatalizator degradacji związków halogenoorganicznych

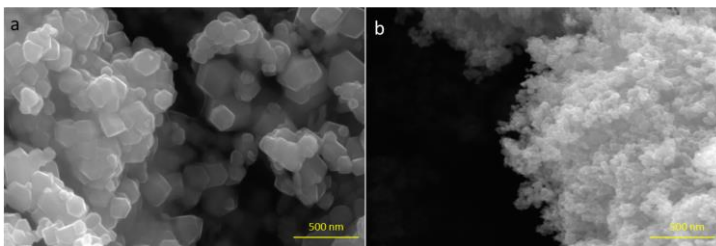
Joanna Kisała

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

Reakcje utleniania-redukcji stanowią pierwotną drogę rozkładu zanieczyszczeń znajdujących się w wodzie. Ich usuwanie zazwyczaj jest realizowane metodami oksydacyjnymi z uwagi na to, że może prowadzić do pełnej mineralizacji zanieczyszczenia. Jednak halogenopochodne związków organicznych, nie ulegają reakcjom utlenienia. W przypadku tych związków zastosowanie procesów redukcyjnych może być sposobem usunięcia ich z wody.

Magnetyt ze względu na mieszaną i zmienną wartościowość żelaza w jego strukturze $(\text{Fe(III)}_{\text{tet}}[\text{Fe(II),Fe(III)}]_{\text{oct}}\text{O}_4)$ posiada unikalne właściwości [1, 2]. Przeskakiwanie elektronów wzdłuż oktaedrycznego łańcucha żelaza wpływa na jego przewodność i właściwości redoks, powodując, że magnetyt inicjuje reakcje utleniania/redukcji.

Aktywność katalityczną dostępnych na rynku magnetytów F1 i F2 oceniono w reakcji fotokatalitycznej degradacji fenolu (PhOH), 2,6-dibromo-4-metylofenolu (DBMP) [3] i TBBPA [4]. Reakcje prowadzono w warunkach oksydacyjnych (przy dostępie powietrza, bez zmiataczy rodników hydroksylowych i dziur) i w warunkach redukcyjnych (stały przepływ argonu przez mieszaninę reakcyjną, obecność *t*-BuOH jako zmiatacza rodników hydroksylowych i dziur). Badane materiały były magnetytami niestechiometrycznymi i różniły się między sobą stopniem utlenienia. Stopień utlenienia materiału w istotny sposób wpływa na możliwość transportu elektronu w materiale. Proces przenoszenia elektronów odgrywa znaczącą rolę w fotokatalizie, stąd przeskakiwanie elektronów w parze Fe^{2+} - Fe^{3+} na powierzchni katalizatora sprzyja tworzeniu się rodników. Ze względu na swoje unikalne właściwości elektronowe, Fe_3O_4 wykazuje ogromny potencjał zastosowania w zaawansowanych procesach redukcji (ARPs).



Rys. 1. Obrazy SEM katalizatora F1 (a) i F2 (b).

Literatura:

- [1] Bradley, M. J.; Tratnyek, P. G. ACS Earth Space Chem. 2019, 3, 688–699.
- [2] Nguyen, M. D.; Tran, H.-V.; Xu, S.; Lee, T. R. Appl. Sci. 2021, 11, 11301.
- [3] Kisała J., Tomaszewska A., Kolek P., Beilstein J. Nanotechnol. 2022, 13, 1531–1540.
- [4] Kisała J., Vasile B.S., Ficai A., Ficai D., Wojnarowska-Nowak R., Tomasz Szreder, Materials, 2023, 16, 4380.

Samoagregujące foldamery peptydowe jako idealni kandydaci na biokompatybilne nanomateriały

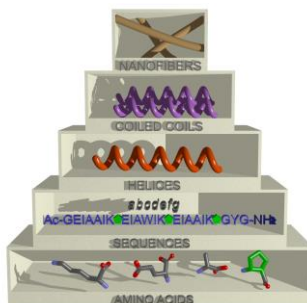
Monika Szefczyk^a, Natalia Szulc^b, Łukasz Berlicki^a

^a Katedra Chemii Bioorganicznej, Wydział Chemiczny, Politechnika Wrocławska; Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław;

^b Katedra Fizyki i Biofizyki, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu; Norwida 25, 50-375 Wrocław

Peptydy wydają się być idealnymi kandydatami na bionanomateriały, ponieważ są biokompatybilne, a ich bioaktywność i właściwości fizykochemiczne da się łatwo modyfikować, także dzięki szerokim możliwościom funkcjonalizacji. Co więcej, peptydy posiadają naturalną tendencję do samoagregacji i tworzenia różnorodnych nanostruktur. Głównym wyzwaniem w konstruowaniu funkcjonalnych materiałów peptydowych jest zaprojektowanie bloków budulcowych składających się z peptydów o dobrze zdefiniowanej strukturze trójwymiarowej w roztworze, które mogą oddziaływać ze sobą w kontrolowany i powtarzalny sposób, tworząc określone nanostruktury o korzystnych właściwościach. Idealnymi kandydatami na takie elementy składowe są foldamery peptydowe, czyli oligomery, które w roztworze zwijają się do stanu uporządkowanego konformacyjnie. Dodatkowo wprowadzenie do sekwencji reszt niekanonicznych, takich jak cykliczne β -aminokwasy, może zwiększyć stabilność konformacyjną oraz proteolityczną peptydu, polepszyć jego skłonność do samoagregacji, a także zapewnić różnorodne właściwości chemiczne i szeroką gamę powstających struktur.[1]

Celem naszych badań było opracowanie racjonalnej metody otrzymywania nanostruktur na bazie foldamerów peptydowych.[2][3] Założyliśmy, że indywidualne cechy badanego peptydu można przypisać osiągnięciu określonego poziomu organizacji. To tak zwane podejście hierarchiczne opiera się na inżynierii sekwencji w celu uzyskania stabilnych struktur helikalnych, które mogą tworzyć oligomery zdolne do samoorganizacji i tworzenia nanostruktur.



Rys. 1. Podejście hierarchiczne do konstruowania nanomateriałów na bazie foldamerów peptydowych [2].

Badania zostały dofinansowane ze środków Narodowego Centrum Nauki w ramach konkursu SONATA, grant nr 2017/26/D/ST5/00341 (dla M. S.).

Literatura:

- [1] M. Szefczyk, *Nanoscale*, 2021,13, 11325-11333.
- [2] M. Szefczyk *et al.*, *Nanoscale*, 2021, 13, 4000-4015.
- [3] M. Szefczyk *et al.*, *Soft Matter*, 2023, 19, 3828-3840.

Rusztowania peptydowe jako biologicznie aktywne nanobiomateriały w medycynie regeneracyjnej

Justyna Sawicka^a, Maria Dzierżyńska^a, Milena Deptuła^b, Paweł Sosnowski^c, Piotr Sass^c, Zuzana Pietralik-Molińska^d, Maciej Kozak^d, Paweł Sachadyn^c, Michał Pikuła^b, Sylwia Rodziewicz-Motowidło^a

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

^b *Pracownia Inżynierii Tkankowej i Medycyny Regeneracyjnej, Zakład Embriologii, Gdański Uniwersytet Medyczny, ul. Dębinki 1, 80-210 Gdańsk;*

^c *Laboratorium Biotechnologii Regeneracyjnej, Politechnika Gdańska, ul Gabriela Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk;*

^d *Zakład Fizyki Makromolekularnej, Wydział Fizyki, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, ul Uniwersytetu Poznańskiego 2, 61-614 Poznań*

Skóra, jako największy narząd ochronny organizmu, jest nieustannie narażona na urazy, które mogą prowadzić do poważnych konsekwencji zdrowotnych. Uszkodzenie skóry, prowadzące do przerwania jej ciągłości, może wiązać się z infekcjami oraz utratą odporności. Może także powodować powstawanie trudno gojących się ran o dużych powierzchniach, spowodowanych oparzeniami termicznymi, chemicznymi, radiacyjnymi lub ranami przewlekłymi wywołanymi chorobami cywilizacyjnymi, takimi jak cukrzyca czy miażdżyca. Inżynieria tkankowa jest intensywnie rozwijającą się gałęzią medycyny regeneracyjnej, która zajmuje się poszukiwaniem konstruktów, zdolnych do przywrócenia i/lub regeneracji uszkodzonej tkanki lub narządu [1]. Jednym z trzech komponentów triady inżynierii tkankowej są rusztowania (scaffolds). Wykazują one zdolność do naśladowania architektury macierzy zewnątrzkomórkowej, a jednocześnie mogą być nośnikiem substancji biologicznie aktywnej. Przykładem rusztowań, które mogą znaleźć zastosowanie w medycynie regeneracyjnej są hydrożele oraz fibryle peptydowe.

W prowadzonych przez interdyscyplinarny zespół badaniach, opracowaliśmy dwa rodzaje scaffoldów peptydowych, które wykazują zdolność do stymulowania wzrostu komórek skóry oraz pełnią rolę rezerwuaru substancji aktywnych, uwalnianych stopniowo w procesie degradacji rusztowania. Otrzymane konstrukty peptydowe zostały poddane szeregowi badań fizykochemicznych, strukturalnych oraz testom *in vitro* i *in vivo*. Nanomateriały uzyskane w wyniku naszych prac zostały zabezpieczone ochroną patentową przyznana przez Polski Urząd Patentowy.

Podziękowania dla Narodowego Centrum Badań i Rozwoju (grant nr TECHMATSTRATEG2/410747/11/NCBR/2019).

Literatura:

[1] Lynch, C.R.; Kondiah, P.P.D.; Choonara, Y.E. Advanced Strategies for Tissue Engineering in Regenerative Medicine: A Biofabrication and Biopolymer Perspective. *Molecules* 2021, 26, 2518.

Wykorzystanie 3-merkaptopropylotrietoksylanu w modyfikacji powierzchni tlenków cynku i tytanu(IV)

Adrian Topolski^a, Tomasz Jędrzejewski^b, Aleksandra Kozerska^a, Katarzyna Krzyżaniak^a,
Paulina Spisz^b, Sylwia Wrotek^b

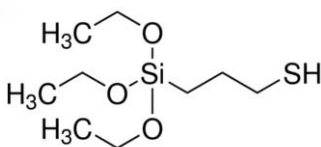
^a Wydział Chemii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, ul. Gagarina 7, 87-100 Toruń;

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

Tlenki metali stanowią niezwykle ważne powłoki wielu współczesnych materiałów. Ich możliwości aplikacyjne można rozszerzyć odpowiednio je modyfikując. Jedną z metod modyfikacji jest zastosowanie związków mostkujących, które - dzięki obecności przynajmniej dwóch grup funkcyjnych - umożliwiają przyłączenie do podłoża tlenkowych innych związków chemicznych. Bez udziału układów mostkujących tego rodzaju modyfikacje nie byłoby możliwe.

3-Merkaptopropylotrietoksylan (MPTES) jest jednym ze związków doskonale pełniącym rolę mostka. Obecność krzemu pozwala tej cząsteczce dobrze wiązać się z podłożami tlenkowymi, na przykład z TiO_2 i ZnO . Z kolei grupa tiolowa umożliwia późniejsze przyłączenie innych związków, np. kompleksów platyny(II) czy miedzi(I).

W czasie wystąpienia zaprezentowane zostaną wyniki prac związanych z modyfikacją powierzchni tlenku tytanu(IV) i tlenku cynku za pomocą MPTES, a następnie przyłączeniem do powierzchni tlenkowych kompleksów platyny(II) (podłoża TiO_2) [1], a także miedzi(I) (proszki ZnO i TiO_2). Celem prac związanych z kompleksami platyny(II) jest modyfikacja podłoża pokrytych tlenkiem tytanu(IV) w celu nadania im właściwości przeciwnowotworowych, z kolei prace związane z kompleksami miedzi(I) mają na celu uzyskanie proszków o właściwościach fluorescencyjnych.



Rys. 1. Wzór strukturalny 3-merkaptopropylotrietoksylanu.

Część badań sfinansowano ze środków NCN (Miniatura 4), nr projektu: 2020/04/X/ST5/00695.

Literatura:

[1] A. Topolski, Polyhedron, 2023, 230, 116218

Jak „rozbić” wodę za pomocą nanomateriałów? – „spojrzenie kwantowo-chemiczne”?

Piotr Gauden^a, Mirosław Jabłoński^a, Piotr Kamedulski^{a,b}, Krzysztof Biernacki^c, Sylwester Furmaniak^d, Sonnur Kurtulus^a, Mateusz Sztyle^a

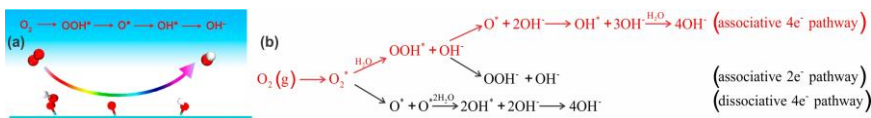
^a Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Wydział Chemii, ul. Gagarina 7, 87-100 Toruń

^b Uniwersytet Mikołaja Kopernika, ICNT, ul. Wileńska 4, 87-100 Toruń

^c LAQV/Requimte, Departamento de Química e Bioquímica, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Rua do Campo Alegre, s/n, 4169-007, Porto, Portugal

^d Akademia Nauk Stosowanych im. St. Staszica w Pile, ul. Podchorążych 10, 64-920 Pila

Kwestie środowiskowe i polityczne przyspieszają transformację energetyczną Polski. „Zielona” produkcja wodoru i jego magazynowanie są niezwykle ważne. Kluczowym problemem jest znalezienie tanich i efektywnych materiałów elektrodowych [1]. Rozwiązanie tego problemu można osiągnąć poprzez opracowanie nowych systemów, w tym hybrydowych, opartych o układy węglowe zawierające w swojej strukturze heteroatomy [2,3]. Zastosowanie obliczeń teoretycznych pozwala na zrozumienie mechanizmu procesu rozszczepienia wody (z ang. „water splitting”) na poziomie atomowym oraz w opracowaniu najbardziej wydajnej i najmniej kosztownej technologii [4]. Jest to szczególnie istotne w świetle wielości materiałów węglowych, które obecnie można zsyntetyzować.



Rys. 1. (a) Schematyczne przedstawienie elementarnych etapów reakcji redukcji tlenu (Oxygen Reduction Reaction - ORR) na powierzchni materiału. (b) Możliwe drogi reakcji ORR w roztworze alkalicznym [5].

W niniejszym komunikacie omówiono możliwości i ograniczenia wykorzystania modelowania rozszczepiania wody z udziałem adsorbentów, w szczególności materiałów węglowych. Dla wybranych materiałów 2D wykonano obliczenia wykorzystując Teorię Funkcjonału Gęstości (Density Functional Theory - DFT) w oparciu o pakiet Gaussian 16 [6]. Obliczono energię swobodną Gibbsa dla każdego elementarnego etapu ORR metodą ścieżek termodynamicznych (Computational Hydrogen Electrode - CHE) [7]. Przeanalizowano elementarne etapy reakcji redukcji tlenu (Rys. 1). Rozważania teoretyczne wsparto analizą wyników eksperymentalnych (w tym i autorskich).

P.G. oraz S.F. składają podziękowania dla Poznańskiego Centrum Superkomputerowo-Sieciowego (PCSS) w Poznaniu za udostępnienie mocy obliczeniowej na klastrze. P.K. dziękuje Narodowemu Centrum Badań i Rozwoju za wsparcie finansowe badań (projekt umowa nr LIDER13/0303/2022).

Literatura:

- [1] A. Priyadarsini, B.S. Mallik, Journal of Physical Chemistry C 127 (2023) 18350.
- [2] P. Kamedulski, J.P. Lukaszewicz, L. Witczak, et al. Materials 14 (2021) 2448.
- [3] Ch. Hu, L. Dai, Angewandte Chemie International Edition 55 (2016) 11736.
- [4] R.S. Ribeiro, A.L.S. Vieira, K. Biernacki, et al. Carbon 213 (2023) 118192
- [5] Y. Jiao, Y. Zheng, M. Jaroniec, S.Z. Qiao, J. Am. Chem. Soc. 136 (2014) 4394.
- [6] M. J. Frisch et al., Gaussian 16, Revision. C.01, Gaussian, Inc., Wallingford CT, 2016.
- [7] J.K. Nørskov, J. Rossmeisl, A. Logadottir, et al. Phys. Chem. B 108 (2004) 17886.

Warstwy CuBi_2O_4 jako fotokatody do generowania wodoru - wpływ parametrów elektroosadzania na właściwości fotoelektrochemiczne

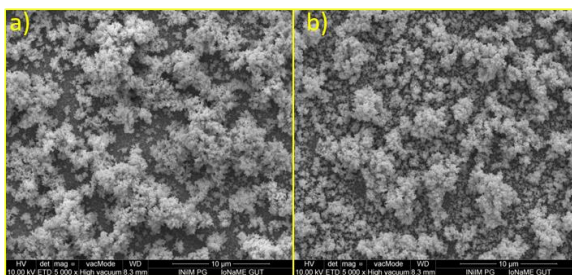
Cezary Białowås, Mariusz Szkoda, Konrad Trzeciński

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

Fotoelektrochemiczny rozkład wody to obiecująca metoda produkcji wodoru przy użyciu energii słonecznej. Fujishima i Honda [1] jako pierwsi zaobserwowali ten efekt, a ich praca była cytowana już prawie 30000 razy. W swoich badaniach, jako fotoelektrodę wykorzystali monokryształ rutyłu (TiO_2). Dytlenek tytanu, jako półprzewodnik typu „n”, pełnił rolę fotoanody, katalizując reakcję utleniania wody. Ogniwo fotoelektrochemiczne może być także zbudowane z warstwy półprzewodnika typu „p”, gdzie fotokatoda katalizuje reakcję wydzielania wodoru, a utlenianie wody zachodzi na przeciwielektrodzie.

CuBi_2O_4 jest obiecującym materiałem, którego warstwy mogą pełnić rolę fotokatody. Kluczową rolę dla efektywności fotoelektrochemicznej odgrywają parametry osadzania otrzymanego filmu fotoaktywnego. Warstwy CuBi_2O_4 można otrzymać metodą elektrochemiczną. W pierwszym etapie, drogą elektrolizy otrzymuje się mieszaninę metalicznego bizmutu i miedzi przewodzącym podłożu. Następnie warstwa jest wygrzewana w celu utlenienia do odpowiednich tlenków metali i rekrytalizacji. Ze względu na rozpuszczalność soli bizmutu, elektroliza prowadzona jest najczęściej w środowisku kwasu azotowego [2]. Pomimo że ta procedura jest najbardziej popularna, ma zasadniczą wadę - oba metale rozтворяją się w HNO_3 , co negatywnie wpływa na szczelność warstwy (Rys. 1a).

Badania dotyczą opracowania metody otrzymywania warstw fotoaktywnych z roztworu w którym azotan miedzi i bizmutu jest rozpuszczony w glikolu etylenowym. Na Rys. 1b przedstawiono obraz mikroskopowy filmu Cu/Bi osadzonego z takiego roztworu, potwierdzający pozytywny wpływ zmiany rozpuszczalnika (całe podłoże pokryte jest osadzonym materiałem). Elektroliza jest metodą, która pozwala na modyfikację parametrów otrzymywanych warstw. Osadzanie w warunkach kontroli dyfuzyjnej (szybkość osadzania ograniczona jest dyfuzją jonów Cu^{2+} i Bi^{3+} do elektrody), często prowadzi do powstawania warstw bardziej porowatych. Odpowiednie prowadzenie procesu, na przykład przez osadzanie impulsowe, pozwala na otrzymywanie filmów charakteryzujących się mniejszą chropowatością. Przeprowadzone eksperymenty pozwolą na znalezienie zależności pomiędzy parametrami osadzania, a efektywnością fotoelektrochemicznego generowania wodoru.



Rys. 1. Obraz SEM warstwy Cu/Bi na podłożu FTO otrzymanej z a) HNO_3 i b) glikolu etylenowego.

Podziękowania dla Politechniki Gdańskiej za wsparcie finansowe w ramach grantu 3/1/2020/IDUB/I3b/Ag oraz 1/1/2022/IDUB/III.4c/Tc.

Literatura:

- [1] A. Fujishima, K. Honda, Nature 238 (1972) 37-38.
- [2] N.T. Hahn, V.C. Holmberg, B.A. Korgel, C.B. Mullins, J. Phys. Chem. C 116 (2012) 6459–6466.

Synteza hydrotermalna i charakterystyka nanokompozytu $\text{TiO}_2/\text{MoSe}_2$ do zastosowań w magazynowaniu energii

Mariusz Szkoda^a, Konrad Trzciński^a, Anna Ilnicka^b

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

^b Wydział Chemii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Gagarina 7, 87-100 Toruń

Poszukiwanie zaawansowanych materiałów o doskonałych właściwościach elektrochemicznych jest kluczowe dla ciągłego rozwoju technologii magazynowania energii. Materiały nanostrukturalne, ze względu na ich unikalne cechy, zyskały status kluczowych elementów podnoszących wydajność urządzeń magazynujących energię, szczególnie superkondensatorów. Wielofunkcyjność superkondensatorów tkwi w ich zdolności do szybkiego magazynowania i dostarczania energii, co czyni je idealnymi do zastosowań wymagających szybkich cykli ładowania i rozładowania. Poszukiwanie zaawansowanych materiałów o doskonałych właściwościach elektrochemicznych jest kluczowa dla ciągłego postępu technologii magazynowania energii. Materiały nanostrukturalne, dzięki swoim unikalnym cechom, zyskały pozycję kluczowych graczy w poprawie wydajności urządzeń magazynujących energię, zwłaszcza superkondensatorów.

W tym badaniu prezentujemy kompleksowe badania właściwości pojemności elektrochemicznej nanokompozytu $\text{TiO}_2/\text{MoSe}_2$. Dodatkowo, zostały wykorzystane techniki fizyki ciała stałego, w tym mikroskopię elektronową skaningową (SEM), spektroskopię Ramanowską, dyfrakcję rentgenowską (XRD) oraz spektroskopię fotoelektronów rentgenowskich (XPS), aby dokładnie scharakteryzować syntetyzowany kompozyt. Naszym celem jest dostarczenie spostrzeżeń na temat unikalnego zachowania elektrochemicznego nanokompozytu $\text{TiO}_2/\text{MoSe}_2$ oraz jego potencjalnych zastosowań w zaawansowanych systemach magazynowania energii. Co istotne, kompozyt wykazywał pojemność około 10 razy wyższą niż czyste nanorurki TiO_2 .

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

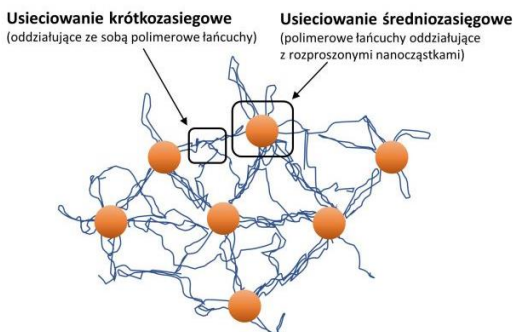
Wpływ funkcjonalizacji mikrocząstek żelaza na właściwości hierarchicznie usieciowanych hydrożeli magnetycznych na bazie alginianu

Mariusz Barczak^a, Piotr Borowski^a, F. González-Caballero^b, M.T. López-López^b

^a Instytut Nauk Chemicznych, Wydział Chemii, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie, Pl. Marii-Curie-Skłodowskiej 3, 20-031 Lublin

^b Department of Applied Physics, Faculty of Sciences, University of Granada, 18071 Granada,

Hydrożele alginianowe uważane są za jedne z preferowanych typów hydrożeli, głównie ze względu na niski koszt i swoją bardzo dobrą biokompatybilność [1]. Inkorporacja w ich strukturę podatnych magnetycznie cząstek może zapewnić takim kompozytowym materiałom dodatkowe cechy, takie jak np. ulepszone właściwości termiczne czy modulowane właściwości reologiczne [2,3]. Właściwości reologiczne takich hydrożeli magnetycznych (zwanych również ferrożelami) w obecności pola magnetycznego są wówczas kontrolowane głównie przez czynniki związane z rodzajem, rozmiarem, kształtem i ilością inkorporowanych cząstek magnetycznych [4]. Funkcjonalizowane cząstki magnetyczne mogą oddziaływać z łańcuchami polimerowymi tworzącymi trójwymiarową sieć hydrożelową, tworząc hierarchiczny rodzaj uporządkowania, przedstawiony schematycznie na Rys. 1.



Rys. 1. Hydrożele usieciowane hierarchicznie: skutek obecności usieciowania krótko- i średnio-zasięgowego.

Głównym celem pracy było określenie roli funkcjonalizacji powierzchni mikrocząstek żelaza na właściwości otrzymanych alginianowych hydrożeli magnetycznych [13], zaś postawioną hipotezą badawczą to, że różna chemia powierzchni cząstek żelaza będzie w odmienny sposób wpływać na oddziaływania chemiczne między obiema fazami tworzącymi kompozytowy ferrożel, a zmiany te przyczynią się do odmiennej mikrostruktury, właściwości mechanicznych i biokompatybilności otrzymanych materiałów. Dzięki wykorzystaniu metod obliczeniowych w sposób bardziej szczegółowy poddano opisowi w/w oddziaływania pomiędzy grupami powierzchniowymi mikrocząstek żelaza a łańcuchami alginianowymi.

Podziękowania:

Badania sfinansowano w ramach grantu OPUS-21 Narodowego Centrum Nauki 2021/41/B/ST5/03490 pt.: „Hydrożele usieciowane hierarchicznie: projektowanie teoretyczne i eksperymentalne dla zastosowań biomedycznych”.

Literatura:

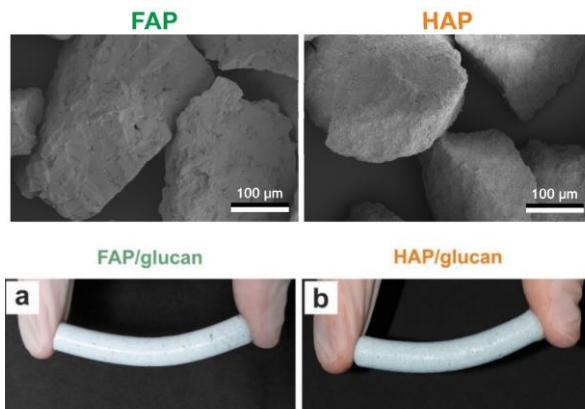
- [1] A. Espina-Noguera et al., International Journal of Biological Macromolecules, 2018, 107, 1261.
- [2] J. Supramaniam et al., International Journal of Biological Macromolecules, 2018, 118, 640.
- [3] C. Gila-Vilchez et al., Smart Materials & Structures, 2019, 28, 035018.
- [4] M. Barczak et al., Carbohydrate Polymers 2020, 247, 116747.

Fluorowany apatyt i jego potencjalne zastosowanie

Leszek Borkowski, Anna Belcarz

Uniwersytet Medyczny w Lublinie, ul. Chodźki 1, 20-093 Lublin

Apatyty (fosforany wapnia) znalazły szerokie zastosowanie w medycynie regeneracyjnej i są wykorzystywane najczęściej jako materiały wszczepienne bądź jako biokompatybilne powłoki implantów metalicznych lub polimerowych. Apatyty stosunkowo łatwo ulegają wymianie jonowej i mogą być podstawione różnymi kationami (np. Mg^{2+} , Ag^+ , Zn^{2+} , Mn^{2+} , Sr^{2+}) lub anionami (np. F^- , Cl^- , CO_3^{2-}), dzięki czemu tworzą szeroką grupę związków o zróżnicowanych właściwościach. W niniejszych badaniach skupiono się na opracowaniu metody wytwarzania fluoroapatytu, analizie jego składu, struktury i pozostałych właściwości fizykochemicznych [1]. Nowatorski sposób wytwarzania tego biokompatybilnego materiału implantacyjnego został opatentowany w 2020 roku [2]. Otrzymany materiał fluoroapatytowy (w postaci granul ceramicznych wypalonych w temp. 800 °C) został wykorzystany jako komponent biomateriału ceramiczno-polimerowego przeznaczonego do regeneracji tkanki kostnej [3]. Nowy dwuskładnikowy kompozyt przebadano pod kątem właściwości fizykochemicznych i biologicznych oraz uzyskano dla niego ochronę patentową [4]. Celem niniejszej pracy jest prezentacja właściwości fluorowanego apatytu oraz biomateriału dwuskładnikowego z fluoroapatytem, a także omówienie możliwości zastosowania ich w medycynie i różnych gałęziach przemysłu.



Rys. 1. Granule fluoroapatytu i hydroksyapatytu (obrazy SEM – na górze) oraz zdjęcia kompozytów ceramiczno-polisacharydowych zawierających granule FAP i HAP.

Badania i udział w konferencji współfinansowano w ramach środków na działalność statutową Uniwersytetu Medycznego w Lublinie, grant nr DS. 6 2024.

Literatura:

- [1] L. Borkowski, A. Przekora, A. Belcarz, K. Palka, G. Jozefaciuk, T. Lübek, M. Jojczuk, A. Nogalski, G. Ginalska, Materials Science and Engineering: C, 2020, 116, 111211.
- [2] L. Borkowski, A. Belcarz, A. Przekora, G. Ginalska, Patent polski nr 235803 (2020)
- [3] L. Borkowski, A. Przekora, A. Belcarz, K. Palka, M. Jojczuk, P. Lukasiewicz, A. Nogalski, G. Ginalska, International Journal of Molecular Sciences, 2021, 22(19), 10414.
- [4] L. Borkowski, A. Belcarz, A. Przekora, G. Ginalska, Patent polski nr 236369 (2021)

KOMUNIKATY USTNE
SESJA MŁODYCH
(wg kolejności wystąpień)

Mikrobiom przewodu pokarmowego ssaków jako nowy typ powłoki w aktywacji mitochondriów płytek krwi analizowany za pomocą nowych innowacyjnych technik badawczych

Paweł Kowalczyk^a, Paweł Wójcik^b

^a *The Kielanowski Institute of Animal Physiology and Nutrition, Polish Academy of Sciences, Instytucka 3, 05-110 Jabłonna e-mail: p.kowalczyk@ifzz.pl*

^b *Warsaw University of Technology, Faculty of Automation and Robotics, Koszykowa 75, 00-662 Warszawa*

Terapia żywieniowa u pacjentów z zaburzoną mikrobiomem przewodu pokarmowego jest ważną częścią postępowania wspomagającego terapię onkologiczną. Tradycyjne żywienie doustne w porównaniu do sztucznego żywienia dojelitowego, jest bardziej naturalne, przyjemniejsze dla pacjentów i stanowi element aktywności społecznej. Pacjenci onkologiczni, którzy pomimo optymalnych zaleceń dietetycznych nie są w stanie jeść wystarczająco dużo, wymagają - dodatkowo lub wyłącznie - tzw. sztucznej terapii żywieniowej (żywienie dojelitowe, żywienie pozajelitowe tzw. PN). Pacjenci z PN są stale narażeni na długofalową infuzję emulsji lipidowych. Które to są podatne na peroksydację lipidów, która odpowiada za powstawanie wolnych rodników tlenowych, prowadząc do utraty funkcji błon komórkowych i żywotności komórek oraz może prowadzić do różnych toksycznych dla organizmów procesów zapalnych. Zapalenie układu odpornościowego jelit u ludzi i zwierząt (jako organizmów modelowych) może prowadzić do licznych biegunek, utraty masy ciała, zniszczenia specyficznej mikrobioty śluzówki jelita. Co w efekcie końcowym może prowadzić do długotrwałych skutków, takich jak powstawanie wrzodziejącego zapalenia jelita grubego i raka jelita grubego, które mogą wpływać na uszkodzenie mitochondriów płytek krwi. Jedną z metod pomiaru poziomu uszkodzenia mitochondriów jest stężenie tlenu w czasie rzeczywistym, czyli Oxygen Consumption Assay lub Nicking Assay. Obie te metody umożliwiają analizę gradientu stężenia tlenu cząsteczkowego w reakcjach zachodzących w płytkach krwi, mitochondriach i tkankach.

Celem badania było zbadanie zużycia tlenu lub nacięć w mitochondriach płytek krwi lub komórkach innych tkanek pacjentów na długotrwałym PN i ich roli w metabolizmie energii komórkowej. Materiały i metody: Pomiar w próbkach pobranych od ochotników i pacjentów zostały wykorzystane w metodach Oxygen Consumption Assay zgodnie z instrukcją producenta. Wyniki i dyskusja: Poziom tlenu cząsteczkowego zarówno u osób kontrolnych, jak i badanych był na podobnym poziomie. W obu przypadkach zaobserwowano efekt natlenienia (hipernoksja) tkanek, nie stwierdzono niedotlenienia. Nasze badania działają jako powłoki wyściełające naczynia krwionośne po peptydomimetykach i dezaktywują agregację płytek krwi w układzie krzepnięcia i fibrynolizy. Dlatego konieczne jest stosowanie różnych technik AFM-In-SEM w analizie powłok leków wykonanych z roztworów koloidalnych i mokrych, nakładanych metodą powlekania ultradźwiękowego.

Wnioski: W płytkach krwi mitochondriów prawdopodobnie zaobserwowaliśmy miejsca, w których są bardzo podatne na zaburzenia strukturalne w wytwarzaniu energii. Miejsca te są wrażliwe na formy tlenu i są bardzo łatwo modyfikowane przez związki indukowane przez stres oksydacyjny. W grupie badawczej stres oksydacyjny powstaje na podobnym poziomie jak w grupie kontrolnej. Prawdopodobnie proces ten jest związany ze stosowaniem specyficznych leków w celu poprawy warunków żywienia pozajelitowego i może powodować peroksydację lipidów. Wzajemne oddziaływanie dostępności tlenu i metabolizmu jest kluczowe dla szczegółowego zrozumienia, w jaki sposób tkanki reagują na niedotlenienie.

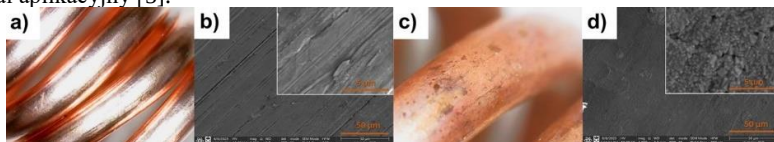
Synteza hydrofobowych materiałów polimerowych metodą polimeryzacji rodnikowej z przeniesieniem atomu w układzie heterogenicznym

Faustyna Stopyra, Monika Flejszar, Kinga Ślusarczyk, Paweł Chmielarz

Wydział Chemiczny, Politechnika Rzeszowska, Al. Powstańców Warszawy 6, 35-959 Rzeszów

Od niespełna 30 lat, polimeryzacja rodnikowa z przeniesieniem atomu (ATRP), stanowiąca jedną z najczęściej stosowanych metod polimeryzacji rodnikowej z odwracalną dezaktywacją (RDRP) stosowana jest to syntezy zróżnicowanych materiałów polimerowych [1-3]. Synteza polimerów nie mieszających się z wodą, o charakterze hydrofobowym, zazwyczaj wymaga stosowania rozpuszczalników organicznych, które są niekorzystne zarówno przez wzgląd na aspekt środowiskowy jak i ekonomiczny. Alternatywą dla stosowania lotnych związków organicznych może być prowadzenie syntez w środowisku heterogenicznym np. miniemulsji [4].

W przeprowadzonych badaniach wykorzystano typowy układ miniemulsyjny, który składał się z fazy rozproszonej i dyspergującej. Po raz pierwszy zaproponowano wykorzystanie metalicznej miedzi w roli czynnika redukującego oraz pomocniczego aktywatora (SARA) w polimeryzacji rodnikowej z przeniesieniem atomu prowadzonej w układzie heterogenicznym [5]. Metodę tę z powodzeniem zastosowano do polimeryzacji takich monomerów jak akrylan *tert*-butylu (tBA), metakrylan *tert*-butylu (tBMA) oraz metakrylan benzylu (BzMA), uzyskując polimery o wąskim rozrzucie mas cząsteczkowych ($D < 1,5$). W trosce o aspekty środowiskowe przeprowadzono analizę możliwości odzysku oraz ponownego wykorzystania czynnika redukującego wraz z analizą topografii powierzchni przed i po reakcji (Rys. 1). Badania wykazały, że trzykrotne powtórzenie przeprowadzenia polimeryzacji z tym samym przeciętnym miedziowym regenerowanym w kwasie solnym z powodzeniem pozwala na odtworzenie syntezy uzyskując zbliżoną wartość pozorną stałą szybkości propagacji (kolejno $k_p^{app} = 1,209 \text{ h}^{-1}$, $1,209 \text{ h}^{-1}$ oraz $1,304 \text{ h}^{-1}$). Ponadto, zawartość miedzi pozostającej w 1 g polimeru po przeprowadzeniu oczyszczania z wykorzystaniem tlenku glinu oznaczona techniką atomowej spektroskopii absorpcyjnej (AAS) wyniosła 0,23 mg, co wskazuje na brak toksyczności materiałów otrzymanych techniką SARA ATRP oraz potwierdza ich wysoki potencjał aplikacyjny [5].



Rys. 1. Obrazy mikroskopowe powierzchni metalicznej miedzi oczyszczonej stężonym kwasem solnym wykonane a) przed reakcją oraz c) po reakcji. Zdjęcie powierzchni drutu Cu0 wykonane za pomocą skaningowego mikroskopu elektronowego b) przed polimerizacją oraz d) po polimerizacji.

Badania sfinansowane ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego w ramach programu "Studenckie Koła Naukowe tworzą innowacje" (Umowa nr: SKN/SP/569572/2023) oraz Narodowego Centrum Nauki w ramach projektu SONATA BIS 10 (Grant nr: 2020/38/E/ST4/00046).

Literatura:

- [1] J-S. Wang, K. Matyjaszewski, *Macromolecules*, 1995, 28, 23, 7901–7910
- [2] K. Matyjaszewski, *Macromolecules*, 2012, 45, 10, 4015–4039
- [3] Y. Zhang, M. Li, B. Li, W. Sheng, *Langmuir*, 2024, 40, 11, 5571–5589
- [4] M. Li, K. Matyjaszewski, *Macromolecules*, 2003, 36, 16, 6028–6035
- [5] M. Flejszar, K. Ślusarczyk, A. Hochół, P. Chmielarz, K. Spilarewicz, P. Błoniarz, *European Polymer Journal*, 2023, 197, 17, 112374

Koniugaty PAMAM G4 połączone z lapatynibem, fulwestrantem i/lub paklitakselm jako potencjalne leki przeciwnowotworowe.

Magdalena Twardowska^a, Żaneta Szymaszek^a, Konrad Wróbel^b, Łukasz Uram^a,

^a *Katedra Chemii Nieorganicznej i Analitycznej, Wydział Chemiczny Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza; al. Powstańców Warszawy 635-959 Rzeszów;*

^b *Kolegium Nauk Medycznych, Uniwersytet Rzeszowski, ul. Warzywna 1a, 35-310 Rzeszów*

Dendrymery poli(amidoaminowe) (PAMAM) to rodzina silnie rozgałęzionych i monodispersyjnych makrocząsteczek o dobrze zdefiniowanej strukturze i składzie. Mają wewnętrzne wnęki i powierzchniowe grupy funkcyjne, które można modyfikować w celu immobilizacji leków lub innych ligandów. Dodatkowe właściwości tych nanomateriałów obejmują niską immunogenność, rozpuszczalność w wodzie, kulistą strukturę, akceptowalną biodegradację, wysoką biokompatybilność i kontrolowane uwalnianie leków, co czyni je odpowiednimi nośnikami do dostarczania leków [1]. Fulwestrant (F), lapatynib (L) i paklitaksel (P) to hydrofobowe leki przeciwnowotworowe stosowane w leczeniu raka piersi wykazującego ekspresję receptora estrogenowego (ER) [2] i receptora naskórkowego czynnika wzrostu (EGFR) [3].

W niniejszym badaniu wykorzystano nietoksyczne, glicydyłowane dendrymery PAMAM czwartej generacji (G4) jako nośnik wyżej wymienionych leków. Zbadano aktywność przeciwnowotworową czterech koniugatów z dendrymerami PAMAM: G4P, G4F, G4L i G4PFL wobec linii komórkowych glejaka U-118 MG i niedrobnokomórkowego raka płuc A549 oraz porównawczo unieśmiertelnianych keratynocytów skórnych HaCaT. Wszystkie wymienione linie wykazywały ekspresję receptora estrogenowego (ER) oraz receptora naskórkowego czynnika wzrostu (EGFR). Dodatkowo dokonano oceny bezpieczeństwa i skuteczności badanych konstruktywów *in vivo* na modelu niciania *Caenorhabditis elegans* oraz ich zastosowania w potencjalnej terapii antynowotworowej.

Uzyskane wyniki sugerują, że badane koniugaty G4P, G4L i G4PFL skierowanie na nowotwory wykazujące ekspresję ER lub EGFR niszczyły skutecznie nie tylko komórki nowotworowe, ale także prawidłowe, wykazujące obecność tych receptorów. Należy zatem mieć na uwadze nie tylko pożądane efekty, ale także skutki uboczne takiej terapii. Wyniki *in vivo* pokazują addytywny efekt leków dołączonych do wieloskładnikowego koniugatu G4PFL. Konstrukt o największej toksyczności może stanowić alternatywny lek przeciwopasożytniczy.

Literatura:

- [1] Abedi-Gaballu, Fereydoon, Gholamreza Dehghan, M. Ghaffari, R. Yekta, S. Abbaspour-Ravasjani, B. Baradaran, J. Ezzati Nazhad Dolatabadi, M. R. Hamblin, 'PAMAM Dendrimers as Efficient Drug and Gene Delivery Nanosystems for Cancer Therapy', *Applied Materials Today*, 2018, 12, 177–90.
- [2] Nathan, M.R.; Schmid, P. A Review of Fulvestrant in Breast Cancer. *Oncol. Ther.* 2017, 5, 17–29.
- [3] Tevaarwerk, A.J.; Kolesar, J.M. Lapatinib: A Small-Molecule Inhibitor of Epidermal Growth Factor Receptor and Human Epidermal Growth Factor Receptor-2 Tyrosine Kinases Used in the Treatment of Breast Cancer. *Clin. Ther.* 2009, 31 Pt 2, 2332–2348.

Właściwości przecinowotworowe i przeciwnicieniowe α -mangostyny skoniugowanej z modyfikowanym dendrymerem poli(amidoaminowym)

Żaneta Szymaszek, Łukasz Uram

*Wydział Chemiczny Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza, ul. Powstańców
Warszawy 12, 35-959 Rzeszów*

Dendrymery poli(amidoaminowe) to sferyczne, polimerowe nanocząstki zbudowane z rdzenia, od którego odchodzą tzw. dendrony [1]. Na ich powierzchni znajdują się grupy funkcyjne, które mogą być modyfikowane poprzez przyłączanie różnych związków o aktywności biologicznej w celu osiągnięcia optymalnego efektu terapeutycznego. Dzięki swojej strukturze dendrymery są więc rozważane jako nośniki leków. Przykładem potencjalnego leku może być α -mangostyna, będąca przedstawicielem rodziny ksantonów. Wykazuje ona działanie przeciwnowotworowe poprzez indukcję apoptozy czy hamowanie proliferacji komórek nowotworowych [2]. Właściwości terapeutyczne α -mangostyny jak i wielu innych leków stosowanych w leczeniu nowotworów mogą być dodatkowo wzmocnione poprzez skoniugowanie ich z dendrymerami PAMAM.

W niniejszej pracy przeanalizowano działanie przeciwnowotworowe glukoheptoamidowanych i biotynylowanych koniugatów dendrymerów PAMAM generacji trzeciej z α -mangostyną. Zbadano ich wpływ na żywotność i proliferację komórek nowotworowych: raka płaskonabłonkowego z języka (SCC-15) i glejaka wielopostaciowego IV stopnia złośliwości (U-118 MG). Dodatkowo oszacowano aktywność wobec prawidłowych ludzkich fibroblastów skórnych linii BJ. Zbadano też toksyczność koniugatów *in vivo* wobec organizmu modelowego *Caenorhabditis elegans*. Wyniki wykazały, że wykorzystanie dendrymerów jako nośników poprawia właściwości przeciwnowotworowe α -mangostyny.

Literatura:

- [1] L.-P. Wu, M. Ficker, J. B. Christensen, P. N. Trohopoulos, i S. M. Moghimi, „Dendrimers in Medicine: Therapeutic Concepts and Pharmaceutical Challenges”, *Bioconjug. Chem.*, 2015, 26, 1198–1211.
- [2] Markowicz, J.; Uram, Ł.; Sobich, J.; Mangiardi, L.; Maj, P.; Rode, W. Antitumor and anti-nematode activities of α -mangostin. *Eur. J. Pharmacol.* 2019, 863, 172678.

Opracowanie kapsulek warstwowych w kontekście ich zastosowania w terapii nowotworowej

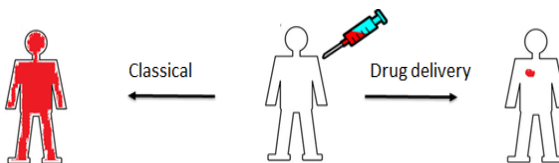
Joanna Szechyńska, Krzysztof Szczepanowicz

Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni PAN im. Jerzego Habera

Nowotwory, stanowiące złożoną grupę schorzeń, są efektem niekontrolowanego wzrostu oraz podziału komórek. Ta nieprawidłowa aktywność może prowadzić do formowania się guzów oraz nowotworów, które mogą mieć charakter zarówno łagodny, jak i złośliwy. Obecnie istnieje wiele odmian tej choroby, różniących się lokalizacją, dynamiką wzrostu oraz stopniem agresywności. Badania naukowe skupiają się głównie na zrozumieniu mechanizmów powstawania choroby, metodach diagnostyki oraz opracowywaniu skutecznych strategii terapeutycznych [1].

W kontekście walki z nowotworami, nanotechnologia odgrywa kluczową rolę, wykorzystując nanocząstki jako potencjalne nośniki leków. Wykorzystanie nanocząstek może poprawić stabilność, biodostępność oraz biokompatybilność leków przeciwnowotworowych, minimalizując jednocześnie skutki uboczne dla zdrowych tkanek. Jedną z obiecujących metod wprowadzania leków z wykorzystaniem nanocząstek do organizmu jest stosowanie kapsulek, których produkcja opiera się na technice "layer by layer" (LbL). Ta sekwencyjna metoda nanoszenia warstw różnych materiałów na powierzchnię cząstek pozwala na stworzenie struktur wielowarstwowych, zwiększając stabilność kapsułki [1-2].

Nasze badania skupiają się na opracowaniu modelowych kapsulek wykonanych z poliarylenaminy (PAH) i polistyrenosulfonianu (PSS), które zostaną poddane porównaniu z kapsułkami opartymi na poli-L-lizynie (PLL) i poliglicolowym kwasie (PGA). Analiza stabilności wytworzonych kapsulek, przeprowadzona na podstawie pomiaru potencjału zeta, dostarczyła istotnych danych, które będą miały wpływ na dalsze modyfikacje materiałów używanych jako nośniki leków przeciwnowotworowych [2].



Rys. 1. Wizualizacja metod dostarczania leków.

Literatura:

- [1] U. Wojciechowska, K. Barańska, I. Michałek, P. Olasek, M. Miklewska, and J. A. Didkowska, "Cancer in Poland in 2020," Polish Natl. Cancer Regist., pp. 5–90, 2022, [Online]. Available: www.onkologia.org.pl
- [2] Y. Yao et al., "Nanoparticle-Based Drug Delivery in Cancer Therapy and Its Role in Overcoming Drug Resistance," Front. Mol. Biosci., vol. 7, no. August, pp. 1–14, 2020, doi: 10.3389/fmolb.2020.00193.

Analiza mikroorganizmów z wykorzystaniem techniki NALDI – TOF MS (Nanotechnology-Assisted Laser Desorption/Ionisation Time of Flight Mass Spectrometry)

Jagoda Pałczyńska^{a,b}, Oleksandra Pryshchepa^b, Aleksandra Radtke^a, Paweł Pomastowski^b

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

^b*Interdyscyplinarne Centrum Nowoczesnych Technologii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, ul. Wileńska 4, 87-100 Toruń*

Mastitis czyli zapalenie gruczołu mlekowego jest bardzo rozpowszechnioną chorobą występującą w stadach krów mlecznych. Konsekwencjami panującego stanu zapalnego są przede wszystkim: spadek jakości i ilości produkowanego mleka oraz ogromne koszty finansowe. Głównymi czynnikami wywołującymi *mastitis* są bakterie zarówno zakaźne jak i środowiskowe. Identyfikacja bakterii odpowiedzialnych za *mastitis* jest niezbędna w celu doboru odpowiedniego leczenia. [1]

Do identyfikacji bakterii wyizolowanych z próbek surowego mleka została wykorzystana technika MALDI-TOF MS. Jest to technika tzw. miękkiej jonizacji molekuł, w której matryca przekazuje zaabsorbowaną energię cząsteczkom analitu, dzięki czemu nie ulegają one degradacji. Identyfikacja z wykorzystaniem MALDI-TOF MS polega na porównaniu uzyskanego, charakterystycznego widma masowego tzw. “białkowego odcisku palca” z odpowiednimi profilami bakteryjnymi zdeponowanymi w bazach danych. Podczas badań bakterie analizowano z wykorzystaniem dwóch aparatów: Microflex LT/SH (Bruker, Niemcy) oraz EXS2600 (Zybio Inc., Chiny).

Aparaty wykazywały różnice w identyfikacji poszczególnych mikroorganizmów, co uniemożliwiło rozróżnienie i poprawną identyfikację niektórych blisko spokrewnionych szczepów bakterii. W celu ich rozróżnienia zastosowano jako uzupełniającą, innowacyjną technikę NALDI-TOF MS. Jest to przykład techniki bezmatrycowej, która umożliwia analizę związków niskocząsteczkowych. W technice tej organiczne matryce zastąpione są podłożami modyfikowanymi powierzchniowo za pomocą nanocząstek lub innych nanostruktur. Są one odpowiedzialne za wzbogacenie analitów oraz zapewniają efektywną desorpcję i jonizację. NALDI-TOF MS wykorzystano do analizy bakteryjnych ekstraktów lipidowych na specjalnie przygotowanej płytce z nanocząstkami srebra, osadzonymi za pomocą procesu chemicznego osadzania z fazy gazowej (CVD). Otrzymane wyniki wskazują na potencjalne zastosowanie NALDI-TOF MS w identyfikacji oraz różnicowaniu blisko spokrewnionych mikroorganizmów.

Praca została sfinansowana przez Narodowe Centrum Nauki w ramach projektu Preludium 20 pt. “Wykorzystanie spektrometrii mas z laserową desorpcją/ionizacją próbki wspomaganą matrycą i technik separacyjnych w badaniach wpływu mikrobiomu gruczołów mlekowych na ilość i potranslacyjne modyfikacje laktoferyny w mleku krowim, 2021/41/N/ST4/01666 (2022-2024).

Literatura:

[1] O. Pryshchepa, J. Pałczyńska, A. Radtke, P. Pomastowski, Problem *mastitis* – niepożądane mikroorganizmy w produktach mlecznych, sposoby ich identyfikacji oraz zmiany jakościowe i ilościowe składu mleka, Przegląd Mleczarski: miesięcznik przeznaczony dla pracowników przemysłu mleczarskiego, 2024, 1, 12-27

Celuloza bakteryjna – alternatywny krioprotektant

Nikoła Kabała

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny, al. Piastów 17, 70-310 Szczecin

Kriokonserwacja to metoda przechowywania materiału biologicznego, polegająca na zamrażaniu i przechowywaniu go w niskich temperaturach. Aby uniknąć uszkodzeń komórek związanych z tworzeniem się kryształów lodu podczas zamrażania, dodaje się krioprotektanty, które mają za zadanie obniżyć temperaturę zamrażania wody. Idealny krioprotektant powinien wykazywać się niską toksycznością, brakiem reaktywności, wysoką rozpuszczalnością i przenikalnością [1]. Niestety obecnie używane substancje kriochronne nie zawsze spełniają te założenia. Alternatywą może być celuloza bakteryjna (CB), biopolimer wytwarzany przez różne szczepy mikroorganizmów, który cechuje biokompatybilność, nietoksyczność, a także wysoka wytrzymałość [2]. Jej nanostruktura umożliwia unieruchamianie mikroorganizmów, enzymów czy innych substancji na jej powierzchni lub we wnętrzu [3]. Celem pracy było zastosowanie CB jako substancji ochronnej dla komórek bakterii poddanych kriokonserwacji.

Do badań wykorzystano biomasę 3 mikroorganizmów: *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* i *Candida albicans*. CB uzyskano przez hodowlę bakterii *Komagataeibacter xylinus*, następnie poddano ją oczyszczaniu i zmieleniu w celu uzyskania proszku. Oprócz CB, w badaniach jako krioprotektanty zastosowano dimetylosulfotlenek (DMSO) i glicerol w stężeniach 5%, 10%, 20%. Oceniano ilość żywych komórek po krioprezerwacji oraz inkubacji trwającej 7,14,21 i 28 dni w temperaturze -80°C.

Badania wykazały, że ilość żywych komórek po kriokonserwacji z dodatkiem CB była porównywalna do prób z dodatkiem DMSO i glicerolu. CB stosowana w stężeniu 5, 10 oraz 20% osiągnęła najlepsze wyniki na poziomie 100% żywych komórek po 7 dniach przechowywania, w porównaniu do innych testowanych w tych samych stężeniach krioprotektantów. Przy dłuższej inkubacji poziom żywotności komórek *E. coli* przechowywanych z dodatkiem CB był średnio o 30% wyższy w porównaniu do DMSO czy glicerolu, natomiast żywotność komórek *C. albicans* była porównywalna (średnio 100%) dla wszystkich substancji. Wykazano, że CB działa efektywniej jako środek krioprotekcyjny na komórki *S. aureus* niż glicerol, ponieważ uzyskano wynik o 20% wyższy dla CB. W pracy wykazano, że CB może być potencjalnie stosowana jako krioprotektant komórek o różnej wielkości i budowie ściany komórkowej.

Literatura:

- [1] Guo N., Wei Q., Xu Y. 2020. Optimization of cryopreservation of pathogenic microbial strains. *Journal of Biosafety and Biosecurity*, 2 (2020), 66-70.
- [2] Bednarczyk D., Betlej I., Boruszewski P. 2021. Celuloza bakteryjna – charakterystyka, synteza, właściwości. *Biuletyn Informacyjny OB-RPPD*, 3-4 (2021), 122-138.
- [3] Yao W., Wu X., Zhu J., Sun B., Zhang YY., Miller C. 2011. Bacterial cellulose membrane – A new support carrier for yeast immobilization for ethanol fermentation. *Process Biochemistry*, 46 (10), 2054-2058.

Celuloza bakteryjna jako nośnik substancji leczniczych w doustnej aplikacji farmaceutyków.

Klaudia Snopek

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Wydział Biotechnologii I Hodowli zwierząt, Katedra Mikrobiologii i Biotechnologii, al. Piastów 17, 70-310 Szczecin

Celuloza bakteryjna (CB) to biopolimer wytwarzany przez niepatogenne bakterie, naturalnie występujące w środowisku [1]. Ze względu na unikalne właściwości takie jak biokompatybilność i wysoka wytrzymałość mechaniczna możliwe jest zastosowanie CB, jako substancji pomocniczej w tabletkach, co może pomóc w sytuacjach, gdy stosowanie innych substancji jest ograniczone w niektórych jednostkach chorobowych.

Celem pracy było przygotowanie oraz scharakteryzowanie tabletek na bazie CB jako nośnika do doustnego podawania farmaceutyków.

Przy użyciu standardowej tabletkarki przygotowano tabletki o masie 200 mg na bazie CB jako substancji pomocniczej oraz amoksycyliny. Oceniono właściwości fizykochemiczne tabletek. Szybkość uwalniania leku oceniono w symulowanym soku żołądkowym (pH 2 oraz pH 3,5) i solach żółciowych (pH 5 oraz pH 7) podczas 4-godzinnej inkubacji w 37°C. Ilość uwolnionego antybiotyku oceniono spektrofotometrycznie. Wyniki porównano z tabletkami zawierającymi jako substancję pomocniczą m.in. skrobię pszenną i laktozę

Tabletki na bazie CB wykazały najlepsze właściwości fizykochemiczne i najmniejszą szybkość uwalniania antybiotyków w porównaniu z innymi testowanymi substancjami. Na podstawie krzywej wzorcowej zależności absorbancji od stężenia amoksycyliny ustalono, że najlepsza rozpuszczalność dla tabletek na bazie CB mieści się w zakresie między 3,5 a 5 pH. Niezależnie od użytego roztworu oraz rodzaju tabletki, dodatek koralików symulujących treść układu pokarmowego diametralnie zmieniał rozpuszczalność tabletki osiągając rozpuszczalność między 90-100%. Potencjalnie CB może być stosowany w systemie doustnego dostarczania leków, zwłaszcza w przypadkach, gdy wymagane jest długie i stabilne uwalnianie substancji czynnej.

Literatura:

[1] M. Wasim, M. Mushtaq, S. Khan, A. Salam, „An Overview of Synthesized Bacterial Cellulose Nanocomposites for Biomedical Applications” Mini Review An Overview of Synthesized Bacterial Cellulose Nanocomposites for Biomedical Applications, 2020.

Celuloza bakteryjna - aktywny opatrunek zawierający immobilizowane bakteriofagi

Wiktoria Świeboda, Nikola Kabała

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny, al. Piastów 17, 70-310 Szczecin

Bakteriofagi (fagi) to wirusy, które zdolne są do infekowania komórek bakteryjnych danego gatunku (a czasem nawet tylko szczepu) [1]. W ostatnim czasie, ze względu na rosnący problem antybiotykooporności bakterii, bakteriofagoterapia zyskuje coraz większe zainteresowanie wśród naukowców i przedstawicieli przemysłu farmaceutycznego. Interesującym przykładem możliwości zastosowania jest ich immobilizacja na opatrunkach na bazie celulozy bakteryjnej (CB). Materiał ten cechuje wysoki stopień uwadniania, biokompatybilność, elastyczności i wytrzymałość mechaniczna [2]. Zastosowanie tego typu opatrunków zawierających zimmobilizowane fagi, potencjalnie mogłoby przyspieszyć proces leczenia trudno gojących się ran, szczególnie w przypadkach kiedy czynnikiem etiologicznym zakażenia są szczepy antybiotykooporne czy zdolne do tworzenia biofilmu. Celem badań była optymalizacja procesu immobilizacji bakteriofaga T4 na nośniku na bazie CB.

Do immobilizacji wykorzystano bakteriofaga T4, który infekuje komórki *Escherichia coli*. W celu immobilizacji, do 12-dółkowych płytek dodano 2 ml zawiesiny cząstek faga T4 w buforze SM (2x10⁸ PFU/ml) oraz wcześniej oczyszczone krążki CB. Płytki inkubowano przez 24 h w temp. 21°C lub 37 °C, w warunkach wytrząsanych lub stacjonarnych. Po inkubacji oceniono efektywność immobilizacji wykorzystując w tym celu dwie metody. W metodzie dyfuzyjno – krążkowej, po immobilizacji, krążki CB zostały umieszone na agarowym podłożu LB zawierającym gospodarza. Strefę zahamowania wzrostu obserwowano po 24 h inkubacji w 37°C. W metodzie dynamicznej po procesie immobilizacji próbki CB były intensywnie worteksowane, w celu uwolnienia fagów z nośnika. Następnie wykonano serie rozcieńczeń dziesiętnych uzyskanej zawiesiny. Płytki inkubowano przez 24 h w 37°C. Po tym czasie na podłożu obserwowano łysinki w miejscach, gdzie bakteriofagi dokonały lizy komórek bakteryjnych.

Badania wykazały, że zarówno forma CB (mokra i sucha), czas immobilizacji oraz metoda immobilizacji miały wpływ na efektywność immobilizacji. Najlepsze rezultaty uzyskano w przypadku zastosowania mokrej CB, gdzie proces immobilizacji przebiegał w 37°C w warunkach stacjonarnych. W dalszym etapie planuje się wykorzystanie fagów infekujących bakterie wywołujące zakażenia skóry jak *Pseudomonas spp.*, oraz sprawdzenie skuteczności opatrunków zawierających zimmobilizowane fagi na modelu *in vitro*. Opatrunki zawierające immobilizowane fagi mogą stanowić alternatywę dla antybiotyków w leczeniu ciężkich zakażeń wywołanych bakteriami.

Literatura:

- [1] Romero-Calle D., Guimarães Benevides R., Góes-Neto A., Billington C. Bacteriophages as alternatives to antibiotics in clinical care. *Antibiotics* (Basel). 8(3) (2019) 138–144.
- [2] Lin SP., Loira Calvar I., Catchmark J.M. Biosynthesis, production and applications of bacterial cellulose. *Cellulose*. 20 (2013) 2191–2219.

Chiralne nanocząstki złota w terapii fototermalnej

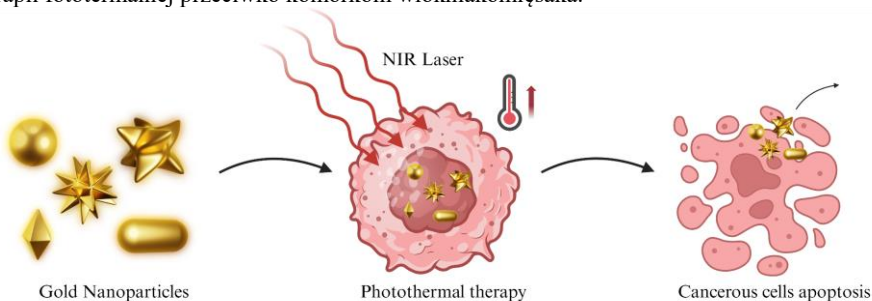
Franciszek Kapla, Wiktoria Nowakowska, Filip Bandalewicz, Maciej Bagiński,
Wiktor Lewandowski

*Uniwersytet Warszawski, Wydział Chemii, Zakład Chemii Organicznej i Technologii Chemicznej
ul.Ludwika Pasteura 1, 02-093 Warszawa*

Nanomateriały w ostatnim czasie stały się przedmiotem intensywnych badań, otwierając nowe perspektywy w wielu dziedzinach nauki i technologii. Wśród tych materiałów szczególne zainteresowanie wzbudzają nanocząstki złota, które ze względu na unikalne właściwości optyczne oraz dużą biokompatybilność wykazują obiecujący potencjał medyczny przede wszystkim w roli detektorów, nośników leków oraz czynników fototermalnych i fotodynamicznych. Obecnie uwaga naukowców zwrócona jest w kierunku syntezy stabilnych koloidalnie nanocząstek chiralnych oraz ich medycznego wykorzystania. Jak udało się udowodnić, nanocząstki chiralne dzięki specyficznym oddziaływaniom w receptorami komórkowymi mogą wykazywać wyższą wydajność transportu międzybłonowego przez co i silniejsze działanie terapeutyczne.

W naszych badaniach skupiliśmy się na syntezie chiralnych nanocząstek o geometrii sześcienniej oraz oktapodowej oraz modyfikacji ich chemii powierzchni za pomocą tiolowych związków poliglikolu etylenowego (PEG) oraz MUTAB-u. W wyniku przeprowadzonych badań udało nam się otrzymać chiralne nanocząstki wykazujące stabilność w wodzie oraz medium komórkowym DMEM. Właściwości optyczne otrzymanych nanocząstek oraz ich stabilność koloidalną potwierdziliśmy za pomocą spektroskopii absorpcyjnej UV-Vis oraz dichroizmu kołowego. Dodatkowo wykonaliśmy również pomiary z wykorzystaniem transmisyjnej (TEM) oraz skaningowej mikroskopii elektronowej (SEM) co umożliwiło zbadanie morfologii oraz rozmiaru nanocząstek.

Powyższe wyniki stanowią bazę do wykorzystania chiralnych nanocząstek w między innymi terapiach nowotworowych. Wspólnie ze Szkołą Główną Gospodarstwa Wiejskiego (SGGW) rozpoczęliśmy w marcu pierwsze badania z wykorzystaniem nanocząstek złota w terapii fototermalnej przeciwko komórkom włókniakomięsaka.



Rys. 1. Schemat działania terapii fototermalnej z wykorzystaniem nanocząstek złota.

Serdeczne podziękowanie kieruję do dr hab. Wiktora Lewandowskiego, dr Macieja Bagińskiego oraz Filipa Bandalewicza za ich wiedzę, pomoc i zaangażowanie w trakcie całego projektu. Dziękuję również całej grupie NanoOrgMat za pomoc i atmosferę, która znacznie ułatwiła pracę i rozwój na każdym etapie współpracy.

Modyfikacja materiałów na bazie liofilizowanych emulsji i biżeli dodatkiem mikrocząstek zawierających ekstrakt z kwiatów bzu czarnego

Weronika Prus-Walendziak^a, Timothy E.L. Douglas^b, Justyna Kozłowska^a

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

^b Engineering Department, Lancaster University, Gillow Avenue, Lancaster LA1 4YW, UK

Mikrocząstki są to sferyczne cząstki zapewniające ochronę zamkniętych w nich substancji aktywnych przed czynnikami zewnętrznymi, a także skuteczniejszą penetrację w głębiej położone warstwy skóry. Ekstrakt z bzu czarnego zamknięty w polimerowych mikrocząstkach wykazuje wysoką zawartość związków antyoksydacyjnych, co czyni go cennym składnikiem o pozytywnym działaniu na kondycję skóry.

Emulsje to układy złożone z dwóch nie mieszających się ze sobą cieczy (fazy olejowej i wodnej) połączonych za pomocą emulgatorów [1]. Natomiast biżele powstają z połączenia hydrożelu na bazie polimerów hydrofilowych i oleożelu – oleju żelowanego organożelatorem [2-3]. Wykazują one wiele zalet, gdyż – dzięki połączeniu obu faz – charakteryzują się korzystniejszymi właściwościami niż poszczególne żele. Liofilizacja emulsji i biżeli stanowi nowe podejście w projektowaniu nowoczesnych materiałów [4].

Celem badań było otrzymanie liofilizowanych emulsji i biżeli na bazie polimerów (izolat białka serwatkowego, alginian sodu, etyloceluloza), mannitolu, oleju z rokitnika, wosku pszczelego i emulgatora (Span-80). Otrzymane materiały zostały zmodyfikowane dodatkiem chitozanowych mikrocząstek zawierających ekstrakt z bzu czarnego, zobrazowane i scharakteryzowane poprzez właściwości mechaniczne, porowatość, gęstość i zawartość wilgoci. Ponadto, zbadano wpływ otrzymanych materiałów na biofizyczne parametry skóry (barierę naskórkową, koloryt i nawilżenie skóry).

Uzyskane materiały mogą stanowić podstawę do otrzymania nowoczesnych, funkcjonalnych materiałów przeznaczonych do stosowania naskórnego jako produkt kosmetyczny lub dermatologiczny.

Literatura:

- [1] A. Xowalski, B. Yowiński, C. Zetowski, Molecular Simulation, 2010, 11, 1973-1990.
- [1] D. J. McClements, Soft Matter, 2012, 8(6), 1719-1729.
- [2] R. Hamed, A.A. AbuRezeq, O. Tarawneh, Drug Dev. Ind. Pharm. 2018, 44(9), 1488-1497.
- [3] A. Shakeel, U. Farooq, D. Gabriele, A.G. Marangoni, F.R. Lupi, Food Hydrocoll. 2021, 111, 106190.
- [4] A.R. do Vale Morais, É. do Nascimento Alencar, F.H. Xavier Júnior, C.M. de Oliveira, H.R. Marcelino, G. Barratt, H. Fessi, E.S.T. do Egito, A. Elaissari, Int. J. Pharm., 2016, 503(1-2), 102-114.

Wstrzykiwalny biocement na bazie fosforanu magnezowo-potasowego modyfikowany hydrożelem gellanowym

Maryia Khamenka^a, Anna Ronowska^b, Aleksandra Mielewczyk-Gryń^c, Dawid Kozień^d, Justyna Kozłowska^e, Marcin Wekwejt^f

^a Koło Naukowe 'Materiały w Medycynie', Centrum Materiałów Przyszłości, Politechnika Gdańska, ul. Gabriela Narutowicza 11/12. 80-233, Gdańsk;

^b Zakład Medycyny Laboratoryjnej, Katedra Biochemii Klinicznej, Gdański Uniwersytet Medyczny, ul. Marii Skłodowskiej-Curie 3a, 80-210, Gdańsk;

^c Zakład Ceramiki, Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej, Politechnika Gdańska, ul. Gabriela Narutowicza 11/12. 80-233, Gdańsk;

^d Katedra Ceramiki i Materiałów Ogniotrwałych, Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki, Akademia Górniczo- Hutnicza w Krakowie; al. Mickiewicza 30, 30-059, Kraków;

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

^f Zakład Technologii Biomateriałów, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Okrętownictwa, Politechnika Gdańska, ul. Gabriela Narutowicza 11/12. 80-233, Gdańsk

Cementy kostne zaliczane są wstrzykiwalnych biomateriałów, które powstają w formie samowiązającej pasty utwardzanej w miejscu leczonego defektu. Wykorzystywane są w ortopedii i traumatologii w zabiegach tj. wertybroplastyka, mocowania implantów, terapia skomplikowanych złamań lub jako nośniki leków. Ostatnie badania sugerują, że cementy na bazie fosforanu magnezowo-potasowego (MPC) stanowią ciekawą alternatywę dla cementów fosforanowo-wapniowych, głównie ze względu na szybki czas utwardzania i korzystną bioresorcję. Jednakże MPC charakteryzują się wysoką temperaturą wiązania, kruchą strukturą oraz ich pasta ma skłonność do wymywania podczas aplikacji [1]. Niekorzystne skutki wspomnianych wady mogą być zmniejszone poprzez opracowanie nowych technologii, tak jak w niniejszej pracy poprzez dodatek hydrożelu gellanowego.

Kompozytowy biocement uzyskany poprzez połączenia proszku (składającego się z tlenku magnezu, diwodorofosforanu potasu oraz czynnika sieciującego) z cieczą zawierającą roztwory gumy gellanowej (o różnych stężeniach) wraz z plastyfikatorem. Po zmieszaniu komponentów, otrzymana pasta została umieszczona w specjalnej formie i pozostawiona do utwardzenia przez 24h w łaźni wodnej. Przeprowadzone badania skupiły się na ocenie wpływu modyfikacji na właściwości cementu takie jak: temperatura i czas utwardzania, mikrostruktura (SEM), skład chemiczny i fazowy (XRD/FTIR), wytrzymałość mechaniczna, porowatość, tempo biodegradacji, wstrzykiwalność oraz cytozgodność (test MTT na ludzkich osteoblastach).

Na podstawie uzyskanych wyników badań potwierdzono, że dodatek hydrożelu gellanowego wpływa istotnie na właściwości cementu, pozwalając na otrzymanie cementu podwójnie wiążącego oraz przyczyniając się do: obniżenia temperatury wiązania, zwiększenia wytrzymałości mechanicznej, poprawy kohezji pasty oraz wzrost jej potencjału do wstrzykiwania. Ponadto, kompozytowy cement zachowuje odpowiedni profil biodegradacji i wysoką biogodności. Uzyskane wyniki sugerują niezwykle potencjał zastosowań tego opracowanego biocementu w medycynie regeneracyjnej, w szczególności w małoinwazyjnym leczeniu złamań osteoporotycznych.

Badania zostały 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. -Gillet, Q. Wagner, A. Musset i inne, J. Tissue Eng. 2018, 9.

Modyfikacja fosforanowo-magnezowego cementu kostnego poprzez zastosowanie sieciowanego poli(alkoholu winylowego)

Magdalena Górecka^a, Anna Ronowska^b, Aleksandra Mielewczyk-Gryń^c, Dawid Kozień^d, Justyna Kozłowska^e, Marcin Wekwejt^f

^a *Koło Naukowe "Materiały w Medycynie", Centrum Materiałów Przyszłości, Politechnika Gdańska, ul. Gabriela Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk;*

^b *Zakład Medycyny Laboratoryjnej, Katedra Biochemii Klinicznej, Gdański Uniwersytet Medyczny; Marii Skłodowskiej-Curie 3a, 80-210 Gdańsk;*

^c *Zakład Ceramiki, Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej, Politechnika Gdańska, ul. Gabriela Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk;*

^d *Zakład Ceramiki i Materiałów Ogniotrwałych, Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki, Akademia Górniczo-Hutnicza; al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków;*

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

^f *Zakład Technologii Biomateriałów, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Okrętownictwa, Politechnika Gdańska, ul. Gabriela Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk*

We współczesnej medycynie, biosubstytuty odgrywają kluczową rolę w procesach rekonstrukcyjnych oraz stabilizacyjnych defektów kostnych. Jedną z grup biomateriałów, którą stosuje się w ortopedycznej chirurgii małoinwazyjnej, są wstrzykiwalne i samoutwardzalne cementy kostne na bazie fosforanu magnezu (MPC) [1]. MPC charakteryzuje się korzystnym profilem bioresorpcji, krótkim czasem wiązania oraz stosunkowo wysoką wytrzymałością mechaniczną – porównując go do fosforanów wapnia. Natomiast, jego pastę cechuje słaba kohezja oraz trudna wstrzykiwalność [2]. Stąd, obecnie poszukiwane są nowe technologie cementów biokompozytowych na bazie MPC.

W niniejszym pracy przeanalizowano wpływ modyfikacji cementu MPC poprzez dodatek hydrożelu na bazie poli(alkoholu winylowego) (PVA), której głównym celem było poprawienie właściwości użytkowych materiału, w tym jego wstrzykiwalności i reakcji utwardzania. Badania obejmowały zastosowanie różnych stężeń PVA jako płynu cementu oraz zmiennych proporcji polimer-czynnik sieciujący. Cement otrzymano w reakcji tlenku magnezu z diwodorofosforanem potasu. Po wymieszaniu, uzyskaną pastę pozostawiono do całkowitego utwardzenia w łaźni wodnej przez 24 h. Przeprowadzono analizę mikrostruktury (SEM), pomiary czasu utwardzania i temperatury wiązania, analizę struktury chemicznej i fazowej (FTIR/XRD), statyczne próby wytrzymałościowe, ocenę wstrzykiwalności i biodegradacji oraz badania cytotogodności.

Wynikiem badań było opracowanie nowej technologii biokompozytu na bazie MPC+PVA zaliczanego do grupy podwójnie wiążących cementów. Owy biocement charakteryzował się poprawionymi właściwościami użytkowymi, wysoką biogodnością i odpowiednim tempem biodegradacji, co zwiększa jego potencjał do zastosowań w medycynie regeneracyjnej. Ponadto, bardziej kontrolowana reakcja wiązania oraz zwiększona kohezja i wstrzykiwalność pasty pozwalają na jego skuteczniejsze zastosowanie w małoinwazyjnych zabiegach chirurgicznych, szczególnie w terapii złamań osteoporotycznych.

Badania zostały 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] R. Gelli, G. Bernardini, F. Ridi. Ceram. Int. 2023, 19.

Monitorowanie oddziaływanie α -synukleiny z membraną lipidową z zastosowaniem dynamiki molekularnej

Kamil Rakowski, Barbara Jachimska

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

α -synukleina jest białkiem wewnątrznie nieuporządkowanym i odgrywa kluczową rolę w fuzji pęcherzyków synaptycznych, niezbędnych dla prawidłowego funkcjonowania neuroprzekazników. W warunkach patologicznych α -synukleina ulega agregacji, tworząc ciała Lewy'ego, które są neuropatologicznym markerem choroby Parkinsona. Oddziaływanie α -synukleiny z membranami komórkowymi prowadzi do częściowego uporządkowania struktury białka. Struktury krystalograficzne α -synukleiny, które powstają na powierzchni membran, wykazują dominację α -helis w dodatnio naładowanej domenie N-końcowej oraz hydrofobowej domenie NAC. Dysfunkcja przełącznika konformacyjnego, oscylującego między konformacją U lub I a konformacją F (wydłużoną podatną na agregację), może być czynnikiem inicjującym nieprawidłowe fałdowania białka, prowadzące w efekcie końcowym do formowania ciał Lewy'ego. Przypuszcza się, że zrozumienie interakcji między membraną lipidową a białkiem pozwoli na wyjaśnienie błędnego działania przełącznika konformacyjnego. W celu lepszego poznania wzajemnych oddziaływań między białkiem a membraną zastosowano dynamikę molekularną.

W ramach symulacji kontrolowano orientację i konformację łańcucha α -synukleiny na powierzchni membrany, której skład lipidowy odzwierciedla profil lipidowy komórek nerwowych. Monitorowano stopień zmian w obszarze powierzchniowym membrany przypisany poszczególnym lipidom w wyniki oddziaływania z łańcuchem polipeptydowym. Określono organizację łańcuchów acylowych lipidów o ładunku ujemnym oraz ich dyfuzji bocznej, kładąc nacisk na lipidy sygnałowe takie jak SAPI25, POPI25, PNPI25. Oceniono, jak obecność α -synukleiny wpływa na modyfikację krzywizny błony komórkowej. Zbadano również, w jaki sposób białko oddziałuje z hydrofobowym rdzeniem dwuwarstwy lipidowej. Zwizualizowano oddziaływania elektrostatyczne w kompleksie poprzez analizę rozkładu potencjału elektrostatycznego oraz dynamikę tworzenia się mostków solnych między polarnymi głowami lipidów a aminokwasami białka.

Badania finansowane w ramach projektu NCN OPUS 2021/41/B/ST5/02233. Symulacje MD przeprowadzono korzystając z zasobów wysokowydajnej polskiej infrastruktury PLGrid Cyfronet PLG/2024/017129 oraz wysokowydajnego komputera ARCHIE-WeSt.

Hybrydowy układ nano-TiO₂/polipropylen: optymalizacja właściwości fotokatalitycznych dla bakteriobójczych i samooczyszczających powierzchni

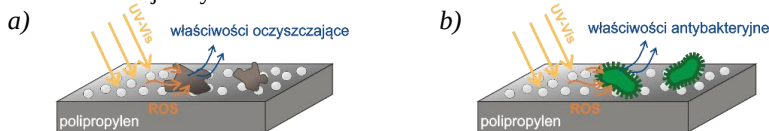
Karolina Zajac^{a,b}, Kamil Drożdż^c, Monika Brzychczy-Włoch^c, Joanna Macyk^b, Andrzej Kotarba^a

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

^b InPhoCat – Innovative Photocatalytic Solutions Sp. z o. o., ul. Brzask 49, 30-381 Kraków;

^c Zakład Molekularnej Mikrobiologii Medycznej, Katedra Mikrobiologii UJCM, ul. Czysa 18, 31-121 Kraków

Fotokataliza jest dynamicznie rozwijającą się dziedziną badań z dużym potencjałem aplikacyjnym do oczyszczania wody czy powietrza. W procesach tych wykorzystuje się absorpcję promieniowania do wzbudzenia elektronów i generowania reaktywnych form tlenu (ROS). Jednym z najczęściej używanych i badanych fotokatalizatorów są odmiany polimorficzne tlenku tytanu(IV). Materiały te wykazują wysoką fotoaktywność, nietoksyczność, stabilność chemiczną i łatwość w dostrajaniu właściwości na drodze domieszkowania. [1] Celem przeprowadzonych badań było opracowanie hybrydowego układu n-TiO₂/PP, wykazującego właściwości samooczyszczające i antybakteryjne (Rys. 1). Do otrzymania trwałych i aktywnych powierzchni fotokatalitycznych niezwykle ważna jest optymalizacja metody nanoszenia n-TiO₂ na podłoża polimerowe. Polipropylen (PP) z uwagi na komercyjną dostępność, niską cenę i łatwość obróbki mechanicznej jest często wybierany jako podłoże. Jednakże charakteryzuje go wysoka stabilność chemiczna i hydrofobowość, utrudniająca efektywną dekorację powierzchni nanocząstkami fotokatalizatora. Użycie niskotemperaturowej plazmy tlenowej prowadzi do powstania na powierzchni PP grup funkcyjnych i zwiększenia adhezji materiału, umożliwiając depozycję nanocząstek fotokatalizatora. [2] Do osadzenia n-TiO₂ na powierzchni PP sfunkcjonalizowanego plazmą wykorzystano metodę sonochemiczną, pozwalającą na kontrolowalną depozycję i dyspersję. [3] Przeprowadzone badania wykazały, że kluczowa do otrzymywania układów TiO₂/PP o właściwościach fotokatalitycznych jest zarówno optymalizacja parametrów przygotowania powierzchni poprzez plazmowanie (czas, ciśnienie), jak i sonochemicznej depozycji (czas, amplituda, stężenie n-TiO₂). W badaniach wykorzystano pomiary kąta zwilżania powierzchni (WCA), FTIR i XPS. Wielkość nanocząstek zbadano za pomocą NTA i TEM, a ich dyspersję na powierzchni polimeru przy użyciu SEM. W badaniach aktywności fotokatalitycznej rejestrowano degradację oranżu metylowego (MO). Do zbadania właściwości antybakteryjnych indukowanych światłem przeprowadzono testy na bakteriiach Gram-dodatnich i Gram-ujemnych.



Rys. 1. Schemat przedstawiający sposób działania układów fotokatalitycznych wykazujących a) właściwości samooczyszczające b) właściwości antybakteryjne.

Podziękowania: Badania zostały sfinansowane przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego w projekcie Doktorat Wdrożeniowy VI "Funkcjonalne powłoki nanokompozytowe", numer projektu DWD/6/0257/2022.

Literatura:

- [1] H. Tong, S. Ouyang, Y. Bi, N. Umezawa, M. Oshikiri, J. Ye, *Advanced Materials*, 2012, 24, 229-251.
- [2] S. K. Nemani, R. K. Annavarapu, B. Mohammadian, A. Raiyan, J. Heil, Md. A. Haque, Dr. A. Abdelaal, Dr. H. Sojoudi, *Advanced Material Interfaces*, 2018, 5, 1801247
- [3] W. Pajerski, P. Chytrosz-Wrobel, M. Golda-Cepa, M. Pawlyta, W. Reczynski, D. Ochonska, M. Brzychczy-Włoch, A. Kotarba, *New Journal of Chemistry*, 2022, 46, 13286–13295

Aktywność biologiczna nanocząstek srebra modulowana ich ładunkiem powierzchniowym

Magdalena Oćwieja^a, Anna Barbasz^b, Piotr Smoleń^a, Monika Wasilewska^a, Dorota Duraczyńska^a, Bogna D. Napruszewska^a, Adam Węgrzynowicz^c

^a*Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni PAN im. Jerzego Habera,
Niezapominajek 8, PL-30239 Kraków, Polska*

^b*Katedra Biochemii i Biofizyki, Instytut Biologii i Nauk o Ziemi, Uniwersytet Pedagogiczny,
Podchorążych 2, PL-30-084, Kraków, Polska*

^c*Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska,
Warszawska 24, 31-155 Kraków, Polska*

Toksyczność nanocząstek srebra (AgNP) zależy od ich rozmiaru, morfologii, ładunku powierzchniowego oraz struktury chemicznej warstwy stabilizującej. Aktualne badania koncentrują się na opracowaniu skutecznych metod modyfikacji nanocząstek srebra (AgNP), które pozwolą kontrolować procesy w komórkach nowotworowych. Wykorzystanie AgNP stabilizowanych aminokwasami, zwłaszcza cysteiną, wydaje się obiecujące ze względu na kontrolowane właściwości elektrokinetyczne. Badania miały na celu określenie wpływu ładunku powierzchniowego AgNP stabilizowanych cysteiną (CYS-AgNPs) na ich toksyczność wobec dwóch linii ludzkich limfocytów B (COLO-720L) oraz T (HUT-78). Metoda syntezy CYS-AgNPs opierała się na redukcji chemicznej z udziałem borowodoru sodu i cysteiny, dając nanocząstki o średnim rozmiarze 18 ± 3 nm i sferycznym kształcie. CYS-AgNPs charakteryzowały się stabilnością w szerokim zakresie pH.

Po 24 godzinach ekspozycji limfocytów na CYS-AgNPs zauważono zmiany w ich morfologii i fizjologii, szczególnie w żywotności komórek oraz integralności błony komórkowej. Dodatnio naładowane CYS-AgNPs wykazywały większe zakłócenia w aktywności mitochondriów i większe zniszczenie błon komórkowych niż CYS-AgNPs o ładunku ujemnym. Dodatni ładunek wpłynął także na większą genotoksyczność i zaburzenia błon komórkowych.

Choć oba typy CYS-AgNPs reagowały podobnie z płodową surowicą bydlęcą i uwalniały jony srebra w podobnym stopniu, testy biologiczne wykazały, że dodatnio naładowane CYS-AgNPs indukowały silniejsze zmiany w komórkach limfocytów niż te z ładunkiem ujemnym. Wnioski te wskazują, że zmiany ładunku powierzchniowego CYS-AgNPs spowodowane zmianami pH mają istotny wpływ na ich toksyczność wobec limfocytów B i T.

Wyniki badań zostały dzięki wsparciu finansowemu ze środków projektu Iuventus Plus IP 2015055974 oraz środków badań statutowych IKiFP PAN.

Literatura:

- [1] A. Barbasz, M. Oćwieja, S. Walas, *Toxicology Mechanisms and Methods*, 2017, 27(1), 58-71.
- [2] A. M. El Badawy, R. G. Silva, B. Morris, K. G. Scheckel, M. T. Suidan, T. M. Tolaymat, *Environmental science & technology*, 2011, 45(1), 283-287.
- [3] M. Oćwieja, A. Barbasz, S. Walas, M. Roman, C. Paluszkiwicz, (2017). *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 2017, 160, 429-437.

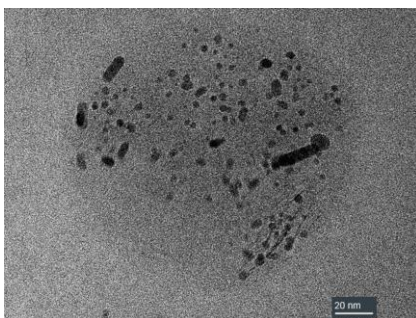
Nanonośniki substancji aktywnych zawierające metaliczne nanocząstki plazmonowe

Adrian Pietrzyk^a, Szczepan Zapotoczny^a, Elżbieta Gumieniczek-Chłopek^b, Gabriela Opiła^a, Czesław Kapusta^b

^a Wydział Chemii Uniwersytetu Jagiellońskiego, ul. Gronostajowa 2, 30-387 Kraków

^b Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej AGH, Adama Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

Nanocząstki metaliczne fascynują swoimi właściwościami zależnymi od rozmiarów i kształtów. Znalazły one szerokie zastosowanie w dziedzinach nauki, medycyny i przemysłu. Wiele uwagi skupiano na strukturach generujących zlokalizowany powierzchniowy rezonans plazmonowy. Zdolność miejscowego zwiększania temperatury pod wpływem fali elektromagnetycznej o odpowiedniej długości wykorzystano do kontrolowanego dostarczania leków. Systemy dostarczania leków są obecnie obiektem intensywnych badań m.in w kontekście zmniejszenia wpływu substancji aktywnych na obszary nie poddawane leczeniu. Precyzyjne uwalnianie substancji aktywnych, w tym przypadku realizowane jest dzięki obecności złotych nanoprętów. Nanocząstki zsyntezowano, wykorzystując zmodyfikowaną procedurę bezzarodkową [1]. Charakterystyka z wykorzystaniem skaningowo-transmisyjnego mikroskopii elektronowej pozwoliła na określenie średnich rozmiarów nanocząstek na 24 nm x 8 nm. Funkcjonalizację nanocząstek uzyskano przez zamianę ligandów z cytotoksycznego CTAB na hydrofobowy i mniej toksyczny oktadekan-1-tiol [2]. Procedura skutkowała powstaniem na powierzchni złotych nanoprętów warstwy hydrofobowej. Jako nośnik wykorzystano zmodyfikowaną amfifilowo pochodną chitozanu, powstałą na drodze dwuetapowej syntezy, w której przyłączono grupy kationowe oraz alifatyczne łańcuchy hydrofobowe. W kolejnym etapie modyfikowane złote nanocząstki umieszczono w olejowych rdzeniach nanokapsuł przygotowanych przez emulgowanie w towarzystwie wcześniej otrzymanej polimerowej pochodnej. Z wykorzystaniem dostępnej aparatury wykonano wstępne testy uwalniania substancji aktywnych pod wpływem światła podczerwonego. Tak uzyskane nanonośniki leków mogłyby być uwalniane na żądanie pod wpływem łatwego do zastosowania bodźca, co jest jednym z ważnych celów prac badawczych w zakresie nośników leków.



Rys. 1. Zdjęcie TEM nanokapsuły polimerowej zawierającej złote nanopręty.

Specjalne podziękowanie kieruję do prof. dr hab. Szczepana Zapotocznego oraz wszystkich członków grupy Nanoinżynierii Funkcjonalnych Materiałów Polimerowych.

Literatura:

[1] Song, J.; *Advanced Materials* 2015, 27 (33), 4910–4917.

[2] Park, K.; *Chemistry of Materials* 2013, 25 (4), 555–563.

Polielektrolitowe nanonośniki substancji aktywnych

Michalina Rak ^{a,b}, Tomasz Kruk ^a, Danuta Jantas ^c, Krzysztof Szczepanowicz ^a

^a Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni PAN, ul. Niezapominajek 8, 30-239 Kraków;

^b Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki, ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków;

^c Instytut Farmakologii PAN, ul. Śmętna 12, 31-343 Kraków

Nanotechnologia jest dziedziną nauki zajmującą się wytwarzaniem struktur i materiałów w skali nanometrycznej. Wykorzystanie nanotechnologii do tworzenia nanonośników leków pozwalających na ich zastosowanie w terapii celowanej i kontrolowanym dostarczaniu daje możliwość poprawy skuteczności leczenia i znacznej redukcji działań ubocznych. [1]

Metoda warstwa po warstwie jest obiecującą metodą tworzenia funkcjonalnych nanonośników, a polega na sekwencyjnej adsorpcji naładowanych nanoobjektów np. polielektrolitów na rdzeniach koloidalnych, prowadząc do wytworzenia struktury rdzeń-powłoka (core-shell).

Powłoki kapsułek, budowano na rdzeniu emulsyjnym tworzonym metodą samoczynnej emulsyfikacji. Głównym etapem tworzenia rdzenia emulsyjnego jak i multiwarstwowych powłok był dobór odpowiednich ilości i stężenia poszczególnych składowych, tak, aby tworzyły one stabilne nanoobjekty o określonym ładunku powierzchniowym. Dobór ten, odbywał się tzw. metodą saturacyjną, czyli polegał na doborze odpowiedniej ilości polielektrolitu, tak aby uformować stabilną warstwę w wielowarstwowej powłoce.

Tak powstałe struktury scharakteryzowano za pomocą pomiarów potencjału zeta oraz pomiarów średnicy hydrodynamicznej (dynamicznego rozpraszania światła DLS). Możliwość tworzenia struktury wielowarstwowej zbadano przy pomocy mikrowagi kwarcowej (QCM-D), gdzie obserwowana była kinetyka osadzania warstw tworzących powłoki polielektrolitowe metodą warstwa po warstwie (LbL) [2]. Całość badań została zakończona stworzeniem wielowarstwowych polielektrolitowych nanokapsułek na rdzeniu nanoemulsyjnym z warstwami z (PLL) (+) i PGA (-) lub (PAH) (+) i (PSS) (-) oraz z jedną powłoką zmodyfikowaną wybraną substancją aktywną (dizocylpina), lub wzorcowymi substancjami fluorescencyjnymi (Rodamina 6G, Rodamina Lizamina B).

Finansowanie z grantu NCN OPUS 20 nr UMO-2020/39/B/NZ7/01913 "Teranostyczne nanonośniki nowej generacji dla detekcji, diagnostyki i neuroprotektynowego leczenia niedokrwienych uszkodzeń mózgu".

Literatura:

[1] CHEMIK 2012, 66, 8, 868-881

[2] K. Szczepanowicz et al. Langmuir 2010, 26(15), 12592–12597

Funkcjonalizacja bawełny termoczulymi szczotkami polimerowymi o kontrolowanej strukturze do zastosowań jako innowacyjne opatrunki

Michał Sroka^a, Izabela Zaborniak^a, Kamil Wilk^a, Anna Cieślik^b, Joanna Raczkowska^b, Kamil Awiśuk^b, Paweł Chmielarz^a

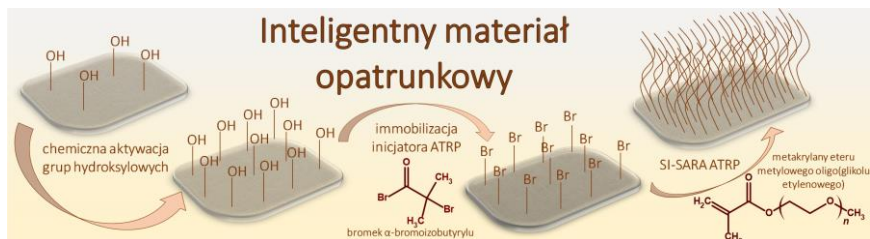
^aKatedra Chemii Fizycznej, Wydział Chemiczny, Politechnika Rzeszowska, al. Powstańców Warszawy 6, 35-959 Rzeszów;

^bWydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej, Instytut Fizyki im. Mariana Smoluchowskiego, Uniwersytet Jagielloński, Łojasiewicza 11, 30-348 Kraków

Modyfikacja powierzchni płaskich i porowatych poprzez szczepienie łańcuchów polimerowych z ich struktury budzi obecnie szczególne zainteresowanie ze względu na możliwość nadania materiałom szeregu unikalnych właściwości. Z perspektywy współczesnej inżynierii medycznej i farmaceutycznej szczególnie istotna jest preparatyka materiałów biokompatybilnych, pełniących funkcję np. inteligentnych opatrunków. Ekologiczną koncepcję stanowi wykorzystanie w tym celu bawełny, naturalnego włókna pochodzenia roślinnego.

W toku realizowanych badań przeprowadzono modyfikację bawełny poprzez szczepienie statystycznych kopolimerów złożonych z podjednostek metakrylanów eteru metylowego oligo(glikolu etylenowego), wykorzystując technikę powierzchniowo inicjowanej polimeryzacji rodnikowej z przeniesieniem atomu z dodatkowym aktywatorem i czynnikiem redukującym (SI-SARA ATRP). Metoda ta zapewnia precyzyjną kontrolę nad strukturą, topologią i właściwościami fizykochemicznymi syntezowanych polimerów [1, 2]. Uzyskano w ten sposób materiał wrażliwy na zmiany temperatury otoczenia – poniżej wartości temperatury przemiany fazowej (dolna krytyczna temperatura rozpuszczalności, LCST), równej temperaturze nieco wyższej niż fizjologiczna ciała ludzkiego (40°C), zmodyfikowana bawełna charakteryzuje się hydrofilowością, natomiast powyżej LCST przyjmuje właściwości hydrofobowe. Opisaną charakterystykę materiału wykazano poprzez wyznaczenie kątów zwilżania w szerokim zakresie temperatur inkubacji próbki, natomiast skład chemiczny określono z wykorzystaniem spektrometrii mas jonów wtórnych z analizatorem czasu przelotu (ToF-SIMS).

Ze względu na nietoksyczność oraz ściśle określoną wartość LCST, uzyskany materiał ma potencjalne zastosowanie do przygotowania opatrunków zdolnych do modyfikowanego uwalniania leków indukowanego lokalnie podwyższoną temperaturą ciała ludzkiego np. w terapii oparzeń, zamkniętych ran oraz miejscowych stanów zapalnych.



Rys. 1. Ogólny schemat szczepienia polimerów z powierzchni bawełny.

Badania finansowane w ramach programu „Studenckie kół naukowe tworzą innowacje” przez Ministerstwo Edukacji i Nauki (numer umowy: SKN/SP/569572/2023).

Literatura:

- [1] I. Zaborniak, P. Chmielarz, Cellulose 2023, 30, 1-38.
- [2] I. Zaborniak, A. Macior, P. Chmielarz, J. Smenda, K. Wolski, Polymer, 2021, 228, 123942.

PLAKATY
SESJA GŁÓWNA
ŚRODA 12.06
(wg przypisanych numerów)

Powłoki HA na tlenkowych warstwach pośrednich zintegrowanych z powierzchnią implantu ze stopu Ti6Al4V – synteza i charakterystyka

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

^aNano-implant Sp. z o.o., ul. Gagarina 7/47, 87-100 Toruń

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

^cUniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Wydział Nauk Biologicznych i Weterynaryjnych, ul. Lwowska 1, 87-100 Toruń

^dPolitechnika Gdańska, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Okrętownictwa, ul. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk

Chcąc uzyskać trwałe połączenie implant-kość poszukuje się materiałów, które obok odpowiednich właściwości fizykochemicznych, mechanicznych, jak i trybologicznych będą pobudzać i przyspieszać regenerację tkanki kostnej oraz działać stymulująco względem komórek osteogenicznych. Spośród materiałów używanych do produkcji implantów ortopedycznych i stomatologicznych, szczególną rolę odgrywają materiały metalowe, a zwłaszcza tytan i jego stopy. Pomimo wielu korzystnych właściwości materiałów tytanowych, takich jak niski ciężar właściwy, wysoka odporność na korozję oraz dobra biokompatybilność w środowisku tkanek i płynów ustrojowych, materiały te wykazują słabe właściwości osteoinduktywne, niezbędne do uzyskania trwałego i stabilnego połączenia implantu z tkanką kostną. Jednym z czynników ograniczających ich zastosowanie jest wysoki moduł sprężystości, który znacznie przewyższa moduł warstwy korowej, co może prowadzić do zaniku kości wokół implantu. Dobrym rozwiązaniem wydaje się być wytworzenie na powierzchni implantów metalowych powłoki hydroksyapatytu. Obecnie, przeszkodą do szerszego wykorzystywania tych powłok jest ich bardzo niska adhezja do podłoża tytanowego. Celem przedstawionych badań była modyfikacja powierzchni implantów ze stopu Ti6Al4V, które mogą być wytwarzane między innymi w technologii 3D (spiekanie laserowe proszków tytanowych przeznaczonych dla wyrobów medycznych). W pierwszym etapie dokonano modyfikacji powierzchni próbek stopu Ti6Al4V, co doprowadziło do otrzymania tlenków tytanu o zróżnicowanej morfologii, strukturze oraz właściwościach mechanicznych i biologicznych [1,2,3]. W etapie drugim wykorzystano wysoce biokompatybilne tlenkowe nanowarstwy (wytworzone w ramach etapu I), jako warstwy pośrednie (IL) i wytworzono układy typu Ti6Al4V/IL/HA. Warstwy pośrednie stanowiły łącznik pomiędzy powłoką hydroksyapatytową a podłożem ze stopu Ti6Al4V [4,5]. Ich zadaniem było poprawienie siły wiązania pomiędzy metalicznym podłożem a powłoką hydroksyapatytową przy zachowaniu odpowiednich właściwości fizykochemicznych oraz biologicznych układu. Dla uzyskanych układów przeprowadzono charakterystykę fizykochemiczną, mechaniczną oraz biologiczną. Proponowany implant można bezpiecznie sterylizować metodą parową, co stanowi dodatkowy atut z punktu widzenia łatwości zastosowania klinicznego.

Literatura:

- [1] Ehlert, M.; Roszek, K.; Jędrzejewski, T.; Bartmański, M.; Radtke, A.; International Journal of Molecular Sciences 2019, 20, 5642
- [2] Ehlert, M.; Radtke, A.; Jędrzejewski, T.; Roszek, K.; Bartmański, M.; Piszczek, P.; Materials 2020, 13, 1574
- [3] Ehlert, M.; Radtke, A.; Roszek, K.; Jędrzejewski, T.; Piszczek, P.; Materials 2021, 14, 806
- [4] Ehlert, M.; Radtke, A.; Bartmański, M.; Piszczek, P.; Materials 2022, 15, 6925,
- [5] Ehlert, M.; Radtke, A.; Forbot, N.; Jędrzejewski, T.; Roszek, K.; Golińska, P.; Trykowski, G.; Piszczek, P.; Journal of Functional Biomaterials 2022, 13, 271

Czy fulereny wpływają negatywnie na wzrost kalusa rośliny leczniczej *Tussilago farfara* L. w warunkach *in vitro*.

Monika Bojko^a, Beata Myśliwa-Kurdziel^a, Magdalena Kędra^a, Maciej Serda^c, Monika Tuleja^b

^aZFiBR, Wydział Biochemii, Biofizyki i Biotechnologii, UJ, ul. Gronostajowa 7, 30-387 Kraków

^bZCiER, Wydział Biologii, UJ, ul. Gronostajowa 9, 30-387 Kraków

^cInstytut Chemii, Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych, UŚ, ul. Szkolna 9, 40-006 Katowice

Fulereny to nanocząsteczki zbudowane wyłącznie z atomów węgla tworzące zamkniętą bryłę np. kulistą cząsteczkę, która ma kształt dwudziestościanu foremnego w przypadku najbardziej znanego fulerenu C₆₀. Fulereny C₆₀ są wykorzystywane w przemyśle, a ich pochodne mogą być wykorzystywane w medycynie ponieważ wykazują silne działanie antyoksydacyjne, antibakteryjne i antywirusowe. Fulereny C₆₀ są także stosowane w terapii fotodynamicznej, jako nośniki dostawcze leków oraz środki w transfekcji. Mimo stale rosnącego komercyjnego wykorzystania nanomateriałów węglowych i prowadzenia badań jak działają fulereny nadal zbyt mało wiadomo na temat wpływu fulerenów na komórki jak i na organizmy a szczególnie roślinne.

Podbiał pospolity (*Tussilago farfara*) jest byliną rosnącą w całej Europie, a w Polsce można go znaleźć na terenie całego kraju na stanowiskach wilgotnych, gruntach gliniastych i wapiennych, osuwiskach żwirowych, przy drogach jak również jako chwast pól i pastwisk. Równocześnie jest to roślina lecznicza, której zarówno liście jak i kwiaty mają właściwości przeciwkaszlowe, przeciwbakteryjne i przeciwzapalne.

Na sterylnych liściach tej powszechnie występującej rośliny wyindukowano w obecności wybranych hormonów roślinnych kalus, który był materiałem badawczym. W doświadczeniu testowano fuleren C₆₀ do którego w celu zwiększenia rozpuszczalności w środowisku wodnym przyłączono polarną grupę funkcyjną - fragment D-glukozaminy (F19). Celem badań było sprawdzenie wpływu tego fulerenu C₆₀ F19 (0,02% rozpuszczony w H₂O) na wzrost kalusa *T. farfara in vitro*. Kalus hodowano na pożywkach stałych MS (pH 5,8, zestalonych 0,6% agarem z dodatkiem 3% sacharozy jako źródło węgla) w obecności regulatorów wzrostu IAA (3 mg/L) i BAP (2 mg/L) w 20°C w ciemności lub w świetle (75 E·μMm⁻² ·s⁻¹, fotoperiod 14/10 światło/ciemność). F19 był podawany na hodowaną grudkę kalusa poprzez nakropione 50 ul bezpośrednio na tkankę w momencie rozpoczęcia eksperymentu. Kalus hodowany bez podanego fulerenu stanowił próbę kontrolną. Hodowle kalusa z podanym F19 jak i kontrolną prowadzono przez 5 tygodni.

Zastosowane w doświadczeniu nanocząsteczki węgla nie tylko nie wykazały toksycznego wpływu na kulturę kalusa *T. farfara*, ale stymulowały jego wzrost w warunkach bez światła. Fuleren również nie wpłynął znacząco na barwę i strukturę hodowanej tkanki. Zaobserwowano natomiast obecność niewielkiej liczby regeneratów na kalusie rosnącym w ciemności w obecności badanych nanocząsteczek. Wykonano również pomiary parametrów biochemicznych i fizjologicznych.

Nasze wyniki wskazują na brak niepożądanego wpływu zastosowanego F19 na tkankę kalusa podbiała.

Zróznicowany wpływ dwóch pochodnych fulerenów C₆₀ na fitochemię i aktywność fotosyntetyczną kalusa i regenerantów *in vitro* *Lilium martagon*.

Magdalena Kędra^b, Monika Bojko^b, Grzegorz Góralski^a, Zuzanna Jakubowska^b, Mateusz Malisz^a, Beata Myśliwa-Kurdziel^b, Diana Saja-Garbarz^c, Maciej Serda^d, Monika Tuleja^a

^aZCiER, Wydział Biologii, UJ, ul. Gronostajowa 9, 30-387 Kraków

^bZFiBR, Wydział Biochemii, Biofizyki i Biotechnologii, UJ, ul. Gronostajowa 7, 30-387 Kraków

^cInstytut Fizjologii Roślin im. F. Górskiego PAN, ul. Niezapominajek 21, 30-239 Kraków

^dInstytut Chemii, Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych, UŚ, ul. Szkolna 9, 40-006 Katowice

Fulereny - kuliste nanocząsteczki alotropowe odmiany węgla, w zależności od ilości podstawników mogą pełnić wiele funkcji, w tym biologicznych. Wykazują działanie przeciwutleniające, przeciwbakteryjne i przeciwwirusowe, stosowane są także w terapii fotodynamicznej. Pomimo tego, że odkrycie fulerenów C₆₀ wywołało ogromne zainteresowanie ich unikalnymi właściwościami i zastosowaniami, specyfika i mechanizmy ich oddziaływania na rośliny w ekosystemach są nadal prawie niezbadane i jak dotąd wykazano zarówno pozytywne (stymulujące wzrost, rozwój i produktywność), jak i negatywne ich działanie [1]. Co więcej, wykazano, także że fulereny C₆₀, w zależności od rodzaju podstawnika wywierają zróżnicowany wpływ na wzrost i rozwój siewek pszenicy [2]. Celem niniejszych badań było określenie charakteru reakcji kultury kalusa oraz regenerantów *Lilium martagon* L. uzyskanych drogą pośredniej morfogenezy na aplikację fulerenów C₆₀ w warunkach kultury *in vitro*. Gatunki z rodzaju *Lilium* są przedmiotem licznych badań podstawowych jak i biotechnologicznych. Spośród nich szczególną uwagę zwraca *L. martagon* chroniona w Polsce roślina ozdobna wykazująca wiele właściwości leczniczych, w tym przeciwnowotworowych, przeciwbólowych, uspokajających. W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono zróżnicowaną reakcję kultury kalusa i regenerantów na zastosowane dwa rodzaje C₆₀. Obydwa rodzaje fulerenów użyte w doświadczeniu nie wykazały toksycznego działania. Obserwacje histologiczne wykazały wyższą zawartość skrobi, polisacharydów ściany komórkowej i ziarnistości białkowych wraz z wyraźną obecnością dużej ilości matrix zewnątrzkomórkowej w traktowanym fulerenami kalusie. Największy względny wzrost masy kalusów odnotowano po dwóch tygodniach kultury, a różnice pomiędzy kontrolą a F33 oraz pomiędzy F19 i F33 były istotne statystycznie na korzyść F33. Obydwa fulereny zmniejszały zawartość białka i nie miały istotnego wpływu na stężenie karotenoidów w kulturze kalusa. We wszystkich próbkach zaobserwowano niską aktywność fotosyntezy kalusa. Mimo że kalusy hodowano przy braku światła, pasaż wykonywano regularnie w warunkach oświetlenia co doprowadziło do aktywacji aparatu fotosyntetycznego. Regeneranty wyindukowane z takiego kalusa charakteryzowały się zróżnicowaną aktywnością fotosyntetyczną. Maksymalna wydajność kwantowa fotosystemu II (PSII), Q_{ymax}, była porównywalna w próbkach traktowanych C₆₀ i w kontroli a wartość Q_{ymax} z hodowli *in vitro* porównywalna do wartości Q_{ymax} dla zdrowych roślin z dobrze funkcjonującym aparatem fotosyntetycznym. Ilość zregenerowanych pędów przybyszowych przy 114 kontrolnych, była skorelowana z rodzajem podstawnika, na korzyść F19 (78) i F33 (18) z tym, że te z F19 i F33 charakteryzowały się 2-3 x większymi łuskami cebulowymi w porównaniu z kontrolą. Sprawdzone także profil biochemiczny korzeni i cebul regenerantów i wykazano jego różnice w zależności od zastosowanego organu i warunków doświadczenia.

[1] R. Avanası et al., Environmental Science & Technology, 2014, 48, 5, 2792-2797.

[2] V. Romanova et al., Fullerenes, Nanotubes and Carbon Nanostructures, 2023, 31, 1030-1034.

Wybór metody sterylizacji wstrzykiwalnego preparatu opartego na nanożelach hybrydowych

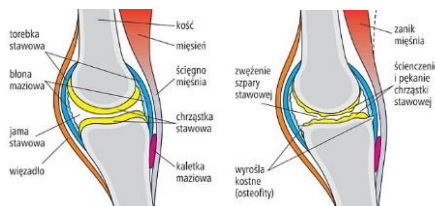
A.K. Olejnik^a, R.A. Wach^a, P. Ulański^a, J. Pietrasik^b, K. Jerczyński^b,
M. Kozanecki^c, P. Filipczak^c, K. Turczuńska^c, J. Ulański^c

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

^b Politechnika Łódzka, Instytut Technologii Polimerów i Barwników, ul. Stefanowskiego 16, 90-537 Łódź

^c Politechnika Łódzka, Katedra Fizyki Molekularnej, ul. Żeromskiego 116, 90-543 Łódź

Choroba zwyrodnieniowa stawów (artroza, łac. *osteoarthritis* OA) to ogromne wyzwanie współczesnej medycyny, która stała się jedną z najważniejszych przyczyn niepełnosprawności. Obecnie stosowane metody leczenia artrozy nie są doskonałe. Zwykle działają w ograniczonym zakresie, dlatego nieustannie trwają poszukiwania nowych form leczenia, sposobów dostarczania leków, przedłużenia działania terapii [1].



Rys. 1. Zdrowy staw (lewy schemat) i zmiany stawu w chorobie zwyrodnieniowej (prawy schemat)

<https://www.mp.pl/pacjent/reumatologia/choroby/65000,choroba-zwyrodnieniowa-stawow-artroza>.

Prace Zespołu koncentrują się na wytworzeniu wstrzykiwalnego biomateriału – w założeniu bioadhezyjnego hybrydowego nanożelu funkcjonalizowanego szczotkami polimerowymi, który będzie kompatybilny z różnorodnymi lekami, sterylny i podawany jednorazowo do jamy stawowej. Obok przeciwwzapalnego działania podanych równocześnie leków chcemy uzyskać stymulację regeneracji chrząstki stawowej oraz zatrzymać proces mechanicznego ścierania.

Ze względu na swoją budowę i skład nanożele kompozytowe stanowią wyzwanie dla procesu sterylizacji, co jest niezbędne przy wprowadzaniu preparatu w środowisko tkankowe. Rozważane są różnorodne techniki sterylizacyjne wykorzystujące metody termiczne, promieniowanie jonizujące i membrany filtracyjne. Celem prezentowanych badań jest ustalenie i optymalizacja procesu sterylizacji gotowego preparatu lub składników preparatu, które następnie są łączone w warunkach jałowych, tak aby sterylizacja nie zmieniała budowy i właściwości nanokompozytu, a jednocześnie zapewniała jałowość na wymaganym poziomie SAL 10^{-6} .

Praca finansowana w ramach projektu: *Ochrona i regeneracja tkanek chrzęstnych/ Cartilage Protection and Regeneration Consortium*, akronim: *CaPreCon*, project nr: *ENM3/IV/6/CaPreCon/2021*.

Literatura:

[1] H. Xu, G. Zhao, F. Xia, X. Liu, L. Gong, X. Wen, The diagnosis and treatment of knee osteoarthritis: a literature review, *International Journal of Clinical and Experimental Medicine* 2019, 12, 4589-4599.

Ograniczanie wzrostu grzybni patogenów roślinnych z zastosowaniem tlenku miedzi lub nanocząstek tlenku miedzi

Małgorzata Antkowiak^a, Jolanta Kowalska^a, Joanna Krzywińska^a, Magdalena Osiał^b,
Alicja Tymoszuć^c

^aZakład Rolnictwa Ekologicznego i Ochrony Środowiska, Instytut Ochrony Roślin–Państwowy
Instytut Badawczy, ul. Władysława Węgorka 20, 60-318 Poznań;

^bZakład Teorii Ośrodków Ciągłych i Nanostruktur, Instytut Podstawowych Problemów Techniki,
Polska Akademia Nauk, ul. Pawińskiego 5B, 02-106 Warszawa;

^cPracownia Ogrodnictwa, Wydział Rolnictwa i Biotechnologii, Politechnika Bydgoska im. Jana i
Jędrzeja Śniadeckich, ul. Bernardyńska 6, 85-029 Bydgoszcz

Miedź jest jednym z najważniejszych mikroelementów niezbędnych do prawidłowego rozwoju i funkcjonowania organizmów ludzi i zwierząt, jednocześnie silnie toksycznym, jeśli występuje w nadmiarze [1]. Ma działanie przeciwdrobnoustrojowe, odgrywa ważną rolę w integrowanej ochronie roślin. Jest dozwolonym z zachowaniem limitów i jednocześnie niezbędnym fungicydem w rolnictwie ekologicznym, jednak długoterminowe jej stosowanie może mieć poważne konsekwencje ze względu na akumulację w glebie [2]. Rozwiązaniem tego zagrożenia mogą być nanocząstki miedzi posiadające wysoki potencjał aplikacyjny. Stosowanie mniejszych dawek zmniejsza ryzyko akumulacji oraz obniża koszty ochrony roślin.

Celem pracy było zbadanie i porównanie wpływu tlenku miedzi (CuO) i nanocząstek tlenku miedzi (CuO NPs) na wzrost liniowy patogenów roślinnych: *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea* i *Fusarium oxysporum*. Badania przeprowadzono w warunkach *in vitro*. Cząstki tlenku miedzi miały średni rozmiar $4,54 \pm 0,7$ μm , a nanocząstki tlenku miedzi $18,6 \pm 4$ nm, tworząc większe struktury o wielkości $2,8 \pm 1,1$ μm . Patogeny inokulowano na podłożu PDA z dodatkiem CuO lub CuO NPs w stężeniach: 0, 100, 200, 500, 1000, 2000 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$. Pożywki z dodatkiem CuO lub CuO NPs sterylizowano w autoklawie w temperaturze 121°C pod ciśnieniem 1 atm przez 15 minut, a następnie, przed rozlaniem na płytki Petriego, umieszczono na 30 minut w myjce ultradźwiękowej Elmasonic S80(H) (37 kHz, 150 W; Elma Schmidbauer GmbH, Singen, Niemcy) w celu zapewnienia odpowiedniego rozproszenia cząstek. Świeże krążki siedmiodniowych kultur patogenów (średnica 5 mm) wycięto i przeniesiono na przygotowane pożywki, a następnie inkubowano w temperaturze 23°C . Średnicę (mm) wzrostu grzybni mierzono co 24 godziny, aż do całkowitego przerostu płytki w jednej z kombinacji (dla każdego patogenu osobno).

Zarówno dodatek CuO, jak i CuO NPs do pożywki istotnie hamował wzrost grzybni u wszystkich badanych patogenów. U *A. alternata* istotne ograniczenie wzrostu grzybni odnotowano w całym zakresie testowanych stężeń od 100 do 2000 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, u *F. oxysporum* stężenie 100 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ oraz 1000 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ i 2000 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, natomiast u *B. cinerea* 500 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ i stężenia wyższe CuO i CuO NPs ograniczały istotnie wzrost grzybni w porównaniu do kontroli (pożywka bez dodatku CuO lub CuO NPs). Bez względu na stężenie, dodatek CuO NPs do pożywki istotnie ograniczał wzrost patogenów w większym stopniu niż CuO. W porównaniu do kontroli u *A. alternata* średnio o 47,40%, *B. cinerea* o 40,88%, *F. oxysporum* o 34,75%.

Literatura:

- [1] U. Sienkiewicz-Cholewa, S. Wróbel, Rola miedzi w kształtowaniu wielkości i jakości plonów roślin uprawnych. Postęp. Nauk Rol. 5/2004, 39-56.
- [2] A. La Torre, V. Iovino, F. Caradonia, Copper in plant protection: current situation and prospects. Phytopathol. Mediterr. 2018, 57, 2, 201–236.

Perovskite structures decorated with nickel nanoparticles as bifunctional electrode material

Malgorzata Skorupska^{a,*}, Kevin G. Both^b, Truls Norby^b, Anna Ilnicka^a, Athanasios Chatzitakis^b

^a Faculty of Chemistry, Nicolaus Copernicus University in Torun, Gagarina 7, 87-100 Torun, Poland

^b Centre for Materials Science and Nanotechnology, Department of Chemistry, University of Oslo, Gaustadalléen 21, 0349 Oslo, Norway

*malgorzata.skorupska@umk.pl

Solving existing energy problems and ensuring environmental security is currently a very important challenge. Energy conversion and storage devices, as well as electrolyzers, play a key role in the ongoing energy transformation. The key reactions utilized in these devices include the oxygen reduction reaction (ORR), the hydrogen evolution reaction (HER), and the oxygen evolution reaction (OER). Hydrogen, as a promising green energy carrier, can have a huge impact on solving the energy crisis and environmental problems due to its high energy density. However, the efficient production of hydrogen through water electrolysis requires effective catalysts. Although platinum, RuO₂, and IrO₂ are used in hydrogen and oxygen evolution reactions, the cost of noble metals is a significant barrier to their commercial use. Therefore, minimizing the costs of catalysts by finding alternative solutions or reducing the content of platinum, ruthenium, and iridium in existing solutions becomes a significant challenge.

In this study, a method for synthesizing bifunctional catalysts that work effectively in both HER and OER is proposed. It was demonstrated that the obtained catalysts, based on perovskite structures containing nickel nanoparticles, exhibit effective electrochemical activity. Through the appropriate selection of parameters such as annealing temperature and reaction time, it is possible to achieve the efficient incorporation of nickel atoms into the perovskite structure, serving as active sites for HER and OER. The materials were characterized in detail using scanning electron microscopy (SEM), Raman spectroscopy, and X-ray diffraction analysis (XRD). Their catalytic properties were verified during tests conducted in a three-electrode electrochemical system, utilizing linear sweep voltammetry (LSV) and cyclic voltammetry (CV).

Funding: This work was supported by the research project no. PBN/BEK/2022/1/00217 financed under the Mieczysław Bekker program by the Polish National Agency for Academic Exchange (NAWA).

Metabarkoding DNA i analiza funkcjonalna ryzobiomu roślin uprawnych jako biomarker przydatności nanocząstek metali do zastosowań w rolnictwie

Sebastian Wojciech Przemieniecki^a, Anna Gorczyca^b, Magdalena Oćwieja^c

^a Katedra Entomologii, Fitopatologii i Diagnostyki Molekularnej, Wydział Rolnictwa i Leśnictwa, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, ul. Prawocheńskiego 17, 10-720 Olsztyn

^b Katedra Mikrobiologii i Biomonitoringu, Wydział Rolniczo-Ekonomiczny, Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kollątaja w Krakowie, ul. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków

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

Nanocząstki metali znalazły zastosowanie w wielu gałęziach przemysłu, w tym także w produkcji roślin uprawnych. Działają one roślinę jako biostymulatory wzrostu lub pestycydy. Pomimo wielu testów toksykologicznych, aspekt długofalowej ekspozycji na nanocząstki metali nie jest do końca poznany. Pewna część doniesień naukowych dostarcza sprzecznych informacji co do skuteczności działania i bezpieczeństwa użytkowania danego typu nanocząstek. Wynika to z wielu właściwości nanocząstek metali np. wielkości, ładunkowi, szybkości uwalniania jonów, rodzajem reduktora, pH roztworu, itd.

Mikrobiom zasiedlający strefę korzeniową roślin jest odpowiednikiem mikrobiomu jelita u zwierząt. Odpowiada on m.in. za utrzymanie homeostazy w roślinie, dystrybucję składników pokarmowych, stymulację systemu odporności rośliny-gospodarza oraz bezpośrednie zwalczanie fitopatogenów. Pod wpływem czynników biotycznych i abiotycznych (w tym dogłębowa aplikacja nanocząstek) struktura taksonomiczna ryzobiomu może ulec rearanżacji, co może nieść ze sobą różne, często skrajne skutki.

W pracy przedstawiono metodę określenia przydatności nanocząstek srebra i ditlenku tytanu na strukturę i funkcje metabolizmu ryzobiomu pszenicy zwyczajnej (*Triticum aestivum* L). Bazą do opracowania wyników była praca [1] podająca cechy dla prawidłowo działającego ryzobiomu (strategia życiowa typu *r*) i rearanżacja mikrobiomu w kierunku oligotrofii (strategia życiowa typu *K*). Danymi wyjściowymi były metadane z sekwencjonowania NGS zebrane z szeregu autorskich eksperymentów. Do uzyskania wyników zmian potencjału metabolicznego mikrobiomów posłużono się bioinformatyczną bazą danych MACADAM [2]. Głównym narzędziem statystycznym do wizualizacji kierunku rearanżacji była analiza połączeń „co-occurrence analysis” (Gephi 4) odwzorowana przy użyciu algorytmu „Force Atlas 2” [3].

Na podstawie uzyskanych wyników udało się wytypować nanocząstki TiO_2 o wielkościach optymalnych dla rearanżacji ryzobiomu (tj. nanocząstki średniej wielkości ~70 nm) czy nanocząstki Ag o wpływie niekorzystnym (np. o ładunku ujemnym). Powyższe wyniki były skorelowane z plonowaniem i zdrowotnością pszenicy w aspekcie długoterminowym.

Literatura:

- [1] Ling i inni 2022. Nat Commun 13, 836. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-28448-9>
- [2] Le Boulch i inni 2019. Database, baz049. <https://doi.org/10.1093/database/baz049>
- [3] Jacomy i inni 2014. PLOS ONE, 9(6), e98679. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0098679>

Sonochemiczne otrzymywanie nanocząstek złota i srebra stabilizowanych poli(kwasem akrylowym)

Bożena Rokita, Renata Czechowska-Biskup, Radosław Wach, Piotr Ulański

*Międzyresortowy Instytut Techniki Radiacyjnej, Wydział Chemiczny,
Politechnika Łódzka, ul. Wróblewskiego 15, 93-590 Łódź
bozena.rokita@p.lodz.pl*

Nanocząstki złota (AuNPs) i srebra (AgNPs) znalazły zastosowanie m.in. w branży medycznej np. jako materiały opatrunkowe, preparaty/maści o działaniu przeciwbakteryjnym. Są przedmiotem intensywnych badań w terapii fotodynamicznej, diagnostyce medycznej oraz w aktywnym transporcie leków, szczególnie w przypadku chorób nowotworowych.

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

Celem pracy było otrzymanie za pomocą metody sonochemicznej nanocząstek złota oraz srebra o dobrej stabilności dyspersji. W badaniach jako stabilizator wykorzystano poli(kwas akrylowy) PAA o masie cząsteczkowej 1800 Da, prekursorem do wytwarzania nanocząstek złota był kwas chlorozłotowy $\text{HAuCl}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, nanocząstek srebra azotan srebra AgNO_3 . Analizę nanocząstek przeprowadzono przy użyciu spektrometrii UV-Vis, dynamicznego rozpraszania światła (DLS) oraz potencjału zeta.

Na podstawie otrzymanych wyników stwierdzono, że za pomocą metody sonochemicznej można otrzymywać stabilne nanocząstki złota i srebra. Z położenia maksimum pasm absorpcyjnych w świetle widzialnym (długość fali ok. 520 nm dla AuNPs, ok. 410 nm dla AgNPs) oraz barwy dyspersji wynika, że tworzą się nanocząstki o rozmiarach ok. 20-50 nm.

Literatura:

[1] R. Czechowska-Biskup, B. Rokita, P. Ulański, J.M. Rosiak, Progress on Chemistry and Application of Chitin and its Derivatives, 2015, 20, 18–33.

Emulżele jako nowy nośnik substancji aktywnych w kosmetykach – badania z wykorzystaniem ekstraktu i maceratu z arniki górskiej

Justyna Kozłowska, Honorata Gostkowska

Zespół Funkcjonalnych Materiałów Polimerowych, Katedra Chemii Biomateriałów i Kosmetyków, Wydział Chemii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, ul. Gagarina 7, 87-100 Toruń

Emulżele to nowy system nośników substancji aktywnych, składający się z mieszaniny emulsji oraz żelu, charakteryzujący się właściwościami tych dwóch układów. Forma ta znalazła zastosowanie przede wszystkim w systemach dostarczania leków dermatologicznych [1]. Emulżel posiada kontrolowany podwójny system uwalniania substancji aktywnej, w którym faza olejowa pełni rolę nośnika substancji hydrofobowych, a także decyduje o właściwościach okluzyjnych i sensorycznych produktu. Natomiast faza wodna jest nośnikiem składników hydrofilowych [2]. Arnika górską, jako bardzo cenioną rośliną kosmetyczną, znajduje zastosowanie w kremach i innych emulsjach o działaniu przeciwzapalnym i kojącym, żelach kosmetycznych pod oczy, płynach do twarzy, maseczkach do twarzy dedykowanych przede wszystkim cerze naczynkowej, która charakteryzuje się - czasowo lub stale - zmianami rumieniowymi [3]. Celem badań było opracowanie receptury i ocena nowego nośnika substancji aktywnych dla zastosowań kosmetycznych w postaci emulżelu. Badania dotyczyły optymalizacji receptury stabilnego emulżelu jako nośnika dla ekstraktu i maceratu z arniki górskiej.

W celu realizacji badań przygotowano dwa rodzaje emulżeli – na bazie karnomeru oraz na bazie hydroksypropylometylocelulozy (HPMC), zawierające różne ilości tych polimerów. Otrzymano zarówno emulżele bazowe (bez dodatków składników aktywnych), jak również emulżele zawierające ekstrakt i macerat z arniki górskiej. W recepturze emulżeli wykorzystano także olej parafinowy, Span 80, glikol propylenowy, Tween 20 oraz DHA BA. Przygotowane formułacje oceniano pod kątem jednorodności, stabilności, czystości mikrobiologicznej, a także właściwości kosmetycznych.

Wszystkie uzyskane formułacje były czyste mikrobiologicznie. Ponadto wykazywały działanie kosmetyczne – natłuszczały skórę probantów oraz delikatnie ją nawilżały. Krótkoterminowe badania aplikacyjne na skórę udowodniły pozytywny wpływ badanych preparatów na jakość bariery naskórkowej – po nałożeniu emulżeli, przez kilka godzin obserwowano obniżenie parametru TEWL (transepidermalnej utraty wody). Największą stabilnością charakteryzował się emulżel na bazie karbomeru, zarówno bazowy, jak i z dodatkiem ekstraktu i maceratu z arniki górskiej. Uzyskano gotowy produkt kosmetyczny, który mógłby być z powodzeniem wdrożony na rynek.

Literatura:

- [1] J. Milutinov, V. Krstonošić, D. Ćirin, N. Pavlović, *Polymers*, 2023, 15, 2302.
- [2] A. Sinha, U. Garg, U. Nagaich, A. Chaudhary, M. Pandey, N. Jain, *Pharmaceutical Development and Technology*, 2024, 29(1), 25–39.
- [3] P. Sugier, J. Jakubowicz-Gil, D. Sugier, R. Kowalski, U. Gawlik-Dziki, B. Kołodziej, D. Dziki, *Molecules*, 2020, 25, 1284.

Hydrożele inuliowo-alginianowe jako nośniki substancji aktywnych

J. Skopińska-Wisniewska^a, J. Kozłowska^a, B. Kaczmarek-Szczepańska^a, B. Tylkowski^b

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

^b*Eurecat Technology Center of Catalonia, Carrer de Marcel·lí Domingo, 2, N 5, 43007*

Tarragona, Spain

joanna@umk.pl

Inulina to polisacharyd składający się głównie z fruktozy i niewielkiej ilości glukozy. Występuje w wielu pospolitych roślinach, np.: cykorii, topinamburze, cebuli, czosnku. Inulina jest rozpuszczalnym w wodzie, niestrawnym prebiotykiem, który stymuluje wzrost korzystnej mikroflory jelitowej, poprawiając odporność organizmu. Ponadto posiada właściwości zagęszczające i żelujące, dzięki czemu znajduje szerokie zastosowanie w przemyśle spożywczym, szczególnie w produktach o obniżonej zawartości tłuszczu. Z tego powodu inulina wydaje się być doskonałym surowcem do wytwarzania nośników substancji aktywnych uwalnianych w przewodzie pokarmowym [1-3].

Wodne roztwory inuliny o różnych stężeniach (5-25%) połączono z alginianem sodu (2%), umieszczono w formach i sieciowano 1% roztworem chlorku wapnia. Uzyskane w ten sposób cylindryczne próbki poddano testom właściwości mechanicznych oraz zbadano ich zdolność pęcznienia. Naprężenie ściskające wzrastało wraz ze wzrostem zawartości inuliny w żelu z 30,22 kPa do 53,76 kPa (odpowiednio dla zawartości 5% i 25% inuliny). Zdolność pęcznienia żeli inulinowo-alginianowych w roztworze buforu fosforanowego (PBS) przy pH 7,4 również zwiększała się wraz ze wzrostem zawartości inuliny w materiale (od 100% dla alginian2%_inulina5% do 500% dla alginian2%_inulina25%). Jednocześnie zaobserwowano, że z żeli o dużej zawartości inuliny wydziela się biały osad świadczący o stopniowym uwalnianiu tego polimeru.

Odporność mechaniczna hydrożeli o wysokiej zawartości inuliny (min. 20-25%) oraz ich znaczna zdolność pęcznienia, przy jednoczesnym uwalnianiu inuliny - polimeru o właściwościach prebiotycznych, sprawia, że hydrożele inulinowo-alginianowe mogą znaleźć zastosowanie jako nośnik substancji aktywnych uwalnianych w przewodzie pokarmowym.

Literatura:

- [1] M. Shoaib, A. Shehzad, M. Omar *et al.*, Carbohydr. Polym. 2016, 147, 444-454.
- [2] W. Akram, V. Pandey, R. Sharma *et al.*, Int. J. Biol. Macromol. 2024, 259, 129131.
- [3] R. Gruskiene, V. Lavelli, J. Sereikaite, Carbohydr. Polym. 2024, 327, 121670.

Porowate kompozyty chitozan-bioszko, przeznaczone do wypełniania ubytków kości, wzbogacone o biologicznie aktywne peptydy

Monika Biernat^a, Agnieszka Kubiś^b, Anna Sylla^a, Natalia Karska^b, Mirosława Panasiuk^c, Lidia Ciołek^a, Małgorzata Gazińska^d, Piotr Bollin^c, Justyna Sawicka^b, Beata Gromadzka^s, Bogusława Żywicka^e, Zbigniew Jaegermann^a, Sylvia Rodziewicz-Motowidło^b

^a Grupa Badawcza Biomateriały, Sieć Łukasiewicz, Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych, ul. Cementowa 8, 31-983 Kraków;

^b Katedra Chemii Biomedycznej, Uniwersytet Gdański, ul. Wita Stwosza 63, 80-308 Gdańsk;

^c Instytut Biotechnologii i Medycyny Molekularnej, ul. Kampinowska 25, 80-180 Gdańsk;

^d Wydział Chemiczny, Politechnika Wrocławska, ul. C. K. Norwida 4/6, 50-373 Wrocław;

^e Centrum Badań Przedklinicznych, ul. Bujwida 44, 50-368 Wrocław

Biokompozyty do wypełniania ubytków kości i odbudowy tkanki kostnej powinny być biokompatybilne, nietoksyczne i niekarcynogenne [1]. Powinny wspierać odbudowę tkanek i mieć mikrostrukturę umożliwiającą osteokonduktywne działanie oraz dobrą migrację komórek i dostarczanie składników odżywczych. Ważna jest także ich bioaktywność, zapewniająca połączenie z tkanką kostną i zapobiegająca infekcjom bakteryjnym [1].

Chitozan, naturalny polimer, używany do tworzenia rusztowań, charakteryzuje się wysoką biokompatybilnością oraz właściwościami przeciwbakteryjnymi i hemostatycznymi [2]. Bioaktywne szkła stosowane jako składniki kompozytów, wzmacniają ich właściwości mechaniczne i biologiczną aktywność [3]. Dodatkowo, dodanie biologicznie aktywnych peptydów może ulepszyć funkcje kompozytu [3].

Kompozyty porowate uzyskano poprzez termicznie indukowaną separację fazową z zastosowaniem chitozanu, bioszko domieszkowanego pierwiastkiem przeciwbakteryjnym i biologicznie aktywnych peptydów. Wykazano, że są one bioaktywne, niecytotoksyczne dla osteoblastów, wspomagają proliferację komórek i posiadają właściwości przeciwbakteryjne. Analiza wyników testów pozwoliła określić zależności między składem kompozytów a ich właściwościami. Składniki kompozytu działają synergicznie, co jest kluczowe w kontekście ostatecznych właściwości kompozytów dedykowanych do implantacji kości.

Podziękowania dla Narodowego Centrum Badań i Rozwoju (grant nr TECHMATSTRATEG2/410747/11/NCBR/2019).

Literatura:

- [1] Haugen H., et al. Bone grafts: which is the ideal biomaterial?, Journal of Clinical Periodontology (2019) 46(S21) 92-102.
- [2] Di Martino A., et al. Chitosan: A versatile biopolymer for orthopaedic tissue-engineering, Biomaterials (2005), 10.1016/j.biomaterials.2005.03.016
- [3] Kaya S., et al. Mesoporous silica-based bioactive glasses for antibiotic-free antibacterial applications, Materials Science and Engineering C (2018), 10.1016/j.msec.2017.11.003

Co nas nie zabije to nas wzmacni – nowatorskie spojrzenie na nanofibryle peptydowe jako systemy dostarczania leków.

Emilia Iłowska^a, Magdalena Szaryńska^b, Milena Czeszejko^c, Kamil Klimkowski^c, Adam Prahl^a

^a Katedra Chemii Organicznej, Wydział Chemii, Uniwersytet Gdański, ul Wita Stwosza 63, 80-308 Gdańsk

^b Katedra i Zakład Histologii, Wydział Lekarski, Gdański Uniwersytet Medyczny, ul. M. Skłodowskiej-Curie 3a, 80-210 Gdańsk

^c Katedra Chemii Biomedycznej, Wydział Chemii, Uniwersytet Gdański, ul Wita Stwosza 63, 80-308 Gdańsk

W XXI wieku globalne wyzwania zdrowotne, takie jak nowotwory i lekooporność, stanowią istotne zagrożenia dla zdrowia publicznego. Światowa Organizacja Zdrowia (WHO) zalicza problem lekooporności jako jeden z dziesięciu największych globalnych zagrożeń dla zdrowia publicznego, natomiast rak jelita grubego, jest jednym z najczęstszych nowotworów na świecie, odpowiadającym za 9,2% wszystkich zgonów z powodu raka. Pomimo pozornej niezwiązanej ze sobą natury tych problemów, istnieje potencjalne wspólne rozwiązanie oparte na grupie związków znanych jako peptydy przeciwdrobnoustrojowe (ang. *Antimicrobial Peptides*, AMP). Związki te oferują obiecujące rozwiązanie ze względu na swoje szerokie spektrum działania, w tym przeciwnowotworowe, szybkie działanie i niski potencjał oporności. Jednak kliniczne zastosowanie jest utrudnione przez ich podatność na degradację proteolityczną, ograniczoną stabilność i potencjalną toksyczność dla komórek ssaków. Samoorganizujące się nanomateriały peptydowe stanowią nowatorskie podejście do przezwyciężenia tych ograniczeń. Nanomateriały te wykorzystują naturalne właściwości przeciwdrobnoustrojowe peptydów i ich zdolność do tworzenia stabilnych nanostruktur, zwiększając ich stabilność, siłę działania i selektywność. [1-3] Peptydy samoorganizujące się (SAP), jako nanomateriały, oferują zalety strukturalne, mechaniczne i funkcjonalne, które w połączeniu z ich biokompatybilnością i biodegradowalnością, predestynują je do zastosowań biomedycznych [4]. Projektowanie takich systemów transportujących leki jest wyzwaniem, ale jednocześnie otwiera nowe możliwości w precyzyjnym dostarczaniu terapii, minimalizując skutki uboczne i zwiększając skuteczność leczenia.

W naszym projekcie przebadaliśmy kilka sekwencji peptydowych, które tworzą stabilne fibryle peptydowe, jednakże różnią się one średnicą oraz długością – stąd potrzeba dalszej optymalizacji tego kluczowego procesu. Przebadaliśmy również fibryle peptydowe połączone z sekwencją ludzkiej katelicydyny w kierunku potencjału przeciwdrobnoustrojowego przeciwko bakteriom *E.coli* i *S. aureus*. Kolejnym krokiem jest przebadanie naszych nanopeptydów na liniach komórkowych przeciwko nowotworowi jelita grubego.

Literatura:

- [1] Wei, G., et al. *Chem. Soc. Rev.* 46, 4661–4708 (2017).
- [2] Hosseinkhani, H., et al. *Chem. Rev.* 113, 4837–4861 (2013).
- [3] Lee, S., et al. *Int. J. Mol. Sci.* 20, (2019).
- [4] Lombardi, L., et al. *Pharmaceutics* 11, (2019).

Innowacyjne porowate rusztowania hydrożelowe na osnwie białkowo-polisacharydowej wzbogacone retinolem oraz bioaktywnym szkłem domieszkowanym strontem

Szymon Salagierski, Weronika Gura, Michał Dziadek, Katarzyna Cholewa-Kowalska
*Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Wydział Inżynierii
Materiałowej i Ceramiki, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków*

Materiały hydrożelowe na bazie chitozanu ze względu na szereg swoich korzystnych właściwości są niezwykle atrakcyjną grupą biomateriałów. Charakteryzują się wysoką zawartością wody, dużą nasiąkliwością, stopniową degradacją oraz biokompatybilnością, przez co często są wykorzystywane jako systemy kontrolowanego uwalniania leków. Hydrożele na bazie chitozanu posiadają łatwość modyfikacji i wzbogacania substancjami biologicznie aktywnymi. Przykładem takiej substancji jest retinol, który posiada działanie antybakteryjne i wzmacnia układ odpornościowy. Z kolei bioaktywne szkła znane są ze swojego olbrzymiego potencjału do regeneracji tkanki kostnej.

Obiektem niniejszych badań są liofilizowane białkowo-polisacharydowe hydrożele wzbogacone substancjami biologicznie aktywnymi. Materiały, których matrycę stanowią chitozan oraz izolat białka serwatkowego zostały dodatkowo zmodyfikowane retinolem w ilościach 2, 5 i 10% oraz bioaktywnym szkłem domieszkowanym strontem.

Przeprowadzone badania miały na celu ocenę wpływu wykorzystanych substancji aktywnych na ich właściwości fizykochemiczne i mechaniczne. Materiały inkubowano w roztworze SBF w celu oceny ich nasiąkliwości oraz mineralizacji. Morfologia i struktura hydrożeli zostały zbadane za pomocą mikroskopii SEM oraz spektroskopii FTIR-ATR. Badanie właściwości antyoksydacyjnych przeprowadzono z wykorzystaniem rodników ABTS. Wykonano również badanie parametrów mechanicznych materiałów na maszynie wytrzymałościowej.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że wprowadzenie retinolu oraz bioaktywnego szkła dotowanego strontem wpłynęło na strukturę materiałów oraz ich właściwości. Opracowane i wytworzone rusztowania hydrożelowe posiadają obiecujący potencjał do zastosowania jako innowacyjne materiały dla inżynierii tkankowej.

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

Wpływ ultradźwięków na warstwy CaP wytworzone w procesie utleniania mikro-lukowego w kontekście zastosowań biomedycznych

Balbina Makurat-Kasprolewicz^{a,*}, Marcin Wekwejt^a, Anna Ronowska^b, Grzegorz Gajowiec^a, Marlena Grodzicka^c, Stefan Dzionk^a, Agnieszka Ossowska^a

^a Wydział Inżynierii Mechanicznej i Okrętownictwa, Politechnika Gdańska, ul. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk

^b Wydział Lekarski, Gdański Uniwersytet Medyczny, ul. Dębinki 7, 80-211, Gdańsk

^c Wydział Chemii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika, ul. Gagarina 7, 87-100 Toruń
* e-mail: balbina.makurat-kasprolewicz@pg.edu.pl

Komercyjnie czysty tytan (CP-Ti) jest szeroko stosowany w inżynierii tkanki kostnej ze względu na swoją dobrą biokompatybilność oraz stabilność chemiczną w środowisku płynów ustrojowych. Problemami pozostają jednak brak aktywności osteogennej oraz odpowiednich właściwości mechanicznych [1]. W celu poprawy funkcjonalności tego materiału, na jego powierzchni tworzy się porowate warstwy o odpowiednim składzie chemicznym i fazowym. Jedną z technik umożliwiających taką modyfikację jest proces utleniania mikro-lukowego (MAO), pozwalający na dostosowanie właściwości warstw, a zastosowanie ultradźwięków (US) zwiększa intensywność procesu [2].

W badaniach powierzchnia CP-Ti została zmodyfikowana poprzez zastosowanie procesów MAO oraz MAO wspomaganego ultradźwiękami (UMAO) w elektrolicie zawierającym jony wapnia i fosforu. Zastosowano następujące parametry procesu: napięcie – 400 V, czas - 450 s lub 600 s, natężenie prądu - 68 mA 136 mA oraz dwa tryby pracy US: sinusoidalny i unipolarny prostokątny. Charakterystyka uzyskanych warstw obejmowała: mikrostrukturę (skaningowy mikroskop elektronowy), skład chemiczny (spektrometr z dyspersją energii), topografię (profilometr optyczny), grubość (miernik uniwersalny), siłę adhezji (nano scratch tester), zwilżalność (tensjometr optyczny), właściwości mechaniczne (nanoindenter), odporność korozyjną (potencjostat/galwanostat) oraz cytozgodność (ocena żywotności, adhezji i proliferacji komórek osteoblastycznych).

Uzyskane wyniki wykazały, że zmienne parametry procesu MAO, w tym różne rodzaje US, znacząco wpływają na skład chemiczny, topografię, zwilżalność oraz właściwości mechaniczne i adhezyjne warstw. Na wszystkich próbkach utworzono porowate warstwy na bazie Ca i P, które charakteryzowały się izotropową strukturą, hydrofilowością, dobrą adhezją do podłoża, a także szybkością korozji akceptowalną dla biomateriałów. Zauważono, że użycie US w procesie MAO znacznie zwiększa grubość, porowatość, chropowatość oraz izotropię warstw. Warstwy wykazywały odpowiednią cytozgodność, z wyjątkiem próbki 68_600_n. Najbardziej korzystna warstwa została uzyskana przy natężeniu prądu 136 mA, czasie 450 s oraz zastosowaniu US unipolarnych prostokątnych.

Wyniki wskazują, że obróbka powierzchni tytanu za pomocą procesów MAO i UMAO jest ściśle związana z zastosowanymi parametrami technologicznymi. Sprzężenie metody MAO z US jest obiecujące w kontekście poprawy właściwości materiałów tytanowych przeznaczonych do zastosowań biomedycznych, szczególnie w kontekście modyfikacji bioinertnych implantów.

Literatura:

- [1] Makurat-Kasprolewicz, B. and Ossowska, A. Recent advances in electrochemically surface treated titanium and its alloys for biomedical applications: A review of anodic and plasma electrolytic oxidation methods. *Materials Today Communications* 2023, 34, 105425-105425.
- [2] Makurat-Kasprolewicz, B. et al. Influence of Ultrasound on the Characteristics of CaP Coatings Generated Via the Micro-arc Oxidation Process in Relation to Biomedical Engineering. *ACS Biomaterials Science & Engineering* 2024, 20(4), 2100-2115.

WPLYW ZMIENNYCH PARAMETRÓW OSADZANIA ELEKTROFORETYCZNEGO NA WŁAŚCIWOŚCI POWŁOK KOMPOZYTOWYCH NA BAZIE CHITOZANU

Zuzanna Michenićko^{a,*}, Michał Bartmański^b, Aleksandra Mielewczyk-Gryn^c,
Grzegorz Gajowiec^d

^a Zakład Technologii Biomateriałów, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Okrętownictwa, Politechnika Gdańska, ul. G. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk, Polska;

^b Zakład Technologii Biomateriałów, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Okrętownictwa, Politechnika Gdańska, ul. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk;

^c Zakład Ceramiki, Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej, Politechnika Gdańska, ul. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk;

^d Instytut Technologii Maszyn i Materialów, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Okrętownictwa, Politechnika Gdańska, ul. G. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk

* e-mail: s180920@student.pg.edu.pl

Aktualnie przeprowadza się liczne zabiegi ortopedyczne z wykorzystaniem implantów ze stopu tytanu. Biozgodność i odpowiednie właściwości mechaniczne są kluczowe, dlatego modyfikacja powierzchniowa implantów jest niezbędna, aby zminimalizować możliwe skutki uboczne [1].

Prezentowane badania skupiają się na ocenie wpływu zmiennych parametrów wytwarzania powłok kompozytowych z wykorzystaniem techniki elektroforetycznego osadzania (EPD) na ich wybrane właściwości. W celu otrzymania zawiesiny chitozanowej w 1% kwasie octowym rozpuszczono 0,1g chitozanu o odpowiednio trzech różnych masach cząsteczkowych (niskiej–LMW; średniej–MMW i wysokiej–HMW) i do tak przygotowanych zawiesin dodano nanocząstki platyny (PtNPs) o średniej wielkości ziaren 50nm w ilości 0,005 g oraz 0,01g. Zawiesiny poddawane były homogenizacji w myjce ultradźwiękowej przez 30 min. Powłoki osadzano na powierzchni wyszlifowanego stopu tytanu Ti13Zr13Nb. Wartość napięcia podczas procesu EDP była równa 20V, natomiast czas procesu wynosił 1 minutę. W celu oceny właściwości powłok wykonano badania odporności korozyjnej (polaryzacji potencjodynamicznej), bioaktywności (zwilżalność powierzchni), morfologii (SEM oraz mapowanie EDS), składu chemicznego (FTIR) oraz badania antybakteryjne.

Otrzymane powłoki różniły się kątem zwilżania, odpornością korozyjną, jak i jednorodnością. Wszystkie badane powłoki wykazywały charakter hydrofilowy. Wartość kąta zwilżania dla wody była zbliżona do optymalnej wartości dla ludzkich komórek wynoszącej 55° [2]. Badania morfologii powierzchni wskazują, że struktura powłok jest jednorodna, badania EDS potwierdzają występowanie nanocząstek metalicznych w postaci widocznych aglomeratów. Badanie składu chemicznego FTIR również potwierdziło, iż w powłokach występują wiązania charakterystyczne dla chitozanu (np. wiązanie glikozydowe). Badania antybakteryjne niestety nie wykazały oczekiwanych własności.

Badania finansowane w ramach grantu RADIUM LEARNNING THROUGH RESEARCH PROGRAMS nr DEC-4/RADIUM/2023 'Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia Badawcza', Politechnika Gdańska.

Literatura:

- [1] Sasikumar, Y., Srinivasan, A. and Hrishikesan, E. (2021) *Nanomaterials for medical implants*, Springer Series in Biomaterials Science and Engineering. Springer Singapore. doi:10.1007/978-981-33-6252-9_11.
- [2] Bartmański M, Pawłowski Ł, Zieliński A, Mielewczyk-Gryn A, Strugała G, Cieślík B. Electrophoretic Deposition and Characteristics of Chitosan–Nanosilver Composite Coatings on a Nanotubular TiO₂ Layer. *Coatings*. 2020; 10(3):245. <https://doi.org/10.3390/coatings10030245>

PLAKATY
SESJA MŁODYCH
CZWARTEK 13.06
(wg przypisanych numerów)

Badanie oddziaływań funkcjonalizowanych nanocząstek złota na błony biologiczne w układach biomimetycznych

Beata Tim^a, Paulina Błaszkwicz^b, Alina Dudkowiak^a

^a Instytut Fizyki, Politechnika Poznańska, ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań

^b Centrum NanoBioMedyczne, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, ul. Wszechnicy Piastowskiej 3, 61-614 Poznań

Nanocząstki złota (Au-NPs) są powszechnie stosowane w wielu dziedzinach nauki. Ze względu na biokompatybilność, niską cytotoksyczność oraz działanie przeciwbakteryjne znalazły zastosowanie w medycynie czy farmacji [1,2]. Poszukiwanie nowych zastosowań Au-NPs wiąże się z koniecznością zbadania ich oddziaływań na organizmy żywe. W związku z tym zaplanowano i przeprowadzono badania na poziomie molekularnym pozwalające określić wpływ Au-NPs na właściwości monowarstw lipidowych stanowiących modelowe błony biologiczne. W tym celu zastosowano technikę Langmuira, która jest powszechnie akceptowana jako typowa dwuwymiarowa metoda chemii powierzchni do badania struktur i właściwości lipidów, białek i środków powierzchniowo czynnych. Technika ta stanowi alternatywę dla eksperymentów na żywych komórkach, gdyż pozwala na uzyskanie analogów błon biologicznych. Co więcej, metoda ta dostarcza jakościowych informacji na temat wpływu substancji na stan fazowy, płynność i morfologię modelowych biomembran [3].

Przeprowadzone badania polegały na wytwarzaniu monowarstw składających się z lipidów oraz Au-NPs pokrytych poli(tlenkiem etylenu) na granicy faz powietrze-woda. Podczas tworzenia monowarstw rejestrowano zależność ciśnienia powierzchniowego (π) od powierzchni przypadającej na pojedynczą cząsteczkę (A), tzw. izotermę π -A. Dodatkowo, w czasie sprężania wykonano obrazowanie za pomocą mikroskopii kąta Brewstera (BAM). Określono również wpływ Au-NPs na stabilność monowarstw lipidowych przeprowadzając badania relaksacji. W tym celu na powierzchnię subfazy wodnej nanoszono mieszaniny składające się z Au-NPs i lipidów, a następnie monowarstwę sprężano do ciśnienia powierzchniowego wynoszącego $30 \text{ mN} \cdot \text{m}^{-1}$. Po osiągnięciu zadanej wartości ciśnienia powierzchniowego rejestrowano zmiany powierzchni względnej przypadającej na cząsteczkę w monowarstwie przy stałej wartości ciśnienia $\pi=30 \text{ mN} \cdot \text{m}^{-1}$.

W efekcie przeprowadzonych badań uzyskano wyniki, które pozwoliły stwierdzić, że obecność Au-NPs wpływa na właściwości modelowych błon biologicznych. Składniki poszczególnych monowarstw mieszały się na granicy faz powietrze-woda, a monowarstwy zawierające Au-NPs charakteryzowały się mniejszą stabilnością niż monowarstwy lipidowe.

Badania zostały sfinansowane przez Narodowe Centrum Nauki w ramach projektu 2022/45/N/ST5/01464.

Badania zostały sfinansowane przez Narodowe Centrum Nauki w ramach projektu 2023/48/C/ST4/00067.

Literatura:

- [1] I.C. Sun, D.S. Dumani, S.Y. Emelianow, ACS Nano, 2024, 18, 3575-3582.
- [2] R. Abbasi, G. Shineh, M. Mobaraki, S. Doughty, L. Tayebi, Journal of Nanoparticle Research, 2023, 25, 43.
- [3] B. Tim, M. Rojewska, K. Prochaska, International Journal of Molecular Sciences, 2022, 23, 12822.

Implant tytanowy modyfikowany ZIF-8 jako lokalny system dostarczania substancji przeciw osteoporozie - Ryzedronianu

Marcel Jakubowski, Mariusz Sandomierski, Maria Ratajczak, Adam Voelkel

Politechnika Poznańska, ul. Berdychowo 4, 60-965 Poznań

Osteoporoza jest powszechną chorobą układu kostnego, dotykającą rocznie około 200 milionów ludzi [1]. Jest to schorzenie, które charakteryzuje się utratą masy kostnej, uszkodzeniami tkanki kostnej oraz strukturą kości [2]. Ludzie cierpiący na tę dolegliwość często doświadczają poważnych złamań, które wymagają wymiany uszkodzonej kości na implant. Najczęściej stosuje się wtedy implanty tytanowe, ponieważ cechują się one dobrą wytrzymałością mechaniczną, odpornością na korozję i relatywnie dobrą zgodnością z organizmem. Niemniej jednak, implanty są nadal rozpoznawane przez organizm jako obce ciała, co prowadzi do stanów zapalnych. Aby rozwiązać ten problem, naukowcy zaczęli modyfikować powierzchnię implantów poprzez dodanie warstw bioaktywnych, takich jak hydroksyapatytowe czy tytaniańowe [3,4]. Istnieją również artykuły naukowe opisujące modyfikacje, które pozwalają wykorzystać implanty jako lokalne systemy dostarczania leków. Badania potwierdzają, że taki sposób dostarczania bisfosfonianów ma przewagę nad tradycyjnymi formami podawania (np. doustnie lub dożylnie) [5].

W mojej pracy dokonałem modyfikacji powierzchni stopu tytanowego za pomocą biokompatybilnej sieci metaloorganicznej ZIF-8. Następnie wykorzystałem ten materiał jako lokalny system dostarczania bisfosfonianu – ryzedronianu (RSD). Materiał został dokładnie zbadany za pomocą różnych technik, takich jak mikroskopia FT-IR, skaningowa mikroskopia elektronowa (SEM) oraz spektroskopia rentgenowskiej analizy dyspersyjnej energii (EDS). Wyniki pokazały, że opracowany materiał jest zdolny do adsorpcji RSD i kontrolowanego uwalniania go. Badania wykazały także, że modyfikacja powierzchni jest równomiernie rozprowadzona na całej powierzchni materiału, co pozwoliło na stwierdzenie, że lek również adsorbuje się równomiernie. Wnioski z przeprowadzonych badań sugerują, że opisana modyfikacja może być potencjalnie stosowana jako nośnik lokalnego dostarczania RSD.

Praca była finansowana z grantu Narodowego Centrum Nauki nr 2020/39/B/ST5/00320.

Literatura:

- [1] V. Pavone, G. Testa, S. Giardina, A. Vescio, D. Restivo, G. Sessa, *Front. Pharmacol*, 2017, 8, 803.
- [2] TD. Rachner, S. Khosla, LC. Hofbauer, *Lancet*, 2011, 377, 1276-1287.
- [3] A Jaafar, C. Hecker, P. Árki, Y. Joseph, *Bioengineering*, 2020, 7, 127.
- [4] A. Kurup, P. Dhattrak, N. Khasnis, *Mater. Today Proc.*, 2021, 39, 84–90.
- [5] M. Sandomierski, M. Zielińska, A. Voelkel, *Mater. Chem. Front.*, 2021, 5, 5718.

Wpływ pH ekstraktów kopolimerów blokowych na aktywność metaboliczną komórek NIH/3T3

Marta Tuszyńska^a, Joanna Skopińska-Wisniewska^b, Anna Bajek^c

^a Wydział Lekarski, Zakład Inżynierii Tkankowej, Katedra Urologii i Andrologii, Collegium Medicum w Bydgoszczy Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

^b Wydział Chemii, Katedra Chemii Biomateriałów i Kosmetyków, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu,

^c Wydział Nauki o Zdrowiu, Katedra Onkologii, Collegium Medicum w Bydgoszczy Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
503348@doktorant.umk.pl

Środowisko, w której utrzymywana jest hodowla komórkowa odgrywa ważną rolę w odpowiednim metabolizmie i proliferacji komórek. Większość komórek hodowanych w warunkach *in vitro* rozwija się przy pH między 7.0 – 7.1. W literaturze można znaleźć liczne dane dotyczące wpływu pH na aktywność metaboliczną komórek [1]. Cytotoksyczność ekstrahowanego biomateriału można wykryć m.in. poprzez pomiar redukcji [bromku 3-(4,5-dimetylotiazol-2-ilo)-2,5-difenylo-tetrazoliowego] MTT do fioletowych kryształów formazanu. W związku z tym, że proces ten przeprowadzany jest poprzez ekstrakcję, w wyniku której uwalniane są różne związki aktywne, jony wodorowe lub chlorkowe powodujące zmiany odczynu medium hodowlanego wykorzystywanego podczas ekstrakcji, ostateczny wynik testu MTT może być zaburzony [2]. Tym samym uwidaczniając jedynie redukcję aktywności metabolicznej komórek, szczególnie wrażliwych na zmiany pH, a nie wpływ ekstrahowanego biomateriału na przeżywalność komórek. Z tego względu przeprowadzono badanie po 24h ekstrakcji z użyciem niezmiennych ekstraktów oraz ze zmodyfikowanym pH. Badanym materiałem były poloxamery, na bazie poloxameru 407, 188 oraz 338. Poloksamery to polimery blokowe składające się z tlenku etylenu i tlenku propylenu [3].

Materiał przygotowano poprzez rozpuszczenie Poloxamer 407, 188, 338 w stężeniach 10, 20, 30 % w wodzie destylowanej w temperaturze 4°C przez noc. Następnego dnia materiał zżelowano w 37°C przez 10 min, a następnie poddano ekstrakcji w pełnym medium hodowlanym DMEM/F12 z dodatkiem 10% FBS oraz antybiotyków. pH uzyskanych ekstraktów zmierzono za pomocą pH metru (Mettler Toledo), po 24h ekstrakcji w 37°C, przed dodaniem do komórek NIH/3T3, hodowanych na płycie 96-dółkowej. pH ekstraktów obniżano za pomocą sterylnej 0,1% HCl po kropli. Aktywność metaboliczną komórek zmierzono zgodnie z protokołem do testu MTT.

Z uzyskanych wyników widoczny jest wyraźny wpływ zmieniającego się pH na morfologię komórek, po 24h ekstrakcji poloxameru 407 w stężeniu 30%. Najwyższą przeżywalność uzyskano dla ekstraktu z poloxameru 188 w każdym stężeniu, niezależnie od dostosowania pH roztworem HCl. Interpretując obserwowane wyniki, przypuszcza się, iż materiał o przeważającym stosunku hydrofilowego tlenku etylenu (EO) do tlenku propylenu (PO), z większym prawdopodobieństwem uwalnia śladowe ilości zanieczyszczeń poprodukcyjnych, które zaburzają środowisko ekstrakcyjne i tym samym wpływają na aktywność metaboliczną komórek NIH/3T3.

Literatura:

- [1] D. Gawlitta, D.L. Bader, C.W.J. Oomens, F. Baajens, Journal of Applied Physiology: Respiratory, Environmental and Exercise Physiology, 2007, 103, 464-473.
- [2] K. Sobczuk, I. Pelech, U. Narkiewicz et.al. Applied Surface Science, 2023, 608, 155196.
- [3] I. R. Schmolka, Annals of the New York Academy of Sciences, 1994, 720, 92-97.

Nanokwiaty z hydroksyapatytu i albuminy surowicy bydlęcej jako potencjalne systemy lokalnego dostarczania ciprofloksacyny

Kornelia Bobrowska^a, Kamila Sadowska^a, Krzysztof Stolarczyk^b, Marta Prześniak-Welenc^c, Piotr Golec^d, Renata Bilewicz^b

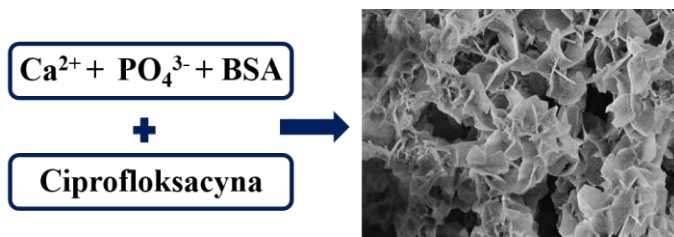
^a Instytut Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej im. Macieja Nałęcza PAN, ul. Ks. Trojdena 4, 02-109 Warszawa;

^b Uniwersytet Warszawski Wydział Chemii, ul. Pasteura 1, 02-093 Warszawa;

^c Politechnika Gdańska, Instytut Nanotechnologii i Inżynierii Materiałowej, ul. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk;

^d Uniwersytet Warszawski Wydział Biologii, ul. Miecznikowa 1, 02-096 Warszawa

Ciprofloksacyna jest lekiem o działaniu przeciwbakteryjnym stosowanym m.in. w leczeniu zapalenia kości i szpiku kostnego, które wywoływane jest najczęściej przez bakterie *Staphylococcus aureus* oraz *Pseudomonas aeruginosa* [1]. Ze względu na rosnącą antybiotykooporność bakterii, konieczne jest opracowanie nowych systemów dostarczania leków. Z uwagi na fakt, że kości to układy organiczno (oseina) – nieorganiczne (hydroksyapatyt), zaproponowano hybrydowe nanokwiaty zbudowane z albuminy surowicy bydlęcej (BSA) i hydroksyapatytu, jako nośniki ciprofloksacyny. Otrzymane układy scharakteryzowano za pomocą metod spektroskopowych (ATR-FTIR, UV-Vis), dyfrakcji rentgenowskiej (XRD) oraz analizy termogravimetrycznej. Wykazano, że korzystny stosunek powierzchni do objętości nanokwiatów umożliwia związanie znacznych ilości tj. do 60% wagowych ciprofloksacyny. Przeprowadzone badania mikrobiologiczne przeciwko *S.aureus* i *P. aeruginosa* wykazały, że hybrydowe nanokwiaty są nowymi, obiecującymi systemami do lokalnego dostarczania antybiotyków, które mogą znaleźć zastosowanie m.in. w leczeniu infekcji układu kostnego [2].



Rys. 1. Schemat syntezy hybrydowych nanokwiatów z ciprofloksacyną.

Badania zostały sfinansowane w ramach projektu badawczego Ministerstwa Edukacji i Nauki nr NdS-II/SP/0335/2023/01 oraz częściowo przez Instytut Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej im. Macieja Nałęcza PAN w Warszawie ((FBW 3.3/2020).

Literatura:

- [1] E. García Del Pozo, J. Collazos, J. A. Cartón, D. Camporro, V. Asensi, Bacterial osteomyelitis: microbiological, clinical, therapeutic, and evolutive characteristics of 344 episodes, *Rev Esp Quimioter*, 2018, 31, 217–225.
- [2] K. Bobrowska, K. Sadowska, K. Stolarczyk, M. Prześniak-Welenc, P. Golec, R. Bilewicz, Bovine Serum Albumin – Hydroxyapatite Nanoflowers as Potential Local Drug Delivery System of Ciprofloxacin, *Int J Nanomedicine*, 2023, 18, 6449–6467.

Zastosowanie metakrylanów w modyfikacji hydroksyapatytu do kompozytów o potencjale stomatologicznym

Aleksandra Domke, Adam Voelkel, Zuzanna Buchwald

Politechnika Poznańska, ul. Berdychowo 4, 60-695 Poznań

Kompozyty dentystyczne to materiały składające się z organicznej matrycy polimerowej oraz najczęściej nieorganicznego napełniacza. Stosowane są jako materiały odbudowujące tkankę zęba, która uległa zniszczeniu na skutek np. próchnicy. Charakteryzują się wieloma korzyściami, takimi jak na przykład estetyka wypełnienia [1]. Niestety posiadają również wady. Jedną z głównych jest występowanie tzw. skurczu polimeryzacyjnego, który powoduje, że między tkanką zębną, a wypełnieniem powstają mikropęknięcia, co powoduje ryzyko wystąpienia tzw. próchnicy wtórnej, która jest powszechnym problemem we współczesnej stomatologii zachowawczej. Jednym z głównych czynników warunkujących właściwości kompozytu jest wiązanie pomiędzy napełniaczem, a matrycą. Hydroksyapatyt (HAp), to materiał posiadający liczne zastosowania biomedyczne, jednym z nich jest użycie do przygotowywania kompozytów dentystycznych o potencjale remineralizacyjnym. Niestety wadą tego typu kompozytów są słabe oddziaływania na granicy napełniacz/matryca [2,3].

W celu poprawy wiązania między HAp a matrycą polimerową dokonano modyfikacji napełniacza za pomocą różnych związków zawierających w strukturze ugrupowanie metakrylowe. Aby osiągnąć ten cel, przeprowadzono impregnację napełniacza przy użyciu: HEMA (metakrylanu 2-hydroksyetylu), TEGDMA (dimetakrylanu glikolu trietylenowego), EGDMA (dimetakrylanu glikolu etylenowego), MPS (metakrylanu 3-(trimetoksy-sililo)propylu) oraz Bis-GMA (metakrylanu diglicydowego bisfenolu A). Otrzymane materiały zostały scharakteryzowane za pomocą różnych technik badawczych takich jak: spektroskopia w podczerwieni z transformacją Fouriera (FT-IR) oraz analiza termogravimetryczna (TGA). Wykorzystane techniki potwierdziły efektywność modyfikacji HAp. Kolejnym etapem badań będzie przygotowanie kompozytów dentystycznych zawierających uzyskane napełniacze oraz sprawdzenie ich właściwości.

Ta praca została sfinansowana z grantu Narodowego Centrum Nauki nr. UMO-2021/43/D/ST5/00888.

Literatura:

- [1] F. Elfakhri, R. Alkahtani, C. Li, J. Khaliq, Influence of filler characteristics on the performance of dental composites: A comprehensive review, *Ceramics International*, 2022, 48 (19), 27280-27294.
- [2] Monika Topa-Skwarczyńska, Joanna Ortyl, Photopolymerization shrinkage: strategies for reduction, measurement methods and future insights, *Polymer Chemistry*, 2023, 14, 2145-2158.
- [3] R. Ravandi, S. Heris, S. Hemmati, M. Aghazadeh, S. Davaran, N. Abdyazdani. Effects of chitosan and TiO₂ nanoparticles on the antibacterial property and ability to self-healing of cracks and retrieve mechanical characteristics of dental composites, *Heliyon*, 2024, 10, e27734.

Samoorganizujące się peptydy jako nanonośniki dla chemioterapeutyków

Milena Czeszejko^a, Justyna Sawicka^a, Ewa Wiczerzak^a, Tomasz Kulesza^b, Kamila Kitkowska^b, Rafał Sądej^b, Sylwia Rodziewicz-Motowidło^a

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

^b Międzyuczelniany Wydział Biotechnologii Uniwersytetu Gdańskiego i Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego, Gdański Uniwersytet Medyczny, ul. Marii Skłodowskiej-Curie 3a, 80-210 Gdańsk

Rak piersi (ang. breast cancer, BCa) jest najczęściej występującym nowotworem złośliwym u kobiet [1]. Standardowe leczenie chorych na raka piersi z nadekspresją receptora HER2 (HER2+ BCa) obejmuje terapię celowaną (tzw. przeciwciała anty-HER2). Niestety terapia taka wiąże się z wieloma ogólnoustrojowymi skutkami ubocznymi. W celu zminimalizowania efektów ubocznych wywoływanych przez przeciwciała zostały zatwierdzone koniugaty przeciwciało-lek (ang. antibody-drug conjugates ADCs), tj. chemioterapeutyki sprzężone z przeciwciałami anty-HER2. Uważa się, że są one mniej uciążliwą, bardziej selektywną i skuteczniejszą formą terapii. Niestety, koszt takiej terapii jest niezwykle wysoki, co znacznie ogranicza rutynowe stosowanie ADC [2].

Rozwiązaniem w leczeniu nowotworów może być zastosowanie nanonośników, które specyficznie wiążą się z receptorami HER2. Ponadto mogą być w pełni zsyntetyzowane w laboratorium chemicznym. Przykładem takiego nośnika są fibryle peptydowe tworzące cząstkę nanometryczną, związaną kowalencyjnie z przeciwciałem anty-HER2 lub affibody (jako komponent rozpoznający receptory BCa i blokujący aktywność HER2). Wydłużony kształt fibryli i możliwość modyfikacji struktury chemicznej cząsteczki pozwala na przyłączenie określonej ilości leku.

W naszym projekcie dążymy do opracowania biokompatybilnego nanonośnika, który będzie dostarczał lek do komórek HER2+ BCa, zmniejszając przy tym niepożądane skutki działania cytostatyku. Fibrylogenny peptyd FC (QAGIVV) posłuży jako nanonośnik, do którego przyłączymy przeciwciało lub affibody jako cząsteczkę celującą w receptor HER2. Do fibryli peptydowej – nośnika - przyłączymy również lek o znanej aktywności cytostatycznej.

Podziękowania dla Narodowego Centrum Nauki (grant nr 2022/45/B/NZ7/03889).

Literatura:

- [1] Breast cancer. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/breast-cancer>.
- [2] N. Zhang, J. Zhang, P. Wang, X. Liu, P. Huo, Y. Xu, W. Chen, H. Xu, Q. Tian, Investigation of an antitumor drug-delivery system based on anti-HER2 antibody-conjugated BSA nanoparticles. *Anticancer Drugs*. 2018 Apr;29(4):307-322.

Formowanie, modyfikacja i osadzanie tlenku grafenu (GO) oraz hybryd GO z polielektrolitami/nanocząstkami metalicznymi na powierzchni złota

Olena Hotsanoha, Krzysztof Szczepanowicz, Tomasz Kruk

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

Podstawą procesów molekularnych zachodzących w każdej żywej komórce jest wiązanie ligandów do białek. Oddziaływanie białek z ligandami jest także istotne w rozwoju nowych farmaceutyków. Poszukiwanie nowych leków, stanowiących inhibitory enzymów lub modulujących procesy tworzenia kompleksów białkowych, jest fundamentem współczesnej medycyny i diagnostyki. Urządzeniami, które są najczęściej stosowane do badań oddziaływań układów białko-ligand są biosensory. W obecnych czasach coraz bardziej na znaczeniu zyskują biosensory optyczne oparte na powierzchniowym rezonansie plazmonowym (SPR). Główną zaletą techniki SPR jest brak konieczności sprzęgania jednego z oddziałujących partnerów ze znacznikiem fluorescencyjnym, kolorymetrycznym czy radioaktywnym, umożliwiającym detekcję powstałego kompleksu. Niestety biosensory oparte na SPR cechują się brakiem czułości w przypadku badań oddziaływań białek z związkami niskocząsteczkowymi oraz związkami występującymi w niskim stężeniu. W dzisiejszych czasach, w celu poprawy czułości i funkcjonalności tego typu biosensorów poszukuje się materiałów poprawiających właściwości optyczne w układach SPR.

Właściwości optyczne i elektryczne tlenku grafenu wydają się być dobrym wzmocnieniem dla sygnału SPR, podnoszącym znacznie jego czułość. Tlenek grafenu (GO) lub jego modyfikowane postacie stanowiąc mają warstwę nośną, osadzoną na złotej powierzchni sensora. Ponadto dodatek polimerów/nanocząstek może również stanowić dodatkowo wzmocnienie sygnału.

Celem naszej pracy było osadzenie warstwy lub warstw GO oraz hybryd GO z polielektrolitami/nanocząstkami metalicznymi (Cu, Ag) na powierzchni złota w sposób kontrolowany i powtarzalny. Przeprowadzona została również pełna charakterystyka fizykochemiczna suspensji GO oraz otrzymanych suspensji nanocząstek Cu, Ag obejmująca m.in. określenie wielkości, wartości potencjału zeta, pokrycia powierzchni oraz obecnych grup funkcyjnych z wykorzystaniem metod m.in. DLS, UV-Vis, SEM, XPS. Jako modelowe powierzchnie do osadzania tlenku grafenu zostały wykorzystane krysztaly do mikrowagi kwarcowej QCM-D, których powierzchnia pokryta jest złotem. Nanoszone warstwy GO powinny charakteryzować się dużym pokryciem powierzchni, dużą stabilnością oraz homogenicznością. Do formowania warstw wykorzystana została technika „warstwa po warstwie” (LbL) polegająca na adsorpcji przeciwnie naładowanych nanoobjektów.

Badania przyczynią się do poszerzenia wiedzy w zakresie stosowania nowoczesnych materiałów takich jak tlenek grafenu/nanocząstki zarówno w fizykochemii jak i biochemii układów sensorowych ze szczególnych uwzględnieniem immunosensorów.

Źródło finansowania – projekt NCN - SONATA 18 nr UMO-2022/47/D/ST5/01751 „Nanohybrydowe układy zawierające tlenek grafenu oraz nanocząstki jako funkcjonalne komponenty dla nowego typu biosensorów”.

Stabilizacja chiralnych nanocząstek złota otoczkami krzemianowymi do zastosowań w terapii fototermalnej/fotodynamicznej

Wiktoria Nowakowska, Franciszek Kapla, Filip Bandalewicz, dr Maciej Bagiński,
dr hab. Wiktor Lewandowski

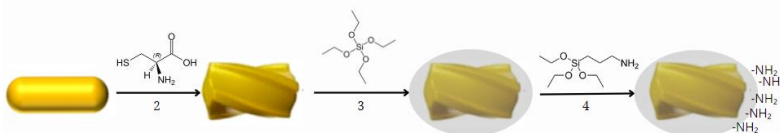
*Uniwersytet Warszawski, Wydział Chemii, Zakład Chemii Organicznej i Technologii Chemicznej,
Ul. Pasteura 1, Warszawa 02-093*

Naukowcy badają innowacyjne metody walki z nowotworem, w tym chemioterapię i radioterapię, które są powszechnie stosowane, ale niespecyficzne w działaniu, co prowadzi do skutków ubocznych. Obiecującą alternatywą są terapie fotodynamiczna i fototermalna, celujące w komórki nowotworowe poprzez wykorzystanie fotosebzybilizatorów i światła. Ich celowana natura ogranicza skutki uboczne, koncentrując się jedynie na obszarze dotkniętym nowotworem.

Nanocząstki metaliczne charakteryzują się wysoką wydajnością absorpcji światła (dzięki zjawisku rezonansu plazmonowego LSPR) oraz rozmiarem w zakresie 1-200nm, dlatego też są jedną z najbardziej obiecujących platform we wspomnianych terapiach. Od 2018 roku rozwijana jest nowa gałąź nanocząstek złota, wykazujących właściwości chiralnooptyczne. Enancjomery nanocząstek wykazują różną przenikalność do komórek, zwiększając tym samym skuteczność zwalczania komórek nowotworowych. Dodatkowo ważnym aspektem jest biokompatybilność i stabilność koloidalna wykorzystanych nanocząstek, co gwarantuje zastosowanie otoczki krzemianowej o zmodyfikowanej strukturze.

Moje badania obejmują syntezę chiralnych nanocząstek złota oraz ich pokrycie mezoporowatą otoczką krzemianową z dodatkiem grup aminowych (Rys. 1). Wykorzystałam różnorodne metody analityczne, takie jak spektroskopia UV-Vis, pomiary dichroizmu kołowego (CD) oraz mikroskopia elektronowa, aby zbadać właściwości i stabilność tych nanostruktur.

Wyniki badań stanowią bazę dla kolejnego etapu, który polega na przyłączeniu barwnika azowego do grup aminowych na powierzchni otoczki krzemianowej, służącego jako fotosensybilizator w terapiach fotodynamicznych. Ponadto we współpracy ze Szkołą Główną Gospodarstwa Wiejskiego badamy skuteczność zaproponowanego przez nas układu nanocząstek w terapii fototermalnej ukierunkowanej na zwalczanie komórek nowotworowych włóknomięśaka.



Rys. 1 Synteza totalna chiralnych nanocząstek złota stabilizowanych sfunkcjonalizowaną otoczką krzemianową.

Serdeczne podziękowania kieruję do dr hab. Wiktora Lewandowskiego, dr Macieja Bagińskiego oraz Filipa Bandalewicza za ich wiedzę, pomoc i zaangażowanie w trakcie całego projektu. Dziękuję również całej grupie NanoOrgMat za niezastąpioną pomoc i atmosferę, która znacznie ułatwiła pracę i rozwój na każdym etapie naszej współpracy.

Ocena wpływu kinazy adenylanowej immobilizowanej na tlenku grafenu na komórki śródbłonka w modelu 2D i 3D

Wiktoria Piórkowska^a, Jakub Ostrowski^a, Kacper Roszak^a, Agata Wikarska^a, Joanna Czarnecka^a, Anna Hetmann^a, Marek Wiśniewski^b, Katarzyna Roszek^a

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

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

Komórki śródbłonka aktywnie uczestniczą w angiogenezie, procesach zapalnych, remodelingu naczyń, wpływają na procesy krzepnięcia i regulację ciśnienia krwi. We wszystkich tych procesach ważną rolę odgrywają ekto-nukleotydy i ekto-nukleozydy adeninowe (ATP, ADP i adenozyne). Kinaza adenylanowa (AK), katalizując reakcję dwukierunkową: $ATP + AMP \leftrightarrow ADP + ADP$, kontroluje stężenia nukleotydów w przestrzeni zewnątrzkomórkowej [1].

Immobilizacja rekombinowanej AK na tlenku grafenu (GO), biokompatybilnym nanomateriale węglowym, pozwala na zwiększenie aktywności i stabilności enzymu [2]. Tak otrzymany układ nanobiokatalityczny (AK-GO) oceniano pod kątem wpływu na cytofizjologię komórek śródbłonka naczyń. Przeprowadzone badania *in vitro* komórek linii HUVEC (model komórkowy naczyń krwionośnych człowieka) pozwoliły na wyznaczenie bezpiecznych, nietoksycznych stężeń tlenku grafenu i kinazy adenylanowej. Potwierdzono także brak toksyczności układu AK-GO oraz niezmienny fenotyp komórek w hodowli statycznej dwu- i trójwymiarowej, a także w przepływie z udziałem sił ścinających typowych dla naczyń krwionośnych. Ponadto wykazano, że układ AK-GO w stężeniu 25 µg/mL cechuje zdolność do ograniczania nadmiernej proliferacji komórek śródbłonka, co może znaleźć zastosowanie w zmniejszaniu przerostu śródbłonka oraz niepożądanego neoangiogenezy.

Uzyskane wyniki pozwolą na opracowanie nowych, bioaktywnych nanopowłok służących kontrolowaniu procesów regeneracji śródbłonka, remodelingu naczyń i angiogenezy.

Badania zostały częściowo sfinansowane ze środków Fundacji Empiria i Wiedza przyznanych Jakubowi Ostrowskiemu w konkursie „Talenty Jutra”, środków IDUB UMK w Toruniu (Grants4NCUStudents, wykonawcy: Agata Wikarska, Kacper Roszak)

Literatura:

[1] Hetmann A, Wujak M, Bolibok P, Zięba W, Wiśniewski M, Roszek K. (2018) Novel biocatalytic systems for maintaining the nucleotide balance based on adenylate kinase immobilized on carbon nanostructures. *Materials Science and Engineering: C* 88: 130-139

[2] Hetmann A, Szymczak B, Czarnecka J, Rusak T, Wiśniewski M, Wujak M, Roszek K (2023) Adenylate kinase immobilized on graphene oxide impairs progression of human lung epithelial carcinoma cells through adenosine pathway. *J Biomed Mat Res (part A)* 111: 1565-1576.

Synteza i charakterystyka reologiczna hydrożeli hialuronowych domieszkowanych mikrocząstkami żelaza

Oliwia Kapusta, Maria Kaczmarczyk, Mariusz Barczak

*Instytut Nauk Chemicznych, Wydział Chemii, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie,
Pl. Marii-Curie-Skłodowskiej 3, 20-031 Lublin*

W ostatnich latach obserwuje się dynamiczny rozwój zastosowań biomedycznych materiałów hydrożelowych, napędzany licznymi odkryciami w dziedzinie biologii i chemii. W porównaniu z innymi rodzajami biomateriałów, hydrożele charakteryzują się zwiększoną biokompatybilnością, kontrolowaną biodegradacją oraz regulowaną strukturą porowatą, a co za tym idzie – przepuszczalnością. Te obiecujące materiały znajdują coraz szersze zastosowanie w wielu dziedzinach biomedycyny, takich jak dostarczanie leków, inżynieria tkanek, druk 3D oraz aplikacje w zakresie biosensorów [1].

Niniejsza praca koncentruje się na syntezie i charakterystyce (magneto)reologicznej hydrożeli hialuronowych zawierających rozproszone mikrocząstki żelaza [2]. Pomiary reologiczne są interesującą i wiarygodną metodą badawczą wykorzystywaną do oceny wpływu pola magnetycznego na właściwości reologiczne materiałów. Wprowadzenie mikrocząstek żelaza do struktury hydrożeli hialuronowych może modyfikować jego lepkość, moduł sztywności oraz wytrzymałość na rozerwanie. Ponadto hydrożele hialuronowe z mikrocząstkami żelaza wykazują efekty magnetoreologiczne, tzn ich właściwości reologiczne ulegają zmianie pod wpływem przyłożonego zewnętrznego pola magnetycznego, poprzez wymuszoną migrację lub zmianę orientacji mikrocząstek żelaza [3].

Podziękowania

Powyższe badania zostały sfinansowane w ramach grantu OPUS-21 Narodowego Centrum Nauki nr 2021/41/B/ST5/03490 pt.: „Hydrożele usieciowane hierarchicznie: projektowanie teoretyczne i eksperymentalne dla zastosowań biomedycznych”.

Literatura:

- [1] O. Kapusta, A. Jarosz, K. Stadnik, D.A. Giannakoudakis, B. Barczyński, M. Barczak, International Journal of Molecular Science, 2023, 24, 2191.
- [2] M. Barczak et al., Carbohydrate Polymers, 2020, 247, 116747.
- [3] Le Xue, Jianfei Sun, Frontiers in Chemistry, 2022, 10, 1040492.

Specyficzne nanociała jako narzędzie do badań $\alpha 4\beta 2$ -nAChR

Weronika Nowak, Dorota Nemezc, Ákos Nemezc

*Katedra Biochemii, Wydział Nauk Biologicznych i Weterynaryjnych UMK,
ul. Lwowska 1, 87-100 Toruń*

Nanociała (VHH) to małe, jednodomenowe przeciwciała stanowiące domenę zmienną przeciwciał ciężkołańcuchowych zidentyfikowanych w rodzinie zwierząt należących do rodziny wielbłądowatych (*Camelidae*). Są to małe białka o masie ok. 15 kDa. Charakteryzują się łatwością produkcji, dużą rozpuszczalnością, wysoką stabilnością na różne warunki fizyko-chemiczne i małą immunogennością. Dzięki swoim specyficznym właściwościom, stanowią one świetne narzędzie do badań nad funkcją i strukturą receptorów, a w przyszłości mogą mieć również zastosowanie kliniczne w walce z chorobami układu nerwowego.

Nikotynowe receptory acetylocholinyl (nAChRs) $\alpha 4\beta 2$ są jednym z najczęściej występujących typów tych receptorów w ośrodkowym układzie nerwowym. Biorą one udział w szybkiej, chemiczno-elektrycznej transdukcji sygnału między neuronami. Zaburzenia w ekspresji, czy funkcjonowaniu tych receptorów mogą przyczynić się do powstawania chorób układu nerwowego takich, jak choroba Alzheimer'a, Parkinson'a, depresja oraz uzależnienie. Ze względu na liczne funkcje, receptory te mogą stanowić dobry cel w terapiach nad schorzeniami układu nerwowego.

Celem projektu była otrzymanie specyficznych VHH przeciwko receptorowi $\alpha 4\beta 2$ -nAChR. Białko wiążące acetylocholinę (AChBP), stanowiące homolog ludzkiej domeny zewnątrzkomórkowej nAChR, poddano mutagenzie mającej na celu jego humanizację w kierunku $\alpha 4\beta 2$ -nAChR. Białko wyprodukowano następnie w ssaczym systemie ekspresyjnym (komórki HEK293GnT1⁻) i oczyszczono z użyciem chromatografii powinowactwa. Nanociała wyselekcjonowano z syntetycznej biblioteki fagowej, wykorzystując zmutowane AChBP jako matrycę. Selekcja obejmowała biopanning z zastosowaniem bakteriofagów prezentujących VHH oraz analizę testem ELISA. Wyselekcjonowane nanociała namnożono w bakteryjnym systemie ekspresyjnym, oczyszczono z użyciem chromatografii powinowactwa i poddano elektroforezie denaturacyjnej SDS-PAGE, w celu określenia poziomu ekspresji, masy cząsteczkowej oraz czystości.

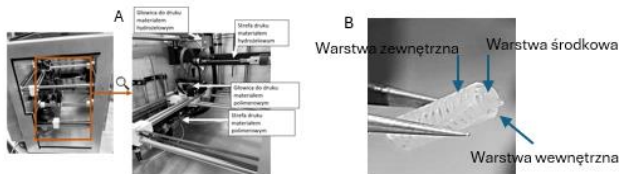
Biodrukarka 3D do wielomaterialowych wydruków z białoszu hydrożelowego i termoplastów o wysokiej temperaturze topnienia

Mateusz Bartniak, Adrianna Wierzbicka, Marian Cłapa, Anna Sobczyk Guzenda, Witold Jakubowski, Aleksandra Bednarek, Dorota Bociąga

^a Instytut Inżynierii Materiałowej, Politechnika Łódzka, Polska

Tkanki naturalne, jak np. ściany naczyń krwionośnych, zbudowane są z wielu warstw komórek, z których każda zapewnia tkance inne właściwości [1]. Niestety technologie druku 3D stosowane w zastosowaniach medycznych to w większości procesy jedno- lub wielomaterialowe, w których materiały mają bardzo podobne właściwości [2-3]. W opracowanej konstrukcji biodrukarki 3D możliwe jest łączenie różnych rodzajów materiałów (białoszu hydrożelowego i termoplastów o wysokiej temperaturze topnienia) w celu wytworzenia w jednym procesie rusztowań o strukturze rurowej.

Urządzenie posiada dwie przestrzenie robocze, górną - do druku materiałami hydrożelowymi/białoszami oraz dolną - do druku materiałami termoplastycznymi o wysokiej temperaturze topnienia (Rys. 1A). W górnej przestrzeni roboczej urządzenia dwie głowice służą do podawania materiału hydrożelowego. W dolnej przestrzeni roboczej urządzenia zastosowano głowicę z bezpośrednim podawaniem materiału w formie filamentu. W ten sposób do minimum zredukowano długość odcinków materiału potrzebnych do wydrukowania pojedynczego elementu. Cała komora urządzenia posiada system stabilizacji temperatury, który umożliwia termiczne sieciowanie materiałów na bazie żelatyny oraz odprowadzanie ciepła procesowego z komory. Wnętrze całego urządzenia sterylizowana jest zestawem diod LED UV C.



Rys. 1. A-Widok wnętrza biodrukarki 3D do wielomaterialowych wydruków z podziałem na strefy druku. B-Prezentacja czterowarstwowego wydruku z białoszami i materiałem termoplastycznym.

Za pomocą opisywanego systemu wykonano wielomaterialowe rusztowania rurowe (Rys. 1B).

Wykorzystanie wspomnianej wcześniej metody do tworzenia biodrukowanych struktur 3D z wielu materiałów może stworzyć nowe możliwości w zakresie tworzenia rurowych konstrukcji nośnych. Takie podejście umożliwia tworzenie rusztowań w kształcie rurek składających się z co najmniej dwóch warstw, w których użyte materiały mają różną temperaturę topnienia bez jakiegokolwiek interakcji z zewnątrz sterylnej komory.

Badania zostały sfinansowane przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, nr grantu TECHMATSTRATEG2/407770/2/NCBR/2020.

Literatura:

- [1] Camasão, D B, and D Mantovani. "The mechanical characterization of blood vessels and their substitutes in the continuous quest for physiological-relevant performances. A critical review." *Materials today. Bio* vol. 10 100106 (2021).
- [2] Rocca, Marco et al. "Embedded Multimaterial Extrusion Bioprinting." *SLAS technology* vol. 23,2 (2018): 154-163.
- [3] Engberg, Adam et al. "An open source extrusion bioprinter based on the E3D motion system and tool changer to enable FRESH and multimaterial bioprinting." *Scientific reports* vol. 11,1 21547 (2021).

Czy kawa może być efektywnie działającym katalizatorem do pozyskiwania zielonego wodoru?

Patrycja Grabowska, Anna Ilnicka

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

Zielony wodór stał się obiecującym źródłem energii dla rozwiązania wyzwań związanych z transformacją klimatyczną, ponieważ może znacznie zmniejszyć emisję gazów cieplarnianych poprzez zastąpienie tradycyjnych paliw w różnych sektorach [1]. Elektroliza wody jest uważana za najbardziej obiecującą technologię produkcji czystego wodoru. Ze względu na duże zainteresowanie otrzymywaniem wodoru poprzez elektrolizę wody, rozpoczęto poszukiwania wydajnych elektrokatalizatorów o niskim nadpotencjale i dobrej stabilności. Elektroliza wody składa się z dwóch głównych reakcji: reakcji wydzielania wodoru (HER) i reakcji wydzielania tlenu (OER), które wymagają znacznego nadpotencjału w stosunku do potencjału termodynamicznego reakcji, aby osiągnąć pożądaną gęstość prądu. Obecnie najczęściej stosowanymi katalizatorami w elektrokatalizie są metale szlachetne i ich tlenki, np. platyna, tlenek irydu i tlenek rutenu [2]. Na przestrzeni ostatnich kilku lat ważną rolę w otrzymywaniu węglowych materiałów elektrodowych zaczęło odgrywać wykorzystanie biomasy. Szczególnie perspektywnym zagadnieniem jest wykorzystanie zużytych fusów kawowych jako substratu do otrzymywania materiałów elektrodowych. Na podstawie aktualnego przeglądu literaturowego można stwierdzić, że odpady kawowe stosowane jako źródło węgla są najczęściej wykorzystywane do zastosowań elektrochemicznych w superkondensatorach i bateriach [3, 4]. W przeprowadzonych badaniach zastosowano innowacyjne podejście wykorzystania zużytych fusów kawowych, wykorzystując je jako katalizatory dla procesu elektrolizy wody.

W ramach prowadzonych badań katalizatory zostały otrzymane w piecu rurowym w atmosferze gazu obojętnego z materiału odpadowego – zużyta mielona kawa. Strukturę oraz skład pierwiastkowy otrzymanych materiałów scharakteryzowano wykorzystując analizę dyfrakcji rentgenowskiej (XRD), skaningową mikroskopię elektronową z detektorem EDX (SEM-EDX), niskotemperaturową sorpcję azotu oraz spektroskopię Ramana. Testy elektrochemiczne przeprowadzono w układzie trójelektrodowym w 1 M KOH roztworze elektrolitu. Dla otrzymanych katalizatorów przeprowadzono również testy stabilności.

Finansowanie: Praca powstała w wyniku realizacji projektu badawczego o nr 169/2023/Grants4NCUStudents finansowanego w ramach programu „Inicjatywa doskonałości – uczelnia badawcza”.

Literatura:

- [1] Hassan, Qusay, et al., Renewable energy-to-green hydrogen: A review of main resources routes, processes and evaluation, *International Journal of Hydrogen Energy*, 2023, 48(46), 17383-17408.
- [2] Jiao, Yan, et al., Design of electrocatalysts for oxygen-and hydrogen-involving energy conversion reactions, *Chemical Society Reviews*, 2015, 44, 2060-2086.
- [3] Rufford, Thomas E., et al., Nanoporous carbon electrode from waste coffee beans for high performance supercapacitors, *Electrochemistry Communications*, 2008, 10, 1594-1597.
- [4] Zhao, Peter, et al., Hierarchically porous carbon from waste coffee grounds for high-performance Li-Se batteries, *Electrochimica Acta*, 2019, 325, 134931.

Niesamowity świat nanomateriałów węglowych - dopowane fulereny

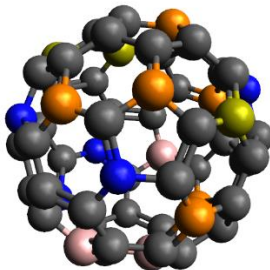
Paweł Binkowski^a, Jerzy P. Łukaszewicz^{a,b}, Piotr Kamedulski^{a,b}

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

^b Uniwersytet Mikołaja Kopernika, ICNT, ul. Wileńska 4, 87-100 Toruń

Dopowanie fulerenów za pomocą heteroatomów takich jak azot, siarka, fosfor oraz bor posiadającymi inną liczbę elektronów walencyjnych może być alternatywą do otrzymywania przewodzących fulerenów poprzez zmianę jego właściwości elektrochemicznych na te przypominające występujące w półprzewodnikach typu p oraz n. Aktualnie proponowane metody wykorzystując pierwiastki metali pośrednich, polimeryzację fulerenów oraz funkcjonalizację za pomocą cyklicznych związków o niezerównoważonych ładunkach [1,2]. Wprowadzenie heteroatomów do struktury fulerenów przy wykorzystaniu metod radiacyjnych, mikrofalowych oraz termicznych w porównaniu do innych proponowanych metod modyfikacji wyróżnia prostota, krótki czas modyfikacji, łatwa skalowalność, niższe koszty otrzymania oraz łatwe oczyszczanie materiału po modyfikacji. W szczególności dotyczy to metody radiacyjnej, w której wykorzystano promieniowanie gamma o energii do 20 kGy [3].

Do charakterystyki zmodyfikowanych materiałów wykorzystano głównie instrumentalne metody takie jak spektroskopia Ramana, XPS, XRD, SEM-EDX oraz UV-VIS. Do obrazowania otrzymanych materiałów wykorzystano mikroskopię elektronową SEM, HR-TEM oraz STEM.



Rys. 1. Hipotetyczny model dopowanego fulerenu C_{60} .

Finansowanie badań z grantu GRANTS4NCUStudents edycja 7 decyzja nr 155/2023/Grants4NCUStudents (P.B.).

Literatura:

- [1] Anusha, T., Bhavani, K. S., Kumar, J. V. S. & Brahman, P. K. (2020). Designing and fabrication of electrochemical nanosensor employing fullerene-C60 and bimetallic nanoparticles composite film for the detection of vitamin D3 in blood samples. *Diamond and Related Materials*, 104.
- [2] Grądzka, Emilia; Wysocka-Żołopa, Monika; Winkler, Krzysztof. Fullerene-based conducting polymers: n-dopable materials for charge storage application. *Advanced Energy Materials*, 2020, 10.40: 2001443.
- [3] Kamedulski, P.; Truszkowski, S.; Łukaszewicz, J.P. Highly Effective Methods of Obtaining N-Doped Graphene by Gamma Irradiation. *Materials* 2020, 13, 4975.

3D struktury grafenowe – czy to mit?

Paula A. Bautista Arcila^a, Paweł Binkowski^b, Julia Pachniewska^b, Sonnur Kurtuluş^b, Aleksandra Ściagała^b, Piotr Madajski^b, Andrzej Olejniczak^b, Piotr Gauden^b, Piotr Kamedulski^{b,c}, Jerzy P. Łukaszewicz^{b,c}

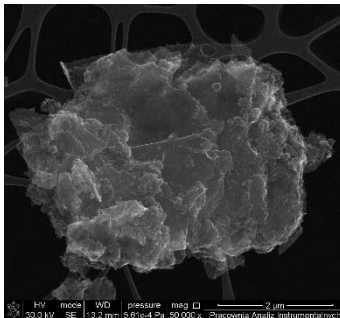
^a Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Wydział Nauk Biologicznych i Weterynaryjnych,
ul. Lwowska 1, 87-100 Toruń;

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

^c *Uniwersytet Mikołaja Kopernika, ICNT, ul. Wileńska 4, 87-100 Toruń*

Grafen to jeden z najbardziej popularnych przedstawicieli materiałów węglowych o unikatowej, uporządkowanej strukturze. Materiał ten wyróżnia wysoka wytrzymałość termiczna, mechaniczna i duża elastyczność co stanowi dodatkowe zalety w zastosowaniach elektrochemicznych [1]. Pojedyncze płatki grafenu nie są stabilne termodynamicznie i mają tendencję do agregacji i powstania struktur warstwowych. Rozwiązaniem jest ich modyfikacja w wyniku adsorpcji fizycznej lub wprowadzania odpowiednich grup funkcyjnych. W pracy podjęto się modyfikacji grafenu poprzez nadanie porowatości temu materiałowi, co skutkowało zmianą również zmianą pola powierzchni.

Do charakterystyki wykorzystano głównie metody instrumentalne takie jak, niskotemperaturowa adsorpcja azotu, spektroskopia Ramana oraz XPS. Do obrazowania otrzymanych materiałów wykorzystano mikroskopię elektronową SEM, HR-TEM oraz SEM/EDX.



Rys. 1. STEM dla otrzymanego 3D grafenu.

P.K. dziękuje Narodowemu Centrum Badań i Rozwoju za wsparcie finansowe badań (projekt umowa nr LIDER13/0303/2022).

Literatura:

- [1] Kamedulski, P., Skorupska, M., Binkowski, P. *et al.*, *Scientific Reports*, 2021, 11, 22054.

To Be Multi-Dimensional OR Not To Be

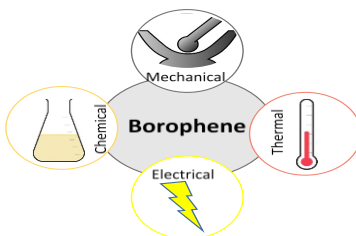
Sonnur Kurtuluş^a, Paweł Binkowski^a, Piotr Gauden^a, Jerzy P. Łukaszewicz^{a,b}, Piotr Kamedulski^{a,b}

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

^b Uniwersytet Mikołaja Kopernika, ICNT, ul. Wileńska 4, 87-100 Toruń

In today's world, where the population is rapidly increasing, the development of materials is the main point for the increasing needs of the social society. The reflection of our increasing basic human needs (energy, clean water, health products) due to increasing population density in the world appears to be the climate crisis. Multidimensional materials would reply to the increasing needs of humanity in every field with their unique properties that make them the materials of the future.

Graphene is a milestone due to its novel properties, such as thermal conductivity, high intrinsic mobility, and high electrical conductivity. The invention of graphene opened the gates of the multidimensional world to researchers [1].



Rys. 1. Borophene synthesis methods.

Synthesis of borophene by mechanical, chemical, thermal, and electrical methods will enable the necessary steps to synthesize multidimensional materials (Fig. 1). Mainly instrumental methods will be used for the characterization of synthesis materials, such as low-temperature nitrogen adsorption, Raman spectroscopy and XPS. SEM, HR-TEM, and SEM/EDX electron microscopy will be used to image the obtained materials.

This work was carried out as a result of the research project agreement no. LIDER13/0303/2022 financed by National Centre for Research and Development.

Literatura:

[1] Z. Xie, B. Zhang, Y. Ge, Y. Zhu, G. Nie, Y.F. Song, C.K. Lim, H. Zhang, P.N. Prasad, Chemistry, Functionalization, and Applications of Recent Monoelemental Two-Dimensional Materials and Their Heterostructures, *Chemical Reviews*, 122, 1127-1207, 2021.

Modyfikacja struktury aminokwasów przy użyciu niskotemperaturowej plazmy (CAP)

Beata Stańczyk^a, Roksana Radłowska^b, Marcin Budny^b, Marek Wiśniewski^a,

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

^b *Synthex Technologies Sp. z o.o., ul. Gagarina 7/134B, 87-100 Toruń*

Nasze codzienne życie wiąże się z plazmą na różne sposoby. Iskra przekakująca między dwoma stykami reprezentuje plazmę związaną z elektrycznym wyładowaniem iskrowym w powietrzu, wyświetlacze plazmowe przyciągnęły uwagę branży ze względu na jakość obrazu, który mogą wytworzyć. Na Ziemi, w warunkach naturalnych, plazma jest raczej rzadkim zjawiskiem, obserwujemy ją jako wyładowania podczas burzy lub zorze polarne, niemniej jednak większość materii we Wszechświecie jest zjonizowana, a zatem znajduje się w stanie plazmy (około 99,9%). Przyczyniają się do tego różne mechanizmy takie jak: jonizacja neutralnych atomów gwiazd ze względu na wysokie temperatury, czy promieniowanie UV.

Aminokwasy są prostymi związkami, będącymi podstawowymi elementami budulcowymi białek, ale też substratami do wielu procesów biochemicznych. Tym samym aminokwasy pośrednio odpowiadają za prawidłowe funkcjonowanie organizmu, ale wszelkie błędy w ich strukturze mogą przyczyniać się do powstawania chorób. Dokładne poznanie i zrozumienie chemicznej modyfikacji aminokwasów mogłoby umożliwić opracowanie nowych biomateriałów, farmaceutyków oraz terapii opartych o białka ze zmodyfikowaną strukturą aminokwasową.

Możliwość takich modyfikacji daje niskotemperaturowa plazma (CAP – Cold Atmospheric Plasma). CAP jest wysoce reaktywnym stanem skupienia materii, składającym się m.in. z naładowanych jonów, elektronów i reaktywnych rodników. Dotychczas zimna plazma znalazła zastosowanie w terapiach przeciwnowotworowych, wspomaganiu gojenia ran, a także dezynfekcji i sterylizacji urządzeń. Obecnie CAP znajduje coraz szersze zastosowanie jako narzędzie modyfikacji aminokwasów.

Celem badania była analiza wpływu zimnej plazmy na strukturę aminokwasów oraz wyjaśnienie podstawowych zasad i mechanizmów zachodzących wówczas reakcji, a także sprawdzenie wpływu czasu ekspozycji na produkty reakcji. Badaniu poddano roztwory wodne czterech aminokwasów (Tyr, Trp, Cys, Pro) w różnych interwałach czasowych. Uzyskane preparaty poddano analizie HPLC-MS, IR-ATR, STEM.

Uzyskane wyniki potwierdziły zdolność niskotemperaturowej plazmy do prostych modyfikacji aminokwasów takich jak utlenianie, nitrowanie czy dimeryzacja, ale również sugerują możliwość chemicznej syntezy bardziej złożonych struktur poliaminokwasowych. Przy odpowiednio dobranych warunkach plazma może stać się potencjalnym narzędziem do syntezy zaawansowanych struktur biochemicznych. Takie rozwiązanie stworzyłoby nowe możliwości w dziedzinach syntezy leków, czy leczenia chorób związanych z niedoczynnością lub zaburzeniami funkcjonowania białek np.: receptorów, enzymów, cząstek sygnalizacyjnych itp.

Literatura:

- [1] Keidar et al. (2019) Plasma Cancer Therapy. Morgan & Claypool Publishers.
- [2] Lopez et al (2020). Biochemistry, Essential Amino Acids. StatPearls.

Wpływ modyfikacji powierzchni stopu tytanu na właściwości fizykochemiczne i biologiczne powłok chitozanowych z dodatkiem nanocząstek cynku

Agata Knabe^a, Michał Bartmański^a, Grzegorz Gajowiec^b, Aleksandra Mielewczyk-Gryń^c, Szymon Mania^d

^a Zakład Technologii Biomateriałów, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Okrętownictwa, Politechnika Gdańska, ul. G. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk;

^b Instytut Technologii Maszyn i Materiałów, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Okrętownictwa, Politechnika Gdańska, ul. G. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk;

^c Zakład Ceramiki, Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej, Politechnika Gdańska, ul. G. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk;

^d Katedra Chemii, Technologii i Biotechnologii Żywności, Wydział Chemiczny, Politechnika Gdańska, ul. G. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk

Rosnące zapotrzebowanie na bezpieczne i skuteczne materiały w inżynierii biomedycznej skutkuje poszukiwaniem zaawansowanych biomateriałów i innowacyjnych modyfikacji powierzchni w celu ulepszenia implantów medycznych. Tytan i jego stopy, dzięki wysokiej wytrzymałości, odporności na korozję, niskiej gęstości oraz biokompatybilności, są najczęściej wybierane do produkcji implantów długotrwałych. [1]. Jednakże są to materiały bioinertne, które nie wykazują aktywności biologicznej, dlatego w celu poprawy osteointegracji stosuje się różne metody modyfikacji powierzchni [2].

Głównym celem badań było wytworzenie ze zmiennymi parametrami powłok chitozanowych z dodatkiem antybakteryjnych nanocząstek cynku i określenie wpływu zmiennych parametrów elektroforetycznego osadzania (EPD) na właściwości fizyczne, chemiczne i biologiczne uzyskanych powłok. Powierzchnię stopu Ti13Zr13Nb poddano procesowi trawienia. Następnie na wytrawionej powierzchni osadzono metodą elektroforetyczną powłoki chitozanowe z dodatkiem nanocząstek cynku. EPD przeprowadzono przy napięciu 15V przez 2 minuty oraz przy 10V przez 3 minuty. Do przygotowania zawiesiny do EPD wykorzystano chitozan o średniej i wysokiej masie cząsteczkowej. W celu charakterystyki otrzymanych powłok zbadano: mikrostrukturę oraz skład chemiczny (SEM+EDS), zwilżalność, odporność korozyjną, wiązania chemiczne (FTIR) oraz właściwości antybakteryjne wobec *Staphylococcus aureus* i *Escherichia coli*.

Analiza mikrostrukturalna dowiodła, iż osadzone powłoki są ciągłe, zaś mapowanie składu chemicznego wykazało, iż nanocząstki cynku, w wyniku reakcji utleniania, przeszły do postaci jonowej. Rozkład jonów cynku jest równomierny w całej powłoce. Wszystkie powłoki uzyskały charakter hydrofilowy, korzystny dla adhezji komórek osteoblastów. Większą odpornością korozyjną cechowały się próbki, gdzie powłoki były osadzane przy wyższym napięciu i krótszym czasie. Nie zaobserwowano niepożądanych pasm absorpcji przy badaniu widm FTIR. Badania biologiczne dowiodły, że osadzone powłoki wykazują właściwości antystatyczne.

Badania finansowane w ramach grantu Radium Learning Through Research Programs nr DEC-3/RADIUM/2023 'Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia Badawcza', Politechnika Gdańska.

Literatura:

- [1] Manjaiah M., Laubscher, R.F.: A Review of the Surface Modifications of Titanium Alloys for Biomedical Applications. *Mater.Tehmol.* 2017, 51, 181–193.
- [2] Kurup A., Dhattrak P., Khasnis N.: Surface modification techniques of titanium and titanium alloys for biomedical dental applications: a review, *Mater. Today Proc.* 39 (2021) 84–90.

SPONSOR GŁÓWNY

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.

Polbionica to jedna z wiodących na rynku polskim firm biotechnologicznych, koncentrująca się na pracy nad rozwojem zaawansowanego zaplecza materiałowego i technologicznego przeznaczonego do rozwoju badań modeli **bionicznych narządów, organoidów** oraz szeroko pojętej **inżynierii tkankowej**. Wypracowane w firmie Polbionica rozwiązania leżą u podstaw flagowego projektu dotyczącego rozwoju druku 3D bionicznej trzustki, będącej niezbitym dowodem świadczącym o wysokiej jakości proponowanych rozwiązań. Naszą misją jest dostarczenie na ogólnodostępny rynek nowoczesnej i wysoce wystandaryzowanej platformy rozwiązań technologicznych, które mogą przyczynić się do zrewolucjonizowania nauki zarówno w zakresie medycyny regeneracyjnej jak i codziennej pracy naukowo-badawczej.

Wychodząc naprzeciw zapotrzebowaniom rynkowym, w murach firmy Polbionica, stworzona została w pełni kompleksowa platforma badawczo-rozwojowa zapewniająca infrastrukturę do prowadzenia badań na każdym etapie zaawansowania. Jesteśmy wiodącą jednostką w opracowywaniu szerokiej gamy podstawowych i innowacyjnych biomateriałów oraz zaawansowanych urządzeń, które w sposób systemowy pozwalają na przygotowanie i hodowlę modeli tkankowych w ściśle kontrolowanych warunkach. Trzonem portfolio produktowego są prekursorzy biotuszków (z serii **TintBionic®**, **clicTintBionic®** oraz **PrinTiss® dECM-PAN**) wytworzone na bazie polimerów pochodzenia naturalnego oraz **unikatowe hybrydowe białka rekombinowane** zawierające **domeny jedwabiu i elastyny** lub **rezyliny i elastyny**, stanowiące doskonałe wsparcie zarówno w tworzeniu trójwymiarowych modeli tkanek i narządów jak i hodowli komórkowej 3D.

W ramach ekosystemu rozwiązań technologicznych w naszej ofercie znajduje się również wyspecjalizowana infrastruktura laboratoryjna, taka jak **Bioreaktor ResearchLine™** czy **lampa UV-Vis (365/405 nm)**, umożliwiające przeprowadzanie badań naukowych na najwyższym poziomie i zapewniające powtarzalne warunki podczas codziennej pracy badawczej. Dążymy do zapewnienia rozwiązań, które wspierają naszych klientów w łatwiejszym osiągnięciu założonych celów, czyniąc prace łatwiejszą i wynosząc ją na zupełnie nowy poziom zaawansowania.

Nasz interdyscyplinarny zespół specjalistów wspólnie tworzy oraz komercjalizuje innowacyjne technologie oraz produkty w taki sposób, aby były one dostępne dla szerokiej gamy odbiorców. Dzięki zaangażowaniu, doświadczeniu i pasji, wspólnie przyczyniamy się do zmieniającego oblicza medycyny, otwierając nowe perspektywy w leczeniu i regeneracji tkanek oraz narządów.

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

- **SPEKTROSKOPIA**

Spektrofotometry UV/VIS, UV/VIS/NIR, UV/VIS(NIR) mikroskopy

Spektrometry CD (ECD, VCD), CPL, ORD, polarymetry, spektrofлуorymetry

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), Przedstawicieli 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, Radwag, 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, ciepłarki, suszarki, łaźnie, termostaty
- Czyszczenie i sterylizacja: dejonizatory, destylatory, autoklawy, myjki, lampy UV, sterylizatory
- Mieszanie i wstrząsanie: mieszałki 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, strzykawki, filtry strzykawkowe, naczynka
- Materiały zużywalne: naczynia szklane i z tworzyw 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!

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 4000 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
Reometrii	Oznaczania gęstości i stężenia	Automatyzacji i robotyzacji
Wielkości cząstek	Wiskozymetrii	Roztwarzania oraz syntezy mikrofalowej
Potencjału zeta	Refraktometrii	Oprządkowania procesowego
Badania twardości i testów zarysowań	Polarymetrii	
Powierzchnii właściwej i wielkości porów	Spektroskopii Ramana	
Analizy rentgenowskiej	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.comwww.anton-paar.com



TORUŃSKA PALARNIA KAWY



SERWIS

Pn.-Pt. 8:00-16:00
☎ +48 515 108 264
✉ serwis@fonte.com.pl
📍 Ul. Na Zapleczu 8
87-100 Toruń

SKLEP KAWIARNIA SZKOLENIA

Pn.-Pt. 10:00 - 18:00
Sob. 11:00 - 16:00
☎ +48 505 959 532
✉ kawiarnia@fonte.com.pl
📍 Ul. Warszawska 4
87-100 Toruń

ZAMÓWIENIA

Pn.-Pt. 8:00-16:00
☎ +48 509 279 985
✉ biuro@fonte.com.pl
📍 Ul. Na Zapleczu 8
87-100 Toruń
tel/fax 56 648 43 33

LPP Equipment Warszawa jest częścią szwajcarskiej Grupy LPP, działającej na terenie 10 państw Europy Wschodniej. Od ponad 20 lat stanowimy łączące ogniwo pomiędzy producentami sprzętu i użytkownikami, dla aplikacji w skali laboratoryjnej, półtechnicznej i produkcyjnej.

Nasza oferta to m.in.:

- [Reaktory ciśnieniowe](#)
- [Laboratoryjne wyparki obrotowe](#)
- [Aparaty do chromatografii \(TLC/HPTLC, Prep./Flash\)](#)
- [Mieszalniki, młynki i homogenizatory](#)
- [Aparaty Kjeldahla](#)
- [Systemy Ekstrakcyjne](#)
- [Analiza NIR / Spektroskopia](#)
- [Liofilizatory](#)
- [Bioreaktory / Fermentory](#)

Naszym klientom oferujemy niezbędną pomoc i wsparcie techniczne przez cały okres użytkowania oferowanych produktów:

- Doradztwo przedsprzedażowe
- Wstępne projekty
- Instalację
- Certyfikaty SAT/IQ/OQ
- Serwis gwarancyjny i pogwarancyjny
- Konserwację oraz modernizację urządzeń

Nasi Partnerzy: Buchi Labortechnik AG, Kinematica, Bachiller, Camag, Gibertini, Bionet, Schedio, Endress & Hauser, Collo, Precisa

Skontaktuj się z nami:

Telefon: +48 22 723 00 96

E-mail: info.pl@lpp-equipment.pl

www.lpp-equipment.pl



SARSTEDT

SARSTEDT Sp. z o.o.
ul. Warszawska 25
05-082 Blizne Łaszczyńskiego
e-mail: info.pl@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®

- Chromatografia: GC, GPC, SEC, SFC, UHPLC, LCxLC(MS), on-line SFE-SFC
- Spektrometria mas: GC-MS(MS), LC-MS(MS), QqQ, Q-TOF, HRMS, DDA/DIA-MS/MS, ambient MS (DPIIMS, DART)
- Analiza biotechnologiczna: MALDI-TOF(ToF), obrazowanie tkanek iMS, identyfikacja mikroorganizmów, roboty do nanoszenia matryc i enzymów
- Analiza węgla organicznego: TOC, TC, TIC
- Spektrofotometria: UV-Vis, FTIR, RF
- Analiza pierwiastkowa: ICP-MS, ICP-OES, AAS
- Analiza powierzchni: XPS, Auger, UPS, ISS
- Analiza wielkości cząstek
- Fluorescencyjna spektrometria rentgenowska z dyspersją energii: EDX
- Obrazowanie i mikroskopia chemiczna: MS, FTIR, XPS, Auger, iMScope, MALDI-TOF-TOF
- Obrazowanie aktywności mózgu: fNIRS
- Przygotowanie próbek: zateżanie, osuszanie: TurboVap, DryVap, ekstrakcja SPE i na dyskach
- Urządzenia do ekstrakcji w stanie nadkrytycznym: SFE
- Oprogramowanie chromatograficzne Quality by Design, Analytical Intelligence, Peak Intelligence, biblioteki widm UV-VIS oraz MS
- Maszyny wytrzymałościowe, twardościomierze, ultraszybkie kamery
- Kolumny i akcesoria chromatograficzne



SHIM-POL A.M. Borzymowski

E. Borzymowska-Reszka, A. Reszka, Spółka Jawna, ul. Lubomirskiego 5, 05-080 Izabelin
tel. 22 20 60 900, e-mail: biuro@shim-pol.pl

www.shim-pol.pl

Spectro-Lab jest wiodącym dostawcą wysokiej jakości wyposażenia laboratoriów badawczych, z ponad 40-letnim doświadczeniem. Reprezentuje uznanych producentów urządzeń laboratoryjnych oraz testowych, oferując urządzenia z zakresu chemii analitycznej, a w tym spektrometry: ASA, ICP-OES, ICP-MS, UV/Vis, FTIR, Ramana, EDXRF, NMR, Nanodrop, terahercowe, fotoluminescencyjne, światłowodowe, spektrofluorymetry, mikroskopy IR, Ramana, UV-Vis-NIR, AFM, analizatory: rtęci, gazów, CHNSO, spektrometry mas, RGA, analizatory plazmy, systemy mikrofalowe do mineralizacji, ekstrakcji i syntezy organicznej.

Oferta Spectro-Lab obejmuje również wysokiej klasy urządzenia do analizy termicznej (DSC, TGA, DMA, TMA, dylatometry, aparatura do badań przewodnictwa cieplnego) i reologii, systemy do charakterystyki powierzchni, w tym porowatości i energii powierzchniowej, analizatory SIMS, TPD.

Spectro-Lab dostarcza również aparaturę do laboratoriów testów materiałów, np. do badań cech pożarowych materiałów, właściwości wytrzymałościowych, odporności na drgania, na warunki transportowe, odporności na warunki środowiskowe, w tym starzenie materiałów w komorach, sprzęt do metalografii, systemy korelacji obrazu DIC.

Spectro-Lab oferuje aparaturę znajdującą zastosowanie w laboratoriach badawczo-naukowych i przemysłowych, min. takich producentów, jak Thermo Scientific, TA Instruments, Edinburgh Instruments, Hiden Analytical, Hiden Isochema, DataPhysics, Oxford Instruments, Avantes, TeraView, Linkam, Milestone, Microtrac, Fire Testing Technology, Columbus, Buehler, MTS, IMV, Coesfeld, Dantec Dynamics, Weiss, Voetsch, Q-Lab.

Dbając o najwyższą jakość świadczonych usług, Spectro-Lab zapewnia doradztwo techniczne, szkolenia, serwis dostarczanych urządzeń.



Technolutions Sp. z o.o. jest dostawcą zaawansowanej aparatury badawczo – pomiarowej, technologii oraz systemów dla firm produkcyjnych i uczelni. Proponowane przez nas produkty znajdują zastosowanie w wielu różnych dziedzinach nauk. Specjalizujemy się w obszarze nanoszenia powłok, modyfikacji powierzchni, mikroskopii świetlnej i profilometrii oraz badań mechanicznych, w tym twardości, odporności na zarysowania czy zużycia. Nasza wiedza i doświadczenie w zakresie inżynierii materiałowej poszerzyły obszar działalności firmy o inżynierię biomedyczną, która jest połączeniem nauk technicznych, medycznych i biologicznych. Nasze cele to udoskonalanie produkcji i obsługi sprzętu medycznego, urządzeń diagnostycznych, oprzyrządowania obrazującego, wyposażenia laboratoryjnego, leków i wyrobów terapeutycznych.

Bioobrazowanie / biopomiary:

- diagnostyka obrazowa
- obrazowanie przetwarzania sygnałów fizjologicznych
- wizualizacja powierzchni i struktury biomateriałów

Biomechanika / biotribologia:

- właściwości mechaniczne tkanek, narządów, układów, protez
- ruch mechaniczny żywych organizmów
- badanie tarcia, zużycia i smarowania, występujących w organizmach żywych

Biopowłoki / bionanomateriały:

- stosowane w inżynierii biomedycznej, ochronie środowiska, w przemyśle medycznym, farmaceutycznym, laboratoryjnym, spożywczym
- powłoki biokompatybilne, barierowe, antybakteryjne, funkcjonalne
- nanoszone na protezy, implanty, narzędzia medyczne, naczynia laboratoryjne, rusztowania komórkowe, nanocząstki
- nanofabrykacja

Aparatura do zastosowań biomedycznych:

- Komory laminarne
- Komory rękawicowe
- Cleanroomy / Cleantenty



UNI-EXPORT
Instruments Polska

**NOWOCZESNE TECHNOLOGIE
POMIAROWE DLA NAUKI I PRZEMYSŁU**



**MIKROSKOPIA
ELEKTRONOWA**



**MIKROTOMOGRFIA
RENTGENOWSKA**



**MIKROSKOPIA
HOLOGRAFICZNA**



**WYSOKOROZDZIELCZE
SYSTEMY OBRAZOWANIA**



**TECHNIKA
PRÓŻNIOWA**



**DETEKCJA
NIESZCZELNOŚCI**



**SPEKTROMETRIA
MASOWA**



**KONTROLA
PRZEPŁYWU**



**ANALIZA PROSZKÓW
I PIANEK**



**ANALIZA MATERIAŁÓW
POROWATYCH**



**ANALIZA KSZTAŁTU
I WIELKOŚCI CZĄSTEK**



**PREPARATYKA
DO SEM**

UNI-EXPORT INSTRUMENTS POLSKA SP. Z O.O.

UL. LUDWIKA KICKIEGO 4A LOK. 50, 04-369 WARSZAWA

+48 22 626 87 86 OFFICE@UNI-EXPORT.COM.PL

WWW.UNI-EXPORT.COM.PL



INDEKS WYKŁADY

Imię i Nazwisko	Nr strony
Andrzej Kotarba	20
Aneta Frączek-Szczypta	19
Justyna Kucińska-Lipka	17
Konrad Kleszczyński	16
Marek Wiśniewski	18

**KOMUNIKATY USTNE
SESJA GŁÓWNA**

Imię i Nazwisko	Nr strony
Adrian Topolski	32
Alicja Tymoszuć	26
Anna Baranowska-Korczyc	22
Beata Kaczmarek-Szczepańska	28
Dariusz Kulus	25
Joanna Kisała	29
Justyna Sawicka	31
Konrad Trzcński	34
Leszek Borkowski	37
Małgorzata Krzyżowska	23
Mariusz Barczak	36
Mariusz Sandomierski	27
Mariusz Szkoda	35
Monika Szefczyk	30
Piotr Gauden	33
Weronika Gonciarz	24

**KOMUNIKATY USTNE
SESJA MŁODYCH**

Imię i Nazwisko	Nr strony
Adrian Pietrzyk	55
Faustyna Stopyra	40
Franciszek Kapla	48
Jagoda Pałczyńska	44
Joanna Szechyńska	43
Kamil Rakowski	52
Karolina Zając	53
Klaudia Snopek	46
Magdalena Górecka	51
Magdalena Twardowska	41
Maryia Khamenka	50
Michalina Rak	56
Michał Sroka	57
Nikoła Kabała	45
Paweł Kowalczyk	39
Piotr Smoleń	54
Weronika Prus-Walendziak	49
Wiktoria Świeboda	47
Żaneta Szymaszek	42

**INDEKS
PLAKATY
SESJA GŁÓWNA**

Imię i Nazwisko	Nr strony
Aleksandra Radtke	59
Alicja Olejnik	62
Balbina Makurat-Kasprolewicz	72
Bożena Rokita	66
Emilia Howska	70
Joanna Skopińska-Wiśniewska	68
Justyna Kozłowska	67
Małgorzata Antkowiak	63
Małgorzata Skorupska	64
Monika Bojko	60
Monika Tuleja	61
Sebastian Przemieniecki	65
Sylwia Rodziewicz-Motowidło	69
Szymon Salagierski	71
Zuzanna Micheńko	73

**INDEKS
PLAKATY
SESJA MŁODYCH**

Imię i Nazwisko	Nr strony
Aleksandra Domke	79
Beata Stańczyk	91
Beata Tim	75
Kornelia Bobrowska	78
Marcel Jakubowski	76
Marta Tuszyńska	77
Mateusz Bartniak	86
Milena Czeszejko	80
Olena Hotsanoha	81
Oliwia Kapusta	84
Patrycja Grabowska	87
Paula Arcila	89
Paweł Binkowski	88
Sonnur Kurtuluş	90
Weronika Nowak	85
Wiktoria Nowakowska	82
Wiktoria Piórkowska	83