



KSIĄŻKA ABSTRAKTÓW

Konferencja naukowa ChemBiŚ

Gdańsk, 7-8 czerwca 2025 r.

KONFERENCJA CHEMIA - BIZNES - ŚRODOWISKO



Uniwersytet
Gdański



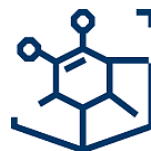
POLITECHNIKA
GDAŃSKA



Uczelnie
Fahrenheita



CHEMIA UG



WYDZIAŁ
CHEMICZNY



Opracowanie redakcyjne:

dr hab. Henryk Myszka, prof. em. UG
mgr Kamil Antoszewski

Projekt okładki:

dr hab. Piotr Storoniak, prof. UG

Obsługa informatyczna konferencji:

dr hab. Agnieszka Chylewska, prof. UG, dr Joanna Drzeżdżon i Julia Dunajska

Osoby współpracujące przy organizacji konferencji:

Aneta Kohnke, Paulina Nowicka, Julia Sarna, Michał Sroczyński,
Marcel Szpott i Natalia Żukowska

Materiały konferencyjne zostały przygotowane na podstawie abstraktów
nadesłanych przez uczestników Konferencji ChemBiŚ.
Organizatorzy konferencji nie ponoszą odpowiedzialności za ich treść.



PATRONAT HONOROWY



Rektor Uniwersytetu Gdańskiego
Prof. dr hab. Piotr Stepnowski



Rektor Politechniki Gdańskiej
Prof. dr hab. inż. Krzysztof Wilde



PATRONAT HONOROWY
REKTOR
GDAŃSKIEGO UNIWERSYTETU MEDYCZNEGO
prof. dr hab. Michał Markuszewski



Dziekan Wydziału Chemii UG
dr hab. Beata Grobelna, prof. UG



Dziekan Wydziału Chemicznego PG
dr hab. inż. Jacek Gębicki, prof. PG



PATRONAT HONOROWY
Dziekan Wydziału Nauk o Zdrowiu
z Instytutem Medycyny Morskiej
i Tropikalnej
prof. dr hab. Przemysław Rutkowski



PATRONAT HONOROWY
Dziekan Wydziału Farmaceutycznego
Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego
prof. dr hab. Magdalena Prokopowicz



Dziekan Wydziału Ekonomicznego UG
dr hab. Wojciech Bizon, prof. UG



Prezes Polskiego Towarzystwa Chemicznego
prof. dr hab. Robert Pietrzak



Prezes
Gdańskiego Towarzystwa Naukowego
prof. dr hab. inż. Jerzy Błazejowski

Przewodnicząca III Wydziału Nauk
Matematyczno-Fizyczno-Chemicznych GTN
prof. dr hab. Ewa Siedlecka



Prezes Oddziału PAN w Gdańsku
prof. dr hab. Grzegorz Węgrzyn



MIECZYŚLAW STRUK
MARSZAŁEK
WOJEWÓDZTWA POMORSKIEGO



Patronat Honorowy
Prezydent
Miasta Gdańska

Sponsorzy



Patronat Medialny



Komitet Naukowy

dr hab. Beata Grobelna, prof. UG – przewodnicząca
dr hab. Joanna Makowska, prof. UG
dr hab. Anna Roszkowska, prof. GUMed
dr hab. inż. Sebastian Demkowicz, prof. PG
dr hab. Artur Giełdoń, prof. UG
dr hab. Piotr Storoniak, prof. UG
dr inż. Agnieszka Fiszka Borzyszkowska
dr inż. Anna Malankowska
dr Paulina Łukaszewicz
dr Marta Orlikowska
mgr Katarzyna Chmur
mgr Kamil Antoszewski

Komitet Organizacyjny

Anita Ćwiklińska – prezes KNBCh - przewodnicząca
dr Joanna Drzeżdżon – opiekun KNBCh - wiceprzewodnicząca
dr Aleksandra Bielicka-Giełdoń – opiekun KNOŚ
dr hab. Agnieszka Chylewska, prof. UG – opiekun NKCh
mgr inż. Marek Chajduk – KNBCh
inż. Wiktor Czyżów – KNBCh
Zofia Kaczmarczyk – KNBCh
Weronika Jankowska – KNOŚ
Weronika Jędrzak – przewodnicząca KNOŚ
Daria Komkowska – KNOŚ
Hanna Bublewicz – NKCh
Julia Dunajska – prezes NKCh
Gabriela Szokalska – NKCh
Amelia Ciskowska – RSS WCh
Aleksandra Perzanowska – RSS WCh
Dominika Rakowska – RSS WCh
Patrycja Wasilewska – SKN KiZChF, WF GUMed
Oliwia Korczak – SKN ZŚiE, WNoZ GUMed
inż. Hubert Kwiatkowski – NKCh SPG
inż. Michał Szymankiewicz – prezes NKCh SPG

Ogólnopolska Konferencja Chemia-Biznes-Środowisko „**ChemBiŚ**” jest organizowana po raz siódmy, jako kontynuacja pięciu wcześniejszych edycji o tematyce łączącej trzy kierunki studiów prowadzone na Wydziale Chemii Uniwersytetu Gdańskiego.

Spotkanie ma na celu integrację środowiska młodych naukowców, przede wszystkim studentów i doktorantów oraz podkreślenie roli chemii, biznesu chemicznego, ochrony środowiska i zdrowia w życiu człowieka. Umożliwi poznanie nowych osób z różnych gałęzi nauk chemicznych, medycznych, ekonomicznych i innych, a także wymianę opinii i poglądów oraz dyskusję młodych naukowców z różnych uczelni w Polsce.

Organizatorami konferencji są trzy studenckie koła naukowe z Wydziału Chemii UG: Koło Naukowe Biznesu Chemicznego (KNBCh), Koło Naukowe Ochrony Środowiska (KNOŚ) i Naukowe Koło Chemików UG (NKCh), dwa koła naukowe z Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego: Studenckie Koło Naukowe Zdrowia Środowiskowego i Epidemiologii (SKNZŚiE) z Wydziału Nauk o Zdrowiu i Studenckie Koło Naukowe przy Katedrze i Zakładzie Chemii Farmaceutycznej z Wydziału Farmaceutycznego oraz koło naukowe z Wydziału Chemicznego Politechniki Gdańskiej: Naukowe Koło Chemików Studentów Politechniki Gdańskiej (NKCh SPG), a także Rada Samorządu Studentów Wydziału Chemii (RSSWCh UG).

VII Konferencja ChemBiŚ'2025 otrzymała finansowe wsparcie od firmy Rafineria Gdańska Sp. z o.o. w Gdańsku, która zarządza jednym z najnowocześniejszych zakładów produkcyjno-processingowych w tej części Europy.

Rafineria Gdańska jest PARTNEREM ZŁOTYM naszego wydarzenia.

Konferencję dofinansował Rektor Uniwersytetu Gdańskiego, Dziekan Wydziału Chemii UG, Dziekan Wydziału Chemicznego Politechniki Gdańskiej a także Dziekan Wydziału Farmaceutycznego Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego, Dziekan Wydziału Ekonomicznego UG oraz Oddział Gdański Polskiego Towarzystwa Chemicznego i Gdańskie Towarzystwo Naukowe.

Również finansowe wsparcie otrzymaliśmy od firmy Euroyachts będącej wiodącym w Polsce dealerem używanych jachtów i łodzi motorowych, zajmującej się również budownictwem domów jednorodzinnych i obiektów wolnostojących jak parki handlowe i biurowe.

*Komitet Organizacyjny
ChemBiŚ-2025*

SPIS TREŚCI

Patronat Honorowy	3
Sponsorzy	4
Patronat Medialny	4
Komitet Naukowy i Komitet Organizacyjny	5

Wykłady

1. Paweł Filipkowski , <i>Politechnika Gdańska</i> Integracja przedsiębiorstw i nauki: wyzwania oraz rezultaty współpracy w zakresie wykorzystania odpadów do produkcji wielofunkcyjnych barwników	13
2. Agnieszka Fiszka Borzyszkowska , <i>Gdański Uniwersytet Medyczny</i> Zmiana klimatu – konsekwencje zdrowotne oraz strategie mitygacji i adaptacji	14
3. Anna Roszkowska , <i>Gdański Uniwersytet Medyczny</i> Nowoczesne rozwiązania analityczne w monitorowaniu farmaceutyków w środowisku i próbkach biologicznych	15
4. Ewa M. Siedlecka , <i>Uniwersytet Gdański</i> Fotokataliza jako skuteczna metoda usuwania leków przeciwnowotworowych z wód	16

Komunikaty ustne - badania własne

5. Monika Binkowska , <i>Uniwersytet Jagielloński</i> Właściwości biologiczne polikationów – badanie oddziaływania na błony komórkowe z wykorzystaniem modelowych membran lipidowych	17
6. Katarzyna Chmur-Wozińska , <i>Uniwersytet Gdański</i> Struktura, właściwości fizykochemiczne oraz aktywność przeciwnowotworowa nowych polikarboksyłanowych związków koordynacyjnych oksowanadu(IV)	18
7. Karolina Koprowska , <i>Uniwersytet Łódzki</i> Zastosowanie nowych fluoroforów pirenowych do znakowania biomolekuł	19
8. Hubert Kwiatkowski , <i>Politechnika Gdańska</i> W poszukiwaniu zależności między strukturą i efektywnością inhibitorów korozji: pochodne benzotriazolu	20
9. Klaudia Lanczewska , <i>Uniwersytet Gdański</i> Współczesne metody detekcji i oznaczania polonu i uranu w środowisku	21
10. Hanna Mahilevich , <i>Uniwersytet Gdański</i> Metronidazole as radiosensitizer – suppressor of endogenous thiol radioprotectors	22
11. Agnieszka Marczyńska , <i>Uniwersytet Mikołaja Kopernika</i> Oddziaływanie modyfikowanych materiałów węglowych z wodą – zjawisko efektu hydrowoltaicznego	23
12. Barbara Matusiewicz , <i>Uniwersytet Gdański</i> Charakterystyka struktur krystalicznych nowych związków oksowanadu(IV)	24

13. Julia Moszczyńska , <i>Uniwersytet Mikołaja Kopernika</i>	
NHaza immobilizowana na włóknach węglowych – biokatalityczna fabryka niacyny	25
14. Karol Niciejewski , <i>Gdański Uniwersytet Medyczny</i>	
Wpływ wybranych czynników otoczenia na samopoczucie i jakość życia	26
15. Marita Samburska , <i>Uniwersytet Mikołaja Kopernika</i>	
Modyfikowane włókna węglowe jako nośnik fazy metaloenzymatycznej	27
16. Michał Sobieraj , <i>Uniwersytet Adama Mickiewicza</i>	
Wirtualne badania przesiewowe w celu identyfikacji nowych inhibitorów PARP	28
17. Magdalena Stasiuk , <i>Uniwersytet Gdański</i>	
Aktywne biologicznie arylosulfonamidy: projektowanie, synteza i analiza fizykochemiczna	29
18. Michał Trojanowski , <i>Gdański Uniwersytet Medyczny</i>	
Analiza zawartości nikotyny i współwystępujących substancji w woreczkach nikotynowych dostępnych na rynku	30
Komunikaty ustne - popularnonaukowe	
19. Wiktoria Bara , <i>Uniwersytet Wrocławski</i>	
Immunoterapia nowotworów: jak działają punkty kontrolne i jak je blokować	31
20. Wiktor Czyżów , <i>Uniwersytet Gdański</i>	
Chemia predykcyjna a realia wdrożenia: wyzwania translacyjne od cząsteczki do rynku	32
21. Szymon Flik , <i>Uniwersytet Gdański</i>	
Patent i wzór użytkowy jako formy ochrony własności intelektualnej	33
22. Rafał Kiejzik , <i>Gdański Uniwersytet Medyczny</i>	
Wykrywanie lotnych związków organicznych - elektroniczny nos jako narzędzie diagnostyczne	34
23. Agata Kozajda , <i>Gdański Uniwersytet Medyczny</i>	
Anticancer Drugs in the Aquatic Environment: Fate and Effects	35
Postery - badania własne	
24. Jan Chodorski , <i>Uniwersytet Gdański</i>	
Porównanie poziomu ekspresji genu kodującego białko zielonej fluorescencji, umieszczonego pod kontrolą promotorów rekombinowanego termofilnego bakteriofaga TP-84	36
25. Robert Cholewa , <i>Uniwersytet Gdański</i>	
Optymalizacja nowej metody ekstrakcji neonikotynoidów z próbek miodu	37
26. Marta Ciborowska , <i>Uniwersytet Gdański</i>	
Optymalizacja procesu syntezy i fizykochemiczna charakterystyka hydrożeli na bazie hialuronianu sodu	38
27. Zofia Ciesińska , <i>Politechnika Gdańska</i>	
Opatrunki hydrożelowe wspomagające regenerację ran oparzeniowych	39
28. Emilia Duchowska , <i>Uniwersytet Łódzki</i>	
Synteza enancjomerycznie czystych pochodnych sukcyneimidu	40

29. Alicja Fedor , <i>Politechnika Gdańska</i>	
Badania zmienności sezonowej poziomu usług ekosystemowych na obszarze Morza Bałtyckiego	41
30. Julia Głowińska , <i>Uniwersytet Łódzki</i>	
Metody niekonwencjonalne w syntezie aminosukcynoimidów	42
31. Eliza Hałas , <i>Politechnika Gdańska</i>	
Ograniczenia i wyzwania technologiczne ogniw typu redox flow na bazie wanadu	43
32. Zuzanna Hinc , <i>Politechnika Gdańska</i>	
Recykling chemiczny PET jako źródło surowców do poliuretanów – ocena właściwości materiałowych	44
33. Julia Jakubaszek , <i>Uniwersytet Łódzki</i>	
Acylowanie pirenu kwasami aminobenzoowymi jako metoda syntezy nowych znaczników fluorescencyjnych	45
34. Mateusz Janiszewski , <i>Politechnika Gdańska</i>	
Ocena wpływu napelnaczy nieorganicznych na wybrane właściwości wydruków wykonanych technologią SLA	46
35. Weronika Jędrzak , <i>Uniwersytet Gdański</i>	
Zastosowanie nanostruktur węglowych do badania efektywności sorpcji oraz katalitycznego rozkładu substancji promieniochronnych	47
36. Aneta Kohnke , <i>Uniwersytet Gdański</i>	
Fotokatalityczna aktywacja PDS w obecności kompozytu $\text{Bi}_2\text{MoO}_6/\text{C}_3\text{N}_4$ pod wpływem światła widzialnego	48
37. Paulina Korpacka , <i>Uniwersytet Łódzki</i>	
Badanie śladowych ilości metali ciężkich w próbkach kosmetycznych	49
38. Monika Kusiak , <i>Uniwersytet Łódzki</i>	
Synteza materiałów redoks na drodze acylowania ferrocenu kwasami amino- i hydroksybezoowymi	50
39. Marta Lamczyk , <i>Uniwersytet Gdański</i>	
Wykrywanie glukozy za pomocą modyfikowanych elektrod nanocząstkami miedzi	51
40. Daria Łada , <i>Uniwersytet Gdański</i>	
Wykorzystanie pochodnych chinolin-2-onu w syntezie koniugatów peptydowych	52
41. Zuzanna Łochocka , <i>Politechnika Gdańska</i>	
Polimerowe rusztowania tkankowe modyfikowane substancją aktywną o właściwościach antyoksydacyjnych	53
42. Wiktoria Marszałkowska , <i>Uniwersytet Gdański</i>	
Elektrody na bazie tuszy przewodzących - otrzymanie i badania elektrochemiczne	54
43. Natasza Masłowska , <i>Uniwersytet Gdański</i>	
Potencjalny radiosensybilizator uszkodzeń DNA – 8-(4-trifluorometylo)benzyloamino-2'-deoksyadenozyna	55

44. Magdalena Mróz , <i>Uniwersytet Łódzki</i>	
Ograniczenia i wyzwania technologiczne ogniw typu redox flow na bazie wanadu	56
45. Lena Naruniec , <i>Politechnika Gdańska</i>	
Nowe podejście do recyklingu PET: właściwości poliuretanów z udziałem produktów glikolizy ...	57
46. Paulina Nowicka , <i>Uniwersytet Gdański</i>	
Nie wszystkie połączenia koordynacyjne kadmu(II) są szkodliwe dla człowieka	58
47. David Pawłowski , <i>Uniwersytet Gdański</i>	
Synteza i analiza amyloidogennych peptydów typu „hot-spot” z białek z rodziny cystatyn	59
48. Kacper Poblócki , <i>Uniwersytet Gdański</i>	
High-throughput experimentation (HTE) for screening of Ni(II) and Co(II) catalytic materials in olefins (co)polymerization process	60
49. Kinga Rumińska , <i>Uniwersytet Gdański</i>	
Uzyskanie rekombinowanego wektora ekspresyjnego, umożliwiającego biosyntezę białka sfGFP w fuzji ze duplikowanym peptydem NZ-bait	61
50. Julia Sarna & Marcel Szpott , <i>Gdański Uniwersytet Medyczny</i>	
Analiza poziomu ketoprofenu w próbkach biologicznych i w wodzie morskiej w oparciu o wydajną metodę ekstrakcji w połączeniu z chromatografią cieczową i tandemową spektrometrią mas	62
51. Mateusz Siemieniuk , <i>Politechnika Gdańska</i>	
Wpływ parametrów procesowych na stopień oczyszczenia biometanu w procesie adsorpcji zmiennociśnieniowej (PSA)	63
52. Krzysztof Sobczyński , <i>Politechnika Gdańska</i>	
Wpływ parametrów procesowych na wydajność oczyszczania biometanu w procesie adsorpcji zmiennociśnieniowej (PSA)	64
53. Michał Sroczyński , <i>Uniwersytet Gdański</i>	
Nowy termofilny bakteriofag vB_GthS_P2.1 z rodziny <i>Siphoviridae</i>	65
54. Julia Stempień , <i>Uniwersytet Łódzki</i>	
Synteza nowych pochodnych ferrocenowych z ugrupowaniem amidowym o potencjalnych nieliniowych właściwościach optycznych	66
55. Natalia Szewczyk , <i>Uniwersytet Gdański</i>	
Złoto i srebro kontra zanieczyszczenia: bimetaliczne nanocząstki Au–Ag jako katalizatory rozkładu barwników organicznych	67
56. Kamila Tokarska , <i>Uniwersytet Łódzki</i>	
Nowe kompleksy metalokarbonylowe o właściwościach antyoksydacyjnych	68
57. Patrycja Wasilewska , <i>Gdański Uniwersytet Medyczny</i>	
Nowoczesne metody analityczne do monitorowania leków przeciwdepresyjnych w próbkach biologicznych i środowiskowych	69
58. Weronika Zaucha , <i>Uniwersytet Gdański</i>	
Synteza oraz badanie właściwości spektralnych i fotofizycznych nowych acetylenowych pochodnych tyrozyny	70

59. Zofia Ziółkowska , <i>Uniwersytet Łódzki</i>	
Nowe hydrazynowe pochodne naftalimidu – synteza i właściwości	71
60. Natalia Żukowska , <i>Uniwersytet Gdański</i>	
Związki koordynacyjne jonów metali z pochodnymi sulfonamidowymi jako oręż do walki z lekoopornością	72
Postery popularnonaukowe	
61. Anita Ćwiklińska , <i>Uniwersytet Gdański</i>	
Poetycka miłość czy chemiczny koktajl, czyli jak chemia pozwala zrozumieć emocjonalne aspekty	73
62. Michalina Jelińska , <i>Uniwersytet Łódzki</i>	
Fluorescencja i jej praktyczne znaczenie	74
63. Martyna Kniaś , <i>Uniwersytet Wrocławski</i>	
Sekret długowieczności kotów – terapia AIM w walce z przewlekłą chorobą nerek	75
64. Dawid Kowalski & Klaudia Kołodyńska , <i>Gdański Uniwersytet Medyczny</i>	
Słodka obietnica, gorzka prawda – ciemna strona analogów GLP-1 w leczeniu otyłości	76
65. Nina Oleśniewicz , <i>Uniwersytet Wrocławski</i>	
Fusy z kawy to nie tylko odpady	77
66. Barbara Olszewska , <i>Uniwersytet Łódzki</i>	
Lepidyliny: potencjał pochodnych azolowych w chemii i przemyśle	78
67. Piotr Smolec , <i>Uniwersytet Wrocławski</i>	
Miedź – toksyczny wróg czy niezbędny mikroelement? Klucz do nowoczesnych terapii przeciwdrobnoustrojowych	79
68. Miłosz Wesółowski , <i>Politechnika Gdańska</i>	
Technologie addytywne w wytwarzaniu form do pras i wtryskarek	80
Lista uczestników	81

Integracja przedsiębiorstw i nauki: wyzwania oraz rezultaty współpracy w zakresie wykorzystania odpadów do produkcji wielofunkcyjnych barwników

Paweł Filipkowski, Adam Molski

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

pawel.filipkowski@pg.edu.pl

Czyli o współpracy przemysłu i nauki w innowacyjnym zagospodarowaniu odpadów.

Współpraca międzysektorowa stanowi klucz do rozwoju innowacji na styku przemysłu spożywczego, biotechnologii oraz ochrony środowiska. Przedstawione studium przypadku dotyczy współpracy trzech „firm”: pierwsza z nich zajmuje się produkcją piekarniczo-cukierniczą, druga jest typową firmą hodowlaną, trzecią jest uczelnia techniczna. Pierwsza miała odpad i laboratoryjne doświadczenia w produkcji specyficznych drożdży zdolnych do biosyntezy kolorowego, specyficznego barwnika. Druga poszukiwała innowacyjnych rozwiązań w zakresie wzbogacania swoich produktów o naturalne związki funkcyjne i poprawę wydajności hodowli. Uczelnia techniczna pełniła rolę pośrednika, zapewniając wsparcie merytoryczne, dostęp do laboratoriów oraz wsparcie w analizie wyników.

Założeniem projektu było opracowanie technologii, która umożliwiałaby przekształcenie odpadów pieczywa w wysokiej jakości surowiec do produkcji drożdży, a następnie izolację barwnika o właściwościach przeciwutleniających, gotowego do zastosowania w produktach spożywczych lub hodowli.

Pomimo braku formalnego sukcesu w postaci podpisanej umowy licencyjnej, współpraca przyniosła istotne korzyści dla wszystkich stron. Każda z firm zyskała cenne doświadczenia i inspirację do dalszego rozwoju własnych technologii i produktów. Uczelnia natomiast umocniła swoją pozycję jako platforma wymiany wiedzy i generator innowacji, wspierając rozwój młodych naukowców, transfer technologii do przemysłu oraz kontakt partnerów biznesowych.

Podziękowania dla Firmy P.H.U. „Rogalik”, P.P.U.H. „Wist” - Marek Lisak (Bielsko-Biała/Wysoka)

Zmiana klimatu – konsekwencje zdrowotne oraz strategie mitygacji i adaptacji

Agnieszka Fiszka Borzyszkowska, Lidia Wolska

Gdański Uniwersytet Medyczny, Wydział Nauk o Zdrowiu z Instytutem Medycyny Morskiej i Tropikalnej, Zakład Toksykologii Środowiska, 80-204 Gdańsk, ul. Dębowa 23 A

agnieszka.fiszka_borzyszkowska@gumed.edu.pl

Zmiana klimatu przyczynia się do wzrostu częstotliwości i intensywności ekstremalnych zjawisk pogodowych, w tym upałów, powodzi, susz i pożarów. Zjawiska te oddziałują na zdrowie człowieka zarówno w sposób bezpośredni – poprzez urazy, zgony i stres cieplny, jak i w sposób pośredni – zwiększając ryzyko chorób zakaźnych oraz sytuacji kryzysowych w zakresie zdrowia. Wzrost temperatur sprzyja nasileniu alergii oraz pogarsza jakość powietrza, co zwiększa ryzyko chorób układu oddechowego i sercowo-naczyniowego. Zmiana klimatu sprzyja rozprzestrzenianiu się chorób przenoszonych przez wektory, w tym boreliozy czy malarii, ponieważ warunki środowiskowe stają się korzystniejsze dla nosicieli tych patogenów nawet na obszarach dotąd dla nich niedostępnych. Niedobory wody pitnej zagrażają higienie i bezpieczeństwu żywnościowemu, prowadząc do niedożywienia oraz wzrostu zachorowań na choroby przenoszone drogą pokarmową. Pożary, nasilające się w wyniku długotrwałej suszy, powodują nie tylko oparzenia i obrażenia, ale również zwiększają ryzyko schorzeń układu oddechowego na skutek ekspozycji na szkodliwe substancje zawarte w dymie.¹ Z kolei powodzie, mogą prowadzić do skażenia wody, szczególnie w regionach o słabo rozwiniętej infrastrukturze sanitarnej. W wyniku pogarszających się warunków życia, ludzie są zmuszeni do migracji klimatycznej, głównie z regionów dotkniętych suszami i konfliktami klimatycznymi. Ponadto należy pamiętać o konsekwencjach dla zdrowia psychicznego, w wyniku doświadczania ekstremalnych katastrof, jak i chronicznego stresu związanego z odczuwalnym wzrostem temperatur i niepewnością środowiskową.²

Dane Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) wskazują na to, że 3,6 miliarda ludzi żyje na obszarach szczególnie narażonych na zmianę klimatu. Prognozy wskazują na to, że w latach 2030-2050 zmiana klimatu spowoduje około 250 000 dodatkowych zgonów rocznie.³

Ochrona zdrowia w kontekście zmiany klimatu wymaga wprowadzania odpowiednich regulacji w zakresie redukcji emisji gazów cieplarnianych, dostosowania systemów opieki zdrowotnej, inwestycji w niskoemisyjną infrastrukturę, czy produkcję żywności w odniesieniu do nowych wyzwań pogodowych. Te rozwiązania mogą przynieść bardzo duże korzyści dla zdrowia. W ramach wykładu omówione zostaną główne cele WHO wobec wyzwań klimatycznych, a są to:

1. Promowanie działań, które zarówno zmniejszają emisję gazów cieplarnianych (mitygacja), jak i poprawiają zdrowie, w tym wspieranie szybkiej i sprawiedliwej transformacji energetycznej,
2. Budowanie odpornych na zmiany klimatu i zrównoważonych ekologicznie systemów opieki zdrowotnej oraz zapewnienie zrównoważonego rozwoju środowiska (adaptacja),
3. Ochrona zdrowia przed szerokim zakresem skutków zmiany klimatu.

¹ Springmann M., Mason-D'Croz D., Robinson S., Garnett T., Godfray HC., Gollin D., i wsp., Global and regional health effects of future food production under climate change: a modelling study, *Lancet*, **2016**, 1937-1946.

² Padhy SK, Sarkar S, Panigrahi M, Paul S. Mental health effects of climate change. *Indian J Occup Environ Med.* **2015**, Jan-Apr 19(1), 3-7.

³ World Health Organization. Climate change and health. **2018**.

Nowoczesne rozwiązania analityczne w monitorowaniu farmaceutyków w środowisku i próbkach biologicznych

Anna Roszkowska

Gdański Uniwersytet Medyczny, Wydział Farmaceutyczny, Katedra i Zakład
Chemii Farmaceutycznej, 80-416 Gdańsk, ul. Hallera 107

anna.roszkowska@gumed.edu.pl

Wzrastająca obecność farmaceutyków – szczególnie antybiotyków, leków działających w ośrodkowym układzie nerwowym czy leków przeciwbólowych – w wodach środowiskowych staje się istotnym problemem ekologicznym. Związki te, w tym ich aktywne metabolity, są trwałe w środowisku wodnym i mogą kumulować się w organizmach morskich, a tym samym przenikać do łańcucha pokarmowego.

Aby skutecznie monitorować obecność tych substancji w złożonych matrycach środowiskowych i biologicznych, niezbędne są nowoczesne techniki analityczne. Jedną z nich jest mikroekstrakcja do fazy stałej (ang. *solid-phase microextraction*, SPME), która rewolucjonizuje sposób wykrywania zanieczyszczeń. W szczególności *in vivo* SPME, dzięki użyciu biokompatybilnych włókien, umożliwia małoinwazyjną, bezpośrednią ekstrakcję związków drobnocząsteczkowych z żywych organizmów, bez konieczności pobierania tkanek.¹

Najnowsze rozwiązania techniki SPME wraz z użyciem zaawansowanych metod instrumentalnych, takich jak spektrometria mas (ang. *mass spectrometry*, MS) znacząco zwiększają czułość i uniwersalność oznaczeń nawet śladowych ilości związków w badanych próbkach.² Narzędzia te wspierają zarówno analizy celowane, jak i niecelowane, co czyni je idealnymi do zastosowań w toksykologii środowiskowej oraz w badaniach z zakresu tzw. ekspozycji.³

SPME umożliwia szybkie i dokładne oznaczanie pozostałości farmaceutyków oraz ich wpływu na procesy biochemiczne w organizmach żywych, co ma szczególne znaczenie w kontekście szerokiego podejścia do monitorowania zanieczyszczeń i ich wpływu na funkcjonowanie organizmu. *In vivo* SPME umożliwia ekstrakcję związków w czasie rzeczywistym oraz wychwytywanie niestabilnych metabolitów, co przyczynia się do głębszego zrozumienia losów leków w środowisku, a także identyfikację unikalnych i zmienionych szlaków metabolicznych związanych z zależnym od czasu i dawki narażeniem na zanieczyszczenia. Zaobserwowane różnice w szlakach sygnałowych mogą prowadzić do identyfikacji specyficznych dla tkanek związków (biomarkerów), które powstają w wyniku zmienionego metabolizmu. Technika *in vivo* SPME może być stosowana w czasie rzeczywistym do monitorowania ekspozycji u organizmów wodnych, jak i w organizmach ludzkich, a także w próbkach środowiskowych.

¹ A. Roszkowska, M. Yu, V. Bessonneau, L. Bragg, M. Servos, J. Pawliszyn, *Environ. Sci. Technol. Lett.*, **2018**, 5, 431-435.

² D. Leszczyńska, A. Hallmann, N. Treder, T. Bączek, A. Roszkowska, *Recent advances in the use of SPME for drug analysis in clinical, toxicological, and forensic medicine studies*, *Talanta*, **2024**, 270, 125613.

³ H. Javanmardi, A. Roszkowska, J. Pawliszyn, *New Microextraction Techniques in Exposome Research: Bridging Environmental Exposures and Human Health*, *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, **2025**, 118284.

Fotokataliza jako skuteczna metoda usuwania leków przeciwnowotworowych z wód

Ewa M. Siedlecka, Aleksandra Bielicka-Giełdoń, Patrycja Wilczewska, Aneta Kohnke

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

ewa.siedlecka@ug.edu.pl

Leki przeciwnowotworowe są substancjami aktywnymi biologicznie, o właściwościach kancerogennych, mutagennych i teratogennych. Dodatkowo są one nieefektywnie usuwane w konwencjonalnych oczyszczalniach ścieków. Zachorowalność na choroby nowotworowe wzrasta, przez co stężenie tych leków w środowisku również wzrasta. Obecność leków zwłaszcza przeciwnowotworowych i ich egzotoksyczność są stosunkowo nowym problemem, który wymaga intensywnych badań nad sposobami oczyszczania i usuwania tej grupy mikrozanieczyszczeń ze środowiska. Szeroka gama stosowanych leków, o zróżnicowanych właściwościach fizykochemicznych (budowa chemiczna, współczynnik podziału oktanol-woda, biodegradowalność, zdolność absorpcji światła, rozpuszczalność w wodzie itp.) utrudniają skuteczne wdrożenie zaawansowanych procesów oczyszczania takich jak np. fotokataliza heterogeniczna.

Fotokatalizatory bizmutowe (BiOX , $\text{Bi}_a\text{O}_b\text{X}_c\text{Y}_d$, gdzie X i Y to atomy halogenów, Bi_2MoO_6 , Bi_2VO_6 , itp.) to materiały o budowie warstwowej, nietoksyczne, stabilne chemicznie i fotochemicznie, często zdolne do pochłaniania promieniowania z zakresu światła widzialnego i stosunkowo niedrogie. Jednak na ich skuteczność ma negatywny wpływ względnie szybka rekombinacja fotogenerowanych nośników ładunków.

W prezentowanej pracy zostanie pokazane bogactwo półprzewodników bizmutowych, absorbujących światło słoneczne jak i widzialne oraz możliwości ich modyfikacji i aplikacji. Modyfikacje mają na celu poprawę separacji fotogenerowanych ładunków, a tym samym poprawę ich efektywności.^{1,2} Zmodyfikowane fotokatalizatory pozwalają na skuteczne usuwanie leków cytostatycznych występujących zarówno w pojedynczych roztworach jak i ich mieszaninach w symulowanych warunkach środowiskowych.³ Omówione zostaną także problemy separacji fotokatalizatora z fazy ciekłej. Wyzwaniem dla fotokatalizy jest również utrzymanie dobrej efektywności procesu w warunkach środowiskowych, czyli w obecności dodatkowej ilości materii organicznej i nieorganicznej naturalnie występującej w ściekach lub wodach powierzchniowych. Fotokataliza w obecności materiałów bizmutowych często prowadzi do rozkładu/utleniania leków, czyli ich transformacji, a w mniejszym stopniu do ich mineralizacji.^{3,4} W związku z tym istotne jest badanie egzotoksyczności ścieków oczyszczonych po procesie fotokatalizy lub/i identyfikacja głównych produktów rozkładu leków.⁵

¹ A. Bielicka-Giełdoń, P. Wilczewska, R. Ślusarz, A.P. Tezryk, P. Parnicka, K. Szczodrowski, J. Ryl, F. Qi, E.M. Siedlecka, *Cat. Scie. & Tech*, **2024**, *14*, 4968-4985.

² A. Bielicka-Giełdoń, P. Wilczewska, M. Paszkiewicz, A. Malankowska, K. Szczodrowski, J. Ryl, E.M. Siedlecka, *Appl. Sufr. Scie.*, **2024**, *663*, 1-14.

³ P. Wilczewska, A.E.N. Ona, A. Bielicka-Giełdoń, A. Malankowska, K. Tabaka, J. Ryl, F. Pniewski, E.M. Siedlecka, *Sep. Purif. Technol.*, **2021**, *254*, 117601.

⁴ E.M. Siedlecka, *Nanophotocatalysis and environmental applications: detoxification and disinfection*, **2020**, Cham, Springer, 87-118.

⁵ E.M. Siedlecka, *Fate and effects of anticancer drugs in the environment*, **2020**, Cham, Springer, 197-219.

Właściwości biologiczne polikationów – badanie oddziaływania na błony komórkowe z wykorzystaniem modelowych membran lipidowych

Monika Binkowska^{1,2}, Kamil Kamiński¹, Katarzyna Hąc-Wydro¹

¹ Uniwersytet Jagielloński, Wydział Chemii, 30-387 Kraków, ul. Gronostajowa 2

² Uniwersytet Jagielloński, Szkoła Doktorska Nauk Ścisłych i Przyrodniczych

monika1.adamczyk@doctoral.uj.edu.pl

Polikationy to makromolekuły o ładunku dodatnim, zawierające ugrupowania aminowe, które nadają im dobrą rozpuszczalność w wodzie oraz właściwości biologiczne, w tym potwierdzoną aktywność przeciwdrobnoustrojową.¹ Ich selektywne oddziaływanie na organizmy żywe może wynikać z różnic w interakcji z membranami biologicznymi. Zrozumienie tej zależności jest kluczowe dla projektowania nowych polikationów o potencjalnym zastosowaniu biomedycznym.²

Przedstawione wyniki koncentrują się na charakterystyce fizykochemicznej wybranych polimerów kationowych oraz analizie ich wpływu na modelowe błony lipidowe. Przeprowadzone badania obejmowały syntezę polimerów kationowych zawierających czwartorzędową aminę oraz pochodne kwasu metakrylowego z aminami o niższej rzędowości. Zastosowane monomery to MAPTAC (chlorek [3-(metakryloamino)propylo]trimetyloamoniowy), zawierający aminę czwartorzędową oraz DMAEMA (metakrylan 2-(dimetyloamino)etylu) z aminą trzeciorzędową. Synteza makromolekuł została zrealizowana z wykorzystaniem polimeryzacji rodnikowej, której czas zoptymalizowano celem uzyskania polimerów o różnych masach cząsteczkowych.³

Oddziaływanie uzyskanych polikationów z błonami biologicznymi analizowano w układach modelowych (monowarstwach Langmuira), co pozwoliło ocenić ich wpływ na organizację i stabilność błon lipidowych. Eksperymenty przeprowadzono zarówno dla układów jedno-, jak i wieloskładnikowych, umożliwiając określenie interakcji między polikationami a lipidami oraz identyfikację tych, których obecność w membranie odgrywa kluczową rolę w aktywności biologicznej badanych związków. Badania prowadzono na modelach odzwierciedlających błony grzybicze, zbudowanych z fosfolipidów POPC i POPE z dodatkiem ergosterolu.

Uzyskane wyniki dostarczają istotnych informacji na temat mechanizmów oddziaływania tych związków z membranami komórkowymi oraz ich potencjalnych zastosowań w biomedycynie, zwłaszcza w kontekście nowych strategii przeciwdrobnoustrojowych.

Projekt częściowo finansowany ze środków Narodowego Centrum Nauki,
Grant Opus nr. UMO- 2021/41/B/NZ7/00274.

¹ M. Skóra, M. Obłozza, M. Tymecka, J. Kalaska, M. Gurgul, K. Kamiński, *Microbiol. Spectr.*, **2023**, 11(3), e00844-23.

² M. Tymecka, K. Hąc-Wydro, M. Obłozza, P. Bonarek, K. Kamiński, *Pharmaceutics*, **2023**, 15(7), 2009.

³ B.D. Monnery, M. Wright, R. Cavill, R. Hoogenboom, S. Shaunak, J.H.G. Steinke, M. Thanou, *Int. J. Pharm.*, **2017**, 521(1-2), 249-258.

Struktura, właściwości fizykochemiczne oraz aktywność przeciwnowotworowa nowych polikarboksyłanowych związków koordynacyjnych oksowanadu(IV)

Katarzyna Chmur-Wozińska¹, Aleksandra Tesmar¹, Katarzyna Kazimierczuk², Jarosław Chojnacki², Artur Sikorski¹, Magdalena Zdrowowicz-Żamojć¹, Iwona Inkielewicz-Stępniać³, Dariusz Wyrzykowski¹

¹ Uniwersytet Gdański, Wydział Chemii, 80-308 Gdańsk, ul. Wita Stwosza 63

² Politechnika Gdańska, Wydział Chemiczny, 80-233, Gdańsk, ul. Narutowicza 11/12

³ Gdański Uniwersytet Medyczny, Wydział Farmaceutyczny, 80-211 Gdańsk, ul. Dębinki 7

katarzyna.chmur@ug.edu.pl

Wanad to powszechnie występujący pierwiastek o liczbie atomowej 23 należący do grupy metali przejściowych.¹ W przemyśle jego związki znajdują zastosowanie jako katalizatory reakcji m.in. utleniania tlenku siarki(IV)² oraz składniki baterii i akumulatorów³. Niektóre ze związków wanadu wykazują właściwości przeciwnowotworowe i przeciwcukrzycowe,⁴ co stanowi obecnie jeden z głównych kierunków badań nad ich zastosowaniem w medycynie. Wykorzystanie związków kompleksowych jako potencjalnych chemioterapeutyków może pozwolić na zredukowanie dawki potrzebnej do osiągnięcia efektu terapeutycznego, co może ograniczyć toksyczne działanie wanadu na organizm.⁵ W badaniach biologicznych, zarówno na liniach komórkowych, jak i na zwierzętach, związki koordynacyjne wykazywały lepszą efektywność w porównaniu do soli prostych.⁶ Poszerzenie wiedzy na temat zależności między aktywnością biologiczną związków koordynacyjnych a ich cechami strukturalnymi może w przyszłości umożliwić projektowanie leków o pożądanym efekcie terapeutycznym oraz ich modyfikowanie w zależności od dalszych potrzeb.

Podczas prezentacji przedstawione zostaną wyniki badań dotyczących syntezy i charakterystyki nowych soli kompleksowych oksowanadu(IV) z N-heterocyklicznymi związkami w roli kationu oraz anionów koordynacyjnych zawierających ligandy polikarboksyłanowe. Omówione zostaną ich cechy strukturalne i trwałość w roztworze wodnym. Dodatkowo przedstawione zostaną wyniki testów cytotoksyczności MTT wybranych związków wobec linii komórek nowotworowych piersi (MDA-MB-231, MCF-7) oraz komórek nowotworowych kości (MG-63).

¹ D. Rehder, *Future Med Chem*, **2016**, 8, 325-338.

² D. Rehder, *Dalton T*, **2013**, 42, 11749.

³ L. Li, S. Kim, W. Wang, M. Vijayakumar, Z. Nie, B. Chen, J. Zhang, G. Xia, J. Hu, G. Graff, J. Liu, Z. Yang, *Adv Energy Mater*, **2011**, 1, 394-400.

⁴ A. Ścibior, Ł. Pietrzyk, Z. Plewa, A. Skiba, *J Trace Elem Med Bio*, **2020**, 61.

⁵ K.H. Thompson, Y. Tsukada, Z. Xu, M. Battell, J.H. McNeill, C. Orvig, *Biol Trace Elem Res*, **2002**, 86, 31-44.

⁶ D.C. Crans, L.R. Henry, G. Cardiff, B.I. Posner, *Met Ions Life Sci*, **2019**, 19, 203-230.

Zastosowanie nowych fluoroforów pirenowych do znakowania biomolekuł

Karolina Koprowska^{1,2}, Anna Maka³, Sylwia Michlewska⁴, Bogna Rudolf¹,
Anna Wrona-Piotrowicz¹

¹ Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii, Katedra Chemii Organicznej,
91-403 Łódź, ul. Tamka 12

² Szkoła Doktorska BioMedChem UŁ i Instytutów PAN w Łodzi,
91-403 Łódź, ul. Banacha 12/16

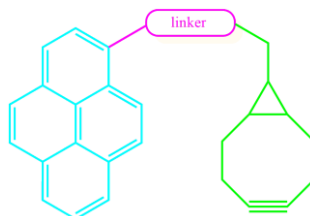
³ Uniwersytet Warszawski, Centrum Nauk Biologiczno-Chemicznych,
02-089 Warszawa, ul. Żwirki i Wigury 101

⁴ Uniwersytet Łódzki, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska,
91-403 Łódź, ul. Banacha 12/16

karolina.koprowska@edu.uni.lodz.pl

Chemia bioortogonalna na przestrzeni ostatnich lat cieszy się ogromnym zainteresowaniem wśród naukowców, co związane jest z możliwością przeprowadzania reakcji bioortogonalnych w warunkach fizjologicznych w sposób bezpieczny dla układu biologicznego. Tego typu modyfikacje znajdują szerokie zastosowanie do znakowania i śledzenia małych cząsteczek w żywych komórkach.¹ Istnieją różne typy znaczników, wśród których na szczególną uwagę zasługują znaczniki fluorescencyjne. Samo działanie tego typu znaczników jest proste, ponieważ ich detekcję i monitoring umożliwiają łatwo dostępne metody spektroskopowe, które charakteryzują się dużą czułością oraz bezpieczeństwem. Ponadto, znakowanie biomolekuł jest szeroko wykorzystywane nie tylko w medycynie, ale i w biologii oraz inżynierii genetycznej m.in.: do identyfikacji biomolekuł za pomocą techniki immunodetekcji, określania lokalizacji białek bądź DNA w komórkach, diagnostyki medycznej oraz podczas projektowania szczepionek czy terapii przeciwnowotworowej.

W niniejszym komunikacie chcemy zaprezentować syntezę, badania fotofizyczne oraz rentgenostrukturalne nowych znaczników fluorescencyjnych opartych na szkielecie pirenu, zawierających jednocześnie fragment cyklooktynu (**Rys. 1.**). Pochodne pirenu ze względu na szereg ciekawych właściwości fotofizycznych oraz duże możliwości modyfikacji tego układu, coraz częściej znajdują zastosowanie do znakowania biomolekuł i bioimagingu.² Zastosowane fluorofory pirenowe zawierające fragment cyklooktynowy tworzą znaczniki luminescencyjne o zróżnicowanych właściwościach fotofizycznych. Znaczniki te mogą być wykorzystane do modyfikacji białek na drodze reakcji bioortogonalnych, a następnie przebadane pod kątem zastosowania jako znaczniki komórek *in vivo*.



Rys. 1. Znaczniki luminescencyjne oparte na szkielecie pirenu, zawierające fragment cyklooktynu.

Badania sfinansowane w ramach projektu IDUB NR 4/DGB/2022.
Podziękowania dla Naukowego Koła Chemii Kosmetycznej Uniwersytetu Łódzkiego.

¹ X. Li, Z. Liua, S. Dong, *RSC Adv.*, **2017**, 7, 44470-44473.

² K. Ayyavoo, P. Velusamy, *New J. Chem.*, **2021**, 45, 10997-11017.

W poszukiwaniu zależności między strukturą i efektywnością inhibitorów korozji: pochodne benzotriazolu

Hubert Kwiatkowski, Stefan Krakowiak, Paweł Ślepski

Politechnika Gdańska, Wydział Chemiczny i Centrum Materiałów Przyszłości,
80-233 Gdańsk, ul. Narutowicza 11/12

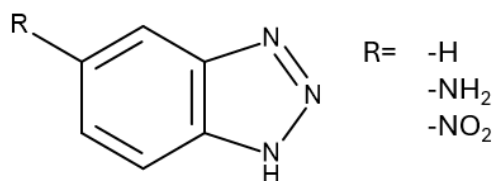
s189130@student.pg.edu.pl

Z uwagi na zagrożenia, które niesie za sobą korozja metali, konieczne jest stosowanie metod prowadzących do obniżenia jej szybkości. Można to osiągnąć m.in. przez dodatek inhibitora korozji do medium mającego kontakt z elementem metalowym. W dobie rosnącej świadomości dotyczącej wpływu stosowanych w przemyśle chemikaliów na środowisko, poszukiwanie nowych, możliwie nieszkodliwych związków chemicznych i substancji o właściwościach antykorozyjnych stało się obiektem zainteresowania naukowców i inżynierów.¹ Z tego punktu widzenia niezwykle cenna jest wiedza dotycząca zależności między strukturą i efektywnością inhibitorów korozji.

Celem omawianych badań jest ocena wpływu obecności podstawnika elektronodonorowego ($-NH_2$) oraz elektroakceptorowego ($-NO_2$) w pierścieniu aromatycznym na efektywność pochodnych benzotriazolu (rys. 1.) jako inhibitorów korozji miedzi w środowisku syntetycznej wody morskiej.

W prezentacji przedstawiono ideę wykorzystania niestacjonarnego pomiaru impedancyjnego do wyznaczenia zależności efektywności inhibitora od jego stężenia w roztworze. Następnie omówione zostały wyniki uzyskane tą metodą dla wszystkich trzech badanych inhibitorów. Wykazano, że wprowadzenie grupy aminowej do cząsteczki benzotriazolu skutkuje poprawą właściwości antykorozyjnych względem związku niepodstawionego, zaś pochodna nitrowa wykazuje niższą efektywność. Na podstawie otrzymanych izoterm adsorpcji wyznaczone zostały standardowe entalpie swobodne adsorpcji inhibitorów na powierzchni metalu. Ponadto, skorelowano efektywność badanych związków z parametrami elektronowymi ich cząsteczek.

Przedstawione badania dowiodły, iż w pewnych przypadkach możliwe jest wyjaśnienie obserwowanych doświadczalnie różnic w efektywności inhibitorów korozji na podstawie porównania ich struktury elektronowej.



Rys. 1. Uogólniony wzór strukturalny badanych inhibitorów korozji.

Badania zostały sfinansowane przez Politechnikę Gdańską w ramach grantu nr DEC-35/1/2024/IDUB/III.4c/Tc „TECHNETIUM”- Inicjatywa Doskonałości - Uczelnia Badawcza

¹ M.A. Ahmed, S. Amin, A.A. Mohamed, *RSC Adv*, **2024**, *14*, 31877-31920.

Współczesne metody detekcji i oznaczania polonu i uranu w środowisku

Klaudia Lanczewska, Alicja Boryło

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

klaudia.lanczewska@ug.edu.pl

Oznaczanie polonu (Po) i uranu (U) w próbkach środowiskowych wymaga zastosowania zaawansowanych technik analitycznych, ze względu na ich niskie stężenia oraz interferencje matrycowe. W pracy przedstawiono metodykę przygotowania próbek, obejmującą mineralizację (mokrą i suchą), separację jonową oraz procedury zateżniania analitów.

Do analizy polonu zastosowano spektrometrię alfa z osadzaniem Po na dyskach srebrnych oraz scyntylicyjną spektrometrię ciekłą (LSC). Oznaczanie uranu przeprowadzono metodą ICP-MS, uwzględniając wpływ efektów matrycowych oraz techniki redukcji interferencji, takie jak korekcja izotopowa i zastosowanie gazów reaktywnych. Przedstawiono również chromatograficzne metody separacji, w tym ekstrakcję ciecz-ciecz oraz chromatografię jonowymienną, umożliwiające izolację analitów i eliminację zakłóceń.

Analiza porównawcza metod wskazuje na kluczowe aspekty ich zastosowania: spektrometria alfa zapewnia wysoką selektywność dla Po, ale wymaga długotrwałej preparatyki, ICP-MS umożliwia szybkie i czułe oznaczanie U na poziomie ppt, natomiast LSC wybiera się dla próbek o wyższej aktywności Po-210. Optymalizacja procedur separacyjnych oraz redukcja interferencji są kluczowe dla poprawy precyzji i czułości pomiarów.^{1,2,3}

Autorzy pragną podziękować Ministerstwu Nauki i Szkolnictwa Wyższego za wsparcie finansowe tej pracy poprzez dotację DS-531-T030-D745-25.

¹ Pérez Sánchez D., Martín Sánchez A., Jurado Vargas M., " 210Pb and 210Po determination in environmental samples using liquid scintillation counting and alpha spectrometry.", *Czechoslovak Journal of Physics*, **2003**, 53(1), A25-A30.

² Zhou L., Wang R., Ren H., Wang P., Cao Y., *Molecules*, **2023**, 28(17), 6268.

³ Magara M., Sakakibara T., Kurosawa S., Takahashi M., Sakurai S., Hanzawa Y., Usuda S., Isotope ratio measurement of uranium in safeguards environmental samples by inductively-coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS), *Journal of nuclear science and technology*, **2002**, 39(4), 308-311.

Metronidazole as radiosensitizer – suppressor of endogenous thiol radioprotectors

Hanna Mahilevich, Lidia Chomicz-Mańka

University of Gdańsk, Faculty of Chemistry, 80-308, Gdańsk, Wita Stwosza 63

h.mahilevich.903@studms.ug.edu.pl

Hypoxia of cancer cells is a great obstacle in radiotherapy. This state in tumours, in which concentration of oxygen is low, makes cancer cells up to 3 times more radioresistant than the normoxic healthy cells and thus, makes radiotherapy less effective. To deal with hypoxia in cancer tissue, radiosensitizers can be used. Radiosensitizers are compounds which sensitize cancer cells to irradiation used in radiotherapy. One of the group of radiosensitizers are nitroimidazoles – suggested to act as hypoxia targeting oxygen mimetics. Simple example of nitroimidazole derivative is metronidazole (Fig. 1).

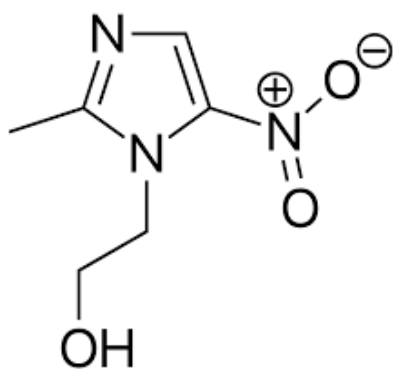


Fig. 1. Structure of metronidazole.

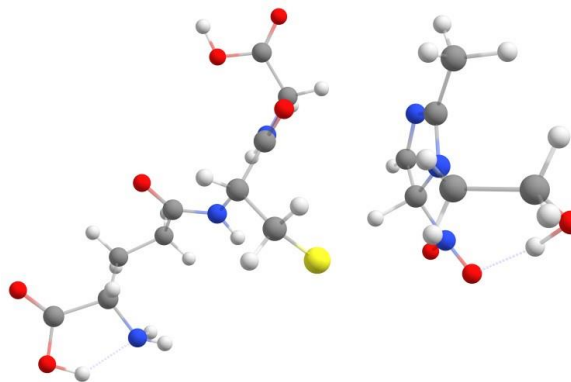


Fig. 2. 3D-structure of metronidazole-glutathione complex.

Besides being used as an antibiotic, metronidazole claimed to have radiosensitizing properties, however, its mechanism of action is still unclear. There are two mechanisms, which may explain the way of action of metronidazole and its derivatives, proposed: hydroxyl radical-based¹ and electron-based² mechanisms.

In the current project we suggest that the radiosensitizing properties of metronidazole may be bounded with its reaction with endogenous radioprotective thiols: glutathione, cysteine and cysteamine. Suppressing the natural radioprotectors may explain the increased efficacy of radiotherapy supported with nitroimidazoles.

The mechanism of action of metronidazole was studied quantum chemically, with the use of the density functional theory, at B3LYP/6-31++G(d,p) level, in PCM model water solution.

¹ M.M.M. Bamatraf, P. O'Neill, B.S. M. Rao, *Redox Dependence of the Rate of Interaction of Hydroxyl Radical Adducts of DNA Nucleobases with Oxidants: Consequences for DNA Strand Breakage*, *J. Am. Chem. Soc.*, **1998**, *120*, 11852-11857.

² D.I. Edwards, *Nitroimidazole drugs – action and resistance mechanisms*, *J Antimicrob Chemother*, **1993**, *31*, 9-20.

Oddziaływanie modyfikowanych materiałów węglowych z wodą – zjawisko efektu hydrowoltaicznego

Agnieszka Marczyńska, Marek Wiśniewski

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

317313@stud.umk.pl

Słodka woda stanowi mniej niż 3% całkowitych zasobów wodnych planety, z czego większość znajduje się w lodowcach. Ta niewielka ilość wody jest wciąż degradowana przez zanieczyszczenia różnego pochodzenia. Nie możemy zwiększyć naszych zasobów wodnych. Jedynym rozwiązaniem jest oczyszczanie i ponowne wykorzystanie wody. Z drugiej strony, przy rosnącym w alarmującym tempie globalnym zapotrzebowaniu na energię, obecnie wykorzystywane odnawialne źródła energii, takie jak energia wodna, wiatrowa czy słoneczna, nie są w stanie pokryć globalnego zapotrzebowania. Zjawisko efektu hydrowoltaicznego może stanowić rozwiązanie dla obu tych palących problemów.

Zjawisko efektu hydrowoltaicznego polega na generowaniu energii elektrycznej w wyniku oddziaływania materiału spolaryzowanego powierzchniowo z wodą. Gdy powierzchnia ciała stałego jest w kontakcie z wodą, na jego powierzchni tworzy się podwójna warstwa elektryczna (EDL). Charakter i rozmiar EDL zależy od charakteru i siły oddziaływań cząsteczek wody z powierzchniowymi grupami funkcyjnymi. Woda przepływająca w wyniku efektu kapilarnego wzdłuż dwóch różnych podłoży, powoduje różnice w potencjale chemicznym, a w konsekwencji tworzenie się przeciwnie naładowanych elektrod.¹

W badaniach wykorzystano modyfikowane powierzchniowo i desorbowane włókna węglowe. Zmierzono adsorpcję błękitu metylenowego przez samo włókno węglowe oraz włókno wspomaganie efektem hydrowoltaicznym. Odnotowano wzrost zdolności adsorpcyjnej włókna węglowego dzięki efektowi hydrowoltaicznemu oraz zwiększenie efektu hydrowoltaicznego dla włókien o bardziej utlenionej powierzchni.

Wyniki są bardzo obiecujące w kontekście praktycznego zastosowania efektu hydrowoltaicznego do oczyszczania wody oraz wytwarzania energii elektrycznej. Proces nie emituje CO₂ i nie wymaga dodatkowych nakładów energii, dzięki czemu jest przyjazny dla środowiska.

¹ R. Kumar, G. Kay, G. Beaton, G. Liu, K. Stamplecoskie, *ACS. Appl. Mater Interfaces*, **2023**, 15, 7511-7517.

Charakterystyka struktur krystalicznych nowych związków oksowanadu(IV)

Barbara Matusiewicz, Aleksandra Tesmar

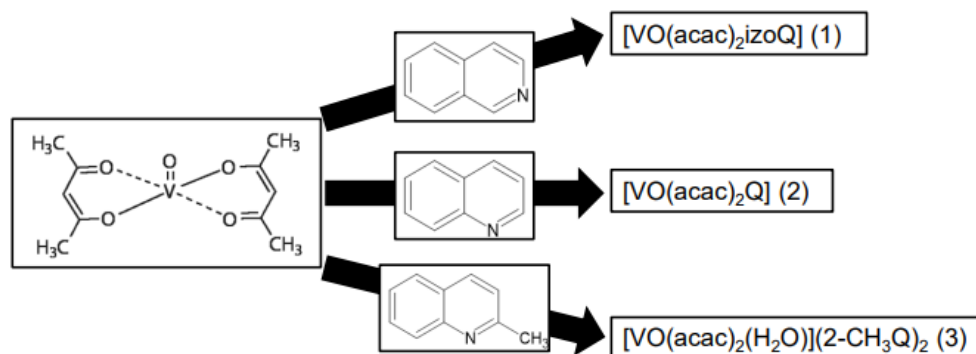
Uniwersytet Gdański, Wydział Chemii, 80-308 Gdańsk, ul. Wita Stwosza 63

b.matusiewicz.830@studms.ug.edu.pl

Acetyloacetonian oksowanadu(IV) to najprostszy pod względem budowy związek kompleksowy wanadu(IV), należący do grupy metaloorganicznych chelatów. Do jonu oksowanadanowego(IV), będącego centrum koordynacji, przyłączone są dwa ligandy acetyloacetonianowe. Związek przyjmuje geometrię piramidy o podstawie kwadratu, w której wiązanie V=O jest skierowane w kierunku wierzchołka piramidy. VO(acac)₂ występuje w postaci ciemnozielonych kryształów, charakteryzuje się dobrą rozpuszczalnością w rozpuszczalnikach organicznych, takich jak chloroform, eter dietylowy czy benzen. Wykazuje wysoką stabilność termiczną oraz chemiczną i z tego względu jest stosowany w badaniach katalitycznych oraz w syntezie nowych związków kompleksowych.¹

VO(acac)₂ wykazuje także aktywność biologiczną, polegającą na stymulacji fosforylacji kinazy białkowej B (PKB) oraz kinazy syntezy glikogenu (GSK-3). Dzięki temu można go zaliczyć do związków kandydujących do roli mimetyków insuliny mogących znaleźć zastosowanie w leczeniu objawów klinicznych cukrzycy.²

W prezentowanym komunikacie przedstawiono wyniki badań dotyczących sposobów syntezy nowych addycyjnych związków kompleksowych acetyloacetonianu oksowanadu(IV) z izochinoliną (izoQ), chinoliną (Q) oraz 2-metylocholiną (2-CH₃Q), o wzorach ogólnych [VO(acac)₂izoQ] (**1**), [VO(acac)₂Q] (**2**) oraz [VO(acac)₂(H₂O)](2-CH₃Q)₂ (**3**) (Rysunek 1). Ponadto, na podstawie wyników pomiarów rentgenograficznych monokryształów opisano struktury krystaliczne otrzymanych połączeń.



Rysunek 1. Schemat syntezy związków kompleksowych acetyloacetonianu oksowanadu(IV) z: (1) izochinoliną; (2) chinoliną; (3) 2-metylocholiną.

¹ W. Conrad Fernelius, Burl E. Bryant, *Inorganic Syntheses*, **1957**, 5, 113-116.

² G. Anna, *Open Life Sciences*, **2006**, 1(3), 314-332.

NHaza immobilizowana na włóknach węglowych – biokatalityczna fabryka niacyny

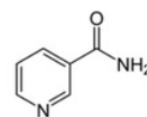
Julia Moszczyńska, Marek Wiśniewski

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

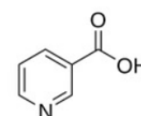
jmoszczyńska01@gmail.com

Dynamiczny rozwój obecny niemal w każdym aspekcie życia przynosi wiele korzyści. Dzięki nowoczesnej medycynie żyjemy coraz dłużej w wygodzie i dostatku. Jednakże, istnieje również druga strona medalu, reprezentowana w tym przypadku przez degradację środowiska i wzrost zachorowań na choroby cywilizacyjne. Jednym z ogromnych problemów współczesnego społeczeństwa jest coraz większa zapadalność na zaburzenia odżywiania, których przyczyną jest zła dieta, bardzo łatwa dostępność do wysoko przetworzonej żywności oraz gloryfikacja skrajnie szczupłej sylwetki. Groźnym skutkiem tego rodzaju chorób są niedobory witamin, a w konsekwencji liczne zaburzenia funkcjonowania organizmu.

Do prawidłowego działania ciało ludzkie potrzebuje wielu składników dostarczanych codziennie w odpowiedniej ilości. Z pośród witamin, tą potrzebną w największej ilości jest witamina B3 nazywana również niacyną. Z chemicznego punktu widzenia obejmuje ona dwa związki: nikotynamid i kwas nikotynowy. Niacyna pełni wiele kluczowych funkcji: bierze udział w przemianach biochemicznych, reguluje pracę układu nerwowego i poziom cholesterolu. Niestety w dzisiejszych czasach zdrowa i dobrze zbilansowana dieta często jest zastępowana suplementami, dającymi jedynie iluzję

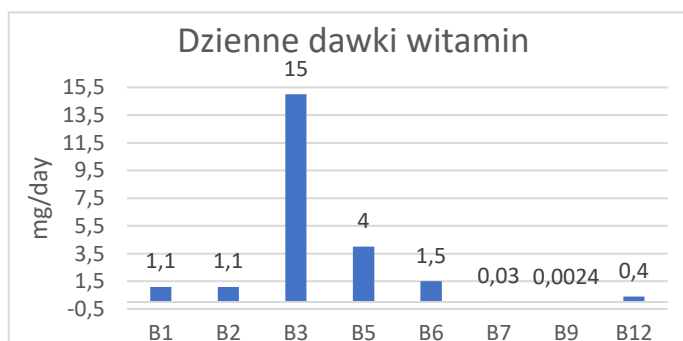


Nikotynamid



Kwas nikotynowy

Rys. 1. Wzory strukturalne niacyny.



Rys. 2. Dobowe zapotrzebowanie witamin z grupy B.

zdrowego stylu życia. Generuje to wzrost zainteresowania wydajnymi i ekonomicznymi metodami produkcji witamin. Jednakże, pomimo tak dużego dziennego zapotrzebowania na niacynę jest ona jedną z najrzadziej opisywanych w literaturze witamin dlatego ten temat jest tak istotny.

Obecnie wykorzystywane laboratoryjnie metody syntezy nie pozwalają na produkcję niacyny na dużą skalę. Przemysłowe są natomiast nie ekologiczne i powodują emisję gazów cieplarnianych, takich jak N_2O do atmosfery. Nadzieje na przyszłość daje rozwój metod biotechnologicznych czyli zastosowanie m. in. enzymów do syntezy witamin. Niacynę można otrzymywać przy użyciu hydratazy nitylowej (NHazy), oraz nitylasy. Reakcje enzymatyczne wiążą się jednak z utratą aktywności i brakiem stabilności. Rozwiązaniem tego problemu jest ich immobilizacja na stałych nośnikach. Dzięki temu enzym może być wykorzystany wielokrotnie.

Przeprowadzone badania polegały na modyfikacji włókien węglowych w celu jak najskuteczniejszej adsorpcji NHazy. W późniejszym etapie zbadano aktywność immobilizowanego enzymu w reakcji hydratacji nikotynonitrylu do nikotynamidu. Izotermy adsorpcji pozwalają stwierdzić, że NHaza najlepiej adsorbuje się na materiale o utlenionej powierzchni. Dodatkowo udowodniono, że immobilizowany enzym zachowuje aktywność nawet przez 10 cykli reakcyjnych.

Wpływ wybranych czynników otoczenia na samopoczucie i jakość życia

Karol Niciejewski, Maciej Tankiewicz

Gdański Uniwersytet Medyczny, Wydział Nauk o Zdrowiu,
80-204 Gdańsk, ul. Dębowa 23A

k.niciejewski@gumed.edu.pl

Współcześnie człowiek spędza większość czasu wewnątrz pomieszczeń. Dodatkowo, w konsekwencji epidemii COVID-19, zmianie uległ kodeks pracy, który unormował możliwość świadczenia pracy również zdalnie z domu. Spowodowało to, że jeszcze więcej czasu spędzamy w pomieszczeniach. Liczba czynników, które wpływają na jakość życia każdego człowieka jest ogromna. Nie ulega wątpliwości, że wszystkie one oddziałują na jednostkę razem, powodując, że jest to bardzo złożony problem. Coraz więcej naukowców bada kolejne potencjalne czynniki, mimo że konkretnych norm dalej brak. Potencjalne zagrożenia związane z obecnością mikroorganizmów w kurzu, stanem powietrza wewnętrznego, hałasem czy zanieczyszczeniem światłem, ale także umiejętności ich zauważania dookoła siebie to sygnał do działania, do prowadzenia dalszych badań aby zapewnić wszystkim ludziom odpowiednie warunki życia i uświadamiać im jak bardzo jest to ważne, bo korzyści zdrowotne są niepodważalne.

Celem niniejszej pracy było dokonanie oceny jakości powietrza wewnętrznego pod kątem jonów ujemnych i zapylenia oraz oceny chemicznej i mikrobiologicznej kurzu i pyłu zebranego z pomieszczeń w budynku mieszkalnym w Gdańsku. Przeprowadzone badania wykazały obecność licznych czynników, które mogą wpływać niekorzystnie na zdrowie użytkowników.

Modyfikowane włókna węglowe jako nośnik fazy metaloenzymatycznej

Marita Samburska, Marek Wiśniewski

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

samburskamarita@gmail.com

Metaloenzymy są skutecznymi katalizatorami pod względem aktywności i selektywności. Miejsce aktywne stanowi metal, którego rodzaj ma wpływ na właściwości katalityczne enzymu, głównie ze względu na indukowane efekty strukturalne. Jednym z metaloenzymów jest alkaliczna fosfataza, która w centrum metalicznym zawiera jony Zn(II) i Mg(II). Enzym ten katalizuje reakcje hydrolizy mono-estrów fosforanowych różnych substratów organicznych. Stanowi on modelowy enzym do badań immobilizacji enzymów na włóknach węglowych.

Adsorpcja białek na powierzchni włókien węglowych zależy od obecności grup powierzchniowych oraz ładunku włókien. Zmiana tych właściwości daje możliwość kontrolowania oddziaływań układu adsorbent (nośnik) – adsorbat (enzym). Układ enzym-nośnik, w którym enzym zachowuje aktywność i stabilność można zastosować do utworzenia stabilnej, wydajnej i wielokrotnego użytku platformy biokatalitycznej.

Celem niniejszych badań była ocena stabilności alkalicznej fosfatazy zaadsorbowanej na modyfikowanych włóknach węglowych. Proces modyfikacji obejmował utlenianie włókien w kwasie azotowym(V) lub karbonizację w obecności gazu obojętnego. Stabilność enzymu analizowano na podstawie szeregu reakcji z *p*-nitrofenylofosforanem.

Wirtualne badania przesiewowe w celu identyfikacji nowych inhibitorów PARP

Michał Sobieraj, Tomasz Siodła

Uniwersytet Adama Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Chemii,
61-712 Poznań, Wieniawskiego 1

michal.sobieraj.off@gmail.com

Kobiety z mutacją genu BRCA1 mają szacowane ryzyko zachorowania na raka piersi w ciągu życia na poziomie od 50 do 85%, a ryzyko rozwoju raka jajnika wynosi od 40 do 60%.¹ Statystyki te podkreślają konieczność opracowywania spersonalizowanych terapii, w tym inhibitorów PARP, które wykorzystują mechanizm syntetycznej letalności w komórkach z defektami naprawy DNA. Pomimo udowodnionej skuteczności obecnie dostępnych leków, takich jak olaparyb, pacjenci wciąż borykają się z licznymi skutkami ubocznymi. Ich liczba mogłaby zostać ograniczona poprzez odkrywanie nowych związków o działaniu przeciwnowotworowym, opartych na mechanizmie inhibicji polimerazy poli(ADP-rybozy) – PARP. W ramach projektu zastosowano podejście *in silico*, łączące zaawansowane narzędzia chemoinformatyczne. Proces rozpoczęto od generowania analogów olaparybu, zaprojektowanych przy użyciu algorytmu mutacji strukturalnych CReM.² Następnie, z wykorzystaniem oprogramowania ADMET-ai,³ obliczono deskryptory, które umożliwiły odrzucenie struktur o niekorzystnych właściwościach farmakokinetycznych. Na podstawie dostępnych krystalicznych struktur kompleksów PARP1 z inhibitorami obecnymi na rynku wygenerowano również trójwymiarowe modele farmakoforów. Modele te uwzględniały kluczowe interakcje, takie jak wiązania wodorowe, oddziaływania hydrofobowe oraz interakcje pierścieni aromatycznych. Kolejnym etapem badań było przeprowadzenie dokowania molekularnego oraz symulacji dynamiki molekularnej, które pozwoliły zweryfikować stabilność kompleksów białko-ligand.

Praca finansowana ze środków ID-UB w ramach konkursu Study&Research
nr. 5a32036d-440d-4362-834c-cdae5efe1b11 (134/34/UAM/0035)

Podziękowania dla infrastruktury PLGrid (Centrum Komputerów Dużej Mocy: ACK Cyfronet AGH)
za udostępnienie zasobów obliczeniowych oraz wsparcie w ramach grantu obliczeniowego
nr PLG/2025/018241

Pragnę wyrazić moją głęboką wdzięczność mojej siostrze Karolinie Sobieraj, która jako prezeska Fundacji Świadomi Życia z pełnym oddaniem wspiera kobiety zmagające się z nowotworami.

¹ P. Pourmasoumi, A. Moradi, M. Bayat, *Reprod. Sci.*, **2024**, *31*, 3624-3634.

² P. Polishchuk, *J Cheminform*, **2020**, *12*, 28.

³ K. Swanson, P. Walther, J. Leitz, S. Mukherjee, J.C. Wu, R.V. Shivnaraine, J. Zou, *Bioinformatics*, **2024**, *40*, btae416.

Aktywne biologicznie arylosulfonamidy: projektowanie, synteza i analiza fizykochemiczna

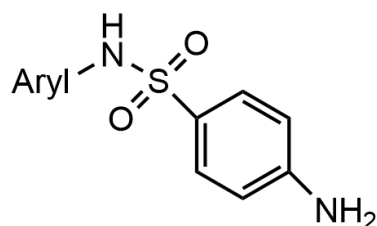
Magdalena Stasiuk, Mariusz Makowski

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

magdalena.stasiuk@phdstud.ug.edu.pl

Wiedza na temat sposobu oddziaływania farmakoforów z biomolekułami stanowi cenną informację niezbędną w toku projektowania farmaceutyków. Jednym z najczęściej analizowanych celów biochemicznych jest kwas deoksyrybonukleinowy. W zależności od specyfiki cząsteczki może ona w różny sposób oddziaływać z podwójną helisą. Jednym z możliwych sposobów takie oddziaływania jest interkalacja, która polega na wnikanii płaskiej cząsteczki (zwykle aromatycznej) między pary zasad azotowych w podwójnej helisie DNA. Proces ten zaburza strukturę helisy, co może wpływać na jej replikację i transkrypcję. Interkalatory są z reguły związkami płaskimi, zawierającymi w swojej budowie układ pierścieni aromatycznych (lub heteroaromatycznych). Powstający addukt ligand interkalujący-DNA skutkuje zmianami w trzeciorzędowej strukturze DNA, rozkręceniem podwójnej helisy czy wydłużeniem odległości pomiędzy sąsiadującymi parami zasad.¹

Celem przedstawionych badań jest projektowanie, synteza oraz analiza fizykochemiczna arylosulfonamidów (rys. 1). Otrzymane wstępne rezultaty przeprowadzonych eksperymentów umożliwią odpowiednie dopasowanie warunków dalszych badań pozwalających poznać ich właściwości biologiczne i interkalujące.



Rys 1. Wzór ogólny arylosulfonamidów (Aryl - odpowiedni podstawnik aryłowy).

Sulfonamidy są często stosowanymi substancjami czynnymi leków w kuracji chorób bakteryjnych czy grzybiczych. Obecnie pojawiają się również badania nad możliwych zastosowaniem ich w terapiach nowotworowych.²

¹ T. Leszczyński, H. Duński, „Sposoby wiązania cząsteczek ligandów z DNA”.
Zeszyty Naukowe Politechniki Łódzkiej, **2006**, 984.

² R.G. Kenny, C.J. Marmion, *Chem. Rev.*, **2019**, 119, 1058-1137.

Analiza zawartości nikotyny i współwystępujących substancji w woreczkach nikotynowych dostępnych na rynku

Michał Trojanowski, Mariusz Belka

Gdański Uniwersytet Medyczny, Wydział Farmaceutyczny,
80-416 Gdańsk Aleja Generała Józefa Hallera 107

mtrojan@gumed.edu.pl

Woreczki nikotynowe zyskują na popularności w całej Europie, szczególnie wśród młodszych użytkowników. Pomimo rosnącej obecności na rynku, produkty te nie podlegają jednolitym standardom jakościowym, porównywalnym do tych stosowanych wobec substancji czynnych w produktach farmaceutycznych. Taka sytuacja budzi obawy dotyczące jakości produktów oraz bezpieczeństwa konsumentów.

Celem niniejszego badania było opracowanie metody identyfikacji i oznaczania ilościowego nikotyny oraz substancji o zbliżonej budowie, mającej na celu wsparcie wdrażania ustandaryzowanych procedur kontroli jakości dla woreczków nikotynowych.

W tym celu wykorzystano materiały referencyjne do opracowania i optymalizacji procesu ekstrakcji oraz procedury chromatograficznej. Zastosowano chromatografię w układzie faz odwróconych zamiast chromatografii HILIC, ze względu na jej lepszą skuteczność w rozdzieleniu związków oraz większą stabilność sygnału. Do analizy włączono reprezentatywną próbkę produktów pochodzących od czołowych polskich i europejskich producentów.

Opracowane podejście stanowi krok w kierunku ustanowienia wiarygodnych metod kontroli jakości dla woreczków nikotynowych, zbliżając je do norm farmaceutycznych. Metoda umożliwi standaryzowaną ocenę jakości i może wspierać działania regulacyjne, monitoring produktów oraz ocenę ryzyka dla zdrowia publicznego.

Immunoterapia nowotworów: jak działają punkty kontrolne i jak je blokować

Wiktoria Bara

Uniwersytet Wrocławski, Wydział Chemii, 50-300 Wrocław, ul. F. Joliot-Curie 14

323180@uwr.edu.pl

Punkty kontrolne układu odpornościowego, takie jak PD-1/PD-L1¹ oraz LAG-3,² pełnią kluczową rolę w regulacji odpowiedzi immunologicznej i są wykorzystywane przez nowotwory do unikania eliminacji przez limfocyty T. PD-1, obecny na powierzchni aktywowanych limfocytów T, poprzez interakcję z PD-L1 na komórkach nowotworowych i komórkach mikrośrodowiska guza, prowadzi do zahamowania funkcji efektorowej limfocytów i ich wyczerpania. LAG-3 to kolejny punkt kontrolny, który synergistycznie z PD-1 potęguje immunosupresję, nasila wyczerpanie komórek T oraz utrudnia efektywną odpowiedź przeciwnowotworową. Immunoterapia z zastosowaniem inhibitorów PD-1 i PD-L1 przyniosła znaczące sukcesy kliniczne w leczeniu wielu typów nowotworów. Jednakże, oporność pierwotna lub nabyta oraz działania niepożądane związane z nadmierną aktywacją układu odpornościowego ograniczają skuteczność terapii. W związku z tym rośnie zainteresowanie blokadą LAG-3 jako sposobem na przełamanie oporności i wzmocnienie efektu terapeutycznego. Przykładem jest stosowanie przeciwciał blokujących LAG-3 (np. relatlimab) w połączeniu z inhibitorami PD-1,³ co wstępnie wykazuje obiecujące wyniki kliniczne. Ponadto, rozwijane są małowcząsteczkowe inhibitory punktów kontrolnych,⁴ które mogą oferować lepszą biodostępność, łatwiejsze podawanie i możliwość precyzyjniejszego dostosowania terapii, co stanowi obiecujący kierunek w optymalizacji leczenia immuno-onkologicznego. Zrozumienie roli i wzajemnych interakcji PD-1/PD-L1 oraz LAG-3 jest niezbędne dla dalszego rozwoju skutecznych i bezpiecznych terapii przeciwnowotworowych, zwłaszcza w kontekście terapii skojarzonych oraz nowych cząsteczek o małej masie molekularnej.

¹ Y. Han, D. Liu, L. Li, *Am J Cancer Res.*, **2020**, 10(3), 727-742.

² V. Aggarwal, C.J. Workman, D.A. Vignali, *Nat Immunol*, **2023**, 24, 1415-1422.

³ M. Kraman, M. Faroudi, N.L. Allen, K. Kmieciak, D. Gliddon, C. Seal, N. Brewis, *Clin Cancer Res*, **2020**, 26(13), 333-3344.

⁴ Q. Wu, L. Jiang, S.C. Li, Q.J. He, B. Yang, J. Cao, *Acta Pharmacol Sin*, **2020**, 42, 1-9.

Chemia predykcyjna a realia wdrożenia: wyzwania translacyjne od cząsteczki do rynku

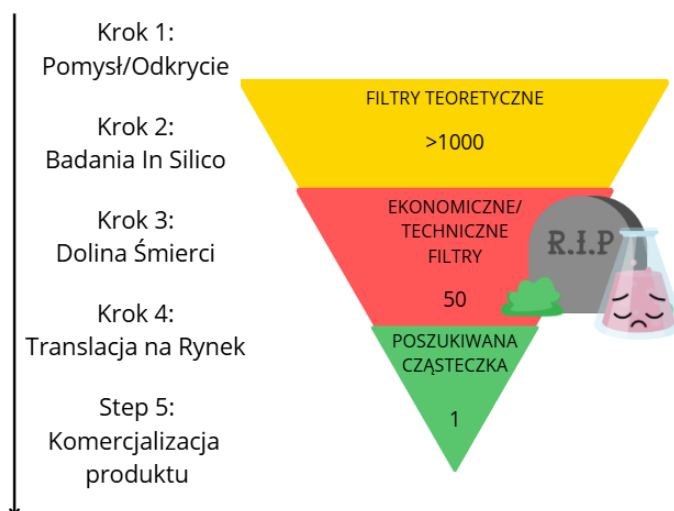
Wiktor Czyżów

Uniwersytet Gdański, Wydział Chemii, 80-306 Gdańsk, ul. Wita Stwosza 63

wiktor.cyzow@gmail.com

Chemia predykcyjna, obejmująca narzędzia takie jak modelowanie QSAR/QSPR, dokowanie molekularne czy predykcję właściwości ADMET, stała się kluczowym elementem nowoczesnego projektowania związków chemicznych. Techniki te pozwalają na szybkie przeszukiwanie bibliotek związków oraz wspierają racjonalne strategie syntezy. Mimo dynamicznego rozwoju metod obliczeniowych – zwłaszcza tych wykorzystujących uczenie maszynowe – coraz bardziej widoczna staje się luka między obiecującymi wynikami *in silico*, a ich rzeczywistą przydatnością technologiczną i ekonomiczną.¹

Prezentacja porusza problem niedostosowania wysoce obiecujących związków do realiów wdrożeniowych. W oparciu o przykłady z obszaru chemii farmaceutycznej i przemysłowej omówione zostaną czynniki ograniczające potencjał wdrożeniowy – takie jak złożoność syntezy, skalowalność, koszty produkcji, regulacje prawne czy kolizje patentowe. Zjawisko to, często określane mianem „doliny śmierci innowacji”, wskazuje na konieczność rozwoju narzędzi oceny uwzględniających nie tylko parametry chemiczne, ale również aspekty ekonomiczne i logistyczne.²



Rys. 1. Droga związku chemicznego od koncepcji do przejścia na rynek.

¹ W.P. Walters, M.A. Murcko, *Prediction of 'drug-likeness'*, *Advanced Drug Delivery Reviews*, **2002**, 54, 255-271.

² G. Schneider, *Automating drug discovery*, *Nature Reviews Drug Discovery*, **2018**, 17, 97-113.

Patent i wzór użytkowy jako formy ochrony własności intelektualnej

Szymon Flik

Uniwersytet Gdański, Wydział Prawa i Administracji,
80-309 Gdańsk, ul. Bażyńskiego 6

szymonflik@onet.pl

Prawo patentowe stanowi kluczowy element systemu ochrony własności intelektualnej, który umożliwia twórcom i instytucjom badawczym zabezpieczenie rezultatów działalności naukowo-technicznej. Ochrona patentowa pozwala na uzyskanie praw wyłącznych. Istotnym aspektem jest także możliwość wyszukiwania i analizowania zarejestrowanych rozwiązań technicznych w krajowych i międzynarodowych bazach danych.

Zasadniczą różnicą w ramach ochrony prawnej rozwiązań technicznych jest rozróżnienie pomiędzy patentem a prawem ochronnym na wzór użytkowy. Procedura uzyskiwania patentu obejmuje kilka etapów: zgłoszenie do odpowiedniego urzędu (UPRP, EPO lub WIPO), ocenę formalną, publikację zgłoszenia, weryfikację urzędową oraz wydanie decyzji o udzieleniu ochrony. Wynalazek musi spełniać określone kryteria, aby mógł być objęty ochroną prawną, a mianowicie kryteria: nowości, poziomu wynalazczego oraz przemysłowej stosowności.

W kontekście działalności jednostek akademickich, takich jak Uniwersytet Gdański, prawo patentowe pełni ważną rolę w zarządzaniu wynikami badań naukowych. Uczelnia realizuje wewnętrzne procedury dotyczące zgłaszania wynalazków do Centrum Transferu Technologii, wspiera proces ochrony oraz uczestniczy w działaniach mających na celu komercjalizację opracowanych rozwiązań. Ochrona patentowa ułatwia również współpracę uczelni z otoczeniem gospodarczym i może istotnie wpływać na rozwój innowacji.

Wykrywanie lotnych związków organicznych - elektroniczny nos jako narzędzie diagnostyczne

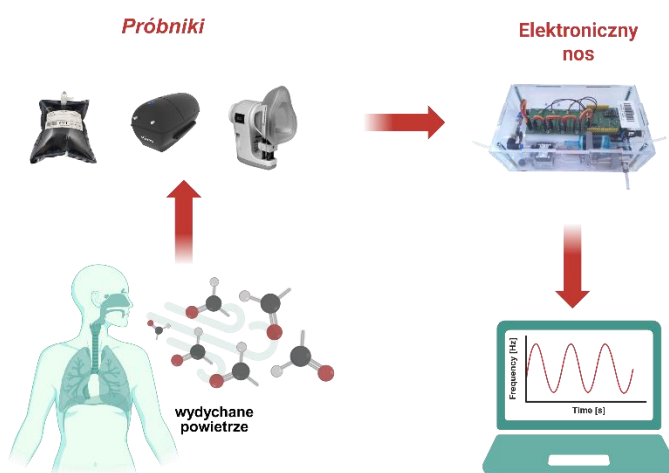
Rafał Kiejzik, Tomasz Wasilewski, Wojciech Kamysz

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

kiejzikrafal@gmail.com

W ostatnich latach nastąpił znaczny rozwój czujników gazowych do wykrywania lotnych związków organicznych (LZO).¹ Aldehydy, ketony i alkohole należą do najczęściej wykrywanych lotnych związków jako potencjalnych biomarkerów, które znajdują się w wydychanym powietrzu. Obecnie w celach ich identyfikacji stosuje się techniki analityczne, takie jak chromatografia gazowa połączoną ze spektrometrią mas (GC-MS). Ze względu na ograniczenia GC-MS w rutynowych zastosowaniach analitycznych, jednak rozwijane jest innowacyjne podejście obejmujące wdrożenie elektronicznego nosa (EN), czyli nowej technologii umożliwiającej analizę LZO w czasie rzeczywistym z potencjałem do wdrożenia przy łóżku pacjenta ze względu na jego kompaktową budowę i prostotę działania.²

Elektroniczny nos to zaawansowane urządzenie, które naśladuje zmysł węchu, znajdując dzięki temu zastosowanie m.in. w diagnostyce medycznej. Kluczowym elementem budowy EN jest matryca czujników, często oparta na mikrowagach kwarcowych (ang. *quartz crystal microbalance*). Na powierzchni tych czujników jako warstwę receptorową osadza się m.in. polimery z odciskiem molekularnym (ang. *molecularly imprinted polymers*).³



Rys. 1. Schemat pobierania próbek i analizy lotnych związków organicznych w wydychanym powietrzu przy użyciu elektronicznego nosa.

¹ Aina O.E., Zine N., Raffin G., Jaffrezic-Renault N., Elaissari A., Errachid A. Integrated breath analysis technologies: Current advances and future prospects. *TrAC*, **2024**, *181*, 118048.

² Wilson A.D. Advances in Electronic-Nose Technologies for the Detection of Volatile Biomarker. *Metabolites*, **2015**, *5*, 140-163.

³ Wasilewski T., Orbay S., Brito N.F., Sikora K., Melo A.C.A., Melendez M.E., Szulczyński B., Sanyal A., Kamysz W., Gębicki J. Molecularly imprinted polymers for the detection of volatile biomarkers. *TrAC*, **2024**, *171*, 1-21.

Anticancer Drugs in the Aquatic Environment: Fate and Effects

Agata Kozajda, Aleksandra Czumaj

Gdański Uniwersytet Medyczny, Wydział Lekarski,
80-210, Gdańsk, ul. M. Skłodowskiej-Curie 3a

a.kozajda@gumed.edu.pl

The presence of anticancer drugs (cytostatics) in aquatic environments is a growing ecotoxicological concern. These compounds, designed to target and inhibit cancer cell proliferation, can adversely affect non-target aquatic organisms. Their primary sources are hospital and municipal wastewater.¹ Despite advanced filtering technologies and waste disposal techniques, many cytostatics - such as cyclophosphamide, tamoxifen, ifosfamide, and methotrexate - are frequently detected in surface waters worldwide.²

A PubMed database search revealed over two hundred articles on the global occurrence of major classes of anticancer drugs in freshwater ecosystems. The study summarizes their environmental fate and highlights observed ecotoxicological effects across various aquatic biota, including algae, crustaceans, rotifers, and fish.³ The most common effects reported include changes in the reproductive function, oxidative stress, genotoxicity, cytotoxicity, and neurotoxicity.⁴ Moreover, researchers report a significant influence of cytostatics on the level of marine life diversity and noticeable imbalances between major species.

The continuous release of anticancer compounds, coupled with their persistence and low removal efficiency during wastewater treatment, poses a significant ecological risk. This study underscores the urgent need for further research into the chronic and multi-generational effects of environmentally relevant concentrations of anticancer drugs, alongside the development of more effective mitigation strategies.

¹ Nassour C, Barton SJ, Nabhani-Gebara S, Saab Y, Barker J. *Occurrence of anticancer drugs in the aquatic environment: a systematic review. Environ Sci Pollut Res Int.*, **2020**, 27(2), 1339-1347.

doi: 10.1007/s11356-019-07045-2. Epub 2019 Dec 12. PMID: 31832963; PMCID: PMC6994516.

² Toński M, Dołzonek J, Stepnowski P, Białk-Bielińska A. *Hydrolytic stability of anticancer drugs and one metabolite in the aquatic environment. Environ Sci Pollut Res Int.*, **2021**, 28(41), 57939-57951.

doi: 10.1007/s11356-021-14360-0. Epub 2021 Jun 8. PMID: 34105071; PMCID: PMC8536627.

³ Castellano-Hinojosa A, Gallardo-Altamirano M.J, González-López J, González-Martínez A. *Anticancer drugs in wastewater and natural environments: A review on their occurrence, environmental persistence, treatment, and ecological risks. J Hazard Mater.*, **2023**, 5, 447:130818.

doi: 10.1016/j.jhazmat.2023.130818. Epub 2023 Jan 18. PMID: 36680899.

⁴ Queirós V, Azeiteiro U.M, Soares AMVM, Freitas R. *The antineoplastic drugs cyclophosphamide and cisplatin in the aquatic environment - Review. J Hazard Mater.*, **2021**, 15, 412:125028.

doi: 10.1016/j.jhazmat.2020.125028. Epub 2021 Jan 10. PMID: 33951853.

Porównanie poziomu ekspresji genu kodującego białko zielonej fluorescencji, umieszczonego pod kontrolą promotorów rekombinowanego termofilnego bakteriofaga TP-84

Jan Chodorski, Piotr Skowron, Ireneusz Sobolewski

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

j.chodorski.898@studms.ug.edu.pl

W dobie prężnie rozwijającego się rynku biotechnologicznego poszukiwanie nowych bionanomateriałów stało się kluczowym aspektem prowadzonych badań. Pionierskim modelem wykorzystywanym w nowoczesnej biotechnologii są wirusy infekujące bakterie – bakteriofagi. Aby zastosować je w procesach biotechnologicznych istotnym jest dokonanie ich charakterystyki. Jednym z wyznaczanych parametrów jest określenie poziomu aktywności promotorów zlokalizowanych w genomie bakteriofaga.

W przedstawionych badaniach wykonanych w ramach projektu magisterskiego porównano poziom ekspresji genu kodującego białko zielonej fluorescencji, umieszczonego pod kontrolą wybranych sekwencji promotorowych rekombinowanego termofilnego bakteriofaga TP-84. W tym celu bakterie *Geobacillus stearothermophilus* 10 zainfekowano dwoma rekombinowanymi wariantami bakteriofaga TP-84. Na podstawie przeprowadzonych eksperymentów stwierdzono, że ekspresja genu reporterowego *sfgfp*, regulowana przez promotor zlokalizowany w genomie faga w rejonie 25831-25858 pz, jest wielokrotnie silniejsza niż w przypadku promotora zlokalizowanego w rejonie 37403-37432 pz. Wyniki ilościowe biosyntezy białka sfGFP uzyskano z wykorzystaniem elektroforezy SDS-PAGE, Western blotting oraz oceny wizualnej fluorescencji otrzymanych preparatów białka.

Optymalizacja nowej metody ekstrakcji neonikotynoidów z próbek miodu

Robert Cholewa, Dawid Strzelecki, Łukasz P. Haliński, Paulina Łukaszewicz

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

r.cholewa.809@studms.ug.edu.pl

Neonikotynoidy (NQs) to najczęściej stosowana grupa insektycydów na świecie. Zarejestrowane są w ponad 120 krajach i należą do najskuteczniejszych środków owadobójczych. Pestycydy te wielokrotnie wykrywano na prawie wszystkich kontynentach w środowisku wodnym, glebie oraz w żywności. Mała masa cząsteczkowa i wysoka rozpuszczalność w wodzie umożliwiają wnikanie NQs do tkanek roślinnych i transport do wszystkich organów, w tym kwiatów, zanieczyszczając w ten sposób pyłek i nektar. Ze względu na ich toksyczność ostrą względem organizmów niedocelowych, szczególnie pszczoł, Unia Europejska zakazała stosowania niektórych NQs. W przypadku środków dopuszczonych obecnie do obrotu, mimo że ich stężenia najczęściej nie przekraczają dawek śmiertelnych dla pszczoł, nadal raportuje się masowe wymieranie kolonii. Dodatkowo wciąż słabo poznane są skutki przewlekłego narażenia na niskie dawki NQs oraz efekty stosowania neonikotynoidów w połączeniu z innymi pestycydami.¹ Zasadna jest zatem analiza profilu zanieczyszczeń obecnych w miodach w celu oceny NQs w środowisku. Poziom pozostałości pestycydów w miodzie traktowany jest jako miara skażenia, a próbki miodu można łatwo pozyskać z różnych regionów świata.² Jednym z problemów napotykanym w trakcie analiz jest skuteczna ekstrakcja pestycydów z miodu. Dlatego też opracowanie nowej metody ekstrakcji pozwoli na dokładniejszą analizę, szczególnie przy niższych stężeniach NQs oraz zwiększy wiarygodność ich oznaczania.

Przedmiotem badań było opracowanie i optymalizacja nowej metody ekstrakcji cieczy, mieszaniny siedmiu NQs z wodnych roztworów miodu (acetamiprydu, flupyradifuronu, sulfoksaflooru, imidaklopyrydu, klotianidyny, tiametoksamu, tiachlopyrydu). Badania zostały przeprowadzone z wykorzystaniem statystycznych trójczynnikiowych planów eksperymentów. Analizowanymi czynnikami były: objętość fazy organicznej (5-20 ml), stężenie dichlorometanu w acetonitrylu (0-30%) oraz czas chłodzenia mieszaniny (0-10min).

Optymalne warunki zostały ustalone na podstawie maksymalizacji odzysku dla wszystkich badanych związków. Do dalszych eksperymentów wybrano ekstrakcję z użyciem 20 ml fazy organicznej 20% roztworu dichlorometanu organicznej acetonitrylu oraz chłodzenie ekstraktów przez jedną minutę. Najbardziej istotnym parametrem wpływającym na odzysk NQs jest stężenie dichlorometanu w fazie organicznej. Jednocześnie nie stwierdzono interakcji pomiędzy czynnikami, które znacząco wpływałyby na odzyski.

Badania były finansowane z DS. Pracowni Chemicznych Zagrożeń Środowiska (531-T010-D690-25) oraz Pracowni Analizy Związków Naturalnych (531-T010-D594-25).

¹ D.A. Thompson, H.-J. Lehmler, D.W. Kolpin, M.L. Hladik, J.D. Vargo, K.E. Schilling, G.H. LeFevre, T.L. Peebles, M.C. Poch, L.E. LaDuca, D.M. Cwiertny, R.W. Field, *Environ Sci-Proc Imp*, **2020**, 22 (6), 1315-1346.
² E.A.D Mitchell, B. Mulhauser, M. Mulo, A. Mutabazi, G. Glauser, A. Aebi, *Science*, **2017**, 358 (6359), 109-111.

Optymalizacja procesu syntezy i fizykochemiczna charakterystyka hydrożeli na bazie hialuronianu sodu

Marta Ciborowska, Elżbieta Adamska, Agata Kowalska, Beata Grobelna

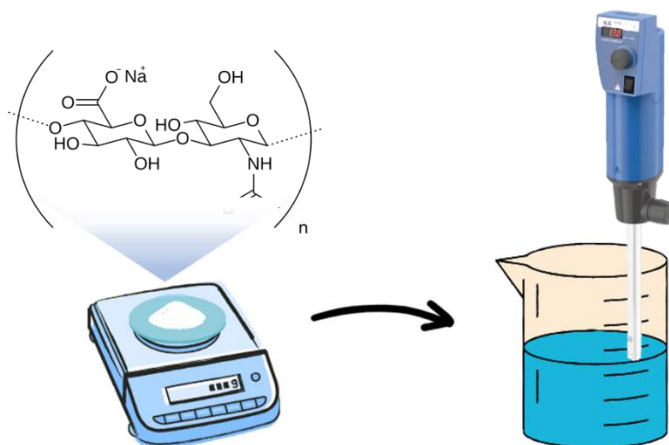
Uniwersytet Gdański, Wydział Chemii, 80-308 Gdańsk, ul. Wita Stwosza 63

m.ciborowska.803@studms.ug.edu.pl

Hydrożele na bazie hialuronianu sodu to trójwymiarowe sieci polimerowe, które wykazują zdolność do zatrzymywania dużych ilości wody, zachowując jednocześnie swoją strukturę. Z kolei hialuronian sodu, będący solą kwasu hialuronowego, jest naturalnym polisacharydem występującym w organizmach żywych, szczególnie w tkance łącznej, skórze i mazi stawowej. Dzięki swojej biokompatybilności, biodegradowalności oraz właściwościom nawilżającym, hydrożele z jego udziałem znajdują szerokie zastosowanie w medycynie regeneracyjnej, kosmetologii, a także w systemach kontrolowanego uwalniania leków. Ponadto wykazuje lepszą rozpuszczalność i łatwość modyfikacji od kwasu hialuronowego.¹

Przeprowadzone badania skupiały się na doborze odpowiednich warunków syntezy w celu otrzymania jednorodnego hydrożelu o odpowiedniej wielkości porów. Badano wpływ następujących parametrów: odpowiedniej ilości hialuronianu sodu, dodatkowych substancji sieciujących, a także wpływie pH na wygląd hydrożelu.

Badania rozpoczęto od wykonania próbek o różnym składzie, tzn. zmiennej ilości hialuronianu sodu oraz dodanych substancji pomocniczych, jak środki sieciujące. Wybrane próbki obserwowano pod skaningowym mikroskopem elektronowym (SEM), dzięki czemu możliwy był pomiar wielkości porów. W etapie końcowym hydrożele poddane zostały testom stabilności.



Schemat 1. Podglądowy rysunek etapów otrzymywania hydrożelu na bazie hialuronianu sodu (naważenie hialuronianu, a następnie połączeniu go z rozpuszczalnikiem za pomocą homogenizatora).

¹ M.F.P. Graça, S.P. Miguel, C.S.D. Cabral, I.J. Correia, *Carbohydrate Polymers*, **2020**, 241, 116364.

Opatrunki hydrożelowe wspomagające regenerację ran oparzeniowych

Zofia Ciesińska

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

s189273@student.pg.edu.pl

Oparzenia są jednym z najbardziej powszechnych rodzajów ran, które dotyczą miliony ludzi na świecie. Powodem mogą być sytuacje dnia codziennego (np.: oparzenie się wrzątkiem lub napojem), bądź wypadki zagrażające życiu. Tego rodzaju urazy najczęściej dotyczą powierzchniowych warstw skóry, ale mogą również prowadzić do uszkodzeń tkanek pod skórą, w tym mięśni i kości. W zależności od stopnia oparzenia stosuje się odpowiednie metody leczenia, choć proces gojenia bywa długotrwały i problematyczny. Z tego powodu coraz częściej stosowane są opatrunki najnowszej generacji – opatrunki hydrożelowe. Dzięki swoim unikalnym właściwościom są idealną alternatywą dla standardowych, nieprzepuszczalnych, jałowych opatrunków. Oprócz ochrony rany oparzeniowej, hydrożele mogą pełnić funkcję nośników leków. Składnikami transportowanymi, mogą być witaminy lub inne substancje o pochodzeniu biologicznym, które wspierają proces gojenia.

W niniejszej pracy otrzymano materiały hydrożelowe do potencjalnego zastosowania jako opatrunki na rany oparzeniowe, na bazie agaru i żelatyny. Następnie wykonano szereg badań w celu ich szczegółowej charakterystyki: badanie pęcznienia, wyznaczenie parametrów sieci polimerowej oraz określono zwilżalność powierzchni za pomocą badania kąta zwilżania. Ponadto, w celu analizy profilu uwalniania soli magnezowej fosforanu askorbylu z matrycy hydrożelowej, wykonano spektrofotometrię UV-Vis.

Po przeprowadzeniu badań ustalono, że wybór odpowiedniego hydrożelowego opatrunku na rany oparzeniowe, zależy od indywidualnych potrzeb pacjenta. Hydrożele oparte wyłącznie na żelatynie skutecznie wchłaniają wysięk, lecz ich niska stabilność ogranicza zastosowanie do krótkoterminowego leczenia. Mieszanki żelatyny i agaru charakteryzowały się większą adhezją i odpornością na czynniki zewnętrzne, tworząc skuteczną barierę ochronną przed drobnoustrojami – co w długiej hospitalizacji jest kluczowe. Z kolei modyfikowane materiały hydrożelowe zyskały potencjał w przyspieszaniu regeneracji tkanek poprzez skuteczny transport substancji leczniczych bezpośrednio do rany oparzeniowej.

Synteza enancjomerycznie czystych pochodnych sukcynoimidu

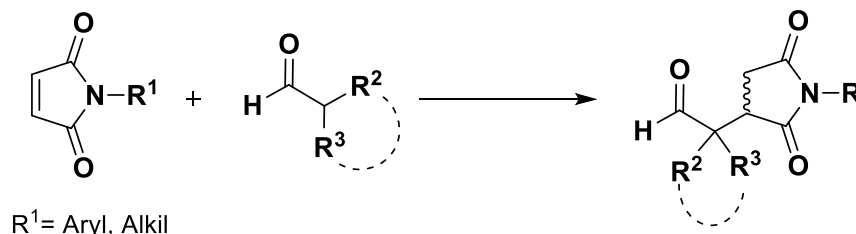
Emilia Duchowska, Cyprian Doroszko, Bogna Rudolf, Szymon Jarzyński

Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii, Katedra Chemii Organicznej,
91-403 Łódź, ul. Tamka 12

emilia.duchowska@edu.uni.lodz.pl

Synteza asymetryczna odgrywa kluczową rolę w chemii organicznej, umożliwiając otrzymywanie związków o określonej chiralności. Jest szczególnie istotna w przemyśle farmaceutycznym, ponieważ enancjomery mogą wykazywać różne właściwości biologiczne. Dzięki zastosowaniu chiralnych katalizatorów możliwe jest uzyskanie produktów o wysokiej czystości optycznej. Z tego powodu synteza asymetryczna stanowi nieocenione narzędzie w projektowaniu i wytwarzaniu nowych leków.¹

Organokatalizatory zawierające ugrupowania tiomocznikowe w ostatnich latach wzbudzają szczególne zainteresowanie badaczy.² Istotnym elementem ich budowy jest grupa tiomocznikowa, która dzięki obecności silnie kwasowych protonów może łatwo tworzyć podwójne wiązania wodorowe, sprzyjające aktywacji substratów i katalizowaniu reakcji. Z tego powodu znalazły one zastosowanie w wielu różnych reakcjach chemicznych. Jednym z szeroko eksplorowanych związków heterocyklicznych jest sukcynoimid ze względu na jego różnorodną aktywność biologiczną. Głównym celem przeprowadzonych badań było określenie aktywności katalitycznej nowych katalizatorów opartych na strukturze enancjomerycznie czystej (S)-(-)-1,1'-binaftylo-2,2'-diaminy, zawierających dodatkowo ugrupowanie tiomocznikowe. Wszystkie otrzymane katalizatory przetestowano w asymetrycznej reakcji addycji Michaela α -mono- lub α,α -dipodstawionych aldehydów do *N*-podstawionych maleimidów (Schemat 1). W ramach badań przeprowadzono szereg eksperymentów mających na celu ocenę, które modyfikacje strukturalne katalizatorów przyczyniają się do maksymalizacji wydajności oraz enancjoselektywności uzyskanych chiralnych produktów.



Schemat 1. Enancjoselektywna addycja aldehydów do *N*-podstawionych maleimidów.

Badania zostały sfinansowane ze środków Studenckich Grantów Badawczych 2025 Uniwersytetu Łódzkiego.

¹ A. Garg, D. Rendina, H. Bendale, T. Akiyama, I. Ojima, *Front. Chem.* **2024**, *12*, 1398397.

² T. Parvin, R. Yadava, L. H. Choudhury, *Org. Biomol. Chem.* **2020**, *18*, 5513.

Badania zmienności sezonowej poziomu usług ekosystemowych na obszarze Morza Bałtyckiego

Alicja Fedor, Filip Zinkowski, Jakub Cydejko

Politechnika Gdańska, Wydział Chemiczny,
Naukowe Koło Chemików Studentów Politechniki Gdańskiej
80-233 Gdańsk, ul. Gabriela Narutowicza 11/12

s180704@student.pg.edu.pl

Morze Bałtyckie jest ekosystemem o istotnym znaczeniu gospodarczym. Próba zrozumienia sezonowej zmienności jego usług ekosystemowych może stanowić ważny element zrównoważonego zarządzania tym obszarem. W ramach programu Plutonium Supporting Student Research Teams prowadzone są badania, mające na celu m.in. ocenę sezonowych zmian jakości wody w Zatoce Gdańskiej oraz zbadanie potencjału zagospodarowania biomasy morskiej.

W celu oceny jakości wody, próbki pobierane są sezonowo z wykorzystaniem podwodnego drona w 10 stałych lokalizacjach Zatoki Gdańskiej, z 4 różnych głębokości. Przeprowadzono wstępne badania - analizę podstawowych fizykochemicznych parametrów wody takich jak temperatura, przewodność elektryczna, pH, zawartość tlenu rozpuszczonego. Obserwuje się m.in. zmienność przewodności elektrycznej, co świadczy o zmianie zasolenia w poszczególnych punktach pomiarowych.

Kolejna część projektu skupia się na ocenie potencjału zagospodarowania biomasy morskiej. Przeprowadzono laboratoryjne badania fermentacji beztlenowej tej biomasy w mieszaninie z gnojowicą i wodą (1:5:1,5; stosunek masowy). Sprawdzono wpływ czasu homogenizacji biomasy morskiej na efektywność procesu. Monitorowano zmiany ciśnienia w reaktorach fermentacyjnych, stanowiące wskaźnik produkcji biogazu. Wstępne wyniki wskazują na zmienność ciśnienia w czasie, sugerującą zachodzenie procesów gazotwórczych. Zaobserwowano różnice w dynamice zmian ciśnienia między poszczególnymi próbkami, co może odzwierciedlać wpływ zróżnicowanego składu biomasy wyrzuconej przez morze oraz potencjalne różnice w podatności substratu na fermentację.

Prezentowane wyniki projektu dostarczają wstępnych informacji na temat sezonowej dynamiki jakości wody w Zatoce Gdańskiej oraz oceny potencjału wykorzystania lokalnej biomasy morskiej jako źródła biogazu. Dalsze analizy i badania są niezbędne do próby zrozumienia złożonych procesów zachodzących w ekosystemie Bałtyku, optymalizacji technologii zagospodarowania biomasy oraz charakterystyki wpływu zmienności jej składu na wydajność fermentacji.

Projekt został sfinansowany w ramach programu Plutonium Supporting Student Research Teams, DEC-10/2022/IDUB/III.4.3/PU.

Metody niekonwencjonalne w syntezie aminosukcynoimidów

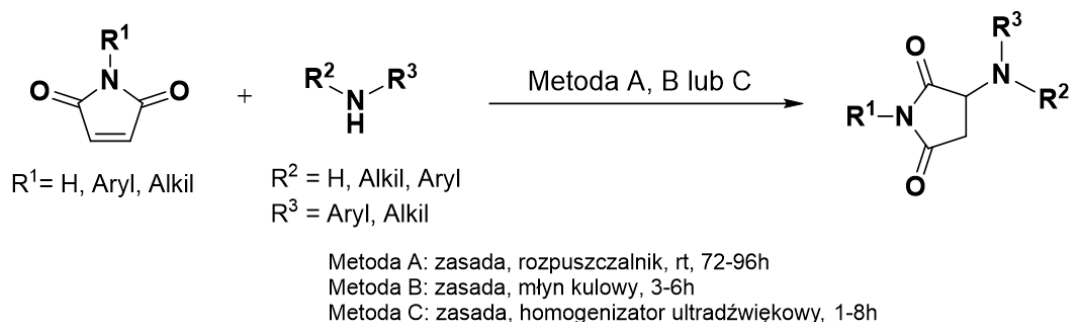
Julia Głowińska, Cyprian Doroszko, Bogna Rudolf, Szymon Jarzyński

Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii, Katedra Chemii Organicznej,
91-403 Łódź, ul. Tamka 12

julia.glowinska@edu.uni.lodz.pl

Zielona chemia organiczna to dynamicznie rozwijająca się dziedzina nauki, której celem jest tworzenie bardziej zrównoważonych i przyjaznych dla środowiska procesów chemicznych. Na przestrzeni ostatnich lat zasady zielonej chemii stały się fundamentem w badaniach nad syntezą organiczną, a rosnące potrzeby przemysłu chemicznego wymuszają poszukiwanie alternatywnych metod i technologii produkcji. W kontekście tych założeń nowoczesne podejścia, takie jak mechanochemia i sonochemia, stanowią przykłady niekonwencjonalnych metod syntezy, które doskonale wpisują się w ideę zielonej chemii, oferując przy tym dodatkowe korzyści technologiczne i ekonomiczne.¹

Jednym z szeroko eksplorowanych związków heterocyklicznych jest sukcynoimid ze względu na jego różnorodną aktywność biologiczną.² Głównym celem przeprowadzonych badań było opracowanie wydajnych procedur syntezy nowych funkcjonalizowanych pochodnych sukcynoimidu. Jako kluczowe związki wyjściowe wybrano *N*-niepodstawione i *N*-podstawione maleimidy, które następnie poddano reakcji aza-Michaela z aminami pierwszorzędowymi lub drugorzędowymi. W trakcie badań przetestowano trzy warianty syntezy: metodę klasyczną w rozpuszczalnikach organicznych, metodę mechanochemiczną oraz sonochemiczną.



Schemat 1. Synteza pochodnych sukcynoimidu.

Podziękowania: Badania zostały sfinansowane ze środków Studenckich Grantów Badawczych 2025 Uniwersytetu Łódzkiego.

¹ S. Sharma, F. Gallou, S. Handa, *Green Chem*, **2024**, 26, 6289.

² Z. Zhao, J. Yue, X. Ji, M. Nian, K. Kang, H. Qiao, X. Zheng, *Bioorganic Chemistry*, **2021**, 108, 104557.

Ograniczenia i wyzwania technologiczne ogniw typu redox flow na bazie wanadu

Eliza Hałas

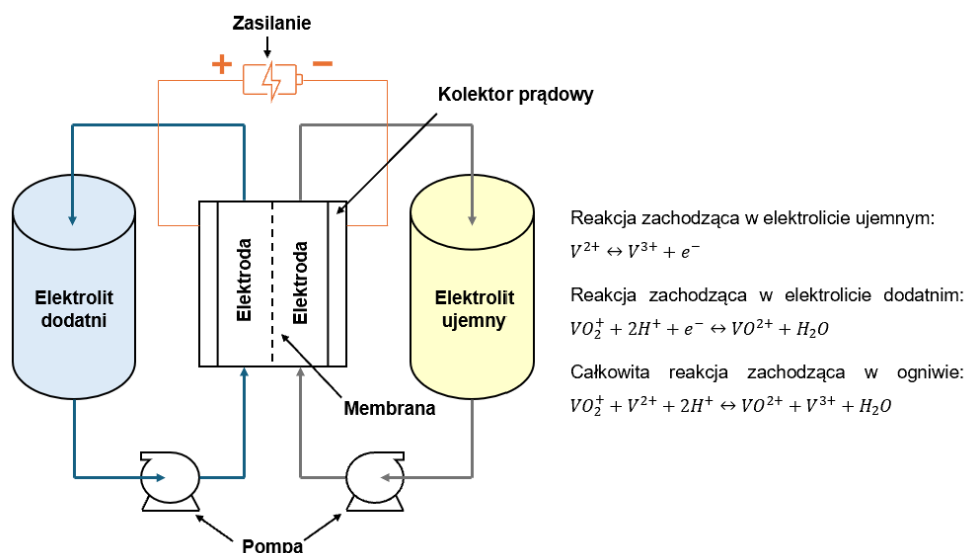
Politechnika Gdańska, Wydział Chemiczny, Naukowe Koło Chemików Studentów
Politechniki Gdańskiej, 80-233 Gdańsk, ul. Gabriela Narutowicza 11/12

s189205@student.pg.edu.pl

W wyniku zmian klimatycznych obserwuje się rosnące zapotrzebowanie na odnawialne źródła energii, których dużą wadą jest niestabilność produkcji wynikająca z warunków pogodowych. Problem ten zwiększa zapotrzebowanie na systemy magazynowania energii, które mogą poprawić stabilność sieci energetycznej poprzez przechowywanie nadmiaru energii. Wśród dostępnych rozwiązań szczególnie obiecujące są ogniwa typu redox flow, które charakteryzują się wysoką sprawnością, pracą w temperaturze pokojowej oraz długimi cyklami ładowania i rozładowania.¹ Ogniwa na bazie wanadu są najbardziej rozpowszechnionym typem ze względu na szereg zalet.

Pomimo postępu technologicznego oraz rosnącej skali wdrożeń, dalszy rozwój technologii i jej komercjalizacja są hamowane przez szereg wyzwań technologicznych i ekonomicznych, jak wysoki koszt komponentów ogniwa i elektrolitów. Do kluczowych barier technologicznych należą m. in. brak efektywnych metod określania stopnia naładowania, podatność jonów V(II) na utlenianie w kontakcie z tlenem atmosferycznym, które może prowadzić do samorozładowania ogniwa, a także silnie degradujące właściwości środowiska elektrolitu.

Technologia ogniw typu redox flow stanowi jedno z najbardziej perspektywicznych rozwiązań w kontekście magazynowania energii. Jednak jej dalszy rozwój i szersza komercjalizacja wymagają przezwyciężenia istotnych barier technologicznych i ekonomicznych. Zidentyfikowanie i rozwiązanie tych wyzwań jest kluczowe dla dalszego rozwoju technologii.



Rys. 1. Grafika obrazująca pojedyncze ogniwo typu redox flow na bazie wanadu oraz zachodzące w nim reakcje.

¹ P. Alotto, M. Guarnieri, F. Moro, „Redox flow batteries for the storage of renewable energy: A review” *Renew Sust Energ Rev*, 2014, 29, 325-335.

Recykling chemiczny PET jako źródło surowców do poliuretanów – ocena właściwości materiałowych

Zuzanna Hinc, Lena Naruniec, Joanna Smorawska, Paulina Kosmela, Krzysztof Formela, Ewa Głowińska

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

s193869@student.pg.edu.pl

Recykling chemiczny poli(tereftalanu etylenu) (PET) polega na odzysku z polimeru monomerów, które można następnie ponownie wykorzystać do syntezy PET lub innych materiałów takich jak poliuretany (PU). Dążenie do zrównoważonego rozwoju i gospodarki obiegu zamkniętego powoduje, że poszukuje się nowych monomerów do syntezy poliuretanów z surowców odnawialnych i recyklingu. Celem badań była ocena wpływu produktów recyklingu chemicznego PET na przebieg syntezy i właściwości poliuretanów (PU), w tym ich struktury chemicznej i właściwości fizycznych i termicznych.

W niniejszej pracy przeprowadzono syntezę dwuetapową materiałów poliuretanowych z wykorzystaniem bio-poliolu polieterowego, diizocyjanianu difenylometanu i glikolizatu z butelek PET. W pierwszym etapie butelki PET oczyszczono, rozdrobniono i przeprowadzono glikolizę stosując 1,4-butanodiol. W glikolizie użyto katalizatora – octanu potasu. W drugim etapie przeprowadzono syntezę PU stosując wcześniej wymienione surowce. Do identyfikacji struktury chemicznej otrzymanych poliuretanów wykorzystano spektroskopię w podczerwieni z transformacją Fouriera (FTIR), a do zbadania właściwości termicznych - analizę termogravimetryczną (TGA). Przeprowadzono również badania wytrzymałości na rozciąganie otrzymanych materiałów, gęstość oraz twardość.

Otrzymane wyniki pokazują, że wykorzystanie odpadów z butelek PET do wytworzenia nowych materiałów polimerowych jest skuteczną formą recyklingu. Powstałe materiały charakteryzują się mniejszą wytrzymałością na rozciąganie oraz twardością, wciąż jednak zachowując zadawalające wartości.

Zaprezentowane wyniki są częścią projektu “Innowacyjne metody zagospodarowania produktów recyklingu tworzyw sztucznych do otrzymywania zrównoważonych materiałów poliuretanowych”, realizowanego w ramach IV edycji programu Studenckie Koła Naukowe Tworzą Innowacje. Numer projektu SKN/SP/602421/2024.

Autorzy dziękują członkom Koła Naukowego “TECH-POL” za zaangażowanie w zbiórkę butelek PET, kluczowego surowca w projekcie.

Acylowanie pirenu kwasami aminobenzoowymi jako metoda syntezy nowych znaczników fluorescencyjnych

Julia Jakubaszek¹, Michał Piotrowicz¹, Anna Maka², Bogna Rudolf¹

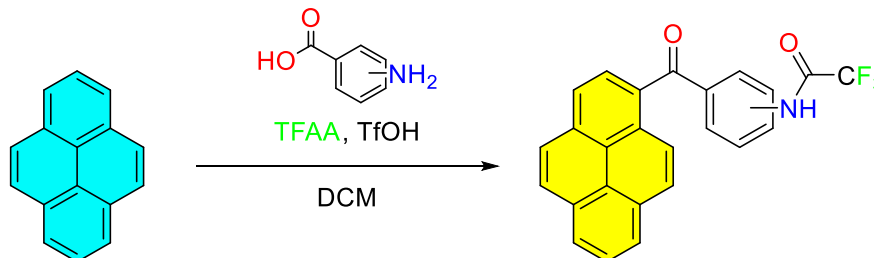
¹ Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii, Katedra Chemii Organicznej,
ul. Tamka 12, 91-403 Łódź

² Centrum Nauk Biologiczno-Chemicznych, Uniwersytet Warszawski,
02-089 Warszawa, ul. Żwirki i Wigury 101

julia.jakubaszek@edu.uni.pl

Piren to policykliczny węglowodór aromatyczny o interesujących właściwościach fluorescencyjnych, które czynią z niego doskonały związek wyjściowy do syntezy materiałów fluorescencyjnych. Do właściwości tych należą: długie czasy życia fluorescencji, wysokie wydajności kwantowe fluorescencji, a także zależność fluorescencji od środowiska otaczającego fluorofor. Podstawienie układu aromatycznego pirenu podstawnikami o właściwościach elektrodonorowych i elektronoakceptorowych pozwala na modyfikowanie jego właściwości absorpcyjnych i emisyjnych. To wszystko sprawia, że pochodne pirenu znajdują szerokie zastosowanie, m. in. jako znaczniki luminescencyjne w układach biologicznych.¹

W niniejszym komunikacie przedstawiamy wykorzystanie opracowanej przez nas metody acylowania typu Friedla-Craftsa za pomocą *in situ* blokowanych aminokwasów alifatycznych² do syntezy aromatycznych amidoketonów pirenowych. Poprzez acylowanie pirenu w pozycji 1 izomerycznymi kwasami aminobenzoowymi otrzymaliśmy aromatyczne trifluoroacetamidoketony pirenowe i zbadaliśmy ich właściwości fotofizyczne (Schemat 1).



TFAA - bezwodnik trifluorooctowy
TfOH - kwas trifluorometanosulfonowy

Schemat 1. Acylowanie pirenu za pomocą kwasów aminobenzoowych.

Badania zostały sfinansowane ze środków UŁ w ramach Studenckich Grantów Badawczych - edycja 2025.

¹ K. Ayvazoo, P. Velusamy, *New J. Chem.*, **2021**, 45, 10997-11017.

² M. Piotrowicz, N. Masłowska, R. Dziewiątkowska, A. Makal, B. Rudolf, *J. Org. Chem.*, **2025**, 90, 2958-2968.

Ocena wpływu napełniaczy nieorganicznych na wybrane właściwości wydruków wykonanych technologią SLA

Mateusz Janiszewski, Miłosz Wesołowski, Agata Rodak,
Julia Zienkiewicz, Krzysztof Formela

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

s193926@student.pg.edu.pl

Rozwój kompozytów oraz materiałów funkcjonalnych dedykowanych do druku 3D stanowi obecnie jeden z kluczowych kierunków badań, mających na celu poszerzenie możliwości zastosowania technologii addytywnych w opracowywaniu zaawansowanych rozwiązań inżynierskich i przemysłowych, np. w prototypowaniu i wytwarzaniu form do produkcji tworzyw sztucznych i gumy.¹

Technologia stereolitografii (SLA) jest jedną z najbardziej precyzyjnych metod druku 3D, opartą na warstwowym utwardzaniu ciekłej żywicy z wykorzystaniem promieniowania UV. Umożliwia uzyskanie modeli o wysokiej rozdzielczości i skomplikowanej geometrii oraz pozwala na relatywnie szybki czas wytworzenia pojedynczych elementów.

Mimo wyżej wymienionych zalet, ograniczeniem pozostaje stosunkowo niska odporność mechaniczna i termiczna uzyskiwanych wydruków, a także wysoka cena komercyjnie dostępnych żywic specjalnych (np. produktów wysokonapełnionych). W odpowiedzi na te wyzwania, jednym z aktualnych kierunków badań jest modyfikacja żywic fotoutwardzalnych poprzez dodatek napełniaczy nieorganicznych, takich jak tlenki metali czy krzemionka.^{2,3}

Celem niniejszej pracy była ocena wpływu wybranych napełniaczy nieorganicznych na właściwości mechaniczne i strukturalne wydruków wykonanych w technologii SLA. Charakterystykę właściwości mechanicznych określono z wykorzystaniem dynamicznej analizy mechanicznej (DMA), natomiast badania mikrostruktury oraz ocenę dyspersji napełniaczy w żywicy wykonano za pomocą mikroskopu optycznego i skaningowej mikroskopii elektronowej (SEM).

Wyniki badań wstępnych potwierdzają, że zastosowanie wybranych napełniaczy nieorganicznych pozwala na zwiększenie funkcjonalności uzyskanych materiałów, które mogą znaleźć zastosowanie w projektowaniu i wytwarzaniu specjalistycznych komponentów (np. form do pras ciśnieniowych czy wtryskarek), gdzie istotne są zarówno precyzja wymiarowa, jak i zwiększona wytrzymałość mechaniczna.

Otrzymane wyniki wskazują że dalsze kierunki badań w tym obszarze powinny skupić się między innymi na następujących aspektach: i) wytwarzaniu materiałów wysokonapełnionych; ii) optymalizacji kinetyki sieciowania; iii) ocenie stabilności wytwarzanych układów.

Praca została wykonana w ramach projektu nr 11/1/2024/IDUB/III.4c/Tc finansowanego w ramach programu Technetium Talent Management Grants przez Politechnikę Gdańską

¹ G. Pelin, M. Sonmez, C.-E. Pelin, *The use of additive manufacturing techniques in the development of polymeric molds: A review. Polymers*, **2024**, 16, 1055.

² K. Trembecka-Wójciga, M. Jankowska, P. Lepcio, V. Sevriugina, M. Korčušková, T. Czeppe, P. Zubrzycka, J. Ortyl, *Optimization of zirconium oxide nanoparticle-enhanced photocurable resins for high-resolution 3D printing ceramic parts. Adv. Mater. Interfaces*, **2025**, w druku. <https://doi.org/10.1002/admi.202400951>

³ Z. Yang, S. Peng, Z. Wang, J.-T. Miao, L. Zheng, L. Wu, Z. Weng, *UV-Curable, low-viscosity resin with a high silica filler content for preparing ultrastiff, 3D-printed molds. ACS Appl. Polym. Mater.*, **2022**, 4, 2636-2647.

Zastosowanie nanostruktur węglowych do badania efektywności sorpcji oraz katalitycznego rozkładu substancji promieniochronnych

Weronika Jędrzak^{1,2}, Monika Paszkiewicz¹, Aleksandra Bielicka-Giełdoń¹

¹ Uniwersytet Gdański, Wydział Chemii, 80-308 Gdańsk, ul. Wita Stwosza 63

² Koło Naukowe Ochrony Środowiska, Uniwersytet Gdański, Wydział Chemii, 80-308 Gdańsk, ul. Wita Stwosza 63

w.jedrzak.791@studms.ug.edu.pl

Nanostruktury węglowe, w szczególności wielościenne nanorurki węglowe zyskują coraz większe zainteresowanie jako materiały do usuwania mikrozanieczyszczeń środowiska wodnego, głównie trudno degradowalnych związków organicznych.¹

W ostatnich latach coraz więcej uwagi poświęca się oddziaływaniu substancji promieniochronnych na środowisko naturalne. Związki te, są powszechnie wykorzystywane jako składniki kosmetyków przeciwsłonecznych, w produktach do makijażu, płynach do kąpieli, szamponach do włosów, perfumach, ale także stanowią składnik tworzyw sztucznych, tekstyliów, farb i lakierów. Ich rolą jest ochrona skóry człowieka przed szkodliwym działaniem promieniowania ultrafioletowego, a w zastosowaniu przemysłowych ochrona produktów przed fotodegradacją wywołaną przez promieniowanie słoneczne. Niestety stosowanie substancji promieniochronnych może również wywierać negatywny wpływ na zdrowie człowieka oraz środowisko naturalne. Ich występowanie w środowisku traktowane jest jako zanieczyszczenie, którego ilość należy ograniczać, aby chronić ekosystemy przed ich szkodliwym wpływem.²

Celem prezentowanych badań była ocena efektywności sorpcji oksybenzonu, mikrozanieczyszczenia z grupy substancji promieniochronnych, przez wielościenne nanorurki węglowe o różnej budowie (kształt, wielkość, wartość powierzchni właściwej), w tym niemodyfikowanych oraz modyfikowanych grupami funkcyjnymi hydroksylowymi lub karboksylowymi. Dodatkowo oceniono właściwości katalityczne wielościenne nanorurek węglowych oraz podatność oksybenzonu na rozkład pod wpływem wygenerowanych katalitycznie rodników.

¹ A. Huczko, M. Kurcz, M. Popławska, *Nanorurki węglowe. Otrzymywanie, charakterystyka, zastosowania*, Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa **2014**, 215-221.

² H. Bojarowicz, N. Bartnikowska *Kosmetyki ochrony przeciwsłonecznej. Część I. Filtry UV oraz ich właściwości*, *Probl Hig Epidemiol*, **2014**, 95(3), 596-601.

Fotokatalityczna aktywacja PDS w obecności kompozytu $\text{Bi}_2\text{MoO}_6/\text{C}_3\text{N}_4$ pod wpływem światła widzialnego

Aneta Kohnke, Patrycja Wilczewska, Weronika Sosnowska, Ewa M. Siedlecka

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

aneta.kohnke@phdstud.ug.edu.pl

Zaawansowane procesy utleniania oparte na rodnikach siarczanowych (SR-AOP, ang. *Sulfate Radical-Based Advanced Oxidation Processes*) stanowią nowoczesne i wysoce efektywne podejście do degradacji trwałych zanieczyszczeń organicznych. Rodniki siarczanowe ($\text{SO}_4^{\cdot-}$) charakteryzują się wysokim potencjałem redoks, wynoszącym 2,5–3,1 V, co przewyższa potencjał rodników hydroksylowych ($\cdot\text{OH}$), mieszczący się w zakresie 1,8–2,7 V.¹ Dzięki temu $\text{SO}_4^{\cdot-}$ wykazują zdolność do utleniania szerokiej gamy związków organicznych. Te właściwości rodników siarczanowych czynią SR-AOP atrakcyjną alternatywą dla konwencjonalnych metod utleniania w zaawansowanych technologiach oczyszczania wód i ścieków. Nadsiarczan potasu (ang. *peroxydisulfate* PDS, $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$), będący silnie reaktywnym utleniaczem, jest powszechnie stosowany jako prekursor rodników siarczanowych w procesach SR-AOP.² Metody aktywacji PDS obejmują m.in.: aktywację termiczną, fotolityczną, katalityczną wobec metali lub poprzez wprowadzenie jonów OH^- - fotokatalityczną. Spośród tych metod, aktywacja fotokatalityczna, szczególnie z wykorzystaniem światła widzialnego, uznawana jest za jedną z najbardziej obiecujących metod aktywacji ze względu na swój neutralny charakter dla środowiska, niskie koszty, możliwość prowadzenia reakcji w łagodnych warunkach oraz potencjalnie wykorzystując energię słoneczną.³ Wśród fotokatalizatorów bizmutowych możemy wyróżnić molibdenian bizmutylu (Bi_2MoO_6), który charakteryzuje się stosunkowo silnym wewnętrznym polem elektrycznym i stabilną strukturą krystaliczną, a jednocześnie stosunkowo dużą łatwością tworzenia struktur hybrydowych. Fotokatalizator Bi_2MoO_6 , mimo swoich potencjalnych zalet, posiada pewne ograniczenia, które wpływają na jego skuteczność, zwłaszcza w kontekście działania w świetle słonecznym. Poprawę aktywności można uzyskać poprzez: wytworzenie heterozłącza, modyfikacje morfologii otrzymywanych materiałów bądź domieszkowanie jonami metali czy też dodatek materiału węglowego do struktury półprzewodnika.⁴

Celem badań jest efektywna fotokatalityczna aktywacja PDS z udziałem $\text{Bi}_2\text{MoO}_6/\text{C}_3\text{N}_4$ pod wpływem światła widzialnego. W ramach badań wykonano serię fotokatalizatorów $\text{Bi}_2\text{MoO}_6/\text{C}_3\text{N}_4$, z 5, 7,5 i 20% zawartością molibdenianu bizmutu, gdzie azotek węgla posłużył jako matryca. Serię fotokatalizatorów scharakteryzowano pod względem właściwości absorpcyjnych, morfologicznych i zdolności do fotokatalitycznej aktywacji PDS. Proces prowadzono pod wpływem niskoenergetycznego światła LED o długości fali 450 nm, które nie aktywuje PDS poprzez bezpośrednią fotolizę. Ustalono mechanizm fotokatalitycznej aktywacji PDS, dodatkowo został zbadany wpływ dawki fotokatalizatora, dawki PDS oraz wpływ pH i obecności jonów nieorganicznych na efektywność usuwania leku cytotoksycznego 5-fluorouracylu.

¹ S. Waclawek, H. Lutze, K. Grubel, V. Padil, M. Cernik, D. Dionysious, *Chem. Eng. J.*, **2017**, 330, 44-62.

² S. Kokate, S. Gupta, V. Kopuri, H. Prakash, *Chemosphere*, **2022**, 287, 132099.

³ H. Yin, F. Yao, Z. Pi, Y. Zhong, L. He, K. Hou, J. Fu, S. Chen, Z. Tao, D. Wang, X. Li, Q. Yang, *J of Coll. and Int. Sci.*, **2021**, 586, 551-562.

⁴ B. Kakavandi, E. Dehghanifard, P. Gholami, M. Noorisephehr, B. MirzaHedayat, *App. Surf. Sci.*, **2021**, 570, 151145.

Badanie śladowych ilości metali ciężkich w próbkach kosmetycznych

Paulina Korpacka, Maciej Wojtczak, Karolina Kowaleska

Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii, 91-403 Łódź, Tamka 12

UL0272399@edu.uni.lodz.pl

Praca dotyczy analizy zawartości śladowych ilości metali ciężkich w sześciu tonikach kosmetycznych, z czego trzy pochodzą z polskich drogerii, a trzy z chińskich platform zakupowych. Do analizy zastosowano metodę atomowej spektroskopii absorpcyjnej w piecu grafitowym (GFAAS), zgodnie z normą PN-EN ISO 15586.¹

Celem pracy było zbadanie obecności śladowych ilości metali ciężkich — miedzi (Cu), żelaza (Fe), ołowiu (Pb), cynku (Zn) oraz kadmu (Cd) — w wybranych tonikach kosmetycznych dostępnych na polskim rynku oraz sprowadzanych z zagranicznych platform zakupowych. Analizie poddano sześć produktów, w tym trzy pochodzące z polskich drogerii (Nivea, Bielenda, Isana) i trzy zakupione za pośrednictwem platformy Temu (OUHOE, EELHOE Rice Toner, EELHOE Women's Facial).

Wykorzystując metodę GFAAS przeprowadzono pomiary stężeń badanych pierwiastków. Badania wykazały, że próbki kosmetyków dostępnych w polskich drogeriach nie przekraczały dopuszczalnych norm i można je uznać za bezpieczne. Natomiast dwa z trzech produktów pochodzących z platformy Temu zawierały metale ciężkie w stężeniach przekraczających europejskie limity, w tym obecność ołowiu i wysokie stężenie żelaza,² co może stanowić potencjalne zagrożenie dla zdrowia konsumentów. Szczególnie niepokojące było wysokie stężenie żelaza w próbce OUHOE (127,30 µg/L), mogące wskazywać na zanieczyszczenie powstałe w procesie produkcji. Wyniki wskazują na potrzebę większej kontroli nad importowanymi kosmetykami oraz zwiększenie świadomości konsumenckiej dotyczącej wpływu źródła pochodzenia produktów na ich bezpieczeństwo.³

¹ PN-EN ISO 15586 październik 2005, *Jakości wody*.

² Rozporządzenie parlamentu europejskiego i rady (WE) nr 1223/2009 z dnia 30 listopada 2009 r.

³ Toksyczny makeup z temu i shein w europie - kto do tego dopuścił? Ania Gemma

<https://www.youtube.com/watch?v=FavCuVzis2c&t=28s> (pobrano 09.11.2024/data dostępu 24.05.2024)

Synteza materiałów redoks na drodze acylowania ferrocenu kwasami amino- i hydroksybenzoesowymi

*Monika Kusiak*¹, *Michał Piotrowicz*¹, *Róża Dziewiątkowska*², *Anna Makał*², *Bogna Rudolf*¹

¹ Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii, Katedra Chemii Organicznej,
91-403 Łódź, ul. Tamka 12

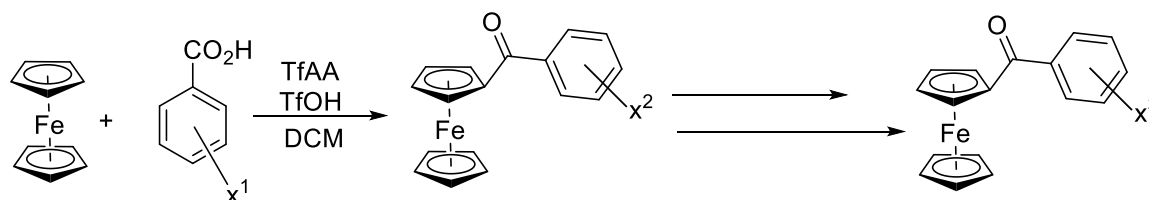
² Uniwersytet Warszawski, Centrum Nauk Biologiczno-Chemicznych,
02-089 Warszawa, ul. Żwirki i Wigury 101

monika.kusiak@edu.uni.lodz.pl

Ferrocen jest trwałym i stabilnym związkiem metaloorganicznym wykazującym szereg interesujących właściwości elektrochemicznych, do których należą m.in. tworzenie w pełni odwracalnego, jednoelektronowego układu *red-ox*. Szczególną właściwością ferrocenu jest możliwość modyfikowania jego właściwości elektrochemicznych w postaci potencjału *red-ox* poprzez wprowadzanie do układu ferrocenowego podstawników elektroakceptorowych i elektrodonorowych. Wszystkie te cechy sprawiają, że stanowi on interesujący materiał do budowy sond elektrochemicznych, nowych materiałów czy biomolekuł.¹

Istotnym zatem jest poszukiwanie nowych metod funkcjonowania ferrocenu w celu umożliwienia efektywnego wprowadzenia bardziej złożonych podstawników do układu ferrocenowego i tym samym prostego otrzymywania bardziej złożonych pochodnych.

W niniejszym komunikacie przedstawiamy wyniki naszych badań nad syntezą nowych pochodnych ferrocenu na drodze reakcji acylowania typu Friedla-Craftsa. Wykorzystaliśmy opracowaną przez nas metodę acylowania ferrocenu za pomocą *in situ* blokowanych aminokwasów alifatycznych² do syntezy aromatycznych amido- i hydroksyketonów ferrocenowych, z ferrocenu i odpowiednich kwasów amino- i hydroksybenzoesowych. Ketony te następnie poddaliśmy alkilowaniu estrami kwasów dikarboksylowych i deprotekcji grup karboksylowych w celu otrzymania nowych materiałów *red-ox* aktywnych (Schemat 1).



$x^1 = \text{OH}, \text{NH}_2$

$x^2 = \text{OH}, \text{NHCOCF}_3$

$x^3 = \text{OCH}(\text{COOH})_2, \text{N}[\text{CH}(\text{COOH})_2]_2$

Schemat 1. Reakcja otrzymywania materiałów redoks aktywnych.

Badania zostały sfinansowane ze środków UŁ w ramach Studenckich Grantów Badawczych - edycja 2025.

¹ P. Štěpnička, *Dalton Trans.*, **2022**, 51, 8085-8102.

² M. Piotrowicz, N. Masłowska, R. Dziewiątkowska, A. Makał, B. Rudolf, *J. Org. Chem.*, **2025**, 90, 2958-2968.

Wykrywanie glukozy za pomocą modyfikowanych elektrod nanocząstkami miedzi

Marta Lamczyk, Kornelia Kozłowska, Paweł Niedziałkowski

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

m.lamczyk.546@studms.ug.edu.pl

Glukoza to najpowszechniej występujący monosacharyd w przyrodzie. Rośliny produkują ten cukier przekształcając energię świetlną w energię chemiczną na drodze fotosyntezy. Najbogatszymi źródłami glukozy dla człowieka są świeże owoce, miód i niektóre warzywa.¹ Natomiast, najważniejszą rolą glukozy w organizmie jest zapewnienie źródła energii dla komórek, dlatego jest niezbędna dla prawidłowego funkcjonowania wszystkich układów, w tym układu nerwowego i mózgu. Niedobór glukozy może prowadzić do hipoglikemii, osłabienia i utraty przytomności, a nadmiar do otyłości, hiperglikemii i cukrzycy.² Z tego powodu bardzo ważna jest regularna kontrola poziomu tego cukru we krwi.

Aktualnie do monitorowania poziomu glukozy najczęściej wykorzystywane są glukometry, będące biosensorymi, w których wykorzystywane są paski pomiarowe oparte na reakcji oksydazy glukozowej. Biosensory oparte na bazie oksydazy glukozowej mają wysokie koszty produkcji. Dlatego coraz częściej poszukuje się lepszych zamienników elementów pracujących glukometrów, bez konieczności wykorzystania enzymów. Aktualnie trwają prace nad otrzymywaniem nieenzymatycznych biosensorów glukozy w których wykorzystywane są nanocząstki jako katalizatory elektrootleniania glukozy. Takie biosensory mogą posłużyć jako tańsza i bardziej czuła alternatywa dla tradycyjnych glukometrów.

W powyższej pracy przedstawiono syntezę nanostruktur miedzi, które otrzymano w trzech różnych mediach. Kształt i morfologię otrzymanych nanocząstek potwierdzono przy pomocy badań z użyciem skaningowego mikroskopu elektronowego (SEM). Wykorzystując pomiary elektrochemiczne z uwzględnieniem woltamperometrii cyklicznej (CV), elektrochemicznej spektroskopii impedancyjnej (EIS) i chronoamperometrii (CA) wykazano, że modyfikacja z użyciem 6 μ l nanocząstek jest najbardziej optymalną modyfikacją oraz, że każda zmodyfikowana elektroda wykazuje zdolność do katalizy utleniania glukozy. Spośród badanych nanocząstek, elektroda modyfikowana nanocząstkami miedzi uzyskanymi w ujemnie naładowanym Laurylosiarczanie sodu (SDS) charakteryzowała się największym zakresem pomiarowym od 0,095 do 1,5 mM i najniższą wartością limitu wykrywalności (LOD) glukozy równą 0,2962 mM. Na podstawie otrzymanych wyników stwierdzono, że modyfikowane elektrody nanostrukturami miedzi mogą być wykorzystane do nieenzymatycznej detekcji glukozy.

¹ X. Qi, R. Tester, *J Sci Food Agric*, **2020**, 101(6), 2194-2200.

² S.A. Amiel, *Diabetologia*, **2021**, 64, 963-970.

Wykorzystanie pochodnych chinolin-2-onu w syntezie koniugatów peptydowych

Daria Łada¹, Małgorzata Ryczkowska¹, Sławomir Makowiec², Krzysztof Rolka¹

¹ Uniwersytet Gdański, Wydział Chemii, Katedra Biochemii Molekularnej,
80-308 Gdańsk, ul. Wita Stwosza 63

² Politechnika Gdańska, Wydział Chemiczny, Katedra Chemii Organicznej,
80-233 Gdańsk, ul. G. Narutowicza 11/12

daria.lada@phdstud.ug.edu.pl

Chinolony to grupa syntetycznych związków heterocyklicznych, których pochodne wykazują szerokie spektrum działania biologicznego. Wśród pochodnych chinolonów udokumentowano związki znajdujące zastosowanie w leczeniu zakażeń bakteryjnych (np. ciprofloksacyna, norfloksacyna),¹ grzybowych (np. hybrydy 2-chinolonu i tiazolu),² a także nowotworów (np. gemifloksacyna).³ Tak szerokie spektrum działania czyni je atrakcyjnymi kandydatami w projektowaniu nowych związków o potencjale terapeutycznym.

W ostatnich latach rośnie również zainteresowanie koniugatami peptydów z lekami małowcząsteczkowymi, które łączą wysoką aktywność biologiczną peptydów z funkcjonalnością znanych leków.⁴ Szczególne miejsce zajmują tu peptydy o aktywności przeciwdrobnoustrojowej (*ang.* antimicrobial peptide, AMP) oraz peptydy penetrujące komórki (*ang.* cell penetrating peptide, CPP), które mogą wspomagać selektywne dostarczanie związków bioaktywnych do komórek docelowych. Obiecujące dotychczasowe wyniki badań prowadzonych w Katedrze Biochemii Molekularnej nad pochodnymi flukonazolu (leku azolowego)⁵ skłoniły nas do poszerzenia planów syntez i badań o nową grupę związków – pochodne tetrahydrochinolin-2-onu.^{6,7}

W niniejszej pracy przedstawiamy postępy w projektowaniu i syntezie biblioteki nowych pochodnych chinolin-2-onu (CH), spośród których wybierzemy najbardziej obiecujące związki do dalszych modyfikacji. Na ich podstawie przeprowadzimy syntezę pochodnych O-alkilowych i O-allylowych, a następnie otrzymamy pochodne CHpOH (przyłączenie kwasu glutarowego do grupy hydroksylowej CH). Uzyskane pochodne zostaną przyłączone do N-końców wybranych peptydów.

Zakładamy, że zaprojektowane koniugaty będą wykazywać rozszerzone spektrum działania – przeciwdrobnoustrojowe i/lub przeciwnowotworowe – oraz poprawioną selektywność wobec komórek patogennych. Uzyskane dotychczasowe wyniki badań wskazują, że strategia łączenia bioaktywnych peptydów z pochodnymi małowcząsteczkowych leków może prowadzić do otrzymania nowych, obiecujących kandydatów do zastosowań terapeutycznych.

Badania zostały sfinansowane z funduszu BMN (nr 539-T060-B184-25).

¹ T.D.M. Pham, Z.M.Ziora, M.A.T. Blaskovich, *MedChemComm*, **2019**, 10(10), 1719-1739.

² B. Zhang, *Arch Pharm (Weinheim)*, **2019**, 352(5), e1800382.

³ J.Y. Kan, Y.L. Hsu, Y.H. Chen, T.C. Chen, J.Y. Wang, P.L. Kuo, *Biomed Res Int.*, **2013**, 159786.

⁴ D.E. Zhang, T. He, T. Shi, K. Huang, A. Peng, *Front Pharmacol*, **2025**, 16, 1553853.

⁵ W. Brankiewicz, J. Okońska, K. Serbakowska, J. Lica, M. Drab, N. Ptaszyńska, A. Łęgowska, K. Rolka, P. Szweda, *Pharmaceutics*, **2022**, 14(4), 693.

⁶ M. Ryczkowska, N. Maciejewska, M. Olszewski, M. Witkowska, S. Makowiec, *Sci Rep*, **2022**, 12(1), 9985.

⁷ M. Ryczkowska, A. Trocka, A. Hromova, S. Makowiec, *Sci Rep*, **2024**, 14(1), 487.

Polimerowe rusztowania tkankowe modyfikowane substancją aktywną o właściwościach antyoksydacyjnych

Zuzanna Łochocka

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

zuzia.lochocka@gmail.com

Mimo dynamicznego rozwoju nauk medycznych, przeszczepy nadal wiążą się z szeregiem problemów dotyczących wielu pacjentów, m.in. długotrwałe, problematyczne gojenie i nieprawidłowe funkcjonowanie uszkodzonych tkanek. Z tego względu coraz częściej stosuje się innowacyjną metodę regeneracji tkanek, jaką jest zastosowanie rusztowań tkankowych. Rusztowania odpowiadają za stworzenie odpowiedniego podłoża dla komórek i zapewnienie warunków umożliwiających ich wzrost i rozwój, dzięki czemu wspomagają proces odbudowy tkanki.

Istnieje wiele polimerów, które mogą być wykorzystywane do otrzymywania rusztowań tkankowych, np. poliuretany czy polikaprolakton. Dodatkowo, rusztowania tkankowe można modyfikować substancjami aktywnymi, takimi jak witamina C, które mogą pozytywnie wpływać na gojenie i przyspieszać regenerację tkanek.

W ramach badań otrzymano pięć rodzajów rusztowań tkankowych metodą odlewania z roztworu z wymywaniem porogenu, składających się z poliuretanu i polikaprolaktonu w różnych stosunkach masowych. W celu określenia struktury i właściwości mechanicznych rusztowań, przeprowadzono badania, takie jak: mikroskopia optyczna, dzięki której wyznaczono histogram wielkości porów i porowatość, badanie wytrzymałości na ścislenie oraz wyznaczenie kąta zwilżania. Ponadto, wybrane rusztowania zmodyfikowano glukozydem askorbylu i zbadano kinetykę uwalniania tej substancji za pomocą spektrofotometrii UV-Vis.

Analiza wyników pozwala stwierdzić, że skład rusztowań ma znaczenie na ich strukturę i wytrzymałość - skafoldy z dodatkiem polikaprolaktonu wykazały lepsze właściwości względem rusztowania z czystego poliuretanu. Większość otrzymanych materiałów posiadała potencjał aplikacyjny, natomiast najbardziej optymalne właściwości charakteryzowały rusztowanie o stosunku masowym polimerów 1:1.

Elektrody na bazie tuszy przewodzących - otrzymywanie i badania elektrochemiczne

Wiktoria Marszałkowska, Paweł Niedziałkowski

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

w.marszalkowska.715@studms.ug.edu.pl

Metody elektroanalityczne pozwalają na szybkie, opłacalne ekonomicznie i efektywne oznaczanie związków o właściwościach elektroaktywnych, zapewniając przy tym wysoką czułość oraz precyzję.¹ W dzisiejszych czasach najczęściej wykorzystywanymi elektrodami do badań są elektrody sitodrukowane typu (SPE), które stanowią miniaturyzację układu trój-elektrodowego klasycznych elektrod wykorzystywanych w pomiarach.² Elektrody te są bardzo często wykorzystywane w pomiarach elektrochemicznych ze względu na to, że umożliwiają pomiary w mniejszej objętości, co przekłada się na redukcję zużycia badanych analitów prowadząc do minimalizacji powstających odpadów. Dodatkowo produkcja elektrod tego typu jest szybka i jest kosztowna. Elektrody SPE mogą być także wytwarzane o zróżnicowanym kształcie, który może być przystosowany do celu konkretnych potrzeb badawczych.

Prezentowane wyniki badań przedstawiają sposób otrzymywania elektrod typu SPE wytwarzanych na bazie tuszy węglowej z zastosowaniem węgla szklistego. W pierwszym etapie uzyskano szablony o odpowiednich kształtach i wymiarach w celu uzyskania elektrod typu SPE. Następnie otrzymano tusz przewodzący, którym pokrywano szablony elektrod różną ilością warstw, co pozwoliło na zoptymalizowanie ilości warstw obecnych na powierzchni, które w istotny sposób wpływają na właściwości przewodzące. Badania uzyskanych elektrod przeprowadzono z zastosowaniem woltamperometrii cyklicznej (CV).

Optymalizację ilość warstw węglowych obecnych na uzyskanych elektrodach typu SPE wytwarzanych na bazie tuszy węglowej przeprowadzono w 0,01 M roztworze PBS, pH = 7,4, zawierającym wskaźnik redoks w postaci 1 mM $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-/4-}$. Dodatkowo porównano właściwości detekcyjne uzyskanych elektrod wykorzystując do tego celu wzorcowy roztwór kofeiny. Czułość uzyskanych elektrod na bazie tuszy przewodzącego, o najlepszych parametrach elektrochemicznych porównano również względem do czułości komercyjnie wykorzystywanych elektrod SPE firmy Methrom. Uzyskane wyniki jednoznacznie świadczą o tym, że właściwości elektrochemiczne badanych elektrod zależą od ilości warstw obecnych na powierzchni oraz od tego w jaki sposób są one czyszczone. Otrzymane wyniki badań są bardzo obiecujące oraz stanowią podstawę w kierunku ich rozwijania w celu uzyskania tanich oraz czułych materiałów elektrodowych o potencjalnym wykorzystaniu w biosensoryce.

¹ R. Torre, E. Costa-Rama, H.P.A. Nouws, C. Delerue-Matos, *Biosensors*, **2020**, *10*, 139.

² A. García-Miranda Ferrari, S.J. Rowley-Neale, C.E. Banks, *Talanta Open* **3**, **2021**, 100032.

Potencjalny radiosensybilizator uszkodzeń DNA – 8-(4-trifluorometylo)benzyloamino-2'-deoksyadenozyna

*Natasza Masłowska, Magdalena Zdrowowicz-Żamojć,
Magdalena Datta, Paula Pryba, Janusz Rak*

Uniwersytet Gdański, Wydział Chemii, 80-303 Gdańsk, Wita Stwosza 63

n.maslowska.896@studms.ug.edu.pl

Radioterapia jest jedną z trzech najczęściej wykorzystywanych metod w procesie leczenia zmian nowotworowych. Metoda działania opiera się na zastosowaniu promieniowania jonizującego takiego jak: promieniowanie rentgenowskie, promieniowanie gamma czy też wysokoenergetyczne elektrony. Niestety wpływ promieniowania nie jest obojętny na komórki zdrowe. Prowadzi to do wielu skutków ubocznych radioterapii i uszkodzenia niezmiennych nowotworowo tkanek. Aby uniknąć niekorzystnego wpływu stosowanych technik, konieczne było opracowanie wielu metod, których celem jest zwiększenie skuteczności radioterapii, a jednocześnie obniżenie ilości skutków ubocznych i działań niepożądanych. Jedną z takich metod jest zastosowanie radiosensybilizatorów. Są to związki chemiczne oraz farmaceutyki, które powodują zwiększenie cytotoxyczości promieniowania jonizującego. Ich zasada działania skupia się na zwiększeniu uszkodzenia DNA progresując śmierć komórkową i jednocześnie zmniejszając uszkodzenie zdrowych komórek.¹

Modyfikowane nukleozydy ze względu na swoje unikalne cechy mają doskonałe właściwości radiosensybilizujące. Wykazują one podobieństwo strukturalne do nukleozydów, które nie uległy zmodyfikowaniu. Dzięki temu mogą ulegać inkorporacji do DNA, a ich cytotoxyczość ujawnia się dopiero pod wpływem promieniowania.² Przykładem takiego związku jest 8-(4-trifluorometylo) benzyloamino-2'-deoksyadenozyna.

W niniejszym projekcie zbadano tożsamość i czystość wspomnianej pochodnej przy pomocy NMR, LC-MS oraz HPLC. Weryfikacji poddana została również jej stabilność. Właściwość tą skontrolowano po upływie 4, 24 i 72 godzin również wykorzystując w tym celu aparaturę HPLC. Dokonano ponadto określenia tożsamości produktów powstałych w wyniku degradacji indukowanej przyłączeniem elektronów podczas radiolizy roztworu wodnego badanego analogu. Badania wykazały efektywny rozpad, przebiegający z rozerwaniem wiązania C-F i utworzeniem potencjalnie cytotoxycznego rodnika zlokalizowanego na atomie C grupy CF₃. Cytotoxyczość badanego związku została przeanalizowana na komórkach raka prostaty linii PC3 oraz komórkach raka piersi MCF-7 z wykorzystaniem testu MTT. Potwierdzono niską cytotoxyczość badanej pochodnej przed ekspozycją na promieniowanie jonizujące.

¹ E.M. Zeman, E.C. Schreiber, J.E. Tepper, „Basics of Radiation Therapy”, *Abel Clin Onc*, **2020**, VI, 431-460.

² J. Rak et. al. „Mechanisms of Damage to DNA Labeled with Electrophilic Nucleobases Induced by Ionizing or UV Radiation” *J. Phys Chem B*, **2015**, 119(26), 8227-8238.

Fluorowane pirolo[3,4-c]pirazole: synteza oraz transformacje

Magdalena Mróz^{1,2}, Greta Utecht-Jarzyńska¹, Marcin Jasiński¹

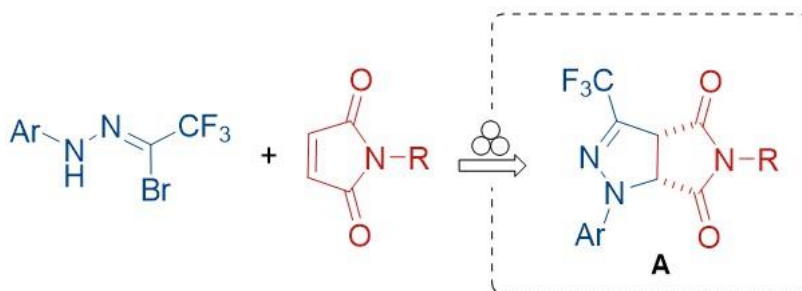
¹ Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii, 91-403 Łódź, ul. Tamka 12

² Studenckie Koło Naukowe Chemików „Orbital” Uniwersytetu Łódzkiego

magdalena.mroz@edu.uni.lodz.pl

Pochodne fluoroorganiczne stanowią ~25% dostępnych na rynku farmaceutyków, a także zajmują ważne miejsce w grupie agrochemikaliów oraz materiałów specjalnego przeznaczenia. W tym kontekście, fluorowane pirazole, w szczególności pochodne zawierające grupę CF₃ ulokowaną w pozycji C(3) pierścienia, stanowią wiodącą klasę połączeń pod względem ww. zastosowań praktycznych.¹ Z tego powodu, poszukiwanie nowych metod syntezy bardziej złożonych fluorowanych pochodnych pirazolu jawi się jako atrakcyjne wyzwanie badawcze z obszaru nowoczesnej syntezy organicznej.

W komunikacie omówiona zostanie efektywna, mechanochemiczna metoda syntezy bicyklicznych związków typu **A** wskazanych jako użyteczne bloki budulcowe do dalszego wykorzystania w syntezie funkcjonalizowanych pirazoli.²



Schemat 1. Synteza bicyklicznych pochodnych typu **A** z wykorzystaniem mechanochemii.

Badania sfinansowane w ramach Studenckiego Grantu Badawczego UŁ 2025.

¹ P.K. Mykhailiuk, *Chem. Rev.*, **2021**, 121, 1670-1715.

² G. Utecht-Jarzyńska, S. Jarzyński, M. Jasiński, *RSC Mechanochemistry*, **2025**, 2, 79-82.

Nowe podejście do recyklingu PET: właściwości poliuretanów z udziałem produktów glikolizy

*Lena Naruniec, Zuzanna Hinc, Joanna Smorawska, Paulina Kosmela,
Krzysztof Formela, Ewa Głowińska*

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

s193863@student.pg.edu.pl

PET stanowi 20% wszystkich odpadów z tworzyw sztucznych. Obecnie produkty recyklingu są głównie wykorzystywane do ponownej syntezy PET oraz innych poliestrów. Mogą być one jednak również wykorzystywane do syntezy poliuretanów (PU) nadając im nowych właściwości użytkowych. Celem badań było zastosowanie produktów recyklingu chemicznego PET jako reaktywnych komponentów do syntezy PU, zbadanie struktury chemicznej i wybranych właściwości fizycznych oraz termicznych PU.

W ramach prac eksperymentalnych, zebrano butelki PET, oczyszczono i rozdrobniono, a następnie poddano glikolizie. W glikolizie zastosowano bio-1,3-propanodiol w obecności katalizatora, jakim był octanu potasu w ilości 0,5% m/m. Stosunek masowy odpadu PET do glikolu wynosił 1:4. Następnie produkt glikolizy wykorzystano do syntezy nowych materiałów poliuretanowych. Synteza PU była prowadzona metodą dwuetapową (prepolimerową). W syntezie zastosowano bio-poliol polieterowy oraz diizocyjanian difenylometanu (MDI). Jako przedłużacz łańcucha w PU referencyjnych użyto bio-1,3-propanodiolu, a w próbkach modyfikowanych wykorzystano glikolizat PET-PDO. Poliuretany otrzymywano w stosunku molowym NCO do OH równym 1.0.

Otrzymane materiały zbadano wykorzystując różne metody i techniki analizy instrumentalnej. Wykonano spektroskopię w podczerwieni z transformacją Fouriera (FTIR), analizę termogravimetryczną (TGA), próby jednoosiowego rozciągania, pomiar twardości metodą Shore'a A oraz gęstość.

Wyniki badań wykazują, że wykorzystanie produktów recyklingu chemicznego PET wpływa na właściwości PU. Analiza FTIR wykazała pełne przereagowanie reagentów oraz obecność charakterystycznych grup funkcyjnych dla PU. Badania TGA pokazują, że zastosowanie glikolizatu nieznacznie wpływa na stabilność termiczną otrzymanych materiałów poliuretanowych. Zastosowanie glikolizatu PET-PDO wpłynęło na poprawę wytrzymałości na rozciąganie i twardości otrzymanych PU. Reasumując, zastosowanie glikolizatu z PET wspiera zrównoważony rozwój oraz pozwala na uzyskanie materiałów o konkurencyjnych właściwościach w porównaniu do tradycyjnych PU.

Zaprezentowane wyniki są częścią projektu „Innowacyjne metody zagospodarowania produktów recyklingu tworzyw sztucznych do otrzymywania zrównoważonych materiałów poliuretanowych” realizowanego w ramach IV edycji programu Studenckie Koła Naukowe Tworzą Innowacje. Numer projektu SKN/SP/602421/2024.

Autorzy dziękują członkom Koła Naukowego „TECH-POL” za zaangażowanie w zbiórkę butelek PET, kluczowego surowca w projekcie.

Nie wszystkie połączenia koordynacyjne kadmu(II) są szkodliwe dla człowieka

Paulina Nowicka, Mariusz Makowski

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

paulina.nowicka@phdstud.ug.edu.pl

W ostatnich latach obserwuje się znaczący globalny wzrost liczby zakażeń wywołanych przez drobnoustroje oportunistyczne. Jednym z kluczowych problemów jest lekooporność patogenów (m.in. grzybów) na stosowany schemat leczenia. Powoduje to trudności w leczeniu infekcji, zwiększa ryzyko powikłań i często prowadzi do śmierci.¹ W związku z tym niezbędne są ciągłe poszukiwania nowych substancji, które mogłyby skutecznie eliminować patogeny, a jednocześnie nie szkodzić zdrowym komórkom człowieka. Połączenia koordynacyjne metali przejściowych ze względu na swoje unikalne właściwości fizykochemiczne (m.in. różne stopnie utlenienia i ich budowę przestrzenną) stanowią interesujący kierunek badań. Co więcej, wykazano, że toksyczność jonu metalu nie jest cechą stałą, gdyż zależy ona od wielu zmiennych, np. rodzaju liganda obecnego w połączeniu koordynacyjnym.² Dobrym przykładem są związki koordynacyjne kadmu(II), które w połączeniu z wybranymi cząsteczkami organicznymi wykazują silne działanie przeciwko groźnym grzybom, takim jak *Candida albicans* czy *Aspergillus aculeatus*.³

W ramach przeprowadzonych badań skupiono się na czterech pochodnych imidazolu tworzących nowe połączenia koordynacyjne z jonami Cd^{2+} , różniące się obecnością anionów halogenkowych w sferze koordynacyjnej (Cl^- , Br^- , I^-) lub przeciwjonem (PF_6^-). Oddziaływanie otrzymanych połączeń z podwójną helisą DNA analizowano za pomocą pomiarów zmian wygaszania fluorescencji (technika switchSense), badając wpływ temperatury na parametry kinetyczne. Ponadto, przy wykorzystaniu techniki ITC, określono parametry termodynamiczne wiązania wybranych związków z albuminą surowicy bydlęcej (białko BSA). Aby potwierdzić biologiczną istotność i potencjał farmakologiczny uzyskanych związków koordynacyjnych kadmu(II), przeprowadzono wstępne badania aktywności przeciwgrzybiczej. Omawiane połączenia cechuje wysoka selektywność, nawet w przypadku patogenów grzybiczych opornych na wiele dostępnych leków. Tym samym czyni to je interesującymi do dalszych badań w kierunku działania przeciwgrzybiczego.

¹ World Health Organization, *WHO Fungal Priority Pathogens List to Guide Research, Development and Public Health Action*, Geneva, 1st ed., **2022**. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240060241> (Dostęp 24.05.2025).

² K.S. Egorova, V.P. Ananikov, *Organometallics*, **2017**, *36*, 4071-4090.

³ F.B. Biswas, T.G. Roy, Md. A. Rahman, T.B. Emran, *Asian Pac. J. Trop. Med.*, **2014**, *7*, S534-S539.

Synteza i analiza amyloidogennych peptydów typu „hot-spot” z białek z rodziny cystatyn

David Pawłowski, Rafał Tutkowski, Emilia Iłowska, Aneta Szymańska

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

d.pawlowski.915@studms.ug.edu.pl

Agregacja białek stanowi kluczowy proces patologiczny leżący u podstaw wielu chorób neurodegeneracyjnych, takich jak m.in. choroba Parkinsona czy Alzheimerera. W obliczu starzejącego się społeczeństwa, schorzenia te nabierają szczególnego znaczenia, stając się poważnym wyzwaniem dla systemów opieki zdrowotnej na całym świecie.¹ Zrozumienie mechanizmów molekularnych odpowiedzialnych za inicjację i przebieg agregacji białek jest zatem niezbędne w kontekście opracowywania skutecznych metod diagnostyki, terapii oraz profilaktyki.

Jedną z przyjmowanych hipotez zakłada, że istotną rolę w procesie agregacji peptydów i białek odgrywają tzw. rejony „hot-spots” – krótkie fragmenty sekwencji aminokwasowej zdolne do inicjowania i kontrolowania tworzenia struktur amyloidowych.² Współcześnie, metody *in silico* umożliwiają wytypowanie tego typu miejsc podatnych na agregację na podstawie samej sekwencji aminokwasowej lub struktury przestrzennej, co jest bardzo przydatnym narzędziem przy projektowaniu badań eksperymentalnych nad białkami agregującymi.³

Modelem wykorzystanym w badaniach były białka z nadrodziny cystatyn takie jak stefina A oraz B, cystatyna C i kurza cystatyna, które wykazują zróżnicowaną zdolność do tworzenia struktur amyloidogennych.⁴

Otrzymane w ramach przeprowadzonych badań wyniki wskazują, że syntetyzowane peptydy odpowiadające regionom typu „hot spot” wyżej wymienionych białek wykazują zróżnicowane właściwości amyloidogenne, a przebieg procesu fibrylizacji zależy m.in. od siły jonowej roztworu. Obrazowanie za pomocą transmisyjnej mikroskopii elektronowej potwierdziło obecność mikrokryształów lub włókien fibrylarnych we wszystkich roztworach peptydów amyloidogennych. Analiza konformacyjna metodą dichroizmu kołowego ujawniła znaczące zmiany strukturalne w niektórych roztworach badanych peptydów po 13 dniach inkubacji.

Podziękowania: Praca finansowana ze środków na działalność statutową Katedry Chemii Biomedycznej nr DS 531-T070-D496-25

¹ P. Salahuddin, M.T. Fatima, V.N. Uversky, *Int J Biol Macromol*, **2021**, 190, 44-55.

² N.S. De Groot, I. Pallarés, *BMC Struct Biol*, **2005**, 5, 1-17.

³ G.G. Tartaglia, M. Vendruscolo, *Chem Soc Rev*, **2008**, 37, 1395-1401.

⁴ J. Ochieng, G. Chaudhuri, *J Health Care Poor U*, **2010**, 21, 51-70.

High-throughput experimentation (HTE) for screening of Ni(II) and Co(II) catalytic materials in olefins (co)polymerization process

*Kacper Pobłocki^{1,2}, Francesco Zaccaria², Antonio Vittoria²,
Vincenzo Busico², Dagmara Jacewicz¹*

¹ University of Gdansk, Faculty of Chemistry, 80-308 Gdansk, Poland

² Federico II University of Naples, Department of Chemical Sciences, 80126 Napoli, Italy

kacper.poblocki@phdstud.ug.edu.pl

Research on olefins coordination polymerization catalysts is an important area for the development of advanced polymeric materials with controlled structure and physicochemical properties. Within this research gap, innovative approaches using high-throughput catalyst screening (HTC) systems (Fig. 1), which enable the efficient and automated testing of numerous catalyst systems under high-pressure and high-temperature conditions, are particularly valuable.



Fig. 1. Freeslate Parallel Pressure Reactors PPR48 used in olefins (co)polymerization process.

Coordination compounds of nickel(II) and cobalt(II) with ligands such as isonicotinic acid were analyzed¹. Polymerization processes were carried out under tightly controlled conditions in a glovebox, under an inert gas atmosphere, using a high-throughput catalyst screening (HTC) system for simultaneous 48 polymerization reactions under high pressure and temperature. Polymerizations were carried out in toluene using methylaluminoxane (MAO) as an activator, under conditions: 60°C and 9 bar ethylene. The (co)polymers obtained were subjected to comprehensive physicochemical characterization. High-temperature gel permeation chromatography (GPC) was used to analyze molecular weights (56-203 kDa) and dispersity index (3.6-7.4). In addition, analytical post-crystallization elution fractionation (A-CEF) was performed to separate polymer fractions according to their crystallization capacity and to determine the composition of the copolymers. The chemical structure of the obtained materials was studied by ¹H NMR spectroscopy, which enabled the identification of structural units and the evaluation of the degree of functionalization.

The project is funded by the Ministry of Education and Science under the Pearls of Science Program Project No. PN/01/0137/2022.



¹ M. Pawlak, J. Drzeżdżon, K. N. Jarzemska, R. Kamiński, K. Pobłocki, J. Datta, D. Jacewicz, *ChemPhysChem*, **2025**, e202401142.

Uzyskanie rekombinowanego wektora ekspresyjnego, umożliwiającego biosyntezę białka sfGFP w fuzji ze duplikowanym peptydem NZ-bait

Kinga Rumińska, Agnieszka Żylicz-Stachula, Piotr Skowron

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

rumska.kinga.981@gmail.com

Kluczowym elementem procesu klonowania molekularnego jest stworzenie konstruktów posiadających wymagane do ekspresji docelowego genu elementy. W projekcie, w celu wygenerowania konstruktów, który koduje gen Białka Zielonej Fluorescencji (ang. *Green Fluorescence Protein*) w fuzji z tandemowym powtórzeniem peptydu NZ-bait posiadającym motyw zamka leucynowego, wykorzystano reakcję łączenia odcinków DNA metodą Gibsona (ang. *Gibson Assembly*).¹ Metoda pozwoliła na otrzymanie wektora ekspresyjnego, złożonego z trzech fragmentów DNA w określonym układzie.²

Do amplifikacji dwóch fragmentów matrycowego DNA wykorzystano metodę PCR (ang. *Polymerase Chain Reaction*). Oba fragmenty docelowego konstruktów wraz z trzecim fragmentem kodującym jeden z dwóch motywów NZ-bait wykorzystano do złożenia wektora metodą Gibsona. Konstruktem transformowano bakterie *Escherichia coli*. Obecność wprowadzonego DNA sprawdzano metodą PCR z kolonii bakteryjnych oraz metodą elektroforezy DNA na żelu agarozowym. Ostatecznie poprawność klonowania potwierdzono sekwencjonowaniem DNA metodą Sangera. Efekt pracy to uzyskanie rekombinowanego konstruktów, pozwalającego na produkcję białka sfGFP w fuzji z dwoma, jak i trzema powtórzeniami peptydu NZ-bait.

Otrzymany rekombinowany wektor ekspresyjny, zawierający gen kodujący dwa lub trzy powtórzenia peptydu NZ-bait w fuzji z białkiem sfGFP, może zostać wykorzystany do biosyntezy unikalnego wariantu białka reporterowego, przydatnego do testowania systemu podłączania białek do powierzchni bionanocząstek sfunkcjonalizowanych motywem CZ-prey. Peptydy NZ-bait oraz CZ-prey są kompatybilnymi motywami tworzącymi strukturę zamka leucynowego i cechują się zdolnością do silnych, specyficznych oddziaływań. Jest to możliwe poprzez ich dimeryzację. Zdolność do dimeryzacji motywów to cecha, która może znaleźć zastosowanie do łączenia różnego rodzaju cząstek z dobrą specyficznością.³

¹ Ghosh I., Hamilton A.D., Regan L., *AM CHEM S*, **2000**, 122(23), 5658-5659.

² Gibson D.G. *Methods in Enzymology*, **2011**, 498, 349-361.

³ Choi S.L., Lee S.J., Yeom S.J., Kim H.J., Rhee Y.H., Jung H.C., Lee S.G., *PLoS ONE*, **2014**, 9(6), e97093.

Analiza poziomu ketoprofenu w próbkach biologicznych i w wodzie morskiej w oparciu o wydajną metodę ekstrakcji w połączeniu z chromatografią cieczą i tandemową spektrometrią mas

Julia Sarna¹, Marcel Szpott¹, Anna Hallmann², Barbara Urban-Malinga³, Natalia Treder¹,
Marcin Lipiński², Tomasz Bączek¹, Anna Roszkowska¹

¹ Gdański Uniwersytet Medyczny, Wydział Farmaceutyczny, Katedra i Zakład Chemii Farmaceutycznej, 80-416 Gdańsk, Al. Gen. Hallera 107

² Gdański Uniwersytet Medyczny, Wydział Farmaceutyczny, Katedra i Zakład Biochemii Farmaceutycznej, 80-211 Gdańsk, Dębinki 1

³ Morski Instytut Rybacki – PIB, Zakład Oceanografii Rybackiej i Ekologii Morza, ul. Kołłątaja 1, 81-332 Gdynia

juliasarna@gumed.edu.pl, marcelszpott@gumed.edu.pl

Zanieczyszczenie środowiska farmaceutykami stanowi rosnący problem ekologiczny i zdrowotny. Zwiększający się dostęp do leków OTC powoduje coraz większe przedostawanie się tych leków do otoczenia. Do najczęściej wykrywanych substancji w przyrodzie należą niesteroidowe leki przeciwzapalne (NLPZ), takie jak ketoprofen (KET). Jego obecność w środowisku wodnym wynika głównie z niecałkowitego oczyszczania ścieków oraz nieprawidłowej utylizacji leków. Ketoprofen, nawet w niskich stężeniach może ulegać kumulacji w organizmach wodnych, zaburzając ich funkcje fizjologiczne i wpływając negatywnie na równowagę ekosystemu.

Celem niniejszej pracy była optymalizacja techniki ekstrakcji do fazy stałej (ang. *solid-phase extraction*, SPE), mikroekstrakcji do fazy stałej (ang. *solid-phase microextraction*, SPME) oraz ekstrakcji w układzie ciało stałe-ciecz (ang. *solid-liquid extraction*, SLE) w połączeniu z metodą chromatografii cieczowej sprzężonej z tandemową spektrometrią mas (ang. *liquid chromatography tandem mass spectrometry*, LC-MS/MS) do analizy KET w próbkach biologicznych (woda ze zbiorników morskich oraz tkanki nereid z gatunku *Nereis diversicolor*). W zoptymalizowanych warunkach, technikę SPME ze złożem C18 oraz technikę SPE ze złożem C18 wykorzystano do ekstrakcji KET z próbek wody morskiej. Natomiast do ekstrakcji KET z homogenatu nereid wybrano metodę SLE z wykorzystaniem metanolu. Otrzymane ekstrakty z procedury SPE, SPME oraz SLE poddawano analizie LC-MS/MS. Rozdział chromatograficzny przeprowadzono w odwróconym układzie faz (faza A: woda/FA (100/0,1; v/v), faza B: ACN/FA (100/0,1; v/v)), czas trwania analizy wynosił 4,5 min. Do rozdziału analitów (KET oraz jej deuterowany analog KET-d₃) użyto kolumnę Kinetex® C18 (50 mm × 2,1 mm, wielkość ziaren 1,7 μm). Opracowana metodologia oparta na spektrometrii mas i różnym przygotowaniu próbek umożliwia analizę nawet śladowych ilości analitów w wodzie i w próbkach biologicznych w eksperymentach ekspozycyjnych z użyciem dwóch stężeń KET (niskiego: 135 ng/L oraz wysokiego 1350 ng/L). Próbkę wody znad osadu oraz nereidy pobierano po 2 dniach i 3 tygodniach eksperymentu. Na podstawie opracowanej metody SPME-LC-MS/MS oraz SLE-LC-MS/MS wyznaczono stężenie KET na poziomie pg/mL. Opracowana procedura stanowi istotne narzędzie w badaniach środowiskowych mających na celu analizę stopnia kumulacji substancji egzogennych, takich jak KET, w organizmach wodnych.

Wpływ parametrów procesowych na stopień oczyszczenia biometanu w procesie adsorpcji zmiennociśnieniowej (PSA)

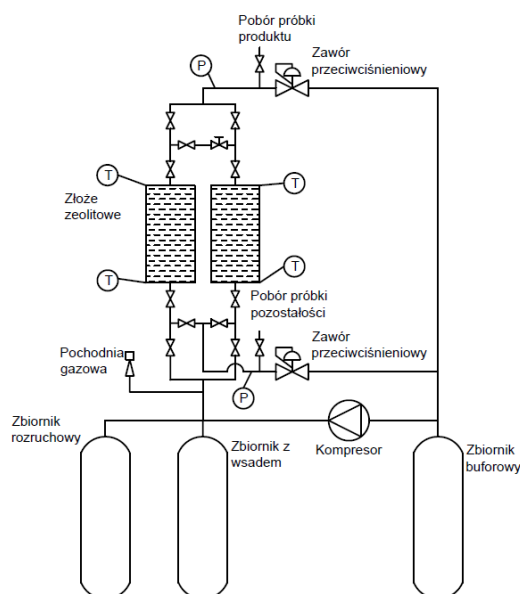
*Mateusz Siemieniuk, Krzysztof Sobczyński, Olgierd Szałowski,
Bartosz Szulczyński, Dominik Dobrzyniewski*

Politechnika Gdańska, Wydział Chemiczny, 80-222 Gdańsk, Gabriela Narutowicza 11/12

mati.siemi@gmail.com

Polski sektor rolniczy posiada unikalny potencjał dla produkcji biometanu. Szacuje się, że możliwe jest wyprodukowanie 7,8 mln m³ biometanu rocznie w naszym kraju. Brak regulacji prawnych był przeszkodą w rozwoju produkcji tego biopaliwa.¹

Biogaz otrzymywany z odpadów rolniczych jest mocno zanieczyszczony substancjami takimi jak: dwutlenek węgla, siloksany, związki siarki i azotu. Aby móc wtłoczyć biometan do sieci, należy oczyścić biogaz ze zbędnych zanieczyszczeń, co podwyższy jego kaloryczność i eliminuje ryzyko korozyjności. Jednym ze sposobów oczyszczania biometanu jest adsorpcja zmiennociśnieniowa. W ramach badań analizowano wpływ ciśnienia, zawartości dwutlenku węgla oraz przepływu wsadu na stopień oczyszczenia produktu. Jako adsorbenty wykorzystano zeolity 13X oraz 4A. Do oznaczeń stosowano optyczne czujniki stężenia CO₂ oraz CH₄, co pozwoliło na jednoczesne i precyzyjne monitorowanie procesu.



Schemat 1. Schemat modelowej instalacji PSA.

Badania finansowane ze środków Politechniki Gdańskiej w ramach grantu DEC- 32/1/2024/IDUB/III.4c/Tc w ramach programu Technetium Talent Management Grants – „Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia Badawcza”.

¹ H. Waliszewska, E. Krasuska, M. Krzywiński, *Nowa Energia*, **2023**, 3, 59-63.

Wpływ parametrów procesowych na wydajność oczyszczania biometanu w procesie adsorpcji zmiennociśnieniowej (PSA)

Krzysztof Sobczyński, Mateusz Siemieniuk, Olgierd Szałowski,
Bartosz Szulczyński, Dominik Dobrzyniewski

Politechnika Gdańska, Wydział Chemiczny, 80-222 Gdańsk, Gabriela Narutowicza 11/12

krzysztofsobczynski791@gmail.com

Biometan otrzymywany jest najczęściej w wyniku fermentacji beztlenowej (AD) materii organicznej. Surowy biogaz powstały w tym procesie zawiera, oprócz metanu, znaczne ilości dwutlenku węgla, a także w mniejszych stężeniach siarkowodór, amoniak, wodór, azot tlenek węgla oraz tlen.¹

Biometan należy oddzielić od pozostałych produktów, ponieważ dopiero w formie oczyszczonej, może być przesyłany w sieciach gazowych i spalany w silnikach samochodowych. Jedną z kluczowych technologii uzdatniania biogazu jest adsorpcja zmiennociśnieniowa (PSA, *ang.* Pressure Swing Adsorption), oparta na cyklicznie zachodzących procesach adsorpcji i desorpcji, realizowanych zwykle w układzie kilku naprzemiennie pracujących kolumn. Technologia PSA pozwala na uzyskanie biometanu o czystości sięgającej nawet 95%. Na wydajność tego procesu wpływają liczne parametry technologiczne takiej jak: czas trwania procesu, liczba i wielkość kolumn, zakres ciśnień roboczych, rodzaj zastosowanego złoża adsorpcyjnego.



Zdjęcie 1. Stworzona na potrzeby projektu instalacja adsorpcji zmiennociśnieniowej.

Badania finansowane ze środków Politechniki Gdańskiej w ramach grantu DEC- 32/1/2024/IDUB/III.4c/Tc w ramach programu Technetium Talent Management Grants – „Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia Badawcza”

¹ M. Jameel, M. Mustafa, H. Ahmed, A. Mohammed, H. Ghazy, M. Shakir, *Results Chem*, **2024**, 7, 111-141.

Nowy termofilny bakteriofag vB_GthS_P2.1 z rodziny *Siphoviridae*

Michał Sroczyński¹, Daria Kreff¹, Joanna Żebrowska¹, Piotr M. Skowron¹,
Monika Šimoliūnienė², Eugenijus Šimoliūnas²

¹ Uniwersytet Gdański, Wydział Chemii, 80-308 Gdańsk, Wita Stwosza 63

² Vilnius University, Life Sciences Center, LT-10257 Vilnius, Sauletekio Av. 7

michal.sroczyński@phdstud.ug.edu.pl

Szacuje się, że na całym świecie łączna populacja bakteriofagów wynosi 10^{31} , natomiast bakterii 10^{29} , co oznacza, że fagi stanowią najliczniejszą grupę jednostek biologicznych na świecie.¹ Liczba w pełni zsekwencjonowanych genomów bakteriofagów w 2021 roku wynosiła ponad 14 tysięcy.² Za to liczba zsekwencjonowanych genomów termofilnych bakteriofagów zdeponowanych w bazie *GenBank National Center for Biotechnology Information* wynosi zaledwie 26 pozycji.³ W niedługim czasie do tej listy zostanie dodany genom bakteriofaga vB_GthS_P2.1 (w skrócie P2.1).

Celem przeprowadzonych badań było zoptymalizowanie warunków preparatywnej hodowli bakteriofaga, w celu oczyszczenia go, wyizolowania jego materiału genetycznego i późniejszego sekwencjonowania, z wykorzystaniem szeregu metod biologii molekularnej. Do zagęszczenia i wstępnego oczyszczenia bakteriofaga z lizatu bakteryjnego zastosowano precypitację w wykorzystaniem PEG 8000/ NaCl i ekstrakcji w buforze TMC. Następnie preparat poddano ultrawirowaniu w gradiencie chlorku cezu, co pozwoliło na uzyskanie czystego preparatu faga. W kolejnym etapie wyizolowano genom badanego faga, poddano go sekwencjonowaniu i analizie bioinformatycznej. Oprócz tego, oczyszczonego bakteriofaga poddano również analizie LC-MS/MS, która w sposób eksperymentalny potwierdziła obecność części z wyznaczonych za pomocą narzędzi bioinformatycznych białek.

Przeprowadzone badania wykazały, że nowo odkryty i scharakteryzowany bakteriofag P2.1 należy do rodziny bakteriofagów *Siphoviridae* i zakaża szereg termofilnych szczepów *Geobacillus*. Genom faga składa się z dwuniciowego DNA o wielkości 47 005 pz, w którego sekwencji znajduje się 77 sekwencji kodujących (ang. *coding DNA sequence*, CDS) kodujących polipeptydy o masie 3,5 kDa lub większej. Na podstawie wyszukiwania homologii można przypisać hipotetyczną funkcję 30 białek, powstających z wyznaczonych CDS. Nie znaleziono żadnych genów kodujących polimerazę RNA lub DNA, co wskazuje, że bakteriofag ten polega na enzymach transkrypcyjnych i replikacyjnych gospodarza bakteryjnego. Dodatkowo, sekwencja genomu wykazuje istotne podobieństwo do scharakteryzowanych wcześniej bakteriofagów termofilnych, tj. TP-84 oraz vB_GthS_PK2.1.

Badania sfinansowane w ramach projektu OPUS 25: „Biologia syntetyczna zastosowana do biosyntezy termofilnych, problematycznych i toksycznych białek: bakteriofagowy system ekspresji o bardzo szerokim zakresie temperaturowym (30-80)” (nr projektu 2023/49/B/NZ2/03357)

¹ J.E.S. Strange, P. Leekitcharoenphon, F. Duus Møller, F.M. Aarestrup, *SCI REP-UK*, **2021**, *11*, 1-11.

² R. Cook, N. Brown, T. Redgwell, B. Rihtman, M. Barnes, M. Clokie, D.J. Stekel, J. Hobman, M.A. Jones, A. Millard, *Phage (New Rochelle)*, **2021**, *2*, 214-223.

³ P. M. Skowron, B. Łubkowska, I. Sobolewski, A. Żylicz-Stachula, M. Šimoliūnienė, E. Šimoliūnas, *INT J MOL SCI*, **2024**, *25*, 1-23.

Synteza nowych pochodnych ferrocenowych z ugrupowaniem amidowym o potencjalnych nieliniowych właściwościach optycznych

Julia Stempień^{1,2}, Michał Piotrowicz¹, Róża Dziewiątkowska³, Anna Makal³, Bogna Rudolf¹

¹ Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii, Katedra Chemii Organicznej,
ul. Tamka 12, 91-403 Łódź

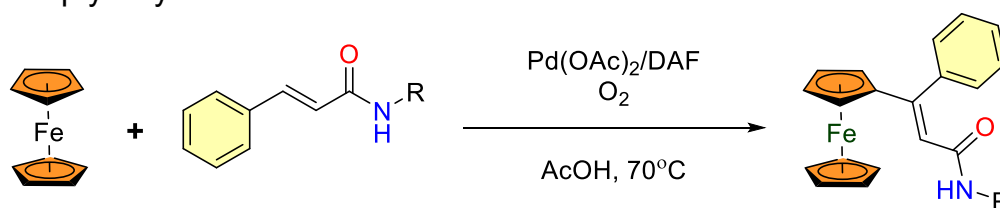
² Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii, Naukowe Koło Chemii Kosmetycznej,
91-403 Łódź, ul. Tamka 12

³ Centrum Nauk Biologiczno-Chemicznych, Uniwersytet Warszawski,
02-089 Warszawa, ul. Żwirki i Wigury 101

julia.stempien@edu.uni.lodz.pl

Materiały o nieliniowych właściwościach optycznych (NLO – Non Linear Optics) odgrywają bardzo istotną rolę w dzisiejszym świecie. Znajdują szerokie zastosowanie w takich obecnie intensywnie rozwijających się obszarach technologii informacyjnej jak obróbka sygnałów optycznych, optyczna komunikacja szerokopasmowa czy optyczne przetwarzanie informacji. Dużą grupą związków wykazujących NLO są pochodne ferrocenu zawierające w swojej strukturze układ sprzężonych wiązań π do którego dołączone są grupy elektrondonorowe i elektronoakceptorowe – tzw. układ *push-pull*.¹

W niniejszym komunikacie prezentujemy wyniki badań nad wprowadzaniem fragmentu ferrocenowego do układu α,β -nienasyconego w amidach kwasu cynamonowego. W tym celu wykorzystaliśmy reakcję Fujiwara-Moritani, w której ferrocen w obecności octanu palladu reaguje ze związkami α,β -nienasyconymi, dając selektywnie produkty podstawienia w pozycji β układu nienasyconego.^{2,3} Ugrupowanie amidowe pełni w otrzymanych związkach podwójną rolę: grupy elektronoakceptorowej układu *push-pull* oraz donora i akceptora wiązań wodorowych. Tworzenie się wiązań wodorowych może sprzyjać krystalizowaniu związków w układach niecentrosymetrycznych, co jest jednym z warunków występowania nieliniowych właściwości optycznych.



R = H, Me, *n*-Bu, Bn, Cy

DAF = 4,5-diazafluoren-9-on

Schemat 1. Synteza ferrocenowych pochodnych amidów kwasu cynamonowego.

Badania zostały sfinansowane ze środków UŁ w ramach Studenckich Grantów Badawczych - edycja 2025.

¹ S. Kaur, M. Kaur, P. Kaur, K. Clays, K. Singh, *Coord. Chem. Rev.*, **2017**, 343, 185-219.

² M. Piotrowicz, J. Zakrzewski, A. Makal, J. Bąk, M. Malińska, K. Woźniak, *J. Organomet. Chem.*, **2011**, 696, 3499-3506

³ M. Piotrowicz, J. Zakrzewski, *Organomet.*, **2013**, 32, 5709-5712.

Złoto i srebro kontra zanieczyszczenia: bimetaliczne nanocząstki Au–Ag jako katalizatory rozkładu barwników organicznych

Natalia Szewczyk, Elżbieta Adamska, Agata Kowalska, Beata Grobelna

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

n.szewczyk.768@studms.ug.edu.pl

Nanotechnologia to dziedzina nauki zajmująca się charakterystyką oraz otrzymaniem struktur, które posiadają wielkości od 1 do 100 nanometrów.¹ Bimetaliczne nanocząstki Au-Ag posiadają właściwości obu metali jak również otrzymują dodatkowe charakterystyczne dla nowej struktury cechy. Posiadają dużą powierzchnię w stosunku do objętości, zmienione właściwości optyczne oraz magnetyczne. Wykorzystywane są w wielu dziedzinach takich jak czujniki, farmaceutyki, optoelektronika, nauki biomedyczne, rolnictwo, fotonika, nauki o środowisku i kataliza.²

Nanocząstki można poddawać dalszym modyfikacjom w celu polepszenia ich właściwości. Jednym ze sposobów ich funkcjonalizacji jest pokrycie warstwą krzemionki, dzięki czemu otrzymany materiał charakteryzuje się lepszą stabilnością oraz biokompatybilnością.

Nanocząstki dzięki właściwościom katalitycznym wykorzystywane są do rozkładu barwnych związków organicznych, co stanowi istotny aspekt przy oczyszczaniu środowiska z tego typu związków. Bimetaliczne nanocząstki Au-Ag wyróżniają się lepszą wydajnością katalityczną w porównaniu do monometalicznych odpowiedników.³

W trakcie badań eksperymentalnych wykonano szereg syntez w celu wyboru optymalnej metody otrzymywania bimetalicznych nanocząstek Ag-Au. Wykorzystano reduktor chemiczny – kwas askorbinowy oraz reduktory naturalne – ekstrakty z mango. Podczas syntezy metodą redukcji chemicznej zmieniano ilości użytych substratów: stosunek azotanu srebra do kwasu chlorozłotowego, stężenie CTAB oraz NaOH. Następnie część otrzymanych nanocząstek pokryto warstwą krzemionki, poprzez syntezę z zol-żel z udziałem tetraetoksylanu.

Otrzymane nanocząstki bimetaliczne Ag-Au oraz nanocząstki Ag-Au pokryte krzemionką poddano analizie właściwości fizykochemicznych, przy pomocy m.in. zdjęć z transmisyjnego mikroskopu elektronowego (TEM), pomiarów potencjału zeta (ELS) i rozkładu wielkości cząstek (DLS). Następnie dla otrzymanych nanostruktur zbadano właściwości katalityczne metodą spektroskopii UV-Vis, analizując rozkład barwników organicznych: 4-nitrofenolu oraz błękitu metylowego.

¹ D. Głód, M. Adamczak, W. Bednarski, *ŻNTJ*, **2014**, 5(96), 36-52.

² M. Sankareswari, C. Amutha, V.S. Vasantha, Tae Hwan Oh, M. Arunpandian, K. Selvakumar, *Inorg Chem Commun*, **2024**, 169, 113134.

³ H. Lin, Y. Liu, J. Deng, L. Jing, Z. Wang, L. Wei, Z. Wei, Z. Hou, J. Tao, H. Dai, *Environ Sci Adv*, **2025**, 4(1), 33-56.

Nowe kompleksy metalokarbonylowe o właściwościach antyoksydacyjnych

Kamila Tokarska, Aneta Kosińska, Bogna Rudolf

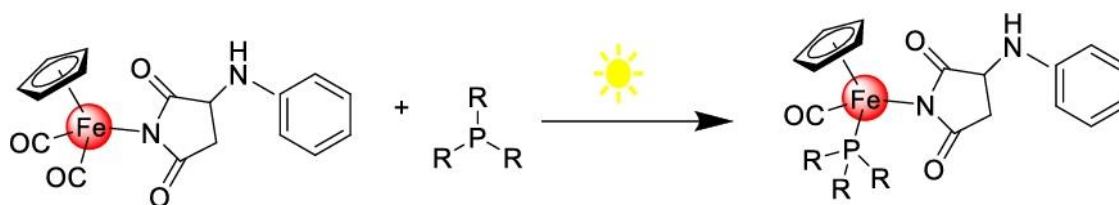
Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii, 91-403 Łódź, ul. Tamka 12

kamila.tokarska@edu.uni.lodz.pl

W ostatnich latach obserwuje się rosnące zainteresowanie związkami metaloorganicznymi, co wynika z ich ciekawych zastosowań w różnych obszarach nauk przyrodniczych. Charakterystyczne, niestandardowe wiązanie pomiędzy atomem metalu a atomem węgla nadaje tym związkom unikalne właściwości fizykochemiczne. Szczególną uwagę zwracają kompleksy półsandwiczowe metali przejściowych, które ze względu na możliwość koordynacji szerokiego spektrum ligandów stanowią atrakcyjny obiekt badań, zwłaszcza w kontekście ich potencjalnej aktywności biologicznej.^{1,2}

Stres oksydacyjny definiuje się jako stan zaburzenia homeostazy redoks, wynikający z przewagi procesów oksydacyjnych generujących reaktywne formy tlenu nad mechanizmami obrony antyoksydacyjnej. Wolne rodniki prowadzą do uszkodzeń struktur komórkowych, w tym błon, białek, lipidów, polisacharydów oraz materiału genetycznego, przyczyniając się do rozwoju licznych schorzeń.³ W ostatnich badaniach oceniono potencjał antyoksydacyjny kompleksów typu CpRu(CO)₂-η¹-sukcynimidato. Wykazano, że związki te przywracają aktywność enzymu kluczowego dla neutralizacji reaktywnych form tlenu oraz zmniejszają zakres uszkodzeń DNA zarówno w komórkach prawidłowych, jak i nowotworowych.¹

W prezentowanym komunikacie przedstawiamy fotochemicznie indukowaną wymianę ligandu karbonylowego na wybrane ligandy fosfinowe w kompleksie CpFe(CO)₂-η¹-sukcynimidato, prowadzącą do uzyskania nowych kompleksów metaloorganicznych o potencjalnych właściwościach antyoksydacyjnych.



R= alkil, aryl

Schemat 1. Reakcja wymiany ligandu karbonylowego na fosfinowy.

Badania finansowane z programu „Studenckie granty badawcze”.

¹ M. Juszczyk, M. Kluska, A. Kosińska, B. Rudolf, K. Woźniak, *Molecules*, **2022**, 27, 2803.

² M. Juszczyk, S. Das, A. Kosińska, A.J. Rybarczyk-Pirek, K. Wzgarda-Raj, P. Tokarz, S. Vasudevan, A. Chworos, K. Woźniak, B. Rudolf, *Dalton Trans.*, **2023**, 52, 4237-4250.

³ J. Kulbacka, J. Saczko, A. Chwiłkowska, *Pol. Merk. Lek.*, **2009**, 157, 44.

Nowoczesne metody analityczne do monitorowania leków przeciwdepresyjnych w próbkach biologicznych i środowiskowych

Patrycja Wasilewska¹, Julia Wardęga¹, Martyna Gałas¹, Marcin Lipiński²,
Ilona Olędzka¹, Tomasz Bączek¹, Anna Roszkowska¹

¹ Gdański Uniwersytet Medyczny, Wydział Farmaceutyczny, Katedra i Zakład Chemii Farmaceutycznej, 80-416 Gdańsk, ul. Aleja Generała Józefa Hallera 107

² Gdański Uniwersytet Medyczny, Wydział Farmaceutyczny, Katedra i Zakład Biochemii Farmaceutycznej, 80-416 Gdańsk, ul. Aleja Generała Józefa Hallera 107

patrycjawasilewska@gumed.edu.pl

Depresja jest chorobą ośrodkowego układu nerwowego, na którą z roku na rok zapada coraz więcej osób. Farmakoterapia depresji oparta jest na podawaniu leków przeciwdepresyjnych, wśród których najczęściej przepisywaną grupą są selektywne inhibitory wychwytu zwrotnego serotoniny (ang. *selective serotonin reuptake inhibitors*, SSRI), takie jak fluoksetyna (FLU). Jej metabolizm jest rozległy, zachodzi głównie przy użyciu enzymu CYP2D6 w wątrobie, a aktywnym metabolitem FLU jest norfluoksetyna (NFLU), która również ma znaczenie w terapii depresji. Celem niniejszej pracy była optymalizacja techniki mikroekstrakcji do fazy stałej (ang. *solid-phase microextraction*, SPME) oraz ekstrakcji w układzie ciało stałe-ciecz (SLE) w połączeniu z metodą LC-MS/MS (ang. *liquid chromatography coupled to tandem mass spectrometry*) do analizy FLU oraz NFLU w próbkach biologicznych (mocz) oraz środowiskowych (tkanki małży z gatunku *Mytilus trossulus*). W zoptymalizowanych warunkach, metoda SPME została użyta do ekstrakcji FLU oraz NFLU z moczu w warunkach: złożo ekstrakcyjne C18, mieszanina do desorpcji analitów ze złoża: ACN/woda//FA (80/20/0.1; v/v/v), 60 min ekstrakcja oraz 5 min desorpcja. Natomiast do ekstrakcji FLU oraz NFLU z homogenatu małży zastosowano metodę SLE z wykorzystaniem mieszaniny ACN/FA (100/0,1; v/v) w stosunku 2mL mieszaniny na 1g homogenatu, który trzykrotnie poddawany był 15 min wytrząsaniu oraz 15 min działaniu ultradźwięków. Otrzymane ekstrakty z procedury SPME oraz SLE poddawano analizie LC-MS/MS. Rozdział chromatograficzny przeprowadzono w odwróconym układzie faz (faza A: woda/FA (100/0.1; v/v), faza B: ACN/FA (100/0.1; v/v)), czas trwania analizy wynosił 4.5 min. Do rozdziału analitów użyto kolumny Kinetex® C18 (50 mm × 2.1 mm, wielkość cząstek 1.7 μm). Granica oznaczalności (ang. *limit of quantitation*, LOQ) wynosiło dla FLU 1 ng/mL i 10 ng/g odpowiednio dla próbek moczu i małży. Dla NFLU LOQ wynosiło 1 ng/mL i 25 ng/g odpowiednio dla próbek moczu i małży. Opracowana metoda SPME-LC-MS/MS umożliwia analizę nawet śladowych ilości analitów w płynnych próbkach biologicznych i może stanowić element spersonalizowanej farmakoterapii w leczeniu depresji. Ponadto na podstawie opracowanej metody SLE-LC-MS/MS wyznaczono stężenie NFLU na poziomie 54-118 ng/g tkanki, potwierdzając tym samym istotną akumulację tego związku w małżach.

Synteza oraz badanie właściwości spektralnych i fotofizycznych nowych acetylenowych pochodnych tyrozyny

Weronika Zaucha, Agnieszka Stepasiuk, Irena Bylińska

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

w.zaucha.894@studms.ug.edu.pl

Aminokwasy niebiałkowe to interesująca grupa związków chemicznych występujących naturalnie w organizmach żywych, w których pełnią ważne role biologiczne.¹ Wiele z tych związków znalazło zastosowanie jako terapeutyki ze względu na szeroki zakres wykazywanych przez nie właściwości leczniczych.² Aminokwasy niebiałkowe stanowią również istotne narzędzie badawcze i mogą być specjalnie projektowane do pełnienia określonych funkcji. Przykładową ścieżką syntez takich związków jest ukierunkowana modyfikacja strukturalna ich białkowych prekursorów poprzez kowalencyjne wprowadzenie ugrupowania fluoroforowego prowadzące do pojawienia się lub wzmocnienia właściwości fluorescencyjnych. Literatura opisuje wiele opracowanych tym sposobem metod syntezy prowadzących do otrzymania szerokiej gamy związków, które dzięki uzyskanym w wyniku przekształceń właściwościom spektroskopowym poszerzyły swój potencjał aplikacyjny.^{3,4,5}

Tyrozyna to aromatyczny aminokwas białkowy, który wykazuje mało użyteczne z punktu aplikacyjnego właściwości spektroskopowe. Wprowadzenie do jej struktury dodatkowych ugrupowań chromoforowych lub/i auksochromowych w znaczący sposób wpływa na jej funkcjonalność jako fluoroforu. Biorąc pod uwagę powyższe aspekty, celem projektu była synteza oraz charakterystyka właściwości spektralnych i fotofizycznych nowych aromatycznych acetylenowych pochodnych tyrozyny (AAT).

Symetryczne i asymetryczne AAT otrzymano w wyniku reakcji sprzęgania Sonogashiry-Hagihary osłoniętych, 3-jodo- lub 3,5-dijodopodstawionych pochodnych tyrozyny z odpowiednimi aromatycznymi substratami acetylenowymi. Wyizolowane związki poddano badaniom spektroskopowym obejmującym: wyznaczenie zakresu spektralnego absorpcji i emisji, molowego współczynnika absorpcji, wydajności kwantowej fluorescencji, czasu zaniku fluorescencji, a także określenia wpływu otoczenia na wyżej wymienione parametry. W toku badań ustalono, że nowe związki są efektywniejszymi chromoforami oraz fluoroforami w porównaniu do wyjściowej tyrozyny. Otrzymane pochodne AAT charakteryzują się bardziej długofalowymi widmami absorpcji i emisji, wyższymi molowymi współczynnikami absorpcji (ich wartości mieszczą się w przedziale $5414\text{-}54628\text{ M}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}$), wyższymi wartościami wydajności kwantowej fluorescencji (ich wartości osiągają nawet 85%) w porównaniu do białkowego prekursora. Wyniki wskazują także na silną zależność tych wielkości fizycznych od charakteru użytego rozpuszczalnika. Dodatkowo potwierdzono fotostabilność otrzymanych AAT. Powyższe badania określiły efektywność oraz użyteczność nowych aminokwasów niebiałkowych jako znaczników fluorescencyjnych. W ramach komunikatu zaprezentowane zostaną metoda syntezy oraz właściwości spektroskopowe nowych AAT.

¹ V. Vranova, K. Rejsek, K.R. Skene, P. Formanek, *Plant Soil*, **2011**, 342, 31-48.

² M.A. T. Blaskovich, *J. Med. Chem.*, **2016**, 59, 10807-10836.

³ P. Cheruku, J.-H. Huang, H.-J. Yen, R.S. Iyer, K.D. Rector, J.S. Martinez, H.-L. Wang, *Chem. Sci.*, **2015**, 6, 1150-1158.

⁴ M.P. Brun, L. Bischoff, C. Garbay, *Angew. Chem. Int. Ed.*, **2004**, 43, 3432-3436.

⁵ A.V. Strizhak, V.Y. Postupalenko, V.V. Shvadchak, N. Morellet, E. Guittet, V.G. Pivovarenko, A.S. Klymchenko, Y. Mély, *Bioconjugate Chem.*, **2012**, 23, 2434-2443.

Nowe hydrazynowe pochodne naftalimidu – synteza i właściwości

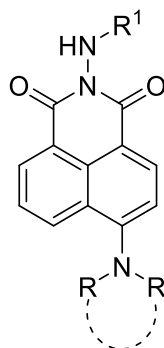
Zofia Ziółkowska, Cyprian Doroszko, Bogna Rudolf, Szymon Jarzyński

Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii, Katedra Chemii Organicznej,
91-403 Łódź, ul. Tamka 12

zofia.ziolkowska@edu.uni.lodz.pl

Imidy stanowią powszechne motywy strukturalne w cząsteczkach naturalnych i syntetycznych, charakteryzujących się wyjątkowymi właściwościami farmakologicznymi. Znajdują szerokie zastosowanie w dalszej funkcjonalizacji poprzez różne reakcje chemiczne. Naftalimidy to pochodne imidów kwasu ftalowego, zawierające aromatyczny szkielet naftalenowy sprzężony z ugrupowaniem imidowym. Charakteryzują się sztywnym, aromatycznym szkieletem oraz obecnością ugrupowania imidowego, co nadaje im szczególne właściwości fizykochemiczne i reaktywność. Ze względu na swoje zdolności do oddziaływań niekowalencyjnych, takich jak wiązania wodorowe i oddziaływania π - π , naftalimidy znalazły szerokie zastosowanie m.in. w chemii supramolekularnej, materiałach optoelektronicznych oraz jako fluorofory i sondy molekularne.¹

Głównym celem przeprowadzonych badań było opracowanie efektywnych i wydajnych procedur otrzymywania nowych pochodnych naftalimidowych zawierających fragment hydrazynowy. Kluczowym związkiem wyjściowym do otrzymania docelowych produktów był bezwodnik 4-bromo-1,8-naftalowy, który został poddany reakcjom z różnymi hydrazynami. W kolejnym etapie uzyskane związki poddano aromatycznej substytucji nukleofilowej z drugorzędowymi aminami. Dla wszystkich otrzymanych produktów została wykonana pełna analiza spektroskopowa.



Rys. 1. Ogólna struktura uzyskanych pochodnych naftalimidowych.

Badania zostały sfinansowane ze środków Studenckich Grantów Badawczych 2025 Uniwersytetu Łódzkiego.

¹ H. Yu, Y. Gao, W. Zhu, K. Havener, X. Zheng, *Coordination Chemistry Review*, **2021**, 444, 214019.

Związki koordynacyjne jonów metali z pochodnymi sulfonamidowymi jako oręż do walki z lekoopornością

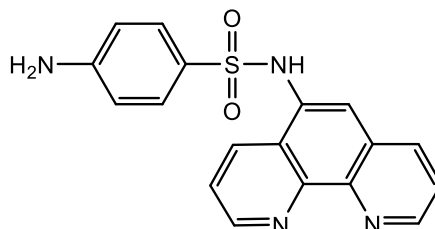
Natalia Żukowska, Mateusz Kowalik, Mariusz Makowski

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

natalia.zukowska@phdstud.ug.edu.pl

Leki przeciwnowotworowe, takie jak cisplatyna, od wielu lat pozostają podstawą terapii onkologicznej w leczeniu licznych typów nowotworów. Jednak ich stosowanie wiąże się z wieloma ograniczeniami, w tym toksycznością i rozwijającą się opornością komórek nowotworowych. W odpowiedzi na te wyzwania, jednym z kierunków badań stało się opracowywanie nowych związków koordynacyjnych metali przejściowych, które mogą stanowić alternatywę dla klasycznych chemioterapeutyków. Szczególne zainteresowanie wzbudziły związki rutenu i rodu, które nie tylko wykazują działanie przeciwnowotworowe, ale często charakteryzują się odmiennym mechanizmem działania i większą selektywnością wobec komórek nowotworowych. Związki koordynacyjne typu półkanapkowego Rh(III) należą do jednej z najbardziej obiecujących grup związków, wykazujących wysoką aktywność *in vitro*, a niektóre z nich także skuteczność *in vivo*.¹ W literaturze opisano przykład związku koordynacyjnego z tej grupy, zawierającego pochodną sulfonamidową z podstawnikiem bipirydylowym, który wykazał aktywność wobec komórek nowotworu jelita grubego.² Sulfonamidy należą do klasy związków również szeroko wykorzystywanych w terapii przeciwbakteryjnej oraz przeciwnowotworowej.³

Celem prezentowanych wyników badań było otrzymanie oraz charakterystyka fizykochemiczna nowej pochodnej sulfonamidowej zawierającej podstawnik fenantrolinowy w bezpośrednim sąsiedztwie grupy sulfonamidowej (**Rys. 1**), umożliwiającej dalsze zastosowanie jako ligand w syntezie związków koordynacyjnych metali przejściowych. Właściwości biologiczne otrzymywanych układów będą przedmiotem dalszych analiz.



Rys. 1. Wzór strukturalny pochodnej sulfonamidowej z podstawnikiem fenantrolinowym.

Strukturę otrzymanego połączenia koordynacyjnego z Rh(III) potwierdzono za pomocą analizy elementarnej (CHNS), spektrometrii mas (ESI-MS), spektroskopii FT-IR oraz NMR. Technika SwitchSENSE została wykorzystana do porównania zdolności i siły oddziaływania z DNA wolnego liganda oraz połączenia tego liganda z Rh(III). Następnie porównano właściwości fizykochemiczne tego układu z ligandem oraz z wcześniej opisaną w literaturze pochodną zawierającą podstawnik bipirydylowy.²

¹ K. Málíková, L. Masaryk, P. Štarha, *Inorganics*, **2021**, 9, 26.

² M. Kowalik, J. Masternak, M. Olszewski, N. Maciejewska, K. Kazimierczuk, J. Sitkowski, A.M. Dąbrowska, A. Chylewska, M. Makowski, *Inorg Chem*, **2024**, 63, 1296-1316.

³ K.H. Oudah, M.A.A. Najm, A.B. Roomi, H.A. Al-Sa'idy, F.M. Awadallah, *Sys Rev Pharm*, **2020**, 11, 1473-1477.

Poetycka miłość czy chemiczny koktajl, czyli jak chemia pozwala zrozumieć emocjonalne aspekty

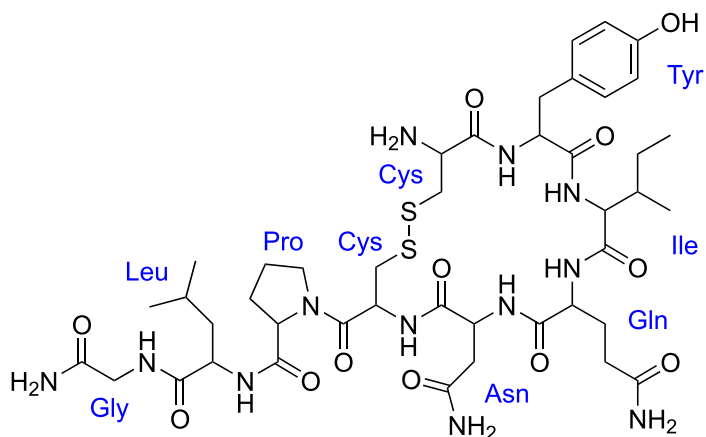
Anita Ćwiklińska

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

a.cwiklinska.721@studms.ug.edu.pl

Miłość ludzką można neurobiologicznie rozpatrywać jako trzy funkcjonalnie odrębne, lecz częściowo nakładające się systemy: popęd seksualny, przyciąganie i przywiązanie. Każdy z tych etapów opiera się na odmiennych, lecz powiązanych mechanizmach neurochemicznych i neuronalnych.

Popęd seksualny, choć dzielący komponenty z systemem nagrody, wykazuje większe powiązanie z motywacją prokreacyjną. Faza przyciągania aktywuje mezolimbiczny układ nagrody, z dominującą rolą dopaminy w strukturach takich jak VTA, jądro półleżące i prążkowie, co koreluje z euforią i intensywnym ukierunkowaniem na partnera.¹ Przywiązanie wiąże się z oksytocyną i wazopresyną, modulującymi aktywność w strukturach takich jak NAc, VP i ciało migdałowate, sprzyjając stabilizacji więzi i zachowaniom opiekuńczym.² Interakcje między tymi układami odzwierciedlają złożoną architekturę afektywną miłości, opartą na synergii dopaminy, oksytocyny, wazopresyny i endogennych opioidów.³ Poster przybliży zależności tych systemów oraz prezentuje struktury wybranych neurochemikaliów.



Rys. 1. Wzór chemiczny oksytocyny.

¹ M. Tiffany Love, Motivation and the Role of Dopamine, *PHARMACOL BIOCHEM BE*, **2013**.

² J. Dębiec, Peptides of love and fear: vasopressin and oxytocin modulate the integration of information in the amygdala, *BIOESSAYS*, **2005**, 27, 869-873.

³ J. Babkova, G. Repiská, The Molecular Basis of Love, *INT J MOL SCI*, **2025**, 26, 1533.

Fluorescencja i jej praktyczne znaczenie

Michalina Jelińska^{1,2}, *Anna Wrona-Piotrowicz*¹

¹ Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii, Katedra Chemii Organicznej,
91-403 Łódź, ul. Tamka 12

² Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii, Naukowe Koło Chemii Kosmetycznej,
91-403 Łódź, ul. Tamka 12

michalina.jelinska@edu.uni.lodz.pl

Fluorescencja to zjawisko emitowania światła przez substancję uprzednio wzbudzoną poprzez pochłonięcie światła lub innego promieniowania elektromagnetycznego. W przypadku fluorescencji czas zaniku emitowanego światła po wzbudzeniu wynosi zwykle około 10^{-8} s. Właściwości fluorescencyjne mogą posiadać zarówno związki nieorganiczne jak i organiczne. W przypadku związków organicznych na szczególną uwagę zasługują pochodne wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA), których przedstawicielem jest piren. Piren i jego pochodne charakteryzują się długimi czasami życia fluorescencji, wysoką wydajnością kwantową fluorescencji oraz fluorescencją zależną od środowiska otaczającego fluorofor. Właściwości te sprawiają, że pochodne pirenu znajdują wiele praktycznych zastosowań zarówno w życiu codziennym jak i nauce, medycynie czy przemyśle. Związki te mogą być wykorzystane do produkcji barwników luminescencyjnych, w znakowaniu biocząsteczek, w mikroskopii fluorescencyjnej, czy jako materiał do optoelektroniki (OLED, OFED itp.).¹ Zaletą pochodnych pirenu jest łatwość w sterowaniu kolorem emitowanego przez nie światła poprzez modyfikacje pierścienia pirenowego. Modyfikacje te są możliwe na drodze syntezy organicznej. Piren, podobnie jak inne pochodne benzenu, łatwo ulega substytucji elektrofilowej (alkilowanie, acylowanie, nitrowanie itp.), co pozwala na syntezę szeregu nowych unikatowych pochodnych. Dodatkowo, pochodne pirenu można uzyskać na drodze reakcji utleniania, bezpośredniego litowania czy reakcji katalizowanych metalami przejściowymi. Warto zwrócić uwagę, że związki te mogą wykazywać fluorescencję zarówno w roztworze jak i w ciele stałym.² Rozbudowany układ π -elektronowy pirenu sprawia, że cząsteczki mogą ze sobą oddziaływać (π -stacking), co ma wpływ na emisję światła. W ostatnich latach wykazano także, że różne typy oddziaływań w ciele stałym sprawiają, że dana pochodna pirenu może krystalizować w różnych układach krystalograficznych (polimorfizm).³ Dodatkowo, czynniki mechaniczne, takie jak ucieranie, mogą powodować przechodzenie jednej odmiany poliformicznej w drugą czemu niejednokrotnie towarzyszy zmiana barwy emitowanego światła. Zjawisko to, opisane w ostatnich latach dla pochodnych pirenu nosi nazwę mechanofluorochromizmu a związki wykazujące je mogą znaleźć zastosowanie jako sensory mechaniczne.⁴

¹ T.M. Figueira-Duarte, K. Müllen, *Chem Rev*, **2011**, *111*, 7260-7314.

² A. Wrona-Piotrowicz, D. Płażuka, J. Zakrzewski, R. Métivier, K. Nakatani, A. Makal, *Dyes and Pigments*, **2015**, *121*, 290–298.

³ D. Tchoń, D. Trzybiński, A. Wrona-Piotrowicz, A. Makal, *CrystEngComm*, **2019**, *21*, 5845–5852.

⁴ Y. Hirai, L. Laize-Général, A. Wrona-Piotrowicz, J. Zakrzewski, A. Makal, A. Brosseau, L. Michely, D.-L. Versace, C. Allain, R. Métivier, *ChemPhysChem*, **2021**, *22*, 1638-1644.

Sekret długowieczności kotów – terapia AIM w walce z przewlekłą chorobą nerek

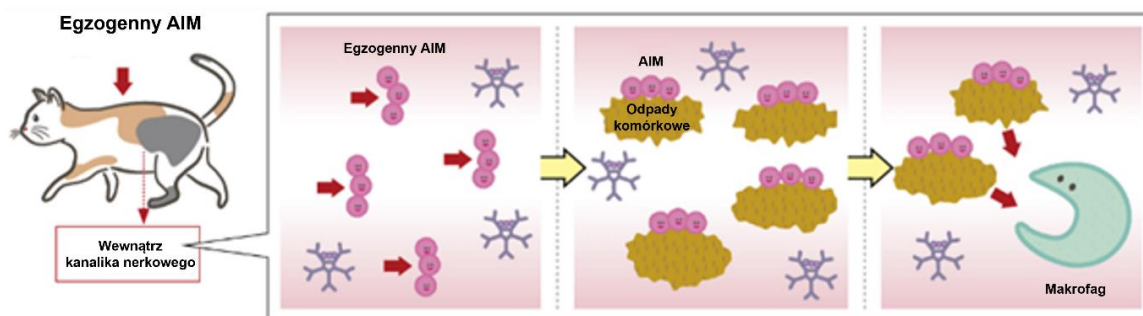
Martyna Kniás

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

332256@uwr.edu.pl

Niewydolność nerek, zwłaszcza w przebiegu przewlekłej choroby nerek (chronic kidney disease, CKD), stanowi istotne wyzwanie zarówno w medycynie ludzkiej, jak i weterynaryjnej. U kotów CKD jest jedną z najczęściej diagnozowanych chorób przewlekłych, szczególnie u osobników starszych.¹ W porównaniu z innymi gatunkami, koty wykazują wyjątkowo dużą predyspozycję do schorzeń nerek, co częściowo wynika z zaburzeń funkcjonowania białka AIM (Apoptosis Inhibitor of Macrophage).

AIM jest endogennym białkiem należącym do rodziny białek Scavenger Receptor Cysteine-Rich (SRCR), które w warunkach fizjologicznych krąży we krwi w postaci związanej z immunoglobuliną IgM. W przypadku ostrego uszkodzenia nerek (acute kidney injury, AKI), AIM odłącza się od IgM i uczestniczy w fagocytozie martwych komórek, wspierając procesy regeneracyjne w obrębie nefronów. U kotów jednak AIM wiąże się z IgM około 1000 razy silniej niż u ludzi czy myszy, co uniemożliwia jego uwolnienie w przebiegu AKI i ogranicza procesy naprawcze. Badania wykazały, że podanie rekombinowanego AIM może poprawiać przeżywalność i funkcję nerek po AKI, co sugeruje jego potencjalne zastosowanie terapeutyczne (Rys. 1).^{2,3} Obecnie terapia AIM znajduje się w fazie zaawansowanych badań klinicznych, a ich pozytywne wyniki mogą w przyszłości umożliwić wprowadzenie nowatorskiego, molekularnie ukierunkowanego leczenia chorób nerek u kotów.⁴ Co ciekawe, potencjał białka AIM nie ogranicza się wyłącznie do zastosowań terapeutycznych w medycynie weterynaryjnej - rośnie także zainteresowanie jego rolą jako biomarkera diagnostycznego i prognostycznego w leczeniu chorób nerek u ludzi. Przyszłe badania nad AIM mają potencjał zrewolucjonizować podejście do leczenia i diagnostyki chorób nerek, oferując rozwiązania dostosowane zarówno do potrzeb medycyny weterynaryjnej, jak i ludzkiej.⁵



Rys. 1. Mechanizm działania terapii AIM w leczeniu choroby nerek u kotów.¹¹

¹ J.D. White, R. Malik, J.M. Norris, *Vet. J.*, **2011**, *190*, 317-322.

² R. Sugisawa, E. Hiramoto, S. Matsuoka, S. Iwai, R. Takai, T. Yamazaki, T. Miyazaki, *Sci. Rep.*, **2016**, *6*, 35251.

³ T. Miyazaki, T. Yamazaki, R. Sugisawa, M.E. Gershwin, S. Arai, *Cell. Mol. Immunol.*, **2018**, *15*, 563-574.

⁴ T. Kikuchi, *Healthist*, **2024**, 286.

⁵ K. Yasuda, A. Nishijima, T. Inoue, T. Takagi, K. Tanabe, J. Minakuchi, T. Miyazaki, *Commun. Med.*, **2025**, *5*, 15.

Słodka obietnica, gorzka prawda – ciemna strona analogów GLP-1 w leczeniu otyłości

Dawid Kowalski, Klaudia Kołodyńska

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

dawidkowalski@gumed.edu.pl

Glukagonopodobny peptyd-1 (ang. *glucagon-like peptide-1*, GLP-1) to związek należący do grupy tzw. hormonów inkretynowych (hormonów jelitowych wydzielanych w reakcji na spożycie pokarmu; zwiększają one wydzielanie insuliny, hamują wydzielanie glukagonu i opróżnianie żołądka oraz zmniejszają uczucie łaknienia).¹ Natywny GLP-1 nie jest wykorzystywany w medycynie ze względu na bardzo krótki czas półtrwania (1-2 minuty) związany z jego podatnością na degradację enzymatyczną pod wpływem dipeptydylopeptydazy IV (DPP-IV). Jego wielokierunkowe działanie (m.in. obniżanie glikemii na czczo i glikemii poposiłkowej, właściwości kardio- i neuroprotektoryjne) sprawiło, że koncerny farmaceutyczne dostrzegły drzemiący w nim potencjał, efektem czego jest opracowanie i wprowadzenie na rynek długodziałających analogów GLP-1 w postaci tabletek doustnych lub iniekcji podskórnych. Początkowo wskazaniem do ich stosowania była niedostatecznie kontrolowana cukrzyca typu 2. Okazało się jednak, że jednym z efektów terapii analogami GLP-1 jest znaczna redukcja masy ciała osiągnięta w stosunkowo krótkim czasie, leki te błyskawicznie zdominowały sektor rynku farmaceutycznego skupiający się na leczeniu otyłości.

Jest to dosyć „młoda” grupa leków, znajdująca się w IV fazie badań klinicznych – oznacza to, że efekty długotrwałego stosowania nie są jeszcze poznane. Mimo wysokiej skuteczności odchudzanie z wykorzystaniem analogów GLP-1 nie jest bez wad, a doniesienia ostatnich lat odsłaniają ciemne strony ich stosowania. Jedną z nich jest wzrost ryzyka ostrego zapalenia trzustki, sarkopenii i kamicy żółciowej.² Do negatywnych aspektów kuracji analogami GLP-1 zalicza się również występowanie tzw. „Ozempic face”,³ czyli utratę owalu twarzy i zwiotczenie skóry wskutek szybkiej utraty tkanki tłuszczowej w obszarze policzków, linii żuchwy oraz fałdów nosowo-wargowych. Ponadto wciąż brakuje jednolitych wytycznych dotyczących ewentualnego zakończenia terapii. Coraz częściej wspomina się również o „efekcie jojo”, czyli odzyskaniu utraconej wagi po zakończeniu kuracji.⁴

Choć analogi GLP-1 zrewolucjonizowały współczesną medycynę i są obecnie jednymi z najskuteczniejszych leków stosowanych w leczeniu otyłości, absolutnie niezbędne jest przeprowadzenie szerszych badań dotyczących bezpieczeństwa ich długotrwałego stosowania. Poddając się terapii, nie można lekceważyć potencjalnych skutków ubocznych, gdyż niektóre z nich mogą stanowić poważne zagrożenie dla zdrowia i życia – dlatego też powinna ona przebiegać pod ścisłą kontrolą lekarską.

¹ M. Wełnicki, I. Gorczyca-Głowacka, A. Mamcarz, K.J. Filipiak, B. Wożakowska-Kapłon, M. Barylski, F.M. Szymański, J.D. Kasprzak, M. Grabowski, G. Dzida, *The use of GLP-1 analogues in the treatment of diabetes in patients with cardiovascular diseases. The expert opinion of the Working Group of Cardiovascular Pharmacotherapy of the Polish Cardiac Society. Kardiol Pol*, **2022**, 80(12), 1286-1298.

² W. Ghosn, M.D. Hurtado, *Glucagon-like Receptor-1 agonists for obesity: Weight loss outcomes, tolerability, side effects, and risks. Obes Pillars*, **2024**, 31(12), 100127.

³ J.Q. Tay, *Ozempic face: A new challenge for facial plastic surgeons, J Plast Reconstr Aesthet Surg*, **2023**, 81, 97-98.

⁴ J. P.H. Wilding, R.L. Batterham, M. Davies, L.F. Van Gaal, K. Kandler, K. Konakli, I. Lingvay, B.M. McGowan, T.K. Oral, J. Rosenstock, *Weight regain and cardiometabolic effects after withdrawal of semaglutide: The STEP 1 trial extension, Diabetes Obes Metab*, **2022**, 24, 1553-1564.

Fusy z kawy to nie tylko odpady

Nina Oleśniewicz

Uniwersytet Wrocławski, Wydział Chemii, 50-383 Wrocław, Fryderyka Joliot-Curie 14

337503@uwr.edu.pl

Marnowanie żywności niesie ze sobą poważne skutki środowiskowe, społeczne i ekonomiczne. Szacuje się, że na świecie wyrzuca się aż jedną trzecią wyprodukowanej żywności. Aby ograniczyć ilość odpadów, coraz intensywniej bada się ich przydatność w produkcji biopaliw, biopolimerów, nawozów czy związków chemicznych o wysokiej wartości dodanej.¹

Jednym z nieoczywistych, a jednocześnie ogromnie potencjalnych „odpadów” są fusy z kawy. Kawa należy do najczęściej spożywanych napojów na świecie – jej roczna produkcja wynosi ok. 10,5 miliona ton, a ilość powstałych z niej fusów sięga aż 6 milionów ton.² Zazwyczaj trafiają one do kosza, jednak mogą stanowić cenne źródło składników bioaktywnych i surowców do ponownego wykorzystania.

Fusy z kawy to pozostałość po ekstrakcji zmielonych ziaren. Choć wydają się „zużyte”, wciąż zawierają wiele wartościowych związków, takich jak węglowodany, białka, lipidy, a także kofeina, liczne polifenole (np. kwas chlorogenowy) oraz flawonoidy. Dzięki zawartości tych składników, fusy wykazują m.in. właściwości antyoksydacyjne i zdolność do neutralizacji wolnych rodników, co czyni je cennym składnikiem w przemyśle kosmetycznym (np. w produktach anti-ageing), spożywczym i farmaceutycznym.³

Ekstrakcja tłuszczów z fusów umożliwia ich ponowne wykorzystanie w produkcji biodiesla, natomiast pozostałość po odtłuszczeniu może służyć do wytwarzania bioetanolu. Frakcje bogate w polisacharydy stanowią z kolei materiał do produkcji biodegradowalnych folii opakowaniowych.²

W warunkach domowych fusy z kawy można wykorzystać jako naturalny nawóz do roślin kwasolubnych (np. borówek), składnik peelingów do ciała, środek do czyszczenia czy pochłaniacz zapachów.

Obecnie trwają intensywne badania nad optymalizacją metod ekstrakcji składników z fusów, ich zastosowania, oceną toksyczności oraz wpływu na środowisko. Dąży się do tego, aby procesy te były nie tylko wydajne, ale i ekologiczne.^{1,3,4}

¹ M. Ramón-Gonçalves, E. Gómez-Mejía, N. Rosales-Conrado, M.E. León-González, Y. Madrid, *Waste Manage*, **2019**, *96*, 15-24.

² E. Bevilacqua, V. Cruzat, I. Singh, R.B. Rose'Meyer, S.K. Panchal, L. Brown, *Nutrients*, **2023**, *15*, 994.

³ N. Maiyah, S. Kerdpiboon, S. Supapvanich, W.L. Kerr, P. Sriprom, N. Chotigavin, T. Puttongsiri, *J Agric Food Res*, **2025**, *20*, 101789

⁴ V. Karprakhon, R. Sirisangsawang, K. Kaewkroek, T. Rojviroon, N. Phetyim, S. Sukpancharoen, *Sci Rep*, **2025**, *15.1*, 8964.

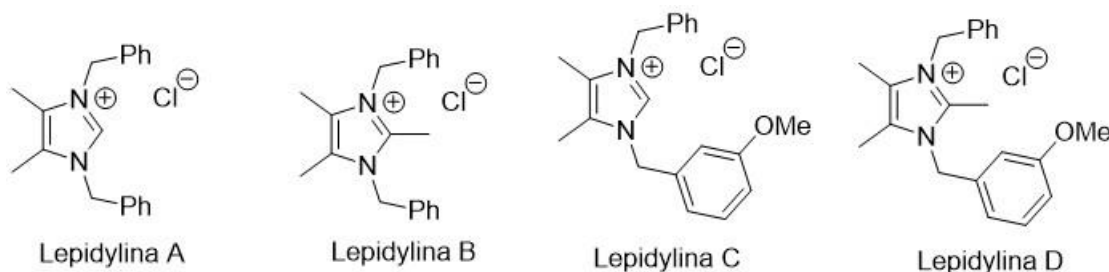
Lepidyliny: potencjał pochodnych azolowych w chemii i przemyśle

Barbara Olszewska^{1,2}¹ Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii, 91-400 Łódź, ul. Tamka 12² Studenckie Koło Naukowe Chemików „Orbital” Uniwersytetu Łódzkiego

barbara.olszewska@edu.uni.lodz.pl

Pochodne azolowe, do których należą m.in. imidazole, triazole czy tiazole, odgrywają kluczową rolę we współczesnej chemii organicznej. Ich struktury zawierające pierścienie heterocykliczne bogate w elektrony umożliwiają projektowanie cząsteczek o zróżnicowanej reaktywności oraz potencjale do tworzenia trwałych i funkcjonalnych układów. Jednym z obiecujących kierunków badań w tym obszarze są lepidyliny - alkaloidy imidazoliowe wyizolowane po raz pierwszy z pieprzycy peruwiańskiej (*Lepidium meyenii*), znanej powszechnie jako maca. Związki te stanowią atrakcyjny przedmiot badań z uwagi na wykazywaną bioaktywność, w tym potwierdzone właściwości przeciwnowotworowe.¹ W związku z tym, od kilku lat podejmowane są prace nad syntezą i badaniem właściwości analogów strukturalnych lepidylin w poszukiwaniu związków o pożądanych parametrach fizyko-chemicznych i biologicznych. Lepidyliny A i C należą do intensywnie badanych soli imidazoliowych o wysokim potencjale aplikacyjnym jako związki bioaktywne czy ligandy. Ich wysoka reaktywność czyni je także wartościowymi prekursorami karbenów heterocyklicznych (NHC).²

Na posterze przedstawione zostaną właściwości chemiczne wybranych lepidylin i możliwe zastosowania. Główna uwaga zostanie poświęcona metodom syntezy pochodnych alkaloidów lepidylinowych oraz badaniu ich reaktywności wobec wybranych reagentów, co pozwoli lepiej zrozumieć zależności między budową a właściwościami tych układów. Dodatkowo omówione zostaną możliwe zastosowania tych związków w chemii organicznej i koordynacyjnej, w kontekście ich potencjalnych właściwości katalitycznych i biologicznych.



Rys. 1. Struktury naturalnie występujących w *Lepidium meyenii* lepidylin A-D.

¹ W. Jin, X. Chen, P. Dai, L. Yu, *Phytochem. Lett.*, **2016**, *17*, 158-161.

² D. Curran, O. Dada, H. Müller-Bunz, M. Rothmund, G. Sánchez-Sanz, X. Zhu, M. Tacke, *Molecules*, **2018**, *23*, 2031.

Miedź – toksyczny wróg czy niezbędny mikroelement? Klucz do nowoczesnych terapii przeciwdrobnoustrojowych

Piotr Smolec

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

330081@uwr.edu.pl

Miedź (Cu) jest pierwiastkiem śladowym o kluczowym znaczeniu dla funkcjonowania organizmu człowieka. Uczestniczy w wielu procesach biologicznych jako kofaktor enzymów, wpływając między innymi na metabolizm energetyczny. Zaburzenia homeostazy miedzi, zarówno jej niedobór, jak i nadmiar, prowadzą do poważnych konsekwencji zdrowotnych. Niedobór może powodować anemię, zaburzenia neurologiczne oraz obniżoną odporność, natomiast nadmiar wywołuje stres oksydacyjny i uszkodzenia tkanek, m.in. wątroby i układu nerwowego.^{1,2}

Oprócz fundamentalnych funkcji fizjologicznych, miedź wykazuje także silne właściwości przeciwdrobnoustrojowe. Jej działanie obejmuje destabilizację błon komórkowych mikroorganizmów, generowanie reaktywnych form tlenu (ROS) oraz denaturację białek bakteryjnych. W dobie rosnącej oporności na antybiotyki, związki miedzi zyskują na znaczeniu jako nowa klasa terapeutyków przeciwdrobnoustrojowych, szczególnie w połączeniu z peptydami przeciwdrobnoustrojowymi czy nanocząstkami.³

U bakterii homeostaza miedzi jest regulowana poprzez złożone mechanizmy, które umożliwiają zarówno wykorzystanie, jak i unikanie toksycznego działania jonów Cu. Miedź dostaje się do komórki głównie w postaci Cu(I), która jest bardziej toksyczna niż forma utleniona Cu(II), ze względu na wysoką reaktywność oraz zdolność do katalizowania powstawania rodników hydroksylowych w obecności nadtlenków. Po wejściu do cytoplazmy miedź jest utleniana i natychmiast przechwytywana przez chaperony miedziowe, które chronią komórkę przed toksycznością oraz kierują jony do odpowiednich miejsc docelowych.⁴

Kluczem do pełnego wykorzystania potencjału terapeutycznego miedzi jest zachowanie równowagi między jej właściwościami biologicznie aktywnymi a cytotoksycznością – balans ten stanowi wyzwanie dla współczesnej medycyny.

¹ L.M. Gaetke, C.K. Chow, *Toxicol*, **2003**, 189, 147-163.

² J.H. Min, H. Sarlus, R.A. Harris, *Front. Mol. Neurosci.* **2024**, 17, 1408159.

³ J. Portelinha, S.S. Duay, S.I. Yu, K. Heilemann, M.D.J. Libardo, S.A. Juliano, A.M. Angeles-Boza, *Chem Rev*, **2021**, 121, 2648-2712.

⁴ R.A. Festa, D.J. Thiele, *Curr Biol*, **2011**, 21, R877-R883.

Technologie addytywne w wytwarzaniu form do pras i wtryskarek

Miłosz Wesółowski, Mateusz Janiszewski, Agata Rodak,
Julia Zienkiewicz, Krzysztof Formela

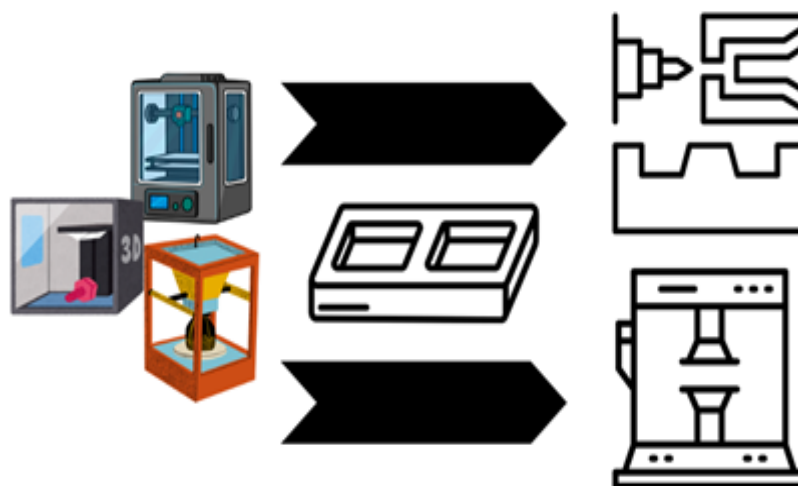
Politechnika Gdańska, Wydział Chemiczny, Katedra Technologii Polimerów,
80-233 Gdańsk, ul. Gabriela Narutowicza 11/12

s193798@student.pg.edu.pl

Technologie addytywne to metody wytwarzania trójwymiarowych komponentów polegające na stopniowym nakładaniu i łączeniu kolejnych warstw materiału. Do najczęściej stosowanych technologii druku 3D zalicza się: i) FDM (Fused Deposition Modeling) – opartą na ekstruzji roztopionego termoplastu, ii) SLA (Stereolithography) – wykorzystującą utwardzanie żywicy za pomocą promieniowania UV, iii) SLS (Selective Laser Sintering) – polegającą na selektywnym spiekaniu proszków materiałowych przy użyciu lasera.

Dynamiczny rozwój technologii addytywnych, rosnąca dostępność zaawansowanych urządzeń, większa swoboda projektowania, wysoka precyzja oraz opłacalność przy produkcji krótkoseryjnej sprawiają, że metody te coraz częściej stanowią alternatywę dla tradycyjnych procesów wytwórczych.¹ Szczególne zastosowanie znajdują w produkcji prototypów i form do pras oraz wtryskarek, gdzie istotne są: krótki czas realizacji, niskie koszty wytworzenia, możliwość szybkiej modyfikacji projektu oraz optymalizacja geometrii i systemów chłodzenia.²

Celem pracy jest ukazanie potencjału druku 3D oraz analiza możliwości jego zastosowania w wytwarzaniu form do pras ciśnieniowych i wtryskarek, co przedstawiono schematycznie na **Rysunku 1**. W pracy wskazano na korzyści i wyzwania związane z zastosowaniem technologii addytywnych w produkcji form. Ponadto, omówiono kluczowe aspekty, takie jak właściwości materiałów, dokładność wymiarowa oraz koszty.



Rysunek 1. Koncepcja wytwarzania form z wykorzystaniem różnych technologii addytywnych.

Praca została wykonana w ramach projektu nr 11/1/2024/IDUB/III.4c/Tc finansowanego w ramach programu Technetium Talent Management Grants przez Politechnikę Gdańską.

¹ G. Budzik, J. Woźniak, Ł. Przeszłowski, *Druk 3D jako element przemysłu przyszłości*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów, **2022**, 29-35.

² H. Dodziuk, *Zastosowania przemysłowe druku 3D zwanego wytwarzaniem przyrostowym*, Wydawnictwo Naukowe PWN, **2019**.

Lista uczestników

Bara Wiktoria	31	Mahilevich Hanna	22
Binkowska Monika	17	Marczyńska Agnieszka	23
Chmur-Wozińska Katarzyna	18	Marszałkowska Wiktoria	54
Chodorski Jan	36	Masłowska Natasza	55
Cholewa Robert	37	Matusiewicz Barbara	24
Ciborowska Marta	38	Moszczyńska Julia	25
Ciesińska Zofia	39	Mróz Magdalena	56
Czyżów Wiktor	32	Naruniec Lena	57
Ćwiklińska Anita	73	Niciejewski Karol	26
Duchowska Emilia	40	Nowicka Paulina	58
Fedor Alicja	41	Oleśniewicz Nina	77
Filipkowski Paweł	13	Olszewska Barbara	78
Flik Szymon	35	Pawłowski David	59
Fiszka Borzyszkowska Agnieszka	14	Pobłocki Kacper	60
Głowińska Julia	42	Roszkowska Anna	15
Hałas Eliza	43	Rumińska Kinga	61
Hinc Zuzanna	44	Samburska Marita	27
Jakubaszek Julia	45	Sarna Julia	62
Janiszewski Mateusz	46	Siedlecka Ewa	16
Jelińska Michalina	74	Siemieniuk Mateusz	63
Jędrzak Weronika	47	Smolec Piotr	79
Kiejzik Rafał	33	Sobczyński Krzysztof	64
Kniaś Martyna	75	Sobieraj Michał	28
Kohnke Aneta	48	Sroczyński Michał	65
Kołodzyńska Klaudia	76	Stasiuk Magdalena	29
Koprowska Karolina	19	Stempień Julia	66
Korpacka Paulina	49	Szewczyk Natalia	67
Kowalski Dawid	76	Szpott Marcel	62
Kozajda Agata	34	Tokarska Kamila	68
Kusiak Monika	50	Trojanowski Michał	30
Kwiatkowski Hubert	20	Wasilewska Patrycja	69
Lamczyk Marta	51	Wesołowski Miłosz	80
Lanczewska Klaudia	21	Zaucha Weronika	70
Łada Daria	52	Ziółkowska Zofia	71
Łochocka Zuzanna	53	Żukowska Natalia	72



Uniwersytet
Gdański



CHEMIA UG