

KSIĘGA ABSTRAKTÓW

Konferencji naukowej ChemBiŚ

Gdańsk, 30-31.05.2026 r.



KONFERENCJA

CHEMIA - BIZNES - ŚRODOWISKO



WYDZIAŁ
CHEMICZNY



Opracowanie redakcyjne:

mgr. Kamil Antoszewski

Projekt okładki:

dr hab. Piotr Storoniak, prof. UG

Obsługa informatyczna konferencji:

dr hab. Agnieszka Chylewska, prof. UG, dr Joanna Drzeżdżon i Kamil Antoszewski

Osoby współpracujące przy organizacji konferencji:

Michał Biesiada

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

ISBN 978-83-954348-7-7

PATRONAT HONOROWY



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



**Uniwersytet
Gdański**
PATRONAT HONOROWY
Rektor Uniwersytetu Gdańskiego
prof. dr hab. Piotr Stepnowski



**Uczelnia
Fahrenheita**



PATRONAT HONOROWY
Prezes Polskiego Towarzystwa
Chemicznego
prof. dr hab. Robert Pietrzak



**POLITECHNIKA
GDAŃSKA**
PATRONAT HONOROWY
Rektor Politechniki Gdańskiej
prof. dr hab. inż. Krzysztof Wilde



**WYDZIAŁ
CHEMICZNY**
PATRONAT HONOROWY
Dziekan Wydziału Chemicznego
Politechniki Gdańskiej
dr hab. inż. Jacek Gębicki, prof. PG



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



PATRONAT HONOROWY
Dziekan Wydziału Farmaceutycznego
Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego
dr hab. Danuta Siluk, prof. GUMed

PATRONAT HONOROWY:



MIECZYŚLAW STRUK
MARSZAŁEK
WOJEWÓDZTWA POMORSKIEGO



POLSKA AKADEMIA NAUK
ODDZIAŁ W GDAŃSKU
PATRONAT HONOROWY
Prezes Oddziału Polskiej Akademii
Nauk w Gdańsku
prof. dr hab. Grzegorz Węgrzyn



PATRONAT HONOROWY
Prezes Gdańskiego Towarzystwa Naukowego
prof. dr hab. Jerzy Błażejowski



PATRONAT HONOROWY
Prezydent
Miasta Gdańska



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

Konferencję ChemBiŚ Dofinansowali



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



WYDZIAŁ
CHEMICZNY

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



III Wydział Nauk
Matematyczno-Fizyczno-Chemicznych
Gdańskiego Towarzystwa
Naukowego



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





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





Komitet Naukowy

dr hab. **Joanna Makowska**, prof. UG – przewodnicząca

dr hab. **Anna Białk-Bielińska**, prof. UG

dr hab. **Anna Roszkowska**, prof. GUMed

dr hab. **Artur Giełdoń**, prof. UG

dr hab. **Dagmara Strumińska-Parulska**, prof. UG

dr hab. **Dariusz Wyrzykowski**, prof. UG

dr hab. **Justyna Łuczak**, prof. PG

dr **Agnieszka Konopacka**

dr **Natalia Ptaszyńska**

mgr **Daria Łada**

mgr **Kamil Antoszewski**

mgr **Marek Chajduk**

Komitet Organizacyjny

Hanna Bublewicz – prezes NKCh – przewodnicząca

dr hab. **Agnieszka Chylewska** prof. UG – opiekun NKCh - wiceprzewodnicząca

dr. **Aleksandra Bielicka-Giełdoń** – opiekun KNOŚ

dr. **Joanna Drzeżdżon** – opiekun KNBCh

dr hab. **Beata Grobelna** – prof. UG – dziekan Wydziału Chemii UG

Stefan Bagieński – KN przy Katedrze i Zakładzie Chemii Farmaceutycznej

Wiktor Czyżów – KNBCh

Małgorzata Kruszk – KNBCh

Gabriel Trzeciński – KNBCh

Daria Komkowska – KNOŚ

Weronika Jankowska – KNOŚ

Aurelia Głodowska – KNOŚ

Julia Dunajska – NKCh

Gabriela Szokalska – NKCh

Hubert Kwiatkowski – NKCh SPG

Michał Szymankiewicz – NKCh SPG

Amelia Ciskowska – RSSWCh

Dawid Strzelecki – RSSWCh

Izabela Rybicka – RSSWCh

Ameila Korzeniowska – SKN Mikrobiol. Far

Ogólnopolska Konferencja Chemia-Biznes-Środowisko „**ChemBiŚ**” jest organizowana po raz ósmy, jako kontynuacja sześciu 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 po znanie 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), koło naukowe z Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego: 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'2026 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 PG, Dziekan Wydziału Ekonomicznego UG, a także Dziekan Wydziału Farmaceutycznego Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego, Dziekan Wydziału Ekonomicznego UG, III Wydział Nauk Matematyczno-Fizyko-Chemicznych GTN, a także ORLEN Fundacja Dla Pomorza. Również finansowe wsparcie otrzymaliśmy od firm: Hydrolab, Chemat, Bioanalytic oraz Euroyachts będącej wiodącym w Polsce dealerem używanych jachtów i łodzi motorowych, zajmującej się również budownictwem domów jednorodzinnych i obiektów wolno stojących jak parki handlowe i biurowe.

Organizację konferencji wspierał Dziekan Wydziału Chemii UG, Polskie Wydawnictwo Naukowe, Gdansk Convention Bureau, Visit Gdansk. Wsparcie konferencji otrzymaliśmy również od firm: Ziaja, GenoPlast Biotech S.A, Hydrolab Water Purification Systems, Chemat, Bioanalytic oraz AGA Analytical.

Komitet Organizacyjny
ChemBiŚ-2026

Spis treści

1. Patronat Honorowy	5
2. Sponsorzy	7
3. Patronat Medialny	8
4. Komitet Naukowy i Komitet Organizacyjny	9
5. Adam Stefan Taszner, <i>Chemat</i> Od Kreacji do Komercjalizacji: Naukowcy w Świecie Syntezy i Sprzedaży Związków Chemicznych	17
6. Agnieszka Konopacka, <i>Gdański Uniwersytet Medyczny</i> Jak kształtowane i monitorowane jest bezpieczeństwo mikrobiologiczne żywności w Unii Europejskiej. Rozporządzenie Komisji Europejskiej nr 2073/2005 i jego zmiany na przykładzie enterokrwotocznej <i>Escherichia coli</i>	18
7. Henryk Myszka, <i>Uniwersytet Gdański</i> Od N-tlenków pirydyny do D-glikozaminydiów diosgeniny i betuliny	19
8. Justyna Łuczak, <i>Politechnika Gdańska</i> Nowe katalizatory oparte na metalach nieszlachetnych do utleniania związków azotu wspomagających elektrolityczną produkcję wodoru	20
9. Agnieszka Marczyńska, <i>Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu</i> Nowe materiały węglowe jako niskotemperaturowe magazyny energii	21
10. Dominika Kucińska, <i>Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu</i> Supramolekularne materiały adsorpcyjne do usuwania zanieczyszczeń nieorganicznych i organicznych z układów wodnych	22
11. Ivan Markin, <i>Uniwersytet Gdański</i> AlphaFold 3 w badaniach strukturalnych białek HtrA	23
12. Jakub Telszewski, <i>Uniwersytet Gdański</i> Synteza ligandów heterobifunkcyjnych cząsteczek PROTAC w celu selektywnego nakierowywania białek na szlak proteolizy proteasomalnej	24
13. Kacper Kępką, <i>Uniwersytet Gdański</i> Nanomaszynieria komórkowa: struktura i funkcja motorów molekularnych	25
14. Khir Tamari, <i>Gdański Uniwersytet Medyczny</i> Python w Blenderze jako narzędzie projektowania geometrii drukowanych w 3D sorbentów do ekstrakcji do fazy stałej w analizie farmaceutycznej	26
15. Maciej Hiller, <i>Uniwersytet Gdański</i> Heterostruktury NH ₂ -MIL-125@ZIF-8: synteza i zastosowanie w procesie fotokonwersji CO ₂	27
16. Marita Samburska, <i>Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu</i> Badanie wpływu modyfikacji włókien węglowych na adsorpcję i aktywność białek modelowych	28
17. Marta Kalińska, <i>Uniwersytet Gdański</i> Eksperymentalne i obliczeniowe badania N-alkilowania pochodnych 1,4-dihydropirydyny glikozydami 2-bromoetylowymi	29
18. Martyna Kniaś, <i>Uniwersytet Wrocławski</i> Modyfikacje retro i retro-inverso jako narzędzie modulacji stabilności i koordynacji jonów metali przez fragment mucyny MG2	30
19. Mehrab Malekshahi Nejad, <i>Concordia University</i> Pharmaceutical Contamination in Water Resources: A Cost-Effective, Eco-Friendly Mitigation Strategy	31

20. Michał Jensko , <i>Uniwersytet Gdański</i> Analiza in silico molekularnego mechanizmu interakcji białek wirusa cytomegali z białkami gospodarza z wykorzystaniem dynamiki molekularnej oraz MMGBSA	32
21. Nasir Shakeel , <i>University of Lodz</i> Interplay between morphology, crystal facets and silver modifications of titanium dioxide nanomaterials on photocatalytic activity	33
22. Patryk Stohnij , <i>Uniwersytet im. Adama Mickiewicza</i> Hydroborowanie aldehydów, ketonów i imin katalizowane homoleptycznym kompleksem kobaltu(II)	34
23. Paulina Wiśniewska , <i>Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu</i> Synteza i analiza strukturalna kompleksów walproinianu miedzi(II)	35
24. Weronika Ejm , <i>Politechnika Poznańska</i> Struktura i właściwości fizykochemiczne kompozytów na bazie termoplastycznego poliuretanu z dodatkiem napelniaczy pochodzenia roślinnego	36
25. Wiktoria Mallek , <i>Uniwersytet Gdański</i> Zastosowanie metod chemii kombinatorycznej w charakterystyce mysich proteaz serynowych	37
26. Antoni Szykuła , <i>Uniwersytet Gdański</i> Defensyny jako potencjalne narzędzia w walce z antybiotykoopornością: od struktury do zastosowań terapeutycznych	38
27. Daria Komkowska , Weronika Jankowska , <i>Uniwersytet Gdański</i> Chemia w obrazie – jak związki chemiczne tworzą dzieła sztuki	39
28. Karol Zawodniak , <i>Uniwersytet Gdański</i> Biofilm – znaczenie dla zdrowia człowieka	40
29. Magdalena Herok , <i>Wspólna Szkoła Doktorska Politechnika Śląska</i> PFAS — „wieczne chemikalia” jako wyzwanie dla środowiska, chemii i biznesu	41
30. Wiktoria Wójcik , <i>Uniwersytet Gdański</i> Analogi bisfenolu A – źródła, migracja i zagrożenia	42
31. Agata Wejman- Leszkiewicz , <i>Uniwersytet Gdański</i> Hybrydowe systemy nanoosiłkowe w matrycach hydrożelowych jako potencjalne nowoczesne rozwiązania w terapii łuszczycy	43
32. Agnieszka Piotrowska , <i>Politechnika Gdańska</i> Wpływ kompatybilizatorów na właściwości biokompozycji skrobi termoplastycznej i polihydroksyalkanianów	44
33. Aleksander Klatka , <i>Politechnika Wrocławska</i> Benzoselenazole jako nowe potencjalne inhibitory ureazy	45
34. Aleksandra Lidwin , <i>Uniwersytet im. Adama Mickiewicza</i> Synteza i oczyszczanie oligonukleotydu o sekwencji d[AGGGTTAGGGTTAGGGTTAGGG] zawierającego modyfikację w reszcie cukrowej	46
35. Aleksandra Rydz , <i>Uniwersytet Łódzki</i> Analiza supermocnych wiązań wodorowych w pochodnych tiomocznika za pomocą metod obliczeniowych	47
36. Alicja Kin , <i>Uniwersytet Łódzki</i> Nowe, cykliczne diketonowe pochodne pirenu	48
37. Alicja Piekarska , <i>Gdański Uniwersytet Medyczny</i> Wpływ podaży 5-aminoimidazol-4-karboksamid rybonukleotydu na długość życia i funkcje motoryczne myszy będących modelem ludzkiej choroby stwardnienia zanikowego bocznego	49
38. Angelika Jaborska , <i>Uniwersytet im. Adama Mickiewicza</i> Synteza barwników z grupy BODIPY do badania właściwości fotouczulających oraz degradacji liposomów na bazie fosfolipidów	50

39. Barbara Matusiewicz , <i>Uniwersytet Gdański</i> Wpływ stereochemii liganda na izomerię cis/trans adduktów VO(acac) ₂	51
40. Beata Ciszewska , <i>Uniwersytet im. Adama Mickiewicza</i> Synteza pochodnych boronodimetenowych do określenia interakcji z różnymi formami kwasów nukleinowych DNA.....	52
41. Emilia Duchowska , <i>Uniwersytet Łódzki</i> Bis-azirydinyloalkohole w enancjomerycznie czystej reakcji Friedla-Craftsa	53
42. Emilia Kowalczyk , <i>Uniwersytet Gdański</i> Badanie oddziaływań pomiędzy prostaglandyną PGJ ₂ a jonami Zn ²⁺	54
43. Gabriela Mirecka , <i>Uniwersytet Gdański</i> Synteza i ocena biologiczna nowych, lipidowanych dendrymerów DAPEG do transportu materiału genetycznego.....	55
44. Izabela Rybicka , <i>Uniwersytet Gdański</i> Analiza oddziaływań z DNA grasicy cielej nowych, nitrowych zasad Schiffa pochodnych sulfacetamidu i sulfizoksazolu.....	56
45. Jakub Kaczmarzyk , <i>Uniwersytet Gdański</i> W poszukiwaniu nowych polimorfów mesalazyny.....	57
46. Julia Głowińska , <i>Uniwersytet Łódzki</i> Synteza półsandwiczowych kompleksów metalokarbonylowych zawierających fragment hydantoiny	58
47. Julia Jakubaszek , <i>Uniwersytet Łódzki</i> Mikrofalowo wspomaganą syntezę kinetyny i jej pochodnych	59
48. Julia Pilarska , <i>Uniwersytet im. Adama Mickiewicza</i> Wpływ przechowywania pokrzywy zwyczajnej (<i>Urtica dioica</i> L.) w zmiennym środowisku hydrożeli na skład jej ekstraktów.....	60
49. Karina Kwoka , <i>Politechnika Śląska</i> Witamina B3 nowej generacji: Wydajna synteza niacyny z użyciem metaloorganicznych cieczy jonowych.....	61
50. Katarzyna Michalak , <i>Uniwersytetu Poznańskiego</i> Synteza i oczyszczanie oligonukleotydu o sekwencji ludzkiego telomerowego DNA modyfikowanego treonukleotydami ...	62
51. Klaudia Czarnecka , <i>Uniwersytet Łódzki</i> Elektrochemiczna metoda oznaczania deschloroklozapiny z wykorzystaniem elektrod sitodrukowanych na bazie węgla	63
52. Klaudia Lanczewska-Bejenka , <i>Uniwersytet Gdański</i> Analiza zawartości ²¹⁰ Po i izotopów uranu w składnikach środowiska poeksploatacyjnego w Sudetach.....	64
53. Lena Terzyjska , <i>Uniwersytet Łódzki</i> Chromatograficzne badania kwasu foliowego w preparatach kosmetycznych	65
54. Łukasz Kmiecik , <i>Uniwersytet Łódzki</i> Elektroforeza kapilarna jako narzędzie do oznaczania stewii w preparatach dostępnych na rynku	66
55. Maciej Prudel , <i>Politechnika Śląska</i> Biomasa jako surowiec przyszłości: Ekstrakcja i bioaktywność związków naturalnych pochodzenia roślinnego	67
56. Malwina Plucińska , <i>Uniwersytet Łódzki</i> Benzoskondensowane analogi Kinetyny	68
57. Małgorzata Król , <i>Uniwersytet Łódzki</i> Opracowanie metody oznaczania kandesartanu za pomocą SPE-HPLC dla monitoringu środowiskowego	69
58. Małgorzata Sokołowska , <i>Uniwersytet Gdański</i> Projektowanie i otrzymywanie soli takryny – substancji czynnej stosowanej w leczeniu choroby Alzheimera.....	70
59. Marta Starczewska , <i>Uniwersytet Gdański</i> Otrzymywanie i właściwości nanostruktur opartych na ditlenku tytanu jako nośników związków aktywnych w zakresie promieniowania UV	71

60. Martyna Imińska , <i>Uniwersytet Łódzki</i> Projektowanie, synteza oraz obliczenia kwantowo-chemiczne nowego związku zawierającego fluory	72
61. Martyna Kaliszewska , <i>Uniwersytet Gdański</i> Opracowanie procedury ekstrakcji związków o zróżnicowanych właściwościach fizykochemicznych z wód rzeki Wisły	73
62. Martyna Płodzik , <i>Uniwersytet Łódzki</i> Chromatograficzne badania trwałości tiolaktonu homocysteiny i metioniny w warunkach laboratoryjnych	74
63. Michalina Jelińska , <i>Uniwersytet Łódzki</i> 2-Adamantylopiren jako związek wyjściowy w syntezie nowych fluoroforów	75
64. Michał Szymankiewicz , <i>Politechnika Gdańska</i> Spirulina i fikocyjanina jako zielone inhibitory kwaśnego trawienia stali S235	76
65. Monika Kusiak , <i>Uniwersytet Łódzki</i> Synteza nowych materiałów redoks-aktywnych	77
66. Natalia Matwiej , <i>Szkoła Doktorska BioMedChem Uniwersytetu Łódzkiego</i> Występowanie NLPZ i β -blokerów w ściekach oraz wodach rzecznych z uwzględnieniem metod fotonicznych do monitoringu związków biogennych	78
67. Natalia Szemiel , <i>Uniwersytet Gdański</i> Ocena jakości wody w rejonie delty Wisły i jej dopływów	79
68. Natalia Tomczyńska , <i>Uniwersytet Łódzki</i> Elektroanaliza wybranych pestycydów za pomocą elektrody węglowej modyfikowanej cienką warstwą organiczną	80
69. Olivia Jeżewska , <i>Uniwersytet Gdański</i> Zastosowanie ozonowania do usuwania mikrozanieczyszczeń środowiska wodnego	81
70. Patrycja Felczerek , <i>Uniwersytet Łódzki</i> Walidacja oraz zastosowanie procedury analitycznej do oznaczania kofeiny w ekstraktach roślinnych z wykorzystaniem micelarnej elektrokinetycznej chromatografii	82
71. Patryk Bartnicki , <i>Uniwersytet Gdański</i> Synteza, analiza strukturalna oraz trwałość termiczna związków koordynacyjnych cynku(II) z 4-metylo-5-imidazolokarboksyaldehydem różniących się nieorganicznym przeciwjonem (Cl^- , SCN^- , BF_4^-)	83
72. Paulina Kubacka , <i>Uniwersytet Łódzki</i> Napoje energetyczne wzbogacone witaminami z grupy B - prawda czy fałsz - badania chromatograficzne	84
73. Piotr Smolec , <i>Uniwersytet Wrocławski</i> Optymalizacja nanocząstek upkonwertujących typu rdzeń-powłoka do zastosowań w sensorach pH opartych na FRET	85
74. Stanisław Dettlaff , <i>Uniwersytet Gdański</i> Nowe materiały kompozytowe typu ZIS/oksycyjanek do fotokatalitycznego generowania wodoru pod wpływem promieniowania z zakresu widzialnego	86
75. Stefan Bagieński , <i>Gdański Uniwersytet Medyczny</i> Monitorowanie poziomu endogennych kannabinoidów w sercu przy użyciu metody SPME-LC-MS/MS	87
76. Sylwia Gajewska , <i>Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie</i> Barwne minerały naturalne jako materiały katalityczne w procesach utleniania geraniolu	88
77. Weronika Serdeń , <i>Uniwersytet Łódzki</i> Opracowanie metody oznaczania witaminy C w kosmetykach techniką IP-HPLC-DAD	89
78. Wiktoria Bialek , <i>Uniwersytet Łódzki</i> Pochodne histaminy i histydyny jako nowe potencjalne terapeutyki	90

79. Wiktoria Sobiecka , <i>Uniwersytet Gdański</i> Wielofunkcyjne układy nanostrukturalne jako strategia stabilizacji filtrów UVA i ograniczenia stresu oksydacyjnego	91
80. Zofia Petka , <i>Uniwersytet Gdański</i> Potencjał czwartorzędowych soli amoniowych w terapii chorób reumatycznych	92
81. Adrian Górski , <i>Gdański Uniwersytet Medyczny</i> Zielona rewolucja w syntezie peptydów – bezpieczniejsze alternatywy i inspiracje mechanochemiczne	93
82. Adrian Sobczak , <i>Uniwersytet Łódzki</i> Przegląd metod chromatograficznych oznaczania witaminy C w próbkach biologicznych	94
83. Agnieszka Łakocka , <i>Uniwersytet Gdański</i> Rola adsorpcji w procesie fotokatalitycznego usuwania pozostałości farmaceutyków z wykorzystaniem pływających materiałów na bazie azotku węgla	95
84. Aurelia Głodowska , <i>Uniwersytet Gdański</i> Akumulacja i mobilność zanieczyszczeń w rzecznych osadach dennych	96
85. Eliza Wargala , <i>Uniwersytet Gdański</i> Znaczenie znamion kukurydzy (<i>Stigma maydis</i>) w medycznych i kosmetycznych aspektach terapii stopy cukrzycowej	97
86. Gabriela Kegler , <i>Uniwersytet Łódzki</i> Biodegradowalne polimery jako alternatywa dla mikroplastiku w sektorze kosmetycznym i chemii gospodarczej	98
87. Julia Kretkowska , <i>Uniwersytet im. Adama Mickiewicza</i> Barwniki z grupy BODIPY – Właściwości i zastosowania	99
88. Magdalena Kaszewska , <i>Gdański Uniwersytet Medyczny</i> Perspektywy leków na bazie konopi w świetle badań farmakokinetycznych Δ^9 -THC i CBD u ludzi	100
89. Weronika Jędrzak , <i>Uniwersytet im. Adama Mickiewicza</i> Mezoporowate materiały węglowe jako efektywne adsorbenty antybiotyków z grupy tetracyklin	101
90. Lista Uczestników	102

Od Kreacji do Komercjalizacji: Naukowcy w Świecie Syntezy i Sprzedaży Związków Chemicznych

Adam Stefan Taszner

Chemat, Lęborska 3b 80-386 Gdansk Poland

adam.taszner@chemat.com.pl

Niniejszy abstrakt prezentuje temat komercjalizacji prac naukowych w dziedzinie syntezy związków chemicznych. Prezentacja skupia się na procesie tworzenia nowych związków chemicznych oraz analizuje strategię przekształcania tych odkryć w produkty komercyjne. Przedstawione zostaną studia przypadków z sukcesami w komercjalizacji, pokazujące znaczący wpływ odkryć chemicznych na różne branże. Omówione będą także kluczowe wyzwania związane z komercjalizacją w tej dziedzinie, a także szanse, jakie mogą pojawić się dla naukowców. Podkreślimy etyczne aspekty i zrównoważony rozwój, aby promować odpowiedzialne podejście do komercjalizacji. Abstrakt podsumowuje główne wnioski i zalecenia dla naukowców zainteresowanych sprzedażą swoich prac naukowych oraz wskazuje na przyszłe perspektywy rozwoju komercjalizacji w świecie syntezy związków chemicznych.

Od momentu powstania w 1990 roku importujemy odczynniki chemiczne od producentów z całego świata i dostarczamy je naukowcom, firmom biotechnologicznym oraz firmom pracującym nad tworzeniem nowych cząsteczek w Polsce i w Europie. Dane wygenerowane przez te wszystkie lata pozwalają nam wytypować jakie odczynniki są teraz potrzebne naszym klientom i produkcja których odczynników może mieć sens biznesowy. Ponadto jesteśmy w stałym kontakcie z naukowcami z zachodnich firm biotechnologicznych oraz uczelni, którzy szukają alternatywnych, tańszych sposobów syntezy potrzebnych im do badań związków niż korzystanie z drogich firmy komercyjnie zajmujących się syntezą na zlecenie dla przemysłu farmaceutycznego. Firma Chemat prócz odczynników od światowych producentów chemicznych oferuje swoim klientom usługi syntezy chemicznej na zamówienie. Dotyczy to przede wszystkim odczynników, które są zbyt drogie na rynku bądź też nie są komercyjnie dostępne. I to właśnie w tej części naszego biznesu poszukujemy partnerów z polskich uczelni i instytutów badawczych.



Rys. 1. Wychodząc naprzeciw idei łączenia nauki z biznesem przedstawiamy Państwu propozycję współpracy, której celem jest połączenie zasobów polskich uczelni i ośrodków naukowych z naszą wiedzą biznesową oraz dostępem do Klientów z całej Europy

Jak kształtowane i monitorowane jest bezpieczeństwo mikrobiologiczne żywności w Unii Europejskiej. Rozporządzenie Komisji Europejskiej nr 2073/2005 i jego zmiany na przykładzie enterokrwotocznej *Escherichia coli*

Agnieszka Konopacka

Gdański Uniwersytet Medyczny, Wydział Farmaceutyczny, Katedra i Zakład Mikrobiologii Farmaceutycznej, Al. Generała Józefa Hallera 107, Gdańsk

agnieszka.konopacka@gumed.edu.pl

2005 roku Komisja Europejska opublikowała rozporządzenie nr 2073/2005 ustanawiające kryteria mikrobiologiczne dotyczące niektórych mikroorganizmów, wytyczając dwa podstawowe kierunki badań żywności - bezpieczeństwo żywności i higienę procesu. Była to ogromna zmiana i krok milowy w celu uporządkowania przepisów prawnych. Przedstawiono jasne wytyczne dla wszystkich podmiotów związanych z produkcją żywności spożywanej przez ludzi. Prawo żywnościowe Unii Europejskiej ma zastosowanie na całej długości łańcucha żywnościowego - od pola do stołu. Oznacza to, że nie tylko produkt finalny czy środki spożywcze, ale również pasze nie powinny zawierać mikroorganizmów, ich toksyn ani metabolitów w ilościach stanowiących zagrożenie dla zdrowia ludzi i zwierząt. Umożliwia to zmniejszenie ryzyka zatrucia i zakażeń pokarmowych oraz chorób po spożyciu żywności zanieczyszczonej czynnikami mikrobiologicznymi, chemicznymi bądź fizycznymi. Zapobiega to również zagrożeniom biologicznym wynikającym z ewentualnego wykorzystania żywności jako nośnika broni biologicznej oraz zapewnia dopływ bezpiecznej żywności importowanej, spełniającej normy i wymagania jakości zdrowotnej (m.in. poprzez właściwy system kontroli granicznej).

Rozporządzenie ulegało aktualizacjom w reakcji na pojawiające się nowe systemowe zagrożenia. W swoim wystąpieniu omówię przyczyny wprowadzonej w 2016 roku aktualizacji - wymogu badania kiełków na obecność enterokrwotocznej *E. coli*.

Przedstawię również wytyczne, jakie musi wprowadzać producent w organizacji działania zakładu wytwórczego, aby zagwarantować uzyskanie bezpiecznego mikrobiologicznie produktu, a także wskażę, jaki zakres badań mikrobiologicznych musi wykonać wytwórca żywności w zależności od rodzaju produkowanej żywności. Omówię najnowsze raporty Europejskiego Centrum ds. Zapobiegania i Kontroli Chorób Zakaźnych (ECDC) oraz system wczesnego ostrzeżenia o niebezpiecznej żywności i paszach (RASFF – Rapid Alert System for Food and Feed).

Od *N*-tlenków pirydyny do *D*-glikozaminozydów diosgeniny i betuliny

Henryk Myszka

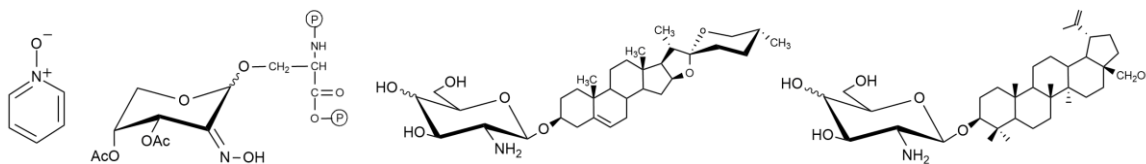
Uniwersytet Gdański, Wydział Chemii, Wita Stwosza 63, 80-308 Gdańsk

henryk.myszka@ug.edu.pl

Równowagi protolityczne w wielu rozpuszczalnikach wiążą się z procesami homo- i heterokoniugacji typu $B + BH^+ \rightleftharpoons BHB^+$. Rolę zasady mogą pełnić m.in. *N*-tlenki hetero-cyklicznych amin, które są badane pod kątem właściwości przeciwdrobnoustrojowych, działają także jako proleki aktywowane hipoksją¹.

Lemieux i współpracownicy wykazali, że reakcje chlorków 2-nitrozo-*D*-glukopiranozyli z prostymi alkoholami i fenolami są stereoselektywne. Nasze badania wykorzystujące tego typu chlorki pento- i heksopiranoz do syntezy glikozydów pirazolu oraz pochodnych hydroksyaminokwasów różniły się od wyników kanadyjskich badaczy. Badania pozwoliły na częściowe ustalenie wpływu reszty cukrowej na przebieg reakcji².

Naturalne saponiny zawierające diosgeninę izolowane są z części nad- jak i podziemnych wielu roślin. W Polsce diosgeninę znaleziono m.in. w nasionach kozieradki. Saponiny cechuje szerokie spektrum aktywności biologicznej. W naturze nie są znane glikozydy diosgenyłu zawierające reszty *D*-glukozaminy bądź *D*-galaktozaminy. Korzystając z wieloletnich doświadczeń postanowiłem w umiejętny sposób połączyć diosgeninę z dwoma aminocukrami: *D*-GlcNH₂ i *D*-GalNH₂. Zastosowałem metodę Koenigsa-Knorra wykorzystującą bromki *D*-glikopiranozyli jako donory glikozyli i triflan srebra jako promotor reakcji. Opracowanie wydajnej procedury uzyskiwania *D*-glikozaminozydów z wolną grupą –NH₂ otworzyło drogę do syntezy różnorodnych pochodnych: chlorowodorków, *N*-acylowych, *N*-alkilowych, *N,N*-dialkylowych i 2-ureidowych. Wiele z nich odznacza się dobrą aktywnością przeciwbakteryjną i przeciwgrzybową a niektóre również przeciwnowotworową³.



Drugą substancją naturalną, która stanowiła przedmiot moich zainteresowań naukowych była betulina. Zaliczana jest do triterpenów pentacyklicznych. Po raz pierwszy została wyizolowana z kory brzozy brodawkowej i brzozy omszonej. Współistniejącymi związkami w korze brzozy są m.in. kwas betulinowy i lupeol. Podobnie jak diosgenina jest związkiem o zróżnicowanych właściwościach leczniczych. Swoją aktywność farmakologiczną zawdzięcza trzem głównym miejscom aktywnym, do których należą dwie grupy hydroksylowe i grupa izopropenylova. Betulina i jej pochodne, w tym glikozydy, są stosowane w produkcji preparatów farmaceutycznych i kosmetycznych. Moje badania skupiły się na syntezie *D*-gluko- i *D*-galaktozaminozydów betuliny oraz ustaleniu ich właściwości przeciwnowotworowych i przeciwdrobnoustrojowych⁴.

[1] Chmurzyński L, Pawlak Z, Myszka H, J. Mol. Str. 1982;80:235-242.

[2] Smiatacz Z, Myszka H, Ciunik Z, Carbohydr. Res. 1988;172:171-182.

[3] Grzywacz D, Liberek B, Myszka H, Molecules, 2020;25:5433.

[4] Myszka H, Grzywacz D, Zdrowowicz M, Spisz P, Butowska K, Rak J, Piosik J, Jaśkiewicz M, Kamysz W, Liberek B, Bioorg. Chem. 2020;96:103568.

Nowe katalizatory oparte na metalach nieszlachetnych do utleniania związków azotu wspomagających elektrolityczną produkcję wodoru

Justyna Łuczak

Politechnika Gdańska, Wydział Chemiczny, Katedra Inżynierii Procesowej i Technologii Chemicznej 80-233 Gdańsk, ul. G. Narutowicza 11/12

justyna.luczak@pg.edu.pl

Polska jest trzecim największym producentem wodoru w Unii Europejskiej (ok. 14% unijnej produkcji), przy czym dominującą metodą jego wytwarzania pozostają procesy wykorzystujące paliwa kopalne („szary wodór”). Strategia wodorowa Unii Europejskiej do 2030 roku przewiduje stworzenie warunków do budowy i uruchomienia instalacji do produkcji H_2 w oparciu o elektrolizę wody z wykorzystaniem energii ze źródeł odnawialnych.

Jednak reakcja wydzielania tlenu (ang. oxygen evolution reaction, OER), będąca częścią elektrolizy wody, wymaga znacznego wkładu energii, przez co w praktyce wymagane jest napięcie znacznie wyższe niż 1,23 V, zwykle powyżej 1,8 V. W związku z tym istnieje duża potrzeba opracowania nowych systemów elektrolitycznego otrzymywania wodoru, w których reakcję utleniania wody zastępuje elektrokatalityczne utlenianie związków azotu o korzystniejszych potencjałach redoks.

Podczas wykładu przedstawiona zostanie strategia połączenia elektrolitycznej produkcji H_2 z elektroutlenianiem amoniaku. Omówione zostaną metody syntezy, właściwości powierzchniowe oraz aktywność elektrokatalityczna wybranych materiałów zawierających metale nieszlachetne, w tym tlenki, siarczki, struktury metaloorganiczne. Ponadto przedstawione zostaną możliwości i ograniczenia wykorzystania elektroutleniania amoniaku w praktyce przemysłowej.

Nowe materiały węglowe jako niskotemperaturowe magazyny energii

Agnieszka Marczyńska, Marek Wiśniewski

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

317313@stud.umk.pl

Wodór ma bardzo wysoką gęstość energii – zawiera 33,33 kWh/kg, a więc niemal trzykrotnie więcej niż benzyna¹. Niestety magazynowanie takiej samej ilości energii w postaci wodoru wymaga też większej objętości w stosunku do innych paliw². Wodór stanowi także potencjalne niebezpieczeństwo, ponieważ jest wybuchowy w kontakcie z powietrzem. Dlatego głównym wyzwaniem dla powszechnego wykorzystania wodoru jako źródła energii jest jego magazynowanie. Wodór jest współcześnie magazynowany w butlach gazowych lub pod ziemią, ale także w postaci ciekłej oraz w ciałach stałych - w związkach chemicznych lub materiałach porowatych jakimi są materiały węglowe, znane ze swoich właściwości sorpcyjnych³.

Kluczowym kryterium oceny przydatności materiału adsorbującego wodór jest odwracalność procesu. Dokonuje się jej poprzez zbadanie izoterm adsorpcji i desorpcji wodoru. Jeżeli występuje histereza, proces jest nieodwracalny⁴.

Wodór może wiązać się na powierzchni węgla na cztery sposoby przez: chemisorpcję, fizysorpcję, spillover oraz za pomocą oddziaływań typu Kubasa. Chemisorpcja opiera się o wytworzenie wiązania chemicznego, natomiast fizysorpcja o oddziaływania o znacznie niższej energii. Spillover, podobnie jak oddziaływanie typu Kubasa, wymaga obecności na powierzchni adsorbenta metalu, powodującego dysocjację cząsteczki wodoru. W przypadku oddziaływania typu Kubasa dochodzi do rozciągnięcia wiązania między atomami wodoru, bez jego zerwania⁵.

Wykonano syntezę tlenku grafenu oraz kompozytu chitozanu z tlenkiem grafenu oraz, dla części materiałów, z niklem. W celu ich charakterystyki, otrzymane materiały poddano analizie SEM, XRD, EDX i wykonano niskotemperaturowe izoterm adsorpcji azotu.

Zbadano izoterm adsorpcji wodoru oraz wodoru w atmosferze tlenowej na otrzymanych materiałach. Obecność tlenu powoduje zwiększenie adsorpcji, ale także brak odwracalności procesu, ze względu na zachodzącą chemisorpcję wodoru z utworzeniem grup -OH. Desorpcja jest możliwa dopiero w wysokich temperaturach. Dodatek niklu do adsorbenta również powoduje zwiększenie adsorpcji, z tą różnicą, że proces jest odwracalny.

Podziękowania dla Wydziału Chemii Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu za sfinansowanie udziału w konferencji

[1] Handwerker M, Wellnitz J, Marzbani H. Comparison of Hydrogen Powertrains with the Battery Powered Electric Vehicle and Investigation of Small-Scale Local Hydrogen Production Using Renewable Energy. *Hydrogen*. 2021;2(1):76-100. <https://doi.org/10.3390/hydrogen2010005>

[2] Moradi R, Groth K M. Hydrogen storage and delivery: Review of the state of the art technologies and risk and reliability analysis. *International Journal of Hydrogen Energy*. 2019;44(23):12254-12269. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2019.03.041>

[3] Yue M, Lambert H, Pahon E, Roche R, Jemei S, Hissel D. Hydrogen energy systems: A critical review of technologies, applications, trends and challenges. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2021;146:111180. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111180>

[4] Zhao X B, Xiao B, Fletcher A J, Thomas K M. Hydrogen Adsorption on Functionalized Nanoporous Activated Carbons. *The Journal of Physical Chemistry B*. 2005;109:8880-8888. <https://doi.org/10.1021/jp050080z>

[5] Ghotia S, Rimza T, Singh S, Dwivedi N, Srivastava A K, Kumar P. Hetero-atom doped graphene for marvellous hydrogen storage: unveiling recent advances and future pathways. *Journal of Materials Chemistry A*. 2024;12(21):12325–12357. <https://doi.org/10.1039/D4TA00717D>

Supramolekularne materiały adsorpcyjne do usuwania zanieczyszczeń nieorganicznych i organicznych z układów wodnych

Dominika Kucińska, Łukasz Marecki, Marek Wiśniewski

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

kucinska.dominika16@gmail.com

Rosnące zanieczyszczenie środowiska wodnego stanowi istotny problem zarówno ekologiczny, jak i technologiczny. Szczególne znaczenie mają trwałe zanieczyszczenia nieorganiczne i organiczne, których obecność w ściekach przemysłowych oraz wodach powierzchniowych utrudnia skuteczne procesy oczyszczania. Wysokie koszty eksploatacji konwencjonalnych metod usuwania zanieczyszczeń oraz rosnące wymagania środowiskowe powodują wzrost zainteresowania nowoczesnymi materiałami adsorpcyjnymi o wysokiej efektywności i możliwości selektywnego wiązania różnych grup związków.

W niniejszej pracy przedstawiono badania dotyczące supramolekularnych materiałów adsorpcyjnych otrzymanych na bazie melaminy oraz kwasu trimesowego. Dzięki zdolności tych związków do tworzenia uporządkowanych struktur możliwe jest uzyskanie materiałów o rozwiniętej powierzchni oraz korzystnych właściwościach sorpcyjnych. Badania koncentrowały się na ocenie zdolności adsorpcyjnych otrzymanych układów wobec wybranych zanieczyszczeń nieorganicznych i organicznych obecnych w roztworach wodnych. Analizy prowadzono z wykorzystaniem technik spektroskopowych, umożliwiających ocenę efektywności usuwania badanych związków z układów modelowych.

Uzyskane wyniki wskazują, że supramolekularne układy melaminy i kwasu trimesowego mogą stanowić obiecującą grupę materiałów do zastosowań związanych z oczyszczaniem wód oraz ograniczaniem emisji zanieczyszczeń do środowiska.

Podziękowania dla Wydziału Chemii Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu za sfinansowanie udziału w konferencji

[1] Dinmohammadpour Z, Yamini Y, Nazraz M, Karami M. Hydrothermal-synthesized melamine-trimesic acid nanocomposite as a binary supramolecular organic framework: Enrichment of Th(IV) ions from water samples. SSRN. Published online 2022. doi:10.2139/ssrn.4212259

[2] Li H, Li Y, Zhou Y, Li B, Liu D, Liao H, et al. Efficient removal of uranium using a melamine/trimesic acid-modified hydrothermal carbon-based supramolecular organic framework. J Colloid Interface Sci. 2019;544:14-24. doi:10.1016/j.jcis.2019.02.079

AlphaFold 3 w badaniach strukturalnych białek HtrA

Ivan Markin, Artur Giełdoń

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

prometey202020@gmail.com

Białka z rodziny HtrA (ang. High Temperature Requirement A) to proteazy serynowe szeroko rozpowszechnione u większości organizmów żywych. Pełnią istotną rolę w kontroli jakości białek, uczestnicząc zarówno w ich degradacji (funkcja proteolityczna), jak i naprawie (funkcja chaperonowa). Ich aktywność katalityczna wynika z obecności triady Ser–His–Asp, odpowiedzialnej za hydrolizę wiązań peptydowych. Regulacja tej aktywności zachodzi poprzez konformacyjne ułożenie domen PDZ, z których PDZ1 uczestniczy w rozpoznawaniu substratu i aktywacji enzymu, natomiast PDZ2 stabilizuje stan oligomeryczny i moduluje dostęp do miejsca aktywnego^{1,2}.

Celem niniejszej pracy była analiza zdolności modelu AI AlphaFold3 do przewidywania struktury bakteryjnych proteaz HtrA (DegP), ze szczególnym uwzględnieniem ułożenia domen PDZ1 i PDZ2 w stanie aktywnym i nieaktywnym.

AlphaFold3 jest zaawansowanym modelem sztucznej inteligencji przeznaczonym do predykcji struktur biomolekuł z wysoką dokładnością. Narzędzie to umożliwia analizę zależności strukturalnych w białkach, jednak jego skuteczność w odwzorowaniu alternatywnych stanów konformacyjnych pozostaje ograniczona³.

Wyniki analiz wskazują, że przewidywane modele wykazują wysokie podobieństwo do formy aktywnej białka, natomiast nie odzwierciedlają poprawnie jego nieaktywnej formy. Struktura domeny PDZ1 pozostała zachowana we wszystkich analizowanych modelach, podczas gdy domena PDZ2 wykazywała zmienność konformacyjną.

[1] Lipinska B, Fayet O, Baird L, Georgopoulos C. Identification, characterization, and mapping of the *Escherichia coli* htrA gene, whose product is essential for bacterial growth only at elevated temperatures. *J Bacteriol.* 1989;171(3):1574-1584. doi:10.1128/jb.171.3.1574-1584.1989

[2] Zarzecka U, Matkowska D, Backert S, Skorko-Glonek J. Importance of two PDZ domains for the proteolytic and chaperone activities of *Helicobacter pylori* serine protease HtrA. *Cell Microbiol.* 2021;23(4):e13299. doi:10.1111/cmi.13299

[3] Jumper J, Evans R, Pritzel A, et al. Highly accurate protein structure prediction with AlphaFold. *Nature.* 2021;596(7873):583-589. doi:10.1038/s41586-021-03819-2

Synteza ligandów heterobifunkcyjnych cząsteczek PROTAC w celu selektywnego nakierowywania białek na szlak proteolizy proteasomalnej

Jakub Telszewski, Kinga Słomska, Julia Witkowska, Elżbieta Jankowska

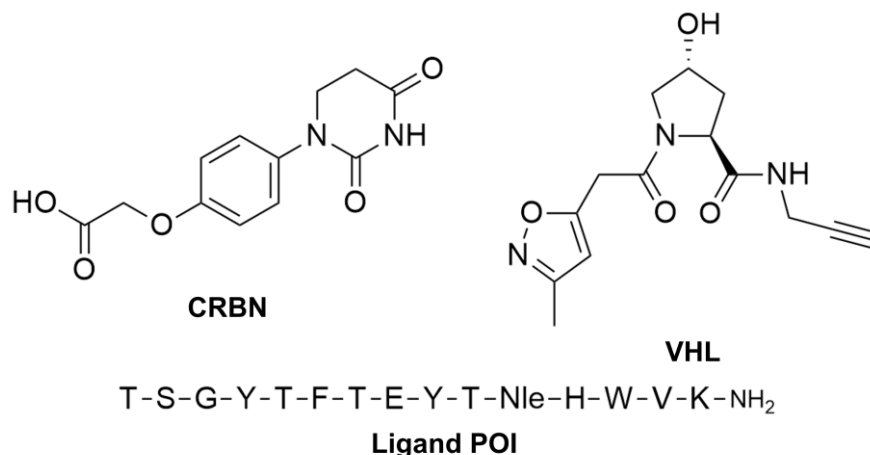
Uniwersytet Gdański, Wydział Chemii, 80-308 Gdańsk, ul. Wita Stwosza 63

j.telszewski.881@studms.ug.edu.pl

Proteasomalna degradacja białek stanowi kluczowy element proteostazy, ponieważ oprócz utrzymywania prawidłowych stężeń i konformacji białek istotne są również fizjologiczne procesy ich degradacji. Za selektywne rozpoznawanie i eliminację większości krótko żyjących i nieprawidłowo sfałdowanych białek cytozolowych u eukariotów odpowiada system ubikwityna–proteasom, składający się z ubikwityny (Ub) – znacznika białek, proteasomu – kompleksu białkowego odpowiedzialnego za degradację, i kilku typów enzymów, w tym ligaz E3 bezpośrednio odpowiadających za dołączanie Ub¹.

Ze względu na istotną rolę różnorodnych białek w patofizjologii wielu chorób opracowano technologie umożliwiające sztuczne kierowanie białek na szlak proteolizy, w tym PROTAC (ang. *proteolysis targeting chimeras*). Strategia ta wykorzystuje heterobifunkcyjne cząsteczki katalizujące znakowanie białek docelowych ubikwityną. Cząsteczki PROTAC składają się z liganda białka docelowego (POI), linkera oraz liganda ligazy E3. Związanie odpowiednich substratów przez ligandy umożliwia transfer ubikwityny na białko docelowe, które po poliubikwitynacji kierowane jest do proteasomu, gdzie ulega degradacji².

Zaprezentowana zostanie ścieżka syntezy dwu ligandów ligaz E3 (CRBN i VHL) oraz projektowanie liganda POI [Rys. 1] i badanie jego oddziaływań z docelowym polipeptydem – proamyliną.



Rys. 1. Struktura zsyntezowanych ligandów ligaz E3 (CRBN, VHL) i liganda białka docelowego (POI)

Badania sfinansowane z grantu Narodowego Centrum Nauki 2023/51/B/NZ7/00740

[1] Nandi D, Tahiliani P, Kumar A, Chandu D. The ubiquitin-proteasome system. *J Biosci.* 2006;31(1):137-155. doi:10.1007/BF02705243

[2] Nalawansha DA, Crews CM. PROTACs: An Emerging Therapeutic Modality in Precision Medicine. *Cell Chem Biol.* 2020;27(8):998-1014. doi:10.1016/j.chembiol.2020.07.020

Nanomaszynieria komórkowa: struktura i funkcja motorów molekularnych

Kacper Kępka, Artur Giełdoń

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

kacper.kepka@phdstud.ug.edu.pl

Bakterie poruszają się na różne sposoby, a u wielu gatunków ruch umożliwiają wici napędzane przez wyspecjalizowany motor molekularny¹. Co więcej, wic może być również narzędziem do penetracji błony komórkowej, komórek zaatakowanego organizmu. Ten mechanizm wykorzystują bakterie *Helicobacter pylori*². Wic jest zbudowana z wielu białek, które łączą się w strukturę filamentu o długości od kilkunastu do kilkudziesięciu mikrometrów³. Za ruch obrotowy wici odpowiada wyspecjalizowany motor wiciowy. To złożona struktura białkowa działająca na zasadzie zbliżonej do silnika elektrycznego. Motory wici zasilane są na dwa sposoby: gradient jonowy (najczęściej protonowy, ale również na sodowy) oraz ATP. Uzyskana energia potencjalna jest następnie zamieniana na energię kinetyczną – stator napędza rotor, do którego, za pomocą haka, przyczepiona jest wic. Stator składa się z 18 podjednostek, tworzących pierścienie otaczające dolną część rotora - *switch complex*. *Switch complex* zbudowany jest z pierścienia C oraz pierścienia MS. Oba z nich mają 34-krotną symetrię, a cały *switch complex* zbudowany jest z 4 typów białek. Jego rolą jest zmiana kierunku obrotu rotora. *Switch complex* połączony jest z hakiem za pomocą wału (rod). Motor osadzony jest na błonie/błonach biologicznych oraz na ścianie komórkowej. W celu zapewnienia swobody ruchu rotora, na wysokości pręta, umiejscowione jest łożysko w formie pierścieni L i P. Są to 26 merowe struktury czwartorzędowe, które oddziałują ze sobą⁴. Zbudowane są one z dwóch rodzajów białek: FlgH (pierścień L) oraz FlgI (pierścień P)⁵.

Przez długi czas podstawowym narzędziem umożliwiającym poznanie struktury motorów molekularnych pozostawała mikroskopia krioelektronowa (cryo-EM). W ostatnich latach sytuacja ta zaczęła się jednak zmieniać dzięki rozwojowi metod obliczeniowych, takich jak AlphaFold3⁶. Dzięki nim możliwa jest budowa pełno-atomowych modeli.

W swojej pracy zbudowałem pierścienie L i P z użyciem map cryo-EM o niskiej rozdzielczości atomowej. Podczas badań zbudowałem modele pierścieni L i P dla czterech bakterii: *Salmonella typhimurium*, *Vibrio cholerae*, *Campylobacter jejuni* oraz *Helicobacter pylori*. Modele dobrze wpisują się w mapy cryo-EM oraz pozwolą na pełną konstrukcję bakteryjnych motorów molekularnych.

[1] Josenhans, C.; Suerbaum, S. The role of motility as a virulence factor in bacteria. *Int. J. Med. Microbiol.* 2002, 291, 605–614

[2] Rosinke, K.; Tachiyama, A.; Mrásek, J.; Liu, J.; Hoover, T. A *Helicobacter pylori* flagellar motor accessory is needed to maintain the barrier function of the outer membrane during flagellar rotation. *PLOS Pathogens*. 2024, 21(1): e1012860

[3] DeRosier, D. J. The turn of the screw: The bacterial flagellar motor. *Cell* 93, 17–20 (1998).

[4] Yamaguchi, T.; Makino, F.; Miyata, T.; Minamino, T.; Kato, T.; Namba, K. Structure of the molecular bushing of the bacterial flagellar motor. *Nat Commun.* 2021. 12: 4469-4469

[5] Drobnič, T et al. Molecular model of a bacterial flagellar motor in situ reveals a "parts-list" of protein adaptations to increase torque. *BioRxiv* 2024

[6] Abramson, J., Adler, J., Dunger, J., et al. "Accurate structure prediction of biomolecular interactions with AlphaFold 3." *Nature* (2024).

Python w Blenderze jako narzędzie projektowania geometrii drukowanych w 3D sorbentów do ekstrakcji do fazy stałej w analityce farmaceutycznej

Khiri Tamari, Mariusz Belka, Bartosz Marciniak

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

kher.tamari@outlook.com

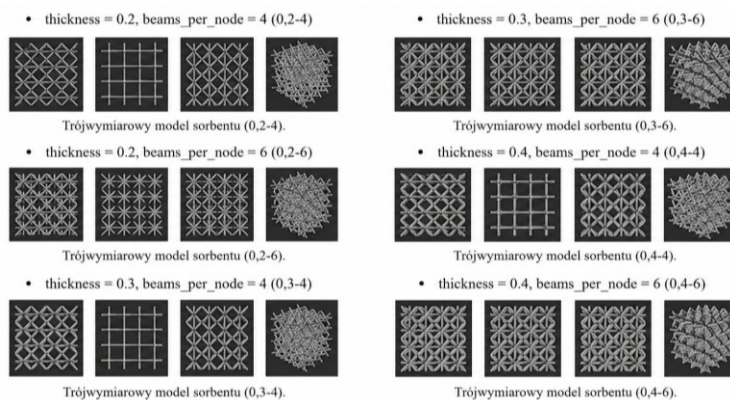
W ostatnich latach rosnące zapotrzebowanie na zminiaturyzowane, konfigurowalne narzędzia przygotowania próbek skłania do poszukiwania nowych materiałów sorpcyjnych. Niniejsza praca podejmuje to zagadnienie poprzez ocenę skuteczności sorbentów wytworzonych metodą Digital Light Processing (DLP) ze światłoutwardzalnej żywicy zawierającej 10% m/m krzemionki modyfikowanej grupami C18 do ekstrakcji modelowych benzodiazepin. Tak określony cel łączy zagadnienia druku 3D, inżynierii materiałowej i chemii farmaceutycznej, odpowiadając na potrzebę szybkiej personalizacji narzędzi ekstrakcyjnych.

Realizację badań rozpoczęto od potwierdzenia jednorodności zawiesiny krzemionki w żywicy. Następnie opracowano autorski skrypt w języku Python, zaimplementowany w środowisku Blender, umożliwiający generowanie kratownic typu X-cell o parametryzowanych średnicach belek — 0,2–0,4 mm — oraz liczbie wiązek w węźle wynoszącej 4 lub 6. Łącznie przygotowano sześć wariantów modeli, które wydrukowano przy użyciu drukarki Anycubic Photon Ultra, a następnie poddano płukaniu i utwardzaniu¹.

Otrzymane struktury wykorzystano w procedurze ekstrakcji mieszaniny alprazolamu, diazepamu i chlordiazepoksydu. Proces obejmował etap adsorpcji trwający 50 minut oraz etap desorpcji prowadzony przez 20 minut. Anality oznaczano metodą HPLC-UV z zastosowaniem elucji gradientowej w układzie woda/acetonitryl z dodatkiem kwasu mrówkowego. Jako fazę stacjonarną wykorzystano kolumnę Poroshell EC-C18 o wymiarach 3,0 × 100 mm i średnicy ziaren 2,7 μm. Objętościowe natężenie przepływu fazy ruchomej wynosiło 0,5 ml/min, a detekcję prowadzono przy długości fali 254 nm.

Otrzymane wyniki potwierdziły wysoką sprawność opracowanych sorbentów. Odzyski dla alprazolamu i chlordiazepoksydu mieściły się odpowiednio w zakresach 75–90% oraz 77–87%, natomiast dla diazepamu osiągały 87–104%. Szczegółowa analiza wykazała, że choć najcieńsze struktury, szczególnie wariant 0,2–4, cechowały się najwyższym odzyskiem w przeliczeniu na jednostkę objętości, ich kruchość ograniczała praktyczną użyteczność².

Najkorzystniejszym rozwiązaniem okazał się wariant 0,3–4, który łączył efektywność sorpcyjną z odpowiednią trwałością mechaniczną. Uzyskane wyniki wskazują, że druk DLP może stanowić obiecującą platformę do szybkiego prototypowania dedykowanych sorbentów przeznaczonych do analizy farmaceutyków oraz mikrozanieczyszczeń środowiskowych.



Schemat 1. Modele sorbentów 3D o strukturze kratownicy typu X-cell wykorzystane do ekstrakcji benzodiazepin. Poszczególne warianty różniły się średnicą belek oraz liczbą wiązek w węźle

[1] Mariusz Belka, Szymon Ulenberg, Tomasz Bączek. Fused Deposition Modeling Enables the Low-Cost Fabrication of Porous, Customized-Shape Sorbents for Small-Molecule Extraction. *Anal. Chem.* 2017, 89, 8, 4373–4376. doi.org/10.1021/acs.analchem.6b04390

[2] Mariusz Belka, Tomasz Bączek. Additive manufacturing and related technologies – The source of chemically active materials in separation science. *Volume 142, September 2021, 116322.*

Heterostrukturey NH₂-MIL-125@ZIF-8: synteza i zastosowanie w procesie fotokonwersji CO₂

Maciej Hiller, Paweł Mazierski, Adriana Zaleska-Medynska

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

maciej.hiller@phdstud.ug.edu.pl

Zastosowanie materiału NH₂-MIL-125 do fotokatalitycznej redukcji CO₂ stanowi obiecujący sposób na zagospodarowanie nadmiaru tego gazu. Proces ten, napędzany energią słoneczną, pozwala na transformację zanieczyszczeń lub produktów odpadowych w wartościowe związki chemiczne, takie jak kwas mrówkowy^{1,2}. Mimo że NH₂-MIL-125 charakteryzuje się wysoką stabilnością i aktywnością w zakresie światła widzialnego, wydajność konwersji CO₂ do kwasu mrówkowego jest bardzo mała³. Odpowiedzią na to wyzwanie są kompozyty MOF-MOF, które pozwalają łączyć unikalne zalety różnych materiałów w jednej strukturze. Przykładowo, ZIF-8 wykazuje doskonałe właściwości adsorpcyjne, choć sam nie jest aktywny fotokatalitycznie⁴. Poprzez połączenie obu tych szkieletów w formę heterostrukturey, możliwe jest stworzenie układu o wysokiej zdolności sorpcyjnej i jednocześnie wysokiej efektywności konwersji CO₂ do kwasu mrówkowego. Niniejsza praca skupia się na doborze optymalnych parametrów syntezy kompozytów NH₂-MIL-125@ZIF-8, badając ich bezpośredni wpływ na efektywność fotoredukcji CO₂ do kwasu mrówkowego.

W pierwszym etapie wyłoniono warianty syntezy dające materiały o najbardziej pożądanej morfologii, które poddano charakterystyce fizykochemicznej. Wykorzystano techniki mikroskopowe (SEM, TEM, EDS), dyfrakcyjne (pXRD) oraz analizę porowatości (BET) wraz z analizą sorpcji CO₂, co pozwoliło na potwierdzenie struktury, morfologii oraz innych właściwości fizykochemicznych otrzymanych materiałów. Drugi etap obejmował testy wydajności fotokatalitycznej w procesie redukcji CO₂. Porównanie wyników uzyskanych dla kompozytów oraz pojedynczych składowych pozwoliło na zidentyfikowanie najbardziej efektywnego układu i potwierdziło występowanie korzystnego efektu synergii.

W końcowej fazie zweryfikowano mechanizm i naturę procesu fotokatalitycznego. Dzięki zastosowaniu znakowanego izotopowo ¹³CO₂ i analizy GC-MS, a także pomiarów Action spectra, potwierdzono m.in. bezpośrednie pochodzenie produktu z substratu.

Praca finansowana ze środków Narodowego Centrum Nauki w ramach OPUS 23 "Projektowanie i synteza wieloskładnikowych heterostruktur na bazie szkieletów metaloorganicznych do wydajnej i selektywnej fotokonwersji CO₂ w użyteczne paliwa i związki chemiczne" UMO-2022/45/B/ST4/01138

[1] He B, Wang YJ, Bai X, et al. Rational construction of MOF-on-MOF heterojunction with an array of flexible two-dimensional microsheets for efficient CO₂ photoreduction. *Chemical Engineering Journal*. 2024;482:149000-149000. doi:10.1016/j.cej.2024.149000

[2] Hepburn C, Adlen E, Beddington J, et al. The technological and economic prospects for CO₂ utilization and removal. *Nature*. 2019;575(7781):87-97. doi:10.1038/s41586-019-1681-6

[3] Cheng X, Dao XY, Wang S, Zhao J, Sun W. Enhanced Photocatalytic CO₂ Reduction Activity over NH₂-MIL-125(Ti) by Facet Regulation. *ACS Catalysis*. 2020;11(2):650-658. doi:10.1021/acscatal.0c04426

[4] Elaoui A, El Ouardi M, Zbair M, BaQais A, Saadi M, Ait Ahsaine H. ZIF-8 metal organic framework materials as a superb platform for the removal and photocatalytic degradation of organic pollutants: a review. *RSC Advances*. 2022;12(49):31801-31817. doi:10.1039/d2ra05717d

Badanie wpływu modyfikacji włókien węglowych na adsorpcję i aktywność białek modelowych

Marita Samburska, Marek Wiśniewski

Katedra Chemii Materiałów, Adsorpcji i Katalizy, Wydział Chemii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

samburskamarita@gmail.com

Włókna węglowe od dziesięcioleci budzą niesłabnące zainteresowanie nauki i przemysłu. Są zbudowane z warstw grafitowych, a na ich powierzchni obecne są różne grupy funkcyjne. Ich struktura jest ściśle zależna od sposobu produkcji i rodzaju prekursora, którym najczęściej jest poliakrylonitryl. Charakteryzują się bardzo dobrymi właściwościami mechanicznymi¹.

Istnieje szereg metod pozwalających na modyfikację powierzchni włókien węglowych w celu nadania im pożądaných właściwości. Podstawową metodą jest utlenianie powierzchni włókien, które umożliwia wprowadzenie funkcyjnych grup polarnych. Innymi technikami są elektrodpozycja i dip coating. Mimo, że opierają się na różnych zjawiskach fizykochemicznych, obie metody pozwalają na kontrolę właściwości powierzchni poprzez zmianę morfologii, struktury i składu chemicznego^{2,3}.

W badaniach nad oddziaływaniem zmodyfikowanych włókien z czynnikami biologicznymi kluczową rolę odgrywają białka modelowe, stanowiące dobrze scharakteryzowane wzorce laboratoryjne. Ich adsorpcja zależy od wzajemnego dopasowania właściwości powierzchni i struktury białka. Zrozumienie mechanizmów adsorpcji oraz aktywność białek są ważnymi parametrami w kontekście potencjalnych zastosowań tych materiałów w katalizie enzymatycznej, biosensorach czy nowoczesnej implantologii⁴.

Podziękowania dla Wydziału Chemii Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu za sfinansowanie udziału w konferencji

-
- [1] Dumanlı AG, Windle AH. Carbon fibres from cellulosic precursors: a review. *J Mater Sci.* 2012;47:4236-4250. doi: 10.1007/s10853-011-6081-8
- [2] Jayakrishnan DS. Electrodeposition: the versatile technique for nanomaterials. In: Rajendran S, Naushad M, editors. *Corrosion Protection and Control Using Nanomaterials.* Woodhead Publishing Series in Metals and Surface Engineering. 2012. p. 90-92.
- [3] Brinker CJ. Dip coating. In: *Chemical Solution Deposition of Functional Oxide Thin Films.* 2013. p. 233-261.
- [4] Kruk T, Bzowska M, Hinz A, Szuwarzyński M, Szczepanowicz K. Control of specific/nonspecific protein adsorption: functionalization of polyelectrolyte multilayer films as a potential coating for biosensors. *Materials.* 2021;14(24):7629. doi:10.3390/ma14247629

Eksperymentalne i obliczeniowe badania *N*-alkilowania pochodnych 1,4-dihydropirydyny glikozydami 2-bromoetylowymi

Marta Kalińska¹, Piotr Szweda², Adam Prahl¹, Beata Liberek¹, Andrzej Nowacki¹

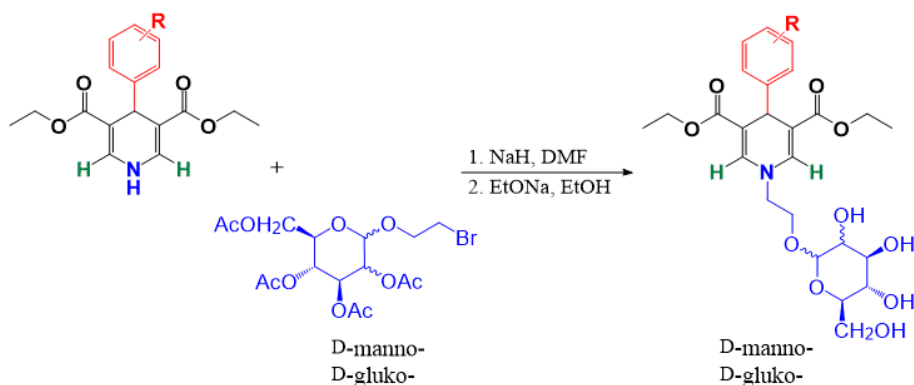
¹ Uniwersytet Gdański, Wydział Chemii, Katedra Chemii Organicznej, Wita Stwosza 63, 80-308 Gdańsk

² Politechnika Gdańska, Wydział Chemii, Katedra Technologii Leków i Biochemii, Gabriela Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk,

marta.kalinska@phdstud.ug.edu.pl

Związki heterocykliczne zawierające atom azotu należą do najważniejszych klas związków wykorzystywanych we współczesnej chemii medycyny i organicznej¹. Wśród nich szczególne miejsce zajmują 1,4-dihydropirydyny (1,4-DHP), które ze względu na zróżnicowaną aktywność biologiczną oraz możliwość szerokiej modyfikacji strukturalnej stanowią istotny obiekt badań syntetycznych². Właściwości biologiczne pochodnych 1,4-DHP są silnie uzależnione od rodzaju oraz położenia podstawników w obrębie pierścienia heterocyklicznego, dlatego rozwój metod selektywnej funkcjonalizacji tego układu pozostaje rozwijającym się kierunkiem badań³. Szczególne znaczenie mają modyfikacje prowadzące do *N*-podstawionych pochodnych 1,4-DHP, umożliwiające zmianę właściwości fizykochemicznych i biologicznych bez naruszania głównego szkieletu 1,4-DHP. Pomimo rosnącego zainteresowania glikokoniugatami heterocyklicznymi, reakcje *N*-funkcjonalizacji 1,4-dihydropirydyn z zastosowaniem reagentów zawierających fragmenty monosacharydowe, pozostają nadal niedostatecznie poznane⁴.

Celem niniejszego projektu było opracowanie metody efektywnej *N*-funkcjonalizacji wybranych pochodnych 1,4-dihydropirydyny za pomocą glikozydów 2-bromoetylowych α -D-mannopiranozyli oraz β -D-glukopiranozyli oraz określenie wpływu obecności grup metylowych w pozycjach C2/C6 pierścienia 1,4-DHP na przebieg reakcji *N*-podstawienia. W wyniku przeprowadzonych badań otrzymano serię dwudziestu nowych *N*-alkilowych pochodnych 1,4-DHP zawierających fragmenty cukrowe oraz zróżnicowane podstawniki w pierścieniu aromatycznym. Wykazano, że pochodne niepodstawione w pozycjach C2/C6 pierścienia 1,4-DHP efektywnie ulegały reakcji *N*-alkilowania, podczas gdy obecność grup metylowych w tych pozycjach istotnie ograniczała reaktywność układu. W celu interpretacji obserwowanych zależności przeprowadzono obliczenia metodą DFT dla etapu substytucji nukleofilowej typu S_N2, które potwierdziły istotny wpływ efektów sterycznych na przebieg reakcji. Otrzymane związki poddano wstępnej ocenie aktywności przeciwdrobnoustrojowej wobec wybranych szczepów bakterii Gram-dodatnich i Gram-ujemnych. Niektóre z otrzymanych pochodnych wykazywały umiarkowaną aktywność wobec wybranych szczepów *Staphylococcus aureus*.



Schemat 1. *N*-alkilowanie 1,4-dihydropirydyn za pomocą glikozydów 2-bromoetylowych

[1] Sharma VK, Singh SK. Synthesis, utility and medicinal importance of 1,2- and 1,4-dihydropyridines. RSC Adv. 2017;7:2682-2702. doi:10.1039/C6RA24823C

[2] Mishra AP, Bajpai A, Rai AK. 1,4-Dihydropyridine: A dependable heterocyclic ring with the promising and the most anticipable therapeutic effects. Mini Rev Med Chem. 2019;19(15):1219-1254. doi:10.2174/1389557519666190425184749

[3] Takahashi D, Oyunzul L, Onoue S, et al. Structure-activity relationships of receptor binding of 1,4-dihydropyridine derivatives. Biol Pharm Bull. 2008;31(3):473-479. doi:10.1248/bpb.31.473

[4] Kushwaha D, Kushwaha AK, Kumar R, Chauhan D. Recent advances in the synthesis of glycoconjugated heterocycles: A promising strategy for accessing bioactive compounds. Bioorg Chem. 2025;162:108559. doi:10.1016/j.bioorg.2025.108559

Modyfikacje retro i retro-inverso jako narzędzie modulacji stabilności i koordynacji jonów metali przez fragment mucyny MG2

Martyna Kniaś¹, Anna Ślusarczyk¹, Tomasz Janek², Joanna Wąty¹

¹ Wydział Chemii, Uniwersytet Wrocławski, ul. F. Joliot-Curie 14, 50-383 Wrocław

² Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, ul. Chełmońskiego 37, 51-630 Wrocław

332256@uwr.edu.pl

Peptydy przeciwdrobnoustrojowe (AMPs, ang. *antimicrobial peptides*) odgrywają istotną rolę w mechanizmach wrodzonej odporności, wykazując szerokie spektrum aktywności wobec patogenów. Jednym z istotnych źródeł AMPs jest ślina, która dzięki obecności m.in. histatyn, katelicydyn, defensyn, chemokin oraz mucyn pełni rolę pierwszej linii obrony przed chorobotwórczymi drobnoustrojami¹. Mucyna MG2 stanowi źródło licznych fragmentów, powstających w wyniku naturalnej hydrolizy, wykazujących aktywność przeciw bakteriom oraz grzybom obecnym w jamie ustnej². Aktywność tych fragmentów może być dodatkowo wzmacniana przez jony metali, wpływające na ładunek układu lub strukturę drugorzędową. AMPs mogą działać również na zasadzie "odporności odżywczej", wiążąc jony metali niezbędne mikroorganizmom i hamując ich namnażanie³.

Ze względu na dużą podatność AMPs na degradację enzymatyczną, prowadzone są badania nad modyfikacjami peptydomimetycznymi mającymi na celu zwiększenie ich trwałości i efektywności⁴. Jednym z obiecujących podejść jest zastąpienie naturalnych L-aminokwasów ich enancjomerami D, w miejscach podatnych na degradację lub też w całej sekwencji⁵. Alternatywne rozwiązanie stanowi projektowanie peptydów *retro-inverso* (RI), w których odwrócenie sekwencji i chiralności względem peptydu natywnego pozwala zachować orientację łańcuchów bocznych, przy jednoczesnym zwiększeniu stabilności, biodostępności i aktywności biologicznej².

Celem moich badań jest scharakteryzowanie peptydów *retro-inverso* (kdphkppqhnpf, małe litery oznaczają D-aminokwasy) oraz *retro* (KDPHKPPQHPNPF) w stosunku do natywnego fragmentu MG2: FPNPHQPPKHPDK w kompleksach z jonami Cu(II) oraz Zn(II), a także porównanie ich trwałości termodynamicznej, właściwości strukturalnych oraz biologicznych z fragmentem natywnym. Uzyskane wyniki pozwolą lepiej zrozumieć, w jaki sposób i) odwrócenie sekwencji oraz ii) odwrócenie i wymiana enancjomeryczna wpływają na stabilność oraz właściwości fizykochemiczne peptydu, dostarczając cennych informacji dla dalszego projektowania stabilniejszych peptydomimetyków o potencjale terapeutycznym.

Dziękujemy za wsparcie finansowe Narodowemu Centrum Nauki
UMO-2021/41/B/ST4/02654 – J.W

[1] Khurshid Z, Naseem M, Sheikh Z, Najeeb S, Shahab S, Zafar MS. Oral antimicrobial peptides: Types and role in the oral cavity. *Saudi Pharmaceutical Journal*. 2016;24(5):515-524. doi:10.1016/j.jsps.2015.02.015

[2] Wąty J, Szarszoń K, Sabieraj M, et al. Modulating Copper(II) Coordination and Antimicrobial Activity: Effects of D-Amino Acid Substitution and Retro-Inverso Modification in Human Saliva MUC7 Peptide. *Inorg Chem*. 2025;64(12):6365-6377. doi:10.1021/acs.inorgchem.5c00438

[3] Łoboda D, Kozłowski H, Rowińska-Zyrek M. Antimicrobial peptide-metal ion interactions-a potential way of activity enhancement. *New Journal of Chemistry*. Royal Society of Chemistry. 2018;42(10):7560-7568. doi:10.1039/c7nj04709f

[4] Kuppusamy R, Willcox M, Black DSTC, Kumar N. Short Cationic Peptidomimetic Antimicrobials. *Antibiotics*. 2019;8(2):44. doi:10.3390/antibiotics8020044

[5] Garton M, Nim S, Stone TA, Wang KE, Deber CM, Kim PM. Method to generate highly stable D-amino acid analogs of bioactive helical peptides using a mirror image of the entire PDB. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2018;115(7):1505-1510. doi:10.1073/pnas.1711837115

Pharmaceutical Contamination in Water Resources: A Cost-Effective, Eco-Friendly Mitigation Strategy

Mehrab Malekshahi Nejad¹, Elzbieta Niemirydz², Dominika Saniewska², Maria Elektorowicz¹

¹ Concordia University, 1455 Blvd. De Maisonneuve Ouest, Montreal, Quebec H3G 1M8, Kanada

² Uniwersytet Gdański, Wydział Chemii, 80-308 Gdańsk, ul. Wita Stwosza 63

meh.malekshahi@gmail.com

Medical science advanced in last decades permitting on curing several diseases. However, the excessive use of pharmaceuticals increases their content in sewage. Naproxen and ketoprofen can be found in untreated wastewater at quantities as high as hundreds of thousands of ng/L. Furthermore, ibuprofen has been found in treated wastewater at levels greater than 20,000 ng/L in Poland.

Generally, common sewage treatment methods are unable to remove pharmaceutical compounds. Since surface water serve as a receptor of wastewater treatment (WWTP) effluents, they are the major source of pollutants (including pharmaceuticals) in water resources. As such, the presence of pharmaceutical compounds in the source of water is a global problem. For example, the concentrations of sulfamethoxazole (SMX) in St Lawrence, downstream of WWTP in the Montreal area, have been measured at the range of 210 ng/L. The water quality monitoring of the Vistula, the main river in Poland, demonstrated the concentration of antibiotics (azithromycin, clarithromycin, ceftazidime, and erythromycin) higher than 1000 ng/L, while sulfamethoxazole reached peak concentrations of 1770 ng/L. The use of psychotropic drugs such as antidepressants (Venlafaxine) and anxiolytics has been increased in recent years; similarly, the application of synthetic hormones (e.g. 17 α -ethinylestradiol, EE2). They can be found in St. Lawrence at the level of 740ng/L and 3ng/L, respectively.

Pharmaceuticals, besides saving many lives, have devastated impact on aquatic life and subsequently on human population. Antibiotics such as ciprofloxacin and sulfamethoxazole (SMX) exert selective pressure on native microbial communities, promoting the proliferation of resistant bacterial strains. These compounds can also disrupt microbial-mediated processes such as nitrification and denitrification, reduce species richness, impair biofilm formation, and interfere with algal growth and photosynthesis, ultimately affecting oxygen production and food web dynamics. Chronic exposure may lead to long-term ecosystem imbalances, weakening resilience to environmental stressors and increasing the vulnerability of aquatic habitats to invasive species or further contamination.

Subsequently, additional operation units dedicated to polishing effluents with respect to micropollutants such as pharmaceuticals, might be implemented at the WWTP to protect water resources. One of the affordable methods might be a filtration-adsorption system. The proposed system consists of biochar produced on-site from sludge generated at the WWTP and pyrolysis at an industrial scale.

A series of tests with a filtration-adsorption column, filed with various granular biochar sizes, demonstrated an efficient removal of SMX by 88-95% and PCM (Paracetamol) by 95-95% within few hours.

[1] Taherkhani A. Sustainable upgrading of wastewater treatment plant through enhanced adsorption of micropollutants by waste-based biochar activated with in-situ emitted greenhouse gas [master's thesis]. Concordia University; 2022. Available from: <https://spectrum.library.concordia.ca/id/eprint/990901/>

[2] Zojaji P. Production of micro-mesoporous alternative carbonaceous adsorbents for high-efficiency sorption of emerging organic micropollutants from wastewater effluent [master's thesis]. Concordia University; 2020. Available from: <https://spectrum.library.concordia.ca/id/eprint/986550/>

[3] Maged A, Dissanayake PD, Yang X, Pathirannahalage C, Bhatnagar A, Ok YS. New mechanistic insight into rapid adsorption of pharmaceuticals from water utilizing activated biochar. *Environ Res.* 2021;202:111693. doi:10.1016/j.envres.2021.111693

[4] Choudhary V, Philip L. Sustainability assessment of acid-modified biochar as adsorbent for the removal of pharmaceuticals and personal care products from secondary treated wastewater. *J Environ Chem Eng.* 2022;10(3):107592. doi:10.1016/j.jece.2022.107592

[5] de Andrade JR, Oliveira MF, da Silva MGC, Vieira MGA. Adsorption of pharmaceuticals from water and wastewater using nonconventional low-cost materials: A review. *Ind Eng Chem Res.* 2018;57(9):3103–3127. doi:10.1021/acs.iecr.7b05137

Analiza in silico molekularnego mechanizmu interakcji białek wirusa cytomegalii z białkami gospodarza z wykorzystaniem dynamiki molekularnej oraz MMGBSA

Michał Jensko, Adam Sieradzan¹, Magdalena Weidner-Glunde², Tejasv Gupta²

¹ Katedra Chemii teoretycznej, Wydział Chemii, Uniwersytet Gdański, Gdańsk

² Zakład Biologii Wirusów, Międzyuczelniany Wydział Biotechnologii UG i GUMed, Gdańsk

michal.jensko@phdstud.ug.edu.pl

»Ludzki wirus cytomegalii (HCMV) jest jednym z najpowszechniejszych patogenów człowieka. Według badań występuje u 80-95% populacji¹. Dla dzieci oraz osób z niedoborami odporności może on stanowić zagrożenie, natomiast w przypadku reszty populacji wirus po infekcji przechodzi w stan latencji i pozostaje utajony w organizmie, bez wyraźnych objawów¹. »Jego nieszkodliwość jest, jednakże pozorna. Istnieją przesłanki wskazujące na rolę wirusa cytomegalii w rozwoju komórek nowotworowych¹ oraz wspomaganie ich wzrostu². Ponadto wrodzona choroba powodować może utraty słuchu u dzieci oraz powodować komplikacje przy transplantacjach¹. Dokładny mechanizm wykorzystania przez ludzkiego wirusa cytomegalii aparatury molekularnej gospodarza do pozostawania w postaci utajonej pozostaje nieokreślony, natomiast w badaniach eksperymentalnych zaobserwowano w procesie mitozy dwa wzory wiązania wirusa dla tej samej populacji komórek. Pierwszym z nich było równomierne rozłożenie przy chromosomach, tak zwany "painting", a drugim rozłożenie punktowe przy centromerach chromosomów. Dla pierwszego z wzorców udało się określić domeny odpowiedzialne za ten proces, natomiast w przypadku lokalizacji punktowej nie udało się określić tego jednoznacznie, ponieważ do tej pory wspomniana lokalizacja nie była znana, w związku z czym na chwilę obecną nie znamy molekularnych podstaw determinujących tą lokalizację. Białko IE1 zostało wytypowane jako potencjalnie odpowiedzialne za wiązanie się genomu wirusa HCMV do chromosomów, przy czym najprawdopodobniej nie wiąże się ono bezpośrednio do centromerów, tzw. "CAS". Podejrzewa się, że wchodzi ono w interakcję z ludzkim białkami jądrowym, takimi jak MAD2L1, CBX5 lub TP53B, natomiast jak do tej pory nie udało się jednoznacznie potwierdzić istnienia i roli tej interakcji oraz ustalić sposobu zachodzenia. »W ramach naszej pracy podejmujemy próbę zbadania i zaburzenia wspomnianego mechanizmu z wykorzystaniem metod teoretycznych, co zostanie zweryfikowane eksperymentalnie. W teoretycznej części badań wykorzystujemy narzędzia ZDOCK, HADDOCK oraz HDOCK do przewidywania miejsca wiązania białka wirusowego z podejrzanym partnerem białkowym. Następnie z wykorzystaniem gruboziarnistego pola sił UNRES³ oraz pełnoatomowego pola sił AMBER⁴ przeprowadzamy symulacje dynamiki molekularnej, celem ewaluacji siły interakcji białek. Pozwala nam to również określić reszty aminokwasowe odpowiedzialne za zachodzenie interakcji, których ewentualna mutacja mogłaby spowodować jej osłabienie lub całkowite zahamowanie. »Zastosowanie wspomnianej metodologii umożliwia znaczne ograniczenie kosztów prowadzenia badań laboratoryjnych oraz ich przyspieszenie, poprzez dokonanie wstępnej oceny prawdopodobieństwa istnienia mechanizmu interakcji oraz ewentualne wskazanie mutantów mogących go zaburzyć. Sukces tych badań umożliwiłyby rozpoczęcie prac nad szczepionką na CMV co potencjalnie mogłoby wpłynąć na poprawę rokowań pacjentów nowotworowych i nie tylko.

NCN grant: 2023/51/B/ST4/01218

NCN grant: 2022/47/B/NZ6/02446

[1] SÖDERBERG-NAUCLÉR C. Does cytomegalovirus play a causative role in the development of various inflammatory diseases and cancer? *Journal of Internal Medicine* (2006), 259: 219-246. doi:10.1111/j.1365-2796.2006.01618

[2] Cox M, Kartikasari AER, Gorry PR, Flanagan KL, Plebanski M. Potential Impact of Human Cytomegalovirus Infection on Immunity to Ovarian Tumours and Cancer Progression. *Biomedicine* (2021) 9:351. doi:10.3390/biomedicine9040351

[3] Ślusarz R, Lubecka E A, Czaplowski C, Liwo A. Improvements and new functionalities of UNRES server for coarse-grained modeling of protein structure, dynamics, and interactions. *Front. Mol. Biosci.* (2022)9:1071428. doi:10.3389/fmolb.2022.1071428

[Lin C, Liu J, Miao Y, Salomon-Ferrer R,

Interplay between morphology, crystal facets and silver modifications of titanium dioxide nanomaterials on photocatalytic activity

Nasir Shakeel, Ireneusz Piwoński

University of Lodz, Faculty of Chemistry, Department of Materials Technology and Chemistry, Pomorska 163, 90-236 Lodz, Poland

nasir.shakeel@edu.uni.lodz.pl

Nanostructures of titanium dioxide (TiO_2), comprising nanofibers (TNFs), nanorods (TNRs), and nanograss (TNGs), were synthesised. Synthetic techniques have a considerable impact on the resulting morphology and phase. TNF nanomaterials were synthesised in neutral environments using ethylene glycol, whereas those produced under very basic conditions after TiO_2 powder recrystallisation showed TNR shape. Both TNFs and TNRs exhibited the anatase phase. In contrast, in highly acidic circumstances with toluene, TNGs crystallised in the rutile phase. The specific exposed planes are exactly proportional to the crystal form. XRD measurements showed that anatase nanomaterials (TNFs and TNRs) exposed the $\{101\}$ facet, while rutile nanomaterials (TNGs 1 and 2) exposed the $\{110\}$ facet. The interaction of morphology, the most stable facets, and silver alteration had a considerable impact on the photocatalytic aspects. Anatase nanomaterials, particularly those with low crystalline (TNFs), exhibited higher photoactivity in the breakdown of rhodamine B (RhB), whereas highly crystalline rutile crystals performed poorly under both UV and simulated solar light (SSL). Most materials' photoactive performance could be increased by applying metallic silver to the surface and forming a Schottky barrier.

[1] Shakeel N, Piwoński I, Kisielewska A, Krzywiecki M, Matyja E, Małecka M, Szmechtyk T, Kruk A, Sohail Y, Naveed M. Interplay between the morphology, crystal facets and silver modifications of titanium dioxide nanomaterials in the context of photocatalysis. *Dalton Transactions*. 2025;54(36):13609-31. doi.org/10.1039/d5dt01597a rsc.li/dalton

[2] Chen X, Mao SS. Titanium dioxide nanomaterials: synthesis, properties, modifications, and applications. *Chemical reviews*. 2007 Jul 11;107(7):2891-959. doi.org/10.1021/cr0500535.

[3] Choi H, Stathatos E, Dionysiou DD. Sol-gel preparation of mesoporous photocatalytic TiO_2 films and $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ composite membranes for environmental applications. *Applied Catalysis B: Environmental*. 2006 Mar 22;63(1-2):60-7. doi.org/10.1016/j.apcatb.2005.09.012.

[4] Mikrut P, Mitoraj D, Beranek R, Macyk W. Facet-dependent activity of tailored anatase TiO_2 crystals in photoanodes for photocatalytic fuel cells. *Applied Surface Science*. 2021 Nov 15;566:150662. doi.org/10.1016/j.apsusc.2021.150662.

Hydroborowanie aldehydów, ketonów i imin katalizowane homoleptycznym kompleksem kobaltu(II)

Patryk Stohnij¹, Jakub Robaszkiewicz^{1,2}, Piotr Pawluć^{1,2}

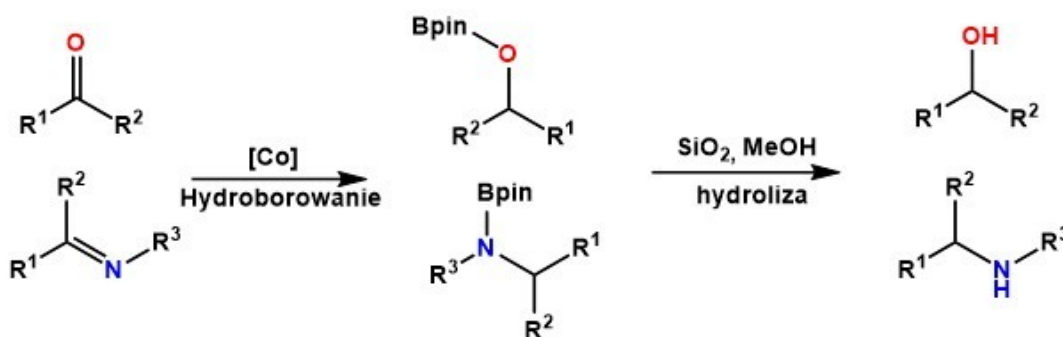
¹ Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, Wydział Chemii w Poznaniu, 61-614 Poznań

² Centrum Zaawansowanych Technologii UAM Uniwersytetu Poznańskiego 10, 61-614 Poznań

patsto2@st.amu.edu.pl

Jedną z najważniejszych metod otrzymywania alkoholi pierwszorzędowych i drugorzędowych jest redukcja związków karbonylowych. W literaturze opisano wiele sposobów przekształcania aldehydów i ketonów w pochodne hydroksylowe z wykorzystaniem takich reduktorów jak odczynnik Grignarda, glinowodorki, borowodorki czy wodór cząsteczkowy^{1,2}. Interesującą alternatywą, badaną w ostatnich latach przez wiele grup badawczych, jest dwuetapowa redukcja obejmująca katalityczne hydroborowanie, a następnie hydrolizę otrzymanego produktu³. Zastosowanie tej metody umożliwi wykorzystanie stabilniejszych i często mniej toksycznych odczynników. Bezpośrednimi produktami hydroborowania są estry boronowe, które po hydrolizie prowadzą odpowiednio do alkoholi lub amin w przypadku redukcji imin (Rys 1).

Badania prowadzone w naszej grupie w obszarze hydrofunkcjonalizacji wiązań nienasyconych oraz dane literaturowe skłoniły nas do podjęcia badań nad hydroborowaniem grup karbonylowych i iminowych katalizowanym prostym homoleptycznym kompleksem kobaltu (II) bez dodatku aktywatora. Opracowany układ katalityczny umożliwia efektywne hydroborowanie aldehydów, ketonów oraz imin przy zastosowaniu już od 40 ppm katalizatora. Szczegółowe wyniki badań zostaną przedstawione podczas komunikatu ustnego⁴.



Rys. 1. Schemat redukcji związków karbonylowych oraz imin

[1] Monasterolo C, O'Gara R, Kavanagh SE, et al. Asymmetric addition of Grignard reagents to ketones: culmination of the ligand-mediated methodology allows modular construction of chiral tertiary alcohols. *Chem Sci*. 2022;13:6262-6269. doi:10.1039/D1SC06350B.

[2] Sakuraba M, Ogoshi S, Hoshimoto Y. Strategic use of crude H₂ for the catalytic reduction of carbonyl compounds. *Tetrahedron Chem*. 2024;9:100059. doi:10.1016/j.tchem.2023.100059.

[3] Ma DH, Jaladi AK, Lee JH, et al. Catalytic hydroboration of aldehydes, ketones, and alkenes using potassium carbonate: a small key to big transformation. *ACS Omega*. 2019;4(14):15893-15903. doi:10.1021/acsomega.9b01877.

[4] J. Robaszkiewicz, P. Stohnij, P. Pawluć, manuskrypt w przygotowaniu

Synteza i analiza strukturalna kompleksów walproinianu miedzi(II)

Paulina Wiśniewska, Tadeusz Muzioł

Katedra Chemii Nieorganicznej i Koordynacyjnej, Wydział Chemii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

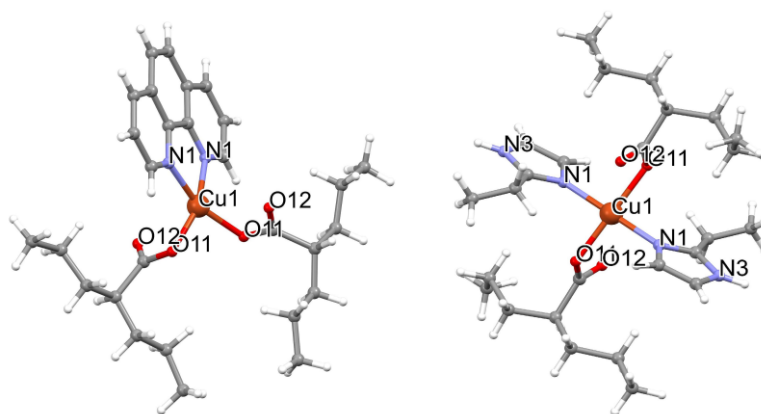
wisniewskapaulina03@wp.pl

Miedź jest kluczowym pierwiastkiem dla prawidłowego funkcjonowania naszego organizmu. Pełni ważne funkcje fizjologiczne i metaboliczne. Skoordynowane formy miedzi są bardziej stabilne niż odpowiadające im jony, dlatego w układach biologicznych miedź występuje w różnych formach kompleksów¹.

Kwas walproinowy (VPAH) jest pochodną kwasu tłuszczowego i lekiem przeciwdrgawkowym, wykazuje działanie neuroprotektoryjne, przeciwmiażdżycowe i przeciwmigrenowe. VPAH wraz z jego solą sodową jest lekiem konwencjonalnym w przypadku padaczki idiopatycznej z napadami uogólnionymi zarówno jak w przypadku napadów nieświadomości w padaczce dziecięcej. Jest to obecnie związek interesujący w dziedzinie onkologii ze względu na jego działanie przeciwnowotworowe i jest przedmiotem wielu badań klinicznych w różnych typach nowotworów².

Przeprowadzono syntezę i charakterystyki kompleksów z ligandami dwukleszczowymi: 1,10-fenantroliną (phen), 2,2'-bipirydylem i 1,2-cykloheksanodiaminą oraz następujących ligandów jednokleszczowych: 2-etyloimidazol (Etlm), 4-metyloimidazol. Ligandy te wykazują właściwości takie jak: silne działanie przeciwdrgawkowe, aktywność przeciwgrzybicza/przeciwvirusowa, aktywność SOD-mimetyczna, katecholazowa, potencjał antybakteryjny^{3,4}.

Struktury otrzymanych kompleksów zostały określone metodą dyfrakcji rentgenowskiej. W kompleksach [Cu(VPA)₂(phen)] oraz [Cu(VPA)₂(Etlm)₂] miedź znajduje się w otoczeniu huśtawki oraz płaskiego kwadratu. Sferę koordynacyjną tworzą dwa atomy tlenu z kwasu walproinowego oraz dwa atomy azotu z fenantroliny lub 2-etyloimidazolu. Odpowiedni dobór stechiometrii oraz liganda pozwala na sterowanie syntezą w celu otrzymania produktów pożądaných pod względem składu i struktury. Analiza strukturalna otrzymanych związków wskazuje na izomerię *cis* w przypadku ligandów dwudonorowych, natomiast dla ligandów jednodonorowych izomerię *trans*.



Rys. 1. Otrzymana struktura [Cu(VPA)₂(phen)].

Otrzymana struktura [Cu(VPA)₂(Etlm)₂]

Podziękowania dla Wydziału Chemii Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu za sfinansowanie udziału w konferencji

[1] J. Ciba, J. Trojanowska, M. Zołotajkin. Mała encyklopedia pierwiastków. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, 1996

[2] Leczenie padaczki u dzieci i młodzieży pod redakcją Barbary Steinborn. Termedia Wydawnictwa Medyczne, Poznań 2011

[3] M. Sylla-Iyarreta Veitía, F. Dumas, G. Morgant, J.R.J. Sorenson, Y.M. Frapart, A. Tomas. Synthesis, structural analysis and anticonvulsant activity of a ternary Cu(II) mononuclear complex containing 1,10-phenanthroline and the leading antiepileptic drug valproic acid. Biochimie 91 (2009) 1286–1293. doi:10.1016/j.biochi.2009.06.015

Struktura i właściwości fizykochemiczne kompozytów na bazie termoplastycznego poliuretanu z dodatkiem napełniaczy pochodzenia roślinnego

Weronika Ejm, Przemysław Bartczak, Sławomir Borysiak

Politechnika Poznańska, Wydział Technologii Chemicznej, Berdychowo 4, 61-131 Poznań

weronika.ejm@doctorate.put.poznan.pl

Termoplastyczne poliuretany (TPU) są grupą materiałów polimerowych o szerokim zastosowaniu przemysłowym, m.in. w sektorze motoryzacyjnym, obuwniczym i elektrycznym. Rozwój branży poliuretanowej koncentruje się obecnie na poszukiwaniu bardziej ekologicznych i ekonomicznie uzasadnionych rozwiązań zgodnych z ideą Gospodarki o Obiegu Zamkniętym¹. Jednym z istotnych kierunków badań jest zastosowanie odpadów pochodzenia roślinnego w roli napełniaczy matryc polimerowych².

W niniejszej pracy oceniono możliwość zastosowania wyłoków z nasion roślin oleistych jako bionapełniaczy termoplastycznego poliuretanu. Materiały te są produktami ubocznymi przemysłu olejarskiego, które obecnie znajdują zastosowanie głównie jako dodatki do pasz i nawozów³.

Wyłoki poddano suszeniu i rozdrobnieniu do wielkości cząstek poniżej 100 μm . Kompozyty TPU z różną zawartością procentową napełniaczy otrzymano metodą wyłaczania dwuślimakowego oraz wtrysku uzyskanego granulatu. Następnie oceniono wpływ zastosowanych materiałów roślinnych na właściwości fizykochemiczne i strukturalne kompozytów.

Przeprowadzone badania wykazały, że dodatek wyłoków roślinnych wpływa na zmianę kluczowych właściwości kompozytów TPU, w tym na wytrzymałość mechaniczną, stabilność termiczną oraz parametry reologiczne otrzymanych materiałów. Zaobserwowane różnice wynikały przede wszystkim z odmiennego składu chemicznego (zawartości związków lignocelulozowych i frakcji olejowej) oraz struktury krystalicznej bionapełniaczy. Uzyskane wyniki wskazują na potencjał skutecznego zagospodarowania wyłoków roślinnych w roli napełniaczy termoplastycznych poliuretanów. Ich zastosowanie w produkcji materiałów kompozytowych jest korzystne zarówno pod względem ekologicznym, jak i ekonomicznym.

Praca została dofinansowana z subwencji Uczelni w ramach Programu „PhDBoost” dla doktorantów Szkoły Doktorskiej Politechniki Poznańskiej (w 2026 roku), pochodzącej ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego (0912/SPHD/2631)

[1] Datta, J. & Kasprzyk, P. Thermoplastic polyurethanes derived from petrochemical or renewable resources: A comprehensive review. *Polym. Eng. Sci.* 58, E14-E35 (2018).

[2] Bartczak, P., Ejm, W. & Borysiak, S. Application of plant-based by-products in the design of sustainable formed-in-place polyurethane foam gaskets. *Compos. B Eng.* 316, 113577 (2026).

[3] Capanoglu, E., Nemli, E. & Tomas-Barberan, F. Novel Approaches in the Valorization of Agricultural Wastes and Their Applications. *J. Agric. Food Chem.* 70, 6787–6804 (2022).

Zastosowanie metod chemii kombinatorycznej w charakterystyce mysich proteaz serynowych

Wiktorija Mallek¹, Aleksandra Wróblewska^{2,3}, Agnieszka Piwkowska², Adam Lesner¹, Magdalena Wysocka¹

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

² Instytut Medyczny im. Mossakowskiego Polskiej Akademii Nauk, ul. Adolfa Pawińskiego 5, 02-106 Warszawa, Polska

³ Szkoła Doktorska Medycyny Translacyjnej, Centrum Kształcenia Podyplomowego Lekarzy, Warszawa, Polska

wiktorija.mallek@phdstud.ug.edu.pl

Cukrzyca jest to grupa chorób metabolicznych charakteryzujących się hiperglikemią wynikającą z zaburzeń wydzielania lub działania insuliny. Według WHO (ang. World Health Organization) stanowi istotny czynnik ryzyka poważnych powikłań, takich jak utrata wzroku, niewydolność nerek, zawał serca, udar mózgu czy amputacje kończyn. Jednym z najczęstszych i najpoważniejszych powikłań jest cukrzycowa choroba nerek (DKD, ang. Diabetic Kidney Disease), wywoływana przez przewlekłą hiperglikemię prowadzącą do zmian strukturalnych w nerkach. W obliczu dynamicznego przyrostu danych dotyczących cukrzycowej choroby nerek mechanizm patogenezy tej choroby pozostaje w dużej mierze niepoznany. Coraz więcej badań wskazuje jednak, że kluczową rolę w jej rozwoju odgrywa uszkodzenie komórek podocytarnych kłębuszka nerkowego, co prowadzi do zaburzenia bariery filtracyjnej i białkomoczu. Dowiedzono również, że określone enzymy proteolityczne biorą udział w regulacji odpowiedzi kłębuszków nerkowych na zaburzenia metaboliczne, co wskazuje na ich istotną rolę w patogenezie uszkodzeń nerek w przebiegu cukrzycy¹⁻³.

Celem pracy było opracowanie nowych związków umożliwiających monitorowanie aktywności proteolitycznej jako potencjalnego narzędzia do wczesnej diagnostyki DKD. Badania prowadzono dwukierunkowo. Wykorzystano model zwierzęcy myszy, co umożliwiło ocenę wpływu proteaz całego organizmu. W tym celu zsyntezowano biblioteki fluorescencyjnych substratów peptydowych metodą chemii kombinatorycznej i przeprowadzono ich dekonwolucję z użyciem rekombinowanej elastazy neutrofilowej (rMNE, ang. recombinant mouse neutrophil elastase). Dodatkowo badano wpływ ludzkich proteaz neutrofilowych i enzymów PAD na uszkodzenie podocytów. Uzyskane wyniki mogą przyczynić się do lepszego zrozumienia patomechanizmu nefropatii cukrzycowej i w perspektywie pozwolić na jej wcześniejszą diagnostykę oraz istotną poprawę rokowań pacjentów.

Badania sfinansowane przez Narodowe Centrum Nauki w ramach grantu OPUS 21 nr 2021/41/B/NZ4/02797

[1] Zimmet, P. Z. et al. Diabetes: a 21st century challenge. *Lancet Diabetes Endocrinol.* 2, 56–64 (2014).

[2] Diabetes. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/diabetes>.

[3] Audzeyenka, I. et al. Cathepsin C is a novel mediator of podocyte and renal injury induced by hyperglycemia. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular Cell Research* 1867, 118723 (2020).

Defensyny jako potencjalne narzędzia w walce z antybiotykoopornością: od struktury do zastosowań terapeutycznych

Antoni Szykuła

Międzyuczelniany Wydział Biotechnologii UG i GUMed ul. Abrahama 58, 80-307 Gdańsk

a.szykula.861@studms.ug.edu.pl

Peptydy to krótkie łańcuchy aminokwasowe, zwykle zbudowane z mniej niż 50 reszt aminokwasowych. Szczególnie interesującą grupę stanowią defensyny, z racji ich potencjału w walce z nagłym problemem antybiotykooporności. Defensyny to rodzina peptydów o właściwościach przeciwdrobnoustrojowych, stanowiących integralną część wrodzonej odpowiedzi immunologicznej. Wyróżnia się trzy klasy defensyn: α , β i θ , przy czym u ludzi występują jedynie α i β ^{1,2}.

Ludzka β -defensyna 3 (HBD-3, ang. *human beta defensin 3*) to kationowy peptyd odgrywający istotną rolę w odporności nieswoistej. Charakteryzuje się szerokim spektrum aktywności przeciwdrobnoustrojowej oraz właściwościami immunomodulującymi^{2,3}. Jej struktura przestrzenna stabilizowana jest przez trzy mostki disulfidowe, które zapewniają wysoką stabilność strukturalną, jednak mogą jednocześnie ograniczać możliwości modyfikacji oraz wpływać na aktywność w zmiennych warunkach fizjologicznych^{4,5}.

Najnowsze doniesienia pokazują, że uproszczone analogi HBD-3 o zmodyfikowanej strukturze mogą wykazywać wyższą stabilność przy jednoczesnym zachowaniu aktywności biologicznej^{4,5}. Obiecującym kierunkiem badań są również naturalne produkty degradacji enzymatycznej HBD-3, które mogą stanowić stabilne cząsteczki o właściwościach przeciwdrobnoustrojowych i przeciwzapalnych⁵.

Celem niniejszej pracy jest zebranie i uporządkowanie aktualnej wiedzy na temat defensyn, ze szczególnym uwzględnieniem ich potencjalnego zastosowania terapeutycznego w walce z bakteriami opornymi na antybiotyki.

Praca powstała w ramach Projektu Tutoringu Interdyscyplinarnego odbywającego się na Uniwersytecie Gdańskim. Chciałbym serdecznie podziękować Pani dr Aleksandrze Walewskiej z Pracownia Badań Strukturalnych Biopolimerów za udzielone wsparcie merytoryczne i organizacyjne w tworzeniu tej pracy

[1] Zhai YJ, Feng Y, Ma X, Ma F. Defensins: defenders of human reproductive health. *Hum Reprod Update*. 2023;29(1):126-154. doi:10.1093/humupd/dmac032

[2] Chen M, Hu Z, Shi J, Xie Z. Human β -defensins and their synthetic analogs: Natural defenders and prospective new drugs of oral health. *Life Sci*. 2024;346:122591. doi:10.1016/j.lfs.2024.122591

[3] Takahashi M, Umehara Y, Yue H, et al. The Antimicrobial Peptide Human β -Defensin-3 Accelerates Wound Healing by Promoting Angiogenesis, Cell Migration, and Proliferation Through the FGFR/JAK2/STAT3 Signaling Pathway. *Front Immunol*. 2021;12:712781. Published 2021 Sep 14. doi:10.3389/fimmu.2021.712781

[4] Scudiero O, Galdiero S, Cantisani M, et al. Novel synthetic, salt-resistant analogs of human beta-defensins 1 and 3 endowed with enhanced antimicrobial activity. *Antimicrob Agents Chemother*. 2010;54(6):2312-2322.

[5] Walewska A, Kosikowska-Adamus P, Wardowska A, Bulaj G, Sikorska E. Improving chemical synthesis and the antimicrobial activity of human defensins through disulfide bond engineering of HBD-3. *Biochim Biophys Acta Biomembr*. 2025;1867(8):184457. doi:10.1016/j.bbmem.2025.184457

Chemia w obrazie – jak związki chemiczne tworzą dzieła sztuki

Daria Komkowska¹, Weronika Jankowska¹, Jadwiga Leonarczyk²

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

² Wydział Sztuk Pięknych Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu, Henryka Sienkiewicza 30/32, 87-100 Toruń

daria.komkowska@gmail.com

Malarstwo olejne jest przykładem ścisłego związku między sztuką a chemią materiałów. Efekt wizualny obrazu, jego trwałość oraz sposób starzenia się zależą od właściwości chemicznych pigmentów, spoiw i warstw ochronnych^{1,2}. Farby olejne stały się szczególnie popularne w epoce renesansu, choć techniki wykorzystujące oleje były znane już wcześniej⁴. Są one mieszaniną pigmentów oraz różnego rodzaju olejów, na przykład oleju lnianego. Pigmenty stosowane w dawnym malarstwie wybierano w zależności od ich dostępności, ceny, trwałości oraz oczekiwanego efektu kolorystycznego⁴. Wśród nich znajdowały się zarówno naturalne minerały, jak i związki chemiczne o wysokiej reaktywności, takie jak biel ołowiowa, cynober, azuryt, malachit, ochry czy sadza⁴. Substancje te nadawały obrazom intensywne barwy, ale często były toksyczne lub podatne na przemiany chemiczne zachodzące pod wpływem światła, wilgoci i zanieczyszczeń^{2,4}.

Istotnymi procesami zachodzącymi w farbach olejnych są hydroliza, oksydacja oraz polimeryzacja oleju^{2,3}. Podczas hydrolizy powstają wolne kwasy tłuszczowe, które mogą wpływać na stabilność warstwy malarskiej². Olej lniany zawiera nienasycone kwasy tłuszczowe reagujące z tlenem z powietrza, co prowadzi do tworzenia coraz większych, usieciowanych struktur^{2,3}. Procesowi temu sprzyjają światło i podwyższona temperatura^{2,3}. Dzięki temu farba stopniowo twardnieje, tworząc trwałą warstwę malarską^{2,3}. Stopień polimeryzacji wpływa na lepkość, połysk, elastyczność oraz odporność powłoki na wodę i czynniki zewnętrzne^{2,3}. Jednocześnie długotrwałe reakcje chemiczne mogą prowadzić do żółknięcia spoiwa, ciemnienia pigmentów, pęknięcia warstw oraz zmian pierwotnego wyglądu dzieła².

Współczesna chemia pozwala lepiej zrozumieć skład i przemiany zachodzące w obrazach. Metody analityczne, takie jak spektroskopia, fluorescencja rentgenowska, chromatografia czy mikroskopia, umożliwiają identyfikację pigmentów, ocenę stanu zachowania oraz dobór odpowiednich metod konserwacji^{1,4}. Obraz można więc traktować nie tylko jako dzieło sztuki, lecz także jako złożone środowisko reakcji chemicznych i procesów fizykochemicznych, w którym właściwości pigmentów, spoiw oraz warstw ochronnych decydują o barwie, trwałości i możliwości konserwacji dzieła¹⁻⁴.

[1] L. H. Oakley, S. A. Dinehart, S. A. Svoboda, K. L. Wustholz, Identification of Organic Materials in Historic Oil Paintings Using Correlated Extractionless Surface-Enhanced Raman Scattering and Fluorescence Microscopy, *Analytical Chemistry*, 2011, 83(11), 3986–3989. <https://doi.org/10.1021/ac200698q>

[2] D. Erhardt, C. Tumosa, M. Mecklenburg, Long-Term Chemical and Physical Processes in Oil Paint Films, *Studies in Conservation*, 2005, 50(2), 143–150. <https://doi.org/10.1179/sic.2005.50.2.143>

[3] G. DePolo, P. Iedema, K. Shull, J. Hermans, Comprehensive Characterization of Drying Oil Oxidation and Polymerization Using Time-Resolved Infrared Spectroscopy, *Macromolecules*, 2024, 57, 8263–8276. <https://doi.org/10.1021/acs.macromol.4c01164>

[4] M. E. M. de Araújo, Chemistry of Pigments and Dyes, *Chemistry & Physics*, DOI: https://doi.org/10.14568/cp2_1

Biofilm – znaczenie dla zdrowia człowieka

Karol Zawodniak

Uniwersytet Gdański, Międzyuczelniany Wydział Biotechnologii Uniwersytetu Gdańskiego i Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego, 80-309 Gdańsk, ul. Abrahama 58, 80-307 Gdańsk

k.zawodniak.189@studms.ug.edu.pl

Biofilm to wielokomórkowa struktura tworzona przez różnorodne mikroorganizmy na drodze aktywnej produkcji pozakomórkowej substancji polimerowej (ang. *Extracellular polymeric substance – EPS*). Szacuje się, że nawet 40%-80% występujących w przyrodzie bakterii i archeonów funkcjonuje właśnie w obrębie biofilmu¹. Nie jest to przypadek, ponieważ środowisko biofilmu wpływa znacząco pozytywnie na funkcjonowanie komórek, chroniąc je przed negatywnymi elementami środowiska oraz stwarzając warunki promujące horyzontalny transfer genów².

Biofilm bakteryjny ma niebagatelny wpływ na funkcjonowanie człowieka. Zakłada się, że globalne, roczne koszty spowodowane walką z negatywnymi skutkami formowania biofilmów wynoszą prawie 4000 mld\$, a pomijając szkody wywołane samą korozją - 1300 mld\$³. Ponadto, estymuje się, że biofilmy odpowiadają za 65%-80% infekcji oraz chronicznych dolegliwości spowodowanych mikroorganizmami⁴.

Prezentacja porusza problem wpływu biofilmu na zdrowie i życie człowieka, wyjaśnia jak badane są interakcje tych struktur z materiałami, akcesoriami medycznymi oraz tkankami żywymi. Objasnia również mechanizmy stojące za rozwojem lekooporności w biofilmach oraz przedstawia obiecujące kierunki w zwalczaniu tych wytrzymałych formacji.

Prezentacja powstała w ramach programu tutoringu interdyscyplinarnego "Tutees" organizowanego przez Uniwersytet Gdański. Serdeczne podziękowania kieruję do dr inż. Joanny Jeżewskiej - Frąckowiak za pomoc przy organizacji pracy i weryfikacji materiałów

[1] Flemming HC, Wuertz S. Bacteria and archaea on Earth and their abundance in biofilms. *Nat Rev Microbiol*. 2019;17(4):247-260. doi: 10.1038/s41579-019-0158-9.

[2] Liu HY, Prentice EL, Webber MA. Mechanisms of antimicrobial resistance in biofilms. *NPJ Antimicrob Resist*. 2024;2(1):27. doi: 10.1038/s44259-024-00046-3.

[3] Cámara M, Green W, MacPhee CE, Rakowska PD, Raval R, Richardson MC, Slater-Jefferies J, Steventon K, Webb JS. Economic significance of biofilms: a multidisciplinary and cross-sectoral challenge. *NPJ Biofilms Microbiomes*. 2022;26;8(1):42. doi: 10.1038/s41522-022-00306-y.

[4] Rather MA, Gupta K, Mandal M. Microbial biofilm: formation, architecture, antibiotic resistance, and control strategies. *Braz J Microbiol*. 2021;52(4):1701-1718. doi: 10.1007/s42770-021-00624-x.

PFAS — „wieczne chemikalia” jako wyzwanie dla środowiska, chemii i biznesu

Magdalena Herok^{1,3}, *Hanna Barchańska*², *Maciej Chrubasik*³

¹ Wspólna Szkoła Doktorska Politechnika Śląska, Wydział Chemiczny ul. B. Krzywoustego 6, 44-100 Gliwice

² Politechnika Śląska, Wydział Chemiczny, Katedra Chemii Nieorganicznej, Analitycznej i Elektrochemii, ul. B. Krzywoustego 6, 44-100 Gliwice

³ i2 Analytical Ltd. Sp. z o. o. oddział w Polsce, ul. Pionierów 39, 41-711 Ruda Śląska

magdalena.herok@polsl.pl

Substancje per- i polifluoroalkilowe (PFAS) to liczna grupa syntetycznych związków chemicznych szeroko wykorzystywanych w przemyśle i produktach codziennego użytku ze względu na ich wyjątkową trwałość oraz odporność na działanie czynników chemicznych i termicznych. Właściwości te sprawiają jednak, że PFAS praktycznie nie ulegają degradacji w środowisku, przez co określane są mianem „wiecznych chemikaliów”.

W ostatnich latach związki PFAS stały się jednym z najważniejszych globalnych problemów środowiskowych. Ich obecność wykrywana jest w wodach powierzchniowych i gruntowych, glebie, organizmach żywych oraz żywności. Coraz więcej badań wskazuje również na potencjalny wpływ PFAS na zdrowie człowieka i funkcjonowanie ekosystemów. Jednocześnie związki te pozostają istotnym elementem wielu procesów przemysłowych, co rodzi pytania dotyczące równowagi pomiędzy rozwojem technologicznym, bezpieczeństwem środowiskowym oraz odpowiedzialnością biznesu.

Celem wystąpienia będzie przedstawienie podstawowych informacji dotyczących PFAS, ich źródeł emisji oraz konsekwencji środowiskowych wynikających z ich trwałości i zdolności do bioakumulacji. Omówione zostaną również aktualne wyzwania związane z monitoringiem, analizą oraz ograniczaniem emisji tych substancji. Szczególna uwaga zostanie zwrócona na potrzebę dalszych badań interdyscyplinarnych oraz współpracy środowisk naukowych, przemysłowych i regulacyjnych w zakresie przeciwdziałania zanieczyszczeniu środowiska przez PFAS.

Wystąpienie ma charakter przeglądowy i popularyzujący aktualną problematykę PFAS na styku chemii, środowiska i działalności przemysłowej.

[1] Kwiatkowski CF, Andrews DQ, Birnbaum LS, et al. Scientific basis for managing PFAS as a chemical class. *Environ Sci Technol Lett.* 2020;7(8):532-543. doi:10.1021/acs.estlett.0c00255

[2] Buck RC, Franklin J, Berger U, et al. Perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances in the environment: terminology, classification, and origins. *Integr Environ Assess Manag.* 2011;7(4):513-541. doi:10.1002/ieam.258

[3] Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). *Reconciling Terminology of the Universe of Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS)*. Paris, France: OECD Publishing; 2021.

[4] European Environment Agency. *Emerging chemical risks in Europe — “PFAS”*. Copenhagen, Denmark: European Environment Agency; 2019.

Analogi bisfenolu A – źródła, migracja i zagrożenia

Wiktoria Wójcik, Anna Białk-Bielińska

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

w.wojcik.736@studms.ug.edu.pl

Bisfenol A (BPA) to związek, który zrewolucjonizował przemysł tworzyw sztucznych. Jako kluczowy składnik polimerów poliwęglanowych oraz żywic epoksydowych, przez dekady był powszechnie wykorzystywany do produkcji butelek dla niemowląt, pojemników i innych materiałów przeznaczonych do kontaktu z żywnością czy powłok papierów termoczułych. Ze względu na udowodnione działanie zaburzające funkcjonowanie układu hormonalnego (endokrynne) oraz wysoką toksyczność BPA wobec organizmów żywych, wprowadzono ograniczenia w jego aplikacji.¹ W odpowiedzi na zaostrzenie przepisów legislacyjnych, sektor przemysłowy wdrożył do produkcji szereg analogów BPA, wśród których najpowszechniejsze zastosowanie znalazły: bisfenol E (BPE), B (BPB), S (BPS), F (BPF) czy AF (BPAF).

Nowo wprowadzone związki miały stanowić bezpieczniejszą alternatywę dla BPA, pozwalającą na zachowanie zbliżonych właściwości użytkowych materiałów, dzięki podobieństwu strukturalnemu. Jednakże niewielkie modyfikacje w obrębie grup funkcyjnych i podstawników łączących pierścienie aromatyczne istotnie wpływają na parametry fizykochemiczne tych związków.² Ze względu na trwałość, wysoki potencjał do migracji oraz lipofilowy charakter, bisfenole efektywnie przenikają do poszczególnych komponentów środowiska oraz wykazują zdolność do bioakumulacji. Doniesienia literaturowe alarmują, iż analogi BPA mogą wykazywać zbliżone, a niekiedy silniejsze działanie endokrynne.^{3,4} Ponieważ alternatywne bisfenole wprowadzono do powszechnego użytku stosunkowo niedawno, dostępna baza danych toksykologicznych jest wciąż niekompletna. Obecny stan wiedzy utrudnia kompleksową ocenę ryzyka zdrowotnego i środowiskowego, podkreślając pilną potrzebę prowadzenia dalszych badań.

[1] Vogel, S. A. The Politics of Plastics: The Making and Unmaking of Bisphenol A "Safety". *Am. J. Public Health* 99, S559 (2009).

[2] Usman, A. & Ahmad, M. From BPA to its analogues: Is it a safe journey? *Chemosphere* 158, 131–142 (2016).

[3] Rochester, J. R. & Bolden, A. L. Bisphenol S and F: A Systematic Review and Comparison of the Hormonal Activity of Bisphenol A Substitutes. *Environ. Health Perspect.* 123, 643–650 (2015).

[4] Stanojević, M. & Solner Dolenc, M. Mechanisms of bisphenol A and its analogs as endocrine disruptors via nuclear receptors and related signaling pathways. *Archives of Toxicology* 2025 99:6 99, 2397–2417 (2025).

Hybrydowe systemy nanoosnikowe w matrycach hydrozelowych jako potencjalne nowoczesne rozwiazania w terapii luszczycy

Agata Wejman-Leszkiwicz, Agata Kowalska, Elzbieta Adamska, Beata Grobelna

Uniwersytet Gdanski, Wydzial Chemii, 80-308 Gdansk, ul. Wita Stwosza 63

a.wejmanleszkiewicz.891@studms.ug.edu.pl

Nanomateriały oraz ich zastosowanie jako nanoosników substancji biologicznie czynnych są obecnie przedmiotem licznych badań. W ostatnich latach obserwuje się również rosnące zainteresowanie nanostrukturami typu rdzeń-powłoka oraz ich modyfikacjami. Wykorzystanie nowoczesnych struktur tego typu, w których rdzeń stanowią nanocząstki złota, a powłokę warstwa krzemionki, umożliwia uzyskanie układów o szerokim zakresie możliwych zastosowań, wynikającym z połączenia właściwości obu komponentów. Obecność powłoki zwiększa stabilność nanomateriału, ogranicza potencjalne działania niepożądane oraz chroni przed degradacją.

Wykorzystanie nanostruktur w celach biomedycznych, jako nanoosników leków, stanowi innowacyjną alternatywę dla tradycyjnych metod terapeutycznych wielu schorzeń. Nanometryczne nośniki umożliwiają kontrolowane uwalnianie leków oraz poprawiają ich stabilność, jednocześnie chroniąc je przed czynnikami środowiskowymi. Ponadto pozwalają na redukcję stosowanej dawki leku, co przyczynia się do ograniczenia jego toksycznych działań ubocznych w organizmie. Ze względu na wymienione właściwości nanostruktur, prowadzone badania nad rozszerzeniem wykorzystania nanotechnologii w biomedycynie stanowią obiecującą strategię terapeutyczną w leczeniu wielu chorób, w tym chorób skóry takich jak łuszczycy^{1,2}.

Celem przedstawionej pracy była synteza nanostruktur typu rdzeń-powłoka, ich koniugacja z lekiem oraz zbadanie ich właściwości i potencjalnego zastosowania w dermokosmetyce jako składników formułacji hydrozelowych. Przeprowadzone badania charakteryzujące otrzymane nanomateriały skupiały się głównie na metodach mikroskopowych (TEM, SEM) oraz spektrofotometrycznych (UV-Vis). Otrzymane nanoosniki stanowią obiecujące układy o potencjale do kontrolowanego uwalniania leku oraz poprawy jego biodostępności i stabilności.

[1] Raszewska-Famielec, M.; Flieger, J. Nanoparticles for Topical Application in the Treatment of Skin Dysfunctions—An Overview of Dermo-Cosmetic and Dermatological Products. *International Journal of Molecular Sciences* 2022, 23, 15980, doi:10.3390/ijms232415980.

[2] Huang, W.; Tsui, C.P.; Tang, C.Y.; Gu, L. Effects of Compositional Tailoring on Drug Delivery Behaviours of Silica Xerogel/Polymer Core-Shell Composite Nanoparticles. *Sci Rep* 2018, 8, 13002, doi:10.1038/s41598-018-31070-9.

Wpływ kompatybilizatorów na właściwości biokompozycji skrobi termoplastycznej i polihydroksyalkanianów

Agnieszka Piotrowska, Maciej Sienkiewicz, Wojciech Malottki

Politechnika Gdańska, Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk

s189150@student.pg.edu.pl

Biodegradowalne materiały opakowaniowe oparte na surowcach odnawialnych stanowią obecnie istotny kierunek rozwoju w obszarze materiałów polimerowych ze względu na konieczność ograniczenia ilości trudnych w recyklingu, ropopochodnych tworzyw sztucznych kumulujących się w środowisku naturalnym¹. Szczególne znaczenie przypisuje się materiałom zawierającym termoplastyczną skrobię (TPS) oraz polihydroksyalkaniany (PHA) pochodzenia bakteryjnego, które charakteryzują się zdolnością do biodegradacji oraz możliwością otrzymywania z surowców odnawialnych².

Celem niniejszej pracy było zbadanie wpływu modyfikowanych skrobi pełniących funkcję kompatybilizatorów na właściwości przetwórcze oraz mechaniczne biokompozycji opartych na TPS i PHA. Kompozycje otrzymywano metodą wytlaczania z wykorzystaniem różnych ilości TPS i PHA oraz dodatku różnych ilości i rodzajów kompatybilizatorów, takich jak skrobia acetylowana, skrobia utleniona oraz skrobia utleniona-acetylowana. Zastosowanie modyfikowanych skrobi jako kompatybilizatorów miało na celu poprawę oddziaływań pomiędzy hydrofilową fazą TPS oraz bardziej hydrofobową fazą PHA, z powodu obecności w ich strukturze zarówno części hydrofilowych jak i hydrofobowych. Następnie wytwarzano prototypowe folie z wykorzystaniem głowicy szczelinowej.

Uzyskane wyniki wykazały, że zarówno proporcje TPS i PHA, jak i rodzaj zastosowanego kompatybilizatora istotnie wpływają na właściwości przetwórcze oraz mechaniczne otrzymanych biokompozycji. Zaobserwowano poprawę właściwości przetwórczych dla niektórych biokompozycji zawierających modyfikowane skrobie, co potwierdzają wartości wskaźników szybkości płynięcia. Wykazano również wpływ kompatybilizatorów na wytrzymałość na rozciąganie oraz parametry odkształcalności materiału. Dla biokompozycji zawierających 10% TPS najkorzystniejsze właściwości mechaniczne uzyskano przy zastosowaniu skrobi utlenionej-acetylowanej jako kompatybilizatora. Wyniki wskazują, że zastosowanie modyfikowanych skrobi poprawia kompatybilność faz TPS i PHA oraz wpływa na uzyskanie bardziej jednorodnej struktury materiału.



Rys. 1. Schemat ideowy otrzymywania i badania właściwości biokompozycji

[1] Trinh BM, Chang BP, Mekonnen TH. The barrier properties of sustainable multiphase and multicomponent packaging materials: A review. *Progress in Materials Science*. 2023;133:101071. <https://doi.org/10.1016/j.pmatsci.2023.101071>

[2] Markus F, Ramani N. Biodegradable Plastic as Integral Part of the Solution to Plastic Waste Pollution of the Environment. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*. 2021;30(100490):100490. <https://doi.org/10.1016/j.cogsc.2021.100490>

Benzoselenazole jako nowe potencjalne inhibitory ureazy

Aleksander Klatka, Artur Mucha

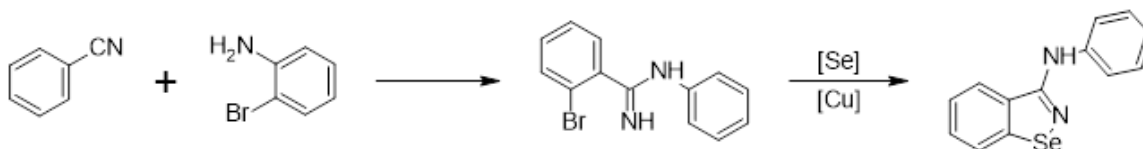
Politechnika Wroclawska, Wydział Chemiczny, ul. Norwida 4/6, 50-373 Wrocław

olekklatka@gmail.com

Ureaza jest jednym z najpowszechniejszych enzymów w naturze, występuje w szerokim spektrum organizmów, od bakterii po rośliny wyższe. Bierze udział w cyklu mocznikowym, hydrolizując stabilny mocznik ($t_{1/2} \approx 40$ lat) do NH_3 i CO_2 , uwalniając w ten sposób związany azot. Swoją aktywność katalityczną zawdzięcza dwóm jonom niklu w swoim centrum aktywnym połączonym mostkiem tlenowym, ułatwiając atak nukleofilowy wody na karbonylowy węgiel mocznika¹. Badania nad nowymi inhibitorami mają znaczenie z punktu widzenia medycyny, pozwalają na skuteczniejszą terapię chorób bakteryjnych jak *Helicobacter pylori*, leczenie kamicy moczanowej oraz infekcji dróg moczowych, a także w agrochemii czy ochronie środowiska przez regulację metabolizmu mocznika u mikroorganizmów i kontrolę obiegu azotu w środowisku naturalnym. Wyzwaniem jest jednak otrzymanie inhibitora nietoksycznego i stabilnego w warunkach fizjologicznych².

Inhibitory ureazy należą do różnych grup związków, m.in. tiozolidonów, benzotiazolów czy triazolów. Wszystkie z nich zawierają układ heterocykliczny, a najpowszechniejsze są układy siarkoorganiczne i selenoorganiczne. Najpopularniejszym przykładem inhibitora ureazy jest ebselen, obecnie znajdujący się w badaniach klinicznych jako lek na lekooporne drobnoustroje².

Korzystając z reakcji katalizowanej miedzią w celu włączenia atomu selenu do pierścienia aromatycznego, uzyskano grupę związków o potencjalnych właściwościach inhibicji ureazy, związki te w kolejnym etapie oddano do badań biologicznych na oczyszczonym enzymie ureazy *in vitro*.



Rys. 1. Schemat przykładowej reakcji uzyskiwania benzoselenazolu

[1] Singh R, Kumar P, Devi M, Sindhu J, Kumar A, Lal S, Singh D, Kumar H, Kumar S. Urease Inhibition and Structure-Activity Relationship Study of Thiazolidinone-, Triazole-, and Benzothiazole-Based Heterocyclic Derivatives: A Focus Review. *ChemistrySelect* 2023, 8 (13), e202300244. <https://doi.org/10.1002/slct.202300244>.

[2] Martinho N, Aniceto N. Decoding Urease Inhibition: A Comprehensive Review of Inhibitor Scaffolds. *ChemMedChem* 2026, 21 (2), e202500423. <https://doi.org/10.1002/cmdc.202500423>.

[3] Wang Q, Xiao F, Huang Z, Mao G, Deng G.-J. CuBr₂-Catalyzed Annulation of 2-Bromo-N-Arylbenzimidamide with Se/S₈ Powder for the Synthesis of Benzo[D]isoselenazole and Benzo[D]isothiazole. *The Journal of Organic Chemistry* 2023, 88 (4), 1963–1976. <https://doi.org/10.1021/acs.joc.2c02088>.

Synteza i oczyszczanie oligonukleotydu o sekwencji d[AGGGTTAGGGTTAGGGTTAGGG] zawierającego modyfikację w reszcie cukrowej

Aleksandra Lidwin, Joanna Nowak-Karnowska, Anna Dembska

Wydział Chemii, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, Uniwersytetu Poznańskiego 8, 61-614 Poznań

alelid1@st.amu.edu.pl

Oligonukleotydy występujące na końcach telomerów składają się z wielu powtarzalnych fragmentów o sekwencji TTAGGG. Co istotne, takie sekwencje mają zdolność do tworzenia specyficznych struktur drugorzędowych, takich jak G-kwadrupeksy DNA (G4). Dotychczas wykazano, że 22-merowy oligonukleotyd o sekwencji d[AGGGTTAGGGTTAGGGTTAGGG] tworzy w obecności jonów potasowych G-kwadrupeks o topologii hybrydowej, zaś w obecności jonów sodowych G4 o topologii antyrównoległej^{1,2}.

Celem niniejszej pracy było otrzymanie oligonukleotydu o sekwencji d[AGGGTTA GGGTTA GGGTTA GGG], zawierającego w pozycji 20 nukleotydu zbudowanego z treozy (TNA) zamiast deoksyrybozy oraz sprawdzenie jego zdolności do tworzenia G-kwadrupeksu. Syntezę oligonukleotydu zmodyfikowanego TNA wykonano techniką zautomatyzowanej syntezy metodą amidofosforynową. Wykonano oczyszczanie za pomocą HPLC, a tożsamość produktu potwierdzono techniką MALDI.

Autorzy dziękują za wsparcie finansowe w ramach projektu IDUB numer 212/64/UAM/0014

[1] . Phan A T, Kuryavyi V, Luu K N, Patel D J Structure of two intramolecular G-quadruplexes formed by natural human telomere sequences in K⁺ solution. *Nucleic Acids Res.* 2007;35:6517–6525. doi: 10.1093/nar/gkm706

[2] Wang Y, Patel D J Solution structure of the human telomeric repeat d[AG#3#(T#2#AG#3#)#3#] G-tetraplex. *Structure.* 1993;1:263–282. doi: 10.1016/0969-2126(93)90015-9

Analiza supermocnych wiązań wodorowych w pochodnych tiomocznika za pomocą metod obliczeniowych

Aleksandra Rydz^{1,2}, Marcin Palusiak¹

¹ Katedra Chemii Fizycznej, Wydział Chemii, Uniwersytet Łódzki, ul. Pomorska 163/165, 90-236 Łódź

² Studenckie Koło Naukowe Chemików „Orbital” Uniwersytetu Łódzkiego, ul. Tamka 12 91-403 Łódź

aleksandra.rydz@edu.uni.lodz.pl

W wystąpieniu posterowym przedstawiona zostanie analiza strukturalna i energetyczna wybranych motywów oddziaływań możliwych do zaobserwowania w strukturze krystalicznej tiomocznika - jego nieutlenionej oraz utlenionej formy. W obliczeniach wykorzystano metody oparte na teorii funkcjonału gęstości (DFT, B3LYP/aug-cc-pVTZ). Przeprowadzono porównanie parametrów strukturalnych cząstek tiomocznika w formie utlenionej i nieutlenionej. Analiza parametrów topologicznych wiązań, takich jak gęstość elektronowa w punkcie krytycznym wiązania (ρ_{BCP}) i laplasjan ($\nabla^2\rho_{BCP}$), wskazuje na zmianę charakteru wiązania C-S w kierunku bardziej jonowego w formie utlenionej.

Przeprowadzono także (przy użyciu funkcjonału M06-2X wraz z zestawem bazowym aug-cc-pVTZ) analizę efektów wielociałowych z uwzględnieniem korekcy błędu superpozycji bazy (metoda counterpoise). Zastosowana metoda pozwoliła oszacować wkład efektów wielociałowych (nieaddytywnych) z uwzględnieniem korekty BSSE w zakresie od 0.5 do 2 kcal/mol. Wkład nieaddytywny, obliczony jako różnica między całkowitą energią kompleksacji a sumą oddziaływań dwuciałowych¹, potwierdza istotny wpływ efektów wielociałowych na stabilność badanych układów.

Zarówno geometria układów, jak i wartości energii kompleksacji sięgające od -21.7 kcal/mol do -98.9 kcal/mol potwierdzają, że wiązania te są wyjątkowo silne i wpływają na organizację przestrzenną oraz całkowitą stabilność struktur. Charakterystyka topologiczna i energetyczna wskazuje, że układ utlenionego tiomocznika sprzyja tworzeniu supermocnych mostków wodorowych².

[1] Domagała M, Simon S, Palusiak M. Resonance-assisted hydrogen bond - revisiting the original concept in the context of its criticism in the literature. *Int J Mol Sci.* 2022;23(1):233. doi:10.3390/ijms23010233

[2] Gilli G, Gilli P. *The Nature of the Hydrogen Bond: Outline of a Comprehensive Hydrogen Bond Theory.* Oxford University Press; 2009:33-38.

Nowe, cykliczne diketonowe pochodne pirenu

Alicja Kin^{1,2}, Michał Piotrowicz¹, Anna Maka³, Bogna Rudolf¹

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

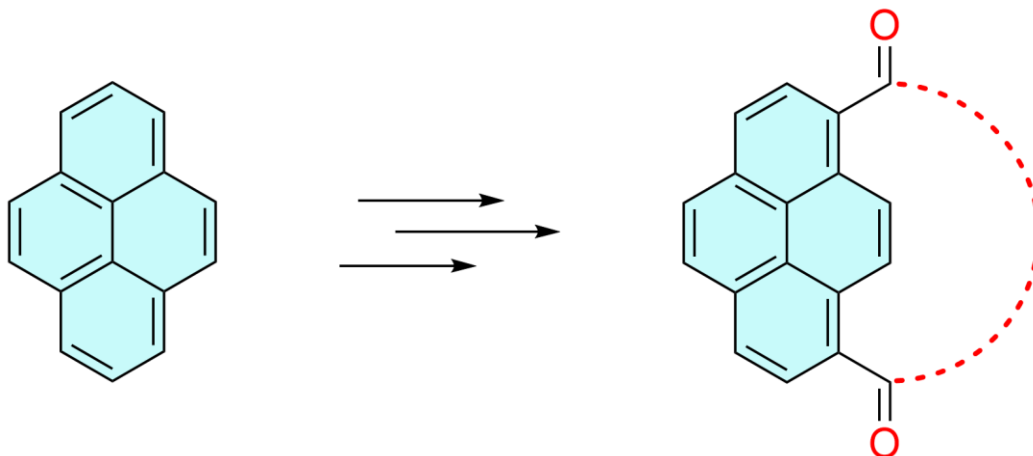
² Naukowe Koło Chemii Kosmetycznej, Wydział Chemii, Uniwersytet Łódzki, ul. Tamka 12, 91-403 Łódź

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

alicja.kin@edu.uni.lodz.pl

Piren i jego pochodne są grupą związków cieszącą się rosnącym zainteresowaniem jako potencjalne nowe fluorofory. Szczególne właściwości tej grupy związków, takie jak wysokie wydajności kwantowe fluorescencji, długie czasy życia fluorescencji, czy możliwość modyfikacji absorpcji i emisji pochodnych pirenowych poprzez wprowadzenie podstawników elektrodonorowych i elektroakceptorowych do układu aromatycznego pirenu, powodują, że pochodne pirenowe znajdują zastosowanie jako biologiczne wskaźniki fluorescencyjne¹, czy nowoczesne materiały do konstrukcji organicznych diod luminescencyjnych (OLED) czy ogniw fotowoltaicznych (oPV)². Interesującym wydaje się otrzymanie cyklicznych pochodnych pirenowych, ponieważ usztywnienie struktury związku może powodować zwiększenie wydajności kwantowej emisji poprzez usztywnienie i zmniejszenie liczby stopni swobody cząsteczki.

Niniejszy komunikat prezentuje podjęte przeze mnie próby cyklizacji pochodnych pirenowych na drodze reakcji typu Friedla-Craftsa, w celu uzyskania cyklicznych układów diketonowych.



Schemat 1. Cykliczna diketonowa pochodna pirenu

[1] Ayyavoo K, Velusamy P. Pyrene based materials as fluorescent probes in chemical and biological fields. *New J Chem.* 2021;45:10997-11017. doi:10.1039/D1NJ00158B

[2] Figueira-Duarte TM, Müllen K. Pyrene-Based Materials for Organic Electronics. *Chem Rev.* 2011;111(11):7260-7314. doi: 10.1021/cr100428a

Wpływ podaży 5-aminoimidazol-4-karboksamid rybonukleotydu na długość życia i funkcje motoryczne myszy będących modelem ludzkiej choroby stwardnienia zanikowego bocznego

Alicja Piekarska¹, Bartosz Cedro¹, Emilia Białobrodzka¹, Wiesław Ziółkowski², Damian Flis¹

¹ Gdański Uniwersytet Medyczny, Wydział Farmaceutyczny, 80-416 Gdańsk, Aleja Generała Józefa Hallera 107

² Gdański Uniwersytet Medyczny, Wydział Nauk o Zdrowiu, 80-210 Gdańsk, ul. Juliana Tuwima 15

alicja.piekarska.15.05.2000@gmail.com

Stwardnienie zanikowe boczne (ALS) jest nieuleczalną chorobą neurodegeneracyjną. Postęp ALS wiąże się z dysfunkcją mitochondriów, która może wywołać kaskadę zdarzeń molekularnych prowadzących do zwyrodnienia i śmierci neuronów ruchowych oraz zaniku mięśni^{1,2}. Rybonukleotyd 5-aminoimidazolo-4-karboksamid (AICAR) jest potencjalnym czynnikiem terapeutycznym ze względu na swoją zdolność do indukowania biogenezy mitochondriów i zwiększania siły mięśni szkieletowych³.

W niniejszym badaniu sprawdzono wpływ leczenia preparatem AICAR, rozpoczętego po wystąpieniu pierwszych objawów choroby, na długość życia i funkcje motoryczne w mysim modelu ludzkiej postaci ALS. Myszy SOD1-G93A (n=16) służyły jako model ALS, natomiast myszy z nadekspresją ludzkiego genu SOD1 (n=4) stanowiły grupę kontrolną. Połowa myszy z ALS otrzymywała AICAR, podczas gdy druga połowa otrzymywała placebo. Systematycznie przeprowadzano pomiary masy ciała, testy Rota-Rod oraz testy siły chwytu. Na terminalnym etapie choroby pobrano próbki mięśnia brzuchatego łydki w celu oceny atrofii.

AICAR znacząco poprawił przeżywalność, zwiększając długość życia o 13% (p=0,0110). Nie wpłynął on jednak na masę ciała, siłę chwytu ani zanik mięśni w porównaniu z grupą placebo. AICAR wpłynął na czas od wystąpienia pierwszych objawów do przerwania testu Rota-Rod (wydłużając go z 12 do 21 dni; p=0,0192) oraz do śmierci (wydłużając go z 27 do 41 dni; p=0,0001) u myszy z ALS w porównaniu do grupy placebo. Myszy z ALS wykazywały znacznie zmniejszoną masę ciała (p=0,0002), masę mięśniową (p=0,0002) oraz wskaźnik zaniku mięśni (p=0,0012) w porównaniu z myszami kontrolnymi. AICAR wydaje się spowalniać postęp ALS, nie zatrzymując go całkowicie.

[1] Brotman, R. G., Moreno-Escobar, M. C., Joseph, J., Munakomi, S., & Pawar, G. (2024). Amyotrophic lateral sclerosis. StatPearls.

[2] Hulisz, D. (2018). Amyotrophic lateral sclerosis: Disease state overview. The American Journal of Managed Care, 24(15 Suppl), S320–S326.

[3] Fan, J., Wang, Y., Zhuo, Y., Xu, S., Zhou, W., & Liu, B. (2024). Quantification of AICAR and study of metabolic markers after administration. RSC Advances, 14(27), 19001–19013.

Synteza barwników z grupy BODIPY do badania właściwości fotouczulających oraz degradacji liposomów na bazie fosfolipidów

Angelika Jaborska, Julia Kretkowska, Tomasz Skrzypczak, Magdalena Rapp

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, ul. Wieniawskiego 6, 61-664 Poznań

angjab@st.amu.edu.pl

Do związków, które pod wpływem modyfikacji mogą posiadać właściwości fotouczulające należą barwniki z grupy BODIPY. Są to związki stanowiące syntetyczne barwniki organiczne z grupy pochodnych BOrono-DIPirometenowych, których atom centralny boru połączony jest z dwoma pierścieniami pirolowymi^{1,2}. Cechy, które sprawiają, że są szeroko używane to ich wysoki współczynnik absorpcji światła, stabilność fotochemiczna, duża wydajność kwantowa fluorescencji, a także możliwość zmian reaktywności chemicznej w celu otrzymania pożądanых właściwości^{1,2}. Fotouczulacze, czyli tzw. fotosensybilizatory, pod wpływem światła o odpowiedniej długości fali ulegają aktywacji, przy powrocie do stanu podstawowego oddają energię na znajdujące się w otoczeniu cząsteczki tlenu, które ją absorbują i ulegają wzbudzeniu, generując reaktywne formy tlenu (ROS)³. Jedną z nich jest tlen singletowy ¹O₂, który powstaje po przejściu elektronów z podstawowego stanu trypletowego. Wygenerowane cytotoksyczne reaktywne formy tlenu uszkadzają białka, lipidy, kwasy nukleinowe, błony komórkowe oraz organelle. Powoduje to obumieranie komórki na drodze apoptozy, co wykorzystuje się na przykład w terapii fotodynamicznej (PDT) do walki z nowotworami⁴. Barwniki BODIPY były także użyte do badania peroksydacji nienasyconych lipidów. Do związków zawierających nienasycone fosfolipidy należy lecytyna, która dzięki właściwościom amfifilowym, w środowisku wodnym może tworzyć pęcherzyki zbudowane z podwójnej warstwy lipidowej. Pęcherzyki te stanowią liposomy - tworzą się samoistnie i wypełnione są niewielką ilością roztworu wodnego, z którego się wytworzyły. Taka struktura sprawia, że hydrofilowe substancje czynne zawarte są wewnątrz liposomu, a lipofilowe gromadzą się w dwuwarstwie lipidowej, co czyni liposomy świetnym nośnikiem, wykorzystywanym m.in w medycynie i farmacji⁵. Jedną z możliwości degradacji liposomów to reakcja z aktywnymi formami tlenu – tlenem singletowym.

W naszym komunikacie przedstawione zostaną wyniki badań dotyczące syntezy i charakterystyki spektroskopowej nowych barwników z grupy BODIPY. Ponadto, zaprezentowane zostaną wyniki związane z właściwościami fotouczulającymi otrzymanych związków oraz wstępne rezultaty degradacji liposomów na bazie fosfolipidów.

Badania finansowane przez Program Inicjatywa Doskonałości-Uczelnia Badawcza ID-UB 201/34/UAM/0022 oraz ID-UB 201/34/UAM/0021

[1] Boens N, Leen V, Dehaen W. Fluorescent Indicators Based on BODIPY. *Chem. Soc. Rev.* 2012, 41, 1130–1172, doi:10.1039/C1CS15132K,

[2] Loudet A, Burgess K. BODIPY Dyes and Their Derivatives: Syntheses and Spectroscopic Properties. *Chem. Rev.* 2007, 107, 4891–4932, doi:10.1021/cr078381n,

[3] Jakubczyk K, Dec K, Kałduńska J, Kawczuga D, Kochman J, Janda K. Reactive oxygen species - sources, functions, oxidative damage. *Pol Merkur Lekarski* 2020, 48(284):124-127. PMID: 32352946.

[4] Cai Y, Chai T, Nguyen W. Phototherapy in cancer treatment: strategies and challenges. *Sig Transduct Target Ther* 2025, 10, 115. doi:10.1038/s41392-025-02140-y

[5] Luiz H, Oliveira Pinho J, Gaspar MM. Advancing Medicine with Lipid-Based Nanosystems—The Successful Case of Liposomes. *Biomedicines* 2023, 11, 435, doi:10.3390/biomedicines11020435

Wpływ stereochemii liganda na izomerię *cis/trans* adduktów VO(acac)₂

Barbara Matusiewicz¹, Aleksandra Tesmar¹, Jakub Brzeski¹, Sylwia Freza¹, Katarzyna Kazimierczuk², Dariusz Wyrzykowski¹

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

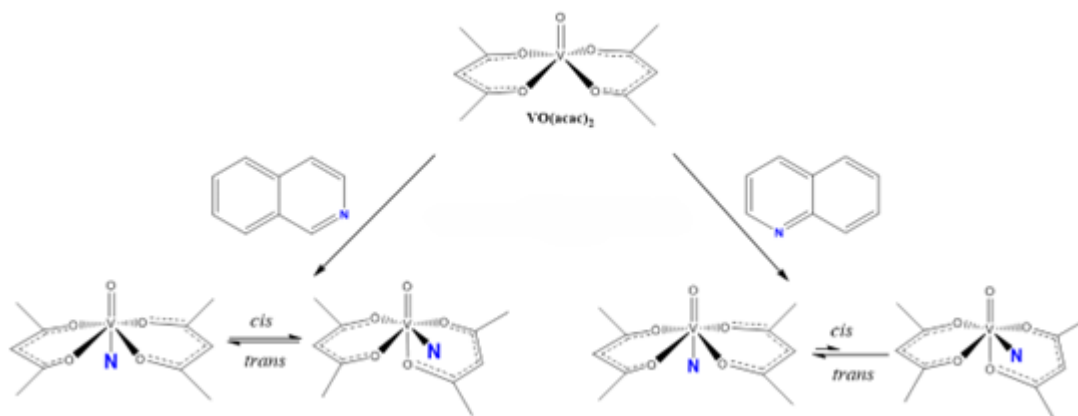
² Politechnika Gdańska, Wydział Chemiczny, 80-233 Gdańsk, ul. Gabriela Narutowicza 11/12

barbara.matusiewicz@phdstud.ug.edu.pl

Bis(acetyloacetonian)oksowanadu(IV), VO(acac)₂, jest głównym prekursorem w syntezie nowych związków kompleksowych VO(IV). Obecność dwóch ligandów acetyloacetonianowych (acac) stanowi dogodny punkt wyjścia do dalszych modyfikacji strukturalnych sfery koordynacyjnej oksowanadu(IV)^{1,2}. Właściwości fizykochemiczne nowo otrzymywanych związków kompleksowych zależą od geometrii koordynacyjnej ligandów. W adduktach kwasowo-zasadowych, o wzorze ogólnym VO(acac)₂(L), ligand N-donorowy może koordynować w pozycji *trans* lub *cis* względem wiązania V=O³.

W niniejszym komunikacie, łączącym badania eksperymentalne z obliczeniami teoretycznymi, opisano syntezę oraz charakterystykę strukturalną trzech nowych adduktów: VO(acac)₂(*trans*-chinolina) (1), VO(acac)₂(*trans*-izochinolina) (2) oraz – co najistotniejsze – VO(acac)₂(*cis*-izochinolina) (3). Związki z izochinoliną, (2) i (3), to pierwsze scharakteryzowane strukturalnie przykłady, w których ten sam ligand N-donorowy przyjmuje zarówno konfigurację *cis*, jak i *trans* względem wiązania V=O. Umożliwiło to dogłębne zbadanie czynników wpływających na stereochemię adduktów VO(acac)₂ (Rys 1).

Na podstawie badań rentgenostrukturalnych, spektroskopowych (IR oraz UV-Vis) i obliczeń teoretycznych z wykorzystaniem teorii funkcjonału gęstości (DFT) wykazano, że o sposobie koordynacji decydują przede wszystkim czynniki steryczne. O ile w większości przypadków izomer *trans* jest preferowany zarówno kinetycznie, jak i termodynamicznie, izomer *cis* może powstawać w sytuacji, gdy korzystna geometria liganda kompensuje naturalne zawady steryczne i czynniki entropowe, co zaobserwowano w przypadku kompleksów z izochinoliną.



Rys. 1. Geometria koordynacyjna (*cis/trans*) kompleksów addycyjnych typu VO(acac)₂(L)

[1] Maurya MR. Metal complexes of Schiff bases derived from amino acids. *Coord Chem Rev.* 2003;237(1-2):163-181. doi:10.1016/S0010-8545(02)00293-X

[2] Chmur K, Brzeski J, Reghukmar S, et al. The impact of salicylaldehyde derivatives on the coordination and biological properties of copper(II) complexes with a di-Schiff base ligand. *Chem Eur J.* 2025;31(11):e202404496. doi:10.1002/chem.202404496

[3] Rood JA, Reehl SR, Jacoby KA, Oliver A. Crystal structure of (E)-2,4-dibromo-6-[(2-hydroxy-5-methylphenyl)imino]methylphenol. *Acta Crystallogr Sect E Crystallogr Commun.* 2020;76(6):826-830. doi:10.1107/S2056989020006246

Synteza pochodnych boronodimetenowych do określenia interakcji z różnymi formami kwasów nukleinowych DNA

Beata Ciszewska, Julia Kretkowska, Angelika Jaborska, Jakub Żubertowski, Anna Dembska, Magdalena Rapp

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, ul. Wieniawskiego 6, 61-664 Poznań

magdrapp@amu.edu.pl

Wiele związków może oddziaływać z różnego rodzaju formami kwasów nukleinowych RNA lub DNA. Obecnie, w kręgu największego zainteresowania znajdują się takie formy drugorzędowe kwasów nukleinowych jak kwadrupleksy¹. Sekwencje, które często wiąże się z tworzeniem tetrapleksów guazynowych (G4) występują np. w protoonkogenach. Do głównych typów należą G-kwadrupleksy i i-motywy, których stabilizacja bądź destabilizacja stwarza liczne korzyści, mogące być wykorzystane np. w terapii raka czy chorób neurodegeneratywnych².

Jedną z grup ligandów oddziałujących selektywnie z kwasami nukleinowymi są związki posiadające rdzeń boronodifluorodipirometenu zwane BODIPY, posiadające pierścień fenylowy³. Okazało się, że wspomniane pochodne oddziałują selektywnie z G-kwadrupleksami DNA, a konkretniej z formą równoległą G-kwadrupleksu formującą się w ramach sekwencji 5'-TGAGGGTGGGTAGGGTGGGTAA-3' DNA pochodzącej z regionu promotorowego c-MYC (c-MYC G4)⁴ destabilizując ją, podczas gdy nie oddziaływały z innymi formami np. z dwuniciową dsDNA³.

W naszej prezentacji przedstawiona zostanie synteza oraz charakterystyka spektroskopowa nowych pochodnych barwników fluorescencyjnych typu BODIPY oraz wstępne badania oddziaływań tych związków z różnymi formami kwasów nukleinowych DNA. Szczególnym obiektem zainteresowania są struktury drugorzędowe DNA, takie jak G-kwadrupleksy (G4), które występują w regionach regulatorowych genomu i odgrywają istotną rolę w procesach biologicznych. Dodatkowo ocenione zostaną wybrane parametry ADME⁵, opisujące procesy wchłaniania, dystrybucji, metabolizmu i wydalania związku w organizmie, co pozwoli określić potencjał otrzymanych ligandów jako kandydatów na nowe związki bioaktywne.

Badania finansowane przez Program Inicjatywa Doskonałości-Uczelnia Badawcza ID-UB 212/64/UAM/0039

[1] Rhodes D, Lipps HJ, G-quadruplexes and their regulatory roles in biology. *Nucleic Acids Research*, 2015, 43, 8627-8637, DOI: 10.1093/nar/gkv862

[2] Abou Assi H, Garavis M, Gonzalez C, Damha MJ. i-Motif DNA: structural features and significance to cell biology. *Nucleic acids Research*, 2018, 46, 8038-8056, DOI: 10.1093/nar/gky735

[3] Żubertowski J, Rapp M, Dolicher J, Rubís B, Dembska A. Investigation of simple BODIPY dyes as G quadruplex recognizing ligands *RSC Advances* 2025, 15(7), 5220–5231, DOI: 10.1039/D4RA08464K

[4] Dai J, Carver M, Hurley LH, Yang D, Solution Structure of a 2:1 Quindoline–c-MYC G-Quadruplex: Insights into G-Quadruplex-Interactive Small Molecule Drug Design, *J. Am. Chem. Soc.* 2011, 133, 17673, DOI: 10.1021/ja205646q

[5] Daina A, Michielin O, Zoete V. SwissADME: a free web tool to evaluate pharmacokinetics, drug-likeness and medicinal chemistry friendliness of small molecules. *Sci. Rep.* 2017; 7:42717. DOI: 10.1038/srep42717

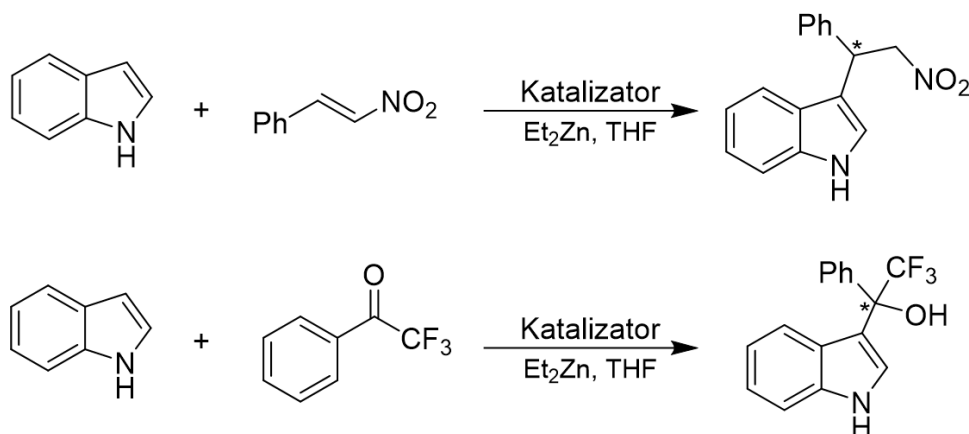
Bis-azirydynyloalkohole w enancjomerycznie czystej reakcji Friedla-Craftsa

Emilia Duchowska, Julia Głowińska, Bogna Rudolf, Szymon Jarzyński

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

emilia.duchowska@edu.uni.lodz.pl

Współczesna chemia organiczna w dużym stopniu koncentruje się na metodach pozwalających otrzymywać związki enancjomerycznie czyste, zwłaszcza te o potencjalnym znaczeniu biologicznym. Obecnie od metod syntetycznych oczekuje się nie tylko dużej wydajności, ale również możliwości kontrolowania przebiegu reakcji pod względem chemo-, regio- i stereoselektywności. Szczególnie ważna jest kontrola stereochemiczna, ponieważ poszczególne enancjomery tego samego związku mogą wykazywać różne właściwości biologiczne¹. Dlatego synteza asymetryczna jest kluczowym narzędziem chemii leków, umożliwiającym kontrolę stereochemii związków. Szczególne znaczenie mają chiralne kompleksy metali przejściowych, zwłaszcza kompleksy cynku, które jako katalizatory pozwalają stereokontrolowanie tworzyć wiązania chemiczne z wysoką enancjoselektywnością^{2,3}. Głównym celem prezentowanych badań było zastosowanie w wybranych reakcjach asymetrycznych enancjomerycznie czystych pochodnych Aziphenolu, które posiadają w swojej strukturze dwa chiralne pierścienie azirydyny. Kluczowym związkiem wyjściowym do otrzymania pochodnych bis-azirydyn był optycznie czysty ester kwasu N-trityloazirydynylo-2-karboksylowego, który uzyskuje się w wyniku przekształceń z α -aminokwasu: L-seryny. W ostatniej fazie badań została przetestowana efektywność katalityczna otrzymanych chiralnych ligandów w enancjoselektywnej reakcji Friedela-Craftsa indolu z nitrostyrenem oraz z 2,2,2-trifluoroacetofenonem.



Schemat 1. Enancjoselektywne reakcje Friedela-Craftsa

Badania zostały sfinansowane z projektu X edycji Studenckich Grantów Badawczych Uniwersytetu Łódzkiego

[1] K. Zhu, D. R. Spring, B.-F. Shi, F. Zhang Chem. Soc. Rev. 54 (2025) 10856.

[2] L. Zhang, E. Meggers Chem. Soc. Rev. 54 (2025) 1986.

Badanie oddziaływań pomiędzy prostaglandyną PGJ₂ a jonami Zn²⁺

Emilia Kowalczyk¹, *Narcyz Knap*², *Michał Woźniak*², *Karol Krzysiński*¹, *Krzysztof Żamojć*¹

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

² Gdański Uniwersytet Medyczny, Wydział Lekarski, Al. Zwycięstwa 41/42, 80-210 Gdańsk

e.kowalczyk.801@studms.ug.edu.pl

Celem przeprowadzonych eksperymentów było określenie oddziaływań pomiędzy prostaglandyną PGJ₂ a jonami cynku (Zn²⁺). Prostaglandyny stanowią jedną z najważniejszych grup biologicznie aktywnych lipidów, które powstają z kwasu arachidonowego. Prostaglandyny (PGJ₂) są syntetyzowane w większości komórek organizmu i pełnią funkcję lokalnych mediatorów o szerokim spektrum działania biologicznego.

W pierwszym etapie badań wykorzystano technikę spektroskopii fluorescencyjnej, która umożliwia bardzo czułą detekcję zmian zachodzących w analizowanym układzie. Badając zmiany intensywności fluorescencji komercyjnie dostępnego sensora jonów Zn²⁺ (Fluozin-3) udowodniono, że obecność w układzie prostaglandyny PGJ₂ w sposób złożony i niejednoznaczny wpływa na rejestrowane widma emisji fluorescencji. W zależności od warunków eksperymentalnych i metodologii prowadzonego miareczkowania spektrofluorymetrycznego obserwowano zmiany intensywności fluorescencji Fluozin-3 (w obecności Zn²⁺) pod wpływem PGJ₂, co może wskazywać na nieoczekiwane oddziaływanie sensora z badanym lipidowym hormonem tkankowym.

Z uwagi na trudności związane z interpretacją otrzymanych wyników, w drugim etapie badań wykorzystano technikę spektrofotometrii UV-Vis, gdzie bezpośrednio rejestrowano widma absorpcyjne prostaglandyny PGJ₂ w obecności rosnących ilości jonów Zn²⁺. Zgromadzone dane jednoznacznie wskazały na tworzenie się kompleksu, czego dowodem był wyraźny spadek absorpcji prostaglandyny po dodaniu jonów cynku. Dla nowopowstałego indywiduum wyznaczono wartość stałej wiązania oraz liczbę koordynacyjną, tj. liczbę cząsteczek PGJ₂, pełniących rolę ligandów przyłączonych do Zn²⁺.

Przeprowadzone badania pokazują, że spektroskopia fluorescencyjna – mimo wysokiej czułości – może prowadzić do niejednoznacznych interpretacji w przypadku układów wieloskładnikowych. Wykazano, że oznaczanie jonów cynku z wykorzystaniem komercyjnie dostępnych sensorów może być skomplikowane, jeśli w układzie nie znajdują się wyłącznie jony metali. Zastosowanie spektrofotometrii UV-Vis pozwoliło na dokładne zrozumienie analizowanych oddziaływań pomiędzy prostaglandyną PGJ₂ a jonami Zn²⁺.

[1] W.L. Smith, D.L. DeWitt, R.M. Garavito, Cyclooxygenases: structural, cellular, and molecular biology. *Annual Review of Biochemistry* 2000, 69(1), 145-182.

[2] E. Ricciotti, G.A. FitzGerald, Prostaglandins and inflammation. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology* 2011, 31(5), 986-1000.

[3] S. Narumiya, Y. Sugimoto, F. Ushikubi, Prostanoid receptors: structures, properties, and functions. *Physiological Reviews* 1999, 79(4), 1193-1226.

[4] R.G. Biringer, A review of prostanoid receptors: expression, characterization, regulation, and mechanism of action. *Journal of Cell Communication and Signaling* 2021, 15(2), 155-184.

[5] I. Marszałek, A. Krężel, W. Goch, I. Zhukov, I. Paczkowska, W. Bal, Revised stability constant, spectroscopic properties and binding mode of Zn(II) to Fluozin-3, the most common zinc probe in life sciences. *Journal of Inorganic Biochemistry* 2016, 161, 107-114.

Synteza i ocena biologiczna nowych, lipidowanych dendrymerów DAPEG do transportu materiału genetycznego

Gabriela Mirecka¹, *Wiktoria Mallek*¹, *Agnieszka Piwkowska*², *Adam Lesner*¹, *Magdalena Wysocka*¹

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

² Instytut Medycyny Doświadczalnej i Klinicznej im. M. Mossakowskiego, ul. Adolfa Pawińskiego 5, 02-106 Warszawa, Polska

gabriela.mirecka@phdstud.ug.edu.pl

Jednym z największych wyzwań współczesnej terapii genowej jest rozwój efektywnych metod transportu materiału genetycznego do wnętrza komórek eukariotycznych. Utrudniona penetracja błony komórkowej oraz otoczki jądrowej przez kwasy nukleinowe wymusza poszukiwanie nowych nośników dostarczania genów do komórek. Funkcję takich nośników mogą pełnić dendrymery, które dzięki swojej trójwymiarowej, zdefiniowanej strukturze oraz obecności na swojej powierzchni dodatnio naładowanych grup guanidynowych, stanowią alternatywę dla immunogennych nośników wirusowych. Wykorzystanie bloków budulcowych DAPEG (kwas L-2,3-diaminopropionowy (DAP) modyfikowany sfunkcjonalizowanymi resztami glikolu polietylenowego (PEG)) pozwala na tworzenie nietoksycznych i wydajnych odczynników transfekcyjnych¹⁻³.

Celem niniejszych badań była weryfikacja hipotezy, iż dendrymery DAPEG modyfikowane na N-końcu resztami kwasów tłuszczowych (etanowego, butanowego i heksanowego) tworzą kompleksy z plazmidem pGL4 i skutecznie, podnoszą wydajność procesu transfekcji przy zachowaniu minimalnej cytotoksyczności.

Otrzymane wyniki potwierdziły, iż modyfikacja N-końca dendrymerów resztami kwasów tłuszczowych ułatwia transport genów do wnętrza komórek. Zsyntezowane związki wiążą plazmid pGL4, nie ulegają degradacji i jednocześnie nie wykazują toksyczności wobec komórek linii HEK-293T. Powstałe kompleksy dendrymer: DNA efektywnie przekraczają barierę błony komórkowej, prowadząc do ekspresji dostarczonego materiału genetycznego. Dowodzi to skuteczności tych związków jako wektorów w systemach niewirusowego dostarczania genów.

Badania zostały sfinansowane w ramach realizacji grantu 539-T070-B251-26 BMN realizowanego na Wydziale Chemii Uniwersytetu Gdańskiego

[1] Dufès C, Uchegbu IF, Schätzlein AG. Dendrimers in gene delivery. *Advanced Drug Delivery Reviews*. 2005;57(15):2177-2202. doi:10.1016/j.addr.2005.09.017

[2] Clima L, Peptanariu D, Pinteala M, Salic A, Rotaru A. Dendritic architectures as non-viral gene delivery vectors: challenges and perspectives. *Polymers (Basel)*. 2018;10(6):633. doi:10.3390/polym10060633

[3] Shcharbin DG, Bryszewska M. Dendrimers in gene transfection. *Biochemistry (Mosc)*. 2009;74(11):1183-1193. doi:10.1134/S0006297909110010

Analiza oddziaływań z DNA grasicy cielej nowych, nitrowych zasad Schiffa pochodnych sulfacetamidu i sulfizoksazolu

Izabela Rybicka, Aleksandra M. Dąbrowska, Agnieszka Chylewska

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

i.rybicka.762@studms.ug.edu.pl

Narastająca lekooporność drobnoustrojów oraz wycofywanie z terapii klasycznych sulfonamidów¹, takich jak sulfacetamid (SAM) i sulfizoksazol (SFZ), wymuszają poszukiwanie takich ich pochodnych, które charakteryzowałyby się zwiększoną aktywnością biologiczną. Szczególne znaczenie mają modyfikacje strukturalne prowadzące do otrzymywania zasad Schiffa, wykazujących odmienne właściwości fizykochemiczne i prawdopodobnie również większe powinowactwo do materiału genetycznego patogenów.

W projekcie badano dwie nowe nitrowe zasady Schiffa o akronimach NTRO-SAM i NTRO-SFZ, charakteryzujące się obecnością grup: 2-hydroksylowej i 4-nitrowej przyłączonych do pierścienia aromatycznego. Taka modyfikacja szkieletu zasady Schiffa miała skutkować zdolnością nowych związków do silniejszego oddziaływania z biomolekułą DNA² (Rys. 1) w stosunku do ich prekursorów.

Analiza spektrofotometryczna wykazała, że związki te spełniają prawo Lamberta-Beera w analizowanym zakresie stężeń, co umożliwiło ocenę ich interakcji z DNA grasicy cielej (CT-DNA). Uzyskane wyniki sugerują powinowactwo badanych pochodnych do kwasu nukleinowego, co może mieć znaczenie dla zaburzenia procesów replikacji i naprawy DNA bakterii. Oznacza to, że nowe nitrowe zasady Schiffa mogą stanowić obiecującą grupę związków przeciwdrobnoustrojowych wobec szczepów opornych na obecnie stosowane leki sulfonamidowe.



Rys. 1. Poglądowa wizualizacja oddziaływań pochodnej NTRO-SAM z CT-DNA wygenerowana z użyciem @ChatGPT w celach ilustracyjnych

Praca finansowana z zadania nr 531-T120-D846-26

[1] Aslam, A.A., Ahmed, M., Mughram, M.H.A., Habib-ur-Rahman Mahmood, M., Basheer, S., Hussain, R., Eiman,

[2] Arshad, N., Mehmood, Y., Ismail, H., Perveen, F., Javed, A., Channar, P.A., Saeed, A., Naseem, S., Naseer, F. Newly

W poszukiwaniu nowych polimorfów mesalazyny

Jakub Kaczmarzyk, Artur Sikorski

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

j.kaczmarzyk.834@studms.ug.edu.pl

Polimorfizm to zdolność związku chemicznego do tworzenia dwóch lub więcej form krystalicznych, które różnią się sposobem upakowania w sieci krystalicznej. Formy polimorficzne nie różnią się od siebie składem chemicznym, lecz cechami fizykochemicznymi takimi jak temperatura topnienia, rozpuszczalność, gęstość lub kolor. Mesalazyna (kwas 5-amina salicylowy) jest to związek organiczny, który ma zastosowanie w medycynie jako lek przeciwzapalny na leczenie chorób zapalnych jelit.

Celem przeprowadzonych badań było poszukiwanie nowych form polimorficznych mesalazyny. W tej prezentacji przedstawione zostały wyniki badań dotyczące krystalizacji mesalazyny z różnych rozpuszczalników oraz mieszanin rozpuszczalników oraz wykonanych dla nich pomiarów metodą dyfrakcji promieniowania rentgenowskiego na monokryształach.

[1] Sandborn, WJ, Hanauer SB (2003). The pharmacokinetic profiles of oral mesalazine formulations and mesalazine pro-drugs used in the management of ulcerative colitis. *Aliment. Pharmacol. Ther.* 2003; 17(1): 29-42. DOI: 10.1046/j.1365-2036.2003.01408.x

Synteza półsandwiczowych kompleksów metalokarbonylowych zawierających fragment hydantoiny

Julia Głowińska, Cyprian Doroszko, Emilia Duchowska, Bogna Rudolf, Szymon Jarzyński

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

julia.glowinska@edu.uni.lodz.pl

Chemia biometaloorganiczna jest nauką interdyscyplinarną, która łączy w sobie chemię metaloorganiczną oraz biologię. Skupia się na badaniu kompleksów metali, zarówno tych występujących w naturze, jak i otrzymywanych drogą syntezy, które dzięki obecności wiązania metal-węgiel lub koordynacji z ligandami organicznymi, wykazują zdolność do oddziaływania z biomolekułami oraz ze złożonymi układami biologicznymi¹. Na szczególną uwagę zasługują kompleksy metaloorganiczne, które ze względu na swoje wyjątkowe właściwości fizykochemiczne i elektrochemiczne znajdują zastosowanie jako: inhibitory enzymów czy sondy luminescencyjne. Wśród związków organicznych zdolnych do wiązania metali szczególne znaczenie mają związki imidowe, takie jak np. hydantoina i jej pochodne, znane z szerokiego spektrum aktywności biologicznej. Ich pierścień heterocykliczny, zawierający atomy azotu i tlenu, umożliwia tworzenie stabilnych kompleksów metaloorganicznych, które mogą wpływać na procesy biochemiczne w komórkach. Od prawie 40 lat w Katedrze Chemii Organicznej Uniwersytetu Łódzkiego prowadzone są badania nad strukturą i reaktywnością kompleksów typu $\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{I}$. Głównym celem prowadzonych badań było opracowanie procedur syntezy nowych półsandwiczowych kompleksów metalokarbonylowych zawierających w swojej strukturze fragment hydantoiny. Kluczowymi związkami wyjściowymi do otrzymania powyższych pochodnych były dimer (cyklopentadienylo)dikarbonylu żelaza oraz pierścień hydantoiny².

Badania zostały sfinansowane z projektu realizowanego w ramach X edycji Studenckich Grantów Badawczych

[1] Hartinger C. G, Dyson P. J. Bioorganometallic chemistry-from teaching paradigms to medicinal applications. *Chem. Soc. Rev.* 2009;38:391–401. doi:10.1039/B707077M

[2] Palkhede J. D, Park E.-J, Darlami O, Shin D. Recent Applications of Hydantoins in Drug Discovery: Updates (2019–Present). *Molecules.* 2026;31(5):779. doi: 10.3390/molecules31050779

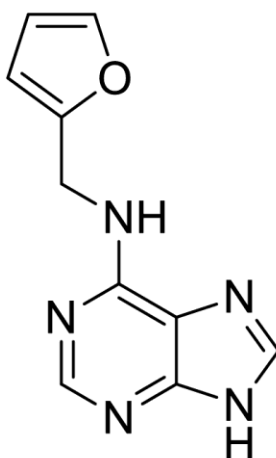
Mikrofalowo wspomagana synteza kinetyny i jej pochodnych

Julia Jakubaszek, *Wiktor Krzysztof Poper, Anna Zawisza*

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

ul0272542@edu.uni.lodz.pl

Kinetyna, znana również jako 6-furfuryloadenina, jest związkiem należącym do grupy cytokinin, czyli regulatorów wzrostu roślin. Odpowiada między innymi za stymulację podziałów komórkowych oraz spowalnianie procesów starzenia się komórek roślinnych¹. Tradycyjna metoda otrzymywania kinetyny polega na reakcji 6-chloropuryny z furfurylaminą w warunkach podwyższonej temperatury, przebiegającej zgodnie z mechanizmem nukleofilowej substytucji aromatycznej². Współczesna chemia organiczna coraz częściej wykorzystuje alternatywne techniki prowadzenia reakcji, w tym syntezę wspomaganą promieniowaniem mikrofalowym (MAOS – microwave-assisted organic synthesis). Metoda ta pozwala na szybkie oraz równomierne ogrzewanie układu reakcyjnego, co skutkuje znacznym skróceniem czasu syntezy, poprawą wydajności oraz ograniczeniem tworzenia produktów ubocznych³. Doniesienia literaturowe wskazują, że promieniowanie mikrofalowe może być z powodzeniem stosowane w reakcjach aminowania 6-chloropuryny zarówno w środowisku wodnym, jak i w rozpuszczalnikach organicznych⁴. Technika ta znajduje zastosowanie nie tylko w otrzymywaniu samej kinetyny, lecz również szeregu jej analogów zawierających różne podstawniki przy atomie C-6 pierścienia purynowego. Zastosowanie mikrofal w syntezie organicznej wpisuje się również w ideę zielonej chemii, ponieważ umożliwia ograniczenie zużycia energii oraz redukcję ilości stosowanych rozpuszczalników organicznych⁵.



Rys. 1. Rysunek 1. Wzór strukturalny kinetyny

Badania finansowane ze środków Studenckich Grantów Badawczych Uniwersytetu Łódzkiego

[1] Mok DWS, Mok MC. Plant science research on cytokinins and related compounds. *Plant Sci.* 1999;145:1-10.

[2] Hall RH, de Ropp RS. Studies related to the isolation and synthesis of kinetin. *J Am Chem Soc.* 1955;77:6400-6404.

[3] Kappe CO. Controlled microwave heating in modern organic synthesis. *Angew Chem Int Ed.* 2004;43:6250-6284. doi:10.1002/anie.200400655

[4] Qu G, Han S, Zhang Z. Microwave-assisted synthesis in organic chemistry applications. *J Braz Chem Soc.* 2006;17:1170-1175.

[5] Huang H, Liu H, Chen K, Jiang H. Combinatorial microwave-assisted synthesis methods. *J Comb Chem.* 2007;9:248-250.

Wpływ przechowywania pokrzywy zwyczajnej (*Urtica dioica* L.) w zmiennym środowisku hydrożeli na skład jej ekstraktów

Julia Pilarska, Antonina Rozhdaieva, Anna Sz wajca

Zakład Syntezy i Struktury Związków Organicznych, Wydział Chemii, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, ul. Uniwersytetu Poznańskiego 8, 61-614 Poznań

julpil5@st.amu.edu.pl

Od najdawniejszych czasów ludzie wykorzystywali zioła i rośliny zielone jako istotny składnik zdrowej, bogatej w witaminy i mikroelementy diety, przy czym o ich wartości odżywczej w dużej mierze decydują odpowiednie metody przechowywania i obróbki. Szczególną uwagę poświęca się zebranych liściom, które ze względu na dużą powierzchnię parowania szybko więdną i tracą wartość odżywczą, co bezpośrednio przekłada się na ogólną rentowność produkcji ich przetworów¹. Dlatego niezwykle istotne jest wdrażanie nowych, skutecznych metod przechowywania tych części roślin, umożliwiających ograniczenie strat produktu podczas transportu i magazynowania.

Przechowywanie liści pokrzywy w hydrożelu pozwala w sposób kontrolowany wpływać na zachowanie lub degradację składu oraz jakości materiału roślinnego poprzez modyfikację warunków środowiska zewnętrznego. Badania praktyczne określające wpływ sposobu przechowywania roślin na masę, peroksydację lipidów oraz poziom antyoksydantów wskazują, że hydrożele mogą wydłużać trwałość świeżych ziół^{1,2}. Odpowiedni dobór rodzaju hydrożelu oraz parametrów przechowywania może być zatem kluczowy dla zachowania cennych związków aktywnych i stabilności ekstraktów roślinnych³.

Zastosowane przez nas hydrożele należą do polisacharydów – są to naturalne polimery lub ich pochodne, w pełni biodegradowalne. Ze względu na swoją strukturę i właściwości w zróżnicowany sposób oddziałują one w środowisku wodnym z materiałem biologicznym przechowywanym nad ich powierzchnią. Proponowana metoda przechowywania umożliwi zachowanie składu liści, który w warunkach naturalnych zaczyna ulegać degradacji bezpośrednio po ścięciu. W takich warunkach hydrożel pełni funkcję stabilizatora wilgotności, zapobiegając degradacji chlorofilu i karotenoidów, co skutkuje zachowaniem barwy oraz wyższą zawartością pigmentów w ekstrakcie.

Proponowana metoda umożliwi stosowanie rozwiązań przyjaznych dla środowiska, jednocześnie pozwalając na utrzymanie wysokiej wartości biologicznej oraz wydłużenie trwałości przechowywanych liści. Taki sposób przechowywania może ograniczać gromadzenie się produktów nadtlenkowych odpowiedzialnych za zaburzenia fizjologiczne. Zastosowanie hydrożelu redukuje naturalne straty masy w porównaniu z próbą kontrolną, co w efekcie prowadzi do wydłużenia okresu ich przechowywania.

[1] Parracho T. et al. Journal of Faculty of Food Engineering 2025, 8, 100239

[2] Berradi A. et al. Polymers 2023, 15(13), 2908.

[3] Priss O., Yevlash V. Food and Environment Safety Journal 2017, 16(4), 256

Witamina B3 nowej generacji: Wydajna synteza niacyny z użyciem metaloorganicznych cieczy jonowych

Karina Kwoka, Dawid Lisicki

Politechnika Śląska, Wydział Chemiczny, Katedra Technologii Chemicznej Organicznej i Petrochemii, ul. Krzywoustego 4, 44-100 Gliwice

kk308150@student.polsl.pl

Kwas nikotynowy (witamina B₃) zyskuje coraz większe znaczenie przemysłowe, co wynika przede wszystkim z jego szerokiego spektrum zastosowań w sektorze spożywczym, kosmetycznym, medycznym oraz paszowym. Obecnie globalny rynek tej witaminy wyceniany jest na ponad 400 mln USD, a prognozy wskazują na jego dalszy, dynamiczny wzrost.

Głównym kierunkiem wykorzystania niacyny jest produkcja dodatków do pasz, gdzie pełni ona kluczową rolę w metabolizmie energetycznym zwierząt hodowlanych, zapewniając ich prawidłowy wzrost, zdrowie skóry oraz redukcję stresu fizjologicznego. Ponadto witamina B₃ stosowana jest jako wzbogacenie żywności (m.in. mąk i płatków śniadaniowych), a w kosmetyce docenia się jej właściwości rozjaśniające, przeciwzapalne i przeciwstarzeniowe. W medycynie pozostaje niezbędna w leczeniu pelagry – choroby wynikającej z niedoboru niacyny, objawiającej się zapaleniem skóry, biegunką i otępieniem.

Tradycyjna produkcja kwasu nikotynowego opiera się na energochłonnej syntezie prowadzonej w temperaturze 230-270 st C pod ciśnieniem 6-8 MPa. Proces ten wykorzystuje nadmiar kwasu azotowego (V), co generuje znaczne ilości produktów ubocznych: na jedną tonę produktu przypada m.in. 715 kg CO₂, 487 kg NO, 374 kg NO₂, 546 kg N₂O oraz 950 kg H₂O. Mimo wysokiej wydajności metoda ta obciążona jest licznymi wadami, takimi jak wysokie ryzyko procesowe, postępująca korozja aparatury oraz znaczące obciążenie środowiska gazami cieplarnianymi i odpadami.

W obliczu rosnącej konsumpcji niacyny oraz wad konwencjonalnej syntezy, niezbędne jest opracowanie nowoczesnej technologii wpisującej się w zasady zielonej chemii. Niniejsza praca przedstawia technologię wykorzystującą metaloorganiczne ciecze jonowe jako katalizatory w procesie utleniania 3-metylopirydyny do kwasu 3-pirydynokarboksyłowego w znacznie łagodniejszych warunkach procesowych.

[1] D. Lisicki, D. Talik, B. Orlińska; Catalysts, Oxidation of Picoline with Oxygen to Nicotinic Acid against Co²⁺, NHPI, and Phosphonium or Ammonium Bromides; 13(9), 1271; 2023

[2] R. Blum; Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry (wyd. Weinheim, Niemcy), Vitamins, 11. Niacin (Nicotinic Acid, Nicotinamide); 2007

Synteza i oczyszczanie oligonukleotydu o sekwencji ludzkiego telomerowego DNA modyfikowanego treonukleotydami

Katarzyna Michalak, Jakub Żubertowski, Anna Dembska

Wydział Chemii, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, Uniwersytetu Poznańskiego 8, 61-614 Poznań

katmic17@st.amu.edu.pl

Treozynowy kwas nukleinowy (TNA) jest jednym ze zmodyfikowanych kwasów nukleinowych. Charakteryzuje się on między innymi wydłużoną stabilnością w warunkach fizjologicznych czy tolerancją na niskie pH. W jego strukturze w miejscu rybozy znajduje się treoza. Niekanoniczne struktury kwasów nukleinowych utworzone całkowicie lub częściowo z nukleotydów TNA nie są szeroko opisane w literaturze. Jedną z takich form jest G-kwadrupleks DNA tworzący się na fragmentach oligonukleotydowych bogatych w guaninę, które są zlokalizowane między innymi na końcach chromosomów nazywanych telomerami^{1, 2}.

Celem niniejszej pracy była synteza oraz oczyszczenie oligonukleotydu o sekwencji ludzkiego telomerowego DNA modyfikowanego treonukleotydami oraz sprawdzenie jego zdolności do tworzenia G-kwadrupleksu. Oligonukleotyd zmodyfikowany TNA był syntezowany techniką zautomatyzowanej syntezy metodą amidofosforynową. Do oczyszczania zastosowano HPLC, a tożsamość produktu potwierdzono za pomocą techniki MALDI.

Autorzy dziękują za wsparcie finansowe w ramach projektu IDUB numer 212/64/UAM/0014

[1] Wang, J; Yu, H Threose Nucleic Acid as a Primitive Genetic Polymer and a Contemporary Molecular Tool. *Bioorg. Chem.* 2024;143(107049):107049. doi:10.1016/j.bioorg.2023.107049

[2] Brooks T A, Kendrick S and Hurley L Making sense of G-quadruplex and i motif functions in oncogene promoters *The FEBS Journal* 2010;277:3459-3469. doi.org:10.1111/j.1742-4658.2010.07759.x

Elektrochemiczna metoda oznaczania deschloroklozapiny z wykorzystaniem elektrod sitodrukowanych na bazie węgla

Klaudia Czarnecka¹, Sandra Chmiel^{1,2}, Ľubomír Švorc³, Mariola Brycht¹

¹ Katedra Chemii Nieorganicznej i Analitycznej, Wydział Chemii, Uniwersytet Łódzki, Tamka 12, 91-403 Łódź

² Szkoła Doktorska BioMedChem UŁ i Instytutów PAN w Łodzi, Uniwersytet Łódzki, Matejki 21/23, 90-237 Łódź

³ Słowacki Uniwersytet Technologiczny w Bratysławie, Wydział Technologii Chemicznej i Żywności, Instytut Chemii Analitycznej, Radlinského 9, 812 37 Bratysława, Słowacja

klaudia.czarnecka@edu.uni.lodz.pl

Deschloroklozapina (DCZ) jest związkiem chemicznym szeroko wykorzystywanym w badaniach neurobiologicznych. DCZ pełni między innymi rolę wysoce selektywnego liganda receptorów DREADD, czyli zaprojektowanych receptorów wybiórczo aktywowanych przez zaprojektowane związki. DCZ wyróżnia się skuteczną aktywacją neuronów nawet przy bardzo niskich stężeniach oraz małą podatnością do przekształcania w niepożądane metabolity¹. Z uwagi na wysoki potencjał DCZ w badaniach wykorzystujących system DREADD istotne jest opracowanie czułych i selektywnych metod oznaczania, umożliwiających analizę śladową w złożonych matrycach.

W niniejszej pracy opracowałam voltamperometryczną procedurę oznaczania DCZ. Badania przeprowadziłam z wykorzystaniem techniki voltamperometrii pulsowo-różnicowej (DPV), przy użyciu elektrod sitodrukowanych na bazie węgla (SPCE). Zaobserwowałam, iż DCZ jest czynna elektrochemicznie w całym badanym zakresie pH (2,0–12,0) buforu Brittona-Robinsona, natomiast optymalne warunki oznaczania uzyskałam w buforze o pH 8,0. Po zoptymalizowaniu parametrów techniki DPV oznaczyłam DCZ na SPCE w szerokim zakresie stężeń ($1,0 \times 10^{-8}$ – $5,0 \times 10^{-5}$ mol L⁻¹), przy granicy wykrywalności wynoszącej $3,3 \times 10^{-9}$ mol L⁻¹. Niniejsza metoda wykazuje wysoką selektywność wobec jonów nieorganicznych oraz niektórych związków organicznych. Opracowaną procedurę wykorzystywałam następnie do analizy próbki rzeczywistej (pożywki Neurobasal przeznaczonej do hodowli neuronów *in vitro*) z zastosowaniem metody dodatku wzorca. Uzyskałam odzysk na poziomie 101,8 % oraz dobrą precyzję (RSD = 3,1%). Otrzymane w toku badań wyniki potwierdzają użyteczność opracowanej metody w analizie śladowej DCZ w złożonych próbkach.

Badania zostały sfinansowane ze środków przyznanych Klaudii Czarneckiej na realizację projektu w ramach Studenckich Grantów Badawczych UŁ 2025/2026

[1] Y. Nagai, et al., Deschloroclozapine, a potent and selective chemogenetic actuator enables rapid neuronal and behavioral modulations in mice and monkeys, *Nat. Neurosci.*, 23 (2020) 1157–1167. doi:10.1038/s41593-020-0661-3

Analiza zawartości ^{210}Po i izotopów uranu w składnikach środowiska poeksploatacyjnego w Sudetach

Klaudia Lanczewska-Bejenka, Alicja Boryło, Bogdan Skwarzec

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

klaudia.lanczewska@ug.edu.pl

W pracy przedstawiono wyniki analizy zawartości izotopów uranu oraz polonu w próbkach roślin i gleb pobranych z rejonu dawnej kopalni uranu w Kowarach (Sudety, Polska). Tereny pogórnice w Kowarach charakteryzują się podwyższonym potencjałem występowania naturalnych radionuklidów w środowisku, co związane jest z prowadzoną tam w przeszłości intensywną eksploatacją rud uranu. Pomimo że od zakończenia działalności górniczej minęło kilkadziesiąt lat, procesy migracji radionuklidów w środowisku, ich akumulacja w organizmach roślinnych oraz potencjalny wpływ na lokalne biocenozy pozostają istotnym przedmiotem badań. Analiza zawartości radionuklidów w komponentach środowiska jest kluczowa dla oceny stopnia skażenia, identyfikacji potencjalnych zagrożeń ekologicznych oraz planowania działań rekultywacyjnych i monitoringu radiologicznego.

Celem badań była ocena stopnia zanieczyszczenia środowiska naturalnego w rejonie dawnych wyrobisk uranowych oraz określenie możliwości bioakumulacji radionuklidów przez wybrane gatunki roślin występujące w ich bezpośrednim sąsiedztwie. Próbkę roślinne i glebowe zostały pobrane w wybranych lokalizacjach zlokalizowanych w różnej odległości od historycznych miejsc eksploatacji. Materiał badawczy poddano odpowiedniemu przygotowaniu obejmującemu suszenie, mineralizację oraz radiochemiczną separację analizowanych izotopów. Oznaczenia wykonano metodą spektrometrii alfa.

Na podstawie uzyskanych widm alfa obliczono stężenia izotopów ^{210}Po , ^{234}U i ^{238}U w analizowanych próbkach oraz wyznaczono zakresy ich najwyższych i najniższych wartości. Dodatkowo oszacowano roczne dawki efektywne dla osób dorosłych wynikające z potencjalnej ekspozycji na badane radionuklidy. Uzyskane wyniki pozwalają na ocenę stopnia obecności naturalnych radionuklidów w środowisku pogórnicyzm oraz wskazują na możliwość wykorzystania wybranych organizmów roślinnych jako bioindykatorów zanieczyszczenia radiologicznego.

Autorzy dziękują Ministerstwu Nauki i Szkolnictwa Wyższego za wsparcie finansowe tej pracy poprzez dotację DS-531-T030-D745-26

[1] Atwood D.A., Radionuclides in environment, Wiley, UK, 2010

[2] Burns P.C., Finch P., Uranium: Mineralogy, Geochemistry and the Environment, MSA, Washington 1999

[3] Skwarzec B., Radiochemical methods for the determination of polonium, radiollead, uranium and plutonium in the environmental samples, *Chemia Analityczna* (Warsaw), 42:107-115, 1997

[4] Smakowski T., Wołowicz S., Miecznik J. B., *Możliwe źródła zaopatrzenia w paliwo potencjalnych elektrowni jądrowych w Polsce (Possible sources of nuclear fuel supply for potential nuclear power plants in Poland)*, *Zeszyty Naukowe Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi Polaskiej Akademii Nauk*, 85:295-307, 2013

Chromatograficzne badania kwasu foliowego w preparatach kosmetycznych

Lena Terzyjska, Kamila Jolanta Borowczyk

Katedra Chemii Środowiska, Wydział Chemii, Uniwersytet Łódzki, Pomorska 163, 90-236 Łódź

ul0283330@edu.uni.lodz.pl

Witamina B9, znana również jako kwas foliowy, jest jednym z kluczowych składników niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania organizmu. Wspiera ona procesy regeneracji komórek, uczestniczy w syntezie DNA, a także wpływa na wygląd i kondycję skóry. Z tego względu coraz częściej stanowi składnik produktów kosmetycznych, zwłaszcza preparatów o działaniu regenerującym i przeciwstarzeniowym^{1,2}. Jednak to, co widzimy na etykiecie, nie zawsze odpowiada rzeczywistości. Kwas foliowy jest substancją bardzo wrażliwą na światło, temperaturę i odczyn środowiska. Oznacza to, że nawet jeśli producent dodaje ją do formuły kosmetyku, jej obecność w gotowym produkcie nie zawsze jest gwarantowana. Konsument, który kupuje preparat z witaminą B9, często nie ma pewności, czy rzeczywiście korzysta z jej właściwości³.

Celem niniejszego projektu badawczego było opracowanie i zastosowanie metody chromatograficznej do potwierdzenia obecności kwasu foliowego w różnego typu preparatach kosmetycznych, m.in. kremach, szamponie czy serum. Procedura przygotowania próbki do końcowej analizy obejmowała: odważenie próbki, ekstrakcję w metanolu, oddzielenie ekstraktu na drodze wirowania. Do analizy wykorzystano nowoczesną technikę analityczną – wysokosprawną chromatografię cieczową (HPLC) sprzężoną z detekcją spektrofotometryczną (UV). Rozdzielenie chromatograficzne przeprowadzono w układzie odwróconych faz. Do badań zastosowano kolumnę chromatograficzną Zorbax C18 (4.6 × 150 mm, 4 μm), mieszaninę acetonitrylu i kwasu trichlorooctowego jako fazę ruchomą, podawaną w trybie gradientowym. Detekcję analitu prowadzono przy analitycznej długości fali równej 294 nm.

Opracowana metoda chromatograficzna umożliwiła identyfikację piku kwasu foliowego, co potwierdziło obecność witaminy w badanych produktach kosmetycznych. Na podstawie uzyskanych wyników zaobserwowano, że stężenie ekstraktu zależy od formy kosmetyku i jest największe w balsamie/kremie, a najmniejsze w szamponie/emulsji. Badania wykazały również, że temperatura przechowywania kremu ma istotny wpływ na oznaczaną zawartość kwasu foliowego. Zaobserwowano, że nawet obniżenie temperatury przechowywania (do 4°C oraz -18°C) skutkuje spadkiem ilości oznaczanego analitu.

Praca została sfinansowana przez Uniwersytet Łódzki w ramach programu "Studenckie Granty Badawcze" edycja 2025/2026, wniosek nr 854. Dziękuję za sfinansowanie projektu badawczego oraz za opiekę naukową mojej promotorce, Pani dr hab. Kamili Borowczyk

[1] Debowska, R., Rogiewicz, K., Iwanenko, T., Kruszewski, M., & Eris, I. Folic acid (folacin) – New application of a cosmetic ingredient., *Kosmetische Medizin*, 2005;26(3):123-129.

[2] Debowska, R., Rogiewicz, K., T., Kruszewski, M., & Eris, i in. The repair effect of folacin reducing skin damage due to radiotherapy., *Kosmetische Medizin* 2007;28(2):72-75.

[3] E. Gujska, J. Michalak, M. Czarnowska, Wpływ czasu i temperatury przechowywania na stabilność kwasu foliowego i folianów w wybranych sokach owocowych i owocowo-warzywnych., *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.*, 2013, 6(91):130-138. doi: 10.15193/zntj/2013/91/130-138

Elektroforeza kapilarna jako narzędzie do oznaczania stewii w preparatach dostępnych na rynku

Łukasz Kmieciak, *Paweł Kubalczyk*

Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii, Katedra Chemii Środowiska, ul. Pomorska 163, 90-236 Łódź

ul0261442@edu.uni.lodz.pl

Stewia uważana jest za najśłodsza roślinę na świecie. Dzięki tym właściwościom stosowana jest jako słodzik w przemyśle spożywczym. Jest ona o wiele słodsza i zdrowsza niż cukier, lecz posiada swój specyficzny smak¹. Oznaczanie stewii w produktach spożywczych tj. napoje słodzone, herbaty lub słodcyce, jest kluczowe dla oceny wartości odżywczej oraz monitorowania jakości tych produktów.

W praktyce oznaczanie glikozydów stewiolowych wykonuje się za pomocą różnych technik analitycznych. Elektroforeza kapilarna (CE) umożliwia precyzyjne określenie zawartości słodzików w analizowanych produktach spożywczych. CE zapewnia szybkie i efektywne rozdzielanie substancji oraz spełnia zasady zielonej chemii ze względu na zużycie niewielkiej ilości odczynników oraz stosowanie małych objętości próbek.

Opracowana została metoda oznaczania stewii w wybranych produktach spożywczych za pomocą techniki CE z wykorzystaniem detekcji UV-Vis przy długości fali 210 nm. W tym celu została przeprowadzona optymalizacja warunków rozdzielania elektroforetycznego oraz sposobu przygotowania próbki. W ramach optymalizacji sprawdzono wpływ długości i średnicy kapilary, stężenia i pH elektrolitu podstawowego, napięcia oraz temperatury kapilary na jakość rozdzielania. Kalibracja i walidacja zoptymalizowanej procedury analitycznej pozwoliły zastosować opracowaną metodę do oznaczania stewii w wybranych produktach spożywczych oraz porównać zawartość stewii wśród różnych producentów słodziku.

Cel badań został skutecznie osiągnięty poprzez przeprowadzenie eksperymentów, które dostarczyły zadowalających wyników. Obecność stewii stwierdzono we wszystkich analizowanych produktach (tj. napoje słodzone, herbata, proszek, pastylki i płyn do słodzenia). Mają one jednak niskie stężenie, co wynika z ich wyjątkowo wysokiego potencjału słodzącego. Metoda charakteryzuje się dobrą liniowością w zakresie 100-350 mg/L. Opracowana procedura charakteryzuje się wysoką powtarzalnością, o czym świadczy precyzja nieprzekraczająca 3%, oraz doskonałą dokładnością mieszczącą się w zakresie 95–105%.

Badania zostały wykonane w ramach Studenckiego Grantu Badawczego edycja 2026, wniosek nr 817

[1] Gerwig GJ, Te Poele EM, Dijkhuizen L, Kamerling JP. Stevia glycosides: Chemical and enzymatic modifications of their carbohydrate moieties to improve the sweet-tasting quality. *Adv Carbohydr Chem Biochem.* 2016;73:1-72. doi:10.1016/bs.accb.2016.05.001

Biomasa jako surowiec przyszłości: Ekstrakcja i bioaktywność związków naturalnych pochodzenia roślinnego

Maciej Prudel, *Agata Wawoczny*, *Kamil Peckh*

Politechnika Śląska, Wydział Chemiczny, Katedra Technologii Chemicznej Organicznej i Petrochemii, ul. Krzywoustego 4, 44-100 Gliwice

mp304950@student.polsl.pl

Współczesna gospodarka generuje ogromne ilości biomasy odpadowej, której potencjał biologiczny pozostaje często niewykorzystany. Celem niniejszej pracy była porównawcza analiza wybranych surowców roślinnych, w tym odpadów z kawy (*Coffea arabica*) oraz ziół (*Centaurium erythraea*, *Silybum marianum*, *Acmella oleracea*, *Aronia melanocarpa*), pod kątem zawartości substancji antyoksydacyjnych oraz ich wpływu na enzymatyczną linię obrony organizmu. W badaniach wykorzystano nowoczesne, proekologiczne techniki izolacji, takie jak ekstrakcja z użyciem rozpuszczalników głęboko eutektycznych (DES) oraz ekstrakcja płynami w stanie nadkrytycznym, co pozwoliło na selektywny odzysk cennych metabolitów wtórnych zgodnie z zasadami „zielonej chemii” i gospodarki obiegu zamkniętego (GOZ). Wyniki potwierdzają, że uzyskane ekstrakty wykazują wysoką aktywność biologiczną, działając dwukierunkowo: poprzez bezpośrednią neutralizację wolnych rodników oraz pośrednią aktywację szlaku sygnałowego Nrf2/ARE, indukującego endogenną produkcję enzymów antyoksydacyjnych (SOD i CAT). Przeprowadzone badania wskazują na wysoki potencjał aplikacyjny badanych surowców w branży farmaceutycznej i kosmetycznej, stanowiąc efektywną strategię waloryzacji biomasy w kierunku produktów o wysokiej wartości dodanej.

-
- [1] Wawoczny A, Gillner D. The most potent natural pharmaceuticals, cosmetics, and food ingredients isolated from plants with deep eutectic solvents. *J Agric Food Chem.* 2023;71(29):10877-10900. doi:10.1021/acs.jafc.3c01656
- [2] Wawoczny A, Gillner D, Undas R. Biomass valorization using green solvents and biocatalysts. 2025.
- [3] Chemat F, Vian MA, Cravotto G. Green extraction of natural products: concept and principles. *Int J Mol Sci.* 2012;13(7):8615-8627. doi:10.3390/ijms13078615
- [4] Ma Q. Role of Nrf2 in oxidative stress and toxicity. *Annu Rev Pharmacol Toxicol.* 2013;53:401-426. doi:10.1146/annurev-pharmtox-011112-140320
- [5] Kowalczyk S, Grymel M, Bilik J, Kula W, Wawoczny A, Grymel P, Gillner D. Evaluation of the antioxidant potential of selected plant extracts for cosmetic applications. *Appl Sci.* 2024;14(8):3487. doi:10.3390/app14083487

Benzoskondensowane analogi Kinetyny

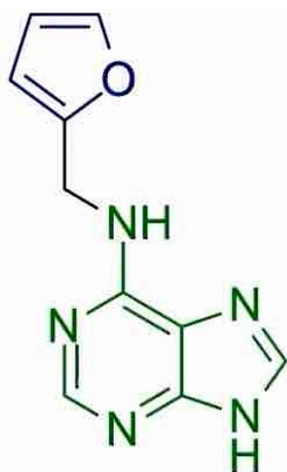
Malwina Plucińska, Wiktor K. Poper, Anna Zawisza

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

malwina.plucinska@edu.uni.lodz.pl

Izolowana z licznych organizmów kinetyna należy do hormonów roślinnych z grupy cytokinin¹. Struktura tego związku oparta jest na dwóch układach heterocyklicznych (adeninowym oraz furylowym) połączonych mostkiem metylenowym (Rysunek). Zarówno kinetyna, jak również jej liczne pochodne znane są ze swej aktywności biologicznej, w tym neuroprotekcijnej czy przeciwstarzeniowej².

Badania nad wspomnianymi pochodnymi ukiernkowane były na otrzymywanie układów stuncjonalizowanych w obrębie tak układu adeninowego, jak również furylowego. W ramach komunikatu przedstawione zostaną najnowsze wyniki badań syntetycznych nad benzoskondensowanymi analogami kinetyny.



Rys. 1. Wzór kinetyny z zaznaczonymi odpowiednio fragmentem adeninowym (zielony) oraz furylowym (niebieski)

Badania finansowane ze Studenckich Grantów Badawczych Uniwersytetu Łódzkiego

[1] Barciszewski J, Massino F, Clark, BFC. Kinetin- A multiactive molecule. *Int. J. Biol. Macromol.*2007;40(3):182-192. doi:10.1016/j.ijbiomac.2006.06.024

[2] Kadlecova A, Makova B, Artal-Sanz M, Strnad M, Voller J. The plant hormone kinetin in disease therapy and healthy aging. *Ageing Res. Rev.* 2019;55:100958. doi:10.1016/j.arr.2019.100958

Opracowanie metody oznaczania kandesartanu za pomocą SPE-HPLC dla monitoringu środowiskowego

Małgorzata Król, Barbara Krawczyk

Katedra Chemii Nieorganicznej i Analitycznej, Wydział Chemii, Uniwersytet Łódzki, ul. Tamka 12, 91-403 Łódź

ul0261443@edu.uni.lodz.pl

Zwiększająca się konsumpcja farmaceutyków, w tym kandesartanu należącego do grupy sartanów, prowadzi do ich obecności w ściekach komunalnych i wodach powierzchniowych, co stanowi istotny problem środowiskowy^{1,2}. Znowelizowana Dyrektywa UE 91/271/EWG (UWWTD, 2024) nakłada obowiązek monitorowania wybranych mikrozanieczyszczeń, co wymaga opracowania odpowiednich metod analitycznych³.

Celem pracy jest opracowanie, optymalizacja i walidacja metody oznaczania kandesartanu w ściekach komunalnych z wykorzystaniem ekstrakcji do fazy stałej (SPE) oraz wysokosprawnej chromatografii cieczowej z detekcją UV/Vis (HPLC-UV/Vis).

Wstępne wyniki, obejmujące etap optymalizacji warunków przygotowania próbek oraz parametrów analizy chromatograficznej, wskazują, że opracowana metodyka charakteryzuje się odpowiednią czułością i powtarzalnością oznaczeń. Dalsze badania będą obejmować analizę próbek rzeczywistych ścieków komunalnych oraz osadu czynnego w celu pełnej walidacji metody w złożonej matrycy środowiskowej.

Opracowana metoda oznaczania kandesartanu może znaleźć zastosowanie w monitoringu środowiskowym oraz w realizacji wymogów wynikających z regulacji unijnych.

Badania zostały sfinansowane ze środków UŁ w ramach Studenckich Grantów Badawczych - edycja 2026

[1] Sadutto D, Picó Y. Sample Preparation to Determine Pharmaceutical and Personal Care Products in an All-Water Matrix: Solid Phase Extraction. *Molecules*. 2020;25(21):5204. doi:10.3390/molecules25215204

[2] Barrios V, Escobar C. Candesartan in the treatment of hypertension: what have we learnt in the last decade? *Expert Opin Drug Saf*. 2011;10(6):957-968. doi:10.1517/14740338.2011.608064

[3] Włodarczyk-Makuła M, Tchórzewska-Cieślak B, Rak JR. Risk assessment method for pharmaceuticals removal in treated wastewater – challenges of new Directive (EU) on urban wastewater treatment. *Science of The Total Environment*. 2025;996:180141. doi:10.1016/j.scitotenv.2025.180141

Projektowanie i otrzymywanie soli takryny – substancji czynnej stosowanej w leczeniu choroby Alzheimera

Małgorzata Sokołowska, Artur Sikorski

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

m.sokolowska.924@studms.ug.edu.pl

Choroba Alzheimera należy do najczęściej występujących schorzeń neurodegeneracyjnych i stanowi jedno z największych wyzwań współczesnej medycyny, głównie ze względu na zjawisko starzenia się społeczeństw, a wraz z tym wzrost liczby osób starszych, które głównie dotyka ta choroba. Duży problem stanowi ograniczona skuteczność dostępnych terapii. Takryna to pochodna akrydyny, należy do grupy inhibitorów acetylocholinoesterazy. Mechanizm działania związków z tej grupy polega na hamowaniu rozkładu acetylocholiny, kluczowego neuroprzekaźnika w układzie cholinergicznym, poprzez obniżanie wydajności rozkładającej ją acetylocholinoesterazę. Takryna była pierwszym lekiem wykorzystywanym w leczeniu choroby Alzheimera, jednak została wycofana z użycia ze względu na dotkliwe działania niepożądane, szczególnie hepatotoksyczność, oraz niekorzystne właściwości farmakokinetyczne. Z uwagi na jej skuteczność jako inhibitora prowadzone są badania w celu ponownego wykorzystania tego związku w terapii choroby Alzheimera, w postaci pochodnych takryny.

W niniejszej prezentacji przedstawione zostaną wyniki badań dotyczące nowych soli takryny o potencjalnie korzystniejszych właściwościach fizykochemicznych, takich jak większa biodostępność lub mniejsza toksyczność.

[1] M. Gawel, A. Potulska-Chromik, Postępy Nauk Medycznych, 2015, 28.7, 468-476.

[2] G. Marucci, M. Buccioni, D. Dal Ben, C. Lambertucci, R. Volpini, F. Amenta, Neuropharmacology, 2021, 190, 108352.

[3] P. Koźmiński, E. Gniazdowska, Appl. Sci., 2024, 14, 2827

Otrzymywanie i właściwości nanostruktur opartych na ditlenku tytanu jako nośników związków aktywnych w zakresie promieniowania UV

Marta Starczewska, Wiktoria Sobiecka, Elżbieta Adamska, Agata Kowalska, Beata Grobelna

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

m.starczewska.848@studms.ug.edu.pl

Ograniczeniem w stosowaniu organicznych filtrów UV jest ich niska fotostabilność, prowadząca do degradacji pod wpływem promieniowania słonecznego oraz generowania reaktywnych form tlenu¹. W odpowiedzi na te wyzwania rozwijane są układy nanostrukturalne, które mogą pełnić funkcję nośników substancji aktywnych oraz poprawiać ich stabilność i właściwości funkcjonalne².

Nanostruktury oparte na ditlenku tytanu (TiO₂) stanowią obiecującą platformę w zastosowaniach fotoprotekcyjnych, ze względu na wysoką stabilność chemiczną, dużą powierzchnię właściwą oraz zdolność do oddziaływania z promieniowaniem UV. Jednocześnie ich aktywność fotokatalityczna może prowadzić do generowania ROS, co ogranicza ich bezpośrednie zastosowanie³.

W niniejszej pracy opracowano nanostruktury oparte na TiO₂, modyfikowane dodatkowymi komponentami nieorganicznymi w celu ograniczenia procesów fotooksydacyjnych oraz nadania układom właściwości antyoksydacyjnych. Syntezę przeprowadzono wieloetapowo, obejmowała ona formowanie komponentów oraz ich integrację z matrycą tlenkową metodą zol-żel. Uzyskane materiały wykorzystano jako nośniki modelowego związku o właściwościach absorpcji promieniowania UV.

Właściwości antyoksydacyjne oceniono metodą spektrofotometryczną z wykorzystaniem testu DPPH, natomiast kinetykę uwalniania związku aktywnego analizowano w warunkach *in vitro* z wykorzystaniem układu dializacyjnego. Badania prowadzono w określonych odstępach czasowych, obejmujących zakres od 15 minut do 7 dni, co umożliwiło analizę profilu uwalniania oraz ocenę wpływu struktury materiału na jego właściwości funkcjonalne.

Uzyskane wyniki wskazują, że odpowiednio zaprojektowane nanostruktury TiO₂ mogą jednocześnie ograniczać procesy oksydacyjne oraz pełnić funkcję efektywnych nośników związków aktywnych, co czyni je obiecującymi materiałami do zastosowań w nowoczesnych układach fotoprotekcyjnych.

[1] Ziglar J, Mohammad TF, Gilaberte Y, Lim HW. Sunscreens: Updates on Sunscreen Filters and Formulations. *Photodermatology, Photoimmunology & Photomedicine*. 2025;41(3):e70026. doi:10.1111/phpp.70026

[2] Bartoszewska M, Adamska E, Kowalska A, Grobelna B. Novelty Cosmetic Filters Based on Nanomaterials Composed of Titanium Dioxide Nanoparticles. *Molecules*. 2023;28(2):645. doi:10.3390/molecules28020645

[3] Smijs T, Pavel. Titanium dioxide and zinc oxide nanoparticles in sunscreens: focus on their safety and effectiveness. *NSA*. Published online October 2011:95. doi:10.2147/NSA.S19419

Projektowanie, synteza oraz obliczenia kwantowo-chemiczne nowego związku zawierającego fluory

Martyna Imińska¹, Marta Hoelm¹, Bartłomiej Kost²

¹ Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii, Katedra Chemii Fizycznej ul. Pomorska 163/165, 90-149 Łódź

² Centrum Badań Molekularnych i Makromolekularnych, Polska Akademia Nauk, ul. Henryka Sienkiewicza 112, 90-363 Łódź

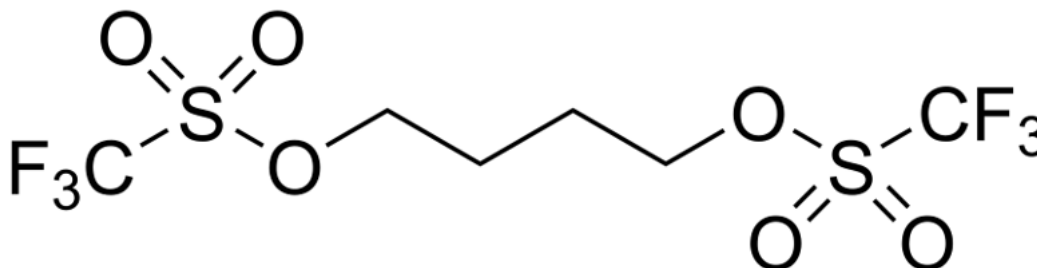
ul0266420@edu.uni.lodz.pl

Przeprowadzone prace badawcze dotyczyły syntezy oraz analizy teoretycznej cząsteczki bis(trifluorometanosulfonianu) butano-1,4-diyłu (BTS). Uzyskane wyniki umożliwiły opisanie właściwości fizykochemicznych i metod otrzymywania nowego związku organicznego zawierającego atomy fluoru co stanowi punkt wyjścia do dalszych badań nad jej potencjalnym zastosowaniem biologicznym.

Badania rozpoczęły się od przeprowadzenia analizy konformacyjnej BTS-u z wykorzystaniem programu PCM. Następnie w celu udokładnienia struktury wszystkie uzyskane konformery zostały ponownie zoptymalizowane metodą półempiryczną PM7 w programie komputerowym MOPAC. Ostatnim etapem analizy była reoptymalizacja cząsteczki przy użyciu bardziej zaawansowanych metod teoretycznych DFT (Density Functional Theory), wykorzystując oprogramowanie Gaussian i metodę PBE – D3/Sapporo – TZP – Diffuse.

Syntezę badanego związku rozpoczęto od reakcji bezwodnika trifluorooctowego z THF w osuszonym dichlorometanie. Otrzymaną mieszaninę wyekstrahowano a następnie wysuszono warstwę organiczną oraz odparowano rozpuszczalnik. Surowy produkt oczyszczono przez krystalizację, uzyskując BTS z 90% wydajnością¹.

Na posterze zaprezentowane zostaną najstabilniejsze struktury badanego związku wraz z ich parametrami energetycznymi.



Rys. 1. Wzór strukturalny BTS

[1] Beard CD, Baum K, Grakauskas V. Synthesis of some novel trifluoromethanesulfonates and their reactions with alcohols. J Org Chem. 1973;38(21):3673-3677. doi:10.1021/jo00961a016

Opracowanie procedury ekstrakcji związków o zróżnicowanych właściwościach fizykochemicznych z wód rzeki Wisły

Martyna Kaliszewska, Katarzyna Jarzemińska, Aleksandra Bielicka-Giełdoń, Artur Giełdoń, Monika Paszkiewicz

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

m.kaliszewska.744@studms.ug.edu.pl

Wisła jako najdłuższa rzeka w Polsce stanowi istotny korytarz ekologiczny, działając jako naturalny sposób przemieszczania fauny i flory. Pomimo występowania w jej bliskim sąsiedztwie różnych form ochrony przyrody, jest ona wciąż poddawana wpływowi działalności człowieka. Ich nasilenie związane jest rozwijającymi się obszarami przemysłowymi, miejskimi czy też rolniczymi, co w konsekwencji prowadzi do pogorszenia jakości wód¹. Stąd też monitorowaniu podlega szeroka gama substancji, w tym stosowane w rolnictwie pestycydy czy też antyozonanty, które są wykorzystywane w produkcji gum i opon.

Nadrzędnym celem prowadzonych badań jest oznaczenie zanieczyszczeń pochodzenia antropologicznego w wodach dolnego biegu Wisły, co pozwoli na aktualną ocenę stanu chemicznego wód ujść głównej rzeki w Polsce. Dlatego też, w pierwszej kolejności opracowano metodę ekstrakcji związków z grupy antyozonantów oraz pestycydów. Przetestowano 5 metod ekstrakcji z wykorzystaniem dwóch rodzajów złożeń do ekstrakcji do fazy stałej (SPE): Oasis HLB i UCT oraz różnych rozpuszczalników i ich mieszanin do elucji analitów: metanolu, elucji sekwencyjnej z użyciem metanolu i octanu etylu, mieszaniny metanol/ acetonitryl/ kwas octowy. Analizy przeprowadzono z wykorzystaniem chromatografii cieczowej sprzężonej ze spektrometrią mas (LC-MS) w trybie monitorowania wybranych reakcji fragmentacji (MRM, ang. *multiple reaction monitoring*).

Na podstawie uzyskanych wyników odzysku bezwzględnego wybrano złożenie Oasis HLB oraz elucję sekwencyjną z zastosowaniem metanolu i octanu etylu oraz elucję metanolem. Zastosowanie metanolu umożliwiło uzyskanie najwyższej wartości odzysku w przypadku heksametoksymetylomelaminy (97,2%) i diuronu (75,7%). Natomiast elucja sekwencyjna metanolem i octanem etylu była najefektywniejsza dla izoproturonu (72,2%). Opracowane metody pozwolą na dalsze działania w ramach oznaczenia wybranych zanieczyszczeń.

Badania zrealizowane w ramach projektu „Wisła pod mikroskopem molekularnym: nowoczesne technologie analityczne w służbie bioróżnorodności – WISMOL” sfinansowano ze środków Fundacji ORLEN DLA POMORZA w ramach programu Wiślany Grant Bioróżnorodności zgodnie z umową nr 2/FOdP/2026

[1] Jakubiak M., Bojarski B., Impact of point source pollutants on the distribution of selected water parameters in the Vistula River in Puławy, Poland, J. Water Land Dev. 2021;(51):50-55. doi:10.24425/jwld.2021.139014

Chromatograficzne badania trwałości tiolaktonu homocysteiny i metioniny w warunkach laboratoryjnych

Martyna Płodzik¹, *Marta Gaweł*^{1,2}, *Natalia Ciszek*¹, *Justyna Piechocka*¹

¹ Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii, Katedra Chemii Środowiska, ul. Pomorska 163/165, 90-236 Łódź

² Uniwersytet Łódzki, Szkoła Doktorska Nauk Ścisłych i Przyrodniczych, ul. Banacha 12/16, 90-237 Łódź

martyna.plodzik@edu.uni.lodz.pl

Metionina (Met) jest niezbędnym aminokwasem egzogennym, którego metabolizm stanowi główne źródło homocysteiny (Hcy) w organizmie człowieka. W warunkach fizjologicznych, prawidłowy poziom Hcy jest regulowany poprzez jej remetylację do Met bądź transsulfurację do cysteiny^{1,2}. Zaburzenia tych szlaków prowadzą do hiperhomocysteinemii oraz nasilenia alternatywnego szlaku metabolizmu Hcy z udziałem syntetazy metioniny-tRNA, w wyniku czego powstaje tiolakton homocysteiny (HTL)^{1,3}. HTL jest wysoce reaktywnym tioestrem, który poprzez modyfikację reszt lizyny w białkach (N-homocysteinyłację) prowadzi do ich uszkodzenia i utraty funkcji, co jest ściśle powiązane z przebiegiem chorób układu sercowo-naczyniowego czy chorób neurodegeneracyjnych^{1,4,5}. Mimo istotnego znaczenia klinicznego obu metabolitów, ich oznaczanie w złożonych matrycach biologicznych, takich jak tkanki i narządy, pozostaje wyzwaniem analitycznym. Wynika to z wysokiej reaktywności HTL oraz dynamicznych zależności metabolicznych między Met a Hcy. Ponadto nie bez znaczenia jest fakt, że w warunkach laboratoryjnych, HTL można otrzymać z Met, co sprawia, że opracowanie miarodajnej metody oznaczania HTL w produktach wysokobiałkowych stanowi nie lada wyzwanie. Kluczowym jest wówczas dobranie parametrów metody na etapie przygotowania próbki do analizy, tak aby 1) zapewnić wysoką trwałość analitu, 2) jego selektywną izolację i wzbogacenie oraz 3) warunki, w których nie dojdzie do transformacji Met w HTL.

Celem badań było określenie trwałości Met oraz HTL w warunkach laboratoryjnych przy wykorzystaniu techniki wysokosprawnej chromatografii cieczowej sprzężonej z detektorem fluorescencyjnym. Monitoring zmian stężeń tych związków w różnych warunkach jest niezbędnym etapem optymalizacji procedury przygotowania próbek tkanek odzwierzęcych. Uzyskane wyniki stanowią fundament pod opracowanie pierwszej metody oznaczania HTL w narządach zwierzęcych, co może pozwolić na lepsze zrozumienie mechanizmów cytotoksyczności HTL.

Badania zostały zrealizowane w ramach Studenckiego Grantu Badawczego Uniwersytetu Łódzkiego (edycja X, wnioski nr 812 i 822)

[1] Borowczyk K, Shih DM, Jakubowski H. Metabolism and neurotoxicity of homocysteine thiolactone in mice: Evidence for a protective role of paraoxonase. *Journal of Alzheimer's Disease*. 2012;30(2):225-231. doi:10.3233/JAD-2012-111940

[2] Jakubowski H. Homocysteine in Protein Structure/ Function and Human Disease *Chemical Biology of Homocysteine-Containing Proteins*. Springer; 2013. doi:10.1007/978-3-7091-1410-0

[3] Jakubowski H, Głowacki R. Chemical Biology of Homocysteine Thiolactone and Related Metabolites. In: *Advances in Clinical Chemistry*. Vol 55. Academic Press Inc.; 2011:81-103. doi:10.1016/B978-0-12-387042-1.00005-8

[4] Jakubowski H. Homocysteine modification in protein structure/function and human disease. *Physiological Reviews*. 2019;99(1):555-604. doi:10.1152/physrev.00003.2018

[5] Sharma GS, Kumar T, Dar TA, Singh LR. Protein N-homocysteinylation: From cellular toxicity to neurodegeneration. *Biochim Biophys Acta Gen Subj*. 2015;1850(11):2239-2245. doi:10.1016/j.bbagen.2015.08.013

2-Adamantylopiren jako związek wyjściowy w syntezie nowych fluoroforów

Michalina Jelińska^{1,2}, Anna Wrona-Piotrowicz¹

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

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

michalina.jelinska@edu.uni.lodz.pl

Materiały fluorescencyjne obecnie odgrywają ważną rolę w optoelektronice oraz w różnych obszarach biologii. Szczególne znaczenie w tej grupie związków mają pochodne wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA), które mogą być wykorzystywane m.in. w organicznych diodach elektroluminescencyjnych (OLED), sensorach środowiskowych, a także jako materiały do bioobrazowania i znakowania biocząsteczek. Do istotnych przedstawicieli tej klasy należą pochodne pirenu, wyróżniające się wysoką wydajnością fluorescencji, długimi czasami życia fluorescencji oraz emisją zależną od otoczenia fluoroforu. Dodatkową zaletą tych związków jest możliwość ich łatwej modyfikacji chemicznej, co umożliwia projektowanie emiterów o pożądanym właściwościach fotofizycznych¹.

W niniejszym komunikacie prezentujemy wyniki naszych badań syntetycznych i spektroskopowych nad nowymi pochodnymi 2-adamantylopirenu.

W 2014 roku w Katedrze Chemii Organicznej Wydziału Chemii UŁ została opracowana jednoetapowa, wydajna synteza tioamidów pirenowych z pirenu i izotiocyjanianów N-alkilowych i N-arylowych². Związki te stanowią doskonały materiał startowy do syntezy różnego typu heterocykli, np. tiazoli³. Z drugiej strony w 2020 roku po raz pierwszy otrzymano serię adamantylowych pochodnych pirenu wykazujących silną fluorescencję zarówno w roztworze, jak i w ciele stałym⁴. Ciekawym zatem wydało się sprawdzenie reaktywności 2-adamantylopirenu w reakcji z izotiocyjanianem etoksykarbonylowym prowadzonej w obecności TfOH. Okazało się, że w zależności od użytej ilości izotiocyjanianu możliwe jest selektywne otrzymywanie produktów zawierających jedno lub dwa ugrupowania tioamidowe w cząsteczce. Dodatkowo obecność w produktach ugrupowania -C(O)-NH-C(S)- sprawia, że związki te powinny mieć bardzo dobre właściwości kompleksujące. Właściwości te potwierdziliśmy, prowadząc reakcje ze związkami boru oraz wybranymi jonami metali ciężkich.

Badania zostały sfinansowane ze środków UŁ w ramach Studenckich Grantów Badawczych 2026

[1] T.M. Figueira-Duarte, K. Müllen, Chem Rev, 111 (2011) 7260-7314.

[2] A. Wrona-Piotrowicz, J. Zakrzewski, R. Métivier, A. Brosseau, A. Makal, K. Woźniak, RSC Advances, 99 (2014) 56003-56012.

[3] A. Wrona-Piotrowicz, D. Plażuk, J. Zakrzewski, R. Metivier, K. Nakatani, A. Makal, Dyes and Pigments, 121 (2015) 290-298

[4] A. Wrona-Piotrowicz, A. Makal, J. Zakrzewski, J. Org. Chem., 85 (2020) 11134-11139.

Spirulina i fikocyjanina jako zielone inhibitory kwaśnego trawienia stali S235

Michał Szymankiewicz, Łukasz Gawel

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

s189079@student.pg.edu.pl

Kwaśne trawienie jest powszechnie stosowanym procesem przygotowania powierzchni stali przed dalszą obróbką technologiczną, służącym do usuwania produktów korozji i warstw tlenkowych¹. Procesowi temu towarzyszy jednak niepożądane roztwarzanie metalu bazowego, dlatego do kąpeli trawiących stosuje się inhibitory korozji. Wśród klasycznych inhibitorów wykorzystywanych w środowiskach kwaśnych znajdują się między innymi związki aminowe, pochodne tiomocznika oraz związki heterocykliczne². Ze względu na toksyczność i ograniczoną biodegradowalność wielu z tych substancji coraz większe zainteresowanie budzą tzw. zielone inhibitory korozji.

Celem pracy była ocena spiruliny oraz fikocyjaniny jako potencjalnych zielonych inhibitorów korozji stali konstrukcyjnej S235 w środowisku 1 M HCl. Badania prowadzono dla stężenia inhibitora wynoszącego 600 ppm, wykorzystując komercyjnie dostępne sproszkowane postaci spiruliny i fikocyjaniny. Właściwości inhibicyjne analizowano metodami polaryzacji potencjodynamicznej oraz dynamicznej elektrochemicznej spektroskopii impedancyjnej (DEIS).

Uzyskane wyniki wykazały, że zarówno spirulina, jak i fikocyjanina ograniczają szybkość korozji stali S235, osiągając skuteczność inhibicji na poziomie około 72%. Zaobserwowane zmiany parametrów elektrochemicznych wskazują na adsorpcyjny mechanizm działania badanych substancji. Otrzymane rezultaty sugerują, że spirulina i fikocyjanina mogą stanowić interesującą alternatywę dla wybranych konwencjonalnych inhibitorów stosowanych w procesach kwaśnego trawienia.

[1] Kladnig, W. A review of steel pickling and acid regeneration: An environmental contribution. *International Journal of Materials & Product Technology*. 2003;19(6). doi:10.1504/IJMPT.2003.003471.

[2] Goyal M, Kumar S, Bahadur I, Verma Ch, Ebenso E. Organic corrosion inhibitors for industrial cleaning of ferrous and non-ferrous metals in acidic solutions: A review. *Journal of Molecular Liquids*. 2018;256(473). doi:10.1016/j.molliq.2018.02.045.

Synteza nowych materiałów redoks-aktywnych

Monika Kusiak^{1,2}, Michał Piotrowicz¹, Róża Dziewiątkowska³, Anna Makal³, Bogna Rudolf¹

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

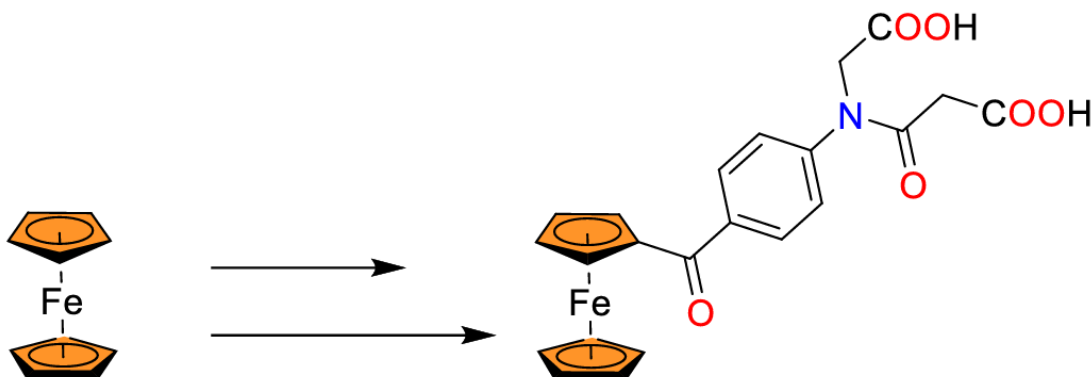
² Naukowe Koło Chemii Kosmetycznej, Wydział Chemii, Uniwersytet Łódzki, ul. Tamka 12, 91-403 Łódź

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

monika.kusiak@edu.uni.lodz.pl

Ferrocen jest przykładem związku metaloorganicznego znajdującego zastosowanie w wielu dziedzinach nauki. Ze względu na swoją trwałość i stabilność, a także interesujące właściwości elektrochemiczne jest on stosowany m. in. jako komponent sond elektrochemicznych, biomolekuł, czy nowoczesnych materiałów, takich jak elektrolity do ogniw¹. Ze względu na tak różnorodne zastosowanie istotnym jest, żeby jego pochodne były rozpuszczalne w ekologicznych rozpuszczalnikach, takich jak na przykład woda. W tym celu postanowiliśmy przeprowadzić syntezę nowych układów zawierających fragment ferrocenowy o zmiennej hydrofilowości.

Niniejszy komunikat stanowi podsumowanie badań nad syntezą nowej pochodnej ferrocenu posiadającej w cząsteczce dwie grupy karboksylowe stanowiące fragment hydrofilowy układu. Zsyntetyzowana pochodna w kolejnym etapie zostanie poddana badaniom elektrochemicznym w celu określenia jej potencjału aplikacyjnego².



Schemat 1. Synteza materiałów redoks-aktywnych

Badania zostały sfinansowane ze środków UŁ w ramach Studenckich Grantów Badawczych - edycja 2026

[1] Štěpnička P. Forever young: the first seventy years of ferrocene. Dalton Trans. 2022;51(21):8085-8102. doi:10.1039/D2DT00903J

[2] Piotrowicz M, Masłowska N, Dziewiątkowska R, Makal A, Rudolf B. Synthesis of Trifluoroacetamidoketones by Acylation of Ferrocene with In Situ Protected Amino Acids. J Org Chem. 2025;90(8):2958-2968. doi.org/10.1021/acs.joc.4c02717

Występowanie NLPZ i β -blokerów w ściekach oraz wodach rzecznych z uwzględnieniem metod fonicznych do monitoringu związków biogennych

Natalia Matwiej^{1,2}, Edyta Kiedrzyńska^{1,3}, Marcin Kiedrzyński⁴, Anna Jusza⁵, Jerzy Kalwas⁶

¹ Europejskie Regionalne Centrum Ekohydrologii Polskiej Akademii Nauk, Tylna 3, 90-364 Łódź

² Szkoła Doktorska BioMedChem Uniwersytetu Łódzkiego i Instytutów PAN, Matejki 21/23, 90-237 Łódź

³ Uniwersytet Łódzki, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Katedra UNESCO Ekohydrologii i Ekologii Stosowanej, Banacha 12/16, 90-237 Łódź

⁴ Katedra Biogeografii, Paleoekologii i Ochrony Przyrody Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Łódzki, Stefana Banacha 1/3, 90-232 Łódź

⁵ Instytut Mikroelektroniki i Optoelektroniki Politechniki Warszawskiej, Koszykowa 75, 00-662 Warszawa

⁶ VIGO Photonics, Poznańska 129/133, 05-850 Ożarów Mazowiecki

natalia.matwiej@edu.uni.lodz.pl

Obecność substancji leczniczych w środowisku wodnym stanowi jeden z istotnych problemów związanych z występowaniem mikrozanieczyszczeń antropogenicznych. Wśród nich na szczególną uwagę zasługują powszechnie stosowane niesteroidowe leki przeciwzapalne (NLPZ) oraz β -bloker, należące do leków kardiologicznych. Substancje te są wydalane z organizmu w postaci niezmienionej lub w formie metabolitów, a następnie trafiają do systemów kanalizacyjnych i oczyszczalni^{1,2}. Konwencjonalne procesy oczyszczania ścieków nie zapewniają jednak ich całkowitej eliminacji, co sprzyja przedostawaniu się ich pozostałości do ekosystemów wodnych³.

Celem przeprowadzonych badań była ocena zmienności stężeń wybranych NLPZ oraz β -adrenolityków w wodach powierzchniowych rzeki Pilicy (Polska centralna) oraz w ściekach pochodzących z oczyszczalni komunalnych zlokalizowanych na obszarze całej jej zlewni. Próbki pobierano w roku 2023 w poszczególnych sezonach z ośmiu stanowisk rzecznych. Dodatkowo analizie poddano próbki ścieków surowych i oczyszczonych pochodzących z 17 oczyszczalni komunalnych, co umożliwiło ocenę wpływu tych obiektów na poziom zanieczyszczenia rzeki badanymi substancjami oraz oszacowanie potencjalnego ryzyka środowiskowego. W zakresie analizowanych związków uwzględniono wybrane NLPZ, tj. ibuprofen, ketoprofen, naproksen i diklofenak, a także β -adrenolityki: atenolol, metoprolol, propranolol, acebutolol oraz sotalol.

Uzyskane wyniki potwierdziły obecność analizowanych farmaceutyków zarówno w ściekach surowych i oczyszczonych, jak i w próbkach wód rzecznych pobranych w wybranych punktach pomiarowych. Najwyższe stężenia NLPZ obserwowano w okresie jesienno-zimowym, co może wskazywać na sezonowy charakter ich stosowania oraz wpływ warunków hydrologicznych na stopień rozcieńczenia zanieczyszczeń. W celu rozszerzenia interpretacji wyników przeprowadzono również analizę podstawowych parametrów fizykochemicznych oraz oznaczenia wybranych związków biogennych. Zestawienie stężeń farmaceutyków z zawartością związków biogennych oraz parametrami fizykochemicznymi umożliwia kompleksową ocenę presji antropogenicznej oddziałującej na ekosystemy wodne oraz podkreśla znaczenie systematycznego monitoringu jakości wód oraz potrzebę opracowywania Sekwencyjnych Systemów Biofiltracji Ścieków. Klasyczne metody oznaczania związków biogennych, pomimo wysokiej czułości wymagają jednak specjalistycznego zaplecza laboratoryjnego oraz zastosowania odczynników chemicznych, co ogranicza możliwość prowadzenia analiz bezpośrednio w terenie. W odpowiedzi na te ograniczenia rozwijane są nowoczesne rozwiązania umożliwiające szybki monitoring in situ, w tym czujniki bazujące na technologiach fonicznych przeznaczone do oznaczania podstawowych jonów biogennych w wodach i ściekach.

Badania realizowane są/były w ramach projektów: Farmikro (NCN, Project nr 2021/43/B/ST10/01076), FOSMO Water (NCBiR, Projekt nr HYDROSTRATEG1/000E/2022) oraz AZOSTOP (NCBR, Projekt nr TANGO2/339929/NCBR/2017

[1] Fernandes J.P., Almeida C.M.R., Salgado M.A., Carvalho, M.F., Mucha A.P. Pharmaceutical compounds in aquatic environments - Occurrence, fate and bioremediation prospective. *Toxics*. 2021; 9, 257.

[2] Frishman, W. Clinical pharmacology of the new beta blocking drugs. Part 1. Pharmacodynamic and pharmacokinetic properties. *Am Heart J*. 1979; 97, 663-70.

[3] Stec M., Astel A. Occurrence and toxicological assessment of six non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs) in a wastewater treatment plant in Słupsk (Poland). *Ecology & Hydrobiology*. 2024; 24, 523-534.

Ocena jakości wody w rejonie delty Wisły i jej dopływów

Natalia Szemiel, *Monika Paszkiewicz, Artur Giełdoń, Aleksandra Bielicka-Giełdoń*

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

n.szemiel.922@studms.ug.edu.pl

Jakość wód rzecznych ma kluczowe znaczenie dla funkcjonowania ekosystemów oraz bezpieczeństwa zaopatrzenia ludności w wodę, szczególnie w obszarach silnie przekształconych przez działalność człowieka. Zanieczyszczenia obecne w wodach rzecznych mogą pochodzić zarówno ze źródeł naturalnych (np. wietrzenie skał, procesy biogeochemiczne), jak i antropogenicznych, związanych z działalnością rolniczą (spływ nawozów i pestycydów), komunalną (ścieki bytowe), czy przemysłową (emisje i zrzuty ścieków). Istotną rolę odgrywa również spływ powierzchniowy, który transportuje do cieków zawiesiny, materię organiczną, biogeny, metale ciężkie oraz inne zanieczyszczenia z obszarów zlewni¹.

Celem prezentowanych badań była ocena jakości wody oraz ryzyka środowiskowego związanego z występowaniem wybranych zanieczyszczeń w wodach delty Wisły, a także określenie ładunku zanieczyszczeń transportowanych do Morza Bałtyckiego².

Badania przeprowadzono na początku sezonu wiosennego w 2026 roku. Próby wody pobrano zarówno z obszarów rolniczych, jak i zurbanizowanych, co umożliwiło analizę wpływu różnych form użytkowania terenu na jakość wód³. Zakres badań obejmował oznaczenie podstawowych parametrów fizykochemicznych, w tym pH, przewodności elektrolitycznej, tlenu rozpuszczonego, zawiesin ogólnych, zasadowości, biochemicznego zapotrzebowania tlenu (BZT₅), ogólnego węgla organicznego (OWO), związków azotu i fosforu, anionów nieorganicznych oraz metali.

Dodatkowo uwzględniono analizę czynników środowiskowych i antropogenicznych wpływających na jakość wód oraz ocenę transportu zanieczyszczeń rzecznych do Morza Bałtyckiego.

Badania zrealizowane w ramach projektu „Wisła pod mikroskopem molekularnym: nowoczesne technologie analityczne w służbie bioróżnorodności – WISMOL” sfinansowano ze środków Fundacji ORLEN DLA POMORZA w ramach programu Wiślany Grant Bioróżnorodności zgodnie z umową nr 2/FOdP/2026

[1] Nguyen Tuan Anh, Le Duy Can, Nguyen Thi Nhan, Britta Schmalz, Tran Le Luu, Influences of key factors on river water quality in urban and rural areas: A review, *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 8 (2023) 100424. <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2023.100424>

[2] Pastuszek M., Kowalkowski T., Kopiński J. et al., Long-term changes in nitrogen and phosphorus emission into the Vistula and Oder catchments (Poland)—modeling (MONERIS) studies, *Environmental Science and Pollution Research*, 25 (2018) 29734–29751. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-2945-7>

[3] Macura, B., Piniewski, M., Książniak, M. et al. Effectiveness of ecotechnologies in agriculture for the recovery and reuse of carbon and nutrients in the Baltic and boreo-temperate regions: a systematic map. *Environ Evid* 8, 39 (2019). <https://doi.org/10.1186/s13750-019-0183-1>

Elektroanaliza wybranych pestycydów za pomocą elektrody węglowej modyfikowanej cienką warstwą organiczną

Natalia Tomczyńska¹, *Maryia-Mazhena Dzemidovich*^{1,2}, *Valentin Mirceski*^{1,3}, *Mariola Brycht*¹

¹ Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii, Katedra Chemii Nieorganicznej i Analitycznej, ul. Tamka 12, 90-403 Łódź

² Uniwersytet Łódzki, Szkoła Doktorska Nauk Ścisłych i Przyrodniczych, ul. Matejki 21/23, 90-237 Łódź

³ Uniwersytet Świętych Cyryla i Metodego w Skopje, Wydział Nauk Przyrodniczych i Matematyki, ul. Arhimedova 3, 1000 Skopje

natalia.tomczynska@edu.uni.lodz.pl

Elektrody pokryte cienkim filmem organicznym (TOFE, z ang. thin organic film electrode) to układy elektrochemiczne służące do badania procesów sprzężonego transferu elektronu oraz jonu w warunkach biomimetycznych. W układzie tym cienka warstwa organiczna (TOF), unieruchomiona na powierzchni elektrody przewodzącej, tworzy dwa funkcjonalne obszary międzyfazowe: granicę elektroda|warstwa organiczna, na której zachodzi reakcja redoks mediatora, oraz granicę warstwa organiczna|roztwór wodny, w której zachodzi kompensujący transfer jonów¹. Taka konfiguracja układu sprawia, że TOFE może być wykorzystane nie tylko do badania procesów redoks, lecz także do analizy wpływu związków hydrofobowych na transport ładunku na granicy faz warstwa organiczna|wodna.

Celem moich badań było opracowanie oraz optymalizacja układu TOFE, a następnie zastosowanie go jako platformy do pośredniej analizy wybranych pestycydów hydrofobowych. Optymalizacja obejmowała dobór fazy organicznej, fazy wodnej oraz podłoża (elektrody) do osadzenia TOF. Zoptymalizowany układ zastosowano następnie do badań wybranych pestycydów: karbendazymu, biksafenu oraz fenheksamidu z wykorzystaniem techniki woltamperometrii cyklicznej oraz woltamperometrii fali prostokątnej (SWV). Badania wykazały wyraźne obniżenie odpowiedzi prądowej układu TOFE w obecności badanych pestycydów w porównaniu z układem niezawierającym analitu. Analiza wpływu częstotliwości i amplitudy (technika SWV) wykazała, że dodatek pestycydu do układu TOFE prowadzi do zmniejszenia intensywności sygnałów prądowych oraz przesunięcia położenia quasi-odwracalnych maksimów. Obserwowane zmiany wskazują, że badane pestycydy akumulują się na granicy faz warstwa organiczna|roztwór wodny, zaburzając proces kompensacji ładunku towarzyszący reakcji redoks mediatora. W konsekwencji dochodzi do częściowego ograniczenia transferu anionów przez granicę fazową, co wpływa na przebieg sprzężonego transferu elektronu i jonu oraz prowadzi do obniżenia odpowiedzi elektrochemicznej układu TOFE. Na podstawie uzyskanych zależności odpowiedzi prądowej układu TOFE od stężenia badanych pestycydów wyznaczyłam krzywe kalibracyjne oraz określiłam granice wykrywalności i oznaczalności.

Uzyskane wyniki wskazują, że układ TOFE może stanowić użyteczne narzędzie do pośredniej elektrochemicznej analizy pestycydów o właściwościach hydrofobowych oraz do badania ich wpływu na procesy transferu ładunku na granicy faz warstwa organiczna|wodna. Opracowana platforma może znaleźć zastosowanie w analizie zanieczyszczeń środowiskowych, kontroli jakości żywności oraz w dalszym rozwoju biomimetycznych metod elektroanalitycznych.

Badania finansowane ze środków Studenckich Grantów Badawczych UŁ 2026

[1] Dzemidovich M-M, Leniart A, Skrzypek S, Mirceski V, Brycht M, Revealing the analytical potential of thin organic film electrodes: Electrochemical insights into anticancer drug docetaxel at liquid|liquid interfaces. *Bioelectrochemistry* 2025; 166, 1–9. doi: <https://doi.org/10.1016/j.bioelechem.2025.109040>

Zastosowanie ozonowania do usuwania mikrozanieczyszczeń środowiska wodnego

Olivia Jeżewska, Monika Paszkiewicz, Aleksandra Bielicka-Giełdoń

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

o.jezewska.850@studms.ug.edu.pl

Rosnąca obecność mikrozanieczyszczeń organicznych w środowisku wodnym stanowi jedno z najważniejszych współczesnych wyzwań. Wśród nich szczególną uwagę zwracają farmaceutyki, które ze względu na swoją biologiczną aktywność, trwałość oraz ciągłe wprowadzanie do środowiska mogą wywierać negatywny wpływ na organizmy wodne oraz pośrednio na zdrowie człowieka. Ich obecność wiąże się m.in. z ryzykiem zaburzeń endokrynych, rozwojem antybiotykooporności oraz długotrwałą ekspozycją ekosystemów na niskie, lecz biologicznie istotne stężenia tych związków. Skuteczne usuwanie farmaceutyków z wód i ścieków jest zatem kluczowe zarówno z punktu widzenia ochrony środowiska, jak i bezpieczeństwa zasobów wodnych stanowiących źródło wody pitnej¹.

W odpowiedzi na te wyzwania rosnące znaczenie zyskują procesy zaawansowanego utleniania, w szczególności związane z wykorzystaniem ozonu. Ich efektywność zależy w dużym stopniu od warunków prowadzenia procesu, takich jak czas, dawka ozonu, stopień rozdrobnienia pęcherzyków gazu oraz obecność i charakterystyka katalizatora w przypadku ozonowania katalitycznego. Szczególnie istotna jest intensyfikacja transferu masy w układzie gaz–ciecz, determinująca dostępność ozonu w fazie ciekłej i przebieg reakcji utleniania².

Celem prezentowanych badań była analiza możliwości zastosowania ozonowania klasycznego i katalitycznego do usuwania wybranych farmaceutyków – 5-fluorouracylu, karbamazepiny oraz diklofenaku – z roztworów wodnych, ze szczególnym uwzględnieniem wpływu parametrów operacyjnych na przebieg procesu. W badaniach uwzględniono m.in. czas kontaktu, stopień dyspersji ozonu oraz dawkę katalizatora. Dodatkowo zastosowano katalizator o właściwościach magnetycznych, co umożliwiło jego efektywną separację z roztworu po zakończeniu procesu i stanowi istotny aspekt z punktu widzenia potencjalnych zastosowań technologicznych.

Praca wpisuje się w aktualne kierunki rozwoju technologii oczyszczania wód i ścieków, ukierunkowane na skuteczne usuwanie mikrozanieczyszczeń przy jednoczesnej optymalizacji warunków procesowych oraz zwiększeniu możliwości praktycznego wdrożenia procesów zaawansowanego utleniania jako czwartego stopnia oczyszczania ścieków.

[1] Uwe Hübner, Stephanie Spahr, Holger Lutze, Arne Wieland, Steffen Rüting, Wolfgang Gernjak, Jannis Wenk, Advanced oxidation processes for water and wastewater treatment – Guidance for systematic future research, Heliyon 10 (2024) e30402

[2] Pranjal P. Das, Simons Dhara, Niladri Shekhar Samanta, Mihir K. Purkait, Advancements on ozonation process for wastewater treatment: A comprehensive review, Chemical Engineering and Processing - Process Intensification, Chemical Engineering & Processing: Process Intensification 202 (2024) 109852

Walidacja oraz zastosowanie procedury analitycznej do oznaczania kofeiny w ekstraktach roślinnych z wykorzystaniem micelarnej elektrokinetycznej chromatografii

Patrycja Felczerek^{1,2}, *Paweł Kubalczyk*¹

¹ Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii, Katedra Chemii Środowiska, ul. Pomorska 163, 90-236 Łódź

² Studenckie Koło Naukowe Chemików „Orbital” Uniwersytetu Łódzkiego, ul. Tamka 12, 91-403 Łódź

ul0269355@edu.uni.lodz.pl

Kofeina jest naturalnym alkaloidem purynowym z grupy metyloksantyn, obecna zarówno w liściach (krzew herbaty), nasionach (kakaowiec), jak i owocach (kawowiec) roślin. Słynie ze swojego działania stymulującego układ nerwowy i dzięki temu wykazuje właściwości pobudzające organizm, zwiększa koncentrację oraz redukuje uczucie zmęczenia. Dzienna dawka dla zdrowej osoby dorosłej powinna wynosić maksymalnie 400 mg. Powyżej tego progu mogą wystąpić działania niepożądane takie jak bezsenność, niepokój, zmniejszenie wydajności¹. W związku z tym celem niniejszej pracy było opracowanie, optymalizacja oraz walidacja metody oznaczania kofeiny w ekstraktach roślinnych przy zastosowaniu micelarnej elektrokinetycznej chromatografii.

W oznaczeniach została wykorzystana jedna z odmian elektroforezy kapilarnej, która jest nowoczesną techniką separacyjną spełniającą zasady zielonej chemii. Charakteryzuje się precyzją, krótkim czasem analizy, niewielkim zapotrzebowaniem na odczynniki chemiczne oraz niskim kosztem eksploatacji aparatury².

Metodę zoptymalizowano pod kątem kluczowych parametrów, takich jak skład i pH buforu, napięcie oraz temperatura. Wykazano, że zastosowanie 25 mmol/l buforu boranowego o pH równym 9,2 oraz 100 mmol/l SDS jako elektrolitu podstawowego wraz z kapilarą o długości 42 cm i średnicą 50 µm, zapewnia skuteczną separację kofeiny. Wszystkie analizy przeprowadzono w temperaturze 25°C z wykorzystaniem detektora UV-Vis. Kalibracja metody wykazała dobrą liniowość w zakresie stężeń 50-500 µg/ml. Zwalidowana metoda została wykorzystana do oznaczania zawartości kofeiny w herbacie oraz naparach ziołowych³.

[1] Balawejder-Biśto A, Pyka-Pająk A. Kofeina – substancja znana czy poznawana. *Farm Pol.* 2022; 78(8): 430-441. 10.32383/farmpol/155158

[2] Witkiewicz Z, Kałużna-Czaplińska J. *Podstawy chromatografii i technik elektromigracyjnych.* Wydawnictwo Naukowe PWN; 2017.

[3] U.S. Department of Health and Human Services, Food and Drug Administration (FDA). *Bioanalytical Method Validation: Guidance for Industry.* Food and Drug Administration; 2018.

Synteza, analiza strukturalna oraz trwałość termiczna związków koordynacyjnych cynku(II) z 4-metylo-5-imidazolokarboksyaldehydem różniących się nieorganicznym przeciwjonem (Cl^- , SCN^- , BF_4^-)

Patryk Bartnicki, Mateusz Kowalik

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

p.bartnicki.881@studms.ug.edu.pl

Cynk należy do mikroelementów niezbędnych do prawidłowego rozwoju i funkcjonowania naszego organizmu, jego kompleksy natomiast wykazują właściwości przeciwzapalne, antyoksydacyjne oraz przeciwdrobnoustrojowe. W ostatnich latach bada się związki cynku także pod kątem aktywności antynowotworowej¹. Zrozumienie chemii koordynacyjnej związków cynku jest ważnym aspektem dzisiejszej nauki, może to pomóc w opracowaniu nowych związków, które również będą wykazywały pozytywne właściwości na organizmy żywe.

W ramach pracy zaprojektowano i otrzymano 3 związki koordynacyjne cynku(II) z 4-metylo-5-imidazolokarboksyaldehydem stosując różne źródła jonów Zn(II) oraz dodatkowe przeciwjony (Cl^- , SCN^- , BF_4^-) w postaci soli prostych. Związki te są analogami badanych wcześniej kompleksów kadmu(II) z tym samym ligandem². Kompleksy zostały scharakteryzowane za pomocą spektroskopii w podczerwieni, analizy elementarnej oraz spektrometrii mas. Otrzymanie monokryształów związków pozwoliło rozszyfrować ich strukturę molekularną oraz krystaliczną techniką SC-XRD, a także określić oddziaływania niekowalencyjne stabilizujące ich strukturę. Określono także trwałość termiczną kompleksów z wykorzystaniem termogravimetrii.

Praca finansowana z zadania nr. 531-T120-D846-26

[1] M. Pellei, F. Del Bello, M. Porchia, C. Santini, Zinc coordination complexes as anticancer agents, *Coord. Chem. Rev.*, 2021, 445, 214088. doi: 10.1016/j.ccr.2021.214088

[2] M. Kowalik, P. Nowicka, J. Brzeski, N. Żukowska, J. Masternak, K. Kazimierczuk, M. Makowski, Exploring novel Cd(II) complexes with 5-methyl-4-imidazolecarboxaldehyde: synthesis, structure, computational insights, and affinity to DNA through switchSense methodology, *Dalton Trans.*, 2024, 53, 10347–10360, doi: 10.1039/d4dt00879k

Napoje energetyczne wzbogacone witaminami z grupy B - prawda czy fałsz - badania chromatograficzne

Paulina Kubacka, Kamila Borowczyk

Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii, Katedra Chemii Środowiska, ul. Pomorska 163, 90-236 Łódź

ul0266008@edu.uni.lodz.pl

Współczesne tempo życia, związane z intensywną nauką, pracą oraz rosnącymi wymaganiami zarówno fizycznymi i intelektualnymi, sprawia, że napoje energetyczne cieszą się coraz większą popularnością, stanowiąc szybki sposób na pobudzenie organizmu do działania. Różne grupy społeczne, w tym studenci, osoby pracujące umysłowo czy sportowcy, oczekując poprawy koncentracji oraz zwiększenia wydolności fizycznej sięgają po napoje energetyczne. Choć producenci często przedstawiają te produkty jako źródło energii i witamin, rzeczywisty wpływ ich składników na organizm człowieka wymaga dokładnej analizy¹.

Witaminy z grupy B, takie jak B₃, B₅, B₆ i B₁₂, odgrywają kluczową rolę w prawidłowym funkcjonowaniu układu nerwowego. Biorą udział w procesach metabolicznych odpowiedzialnych za produkcję energii w komórkach, wspierają pamięć i koncentrację, a także przyczyniają się do zmniejszenia uczucia zmęczenia. Ich obecność w napojach energetycznych może wzmacniać efekt pobudzający kofeiny, tauryny czy guarany, ale również zapewniać dodatkowe wsparcie metaboliczne oraz ochronę układu nerwowego².

Celem realizowanego projektu było opracowanie metody chromatograficznej umożliwiającej zweryfikowanie informacji o obecności witamin z grupy B w napojach energetycznych. W badaniach zastosowano technikę wysokosprawnej chromatografii cieczowej z detekcją spektrofotometryczną. Dokonano doboru warunków chromatograficznych, ze szczególnym uwzględnieniem składu fazy ruchomej, w celu skutecznego rozdzielania i oznaczenia ośmiu substancji: chlorowodoru pirydoksyny, chlorowodoru pirydoksalu, dichlorowodoru pirydoksaminy, monohydratu 5'-fosforanu pirydoksalu, kwasu nikotynowego, chlorowodoru tiaminy, cyjanokobalaminy i kwasu foliowego. Do analiz zastosowano odwrócony układ faz, kolumnę Zorbax C18 (4.6 × 150 mm, 4 μm) oraz fazę ruchomą zawierającą kwas trichlorooctowy o stężeniu 0,1 mol/l i pH 1,70 i acetonitryl, podawane w trybie gradientowym.

Opracowana metoda dała możliwość oznaczenia witamin z grupy B w napojach energetycznych dostępnych na polskim rynku, takich jak „Red Bull”, „Monster”, „Black” oraz „Energy Before Party”. Na podstawie przeprowadzonej walidacji wykazano, że zawartości oznaczanych witamin wynoszą od 10,8 do 42,4 μg/ml dla witaminy B₆; od 89,5 do 101,9 μg/ml dla witaminy B₃. Jedynie w napoju „Energy Before Party” stwierdzono obecność witaminy B₁ na poziomie 47,15 μg/ml.

Praca została sfinansowana przez Uniwersytet Łódzki w ramach programu „Studenckie Granty Badawcze” edycja 2025/2026, wniosek nr 879. Dziękuję za sfinansowanie projektu badawczego

[1] Żukiewicz-Sobczak W, Sobczak P, Siłuch M, Weiner M, Pawłowicz-Sosnowska E.T, Wojtyła-Buciora P, Chmielewski J, Żeber-Dzikowska I, Gworek B, Zagórski J. Analiza składu chemicznego napojów energetycznych w zakresie związków pobudzających i wypełniających, Przemysł chemiczny. 2018;97(4):560-564. doi:10.15199/62.2018.4.9

[2] Calderón-Ospina C.A, Nava-Mesa M.O. B Vitamins in the nervous system: Current knowledge of the biochemical modes of action and synergies of thiamine, pyridoxine, and cobalamin. CNS Neurosci Ther. 2020;26:5-13. doi: 10.1111/cns.13207

Optymalizacja nanocząstek upkonwertujących typu rdzeń-powłoka do zastosowań w sensorach pH opartych na FRET

Piotr Smolec¹, Aleksandra Pilch-Wróbel²

¹ Uniwersytet Wrocławski, Wydział Chemii, 50-383 Wrocław, ul. F. Joliot-Curie 14

² Instytut Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych, Polska Akademia Nauk, 50-422 Wrocław, ul. Okólna 2

330081@uwr.edu.pl

Pomiar pH należy do najczęściej wykonywanych oznaczeń chemicznych i odgrywa kluczową rolę w wielu dziedzinach nauki, w tym w badaniach środowiskowych, procesach technologicznych oraz diagnostyce biomedycznej. W układach biologicznych lokalne zmiany pH towarzyszą licznym procesom fizjologicznym i patologicznym, dlatego rozwój metod umożliwiających jego pomiar w skali mikro- i nanometrycznej stanowi istotne wyzwanie współczesnej analityki¹. Konwencjonalne elektrody szklane, mimo wysokiej dokładności, są ograniczone pod względem miniaturyzacji oraz możliwości obrazowania przestrzennego rozkładu pH². W związku z tym rosnące zainteresowanie budzą optyczne nanosensory wykorzystujące zjawisko rezonansowego transferu energii Förstera (FRET) pomiędzy donorami i akceptorami energii^{1,3}.

Szczególnie obiecującą klasą donorów w takich układach są nanocząstki upkonwertujące (UCNPs) domieszkowane jonami lantanowców. Materiały te mogą być wzbudzone promieniowaniem bliskiej podczerwieni (NIR), które charakteryzuje się większą zdolnością penetracji tkanek biologicznych oraz mniejszym uszkodzeniem komórek w porównaniu ze światłem widzialnym lub UV⁴. Zjawisko upkonwersji polega na absorpcji dwóch lub więcej fotonów o niższej energii i emisji pojedynczego fotonu o energii wyższej, zazwyczaj w zakresie światła widzialnego⁵.

Efektywność transferu energii w układach UCNP-FRET jest silnie uzależniona od odległości pomiędzy donorami i akceptorami oraz od przestrzennego rozmieszczenia jonów luminescencyjnych w nanocząstce. W niniejszej pracy badamy i optymalizujemy architekturę nanocząstek typu rdzeń-powłoka zaprojektowanych w taki sposób, aby jony donora znajdowały się możliwie blisko powierzchni cząstki. Ograniczenie ich lokalizacji do zewnętrznej powłoki zmniejsza średnią odległość donor-akceptor i sprzyja bardziej efektywnemu transferowi energii do cząsteczek barwnika zlokalizowanych na powierzchni. Poprzez optymalizację składu rdzenia i powłoki analizujemy wpływ architektury nanocząstek na wydajność procesu FRET w układach przeznaczonych do konstrukcji nanosensorów pH.

Dziękujemy Narodowemu Centrum Nauki za wsparcie finansowe w ramach projektu: 2023/51/D/ST11/00475

[1] Tsai ES, Himmelstoß SF, Wiesholler LM, Hirsch T, Hall EAH. Upconversion nanoparticles for sensing pH. *Analyst*. 2019;144(18):5547-5557. doi:10.1039/C9AN00236G

[2] Avolio R, Grozdanov A, Avella M, et al. Review of pH sensing materials from macro- to nano-scale: Recent developments and examples of seawater applications. *Crit Rev Environ Sci Technol*. 2022;52(6):979-1021. doi:10.1080/10643389.2020.1843312

[3] Kotulska AM, Pilch-Wróbel A, Lahtinen S, Soukka T, Bednarkiewicz A. Upconversion FRET quantitation: the role of donor photoexcitation mode and compositional architecture on the decay and intensity based responses. *Light Sci Appl*. 2022;11(1):256. doi:10.1038/s41377-022-00946-x

[4] Zhou J, Liu Z, Li F. Upconversion nanophosphors for small-animal imaging. *Chem Soc Rev*. 2012;41(3):1323-1349. doi:10.1039/C1CS15187H

[5] Auzel F. Upconversion and Anti-Stokes Processes with f and d Ions in Solids. *Chem Rev*. 2004;104(1):139-174. doi:10.1021/cr020357g

Nowe materiały kompozytowe typu ZIS/oksycyrczek do fotokatalicznego generowania wodoru pod wpływem promieniowania z zakresu widzialnego

Stanisław Dettlaff, Anna Malankowska, Adriana Zaleska-Medynska

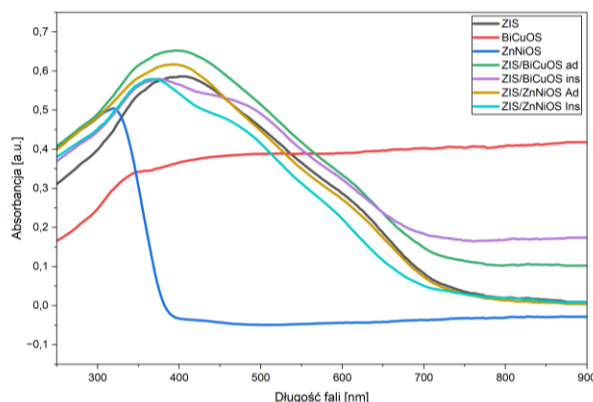
Katedra Technologii Środowiska, Wydział Chemii, Uniwersytet Gdański, Wita Stwosza 63, 80-308 Gdańsk

s.dettlaff.700@studms.ug.edu.pl

$ZnIn_2S_4$ (ZIS) to trójskładnikowy fotokatalizator o wąskiej przerwie energetycznej (2,34 – 2,6 eV), który jest przedmiotem intensywnych badań w zakresie fotokatalicznego generowania wodoru pod wpływem promieniowania widzialnego. Jego właściwości wynikają z korzystnego położenia pasm energetycznych oraz zdolności do efektywnej absorpcji światła widzialnego. Ograniczeniem w praktycznym zastosowaniu ZIS jest szybka rekombinacja fotogenerowanych par elektron-dziura oraz niska stabilność. W literaturze wskazuje się, że poprawę aktywności fotokatalitycznej można osiągnąć poprzez modyfikacje strukturalne, takie jak domieszkowanie, modyfikacja powierzchniowa oraz tworzenie heterozłączy z innymi materiałami półprzewodnikowymi, celem poprawy separacji nośników ładunku i rozszerzeniu zakresu absorpcji promieniowania widzialnego.

Celem niniejszej pracy były otrzymywanie hybrydowych fotokatalizatorów składających się z ZIS modyfikowanego oksycyrczkami metalicznymi typu BiCuOS oraz ZnNiOS. Fotokatalizatory otrzymano metodą solwo- i hydrotermalną. Następnie zsyntezowane materiały zostały poddane charakterystyce obejmującej: analizę morfologii, właściwości optycznych oraz ocenę aktywności fotokatalitycznej w modelowej reakcji generowania wodoru. Właściwości optyczne fotokatalizatorów analizowano metodą spektroskopii UV-Vis, co pozwoliło wyznaczyć zakres absorpcji promieniowania elektromagnetycznego. Aktywność fotokatalityczną badano w procesie fotokatalitycznego generowania wodoru pod wpływem promieniowania widzialnego. Jako donor elektronów stosowano kwas askorbinowy, a jako kokatalizator stosowano nanocząstki platyny osadzone metodą in-situ. Wstępne wyniki wskazują, że kompozytowe układy typu ZIS/oksycyrczek wykazują wyższą wydajność fotokatalitycznego generowania wodoru w porównaniu z materiałami wyjściowymi

Uzyskane wyniki wskazują na znaczący potencjał badanych układów jako materiałów do fotokatalicznego wydzielania wodoru, natomiast dalsze badania umożliwią określenie zależności pomiędzy strukturą, właściwościami optycznymi a aktywnością fotokatalityczną.



Rys. 1. Widma UV-Vis otrzymane fotokatalizatorów: ZIS, BiCuOS, ZnNiOS oraz kompozytów typu ZIS/oksycyrczek

[2] Li H, Wang Y, Wang S, Xiao X. g-C₃N₄/ZnIn₂S₄ heterojunctions for enhanced photocatalytic hydrogen production. *Molecules*. 2024;29(11):2571

[3] Sheets WC, Stampler ES, Kabbour H, et al. Synthesis and characterization of BiCuOS. *Inorg Chem*. 2007;46(25):10741-10748.

[4] Abdullah H, Gultom NS, Kuo DH. Phase transformation of bimetal zinc nickel oxide to oxysulfide photocatalyst with enhanced hydrogen evolution. *Appl Catal B Environ*. 2020; 272:118985.

Monitorowanie poziomu endogennych kannabinoidów w sercu przy użyciu metody SPME-LC-MS/MS

Stefan Bagieński¹, Julia Zadrożna¹, Hanna Grodzka¹, Martyna Grochowalska¹, Piotr Gołaś¹, Katarzyna Sztormowska-Achranowicz², Katarzyna Owczarek³, 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 Lekarski, Katedra i Zakład Farmakologii, 80-204 Gdańsk ul. Dębowa 23

³ Gdański Uniwersytet Medyczny, Wydział Lekarski, Katedra i Zakład Biochemii, 80-211 Gdańsk ul. Dębinki 1

stebag21@gumed.edu.pl

Układ endokannabinoidowy odgrywa kluczową rolę w funkcjonowaniu układu krwionośnego regulując częstość rytmu serca, napięcie naczyń krwionośnych oraz wartości ciśnienia tętniczego krwi. Składa się on z kilku rodzajów receptorów – w tym CB1, CB2, TRPV1 i GPR55 – ich endogennych ligandów (endokannabinoidów), a także enzymów odpowiedzialnych za syntezę i rozkład tych związków. Receptory tego układu są również aktywowane przez związki egzogenne, takie jak fitokannabinoidy (np. CBD), które regulują funkcje naczyniowe oraz hemodynamiczne. Dotychczasowe analizy potwierdziły obecność endokannabinoidów w licznych matrycach biologicznych, takich jak krew czy mózg. Jednakże doniesienia dotyczące ich występowania oraz roli fizjologicznej i patologicznej w tkance sercowej są wciąż nieliczne. Mikroekstrakcja do fazy stałej (ang. solid-phase microextraction, SPME) jest idealnym wyborem podczas badań z materiałem biologicznym, gdyż jest to technika przygotowania próbki, która umożliwia selektywną ekstrakcję badanych związków¹⁻³.

Celem niniejszej pracy była optymalizacja warunków oznaczania wybranych endokannabinoidów (AEA, NADA, 2-AG, 2-AGe) oraz CBD i jego metabolitów (6-OH-CBD, 7-OH-CBD, 7-COOH-CBD) z wykorzystaniem techniki mikroekstrakcji do fazy stałej (SPME) wraz z chromatografią cieczą sprężoną z tandemową spektrometrią mas (LC-MS/MS).

Testowano wydajność ekstrakcji przy użyciu komercyjnych włókien SPME (adsorbent: C18) o różnej długości (5 mm i 10 mm). Włókna w pierwszym etapie analizy były kondycjonowane poprzez wytrząsanie w mieszaninie MeOH/H₂O (50:50, v/v) przez 30 minut. Następnie gotowe złoża były wprowadzane do fragmentów serc w celu wyekstrahowania endokannabinoidów i potem desorbowane przez 30 minut do roztworu MeOH/IPA (50:50, v/v). Przygotowane ekstrakty były analizowane przez system LC-MS/MS.

Etap optymalizacji LC-MS/MS obejmował dobór kolumny chromatograficznej oraz składu i proporcji faz ruchomych. Ostatecznie do analizy panelu związków użyto kolumnę Agilent Poroshell 120 EC-C18, a najlepszy rozdział analitów uzyskano przy użyciu faz ruchomych: faza A: H₂O + 0,1% FA, faza B: ACN + 0,1% FA. W celu optymalizacji procesu ekstrakcji SPME zastosowano agarozę niskotemperaturową oraz homogenaty serca kurzego. Opracowana metoda SPME-LC-MS/MS została zastosowana do ekstrakcji endokannabinoidów oraz CBD i jego metabolitów z różnych struktur serca szczurzego. Wykazano, że najwyższe stężenia badanych związków znajdowały się w koniuszku serca. W żadnej z próbek nie wykryto natomiast NADA oraz 2-AGe. Wyniki przeprowadzonej optymalizacji warunków stanowią punkt wyjścia do dalszych badań obejmujących analizę serca w celu lepszego zrozumienia działania układu endokannabinoidowej na ten organ.

Wybrane procedury pozwoliły na wyselekcjonowanie oraz pomiar ilości związków endokannabinoidowych z matrycy biologicznej, co udowadnia skuteczność metody i przez to może ona posłużyć do monitorowania tych substancji w praktyce klinicznej.

[1] Roger G. Pertwee „Endocannabinoids”, chapter „Endocannabinoids and the Cardio vascular System in Health and Disease” Saoirse Elizabeth O’Sullivan page

[2] Sierra S, Luquin N, Navarro-Otano J. The endocannabinoid system in cardiovascular function: novel insights and clinical implications. Clin Auton Res, 2018, 28(1):35-52.

[3] Roszkowska A, Miękus N, Bączek T. Application of solid-phase microextraction in current biomedical research. J Sep Sci, 2019, 42(1):285-302.

Barwne minerały naturalne jako materiały katalityczne w procesach utleniania geraniolu

Sylwia Gajewska, Agnieszka Wróblewska

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, Katedra Inżynierii Materiałów Katalitycznych i Sorpcyjnych, ul. Pułaskiego 10, 70-322 Szczecin

gs54727@zut.edu.pl

Glinki jako materiały pochodzenia naturalnego, zaliczane są do skał osadowych, uwodnionych glinokrzemianów. Glinki według składu mineralogicznego można zaklasyfikować do trzech głównych kategorii - kaolinit, montmorylonit i illit. Występują także minerały będące mieszaniną różnych typów glin¹. Glinka czerwona, pomarańczowa oraz żółta są minerałami ilastymi (INCI: *Illite*), glinka różowa jest mieszaniną glinki białej (INCI: *Kaolin*) oraz glinki czerwonej (INCI: *Illite*), natomiast glinka morelowa jest połączeniem *Kaolinu* oraz drobnej frakcji kwarcu. Glinki charakteryzują się odmiennymi kolorami ze względu na zróżnicowany skład chemiczny. Każdy minerał zawiera trzy dominujące związki chemiczne o zmiennej zawartości procentowej: SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 ². Od tysiącleci, naturalne glinki znajdowały zastosowanie w medycynie, w celu uśmierzenia bólu reumatycznego, w redukowaniu stanów zapalnych, w peloterapii oraz w pielęgnacji twarzy, w higienie ciała i w regeneracji skóry. W przemyśle kosmetycznym, glinki stosowane są także jako komponent maseczek. Ze względu na szerokie spektrum działania, minerały te mogą znaleźć zastosowanie w przypadku różnych typów skóry³. Glinki znalazły także zastosowanie w przemyśle spożywczym oraz do oczyszczania wód przemysłowych, ponieważ posiadają właściwości adsorpcyjne oraz jonowymienne. Charakteryzuje je niska inercja chemiczna, brak toksyczności oraz bezpieczeństwo użytkowania w przypadku produktów do zastosowań kosmetycznych lub farmaceutycznych. Minerały posiadają właściwości antyseptyczne, bakteriobójcze oraz przeciwzapalne^{1,3}. Współczesny przemysł wykazuje rosnące zainteresowanie minerałami ilastymi zarówno ze względu na ich naturalne pochodzenie i bezpieczeństwo stosowania, jak i na wzrastające oczekiwania konsumentów, dotyczące surowców przyjaznych środowisku oraz produktów zgodnych z koncepcją „clean beauty” i „eco-friendly”.

W niniejszym badaniu, dotyczącym wstępnych testów aktywności katalitycznej, glinki takie jak czerwona, pomarańczowa, żółta, różowa i morelowa posłużyły jako naturalne katalizatory w procesie utleniania geraniolu tlenem. Podczas badań aktywności katalitycznej tych materiałów zastosowano następujące parametry: temperatura 110°C, ilość katalizatora 1% wag. oraz czas reakcji 1-5h. Analizę ilościową mieszanin poreakcyjnych przeprowadzono za pomocą chromatografu gazowego wyposażonego w detektor płomieniowo-jonizacyjny. Każda przeprowadzona synteza była charakteryzowana z uwzględnieniem takich funkcji procesu, jak konwersja geraniolu oraz selektywności przemian do takich produktów jak: cytral, 2,3-epoksygeraniol, 2,3-epoksycytral, beta-pinen, ocymeny, linalol, nerol, 6,11-dimetylododeka-2,6,10-trien-1-ol, tunbergol oraz mrówczan linalilu. Minerały pochodzenia naturalnego są obiecującymi katalizatorami umożliwiającymi uzyskanie produktów utleniania geraniolu, zgodnie z zasadami zielonej chemii, które mogą znaleźć zastosowanie w medycynie, przemyśle farmaceutycznym, kosmetycznym czy perfumeryjnym.

Pracę wykonano w ramach Grantu Rektora dla Doktorantów Szkoły Doktorskiej w Zachodniopomorskim Uniwersytecie Technologicznym w Szczecinie nr ZUT/42/2025

[1] Piszcz P, Dzwigałowska M, Głód BK. Całkowity potencjał antyoksydacyjny preparatów kosmetycznych zawierających ekstrakty roślinne. *CamSep*. 2017;9(2):53-64.

[2] <https://ecoflores.eu/pl/c/Glinka-kosmetyczna-i-wegiel-aktywny/401> [Data dostępu: 15.05.2026 r.]

[3] Czarnicka-Skwarek A, Rożek A. Zastosowanie wybranych surowców ilastych w przemyśle kosmetycznym. *Prz. Geol.* 2026;74(2):151-157. doi:10.7306/2026.14.

Opracowanie metody oznaczania witaminy C w kosmetykach techniką IP-HPLC-DAD

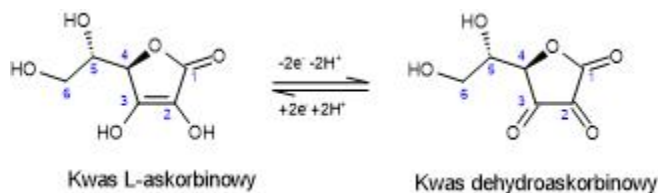
Weronika Serdeń, Katarzyna Kurpet, Grażyna Chwatko

Katedra Chemii Środowiska, Wydział Chemii, Uniwersytet Łódzki, Pomorska 163/165, 90-236 Łódź

weronika.serden@edu.uni.lodz.pl

Kwas L-askorbinowy (AA), znany jako witamina C, jest jednym z najczęściej stosowanych składników aktywnych w preparatach kosmetycznych ze względu na silne właściwości antyoksydacyjne oraz udział w neutralizacji reaktywnych form tlenu¹. Związek ten łatwo ulega przemianom redoks (Rys. 1), prowadzącym do powstania jego utlenionej formy – kwasu dehydroaskorbinowego (DHA). Procesy te mogą powodować stopniową degradację witaminy C oraz obniżyć skuteczność działania produktu. Z tego względu oznaczanie różnych form redoks witaminy C w kosmetykach ma istotne znaczenie dla oceny ich jakości, stabilności oraz bezpieczeństwa².

Celem badań było opracowanie metody oznaczania wolnego kwasu L-askorbinowego oraz całkowitej zawartości witaminy C w preparatach kosmetycznych z zastosowaniem chromatografii par jonowych oraz detektora z matrycą diodową (IP-HPLC-DAD, $\lambda = 264 \text{ nm}$). Analit ekstrahowano poprzez wytrząsanie (5 min, 3500 rpm) w środowisku kwaśnym (bufor fosforanowy, pH 2,5) stabilizowanym dodatkiem wersenianu disodu, aby ograniczyć oksydacyjną degradację badanego związku. W celu oznaczenia całkowitej zawartości witaminy C przeprowadzono redukcję DHA do AA z wykorzystaniem tris(2-karboxyetylo)fosfiny. Analizy chromatograficzne prowadzono na kolumnie Zorbax Eclipse Plus C18 (150 × 4,6 mm, 5 μm), stosując elucję gradientową. Fazę ruchomą stanowił 20 mmol/l bufor fosforanowy (pH 6,0) z dodatkiem 0,5 mmol/l wodorosiarczynu tetrabutylamoniowego jako odczynnik par jonowych (A) oraz metanol (B). Całkowity czas analizy wynosił 20 min. Uzyskane wyniki wskazują, że opracowana metoda może stanowić użyteczne narzędzie w analizie oraz kontroli jakości preparatów kosmetycznych zawierających witaminę C.



Schemat 1. Schemat układu redox: kwas L-askorbinowy, kwas dehydroaskorbinowy

Serdeczne podziękowania dla Pani Doktor Katarzyny Kurpet oraz Pani Profesor Grażyny Chwatko za opiekę naukową, wsparcie merytoryczne i cenne wskazówki podczas realizacji badań

[1] E. Kilian-Pięta. Witamina C jako niezbędny składnik dla skóry człowieka oraz czynniki determinujące jej wchłanianie. *Kosmetologia Estetyczna* 8 (2019) 25-30.

[2] J. Lykkesfeldt. Determination of Ascorbic Acid and Dehydroascorbic Acid in Biological Samples by High-Performance Liquid Chromatography Using Subtraction Methods: Reliable Reduction with Tris[2-carboxyethyl]phosphine Hydrochloride. *Analytical Biochemistry* 282 (2000) 89-93.

Pochodne histaminy i histydyny jako nowe potencjalne terapeutyki

Wiktorija Białek, Joanna Skiba

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

wiktorija.bialek@edu.uni.lodz.pl

Opracowanie nowych strategii walki z patogenami jest obecnie priorytetem chemii medycynej, co wynika bezpośrednio z globalnego kryzysu wywołanego przez zjawisko oporności drobnoustrojów na dotychczas stosowane antybiotyki. W obliczu tego wyzwania coraz bardziej popularna jest metoda chemicznej modyfikacji naturalnych metabolitów, które posiadają aktywność biologiczną.

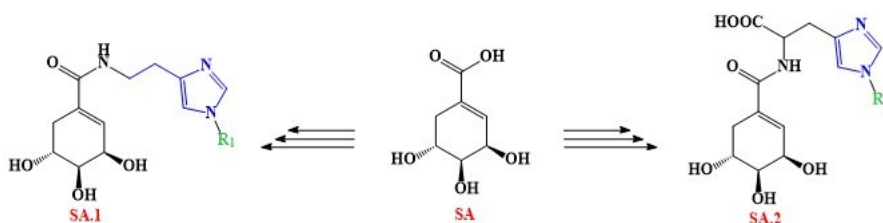
Doskonałym fundamentem dla takich działań jest kwas szikimowy, będący kluczowym ogniwem w metabolizmie roślin i mikroorganizmów. Wybór tego związku podyktowany jest jego wielokierunkowym działaniem, obejmującym nie tylko właściwości przeciwbakteryjne, ale również silne efekty przeciwzapalne i antyoksydacyjne¹. Co więcej, fakt, że szlak szikimowy nie występuje w organizmie człowieka, czyni jego pochodne potencjalnie bezpiecznymi i wysoce selektywnymi kandydatami na leki.

Pochodne histaminy i histydyny stanowią obiecującą grupę związków biologicznie aktywnych o potencjalnym zastosowaniu terapeutycznym w leczeniu chorób zapalnych, neurodegeneracyjnych oraz nowotworowych. Ze względu na zdolność oddziaływania z receptorami histaminowymi oraz wpływ na szlaki metaboliczne i immunologiczne, związki te przyciągają rosnące zainteresowanie w projektowaniu nowych leków.

Głównym założeniem prezentowanych badań jest zaprojektowanie i synteza innowacyjnych pochodnych kwasu szikimowego SA.1 oraz SA.2, w których strukturę wkomponowano pierścienie imidazolowy oraz dodatkowe fragmenty aromatyczne. Połączenie naturalnego szkieletu kwasu szikimowego z aktywnym farmakologicznie imidazolem i specyficznymi właściwościami fizykochemicznymi metali może prowadzić do wzmocnienia aktywności biologicznej otrzymanych układów^{2,3}.

Proces otrzymywania zaprojektowanych związków zrealizowano z wykorzystaniem sprawdzonych procedur klasycznej chemii organicznej. Po zakończeniu reakcji, produkty poddano wieloetapowemu oczyszczaniu przy użyciu technik chromatograficznych, co pozwoliło na uzyskanie substancji o wysokim stopniu czystości. Ostateczne potwierdzenie struktury oraz czystości nowych pochodnych było możliwe dzięki zastosowaniu zaawansowanych metod spektroskopowych, w tym magnetycznego rezonansu jądrowego (NMR), spektroskopii w podczerwieni (IR) oraz spektrometrii mas (MS).

Zgromadzone dane analityczne stanowią solidny fundament do dalszych etapów prac, które skupią się na szczegółowych testach aktywności biologicznej oraz ocenie przydatności tych układów jako nowoczesnych narzędzi w walce z infekcjami bakteryjnymi.



Schemat 1. Synteza pochodnych kwasu szikimowego typu SA.1 oraz SA.2

Badania zostały sfinansowane z projektu Studenckich Grantów Badawczych edycja 2025/2026 oraz przez Naukowe Koło Chemii Kosmetycznej UŁ

[1] Bai J, Wu Y, Bu Q, Zhong K, Gao H. Comparative study on antibacterial mechanism of shikimic acid and quinic acid against *Staphylococcus aureus* through transcriptomic and metabolomic approaches. *LWT*. 2022;153:112441. doi:10.1016/j.lwt.2021.112441

[2] Rossi R, Ciofalo M. An Updated Review on the Synthesis and Antibacterial Activity of Molecular Hybrids and Conjugates Bearing Imidazole Moiety. *Molecules*. 2020;25(21):5133. doi: 10.3390/molecules25215133

[3] Boros E, Dyson PJ, Gasser G. Classification of Metal-based Drugs According to Their Mechanisms of Action. *Chem*. 2020;6(1):41-60. doi:10.1016/j.chempr.2019.10.013

Wielofunkcyjne układy nanostrukturalne jako strategia stabilizacji filtrów UVA i ograniczenia stresu oksydacyjnego

Wiktoria Sobiecka, Marta Starczewska, Elżbieta Adamska, Agata Kowalska, Beata Grobelna

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

w.sobiecka.887@studms.ug.edu.pl

Dostępność wyników badań naukowych przyczynia się do wzrostu świadomości wśród społeczeństwa na temat negatywnego wpływu promieniowania słonecznego. Promieniowanie UV prowadzi nie tylko do bezpośrednich uszkodzeń strukturalnych skóry, ale także do powstawania reaktywnych form tlenu (ROS), które nasilają procesy oksydacyjne i przyspieszają starzenie się komórek¹. Wiele dostępnych filtrów przeciwsłonecznych jest fotochemicznie niestabilnych, co prowadzi do poszukiwania nowych i bardziej skutecznych rozwiązań². W ostatnich latach intensywnie rozwijane są zaawansowane systemy fotoprotekcyjne, w tym układy nanostrukturalne poprawiające właściwości filtrów UV³. W związku z tym coraz większe znaczenie zyskują systemy wielofunkcyjne, łączące właściwości fotoprotekcyjne z aktywnością antyoksydacyjną.

Popularną grupą związków chroniących przed promieniowaniem UVA w kosmetykach stanowią organiczne związki zawierające układy sprzężonych wiązań π oraz grupy karbonylowe, odpowiedzialne za absorpcję promieniowania w tym zakresie. Znane są one jednak z niskiej stabilności i utraty swoich właściwości pod wpływem promieniowania słonecznego. Celem badań było stworzenie innowacyjnych systemów fotoprotekcyjnych, które ograniczałyby ich degradację, poprzez połączenie ich z odpowiednio zaprojektowanymi nośnikami nanostrukturalnymi.

W wyniku syntezy otrzymano nanokompozyty, które następnie połączono z wybranym filtrem organicznym i wprowadzono do kremu bazowego typu olej w wodzie (O/W). Do pomiarów użyto urządzenia Sun Protection Diagnostic SP 37, którego działanie polega na pomiarze zawartości melaniny w naskórku. System analizuje zarówno parametry skóry, jak i wpływ czynników zewnętrznych związanych z porą roku i strefą klimatyczną. Na podstawie uzyskanych danych urządzenie wskazuje, jaki filtr SPF jest zalecany dla badanej skóry. Pomiar przeprowadzono dwuetapowo, zaczynając od wyjściowego stanu, w którym zmierzono bazowy SPF dla skóry niechronionej. W dalszej części badania przeprowadzono analizę, obejmującą pomiary przed ekspozycją na promieniowanie UV oraz po 60-minutowej symulacji słonecznej z wykorzystaniem lampy emitującej światło w zakresie 365–370 nm, w celu oceny zmian stabilności układów.

[1] de Melo Fantato C, Alberto Soares Tenório J, Rolim Baby A. Sunscreen and UV filters: a comprehensive review of formulation, safety, and efficacy. *International Journal of Pharmaceutics*. 2026;696:126852. doi:10.1016/j.ijpharm.2026.126852

[2] Afonso M de S, de Souza PM, dos Santos AL, do Carmo FA, de Freitas ZMF. Revolutionizing Sun Protection: Emerging Nanotechnologies Shaping the Future of Sunscreens. *ACS Pharmacol Transl Sci*. 2026;9(3):545-565. doi:10.1021/acspstsci.5c00738

[3] Bartoszewska M, Adamska E, Kowalska A, Grobelna B. Novelty Cosmetic Filters Based on Nanomaterials Composed of Titanium Dioxide Nanoparticles. *Molecules*. 2023;28(2):645. doi:10.3390/molecules28020645

Potencjał czwartorzędowych soli amoniowych w terapii chorób reumatycznych

Zofia Petka, Aleksandra Ciborowska, Karolina Brzostek, Barbara Dmochowska

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

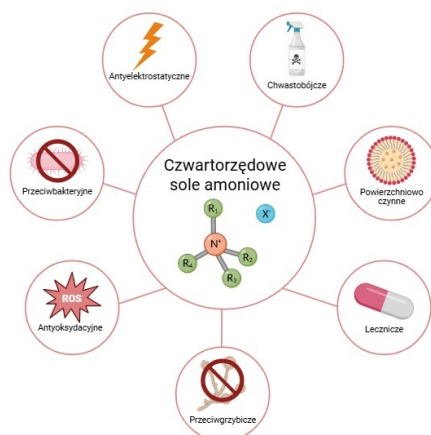
z.petka.783@studms.ug.edu.pl

Czwartorzędowe sole amoniowe (CSA) stanowią grupę kationowych surfaktantów o strukturze obejmującej dodatnio naładowany atom azotu oraz cztery podstawniki organiczne, równoważone obecnością odpowiedniego anionu. Związki te znajdują szerokie zastosowanie w wielu dziedzinach życia (Rysunek 1) między innymi w medycynie, przemyśle oraz rolnictwie^{1,2}.

Rosnąca oporność mikroorganizmów oraz ograniczenia stosowania klasycznych CSA stymulują poszukiwania bardziej aktywnych i ekologicznych analogów, w tym pochodnych cukrów. Mimo że cukry są łatwo dostępnymi substratami, ich przekształcanie w pochodne jonowe wymaga złożonych, wieloetapowych procedur. Aktualne badania koncentrują się na opracowaniu uproszczonych metod syntezy, redukujących liczbę etapów i zwiększających efektywność procesów.

Współczesne leki przeciwreumatyczne dystrybuowane są po całym organizmie, co skutkuje występowaniem działań niepożądanych w różnych narządach. Wprowadzenie D-glukozaminy do struktury czwartorzędowych soli trietyloamoniowych i pirydyniowych pozwoliło skierować lek bezpośrednio do chrząstki, czyli miejsca, które jest celem terapii. Dzięki takiemu ukierunkowaniu lek gromadzi się tam, gdzie jest potrzebny, a jego obecność w innych narządach znacząco się zmniejsza. W efekcie ogranicza to występowanie działań ubocznych oraz zwiększa efektywność działania leku. Modyfikacje CSA na poziomie ich struktury oraz aktywności może stanowić odpowiedź na problem jakim jest nieselektywne działanie substancji leczniczych³.

Celem pracy była synteza CSA pochodnych D-glukozaminy. Pierwsze wyniki wskazują na możliwość dalszej zmiany strukturalnej badanych związków w celu zwiększenia selektywności ich działania.



Rys. 1. Zastosowanie czwartorzędowych soli amoniowych

Podziękowania: Niniejsza praca została sfinansowana z grantu DS. 531-T100-D501-26

[1] Obląg E, Gamin A. Biologiczna aktywność czwartorzędowych soli amoniowych (CSA). PHMD. 2010; 64: 201-211. PMID: 20400784

[2] Roy D, Knapp J.S, Guthrie J.T, Perrier S. Antibacterial cellulose fiber via RAFT surface graft polymerization. Biomacromolecules. 2008; 9: 91-99. doi.org/10.1021/bm700849j

[3] Giraud I, Rapp M, Maurizis J-C, Madelmont J-C. Application to a Cartilage Targeting Strategy: Synthesis and in Vivo Biodistribution of 14C-Labeled Quaternary Ammonium-Glucosamine Conjugates. Bioconjugate Chem. 2000; 11: 212-218. doi.org/10.1021/bc990128+

Zielona rewolucja w syntezie peptydów – bezpieczniejsze alternatywy i inspiracje mechanochemiczne

Adrian Górski

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

adrian.gorski@gumed.edu.pl

Zielona rewolucja w syntezie peptydów – bezpieczniejsze alternatywy i inspiracje mechanochemiczne. Synteza peptydów na nośniku stałym (SPPS) pozostaje powszechnie stosowaną techniką wytwarzania peptydów terapeutycznych, kosmetycznych i diagnostycznych. Klasyczny proces cechuje się jednak wysokim zużyciem toksycznych reagentów i rozpuszczalników, co generuje znaczną ilość niebezpiecznych odpadów¹. Celem niniejszego plakatu jest przedstawienie kluczowych kierunków zielonej optymalizacji SPPS, zgodnych z zasadami zrównoważonej chemii. Przegląd obejmuje nowoczesne podejścia do zastępowania toksycznych odczynników stosowanych do usuwania grupy Fmoc², wprowadzenie bardziej przyjaznych środowisku systemów rozpuszczalnikowych, redukcję liczby etapów przemycania oraz stosowanie alternatywnych grup ochronnych rozpuszczalnych w wodzie. Istotnym elementem jest również rozwój metod nisko- lub bezrozpuszczalnikowych, w tym technik mechanochemicznych^{3,4}, a także automatyzacja procesów. Przedstawione kierunki rozwoju wskazują, że zielona transformacja w syntezie peptydów na nośniku stałym jest nie tylko możliwa, lecz już jest realizowana. Łączy ona utrzymanie wysokiej wydajności i jakości produktu z istotną redukcją wpływu na środowisko.

[1] Ferrazzano L, Catani M, Cavazzini A, et al. Sustainability in peptide chemistry: current synthesis and purification technologies and future challenges. *Green Chem.* 2022;24(3):975-1002. doi:10.1039/D1GC04387K

[2] Luna OF, Van Ly T, Gomez E, et al. Deprotection reagents in Fmoc solid phase peptide synthesis: moving away from piperidine? *Molecules.* 2016;21(11):1542. doi:10.3390/molecules21111542

[3] Maurin O, Verdié P, Subra G, Lamaty F, Martinez J, Métro T-X. Peptide synthesis: ball-milling, in solution, or on solid support, what is the best strategy? *Beilstein J Org Chem.* 2017;13:2087-2093. doi:10.3762/bjoc.13.206

[4] Métro T-X, Colacino E, Martinez J, Lamaty F. Amino acids and peptides in ball milling. In: Ranu B, Stolle A, eds. *Ball Milling Towards Green Synthesis: Applications, Projects, Challenges.* Royal Society of Chemistry; 2015:114-148.

Przegląd metod chromatograficznych oznaczania witaminy C w próbkach biologicznych

Adrian Sobczak

Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii, Katedra Chemii Środowiska, ul. Pomorska 163/165, 90-236 Łódź

adrian.sobczak2@edu.uni.lodz.pl

Kwas L-askorbinowy szerzej znany jako witamina C należy do witamin rozpuszczalnych w wodzie o silnych właściwościach redukujących, utlenia się do kwasu L-dehydroaskorbinowego¹. Witamina C bierze udział w syntezie białek, polepsza przyswajalność żelaza oraz pełni funkcję deoksydanta a przede wszystkim zwiększa odporność organizmu. Ludzie nie są zdolni do syntezy witaminy C w organizmie, wymuszając suplementację z żywnością lub suplementami diety². Dzielne zapotrzebowanie jest wyższe niż w przypadku większości witamin, ponieważ może wynosić do 100 mg. Niedobór kwasu L-askorbinowego przyczynia się do szkorbutu i pogorszenia odporności organizmu, zwiększając ryzyko zachorowań.

Nadmiar witaminy C wydalany jest z organizmu wraz z moczem^{1, 2} co ułatwia jej oznaczenie. Do tej pory w literaturze opisano wiele metod oznaczania witaminy C w żywności, lekach jak i w próbkach biologicznych, dzięki czemu można kontrolować jej stężenie w organizmie. Celem wystąpienia jest przegląd wybranych metod oznaczania kwasu L-askorbinowego w próbkach biologicznych, wykorzystując technikę wysokosprawnej chromatografii cieczowej. Przytoczone zostaną warunki analizy, jak i uzyskane wyniki walidacji.

[1] Babicz-Zielińska, Ewa; Bartoszek, Agnieszka; Drozdowski, Bronisław; Piotrowska, Barbara; Przybyłowski, Piotr; Rutkowska, Jarosława; Sadowska, Maria; Sikorski, Zdzisław E.; Stołyhwo, Andrzej; Wróblewska, Barbara. *Chemia żywności* t.3. Red. Sikorski, Zdzisław E.. Warszawa: Wydawnictwo WNT, 2012, 246 s. ISBN 978-83-63623-87-6

[2] *Żywnienie człowieka. Podstawy nauki o żywieniu*. t. 1. Red. Gawęcki, Jan . Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN, 2022, 739 s. ISBN 978-83-01-22306-9, doi: /han/ibuklibra/https/doi.org/10.53271/2021.04

Rola adsorpcji w procesie fotokatalitycznego usuwania pozostałości farmaceutyków z wykorzystaniem pływających materiałów na bazie azotku węgla

Agnieszka Łakocka, Aleksandra Zahorska

Uniwersytet Gdański, Wydział Chemii, Zakład Dydaktyki i Popularyzacji Nauki, 80-308 Gdańsk, ul. Wita Stwosza 63

aleksandra.zahorska@ug.edu.pl

Obecność mikrozanieczyszczeń farmaceutycznych w środowisku wodnym stanowi istotne wyzwanie dla współczesnych technologii oczyszczania wody. Jednym z obiecujących podejść jest zastosowanie fotokatalizatorów¹ aktywowanych promieniowaniem słonecznym, osadzonych na materiałach na bazie azotku węgla, pełniących funkcję pływających nośników. W takich systemach adsorpcja stanowi istotny etap procesu, który może wpływać na interpretację wyników dotyczących efektywności fotokatalizy².

Celem pracy jest opracowanie podejścia badawczego pozwalającego na rozróżnienie i ilościową ocenę udziału trzech procesów odpowiedzialnych za usuwanie farmaceutyków z roztworu: (i) adsorpcji zachodzącej w warunkach braku światła, prowadzącej do retencji zanieczyszczeń na powierzchni materiału, (ii) fotolizy, rozumianej jako bezpośredni rozkład związków pod wpływem promieniowania bez udziału fotokatalizatora, oraz (iii) fotokatalizy, obejmującej reakcje inicjowane światłem na powierzchni materiału i prowadzące do degradacji związków.

W pracy proponuje się schemat eksperymentalny oparty na układach kontrolnych umożliwiających rozdzielenie wymienionych procesów (adsorpcja w ciemni, fotoliza bez materiału oraz układ fotokatalityczny). Takie podejście pozwoli na weryfikację hipotezy, że adsorpcja, choć stanowi istotny etap wstępny zwiększający dostępność substratu na powierzchni materiału, może jednocześnie prowadzić do przeszacowania efektywności fotokatalizy w przypadku braku jej jednoznacznego rozróżnienia od rzeczywistej degradacji zanieczyszczeń.

Planowane badania mają na celu dostarczenie podstaw do bardziej wiarygodnej oceny skuteczności materiałów fotokatalitycznych oraz lepszego zrozumienia mechanizmów usuwania farmaceutyków z wody, co jest kluczowe dla projektowania efektywnych i zrównoważonych technologii oczyszczania środowiska wodnego.

Projekt współfinansowany przez Narodową Agencję Wymiany Akademickiej
(nr BPN/BCH/2025/00023/00001) oraz Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego
w ramach funduszu DS 531-T130-D507-26

[1] Chong MN, Jin B, Chow CWK, Saint C. Recent developments in photocatalytic water treatment technology: A review. *Water Res.* 2010;44(10):2997-3027. doi:10.1016/j.watres.2010.02.039

[2] Liu J, Zheng L, Gao Y, Ji L, Yang Z, Wang H, et al. TiO₂/p-BC composite photocatalyst for efficient removal of tetracycline from aqueous solutions under simulated sunlight. *Catalysts.* 2024;14(6):357. doi:10.3390/catal14060357

Akumulacja i mobilność zanieczyszczeń w rzecznych osadach dennych

Aurelia Głodowska, Artur Giełdoń, Monika Paszkiewicz, Aleksandra Bielicka-Giełdoń

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

a.glodowska.390@studms.ug.edu.pl

Osady dennie rzek stanowią istotny element obiegu materii w ekosystemach wodnych, pełniąc zarówno funkcję magazynu, jak i wtórnego źródła zanieczyszczeń. W warunkach naturalnych oraz pod wpływem presji antropogenicznej dochodzi do akumulacji w osadach substancji biogennych (głównie związków azotu i fosforu) oraz licznych zanieczyszczeń nieorganicznych i organicznych, takich jak metale (np. Zn, Pb, Cd, Cu, Cr, Ni), wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA), polichlorowane bifenyle (PCB) czy pestycydy chloroorganiczne.

W ostatnich latach coraz większą uwagę zwraca się także na obecność tzw. mikrozanieczyszczeń, w tym farmaceutyków oraz mikroplastiku, które są powszechnie wykrywane w środowisku rzeczonym. Związki te, mimo występowania w niskich stężeniach (rzędu ng/L–µg/L w wodzie i µg/kg w osadach), charakteryzują się wysoką trwałością oraz aktywnością biologiczną. Osady dennie stanowią istotne miejsce ich depozycji ze względu na właściwości sorpcyjne materii organicznej oraz frakcji ilastej. Mikroplastik może dodatkowo pełnić rolę nośnika innych zanieczyszczeń, w tym hydrofobowych związków organicznych oraz metali, co może zwiększać ich biodostępność i potencjalną toksyczność.

Literatura wskazuje, że osady dennie mogą kumulować znaczną część ładunku biogenów doprowadzanych do systemu rzeczego – nawet ponad 90% fosforu może być zdeponowane w przypowierzchniowej warstwie osadu. Jednocześnie stanowią one dynamiczny rezerwuar, z którego składniki te mogą być wtórnie uwalniane do toni wodnej, zwłaszcza w warunkach zmiennych parametrów fizykochemicznych (np. deficytu tlenowego, zmian pH oraz warunków redoks). Analogiczne mechanizmy mogą dotyczyć również metali oraz mikrozanieczyszczeń, których remobilizacja może następować w wyniku zmian środowiskowych lub zaburzeń hydrodynamicznych.

W przypadku dużych rzek nizinnych, takich jak Wisła, osady dennie odzwierciedlają zarówno wpływ zlewni rolniczej (dopływ azotanów i fosforanów), jak i presję miejską oraz przemysłową (metale, związki organiczne oraz mikrozanieczyszczenia pochodzenia komunalnego). Określenie zawartości zanieczyszczeń w osadach dennych umożliwia identyfikację głównych czynników kontrolujących ich akumulację i uwalnianie w systemie rzeczonym. Pozwala również lepiej zrozumieć rolę osadów dennych w kształtowaniu jakości wód oraz w procesach eutrofizacji i transportu zarówno klasycznych, jak i nowo rozpoznanych zanieczyszczeń.

Przygotowano w ramach projektu „Wisła pod mikroskopem molekularnym: nowoczesne technologie analityczne w służbie bioróżnorodności – WISMOL” finansowanego ze środków Fundacji ORLEN DLA POMORZA w ramach programu Wiślany Grant Bioróżnorodności zgodnie z umową nr 2/FOdP/2026

[1] Alfee, S. L., & Bloor, M. C. (2025). A global review of river sediment contamination and remobilization through climate change-induced flooding. *Sustainable Environment*, 11(1). <https://doi.org/10.1080/27658511.2024.2440957>

[2] Podstawy metodyczne i formalno-prawne rozpoznania stanu chemicznego osadów wodnych w Polsce i na ǳwiecie

Znaczenie znamion kukurydzy (*Stigma maydis*) w medycznych i kosmetycznych aspektach terapii stopy cukrzycowej

Eliza Wargala, Agata Kowalska, Elżbieta Adamska, Beata Grobelna

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

eliza.wargala@phdstud.ug.edu.pl

Stigma maydis to wydłużone znamiona słupków żeńskich kwiatów kukurydzy zwyczajnej (*Zea mays* L., rodzina Poaceae). Znamiona kukurydzy osiągają zazwyczaj długość od około 10 do 20 cm i charakteryzują się barwą od jasnozielonej do żółto-brązowej. Stanowią produkt uboczny uprawy kukurydzy, powstający w znacznych ilościach, który rzadko jest wykorzystywany w żywieniu człowieka¹.

Celem niniejszego posteru było przedstawienie aktualnego stanu wiedzy dotyczącego właściwości znamion kukurydzy, ze szczególnym uwzględnieniem potencjalnych zastosowań ich ekstraktów w produktach leczniczych i kosmetycznych oraz znaczenia tego surowca w koncepcji gospodarki o obiegu zamkniętym.

Analiza dostępnych danych literaturowych wskazuje, że znamiona kukurydzy są bogatym źródłem licznych substancji bioaktywnych, takich jak związki fenolowe, flawonoidy, polisacharydy oraz fitosterole, którym przypisuje się właściwości przeciwutleniające i przeciwzapalne². Obecne w nich flawonoidy, a zwłaszcza glikozydy flawonoidowe, wykazują aktywność antyoksydacyjną związaną z obecnością sprzężonych układów aromatycznych oraz grup hydroksylowych w ich strukturze chemicznej. Związki te działają jako donory elektronów i wodoru oraz neutralizatory reaktywnych form tlenu (ROS), przyczyniając się do eliminacji wolnych rodników i regulacji procesów komórkowych. Znamiona kukurydzy zawierają wysokie stężenia związków fenolowych i flawonoidów, a ich aktywność antyoksydacyjna jest porównywalna z innymi surowcami roślinnymi, takimi jak *Mentha piperita*, *Melissa officinalis*, *Ginkgo biloba*, *Thymus serpyllum*, *Salvia officinalis* czy zielona herbata, jednak wyniki takich porównań mogą zależeć od metody ekstrakcji, standaryzacji oraz zastosowanego testu aktywności biologicznej³. Podsumowując ekstrakty pozyskiwane ze znamion kukurydzy mogą stanowić obiecujący składnik wspomagający pielęgnację zmian związanych ze stopą cukrzycową jednak wymagają dalszych badań klinicznych w celu potwierdzenia skuteczności i bezpieczeństwa stosowania.

Dziękujemy Uniwersytetowi Gdańskiemu za sfinansowanie badań w ramach Badań Młodych Naukowców (nr BMN 539-T050-B258-26)

[1] Hasanudin K, Hashim P, Mustafa S. Corn Silk (*Stigma Maydis*) in Healthcare: A Phytochemical and Pharmacological Review. *Molecules*. 2012;17(8):9697-9715. doi:10.3390/molecules17089697

[2] Ho TY, Li CC, Lo HY, Chen FY, Hsiang CY. Corn Silk Extract and Its Bioactive Peptide Ameliorated Lipopolysaccharide-Induced Inflammation in Mice via the Nuclear Factor- κ B Signaling Pathway. *J Agric Food Chem*. 2017;65(4):759-768. doi:10.1021/acs.jafc.6b03327

[3] Lapčík L, Řepka D, Lapčíková B, et al. A Physicochemical Study of the Antioxidant Activity of Corn Silk Extracts. *Foods*. 2023;12(11):2159. doi:10.3390/foods12112159

Biodegradowalne polimery jako alternatywa dla mikroplastiku w sektorze kosmetycznym i chemii gospodarczej

Gabriela Kegler¹, Kinga Kasperkiewicz²

¹ Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Łódzki, Stefana Banacha 12/16, 90-237 Łódź

² IV Liceum Ogólnokształcące im. Stefanii Sempołowskiej w Lublinie, Szkolna 4, 20-124 Lublin

gabriela.kegler@gmail.com

Problem zanieczyszczenia środowiska naturalnego mikroplastikiem stał się jednym z kluczowych wyzwań ekologicznych współczesnego świata. Szczególną grupę wśród mikroplastików stanowią tak zwane mikroplastiki pierwotne. W produktach kosmetycznych oraz środkach czystości pełnią funkcję ścierną, modyfikatorów reologii czy nośników substancji aktywnych. Ze względu na swoje niewielkie rozmiary (do 5 mm) skutecznie omijają systemy filtracji w oczyszczalniach ścieków, gdzie następnie przedostają się do ekosystemów wodnych, gdzie ulegają biokumulacji, stanowiąc zagrożenie dla różnorodności biologicznej.

Transformacja w kierunku „zielonej chemii” jest obecnie determinowana przez restrykcyjne zmiany w legislacji unijnej. Rozporządzenie Komisji (UE) 2023/2055 (REACH) nakłada na producentów obowiązek całkowitego wyeliminowania mikroplastiku z produktów służywalnych, a nadchodzące terminy raportowania do Europejskiej Agencji Chemikaliów (ECHA) w maju 2026 roku wymuszają możliwie jak najszybsze zastosowanie zmian.

Niniejsze opracowanie koncentruje się na analizie możliwości zastąpienia konwencjonalnych polimerów syntetycznych, takich jak polietylen (PE), polipropylen (PP) czy poliuretan (PU), materiałami o wysokim stopniu biodegradowalności.

W pracy poddano analizie trzy główne grupy alternatyw: polimery pochodzenia naturalnego (m.in. celuloza, chitosan, alginiany), polimery biosyntetyczne wytwarzane przez drobnoustroje (polihydroksyalcanoiany – PHA) oraz poliestry alifatyczne pochodzenia roślinnego (kwas polimlekowy – PLA).

Celem tego opracowania jest pokazanie możliwości zastąpienia mikroplastiku biodegradowalnymi polimerami w imię dbałości o ekosystemy wraz z podejściem biznesowym skupiającym się na konkurencyjności rynkowej. Takie podejście pozwala na stworzenie nowej generacji produktów w zgodzie z dbałością o środowisko.

Słowa kluczowe: mikroplastik, biopolimery, biodegradowalność, przemysł kosmetyczny



Rys. 1. Mikroplastik a biodegradowalne polimery

[1] Rozporządzenie Komisji (UE) 2023/2055 z dnia 25 września 2023 r. zmieniające załącznik XVII do rozporządzenia (WE) nr 1907/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie rejestracji, oceny, udzielania zezwoleń i stosowanych ograniczeń w zakresie chemikaliów (REACH) w odniesieniu do mikrocząstek polimerów

[2] European Chemicals Agency (ECHA), Guidance on the restriction of intentionally added microplastics, Version 1.0, March 2025

[3] Lalonde, J. N., Pilia, G., & Marrone, B. L. (2024). Materials designed to degrade: Structure, properties, processing, and performance relationships in polyhydroxyalkanoate biopolymers. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, 46, 100882

[4] Kumar, R., Singh, N., & Singh, R. An introduction of biodegradable polymers, modes of biodegradation and designing of biodegradable polymers. Dept. of Pharmacy,

[5] Kowalczyk, M., Żurowska, A., Biodegradacja polimerów alifatycznych w środowisku wodnym – wyzwania analityczne, " Przemysł Chemiczny", 2025, t. 104, nr 2.

Barwniki z grupy BODIPY – Właściwości i zastosowania

Julia Kretkowska, *Angelika Jaborska, Magdalena Rapp*

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, ul. Wieniawskiego 6, 61-664 Poznań

magdrapp@amu.edu.pl

Barwniki z grupy BODIPY, czyli pochodnych BOrono-DIPirometenowych stanowią dużą rodzinę syntetycznych barwników organicznych, opartych na rdzeniu 4,4-difluoro-4-bora-3a,4a-diaza-s-indacenów, w których centralnie położony atom boru połączony jest z dwoma pierścieniami pirolowymi^{1,2}. Cykliczna struktura oraz skoniugowane wiązania podwójne sprawiają, że związki te posiadają wysoki współczynnik absorpcji światła, stabilność fotochemiczną, oraz znaczną wydajność kwantową fluorescencji. Dodatkowo, w zależności od potrzeb istnieje też możliwość zmian reaktywności chemicznej w celu otrzymania pożądaných właściwości.^{1,2}

W naszej prezentacji przedstawione zostanie najróżnorodniejsze zastosowanie tych barwników. BODIPY wykorzystano jako sondy fluorescencyjne¹, w bioobrazowaniu komórek jako rotory molekularne, w tym w badaniach wpływu stresu osmotycznego na błonach białkowo-lipidowych komórek roślinnych³. Związki te zostały użyte jako fotosensybilizatory, gdzie pod wpływem światła o odpowiedniej długości fali generują reaktywne formy tlenu (ROS) co wykorzystywano także w terapii fotodynamicznej (PDT)⁴. Okazało się także, że związki te oddziałują z G-tetrapleksami DNA⁵, co może być także wykorzystane w diagnostyce i terapii różnych chorób. Swoim zastosowaniem wykraczają poza bioobrazowanie oraz biomedycynę^{1,2}, występują również jako światłoczułe barwniki w ogniwach słonecznych⁴.

Badania finansowane przez Program Inicjatywa Doskonałości-Uczelnia Badawcza ID-UB 201/34/UAM/0021 oraz ID-UB 201/34/UAM/0022

[1] Boens N, Leen V, Dehaen W. Fluorescent Indicators Based on BODIPY. *Chem. Soc. Rev.* 2012, 41, 1130–1172, doi: 10.1039/C1CS15132K

[2] Gurubasavaraj PM, Sajjan VP, Muñoz-Flores BM, Jiménez Pérez VM, Hos-mane NS. Recent Advances in BODIPY Compounds: Synthetic Methods, Optical and Nonlinear Optical Properties, and Their Medical Applications. *Molecules* 2022, 27(6), 1877, doi: 10.3390/molecules27061877

[3] Skrzypczak T, Pochylski M, Rapp M, Wojtaszek P, Kasproicz-Maluśki A, The viscoelastic properties of *Nicotiana tabacum* BY-2 suspension cell lines adapted to high osmolarity, *BMC Plant Biol.* 2025, 25, 255, doi: 10.1186/s12870-025-06232-3

[4] Yadav IS, Misra R. Design, Synthesis and Functionalization of BODIPY Dyes: Applications in Dye-Sensitized Solar Cells (DSSCs) and Photodynamic Therapy (PDT). *J. Mat. Chem. C* 2023, 11 (26), 8688–8723, doi: 10.1039/D3TC00171G

[5] Żubertowski J, Rapp M, Dolicher J, Rubís B, Dembska A. Investigation of simple BODIPY dyes as G quadruplex recognizing ligands *RSC Advances* 2025, 15(7), 5220–5231, doi: 10.1039/D4RA08464K

Perspektywy leków na bazie konopi w świetle badań farmakokinetycznych Δ 9-THC i CBD u ludzi

Magdalena Kaszewska¹, Katarzyna Sztormowska-Achranowicz², Agnieszka Mosińska¹, Václav Trojan^{3,4}, Patrik Schreiber³, Nikolas Balog³, Tomasz Bączek¹, Anna Roszkowska¹

¹ Katedra i Zakład Chemii Farmaceutycznej, Wydział Farmaceutyczny, Gdański Uniwersytet Medyczny, Gdańsk, Polska

² Katedra i Zakład Farmakologii, Wydział Lekarski, Gdański Uniwersytet Medyczny, Gdańsk, Polska

³ Cannabis Facility, St. Anne's University Hospital Brno, Brno, Czech Republic

⁴ Department of Natural Drugs, Faculty of Pharmacy, Masaryk University, Brno, Czech Republic

m.kaszewska@gumed.edu.pl

Konopie siewne (*Cannabis sativa* L.) zawierają ponad 120 fitokannabinoidów, spośród których kluczową rolę odgrywają Δ 9-tetrahydrokannabinol (Δ 9-THC) oraz kannabidiol (CBD). Związki te działają poprzez receptory kannabinoidowe CB1 i CB2, wywierając wielokierunkowe efekty farmakologiczne w ośrodkowym i obwodowym układzie nerwowym. Δ 9-THC wykazuje działanie psychoaktywne, przeciwbólowe i przeciwwymiotne, natomiast CBD – działanie przeciwdrgawkowe, przeciwzapalne, neuroprotektoryjne i anksjolityczne. Produkty lecznicze na bazie konopi są dostępne w różnych postaciach farmaceutycznych i mogą być podawane wieloma drogami: inhalacyjną, doustną i przezskórną.

Celem pracy był przegląd i aktualizacja wiedzy na temat profili farmakokinetycznych Δ 9-THC i CBD u ludzi, ze szczególnym uwzględnieniem badań opublikowanych w latach 2020–2025. Analiza objęła parametry farmakokinetyczne takie jak AUC, C_{max} i T_{max} , w zależności od drogi podania, postaci farmaceutycznej, dawki oraz czynników indywidualnych pacjenta.

Wykazano, że droga podania w istotny sposób determinuje profil farmakokinetyczny obu kannabinoidów. Inhalacja zapewnia najszybsze wchłanianie i najwyższe wartości C_{max} , omijając efekt pierwszego przejścia, jednak utrudnia precyzyjne dawkowanie. Podanie doustne charakteryzuje się opóźnionym wchłanianiem i zmienną biodostępnością, na którą wpływają m.in. posiłki wysokotłuszczowe, rodzaj nośnika oraz efekt pierwszego przejścia. Nowoczesne systemy dostarczania leków – nanoformulacje, inhalatory suchego proszku czy systemy SNEDDS – wykazują obiecujące właściwości w zakresie poprawy biodostępności. Metabolizm obu związków przebiega głównie w wątrobie z udziałem enzymów CYP450, a jego przebieg zależy od polimorfizmów genetycznych, płci i interakcji lekowych.

Znaczna zmienność międzyosobnicza parametrów farmakokinetycznych Δ 9-THC i CBD wymaga indywidualizacji terapii kannabinoidowej. Konieczne są dalsze, dobrze zaplanowane badania kliniczne w populacjach szczególnych, w tym pediatrycznych i geriatrycznych, a także badania nad optymalizacją formulacji i długoterminowym bezpieczeństwem stosowania kannabinoidowych produktów leczniczych.

[1] Kaszewska M, Woźniczka K, Sztormowska-Achranowicz K, et al. Perspectives of cannabis-based medicines in a view of pharmacokinetic studies of Δ 9-THC and CBD in humans. *Biomed Pharmacother.* 2025;192:118673. doi:10.1016/j.biopha.2025.118673

Mezoporowate materiały węglowe jako efektywne adsorbenty antybiotyków z grupy tetracyklin

Weronika Jędrzak, *Profesor UAM dr hab. Joanna Gościańska*

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, Wydział Chemii w Poznaniu, 61-614 Poznań

weronika_jedrzak@o2.pl

Rosnące zanieczyszczenie środowiska wodnego antybiotykami wpływa na jakość wody, ekosystem oraz zdrowie publiczne. Tetracykliny stanowią szeroko stosowaną grupę antybiotyków o działaniu bakteriostatycznym, których mechanizm opiera się na hamowaniu biosyntezy białek. Ze względu na ich powszechne użycie w medycynie, związki te są często wykrywane w wodach środowiskowych, a ich usuwanie konwencjonalnymi metodami oczyszczania ścieków jest ograniczone. W odpowiedzi na rosnące zagrożenie poszukuje się skutecznych metod usuwania tych związków z wód¹⁻².

W pracy przedstawiono syntezę oraz charakterystykę fizykochemiczną mezoporowatych materiałów węglowych, które wyróżniają się wysoką powierzchnią właściwą oraz uporządkowaną strukturą porów. Mezoporowate materiały węglowe są otrzymywane metodą twardego i miękkiego odwzorowania z wykorzystaniem różnych matryc i prekursorów węglowych. Mogą być stosowane w procesach adsorpcyjnych, katalitycznych oraz magazynowaniu energii. Umożliwiają efektywne wychwytywanie cząsteczek m.in. antybiotyków z grupy tetracyklin o szerokim spektrum działania za pomocą oddziaływań hydrofobowych³⁻⁵.

Dzięki swoim właściwościom fizykochemicznym mezoporowate materiały węglowe wykazują wysoką efektywność adsorpcji zanieczyszczeń organicznych. W związku z tym stanowią obiecującą grupę adsorbentów w technologiach oczyszczania wód, przyczyniając się do ograniczenia negatywnego wpływu farmaceutyków na środowisko.

[1] X. Lin, M. Su, F. Fang, J. Hong, Y. Zhang, S.-F. Zhou Hierarchically Annular Mesoporous Carbon Derived from Phenolic Resin for Efficient Removal of Antibiotics in Wastewater. *Molecules* 2022, 27(19), 6735.

[2] D. Kounatidis, M. Dalamaga, E. Grivakou, I. Karampela, P. Koufopoulos, V. Dalopoulos, N. Adamidis, E. Mylona, A. Kaziani, N. G. Vallianou Third-Generation Tetracyclines: Current Knowledge and Therapeutic Potential. *Biomolecules*, 2024, 14(7), 783

[3] J. Choma Mikromezoporowate węgle: otrzymywanie, właściwości, zastosowanie. *Inżynieria i Ochrona Środowiska*, 2013, t. 16, nr 2, s. 163-178

[4] K. Michalak, M. Barczak, A. Dąbrowski Otrzymywanie mezoporowatych materiałów węglowych i ich zastosowanie w adsorpcji i katalizie. *Nauka dla środowiska UMCS Lublin*, 2016 r. 8, s. 145-160

[5] P. Niebrzydowska, P. Kuśtrowski Mezoporowate materiały węglowe uzyskiwane na bazie krzemionek *Inżynieria i ochrona środowiska*. 2010, t. 13, s. 273–286.

LISTA UCZESTNIKÓW

Adam Stefan Taszner	17	Lena Terzyjska	65
Adrian Górski	93	Łukasz Kmiecik	66
Adrian Sobczak	94	Maciej Hiller	27
Agata Wejman- Leszkiewicz	43	Maciej Prudel	67
Agnieszka Konopacka	18	Magdalena Herok	41
Agnieszka Marczyńska	21	Magdalena Kaszewska	100
Agnieszka Piotrowska	44	Malwina Plucińska	68
Aleksander Klatka	55	Małgorzata Król	69
Aleksandra Lidwin	46	Małgorzata Sokołowska	70
Aleksandra Rydz	47	Marita Samburska	28
Aleksandra Zahorska	95	Marta Kalińska	29
Alicja Kin	48	Marta Starczewska	71
Alicja Piekarska	49	Martyna Imińska	72
Angelika Jaborska	50	Martyna Kaliszewska	73
Antoni Szykuła	38	Martyna Kniaś	30
Aurelia Głodowska	96	Martyna Płodzik	74
Barbara Matusiewicz	51	Mehrab Malekshahi Nejad	31
Beata Ciszewska	52	Michalina Jelińska	75
Daria Komkowska	39	Michał Jensko	32
Dominika Kucińska	22	Michał Szymankiewicz	76
Eliza Wargala	97	Monika Kusiak	77
Emilia Duchowska	53	Nasir Shakeel	33
Emilia Kowalczyk	54	Natalia Matwiej	78
Gabriela Kegler	98	Natalia Szemiel	79
Gabriela Mirecka	55	Natalia Tomczyńska	80
Henryk Myszka	19	Olivia Jeżewska	81
Ivan Markin	23	Patrycja Felczerek	82
Izabela Rybicka	56	Patryk Bartnicki	83
Jakub Kaczmarzyk	57	Patryk Stohnij	34
Jakub Telszewski	24	Paulina Kubacka	84
Julia Głowińska	56	Paulina Wiśniewska	35
Julia Jakubaszek	59	Piotr Smolec	85
Julia Kretkowska	99	Stanisław Dettlaff	86
Julia Pilarska	60	Stefan Bagieński	87
Justyna Łuczak	20	Sylwia Gajewska	88
Kacper Kępka	25	Weronika Ejm	36
Karina Kwoka	61	Weronika Jędrzak	101
Karol Zawodniak	40	Weronika Serdeń	89
Katarzyna Michalak	60	Wiktoria Białek	90
Khira Tamari	26	Wiktoria Mallek	37
Klaudia Czarnecka	63	Wiktoria Sobiecka	91
	64	Wiktoria Wójcik	42
Klaudia Lanczewska-Bejenka		Zofia Petka	92



Uniwersytet
Gdański

