

UWOLNIJ UMYSŁ



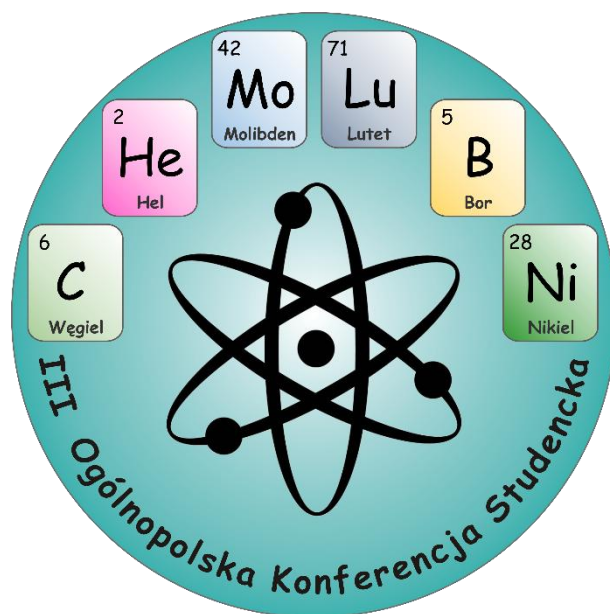
**III Ogólnopolska
Konferencja Studencka
CHeMoLuBNi**

KSIĄŻKA ABSTRAKTÓW

Łódź, 25 maja 2026 r.

III OGÓLNOPOLSKA KONFERENCJA STUDENCKA

CHeMoLuBNi



pod patronatem

J.M. Rektora Uniwersytetu Łódzkiego

Prof. dr hab. Rafała Matery



Patronat Rektora
Uniwersytetu Łódzkiego

Łódź, 25 maja 2026 roku

SKŁAD I REDAKCJA KSIĄŻKI ABSTRAKTÓW

dr hab. Mariola Brycht, prof. UŁ
dr Barbara Burnat
dr Andrzej Leniart

Niniejsze materiały konferencyjne zostały przygotowane na podstawie materiałów nadesłanych przez uczestników III Ogólnopolskiej Konferencji Studenckiej CHEMoLuBNi.

Redakcja nie ponosi odpowiedzialności za treść publikowanych streszczeń.

Zdjęcie na okładce: „Zaprojektowane przez Freepik”

Publikacja jest udostępniona na licencji Creative Commons
Uznanie autorstwa-Użycie niekomercyjne-Bez utworów zależnych 4.0 (CC BY-NC-ND)

Książka dostępna
jako e-book

e-ISBN 978-83-8445-064-2

<https://doi.org/10.18778/8445-064-2>



Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego
ul. Jana Matejki 34a, 90-237 Łódź
www.wydawnictwo.uni.lodz.pl

KOMITETY

Komitet Naukowy

dr hab. Anna Wrona-Piotrowicz, prof. UŁ
dr hab. inż. Magdalena Jabłońska, prof. UŁ
dr hab. Paweł Kubalczyk, prof. UŁ
dr hab. Zdzisław Kinart, prof. UŁ

Komitet Organizacyjny

dr hab. Mariola Brycht, prof. UŁ – przewodnicząca
dr Barbara Burnat
dr Andrzej Leniart
dr inż. Amanda Leda
mgr Maryia-Mazhena Dzemidovich
mgr Sandra Chmiel
mgr Adrian Warcholiński
Alicja Mokrosińska
Aleksandra Rydz
Julia Głowińska
Malwina Plucińska

SPONSORZY



O KONFERENCJI

III Ogólnopolska Konferencja Studencka CHeMoLuBNi jest wydarzeniem skierowanym do studentów studiów I oraz II stopnia z całej Polski, reprezentujących dyscyplinę nauk chemicznych. Konferencja jest otwarta dla wszystkich młodych naukowców, którzy prowadzą badania podczas studiów, m. in. w ramach prac licencjackich i magisterskich, realizują granty badawcze, Indywidualny Program Studiów lub odbywają praktyki.

Konferencja CHeMoLuBNi obejmuje różnorodne tematy, które odzwierciedlają szeroki zakres zainteresowań badawczych w dziedzinie chemii. Uczestnicy mają możliwość zaprezentowania swoich prac badawczych lub popularno-naukowych w ramach sesji posterowej oraz wysłuchania wykładów plenarnych poprowadzonych przez doświadczonych naukowców.

Dla wielu uczestników konferencja CHeMoLuBNi jest pierwszym krokiem w kierunku rozwoju naukowego. Stanowi ona doskonałą okazję do zdobycia doświadczenia w prezentowaniu wyników badań własnych czy popularno-naukowych, wymiany wiedzy i doświadczeń między młodymi naukowcami z całej Polski, a także do nawiązania cennych kontaktów naukowych. Spotkanie tego rodzaju umożliwi również nawiązanie nowych znajomości i przyjaźni.

To dla nas ogromna satysfakcja, że Ogólnopolska Konferencja Studencka CHeMoLuBNi jako wydarzenie cykliczne wpisała się na stałe w kalendarz konferencji naukowych skierowanych dla wszystkich studentów reprezentujących dyscyplinę nauk chemicznych w Polsce.

*Komitet Organizacyjny
III Ogólnopolskiej Konferencji Studenckiej CHeMoLuBNi*

PROGRAM SZCZEGÓŁOWY

III Ogólnopolskiej Konferencji Studenckiej CHeMoLuBNi

8 ³⁰ – 9 ³⁰	Rejestracja uczestników i rozwieszanie posterów
9 ³⁰ – 9 ⁴⁵	Uroczyste otwarcie Konferencji
9 ⁴⁵ – 10 ¹⁵	Wykład zaproszonego gościa I prof. dr hab. Grzegorz Celichowski Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii <i>Małe rozmiary, wielkie możliwości: jak nanomateriały kształtują współczesną technologię</i>
10 ¹⁵ – 10 ³⁰	Przerwa kawowa
10 ³⁰ – 13 ⁰⁰	Sesja posterowa
13 ⁰⁰ – 13 ¹⁵	Przerwa kawowa
13 ¹⁵ – 13 ⁴⁵	Wykład zaproszonego gościa II dr Karolina Kwaczyński Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii <i>Płacz, haj i dreszcze na talerzu – kuchnia jako manipulator emocji</i>
13 ⁴⁵ – 14 ⁰⁵	Prezentacja przedstawiciela firmy Aflofarm
14 ⁰⁵ – 14 ²⁵	Uroczyste zamknięcie Konferencji
14 ²⁵ – 15 ⁰⁰	Demontaż posterów

WYKŁADY ZAPROSZONYCH GOŚCI

Małe rozmiary, wielkie możliwości: jak nanomateriały kształtują współczesną technologię

Grzegorz Celichowski

*Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii, Katedra Technologii i Chemii Materiałów,
ul. Pomorska 13, 90-236 Łódź
e-mail osoby prezentującej: grzegorz.celichowski@chemia.uni.lodz.pl*

Współczesna nanotechnologia nie jest jedynie sztuką zmniejszania rozmiarów znanych materiałów, lecz przede wszystkim metodą projektowania nowych funkcji poprzez kontrolę struktury w skali nanometrycznej. W tej skali o właściwościach materiału zaczynają decydować zjawiska, które w materiałach makroskopowych mają znaczenie drugorzędne lub w ogóle nie są obserwowane: bardzo duży udział atomów powierzchniowych, lokalne pola elektromagnetyczne, efekty kwantowe (powierzchniowy rezonans plazmonowy), kształt cząstek, architektura sieci, chemia interfejsu oraz sposób oddziaływania z układami biologicznym lub technicznymi. Dlatego nanocząstki lub nanodruć srebra oraz złota nie są po prostu drobnymi fragmentami metalu, ale odrębnymi układami materiałowymi, których właściwości wynikają z relacji między rdzeniem, powierzchnią, ligandem, powłoką i środowiskiem, w którym się znajdują.

Wykład przedstawia nanomateriały jako platformy technologiczne, których właściwości można świadomie kształtować od poziomu syntezy aż po zastosowanie. Szczególna uwaga zostanie poświęcona nanostrukturom metalicznym i hybrydowym rozwijanym w badaniach zespołu Katedry Technologii i Chemii Materiałów: nanocząstkom srebra i złota, nanodrutem srebra, układom typu core–shell oraz cienkim powłokom funkcjonalnym. Omówiona zostanie rola rozmiaru i geometrii nanostruktur, chemii powierzchni, w tym modyfikacji ligandami organicznymi oraz powłokami tlenkowymi na: stabilność, reaktywność, bioaktywność oraz trwałość nanomateriałów.

Istotnym przesłaniem wykładu będzie pokazanie, że użyteczność nanomateriału nie kończy się na wykazaniu interesującej właściwości fizycznej lub chemicznej. Materiał przeznaczony do realnej technologii musi być powtarzalny, dobrze scharakteryzowany, stabilny w środowisku pracy, kompatybilny z podłożem, możliwy do skalowania oraz bezpieczny dla użytkownika i środowiska. Z tego powodu współczesna nanotechnologia coraz silniej łączy syntezę, zaawansowaną charakterystykę, analizę mechanizmów działania, ocenę toksyczności oraz podejście SSbD (Safe and Sustainable by Design) realizowane w ramach projektu CheMatSustain. Główna teza wykładu brzmi więc następująco: **wykorzystanie nanomateriałów daje wielkie możliwości tylko wtedy, gdy potrafimy kontrolować nie tylko sam ich rozmiar, ale cały układ opisany przez: kształt, powierzchnię, interfejs, trwałość i odpowiedzialność zastosowania tych zaawansowanych materiałów.**

The project CheMatSustain under No. 101137990 has received founding from the European Union under the Horizon Europe Programme. <https://chematsustain.eu/>

Płacz, haj i dreszcze na talerzu – kuchnia jako manipulator emocji

Karolina Kwaczyński

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

e-mail osoby prezentującej: karolina.kwaczynski@chemia.uni.lodz.pl

Kuchnia to nie tylko miejsce przygotowywania posiłków, ale prawdziwe laboratorium emocji. Codzienne produkty spożywcze potrafią w zaskakujący sposób wpływać na nasze odczucia – od wywołania łez, przez nagłą falę euforii, aż po przyjemne dreszcze na skórze [1] (Rys. 1).

Podczas krojenia cebuli wielu z nas doświadcza niekontrolowanego płaczu. Papryczki chili sprawiają, że po pierwszym palącym uderzeniu pojawia się wyraźny „haj” i poczucie przyjemności [2]. Z kolei mięta przynosi charakterystyczne orzeźwienie i dreszcze. Podobnie intensywne reakcje wywołują wasabi, chrzan czy musztarda [3].

Te zaskakujące efekty nie są przypadkowe. Za każdym z nich stoją konkretne związki chemiczne obecne w żywności, które bezpośrednio oddziałują na nasz układ nerwowy. Mózg zostaje w sprytny sposób „oszukany”, interpretując zwykłe składniki kuchni jako zagrożenie lub nagrodę, uruchamiając silne reakcje emocjonalne i fizjologiczne.

Przedstawiona tematyka łączy chemię, biologię i psychologię, pokazując, że kuchnia to znacznie więcej niż tylko źródło kalorii. To fascynująca przestrzeń, w której chemia spotyka się z ludzkimi emocjami, a kilka prostych produktów potrafi skutecznie manipulować naszym samopoczuciem.



Rysunek 1. Kuchenne produkty a reakcje emocjonalne człowieka.

Literatura:

- [1] E. Block, Garlic and Other Alliums: The Lore and the Science, Royal Society of Chemistry, 2010.
- [2] H. Knotkova, M. Pappagallo, A. Szallasi, Clin. J. Pain 24 (2008) 142–154.
- [3] D.D. McKemy, TRPM8: The Cold and Menthol Receptor, w: TRP Ion Channel Function in Sensory Transduction and Cellular Signaling Cascades, CRC Press, 2007.

POSTERY Z BADAŃ WŁASNYCH

Chromatografia gazowa sprzężona ze spektrometrią mas jako narzędzie do weryfikacji autentyczności i kontroli jakości składu chemicznego produktów perfumeryjnych

Monika Abramczyk, Kamil Makowski, Justyna Piechocka
Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii, Katedra Chemii Środowiska,
ul. Pomorska 163/165, 90-236 Łódź
e-mail osoby prezentującej: monika.abramczyk@edu.uni.lodz.pl

Wyroby perfumeryjne to produkty kosmetyczne, których zadaniem jest przekazywanie i utrwalanie na skórze złożonej, lotnej kompozycji zapachowej. Zalicza się do nich perfumy oraz wody perfumowane, toaletowe, kolońskie i odświeżające, różniące się zawartością koncentratu zapachowego. Są to jedne z najbardziej złożonych pod względem składu chemicznego produktów codziennego użytku. Ze względu na wysoką cenę markowych wyrobów perfumeryjnych, szczególnie perfum zawierających najwyższe stężenie kompozycji zapachowej, na rynku pojawia się coraz więcej tańszych odpowiedników i podróbek o bardzo podobnym zapachu oraz zbliżonym wyglądzie opakowań.

W związku z rosnącą popularnością tego procederu istnieje realna potrzeba opracowywania metod umożliwiających skuteczną weryfikację autentyczności oraz kontrolę jakości składu chemicznego produktów perfumeryjnych. W analityce perfum istotną rolę odgrywa technika chromatografii gazowej sprzężona ze spektrometrią mas (GC-MS). Większość dostępnych metod opiera się na analizie celowanej, ukierunkowanej na oznaczenie wybranych składników perfum, zwykle tych najcenniejszych. Ostatnio coraz większe znaczenie zyskują jednak metody niecelowane, umożliwiające uzyskanie charakterystycznego „chemicznego odcisku palca” badanego produktu i porównanie go z profilem oryginalnych wyrobów.

W ramach przeprowadzonych badań opracowaliśmy uniwersalną metodę oznaczania szerokiego spektrum lotnych składników obecnych w próbkach perfum z wykorzystaniem techniki GC-MS. Następnie przeprowadziliśmy analizę jakościową wybranych markowych oraz alternatywnych wyrobów perfumeryjnych dostępnych na rynku. Uzyskane chromatogramy oraz profile chemiczne pozwoliły na porównanie składu badanych próbek i ocenę podobieństw oraz różnic pomiędzy produktami oryginalnymi a ich zamiennikami. Wykazałam, że analiza niecelowana typu *fingerprint* umożliwia identyfikację charakterystycznych cech składu chemicznego perfum oraz może stanowić skuteczne narzędzie wspomagające ocenę autentyczności i jakości produktów perfumeryjnych. Rezultaty przeprowadzonych badań wskazują na możliwość zastosowania opracowanej metody nie tylko w środowisku akademickim (ćwiczenia praktyczne dla studentów), ale także w laboratoriach przemysłowych zajmujących się oceną jakości i weryfikacją autentyczności wyrobów perfumeryjnych.

Badania są finansowane w ramach programu Studenckie Granty Badawcze Uniwersytetu Łódzkiego.

Barwniki solwatochromowe jako potencjalne układy sensoryczne do detekcji materiałów wybuchowych

Magdalena Badurska

*Wojskowa Akademia Techniczna im. Jarosława Dąbrowskiego, Wydział Nowych Technologii i Chemii,
ul. Gen. Sylwestra Kaliskiego 2, 00-908 Warszawa
e-mail osoby prezentującej: magdalena.badurska@student.wat.edu.pl*

Materiały wybuchowe stanowią szczególną grupę substancji chemicznych zdolnych do gwałtownych przemian egzotermicznych, którym towarzyszy wydzielanie znacznych ilości energii oraz produktów gazowych [1,2]. Ze względu na zagrożenia związane z ich niekontrolowanym użyciem oraz rosnące znaczenie improwizowanych materiałów wybuchowych, konieczne jest opracowywanie szybkich i skutecznych metod ich wykrywania [3,4]. Wśród nowoczesnych metod analitycznych coraz większe zainteresowanie budzą techniki optyczne wykorzystujące zjawisko solwatochromii [5].

Celem pracy była ocena możliwości zastosowania wybranych barwników solwatochromowych jako układów sensorycznych do jakościowej analizy materiałów wybuchowych.

Solvatochromizm jest zjawiskiem polegającym na zmianie położenia pasma absorpcyjnego barwnika w widmie UV-Vis pod wpływem zmiany polarności środowiska. Efekt ten odzwierciedla oddziaływanie pomiędzy cząsteczką barwnika a otaczającym ją medium, dzięki czemu związki solwatochromowe mogą pełnić funkcję sond środowiskowych [5]. Badaniu poddano najbardziej popularne barwniki solwatochromowe – merocyjaninę Brookera (MOED) oraz betainę-30. Dobrano odpowiedni rozpuszczalnik oraz stężenia roztworów w celu sprawdzenia oddziaływań z wybranymi materiałami wybuchowymi. Analizy prowadzono z wykorzystaniem spektroskopii UV-Vis, obserwując zmiany właściwości optycznych badanych układów po kontakcie z materiałami wybuchowymi.

Uzyskane wyniki wskazują, że barwniki solwatochromowe mogą stanowić obiecujące narzędzie do jakościowej analizy materiałów wybuchowych. Zaobserwowane zmiany właściwości optycznych potwierdzają możliwość wykorzystania zjawiska solwatochromii w projektowaniu szybkich i prostych metod detekcji wybranych substancji wybuchowych.

Literatura:

- [1] S. Cudziło, A. Maranda, J. Nowaczewski, R. Trębiński, W. Trzciński, *Wojskowe Materiały wybuchowe*, Politechnika Częstochowska, Częstochowa 2000.
- [2] L. Stępień, P. Fonrobert, J. Borkowski, *Elementy jakości, budowy i konstrukcji oraz właściwości materiałów wybuchowych środków bojowych*, Wojskowy Instytut Techniczny Uzbrojenia, 2013.
- [3] M. Szczurek, *Nowoczesne metody wykrywania materiałów wybuchowych w służbie bezpieczeństwa publicznego*, Wydawnictwo CNBOP-PIB, 2015, tom 39, nr 3.
- [4] J. Yinon, S. Zitrin, *Modern Methods and Applications in Analysis of Explosives*. Wiley, 1993.
- [5] C. Reichardt, T. Welton, *Solvents and Solvent Effects in Organic Chemistry*, 4th Edition, Wiley-VCH, 2011.

Wpływ modyfikacji ekstraktem roślinnym i kwasem chlorogenowym na właściwości hydrożeli żelatynowych

Natalia Baka¹, Magdalena Malinowska¹, Katarzyna Bialik-Wąs², Mateusz Barczewski³

¹*Politechnika Krakowska, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej,
Katedra Chemii i Technologii Organicznej, ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków*

²*Politechnika Krakowska, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej,
Katedra Chemii i Technologii Polimerów, ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków*

³*Politechnika Poznańska, Wydział Inżynierii Mechanicznej, Instytut Technologii Materiałów,
ul. Piotrowo 3, 61-138 Poznań*

e-mail osoby prezentującej: natalia.baka@student.pk.edu.pl

Rozwój biomateriałów hydrożelowych wiąże się z zainteresowaniem wykorzystaniem naturalnych związków jako czynników sieciujących, stanowiących alternatywę dla syntetycznych odpowiedników, często wykazujących działanie toksyczne. Szczególną uwagę zwracają surowce będące produktami ubocznymi przemysłu spożywczego. Do tej grupy należą między innymi wyłoki śliwkowe, będące cennym źródłem związków bioaktywnych o właściwościach przeciwutleniających. Znaczący potencjał wykazuje również kwas chlorogenowy, należący do grupy polifenoli, który może wspomagać tworzenie struktur żelowych w układach białkowych oraz wpływać na zwiększenie stabilności otrzymanych materiałów [1-3]. Celem badań było opracowanie hydrożeli żelatynowych zawierających ekstrakty z wyłoków śliwkowych oraz kwas chlorogenowy, a następnie ocena wpływu tych dodatków na właściwości otrzymanych materiałów oraz reakcję sieciowania. Charakterystykę hydrożeli przeprowadzono z wykorzystaniem spektroskopii FTIR, analizy pęcznienia, skaningowej mikroskopii elektronowej (SEM) oraz analizy termogravimetrycznej (TG). Uzyskane widma FTIR potwierdziły obecność charakterystycznych ugrupowań funkcyjnych związanych z matrycą żelatynową oraz dodatkami pochodzenia roślinnego. Badania pęcznienia wykazały zdolność hydrożeli do absorpcji środowiska wodnego przy jednoczesnym zachowaniu integralności strukturalnej. Obserwacje SEM wskazały na względnie jednorodną organizację mikrostruktury bez obecności wyraźnych aglomeratów. Otrzymane wyniki sugerują, że ekstrakty z wyłoków śliwkowych oraz kwas chlorogenowy mogą stanowić wartościowe składniki funkcjonalne hydrożeli żelatynowych, umożliwiając jednocześnie wzbogacenie materiału w związki o potencjale przeciwutleniającym. Wykorzystanie produktów ubocznych przemysłu spożywczego wpisuje się ponadto w założenia zrównoważonego rozwoju i może sprzyjać projektowaniu nowoczesnych biomateriałów przeznaczonych do zastosowań kosmetycznych i biomedycznych.

Literatura:

- [1] A. Michalska, et. al., Int. J. Mol. Sci. 18 (2017) 176.
- [2] P. Sapuła, et. al., Pharmaceutics 15 (2023) 253.
- [3] M. Hui, et. al., LWT 174 (2023) 114434.

Zastosowanie histaminy i histydyny w syntezie nowych imidazolowych pochodnych kwasu szikimowego o spodziewanym potencjale przeciwbakteryjnym

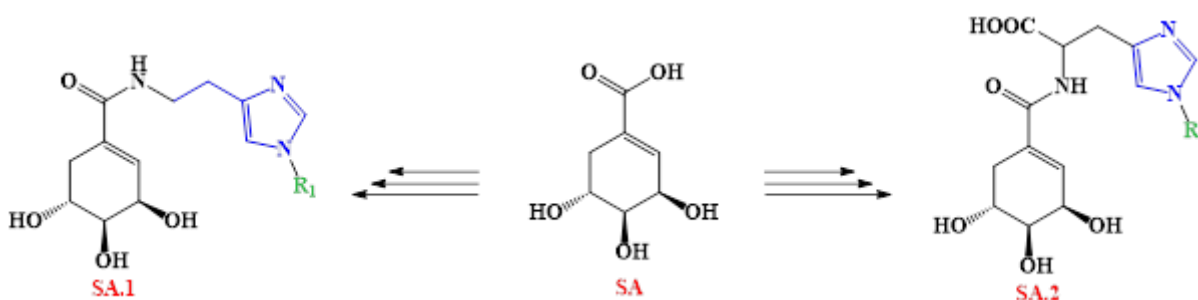
Wiktoria Białek, Joanna Skiba

Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii, Katedra Chemii Organicznej, ul. Tamka 12, 91-403 Łódź
e-mail osoby prezentującej: wiktoria.bialek@edu.uni.lodz.pl

W obliczu narastającej antybiotykooporności, będącej krytycznym wyzwaniem medycznym, kluczową strategią staje się poszukiwanie nowych substancji leczniczych poprzez chemiczną modyfikację aktywnych metabolitów naturalnych.

Niniejsza praca koncentruje się na syntezie innowacyjnych pochodnych kwasu szikimowego **SA.1** oraz **SA.2** (Rys. 1), który jako naturalny prekursor wykazuje właściwości przeciwbakteryjne, przeciwzapalne oraz antyoksydacyjne [1]. Strukturę tego związku poddano funkcjonalizacji poprzez wprowadzenie ugrupowania imidazolowego oraz fragmentów aromatycznych i metaloorganicznych, co ma na celu zintensyfikowanie jego aktywności biologicznej [2,3].

Proces otrzymywania związków realizowany jest za pomocą metod syntezy organicznej, a uzyskane produkty są oczyszczane chromatograficznie i poddawane szczegółowej analizie strukturalnej z wykorzystaniem technik spektroskopowych NMR, IR oraz MS. Otrzymane wyniki stanowią podstawę do dalszej oceny potencjału przeciwdrobnoustrojowego zsyntezowanych związków.



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

Literatura:

- [1] J. Bai, Y. Wu, Q. Bu, K. Zhong, H. Gao, LWT 153 (2022) 112441.
- [2] R. Rossi, M. Ciofalo, Molecules 25 (2020) 5133.
- [3] E. Boros, P.J. Dyson, G. Gasser, Inside Chem. 6 (2020) 41–60.

Badanie właściwości redoks winblastyny z zastosowaniem układu TOFE

Oliwia Błaszczuk¹, Maryia-Mazhena Dzemidovich^{1,2}, Andrzej Leniart¹, Sławomira Skrzypek¹,
Valentin Mirceski^{1,3}, Mariola Brycht¹

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

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

³Uniwersytet Świętych Cyryla i Metodego w Skopje, Wydział Nauk Przyrodniczych
i Matematyki, Arhimedova 5, 1001 Skopje, Macedonia
e-mail osoby prezentującej: oliwia.blaszczuk2@edu.uni.lodz.pl

Elektrody pokryte cienką warstwą organiczną (TOFE, z ang. Thin Organic Film Electrodes) stanowią układy biomimetyczne, które w pewnym stopniu odwzorowują warunki panujące w błonach biologicznych. Ich budowa opiera się na obecności cienkiej, niemieszającej się z wodą warstwy organicznej unieruchomionej na powierzchni elektrody, co prowadzi do powstania dwóch odrębnych granic międzyfazowych. W typowym układzie TOFE procesy elektrochemiczne zachodzą równolegle na styku elektroda|warstwa organiczna, gdzie przebiegają reakcje redoks mediatora, oraz na granicy faz warstwa organiczna|roztwór wodny, gdzie dochodzi do transferu jonów pomiędzy fazami. Układ TOFE umożliwia badanie sprzężonego mechanizmu transferu ładunku oraz analizę zjawisk międzyfazowych [1].

W pracy przeprowadzono analizę systemu TOFE, która obejmowała dobór optymalnej fazy organicznej i fazy wodnej. Następnie układ wykorzystano do pośredniej analizy winblastyny (VBL), leku przeciwnowotworowego. VBL nie wykazywała aktywności elektrochemicznej na TOFE, dlatego jej analiza opierała się na analizie procesów zachodzących na granicy faz ciecz|ciecz, rejestrowanych poprzez zmianę odpowiedzi elektrochemicznej mediatora redoks. Badania elektrochemiczne zostały przeprowadzone z wykorzystaniem technik woltamperometrii cyklicznej oraz woltamperometrii fali prostokątnej. Analiza zależności odpowiedzi prądowej od wartości amplitudy i częstotliwości umożliwiła wyznaczenie quasi-odwracalnych maksimumów. Ich przesunięcie oraz zmiana wartości natężenia prądu w obecności VBL (obniżenie odpowiedzi elektrochemicznej) wskazują na jej adsorpcję na granicy faz warstwa organiczna|roztwór wodny, co prowadzi do ograniczenia efektywnej powierzchni międzyfazowej oraz spowolnienia kinetyki transferu jonów. W zakresie stężeń VBL od 5.0 do 100.0 $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ zaobserwowano liniową zależność odpowiedzi prądowej od stężenia analitu, co wskazuje, że możliwe jest jej ilościowe oznaczenie. Uzyskane wyniki wskazują, że układy TOFE są efektywnym narzędziem do analizy związków biologicznie aktywnych oraz badania ich oddziaływań w warunkach biomimetycznych.

Literatura:

[1] M.-M.Dzemidovich, A. Leniart, S. Baluchova, S. Skrzypek, V. Mirceski, M. Brycht, *Bioelectrochem.* 166 (2025) 109040.

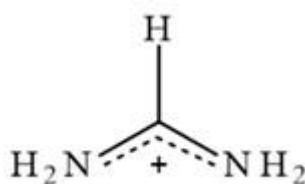
Rentgenowska analiza strukturalna soli formamidyniowych

Oliwia Bobińska, Kinga Wzgarda-Raj, Marcin Palusiak

Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii, Katedra Chemii Fizycznej, ul. Pomorska 163/165, 90-236 Łódź
e-mail osoby prezentujące: oliwia.bobinska@edu.uni.lodz.pl

W odpowiedzi na kryzys energetyczny oraz zmiany klimatyczne obserwuje się rosnące zainteresowanie technologiami opartymi na odnawialnych źródłach energii [1]. Szczególne znaczenie ma fotowoltaika, pozwalająca na bezpośrednią konwersję promieniowania słonecznego na energię elektryczną. W ostatnich latach dużą uwagę poświęca się perowskitowym ogniwom słonecznym (PSC), w których istotną rolę odgrywa kation formamidyniowy (FA⁺) (Rys. 1) [2]. Układy te charakteryzują się wysoką sprawnością konwersji energii, osiągając wartości porównywalne z klasycznymi ogniwami krzemowymi, co czyni je jednymi z najbardziej perspektywicznych rozwiązań w tej dziedzinie [2,3].

Przedmiotem badań było otrzymanie nowych, dotychczas nieopisanych soli formamidyniowych. W tym celu przeprowadzono krystalizacje jodku formamidyny (FAI) z wybranymi kwasami organicznymi. Otrzymano 4 nowe struktury krystaliczne zawierające FA⁺ tj.: 2-hydroksy-3,5-dinitrobenzoesan formamidyny, pirydyno-2,3-dikarboksylan formamidyny, 4-nitrobenzoesan formamidyny oraz 3,5-dinitrobenzoesan formamidyny. Badania dyfraktometryczne umożliwiły określenie ich struktury oraz parametrów geometrycznych oddziaływań niekowalencyjnych. Dodatkowo wykonane obliczenia kwantowo-chemiczne pozwoliły na pogłębioną analizę natury oddziaływań międzycząsteczkowych. Prowadzone badania mogą stanowić podstawę do projektowania nowych materiałów o pożądanych właściwościach optycznych i elektronicznych.



Rysunek 1. Wzór strukturalny kationu formamidyniowego (FA⁺).

Badania zostały wykonane w ramach Studenckiego Grantu Badawczego edycja 2026.

Dziękuję za sfinansowanie projektu badawczego.

Literatura:

- [1] N. Suresh Kumar, K. Chandra Babu Naidu, J. Materiomics 7 (2021) 940–956.
- [2] M.I. Jamesh, H. Tong, M. Du, W. Niu, G. Jia, K.C. Cheng, C.W. Hsieh, H.H. Shen, B. Xu, Y. Tian, X. Xu, H.Y. Hsu, npj Mater. Sustain. 3 (2025) 1–46.
- [3] W.C. Qiao, J.Q. Liang, W. Dong, K. Ma, X.L. Wang, Y.F. Yao, NPG Asia Mater. 14 (2022) 1–10.

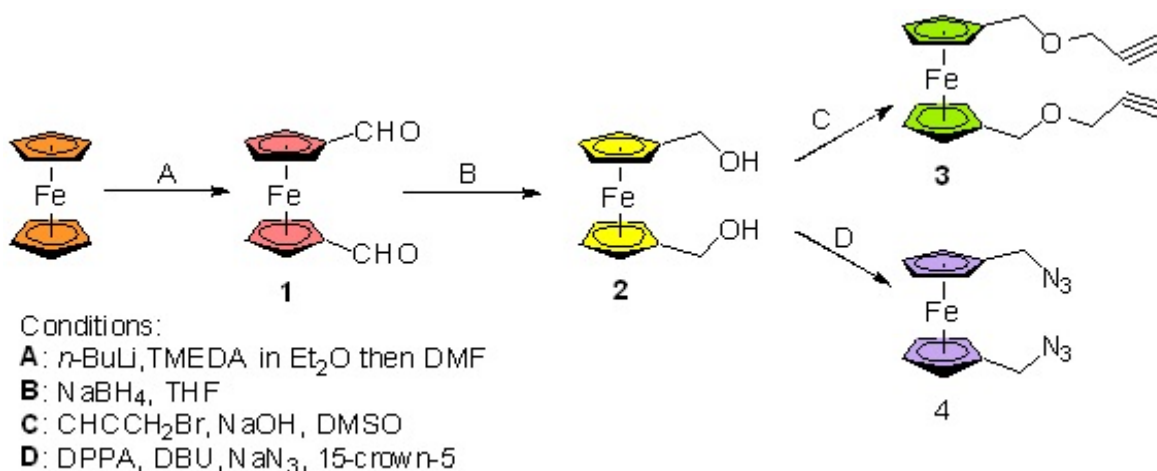
Synteza 1,1'-dipodstawionych ferrocenów

Jacob Cesarz, Rafał Karpowicz

Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii, Katedra Chemii Organicznej, ul. Tamka 12, 91-403 Łódź
e-mail osoby prezentującej: jacob.cesarz@edu.uni.lodz.pl

Związki ferrocenu odgrywają kluczową rolę w chemii metaloorganicznej ze względu na ich wyjątkową stabilność termodynamiczną, interesujące właściwości redoks oraz możliwość precyzyjnej modyfikacji zarówno pierścieni cyklopentadienylowych jak i podstawionych łańcuchów bocznych. Właściwości te czynią pochodne ferrocenu niezwykle atrakcyjnymi z punktu widzenia syntezy oraz projektowania nowych materiałów i związków o potencjalnym znaczeniu aplikacyjnym.

W niniejszej pracy zaprezentowano wyniki badań nad syntezą 1,1'-ferrocenodialdehydu 1, otrzymywanego z ferrocenu jako substratu wyjściowego Rys. 1. W kolejnym etapie uzyskany związek diformylowy poddano redukcji, prowadzącej do otrzymania 1,1'-di(hydroksymetylo)ferrocenu 2, który stanowił kluczowy substrat w syntezie dwóch związków docelowych — 3 i 4 [1–4]. Otrzymane pochodne 3–4 stwarzają możliwość uzyskania funkcjonalnych związków ferrocenowych wyposażonych w grupy funkcyjne umożliwiające ich dalszą modyfikację chemiczną, w tym z wykorzystaniem reakcji typu „click chemistry”.



Rysunek 1. Synteza 1,1'-dipodstawionych pochodnych ferrocenu.

Badania zostały sfinansowane z funduszy X edycji Studenckich Grantów Badawczych 2025 na UŁ.

Literatura:

- [1] H. Liang, L. Vasamsetty, T. Li, J. Jiang, X. Pang, J. Wang, Chem. Eur. J. 26 (2020) 14546–14550.
- [2] R. Claus, J.P. Lewtak, T.J. Muller, J.C. Swarts, J. Organomet. Chem. 740 (2013) 61–69.
- [3] A. Thakur, N.N. Adarsh, A. Chakraborty, M. Devi, S. Ghosh, J. Organomet. Chem. 695 (2010) 1059–1064.
- [4] Y. Luan, L.L. Blazer, H. Hu, T. Hajian, J. Zhang, H. Wu, S. Houliston, C.H. Arrowsmith, M. Vedadi, Y.G. Zhen, Org. Biomol. Chem. 14 (2016) 631–638.

Chromatograficzne badanie przemian metioniny do tiolaktonu homocysteiny w warunkach laboratoryjnych

Natalia Ciszek¹, Martyna Płodzik¹, Marta Gawęł^{1,2}, Justyna Piechocka¹

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

²Uniwersytet Łódzki, Szkoła Doktorska Nauk Ścisłych i Przyrodniczych, ul. Banacha 12/16, 90-237 Łódź
e-mail osoby prezentujące: natalia.ciszek@edu.uni.lodz.pl

Metionina (Met) to aminokwas białkowy, którego wysoka zawartość charakteryzuje wysokobiałkowe produkty odzwierzęce i roślinne. U ssaków Met podlega przemianom enzymatycznym m.in. do homocysteiny i jej tiolaktonu (HTL) [1,2]. Ze względu na bardzo niskie stężenie oraz możliwość powstawania HTL z Met podczas przygotowywania próbki, jego oznaczanie w złożonych próbkach biologicznych stanowi istotne wyzwanie analityczne [2,3].

Głównym celem badań było dostarczenie informacji na temat wybranych właściwości fizykochemicznych Met i HTL, szczególnie w kontekście zbadania potencjalnej przemiany Met do HTL w warunkach laboratoryjnych. W ramach badań porównywana była rozpuszczalność Met i HTL oraz określona ich trwałość w różnych warunkach (temperatury, pH), w roztworach wodnych, organicznych i wodno-organicznych. W celu określenia tych właściwości wykorzystane zostały opublikowane metody oznaczania HTL i Met techniką wysokosprawnej chromatografii cieczowej w połączeniu z detektorem fluorescencyjnym [4,5]. W badaniach korzystano z komercyjnie dostępnych materiałów, odczynników oraz aparatury pomiarowej.

Uzyskane rezultaty stanowią podstawę do opracowania pierwszej metody oznaczania HTL w tkankach i narządach zwierzęcych. W szerszej perspektywie badania te mogą przyczynić się do lepszego poznania roli tiolaktonu homocysteiny w organizmach żywych oraz jego znaczenia w procesach patologicznych [2].

Badania są realizowane w ramach projektu „Chromatograficzne badanie przemian metioniny do tiolaktonu homocysteiny w warunkach laboratoryjnych”, finansowanego w ramach projektu Studenckie Granty Badawcze Uniwersytetu Łódzkiego.

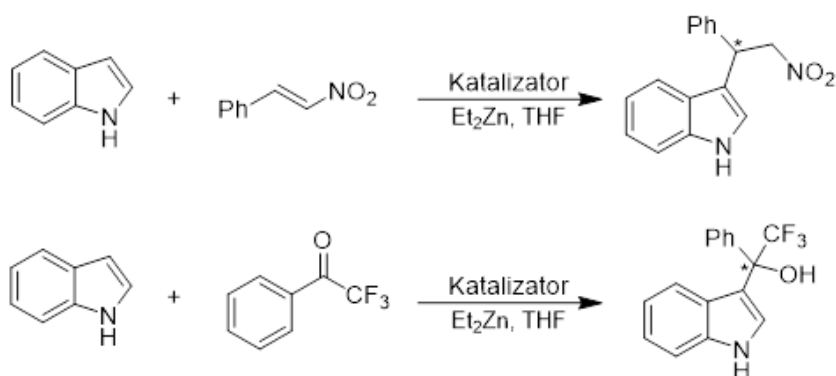
Literatura:

- [1] L. Włodek, E. Bald, Biotiole w warunkach fizjologicznych, patologicznych i w terapii, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków, 2003.
- [2] H. Jakubowski, R. Głowacki, Adv. Clin. Chem. 55 (2011) 81–103.
- [3] J. Piechocka, R. Głowacki, Trends Anal. Chem. 159 (2023) 116906.
- [4] R. Głowacki, E. Bald, H. Jakubowski, Amino Acids. 41 (2011) 187–194.
- [5] K. Borowczyk, G. Chwatko, P. Kubalczyk, H. Jakubowski, J. Kubalska, R. Głowacki, Talanta 161 (2016) 917–924.

Zastosowanie chiralnych azirydyn w asymetrycznej reakcji Friedla-Craftsa

Emilia Duchowska, Julia Głowińska, Katarzyna Dawid, Bogna Rudolf, Szymon Jarzyński
Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii, Katedra Chemii Organicznej, ul. Tamka 12, 91-403 Łódź
e-mail osoby prezentujące: 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 biologiczne [1]. 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).



Schemat 1. Enancjoselektywne reakcje Friedela-Craftsa.

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

Literatura:

- [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.

Synteza i optymalizacja krystalizacji układów wieloskładnikowych substancji farmaceutycznie czynnych

Darya Dunets¹, Paulina Staniec², Magdalena Małecka¹

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

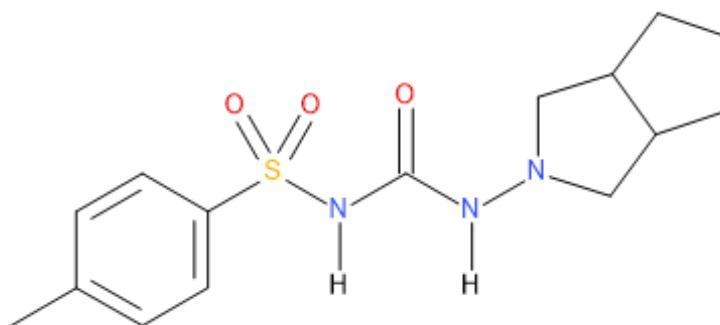
²Szkoła Doktorska Nauk Ścisłych i Przyrodniczych Uniwersytetu Łódzkiego,
ul. Jana Matejki 21/23, 90-237 Łódź

e-mail osoby prezentującej: darya.dunets@edu.uni.lodz.pl

Gliklazyd (1-[(4-metylobenzenosulfonyl)-3-oktahydrocyklopenta[c]pirol-2-yl]mocznik, GLK) (Rys. 1) jest lekiem przeciwcukrzycowym stosowanym w terapii cukrzycy typu 2 [1]. Wybrałam go do badań, ponieważ charakteryzuje się ograniczoną rozpuszczalnością w wodzie (H₂O) oraz zdolnością do tworzenia oddziaływań międzycząsteczkowych, co umożliwia otrzymywanie nowych form krystalicznych i w konsekwencji modyfikację jego właściwości fizykochemicznych, takich jak rozpuszczalność i stabilność [2,3].

Celem pracy było sprawdzenie, czy możliwe jest otrzymanie układów wieloskładnikowych z wybranymi koformerami oraz zbadanie ich struktury krystalicznej i potencjalnych przejść fazowych w zależności od temperatury.

W ramach prowadzonych badań wykonano krystalizacje GLK, stosując zróżnicowane podejścia. Krystalizacje zostały przygotowane z zastosowaniem różnych technik takich jak: metoda mechanochemiczna z wykorzystaniem młynka kulowego oraz moździerza i bezpośrednie mieszanie składników w temperaturze około 50 °C. Wszystkie krystalizacje były wykonane metodą powolnego odparowania rozpuszczalnika. Dla otrzymanych kryształów przeprowadzono analizę strukturalną zarówno w temp. pokojowej, jak i 100K.



Rysunek 1. Wzór strukturalny cząsteczki gliklazydu.

Literatura:

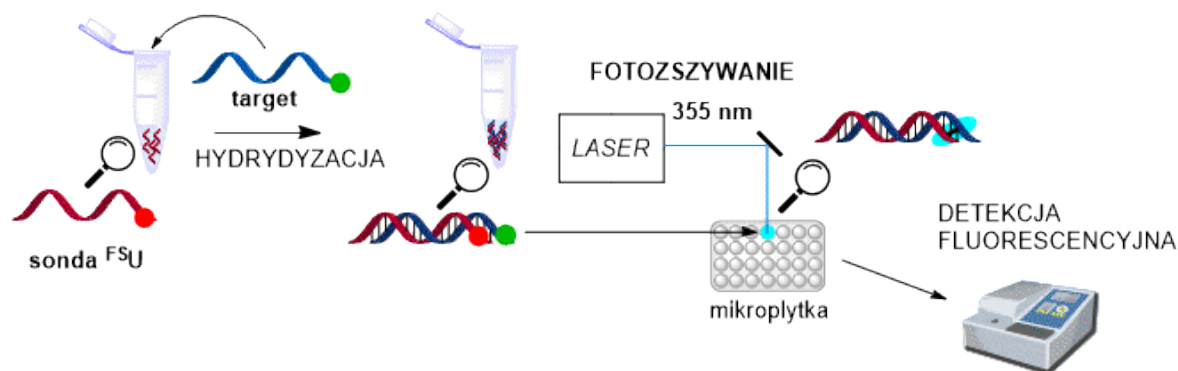
- [1] A. Sarkar, A. Tiwari, P.S. Bhasin, M. Mitra, J. Appl. Pharm. Sci. 1 (2011) 11–19.
- [2] R.D.B. Walsh, M.W. Bradner, S. Fleischman, L.A. Morales, B. Moulton, N. Rodríguez-Hornedo, M.J. Zaworotko, Chem. Commun. (2003) 186–187.
- [3] S.G. Fleischman, S.S. Kuduva, J.A. McMahon, B. Moulton, R.D. Bailey Walsh, N. Rodríguez Hornedo, M.J. Zaworotko, Cryst. Growth Des. 3 (2003) 909–919.

Synteza fotoreaktywnej sondy oligonukleotydowej do specyficznej detekcji wirusa HPV 16

Zuzanna Filipiak, Joanna Nowak-Karnowska

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, Wydział Chemii, Uniwersytetu Poznańskiego 8, 61-614 Poznań
e-mail osoby prezentującej: zuzfil1@st.amu.edu.pl

Sondy DNA modyfikowane czynnikami fotoszywającymi stanowią cenne narzędzie wykorzystywane m.in. do badania, wykrywania i identyfikacji wybranych fragmentów kwasów nukleinowych. Przykładem takiej modyfikacji jest 5-fluoro-4-tiourydyna (F^5U) – pochodna nukleozydowa, która pod wpływem promieniowania z zakresu UVA ($h\nu > 300$ nm) ulega reakcji fotoszywania z tymidyną, co prowadzi do powstania fotoadduktu o właściwościach fluorescencyjnych ($\lambda_{em} = 460$ nm) [1].



Rysunek 1. Schemat działania sondy oligonukleotydowej opartej na reakcji fotoszywania.

Wprowadzenie F^5U do fragmentu DNA umożliwia, pod wpływem selektywnego naświetlania promieniami UVA, tworzenie fluorescencyjnego międzyniciowego produktu fotoszywania (Rys. 1). Reaktywność oligonukleotydów znakowanych F^5U została dotychczas szeroko przebadana zarówno w między-, jak i wewnątrznicowych reakcjach z tymidyną [2].

Proces syntezy przeprowadzono w fazie stałej z wykorzystaniem metody amidofosforynowej, a surowy produkt poddano oczyszczeniu za pomocą wysokosprawnej chromatografii cieczowej (RP-HPLC). Aby zoptymalizować właściwości sondy, wprowadzono w niej dwie modyfikacje. Z jednej strony dołączono znacznik biotynowy, co umożliwia jej izolację przez superparamagnetyczne kulki pokryte streptawidyną. Z drugiej strony, aby zagwarantować wysoką stabilność powstającego dupleksu z nicią docelową, łańcuch wzbożono o reszty 2'-O-metylourydyny (2'-OMeU) [3]. Pełna sekwencja zsyntetyzowanej sondy: Biotyna-GC(2'-OMeU)C(2'-OMeU)G(2'-OMeU)GCA(F^5U)A.

Literatura:

- [1] B. Skalski, K. Taras-Goślińska, A. Dembska, Z. Gdaniec, S. Franzen, J. Org. Chem. 75 (2010) 621–626.
- [2] J. Nowak-Karnowska, K. Taras-Goślińska, S. Haider, B. Skalski, J. Org. Chem. 89 (2024) 17155–17162.
- [3] P. Lubini, W. Zürcher, M. Egli, Chem. Biol. 1 (1994) 39–45.

Oznaczanie fluorochinolonów w wybranych preparatach farmaceutycznych

Natalia Frankowska, Paweł Kubalczyk

*Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii, Katedra Chemii Środowiska, ul. Pomorska 163/165, 90-236 Łódź
e-mail osoby prezentującej: natalia.frankowska@edu.uni.lodz.pl*

Celem niniejszego projektu badawczego jest opracowanie, walidacja oraz aplikacja szybkiej, precyzyjnej i przyjaznej środowisku metody oznaczania poszczególnych fluorochinolonów w dostępnych handlowo preparatach farmaceutycznych. Badane związki zaliczają się do grupy chemioterapeutyków, których mechanizm działania polega na blokowaniu aktywności enzymów – gyrazy DNA i topoiizomerazy IV – niezbędnych do replikacji materiału genetycznego bakterii [1]. Ze względu na swoją wysoką skuteczność, antybiotyki te są powszechnie stosowane zarówno w medycynie ludzkiej, jak i w weterynarii [2, 3]. Precyzyjne oznaczanie ich zawartości w produktach leczniczych jest istotne dla zapewnienia skuteczności terapii, bezpieczeństwa pacjentów oraz ograniczania narastającego zjawiska oporności bakterii [4].

Główną techniką badawczą wykorzystaną w projekcie jest elektroforeza kapilarna (CE), która pozwala na wydajną analizę przy minimalnym zużyciu odczynników i niewielkiej objętości próbek, co wpisuje się w założenia „zielonej chemii” [5]. Proces rozdzielania zoptymalizowano przy użyciu kapilary krzemionkowej o średnicy wewnętrznej 50 µm i długości całkowitej 55 cm. Analizy prowadzono przy stałym napięciu wynoszącym 12kV oraz kontrolowanej temperaturze 25°C. Jako bufor podstawowy zastosowano 0,01mol/L roztwór czteroboranu sodu o pH 8,6. Detekcję prowadzono przy użyciu detektora z matrycą diodową, przy długościach fali 271 oraz 285 nm.

Dzięki optymalizacji parametrów rozdzielania, opracowana metoda jest precyzyjna i ekologiczna, stanowiąc lepszą alternatywę dla tradycyjnych procedur. Pozwala ona na dokładną weryfikację składu leków, co ma istotne znaczenie dla bezpieczeństwa pacjentów oraz walki z opornością bakterii.

Literatura:

- [1] K.J.Aldred, et al., *Biochemistry* 53 (2014) 1565–1574.
- [2] H. Hryhoriv, et al., *Antibiotics*, 12 (2023) 625.
- [3] T. Trouchon, et al., *Open J. Vet. Med.*, 6 (2016) 40–58.
- [4] K.K. Sodhi, et al., *J. Water Process Eng.*, 43 (2021) 102218.
- [5] I. Kośka, et al., *Molecules*, 28 (2023) 6123.

Synteza nowych niebieskich luminoforów do zastosowań w technologii OLED - synteza i modyfikacje 1,2,4-triazolo-3-tionu

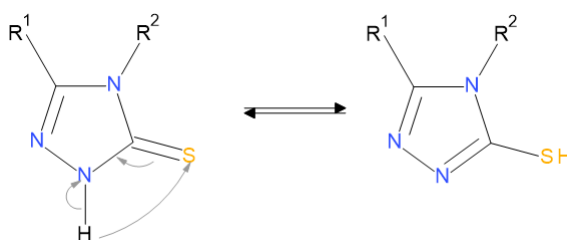
Natalia Gałka, Adam Marek Pieczonka

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

e-mail osoby prezentującej: natalia.galka@edu.uni.lodz.pl

Pochodne 1,2,4-triazolo-3-tionu znajdują zastosowanie w wielu dziedzinach życia, głównie dzięki swoim właściwościom bioaktywnym, jako środki ochrony roślin, a także w medycynie i farmakologii. W heterocyklicznym pierścieniu tych związków atomy azotu wykazują silny potencjał akceptorowy, mogą tworzyć wiązania wodorowe oraz stabilizują stany wzbudzone cząsteczki.¹ Wszystko to sprawia, że związek ten i jego pochodne intensywnie emitują światło niebieskie w ciele stałym, a więc mogą znaleźć zastosowanie w technologii OLED (Organic Light-Emitting Diode) jako małowielkośćowe związki organiczne w warstwie emisyjnej.² Triazolotiony w rdzeniu triazolowym posiadają także atom siarki, który równoważy rozkład gęstości elektronowej, stabilizując pierścień i umożliwiając tautomeryzację między formą tiolową a tionową (Schemat 1). W pracy przeprowadzono modyfikacje na atomie siarki poprzez S-alkilację bromkami alkilu oraz otwieranie pierścienia azirydynowego.

W ramach projektu uzyskano osiem związków pochodzących od czterech kwasów karboksylowych: salicylowego, 5-metoksyalicylowego, bifenylo-4-karboksylowego oraz naftoesowego. Każdy z kwasów przeprowadzono do tiosemikarbazidu w reakcjach z izotiocyjanianem fenylu oraz izotiocyjanianem 3-(trifluorometylo)fenylu i poddano je reakcji cyklizacji. Otrzymane produkty wykorzystano w wyżej wspomnianych reakcjach z azirydyną i bromkiem alkilu. Na koniec zbadano morfologię cienkich warstw przygotowanych pochodnych, analizując strukturę powierzchniową oraz jednorodność.



Schemat 1. Tautomeryzacja w pierścieniu triazolotionowym.

Badania zostały sfinansowane w ramach Studenckich Grantów Badawczych UŁ 2025/2026.

Literatura:

[1] A. Aly et al., *Molecules* 13 (2020) 3036.

[2] M. Olesiejuk et al., *Materials* 13 (2020) 5627.

Azamakrocycle jako innowacyjne platformy Ini(Cat) w polimeryzacji ROP-NCA

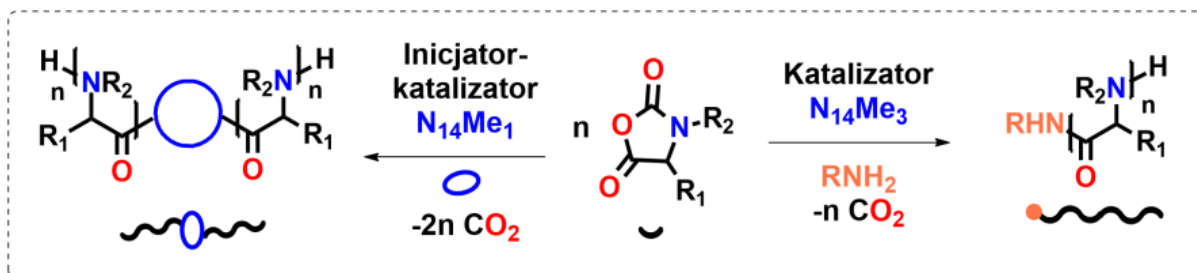
Karol Garbaczewski¹, Paulina Maksym², Andreas Heise³, Adam Gorczyński¹

¹Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, Wydział Chemii,
ul. Uniwersytetu Poznańskiego 8, 61-614 Poznań

²Uniwersytet Śląski, Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych, ul. Bankowa 14, 40-007 Katowice.

³Royal College of Surgeons in Ireland, Department of Chemistry,
123 St. Stephen's Green, Dublin 2, D02 YN77, Irlandia.
e-mail osoby prezentujące: kargar6@st.amu.edu.pl

Polipeptydy dzięki swojemu strukturalnemu podobieństwu do białek, zdolności do tworzenia struktur drugorzędowych czy różnorodności możliwych łańcuchów bocznych [1], znajdują szerokie zastosowanie w biomedycynie i chemii materiałów, m.in. jako leki i nośniki leków, wskaźniki bioobrazowania, materiały bioaktywne i hydrożelowe [2,3]. Jedną z metod syntezy polipeptydów jest polimeryzacja z otwarciem pierścienia *N*-karboksybezwodników aminokwasów (ROP-NCA) [4]. W celu kontroli struktur otrzymywanych polipeptydów, metoda ta wymaga jednak stosowania odpowiednich układów inicjująco-katalizujących (IniCat). Wiele z dotychczas opisanych układów IniCat oferuje ograniczoną kontrolę nad masą molową otrzymywanych polipeptydów i wykazuje niską efektywność inicjacji [5]. W niniejszej pracy wykorzystano serię związków azamakrocyclicznych jako innowacyjne platformy IniCat w polimeryzacji ROP-NCA (Rys. 1), otrzymując nową klasę materiałów hybrydowych o bardzo dobrej dyspersji mas w reakcji prowadzonej z powodzeniem w obecności powietrza.



Rysunek 1. Schemat polimeryzacji ROP-NCA z użyciem otrzymanych układów Ini(Cat): N₁₄Me₁ i N₁₄Me₃.

Badania finansowane w ramach projektu „Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia Badawcza”
201/34/UAM/0092 Study@research.

Literatura:

- [1] Z. Song, Z. Han, S. Lv, C. Chen, L. Chen, L. Yin, J. Cheng, Chem. Soc. Rev. 46 (2017) 6570-6599.
- [2] M. Stepanova, A. Nikiforov, T. Tennikova, E. Korzhikova-Vlakh, Pharmaceutics 15 (2023) 2641.
- [3] P. S. Sfragano, G. Moro, F. Polo, I. Palchetti, Biosensors 11 (2021) 246.
- [4] T. J. Deming, Adv. Polym. Sci. 262 (2013) 1–37.
- [5] Y. Wu, K. Chen, J. Wang, M. Chen, W. Dai, R. Liu, J. Am. Chem. Soc. 146 (2024) 24189-24208.

Zastosowanie sonochemii w syntezie nowych pochodnych naftalimidowych

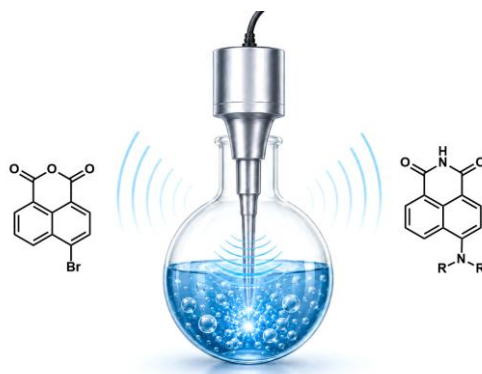
Julia Głowińska, Emilia Duchowska, Bogna Rudolf, Szymon Jarzyński

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

e-mail osoby prezentujące: julia.glowinska@edu.uni.lodz.pl

Współcześnie coraz większe znaczenie w syntezie organicznej zyskuje sonochemia, czyli wykorzystanie ultradźwięków do inicjowania reakcji chemicznych. Efekt sonochemiczny wynika przede wszystkim ze zjawiska kawitacji akustycznej, prowadzącej do powstawania lokalnych obszarów o bardzo wysokiej temperaturze i ciśnieniu. Warunki te mogą znacząco przyspieszać przebieg reakcji, zwiększać wydajność produktów oraz poprawiać selektywność procesów w porównaniu z metodami klasycznymi. Dodatkową zaletą sonochemii jest możliwość prowadzenia reakcji w łagodniejszych warunkach oraz ograniczenia zużycia rozpuszczalników i energii, co wpisuje tę metodę w założenia zielonej chemii [1].

Zastosowanie sonochemii jest szczególnie interesujące w syntezie związków o potencjalnym znaczeniu biologicznym, takich jak pochodne naftalimidowe. Cząsteczki zawierające fragment naftalimidowy wykazują szerokie spektrum właściwości przeciwnowotworowych, co czyni je atrakcyjnymi kandydatami do dalszych badań w chemii leków. Ich płaska, aromatyczna struktura umożliwia interkalację w DNA komórek nowotworowych oraz zaburzenie aktywności topoizomerazy II [2]. Głównym celem prezentowanego projektu jest opracowanie niekonwencjonalnej, wspomaganej ultradźwiękami syntezy nowych pochodnych naftalimidowych o potencjalnych właściwościach przeciwnowotworowych (Rys.1). Kluczowym związkiem wyjściowym do otrzymania docelowych produktów będzie bezwodnik 4-bromo-1,8-naftalowy.



Rysunek 1. Synteza pochodnych naftalimidowych z wykorzystaniem sonochemii.

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

Literatura:

- [1] R.F. Martinez, G. Cravotto, P. Cintas, J. Org. Chem. 86 (2021) 13833.
- [2] M.D. Tomczyk, K.Z. Walczak, European J. Med. Chem. 159 (2018) 393.

Wpływ metody ekstrakcji na zawartość związków fenolowych i aktywność antyoksydacyjną ekstraktów z fusów kawy

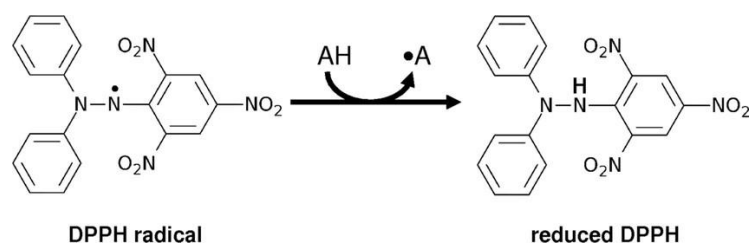
Bianka Imańska, Agata Wawoczny, Kamil Peckh

Politechnika Śląska, Wydział Chemiczny, Katedra Technologii Chemicznej Organicznej i Petrochemii,
ul. B. Krzywoustego 4, 44-100 Gliwice
e-mail osoby prezentujące: bi314799@student.polsl.pl

Związki fenolowe to grupa wtórnych metabolitów roślinnych zawierających jedną lub więcej grup hydroksylowych przyłączonych do pierścienia aromatycznego. Należą do nich m.in. kwasy fenolowe, flawonoidy, taniny i stilbeny. Pełnią istotne funkcje biologiczne, w tym ochronę roślin przed stresem oksydacyjnym i czynnikami środowiskowymi. Na ich zawartość wpływa wiele czynników, takich jak gatunek rośliny, warunki uprawy, stadium rozwoju, a także metoda ekstrakcji oraz rodzaj użytego rozpuszczalnika. Antyoksydacyjność to zdolność substancji do neutralizowania reaktywnych form tlenu poprzez oddawanie elektronów lub atomów wodoru, co zapobiega utlenianiu innych cząsteczek. Związki fenolowe wykazują wysoką aktywność antyoksydacyjną dzięki obecności grup hydroksylowych.

W badaniach zastosowano ekstrakcję metodą Soxhleta z wykorzystaniem różnych układów rozpuszczalników: wody, mieszaniny woda–etanol (1:1) oraz woda–etanol 70%. Metoda Soxhleta umożliwia ciągłą ekstrakcję składników z materiału roślinnego przy użyciu gorącego rozpuszczalnika. Dodatkowo wykorzystano rozpuszczalniki typu DES, stanowiące bardziej ekologiczną alternatywę dla tradycyjnych rozpuszczalników. Planowana jest również ekstrakcja nadkrytycznym CO₂, z wykorzystaniem ultradźwięków oraz mikrofal.

Antyoksydacyjność badanych ekstraktów oznaczano z wykorzystaniem odczynnika DPPH, który jest stabilnym wolnym rodnikiem o intensywnej fioletowej barwie. Metoda ta opiera się na zdolności przeciwutleniaczy do redukcji rodnika DPPH poprzez przekazanie elektronu lub atomu wodoru, co prowadzi do zmiany barwy roztworu z fioletowej na żółtą (Rys. 1). Metoda DPPH jest szeroko stosowana ze względu na swoją prostotę, szybkość oraz dobrą powtarzalność wyników.



Rysunek 1. Mechanizm antyoksydacyjny DPPH [1].

Literatura:

[1] M. Yoshino, K. Murakami, Biometals 35 (2022) 329–334.

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

Martyna Imińska¹, Marta Hoelm¹, Bartłomiej Kost²

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

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

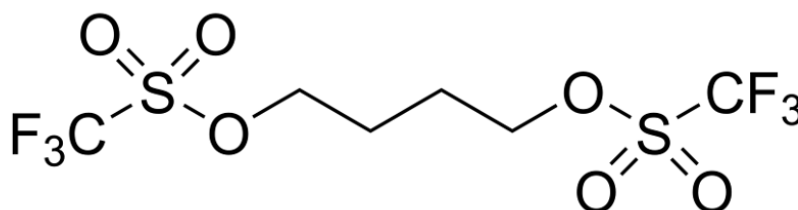
e-mail osoby prezentującej: UL0266420@edu.uni.lodz.pl

Przeprowadzone prace badawcze dotyczyły syntezy oraz analizy teoretycznej cząsteczki bis(trifluorometanosulfonianu) butano-1,4-diyłu (BTS) (Rys. 1). 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% wydajnością [1].

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



Rysunek 1. Wzór strukturalny bis(trifluorometanosulfonianu) butano-1,4-diyłu (BTS).

Literatura:

[1] C. Beard, K. Baum, V. Grakauskas, J. Org. Chem. 38 (1973) 3673–3677.

Wspomagana mikrofalami synteza kinetyny oraz jej analogów

Julia Jakubaszek, Wiktor K. Poper, Anna Zawisza

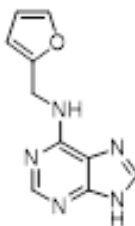
Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii, Katedra Chemii Organicznej i Stosowanej,
ul. Tamka 12, 91-403 Łódź

e-mail osoby prezentującej: julia.jakubaszek@chemia.uni.lodz.pl

Kinetyna (6-furfuryloadenina) (Rys. 1) należy do grupy cytokinin – regulatorów wzrostu roślin odpowiedzialnych za kontrolę podziałów komórkowych oraz opóźnianie procesów starzenia się tkanek [1]. Klasyczna synteza tego związku opiera się na reakcji nukleofilowej substytucji aromatycznej 6-chloropuryny z furfurylaminą prowadzonej w podwyższonej temperaturze [2].

W ostatnich latach coraz większe znaczenie zyskują nieklasyczne metody syntezy organicznej, w szczególności synteza wspomagana promieniowaniem mikrofalowym (microwave-assisted organic synthesis, MAOS). Technika ta umożliwia szybkie i jednorodne ogrzewanie mieszaniny reakcyjnej, co prowadzi do skrócenia czasu reakcji, zwiększenia wydajności procesu oraz ograniczenia ilości produktów ubocznych [3].

Wykazano, że zastosowanie mikrofal umożliwia efektywne prowadzenie reakcji aminowania 6-chloropuryny zarówno w środowisku rozpuszczalników organicznych, jak w wodzie [4]. Metoda ta znajduje zastosowanie nie tylko w syntezie kinetyny, ale również jej analogów zawierających różnorodne podstawniki w pozycji C-6 układu purynowego. Zastosowanie technik mikrofalowych wpisuje się w założenia zielonej chemii poprzez ograniczenie energochłonności procesu oraz zmniejszenie ilości stosowanych rozpuszczalników organicznych [5].



Rysunek 1. Wzór strukturalny kinetyny.

Badania finansowane ze środków Studenckich Grantów Badawczych Uniwersytetu Łódzkiego.

Literatura:

- [1] D.W.S. Mok, M.C. Mok, *Plant Sci.* 145 (1999) 1–10.
- [2] R.H. Hall, R.S. de Ropp, *J. Am. Chem. Soc.* 77 (1955) 6400–6404.
- [3] C.O. Kappe, *Angew. Chem. Int. Ed.* 43 (2004) 6250–6284.
- [4] G. Qu, S. Han, Z. Zhang, *J. Braz. Chem. Soc.* 17 (2006) 1170–1175.
- [5] H. Huang, H. Liu, K. Chen, H. Jiang, *J. Comb. Chem.* 9 (2007) 248–250.

2-adamantylopiren jako związek wyjściowy do syntezy nowych barwników fluorescencyjnych

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
e-mail osoby prezentującej: 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 fotofizycznych [1].

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 izotiocyanianów *N*-alkilowych i *N*-arylowych. [2] Związki te, stanowią doskonały materiał startowy do syntezy różnego typu heterocykli np. tiazoli. [3] Z drugiej strony w 2020 roku po raz pierwszy otrzymano serię adamantylowych pochodnych pirenu wykazujących silną fluorescencję zarówno w roztworze jak i ciele stałym. [4] Ciekawym zatem wydało się sprawdzenie reaktywności 2-adamantylopirenu w reakcji z izotiocyanianem etoksykarbonylowym prowadzonej w obecności TfOH. Okazało się, że, w zależności od użytej ilości izotiocyanianu, 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.

Literatura:

- [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.

Wykorzystanie danych satelitarnych Copernicus w ocenie chemiczno-biologicznych zmian jakości wód powierzchniowych na przykładzie zakwitów fitoplanktonu

Artur Koryszewski, Dominik Szczukocki
*Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii, Katedra Chemii Nieorganicznej i Analitycznej,
ul. Tamka 12, 91-403 Łódź
e-mail osoby prezentującej: artur.koryszewski@edu.uni.lodz.pl*

Postępujące zmiany klimatyczne wpływają na funkcjonowanie ekosystemów wodnych, w tym na procesy biologiczne i chemiczne zachodzące w wodach powierzchniowych. Jednym z ich najbardziej widocznych przejawów są zmiany częstotliwości, intensywności i czasu trwania zakwitów fitoplanktonu, w tym sinic. Zjawiska te są ściśle związane z warunkami meteorologicznymi, ale również ze stanem troficznym zbiorników, dostępnością substancji biogennych oraz właściwościami morfometrycznymi i hydrologicznymi poszczególnych akwenów.

Celem pracy było wykorzystanie danych programu Copernicus, w tym zobrażeń satelitarnych Sentinel-2 i Sentinel-3 oraz danych meteorologicznych ERA5, do wieloletniej analizy dynamiki zakwitów fitoplanktonu w wybranych zbiornikach wodnych województwa łódzkiego. Szczególną uwagę poświęcono teledetekcyjnej ocenie stężenia chlorofilu-a i fikocyjaniny jako wskaźników biomasy fitoplanktonu oraz obecności sinic. Analizę prowadzono w odniesieniu do wybranych czynników meteorologicznych, takich jak temperatura powierzchni wody oraz warunki wiatrowe.

Badaniami objęto zbiorniki wodne różniące się stopniem eutrofizacji, powierzchnią, głębokością oraz charakterem użytkowania zlewni, co umożliwiło porównanie reakcji różnych ekosystemów wodnych na zmienność warunków atmosferycznych. W analizie obrazów satelitarnych zastosowano kontrolę jakości danych, obejmującą eliminację scen o wysokim zachmurzeniu oraz obrazów niespełniających kryteriów przydatności do oceny wód śródlądowych. Następnie przeprowadzono korekcję atmosferyczną i wykorzystano zweryfikowane formuły empiryczne umożliwiające estymację wskaźników związanych z obecnością barwników fotosyntetycznych.

Uzyskane dane satelitarne zestawiono z informacjami meteorologicznymi i poddano analizie statystycznej. Dla każdego zbiornika opracowano szeregi czasowe wartości wskaźników satelitarnych oraz zmiennych środowiskowych, co pozwoliło na identyfikację sezonowych i wieloletnich zmian dynamiki zakwitów fitoplanktonu.

Wyniki pracy wskazują na przydatność danych Sentinel-2, Sentinel-3 i ERA5 w ocenie zmian jakości wód powierzchniowych oraz monitorowaniu procesów eutrofizacji. Zastosowane podejście może stanowić wsparcie dla badań z zakresu chemii środowiska, hydrobiologii i ochrony wód, a także dla działań operacyjnych związanych z oceną ryzyka występowania zakwitów fitoplanktonu w zbiornikach śródlądowych.

Epichlorohydryna jako substrat w syntezie związków o potencjalnej aktywności biologicznej

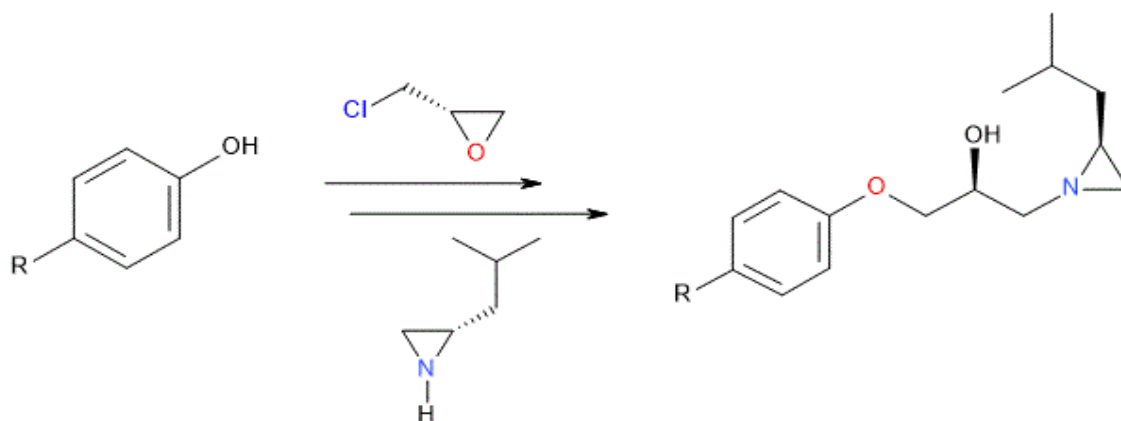
Zuzanna Kowalska, Adam Marek Pieczonka

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

e-mail osoby prezentującej: UL0283183@edu.uni.lodz.pl

Celem badań jest opracowanie efektywnej i stereoselektywnej techniki otrzymywania chiralnych 1,2-aminoalkoholi. Związki te stanowią istotne farmakofory w strukturach wielu substancji leczniczych, takich jak neuroprzebieżniki lub β -blokery [1].

Epichlorohydryna pełniąc rolę głównego substratu, dzięki swojej budowie umożliwia precyzyjne i dwuetapowe wprowadzenie grup funkcyjnych (Rys. 1). Pierwszy etap procesu syntetycznego opiera się na selektywnym alkilowaniu pochodnych fenoli (polifenoli wykazujących i o potwierdzonych właściwościach przeciwnowotworowych i przeciwtleniających) [2] poprzez podstawienie atomu chloru w epichlorohydrynie. Drugi etap polega na otwarciu pierścienia oksiranowego uzyskanego produktu przy użyciu chiralnej azirydiny, prowadząc do otrzymania docelowych β -aminoalkoholi. Wykorzystanie sześciu zróżnicowanych strukturalnie fenoli służy zbadaniu wpływu podstawników na aktywność biologiczną oraz lipofilowość związków. Budowa produktów oraz ich czystość enancjomeryczna weryfikowane są za pomocą metody spektroskopowej NMR.



Rysunek 1. Schemat reakcji powstawania aminoalkoholi.

Badania zostały sfinansowane z projektu Studencki Grant Badawczy Uniwersytetu Łódzkiego.

Literatura:

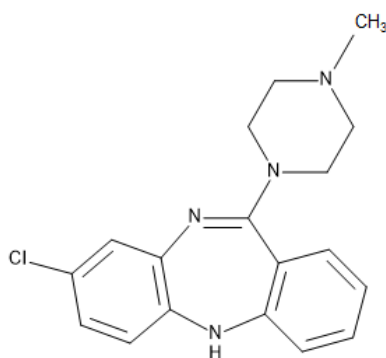
- [1] A.K. Yudin, Aziridines and Epoxides in Organic Synthesis; Wiley-VCH, 2006.
- [2] M. Rudrapal, Antioxidants 13 (2024) 429.

Date rape drugs – niewidzialne zagrożenie w drinkach

Zuzanna Kowalska, Olga Szymaniec, Thangaraj ST Balamurugan, Łukasz Półtorak
*Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii, Katedra Chemii Nieorganicznej i Analitycznej,
ul. Tamka 12, 91-403 Łódź
e-mail osoby prezentującej: zuzanna.kowalska3@edu.uni.lodz.pl*

ITIES jest metodą elektrochemiczną, wykorzystującą przenoszenie jonów poprzez spolaryzowaną granicę pomiędzy dwoma niemieszającymi się cieczami – fazą wodną i organiczną. W odróżnieniu od klasycznych metod elektrochemicznych, mierzony prąd nie wynika z przebiegu reakcji redox. Wraz ze wzrostem stężenia badanego jonu, proporcjonalnie wzrasta natężenie prądu związane z jego przejściem przez granicę cieczową. Metoda ta jest wykorzystywana przy tworzeniu czujników do wykrywania zjonizowanych substancji nieorganicznych i organicznych m.in. leków czy substancji psychoaktywnych [1].

Opisaną technikę wykorzystano do zbadania odpowiedzi elektrochemicznej dla jonu klozapiny w drinku Blue Lagoon. Klozapina (Rys. 1.) jest związkiem organicznym, pochodną benzodiazepiny. Wpływa na pracę neuroprzekaźników organizmu człowieka, a przez to stosowana jest w leczeniu schizofreni [2]. Benzodiazepiny, mimo zastosowania w leczeniu zaburzeń snu czy napadów lękowych, bywają wykorzystywane jako tzw. pigułki gwałtu. Są to substancje najczęściej dosypywane do napojów, które powodują m.in. utratę kontroli, przytomności i uniemożliwiają obronę siebie przed atakiem [3]. Celem badań jest wytworzenie czujników, które jednoznacznie będą wskazywały czy drink alkoholowy jest „czysty”, czy stanowi potencjalne zagrożenie.



Rysunek 1. Wzór strukturalny cząsteczki klozapiny.

*Badania zostały sfinansowane z projektu OPUS 28 (Narodowe Centrum Nauki,
nr umowy: 2024/55/B/ST4/01947).*

Literatura:

- [1] E. Goh, H.J. Lee, Rev. Polarogr., 62 (2014) 564–569.
- [2] S. Chiappini, F. Schifano, J.M. Corkery, A. Guirguis, Brain Sci., 10 (2020) 105.
- [3] M.A. Prabha, A.S. Nesaraj, M. Arunkumar, J. Forensic Sci. Med., 10 (2024) 267–273.

Oznaczanie tauryny metodą spektrofluorymetryczną oraz spektrofotometryczną z użyciem sond molekularnych

Krystian Kulik, Piotr Jamróz

*Politechnika Wroclawska, Wydział Chemiczny, Katedra Chemii Analitycznej i Metalurgii Chemicznej,
ul. Wybrzeże St. Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław
e-mail osoby prezentującej: 271819@student.pwr.edu.pl*

Tauryna (kwas 2-aminoetanosulfonowy) jest aminokwasem niebiałkowym powszechnie występującym m.in. w napojach energetycznych, dlatego istotne jest opracowanie prostych i czułych metod jej oznaczania w produktach spożywczych [1]. Celem pracy było opracowanie oraz porównanie metod spektrofotometrycznej i spektrofluorymetrycznej z wykorzystaniem sond molekularnych do oznaczania tauryny w napojach energetycznych.

W metodzie spektrofotometrycznej zastosowano reakcję tauryny z fenolem i podchlorynem sodu, prowadzącą do powstania barwnego produktu o maksimum absorpcji przy $\lambda = 630$ nm [2]. W metodzie spektrofluorymetrycznej wykorzystano reakcję Hantzsch, w której tauryna reaguje z formaldehydem i acetyloacetonem, tworząc fluorescencyjną pochodną 1,4-dihydropirydyny ($\lambda_{ex} = 415$ nm, $\lambda_{em} = 475$ nm) [3].

Obie metody wykazały dobrą liniowość w badanych zakresach stężeń ($R^2 > 0,995$). Granice wykrywalności wynosiły odpowiednio $0,16$ mg L⁻¹ dla metody spektrofotometrycznej oraz $0,067$ mg/L dla metody spektrofluorymetrycznej, co potwierdza wyższą czułość metody fluorescencyjnej. Powtarzalność metod była dobra (RSD < 5%). Zawartość tauryny w analizowanych napojach energetycznych wynosiła $323,6 \pm 6,8$ mg L⁻¹ (NE-1) oraz $91,8 \pm 2,6$ mg L⁻¹ (NE-2) metodą spektrofotometryczną oraz odpowiednio $339,0 \pm 17,6$ mg L⁻¹ i $156,2 \pm 2,9$ mg L⁻¹ metodą spektrofluorymetryczną. Test F wykazał brak istotnych statystycznie różnic w powtarzalności obu metod.

Uzyskane wyniki potwierdzają, że obie techniki mogą być stosowane do oznaczania tauryny w napojach energetycznych. Metoda spektrofluorymetryczna charakteryzuje się wyższą czułością, natomiast metoda spektrofotometryczna jest prostą i wiarygodną alternatywą do rutynowych analiz.

Literatura:

- [1] N. Rais, A. Ved, Mohd. Shadab, R. Ahmad, M. Shahid, Arab Gulf J. Sci. Res. 41 (2023) 48–66.
- [2] O.-W. Lau, S.-F. Luk, T.P.Y. Chiu, Analyst, 115 (1990) 653–655.
- [3] M.K. Sharaf El Din, M.E.K. Wahba, Luminescence, 30 (2015) 137–143.

Synteza nowych redoks-aktywnych pochodnych ferrocenu

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

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

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

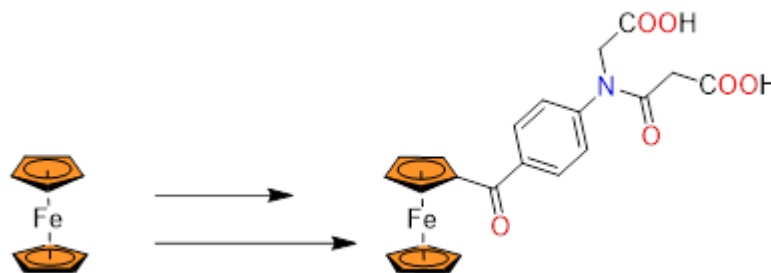
³Uniwersytet Warszawski, Centrum Nauk Biologiczno-Chemicznych,

ul. Żwirki i Wigury 101, 02-089 Warszawa

e-mail osoby prezentującej: monika.kusiak@edu.uni.lodz.pl

Ferrocen to związek metaloorganiczny, który dzięki swojej wyjątkowej trwałości, stabilności oraz reaktywności, a także interesującym właściwościom elektrochemicznym, od niemal pół wieku budzi zainteresowanie zarówno w chemii organicznej, jak i nieorganicznej. Jedną z jego kluczowych cech jest możliwość zmiany potencjału redoks za pomocą podstawiania ferrocenu podstawnikami elektronoakceptorowymi. Właściwości te sprawiają, że ferrocen znajduje szerokie zastosowanie jako komponent sond elektrochemicznych, biomolekuł oraz nowoczesnych materiałów [1].

Niniejszy komunikat stanowi podsumowanie badań nad syntezą nowej pochodnej ferrocenu posiadającej w cząsteczce grupę elektronoakceptorową (karbonylową) połączoną bezpośrednio z pierścieniem cyklopentadienylowym ferrocenu oraz grupy karboksylowe stanowiące fragment hydrofilowy układu. W kolejnym etapie zostaną przeprowadzone badania elektrochemiczne otrzymanego związku w celu określenia jego potencjału aplikacyjnego (Schemat 1) [2].



Schemat 1. Schemat syntezy materiałów redoks aktywnych.

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

Literatura:

[1] P. Štěpnička, Dalton Trans. 51 (2022) 8085–8102.

[2] M. Piotrowicz, N. Masłowska, R. Dziewiątkowska, A. Makal, B. Rudolf, J. Org. Chem. 90 (2025) 2958–2968.

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
e-mail osoby prezentującej: 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°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 obarczona jest licznymi wadami, takimi jak wysokie ryzyko procesowe, postępująca korozja aparatury oraz znaczące obciążenie środowiska gazami cieplarnianymi i odpadami [1,2].

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.

Literatura:

- [1] D. Lisicki, D. Talik, B. Orlińska; Catalysts 13 (2023) 1271.
- [2] R. Blum, Vitamins, 11. Niacin (Nicotinic Acid, Nicotinamide), w: Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co., 2007.

Synteza i analiza właściwości elektronowych wybranych analogów (1E,3E)-1,4-dinitro-1,3-butadienu

Weronika Łącka¹, Mikołaj Sadowski², Karolina Kula¹

¹Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej,
Katedra Chemii i Technologii Organicznej, ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków

²Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej,
Szkoła Doktorska PK, ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków

e-mail osoby prezentującej: weronika.lacka@student.pk.edu.pl

Sprężone nitrodieny to grupa związków organicznych zawierających w swojej strukturze układ naprzemiennie występujących wiązań podwójnych. W porównaniu do strukturalnie pokrewnych nitroalkenów oferują one szerszy zakres zastosowań syntetycznych [1]. Do najważniejszych z nich należą reakcje cykloaddycji, ze szczególnym uwzględnieniem procesów 6 π -elektronowych. W reakcjach Dielsa-Aldera związki te najczęściej pełnią funkcję dienów, choć mogą również występować jako dienofile [2]. Ponadto, wykorzystanie sprężonych nitrodienów w reakcjach cykloaddycji (3+2) umożliwia otrzymywanie układów bis-cyklicznych, które dzięki swoim właściwościom elektronowym stanowią interesujące materiały dla przemysłu optoelektronicznego [3].

W ramach moich badań postanowiłam otrzymać serię liniowych nitrodienów. Synteza każdego związku obejmowała trzy etapy. W pierwszej reakcji wykonałam reakcję kondensacji odpowiedniego nitroalkanu z gliksalem. Następnie przeprowadziłam estryfikację z użyciem lodowatego kwasu octowego, prowadzącą do otrzymania nitroestru. W końcowym etapie przekształciłam nitroester w pożądany produkt poprzez termiczną dehydroacetylację prowadzoną w chloroformie.

Dodatkowo wykonałam obliczenia właściwości elektronowych, które umożliwiły wyznaczenie centrów reaktywnych badanych związków. Uzyskane wyniki stanowią istotną podstawę do racjonalnego doboru partnerów reakcyjnych w reakcjach cykloaddycji oraz przewidywania kierunku ich przebiegu.

*Serdeczne podziękowania dla polskiej infrastruktury obliczeniowej PLGrid
(Centrum HPC: ACK Cyfronet AGH) za udostępnienie zasobów komputerowych
oraz wsparcie w ramach grantu obliczeniowego nr PLG/2025/019000.*

Literatura:

- [1] M. Sadowski, K. Kula, *Molecules* 29(21) (2024) 5066.
- [2] R.V. Kabardin, V.I. Potkin, V.A. Zapol'skii, *Russ. Chem. Rev.* 66 (1997) 827–842.
- [3] R. Iftikhar, F. Z. Khan, N. Naeem, *Mol. Divers.* 28 (2024) 271–307.

Benchmark kryptandu o możliwym zastosowaniu jako nośnik leków

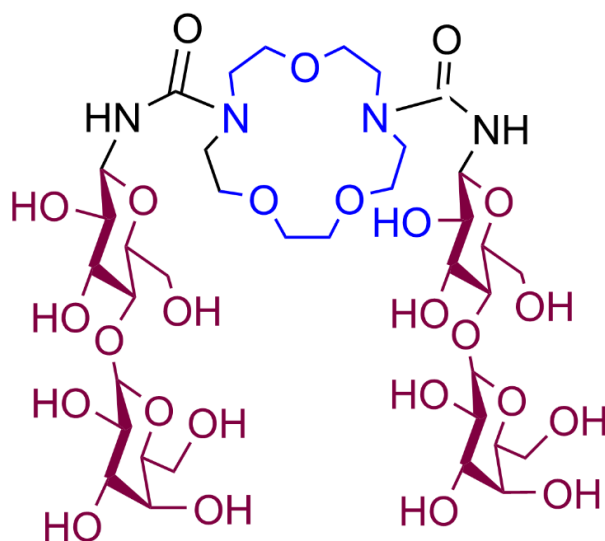
Dawid Maćczak, Marta Hoelm

Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii, Katedra Chemii Fizycznej, ul. Pomorska 163/165, 90-236 Łódź
e-mail osoby prezentujące: dawid.macczak@edu.uni.lodz.pl

Obiektem badań jest kryptand 1,10-*N,N'*-bis-(β-D-mocznikolaktozylo)-4,7,13-trioksa-1,10-diazacyklopentadekanu (Rys. 1). Zawiera on w swojej strukturze eter diazakoronowy, jednostki laktozy oraz mocznik. Celem jego syntezy było wykorzystanie go jako nośnika leków ze szczególnym uwzględnieniem leków antynowotworowych.

Kryptand ten został poddany analizie teoretycznej, która miała na celu znalezienie jego najstabilniejszej geometrii strukturalnej. W tym celu zostały zastosowane metody oparte na teorii funkcjonałów gęstości (ang. Density Functional Theory). Obliczenia zostały wykonane w wodzie (PCM oraz CPCM) z użyciem CAM-B3LYP-D3/6-31++G(d,p) [1] oraz CAM-B3LYP-D4/def2-TZVP z wykorzystaniem programów Gaussian 16 [2] oraz ORCA 6.1.0 [3].

Na posterze przedstawione zostaną najstabilniejsze konformery, znalezione w wyniku przeszukania konformacyjnego, a także ich energie oraz oddziaływania wewnątrzcząsteczkowe.



Rysunek 1. Wzór strukturalny cząsteczki 1,10-*N,N'*-bis-(β-D-mocznikolaktozylo)-4,7,13-trioksa-1,10-diazacyklopentadekanu.

Obliczenia zostały wykonane na komputerach Wrocławskiego Centrum Sieciowo-Komputerowego (<http://www.wcss.pl>).

Literatura:

- [1] T. Yanai, D.P. Tew, N.C. Handy, Chem. Phys. Lett. 393 (2004) 51–57.
- [2] M.J. Frisch, G.W. Trucks, H.B. Schlegel, G.E. Scuseria, M.A. Robb, J.R. Cheeseman, G. Scalmani, V. Barone, G.A. Petersson, H. Nakatsuji, et al. Gaussian 16, Revision, C.02; Gaussian, Inc., 2016.
- [3] F. Neese, WIREs Comput. Mol. Sci. 2025, 15, e70019.

Kokryształizacja nowych form sulfonamidów

Igor Mąkowski, Valeryia Hushcha, Lilianna Chęcińska

Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii, Katedra Chemii Fizycznej, ul. Pomorska 163/165, 90-236 Łódź
e-mail osoby prezentujące: igor.makowski@edu.uni.lodz.pl

Sulfonamidy stanowią ważną grupę syntetycznych leków przeciwdrobnoustrojowych, najczęściej stosowanych w leczeniu zakażeń bakteryjnych u ludzi i zwierząt. Są to związki siarkoorganiczne zawierające grupę sulfonamidową ($-\text{SO}_2\text{NH}_2$ i/lub $-\text{SO}_2\text{NH}-$) oraz 5- lub 6-członowe pierścienie aromatyczne lub heterocykliczne. To właśnie obecność grupy sulfonamidowej warunkuje ich działanie biologiczne, obejmujące właściwości przeciwdrobnoustrojowe, przeciwzapalne, hipoglikemiczne oraz przeciwnowotworowe [1,2].

Celem mojej pracy dyplomowej jest otrzymanie nowych form wieloskładnikowych wybranych leków sulfonamidowych z zastosowaniem inżynierii krystalicznej. Kokryształy farmaceutyczne to wieloskładnikowe kryształy, w których substancja czynna farmaceutycznie (ang. *Active Pharmaceutical Ingredient*, API) jest w określonym stosunku stechiometrycznym z substancją pomocniczą, zwaną koformerem [3]. Cieszą się one dużym zainteresowaniem naukowców ze względu na możliwość modyfikacji właściwości fizykochemicznych substancji czynnej oraz poprawy jej aktywności biologicznej.

W komunikacie posterowym przedstawię wyniki badań strukturalnych kilku nowych kryształów wieloskładnikowych, które udało się otrzymać. Analizowane struktury wykazują zróżnicowane motywy supramolekularne, w których cząsteczki leku i koformera tworzą mono-periodyczne kolumny, di-periodyczne warstwy oraz tri-periodyczną sieć molekularną.

Literatura:

- [1] A. Ovung, J. Bhattacharyya, *Biophys. Rev.* 13 (2021) 259–272.
- [2] S. Mondal, S. Malakar, *Tetrahedron*, 76 (2020) 131662.
- [3] M. Guo, X. Sun, J. Chen, T. Cai, *Acta Pharm. Sin. B* 11 (2021) 2537–2564.

Badanie możliwości wzbogacania powłok na bazie ditlenku tytanu wybranymi związkami selenu

Alicja Mokrosińska, Barbara Burnat

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

e-mail osoby prezentującej: alicja.mokrosinska@edu.uni.lodz.pl

Implanty ortopedyczne odgrywają istotną rolę we współczesnej traumatologii i chirurgii ortopedycznej, niestety nadal jednym z największych wyzwań współczesnej implantologii jest ryzyko wystąpienia zakażeń okołoperacyjnych, wynikających z powstawania biofilmu bakteryjnego. Jednym ze sposobów przeciwdziałania temu zjawisku jest pokrywanie implantów powłokami biomedycznymi o właściwościach antybakteryjnych [1]. Takie właściwości można uzyskać wzbogacając powłoki czynnikiem przeciwbakteryjnym, a literatura donosi, że jednym z takich czynników może być pierwiastek, zwany pierwiastkiem życia, a mianowicie selen [2].

Celem badań było zbadanie możliwości wzbogacenia powłok na bazie ditlenku tytanu różnymi związkami selenu w różnych środowiskach chemicznych oraz ocena wpływu tego domieszkowania na morfologię, topografię i chropowatość wytworzonych powłok. Obiektem badań były powłoki TiO_2 wytworzone metodą zol-żel, bez domieszki i domieszkowane selenem naniesione techniką dip-coating na próbki stali biomedycznej M30NW stosowanej na implanty ortopedyczne. W celu określenia morfologii i składu pierwiastkowego wytworzonych powłok biomedycznych dokonano analizy mikroskopowej z użyciem skaningowej mikroskopii elektronowej z analizą pierwiastkową SEM-EDS, z kolei ocena chropowatości i topografii powierzchni została wykonana przy użyciu mikroskopu sił atomowych AFM.

Wykonane analizy SEM-EDS potwierdziły możliwość wzbogacania powłok selenem na bazie ditlenku tytanu w procedurze zol-żel. Na posterze zostanie przedstawiona analiza porównawcza morfologii, topografii i parametrów chropowatości powłok otrzymanych z różnych prekursorów selenu i w zróżnicowanym środowisku chemicznym. Właściwości powierzchniowe powłok biomedycznych mają bowiem kluczowe znaczenie dla procesów adhezji drobnoustrojów oraz rozwoju biofilmu bakteryjnego. Przedstawione wyniki badań stanowią wstępną ocenę istotnych dla implantologii właściwości otrzymanych powłok, dlatego w kolejnych badaniach planowana jest kompleksowa ocena innych parametrów powierzchniowych, w tym odporności korozyjnej, biokompatybilności oraz rzeczywistej skuteczności antybakteryjnej.

Badania zostały sfinansowane ze środków pozyskanych ze Studenckiego Grantu Badawczego X edycja.

Literatura:

- [1] L. Zhao, P. K. Chu, Y. Zhang, Z. Wu, J. Biomed. Mater. Res. B Appl. Biomater. 91B (2009) 470–480.
- [2] O. Bilek, Z. Fohlerova, J. Hubalek, PloS One 14 (2019) e0214066.

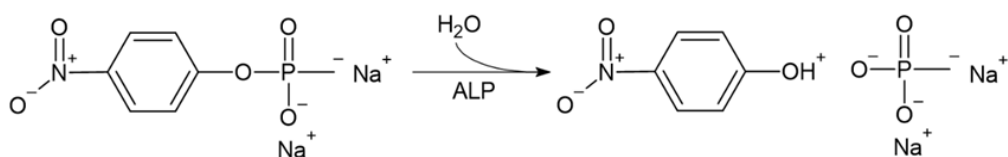
Zastosowanie fosfatazy alkalicznej w badaniach elektrochemicznych

Magdalena Mussur, Emilia Powałka, Łukasz Póltorak, Konrad Rudnicki
Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii, Katedra Chemii Nieorganicznej i Analitycznej,
ul. Tamka 12, 91-403 Łódź
e-mail osoby prezentującej: magdalena.mussur@edu.uni.lodz.pl

Wykorzystanie enzymów, takich jak fosfataza alkaliczna, w układach elektrochemicznych typu ITIES (ang. Interface between Two Immiscible Electrolyte Solutions) wiąże się z precyzyjnym dostosowaniem warunków pomiarowych, które pogodzą ich aktywność katalityczną z wymogami techniki pomiarowej. Fosfataza alkaliczna (ALP) zachowuje swoją aktywność w alkalicznym środowisku, przy odpowiednich stężeniach jonów magnezu oraz cynku [1].

Enzym ten jest zdolny do katalizy defosforylacji szerokiej gamy cząsteczek, takich jak białka lub kwasy nukleinowe [2]. Mechanizm defosforylacji pozwala na przekształcenie elektrycznie obojętnych, nieaktywnych analitów w ich elektro-aktywne formy jonowe (Rys. 1). Właściwość ta odgrywa fundamentalną rolę w analizach wykorzystujących cieczone granice fazowe. Techniki pomiarowe bazujące na tym zjawisku opierają się na rejestrowaniu prądu towarzyszącego przejściu jonu poprzez spolaryzowaną granicę fazową typu ciecz-ciecz (ang. electrified Liquid-Liquid Interface, eLLI) [3].

Celem niniejszych badań było określenie optymalnych warunków dla pomiarów elektrochemicznych z wykorzystaniem fosfatazy alkalicznej poprzez zbadanie wpływu pH oraz stężeń jonów magnezu i jonów cynku na odpowiedź prądową układu pomiarowego oraz szerokość okna potencjałowego na granicy faz ITIES.



Rysunek 1. Przykładowa reakcja defosforylacji *p*-nitrofenylofosforanu katalizowana przez fosfatazę alkaliczną.

Badania zostały zrealizowane przy wsparciu finansowym Narodowego Centrum Nauki (NCN)
(Grant nr UMO-2025/57/N/ST4/02255)

Literatura:

- [1] D. Lowe, T. Sanvictores, M. Zubair, S. John, StatPearls, 2023.
- [2] S.M. Shaban, S.B. Jo, E. Hafez, J.H. Cho, D.H. Kim, Coord. Chem. Rev. 465 (2022) 214567.
- [3] Ł. Póltorak, Wiad. Chem. 76 (2022) 1025–1046.

Badania tribologiczne wybranych nanomateriałów na aparacie tarciovym T-11

Karolina Papuga, Michał Cichomski, Renata Stanecka-Badura
*Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii, Katedra Technologii i Chemii Materiałów,
ul. Pomorska 163/165, 90-236 Łódź
e-mail osoby prezentujące: karolina.papuga@edu.uni.lodz.pl*

W dzisiejszej nauce i technologii znaczącą rolę odgrywa postępująca miniaturyzacja, która doprowadziła do znacznego rozwoju nanotechnologii, czyli nauki z pogranicza współczesnej chemii, biologii, fizyki oraz inżynierii materiałowej. Opiera się ona na badaniach materiałów, których co najmniej jeden wymiar wynosi maksymalnie 100 nm [1]. Mimo tego, że jest to młoda dziedzina, jej rozwój następuje dynamicznie, co w konsekwencji wymusza tworzenie obiektów o coraz mniejszych rozmiarach i bardziej funkcjonalnych zastosowaniach w wielu obszarach przemysłu, techniki czy medycyny. Do prawidłowego działania wielu urządzeń jest konieczne zastosowanie odpowiedniego środka smarowego [2]. Wychodząc naprzeciw obecnym trendom badawczym celem pracy jest zbadanie właściwości tribologicznych nanomateriałów stosowanych jako dodatki do środków smarnych.

Pierwszym etapem badań było wykonanie analizy struktury i morfologii wybranych nanomateriałów przy użyciu mikroskopu sił atomowych. Następnie przygotowano próbki oleju zawierające różne stężenia tych dodatków, co pozwoliło na określenie odpowiedniego udziału wagowego składników. Badania tribologiczne przygotowanych próbek zostały wykonane na aparacie tarciovym T-11 w układzie kula-tarcza, które umożliwiły ocenę właściwości przeciwzużyciowych i przeciwwzrostowych badanych próbek. Pomiary wykonano przy ustalonych parametrach obciążenia, prędkości obrotowej oraz czasu trwania pojedynczego testu. Po zakończeniu testów wykonano porównanie średnic skaz zużycia na kulach oraz tarczach dla próbek zawierających różne stężenia nanomateriałów oraz próbki zawierającej jedynie olej bazowy w tych samych zadanych warunkach. Pomiary wykonano za pomocą skaningowego mikroskopu elektronowego. Analiza uzyskanych średnic pozwoliła na ocenę wpływu stężenia nanomateriału na współczynnik tarcia oraz intensywność zużycia.

Przeprowadzone badania posłużą do opracowania skuteczniejszych środków smarnych, które mogłyby zwiększyć trwałość oraz efektywność urządzeń poprzez zmniejszenie zużycia elementów trących spowodowanym zjawiskiem tarcia.

*Badania zostały wykonane w ramach Studenckiego Grantu Badawczego edycja 2026.
Dziękuję za sfinansowanie projektu badawczego.*

Literatura:

- [1] A. Benozir Asha, R. Narain, Nanomaterials properties, W: Polymer Science and Nanotechnology, Elsevier, 2020, 343–359.
- [2] T. Kałdoński, Wybrane metody badań systemów tribologicznych. Część I. Ocena właściwości cieczy smarujących systemów tribologicznych, Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa, 2018.

Analiza substancji ekstrahowalnych z drewna iglastego i liściastego metodą chromatografii gazowej sprzężonej ze spektrometrią mas

Anita Pigiel¹, Marta Hryniewicka¹, Jeannette Jacqueline Lucejko², Barbara Leśniewska¹

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

² *University of Pisa, Department of Chemistry and Industrial Chemistry,
Via Giuseppe Moruzzi 13, 56124 Pisa, Italy*

e-mail osoby prezentującej: ap82171@student.uwb.edu.pl

Drewno stanowi naturalny materiał biologiczny charakteryzujący się złożonym składem chemicznym, obejmującym m.in. ligninę, celulozę oraz substancje ekstrahowalne. Organiczne substancje ekstrahowalne stanowią zazwyczaj 2–10% masy drewna i obejmują szeroką grupę związków takich jak związki małowcząsteczkowe, kwasy tłuszczowe, terpeny, alkohole, sterole oraz związki fenolowe. Związki ekstrahowalne odgrywają istotną rolę w kształtowaniu właściwości biologicznych, fizycznych i chemicznych drewna, wpływając m.in. na jego trwałość oraz odporność na czynniki środowiskowe. Skład jakościowy i ilościowy tych substancji różni się w zależności od gatunku drewna.

Celem pracy była analiza substancji ekstrahowalnych w materiale drzewnym o różnym stopniu przeobrażenia termicznego (drewno świeże, półzwęglone i zwęglone). Badaniom poddano próbki drewna iglastego (sosna) i liściastego (dąb). Do przygotowania próbek zastosowano układ dwóch rozpuszczalników o odmiennej polarności, co umożliwiło ekstrakcję zarówno związków niepolarnych, jak i bardziej polarnych. Analizy wykonywano metodą chromatografii gazowej sprzężonej ze spektrometrią mas (GC-MS). Frakcję rozpuszczalną ekstraktów poddano derywatyżacji off-line w celu zwiększenia lotności i stabilności termicznej oznaczanych związków. Uzyskane chromatogramy i widma masowe umożliwiły identyfikację związków obecnych w ekstraktach oraz porównanie profili chemicznych badanych próbek.

Przeprowadzone badania wykazały zróżnicowanie składu substancji ekstrahowalnych w zależności od rodzaju drewna oraz stopnia jego przeobrażenia termicznego. W próbce sosny świeżej zidentyfikowano 72 związki, w próbce częściowo zwęglonej 92 związki, natomiast w próbce całkowicie zwęglonej jedynie 29 związków. Na etapie częściowego zwęglenia obserwuje się przejściowy wzrost liczby wykrywanych składników, związany z rozpadem struktur drewna i uwalnianiem produktów degradacji. W próbce całkowicie zwęglonej następuje uproszczenie składu i zanik mniej stabilnych związków. Zidentyfikowano związki o znaczeniu diagnostycznym: składniki ligniny (wanilinę, aldehyd syryngolowy), produkty degradacji holocelulozy (furfural), kwasy karboksylowe (kwas azelainowy, oleinowy), amidy kwasów tłuszczowych (oleamid), terpeny i sterole. W próbce dębu świeżego dominującą grupę stanowiły kwasy tłuszczowe (ok. 56%), natomiast istotny udział wykazywały również sterole (ok. 21%) oraz związki małowcząsteczkowe (ok. 12%). Analiza związków ekstrahowalnych metodą GC-MS pozwoliła na charakterystykę profilu chemicznego badanych próbek drewna oraz ocenę zmian zachodzących pod wpływem przeobrażenia termicznego.

Wspomagana mikrofalami synteza benzofurano-2-karboksyamidu

Malwina Plucińska, Wiktor K. Poper, Anna Zawisza

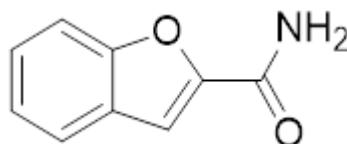
Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii, Katedra Chemii Organicznej i Stosowanej,
ul. Tamka 12, 91-403 Łódź

e-mail osoby prezentującej: malwina.plucinska@edu.uni.lodz.pl

W ostatnich dekadach użycie energii mikrofalowej w chemii systematycznie wzrasta, co niejednokrotnie istotnie wpłynęło na rozwój m.in. syntezy organicznej [1]. Tego typu innowacyjne podejście znajduje coraz szersze zastosowanie w syntezie związków heterocyklicznych [2].

Układy heterocykliczne budzą zainteresowanie badaczy m.in. ze względu na istotny wpływ na bioaktywność związków opartych na strukturze takich układów [3]. Spośród wspomnianych układów znajdujących zastosowanie w projektowaniu nowych związków bioaktywnych należy wskazać benzofurano-2-karboksyamid (Rys. 1), którego pochodne stanowią podstawę strukturalną związków o znanej aktywności biologicznej [4].

Łącząc powyższe za istotne uznano opracowanie nowych metod syntezy tytułowego układu heterocyklicznego. W ramach komunikatu zaprezentowana będzie nowa, efektywna metoda otrzymywania benzofurano-2-karboksyamidu wykorzystująca reakcję wspomaganą mikrofalami.



Rysunek 1. Struktura benzofurano-2-karboksyamidu.

Badania finansowane ze środków Studenckich Grantów Badawczych Uniwersytetu Łódzkiego.

Literatura:

- [1] A. de la Hoz, Á. Díaz-Ortiz, Á. Moreno, Chem. Soc. Rev. 34 (2005) 164–178.
- [2] S. Kumar, A. Maurya, A. Agarwal, SynOpen 8 (2024) 138–152.
- [3] H. Beck, M. Harter, B. Hass, C. Schmeck, L. Baerfacker, Drug Discov. Today 27 (2022) 1560–1574.
- [4] Y.-S. Xie, D. Kumar, V. D. V. Bodduri, P. S. Tarani, B.-X. Zhao, J.-Y. Miao, K. Jang, D.-S. Shin, Tetrahedron Lett. 55 (2014) 2796–2800.

Oznaczanie tioproliny w lekach i kosmetykach techniką HPLC-UV – walidacja nowo opracowanej metody oraz badania aplikacyjne

Martyna Płodzik¹, Marta Agata Gawęł^{1,2}, Rafał Głowacki¹, Justyna Piechocka¹

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

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

e-mail osoby prezentującej: martyna.plodzik@edu.uni.lodz.pl

Tioprolina (tPro), czyli kwas 1,3-tiazolidyno-4-karboksylowy, w farmacji znana pod nazwą tymonacyk, to związek powstający w reakcji kondensacji cysteiny z formaldehydem, szeroko ceniony w farmakologii za swoje prozdrowotne właściwości przeciwutleniające, hepatoprotekcyjne, przeciwnowotworowe oraz stymulujące układem odpornościowym. W ostatnich latach substancja ta stała się również niezwykle popularnym składnikiem aktywnym dermokosmetyków, gdzie wykorzystuje się jej potencjał w terapiach przeciwtrądzikowych, przeciwłuszczykowych oraz w pielęgnacji przeciwstarzeniowej. Gwałtowny wzrost liczby produktów zawierających tPro na rynku wymusza stworzenie efektywnych, a zarazem prostych i tanich narzędzi do ich rutynowej kontroli jakości. Dotychczasowe dane literaturowe, indeksowane m.in. w bazie Scopus, wskazują na deficyt odpowiednich procedur analitycznych – dostępne metody ograniczają się do analizy produktów farmaceutycznych i wykorzystują techniki takie jak woltamperometria, spektrofotometria czy spektrofluorymetria które często nie zapewniają wymaganej selektywności i czułości. W literaturze brakuje zwłaszcza metod dedykowanych analizie tPro w złożonych matrycach kosmetycznych [1].

Celem podjętych przez nasz zespół badań było wypełnienie tej luki. Opracowaliśmy metodę oznaczania tPro z wykorzystaniem wysokosprawnej chromatografii cieczowej sprzężonej z detektorem spektrofotometrycznym. Podczas konferencji zostaną przedstawione dane dotyczące etapu walidacji tej metody, potwierdzające jej niezawodność w badaniu produktów leczniczych oraz szerokiego spektrum kosmetyków, takich jak kremy, sera, podkłady i preparaty promieniochronne. Prezentację uzupełnią wyniki oznaczeń tPro w próbkach rzeczywistych, które potwierdzają praktyczną użyteczność opracowanego narzędzia w ocenie jakości produktów rynkowych [1].

Literatura:

[1] M. Gawęł, M. Płodzik, R. Głowacki, J. Piechocka, *Molecules* 30 (2025) 3152.

Tlenek limonenu jako chiralna platforma w syntezie nowych związków o potencjalnej aktywności biologicznej

Noelia Pols, Adam Marek Pieczonka

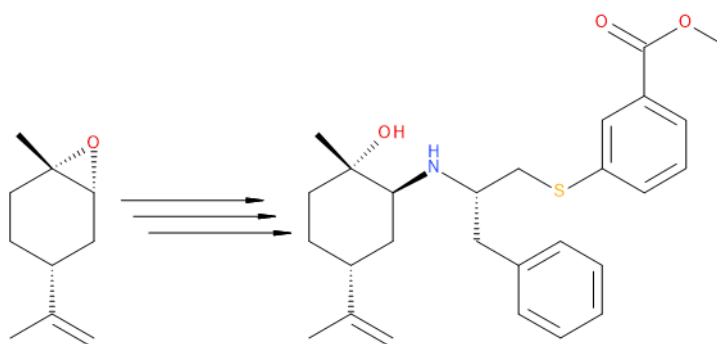
Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii, Katedra Chemii Organicznej i Stosowanej,
ul. Tamka 12, 91-403 Łódź

e-mail osoby prezentującej: noelia.pols@edu.uni.lodz.pl

Celem projektu jest opracowanie zrównoważonej, stereoselektywnej syntezy chiralnych β -aminoalkoholi z wykorzystaniem zasad „click chemistry”. Jako substrat wyjściowy zostanie wykorzystany tlenek limonenu - tani, nietoksyczny monoterpren o trwałym centrum stereogenicznym.

Pierwszy etap polega na syntezie trzech azirydnoalkoholi w wyniku nukleofilowej substytucji na chiralnych azirydynach, prowadzącej do otwarcia układu epoksydowego [1]. Reakcja ta jest szybka, selektywna i zgodna z zasadami zielonej chemii. W kolejnym kroku związki te są poddawane otwarciu pierścienia azirydynowego z użyciem nukleofilów siarkowych, które charakteryzują się wysoką reaktywnością wobec trójczłonowych układów cyklicznych (Rys. 1). Pozwala to na otrzymanie pochodnych azirydiny o zróżnicowanej funkcjonalności.

Otrzymane produkty będą analizowane pod kątem stereochemii i aktywności biologicznej. Całość opiera się na prostych, wydajnych i ekologicznych procedurach wpisujących się w aktualne trendy chemii bioorganicznej i farmaceutycznej.



Rysunek. 1 Synteza pochodnej azirydiny z tlenku limonenu.

Badania zostały sfinansowane z projektu Studencki Grant Badawczy Uniwersytetu Łódzkiego.

Literatura:

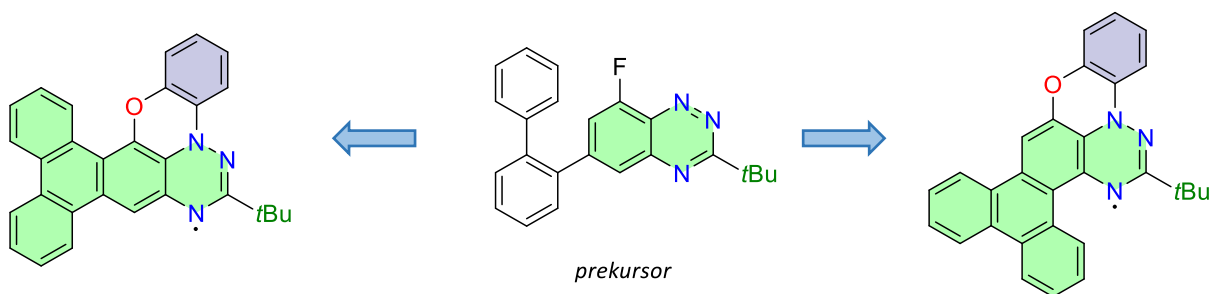
[1] M. Rachwalski, *Tetrahedron Asymmetry* 25 (2013) 219–223.

Synteza i badania fizykochemiczne rodników Blattera o rozszerzonych układach wiązań π

Oliwia Rewerska, Julia Śleszyńska, Paulina Bartos
Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii, Katedra Chemii Organicznej i Stosowanej,
ul. Tamka 12, 91-403 Łódź
e-mail osoby prezentującej: oliwia.rewerska@edu.uni.lodz.pl

W ostatnim czasie szczególnie intensywnie rozwijają się takie obszary jak elektronika molekularna i spintronika, bazujące na kontrolowanym transporcie ładunku oraz spinu w materiałach organicznych. W tym kontekście istotną rolę odgrywają organiczne rodniki 1,2,4-triazynylowe, znane jako rodniki Blattera, stanowiące wyjątkową grupę trwałych związków o otwartopowłokowej strukturze elektronowej [1].

Celem niniejszego projektu jest otrzymanie oraz kompleksowa charakterystyka nowej klasy rodników Blattera funkcjonalizowanych policyklicznymi węglowodorami aromatycznymi, a także analiza ich właściwości magnetycznych i elektronowych pod kątem potencjalnych zastosowań w technologiach zapisu i przetwarzania informacji (Rys. 1). Modyfikacja ta ma na celu zwiększenie π delokalizacji spinu, co przekłada się na większą stabilność oraz potencjalną użyteczność tych układów. Pożądane związki zostały otrzymane na drodze dostępnych, opracowanych w Zespole metod [2–4]. Optymalizacje warunków syntezy oraz wyniki badań spektroskopowych (UV-VIS, EPR), elektrochemicznych (CV) i strukturalnych (XRD) zostaną przedstawione na posterze.



Rysunek 1. Rodniki Blattera funkcjonalizowane policyklicznymi węglowodorami aromatycznymi.

Projekt sfinansowany ze Studenckiego Grantu Badawczego Uniwersytetu Łódzkiego
na rok 2025/2026 oraz grantu nr 2022/47/D/ST4/03462.

Literatura:

- [1] T.J.J. Müller, U.H.F. Bunz, Eds., Functional Organic Materials, Wiley, 2006.
- [2] P. Bartos, V. G. Young, Jr., P. Kaszyński, Org. Lett. 22 (2020) 3835–3840.
- [3] P. Bartos, B. Anand, A. Pietrzak, P. Kaszyński, Org. Lett. 22 (2020) 180–184.
- [4] P. Bartos, M. Celeda, A. Pietrzak, P. Kaszyński, Org. Chem. Front. 9 (2022) 929–938.

Wykorzystanie mPEG jako polimerowego czynnika porotwórczego w zol-żelowych powłokach ditlenku tytanu na stali biomedycznej

Natalia Rusek, Barbara Burnat

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

e-mail osoby prezentującej: natalia.rusek@edu.uni.lodz.pl

Współczesna implantologia i ortopedia nieustannie dążą do optymalizacji procesu osteointegracji – trwałego i stabilnego połączenia pomiędzy materiałem implantu a tkanką kostną pacjenta. Od jakości tego wiązania zależy mechaniczna stabilność implantu oraz minimalizacja ryzyka powikłań pooperacyjnych. Kluczową rolę w inicjowaniu procesów kościotwórczych odgrywają właściwości fizykochemiczne i topografia powierzchni implantu. Powierzchnie o rozwiniętej, nano- i mikroporowatej strukturze znacząco sprzyjają adhezji i proliferacji osteoblastów, zwiększając powierzchnię kontaktu i ułatwiając wymianę substancji odżywczych [1,2].

Jednym z wysoce perspektywicznych kierunków modyfikacji powierzchni implantów jest wykorzystanie polimerów porotwórczych w procesie syntezy ceramicznych powłok tlenkowych metodą zol-żel. Związki makromolekularne, wprowadzane do matrycy powłoki, ulegają termicznej degradacji podczas procesu wygrzewania, pozostawiając pory o ściśle określonej wielkości i geometrii [2,3]. Wyzwaniem technologicznym pozostaje jednak dobór odpowiedniego czynnika porotwórczego oraz optymalizacja parametrów jego usuwania.

Celem prezentowanych badań była weryfikacja hipotezy o przydatności eteru monometylowego glikolu polietylenowego (mPEG 550) jako skutecznego czynnika porotwórczego w syntezie powłok ditlenku tytanu (TiO_2) na podłożu ze stali biomedycznej. Wytworzone powłoki TiO_2 bez i z dodatkiem mPEG 550 zostały scharakteryzowane pod kątem właściwości powierzchniowych za pomocą skaningowej mikroskopii elektronowej (SEM) i mikroskopii sił atomowych (AFM).

Uzyskane wyniki jednoznacznie potwierdziły skuteczność zastosowania mPEG jako polimerowego czynnika porotwórczego dla powłok TiO_2 . Opracowana procedura wytwarzania porowatych zol-żelowych powłok TiO_2 stanowi obiecującą, niskokosztową metodę modyfikacji powierzchni implantów do zastosowań ortopedycznych.

Badania zostały sfinansowane w ramach X edycji konkursu Studenckie Granty Badawcze na Uniwersytecie Łódzkim.

Literatura:

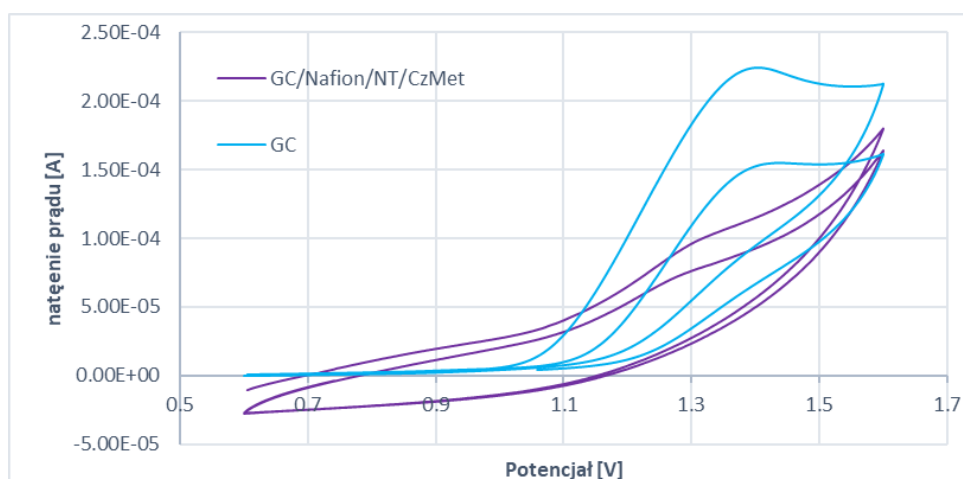
- [1] N. Cotoian, M. Rak, M. Bele, A. Cör, L.M. Muresan, I. Milošev, Surf. Coat. Technol. 421 (2021) 127476.
- [2] I. Piwoński, A. Kisielewska, J. Marczak, J. Porous Mater. 20 (2013) 1395–1404.
- [3] E. Albert, Langmuir 41 (2025) 704–718.

Elektrokatalityczne oznaczanie papaweryny na elektrodzie z węgla szklanego modyfikowanej czerwienią metylową

Wiktoria Rutkowska

Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii, Katedra Chemii Nieorganicznej i Analitycznej,
ul. Tamka 12, 91-403 Łódź
e-mail osoby prezentującej: wiktoria.rutkowska@edu.uni.lodz.pl

W pracy zaprezentowano nową metodę ilościowego oznaczania papaweryny, opartą na elektrokatalizie, wykorzystującą elektrodę z węgla szklanego modyfikowaną czerwienią metylową. Papaweryna należy do grupy alkaloidów izochinolinowych, zawartych w mlecznym soku z niedojrzałej makówki maku lekarskiego. Posiada ona działanie rozluźniające mięśnie gładkie oraz rozszerzające naczynia krwionośne, dzięki czemu znajduje ona zastosowanie w medycynie [1]. Opracowana metoda bazuje na elektrokatalitycznym oznaczaniu papaweryny na elektrodzie z węgla szklanego, zmodyfikowanej czerwienią metylową unieruchomioną na powierzchni nanorurek węglowych (NT) zawieszonych w warstwie nafionu. Właściwości elektrokatalityczne elektrody oraz mechanizm utleniania papaweryny zbadano za pomocą woltamperometrii cyklicznej (CV), natomiast w celu ilościowego oznaczania papaweryny zastosowano technikę pulsowej woltamperometrii różnicowej (DPV). Przeprowadzone badania potwierdzają, że obecność czerwieni metylowej na powierzchni elektrody GC wykazuje działanie elektrokatalityczne podczas elektrodowego utleniania papaweryny, co objawia się przesunięciem wartości potencjału utleniania papaweryny w kierunku katodowym, w porównaniu do procesu prowadzonego na elektrodzie niezmodyfikowanej (Rys. 1).



Rysunek 1. Woltamperogram cykliczny (CV) roztworu papaweryny o stężeniu $5 \cdot 10^{-3}$ M w buforze Brittona-Robbinsona o $\text{pH}=5$, na GC i GC/Nafion/NT/CzMet vs NEK ($\text{Hg}/\text{Hg}_2\text{Cl}_2(\text{s})/\text{KCl}(\text{nas.})$).

Literatura:

- [1] S. Ashrafi, S. Alam, A. Sultana, A. Raj, N.U. Emon, F.T. Richi, T. Sharmin, M. Moon, M.N. Park, B. Kim, *Molecules* 28 (2023) 3149.

Rodniki 1,2,4-triazolyłowe – struktura, właściwości, synteza

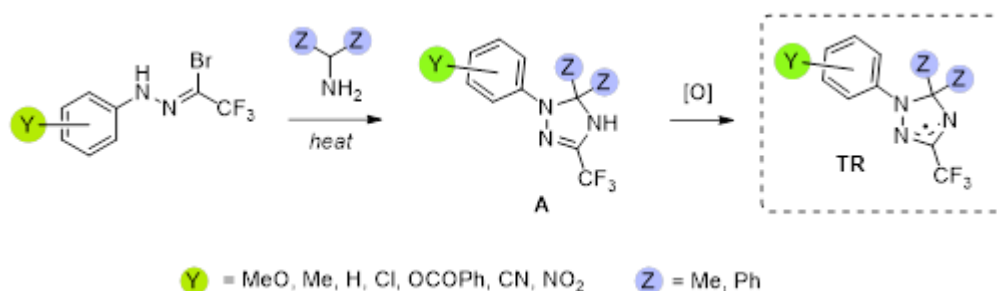
Aleksandra Rydz¹, Katarzyna Urbaniak², Marcin Palusiak¹, Marcin Jasiński²

¹Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii, Katedra Chemii Fizycznej, ul. Pomorska 163/165, 90-226 Łódź

²Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii, Katedra Chemii Organicznej i Stosowanej,
ul. Tamka 12, 91-403 Łódź

e-mail osoby prezentującej: aleksandra.rydz@edu.uni.lodz.pl

Rodniki 1,2,4-triazolyłowe stanowią stosunkowo słabo poznaną grupę stabilnych związków otwarto-powłokowych, które w ostatnich latach wzbudzają rosnące zainteresowanie ze względu na potencjalne zastosowania praktyczne, m.in. w syntezie organicznej, procesach polimeryzacji oraz badaniach farmakologicznych [1–4]. Zaskakujący pozostaje fakt, że wśród tej klasy połączeń nie opisano dotąd analogów fluorowanych, mimo że wprowadzenie atomów fluoru i/lub grup fluoroalkilowych do cząsteczek organicznych może istotnie modyfikować ich właściwości fizykochemiczne oraz biologiczne. W wystąpieniu posterowym przedstawiona zostanie metoda syntezy nowych rodników 3-CF₃-1,2,4-triazolyłowych (TR) (Rys. 1), oparta na wykorzystaniu CF₃-nitryloimin generowanych *in situ* z bromków hydrazonoilowych. W reakcji kondensacji z aminami pierwszorzędowymi powstają pochodne 1H-1,2,4-triazolu, które następnie ulegają utlenieniu do oczekiwanych rodników. Proces prowadzono w wariacie teleskopowym, bez izolowania pośrednich adduktów. Otrzymane produkty wykorzystano do oceny wpływu podstawników Y i R na właściwości związków oraz ich zdolność do krystalizacji. Struktury wybranych pochodnych potwierdzono metodą rentgenografii strukturalnej, a uzyskane rodniki stanowią modele do dalszych badań wspartych obliczeniami DFT.



Rysunek 1. Synteza tytułowych rodników 1,2,4-triazolyłowych (TR).

Literatura:

- [1] F.A. Neugebauer, H. Fischer, C. Krieger, *Angew. Chem. Int. Ed.* 28 (1989) 491–492.
- [2] F.A. Neugebauer, H. Fischer, *Tetrahedron* 51 (1995) 12883–12898.
- [3] J.-W. Zhang, Y.-R. Wang, J.-H. Pan, Y.-H. He, W. Yu, B. Han, *Angew. Chem. Int. Ed.* 59 (2020) 3900–3904.
- [4] S. Gao, F. Li, *J. Mol. Struct.* 1349 (2026) 143591.

Synteza nowych fluoroforów naftalimidowych

Adrianna Sarad, Emilia Duchowska, Katarzyna Dawid, Bogna Rudolf, Szymon Jarzyński
Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii, Katedra Chemii Organicznej, ul. Tamka 12, 91-403 Łódź
e-mail osoby prezentujące: adrianna.sarad@edu.uni.lodz.pl

Fluoryzujące związki organiczne od wielu lat wzbudzają ogromne zainteresowanie ze względu na swoje wyjątkowe właściwości optyczne oraz szerokie spektrum zastosowań w różnych dziedzinach nauki i technologii. Ich zdolność do absorbowania i emisji światła w kontrolowanym zakresie widma sprawia, że stanowią kluczową grupę materiałów w nowoczesnej optoelektronice, biologii molekularnej oraz chemii analitycznej [1]. Wciąż jednak wyzwaniem pozostaje opracowanie układów o zwiększonej stabilności fotochemicznej, wysokiej wydajności kwantowej oraz precyzyjnie dostrojonych właściwościach emisyjnych, co stanowi przedmiot intensywnych badań współczesnej chemii organicznej i materiałowej. Pochodne naftalimidu należą do jednych z najbardziej obiecujących układów fluorescencyjnych o strukturze typu donor-akceptor (D-A), co czyni je niezwykle użytecznymi w wielu dziedzinach, od optoelektroniki po bioobrazowanie [2]. Związki te wykazują wyjątkowe właściwości fotofizyczne, w tym wysokie powinowactwo elektronowe, stabilność termiczną i oksydacyjną oraz biokompatybilność. Przedstawiony projekt stanowi kontynuację badań, prowadzonych w Katedrze Chemii Organicznej, dotyczących syntezy nowych pochodnych imidowych, które wykazują właściwości biologiczne oraz fotochemiczne. Głównym celem prezentowanego wniosku było opracowanie wydajnych procedur otrzymywania nowych pochodnych naftalimidowych, które będą zawierały w swojej strukturze zarówno fragment iminowy jak i aminowy. Kluczowym związkiem wyjściowymi do otrzymania docelowych produktów będzie 4-bromo-1,8-naftalimid.

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

Literatura:

- [1] B. Valeur, M.N. Berberan-Santos, *Molecular Fluorescence: Principles and Applications*, Wiley-VCH, 2012.
- [2] C. Zhou, Y. Zhang, Y. Sun, L. Yan, *J. Mol. Struct.* 1349 (2026) 143604.

Opracowanie metody przygotowania próbki osocza do oznaczania progesteronu i jego syntetycznej formy

Adrian Sobczak, Justyna Piechocka

*Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii, Katedra Chemii Środowiska, ul. Pomorska 163/165, 90-236 Łódź
e-mail osoby prezentującej: adrian.sobczak2@edu.uni.lodz.pl*

Progesteron jest żeńskim hormonem płciowym, odpowiadającym za zagnieżdżenie zarodka w endometrium macicy i utrzymanie ciąży. Dydrogesteron jest progestagenem otrzymywanym syntetycznie i powszechnie stosowanym w leczeniu niepłodności u kobiet wynikającej z niedomogi lutealnej. Dydrogesteron wykazuje podobne, jednak ponad 10-krotnie silniejsze działanie niż naturalny progesteron [1,2]. Kobietom planującym ciążę, u których stwierdzono niedobór progesteronu zaleca się suplementację jego syntetycznej formy i kontrolę stężenia progesteronu we krwi. Co ciekawe, dydrogesteron nie ulega przekształceniu do progesteronu w organizmie człowieka, co uniemożliwia jego wykrycie z wykorzystaniem komercyjnie dostępnej i rutynowo stosowanej w laboratoriach diagnostycznych metody [1].

W analityce progesteronu i dydrogesteronu oraz próbek biologicznych nadrzędną rolę odgrywają techniki separacyjne, w tym chromatografia cieczowa czy chromatografia gazowa sprzężone z różnymi trybami detekcji. Jednym z najważniejszych etapów analizy próbek jest ich przygotowanie. W trakcie tego procesu nadawane są próbce właściwości, które umożliwiają oznaczenie analitów wybraną techniką pomiarową.

Celem realizowanych badań było dobranie odpowiednich warunków przygotowania próbek osocza do oznaczenia progesteronu i dydrogesteronu za pomocą wysokosprawnej chromatografii cieczowej z detekcją spektrofotometryczną. Optymalizacji poddane zostały poszczególne etapy przygotowania próbki ze szczególnym uwzględnieniem ich odbiałczania. W trakcie wystąpienia zostaną przedstawione dotychczas uzyskane wyniki.

Badania są realizowane w ramach projektu „Opracowanie chromatograficznej metody oznaczania naturalnej i syntetycznej formy hormonu progesteron i jego metabolitów w próbkach diagnostycznych”, finansowanego w ramach projektu Studenckie Granty Badawcze Uniwersytetu Łódzkiego.

Literatura:

- [1] A. Kołodziejczyk, Naturalne związki organiczne, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2015.
- [2] W. Janiec, Kompendium farmakologii, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa, 2021.

Sole z kationem alkilo(2-hydroksyetylo)dimetyloamoniowym oraz anionem mleczanowym – synteza i analiza lepkości

Natalia Stawniak¹, Paula Skrzypek², Żaneta Żur¹, Olga Zmarz¹, Joachim Lisiak²,
Marcin Nowak², Damian Krystian Kaczmarek¹, Katarzyna Materna¹

¹Politechnika Poznańska, Wydział Technologii Chemicznej, Instytut Technologii i Inżynierii Chemicznej,
ul. Berdychowo 4, 60-965 Poznań

²Politechnika Poznańska, Wydział Inżynierii i Zarządzania, Instytut Analizy Konstrukcji,
ul. J. Rychlewskiego 2, 61-131 Poznań

e-mail osoby prezentujące: natalia.stawniak@student.put.poznan.pl

Ciecze jonowe definiowane są jako związki chemiczne, których temperatura topnienia nie przekracza granicy 100°C. Najistotniejszą cechą jest możliwość ich projektowania, która poprzez precyzyjny dobór struktury kationu oraz anionu umożliwia sterowanie właściwościami fizykochemicznymi produktu, takimi jak lepkość, gęstość oraz hydrofobowość [1,2]. W badaniu syntezowano związki bazujące na strukturze chlorku choline, który jest czwartorzędową solą amoniową będącą związkiem naturalnym, powszechnie występującym w tkankach roślinnych i zwierzęcych.[3] Wybór soli z kationem alkilo(2-hydroksyetylo)dimetyloamoniowym był podyktowany danymi literaturowymi dotyczącymi biodegradowalności oraz wysokiej rozpuszczalności w układach wodnych.[4,5] Zatem wykorzystanie kationów alkilo(2-hydroksyetylo)dimetyloamoniowych w projektowaniu cieczy jonowych można uznać za uzasadnione zarówno ze względów aplikacyjnych, jak i środowiskowych.

Głównym celem podjętych badań było syntezowanie cieczy jonowych z kationem decylo(2-hydroksyetylo)dimetyloamoniowym lub dodecylo(2-hydroksyetylo)dimetyloamoniowym oraz anionem mleczanowym. Kluczowym aspektem pracy było zbadanie lepkości przy użyciu wiskozymetru. Uzyskane dane posłużyły do przeprowadzenia analizy porównawczej, pozwalającej na znalezienie zależności struktura-lepkość oraz porównaniu z danymi literaturowymi. Strukturę otrzymanych związków potwierdzono metodą spektroskopii ¹H i ¹³C NMR.

*Badania sfinansowane przez Politechnikę Poznańską w ramach Project Based Learning
– Kształcenie przez działanie (9022/IDUB/0006-04)*

Literatura

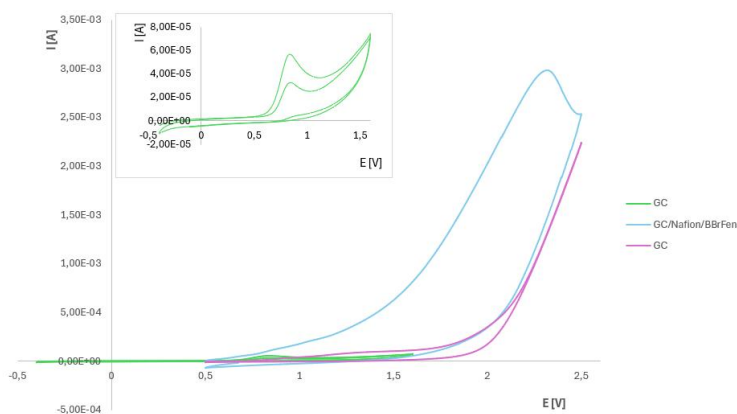
- [1] R.D. Rogers, K.R. Seddon, Science 302 (2003) 792–793.
- [2] P. Wasserscheid, T. Welton (Eds.), Ionic Liquids in Synthesis, Wiley-VCH, 2008.
- [3] B.L. Gadilohar, G.S. Shankarling, J. Mol. Liq. 227 (2017) 234–261.
- [4] M.T. García, E. Bautista, A. de la Fuentel L. Pérez, Pharmaceutics 15 (2023) 1806.
- [5] U. Domańska, R. Bogel-Łukasik, J. Phys. Chem. B 109 (2005) 12124–12132.

Elektrokatalityczne oznaczanie nikotyny na elektrodzie z węgla szklanego modyfikowanej błękitem bromofenolowym

Oliwia Ślęzyk

Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii, Katedra Chemii Nieorganicznej i Analitycznej,
ul. Tamka 12, 91-403 Łódź
e-mail osoby prezentującej: oliwia.slazyk@edu.uni.lodz.pl

W pracy przedstawiono nową metodę elektrokatalitycznego ilościowego oznaczania nikotyny na elektrodzie z węgla szklanego modyfikowanej błękitem bromofenolowym. Nikotyna jest psychoaktywnym alkaloidem, który pełni rolę „mediatora uzależnienia”, prowadząc do długotrwałej ekspozycji organizmu na toksyczne substancje obecne w dymie tytoniowym [1]. Metoda ilościowego oznaczania nikotyny opiera się na elektrokatalitycznym oznaczeniu nikotyny na elektrodzie z węgla szklanego, zmodyfikowanej błękitem bromofenolowym unieruchomionym na powierzchni nanorurek, zawieszonych w warstwie nafionu [2]. Właściwości elektrokatalityczne elektrody oraz mechanizm procesu utleniania nikotyny zbadano za pomocą woltamperometrii cyklicznej (CV). W celu ilościowego oznaczania substancji zastosowano technikę pulsowej woltamperometrii różnicowej (DPV). Wyniki badań wskazują, że obecność błękitu bromofenolowego na powierzchni elektrody ma działanie elektrokatalityczne podczas elektrodowego utleniania nikotyny, ponieważ obserwuje się istotny wzrost prądu pikowego w porównaniu do procesu prowadzonego na elektrodzie niemodyfikowanej (Rys. 1). Opracowana metoda charakteryzuje się dobrą powtarzalnością oraz niskim limitem detekcji i z tego względu, z powodzeniem może znaleźć zastosowanie w analizie medycznej jako szybka, czuła i nisko kosztowa metoda oznaczania nikotyny.



Rysunek 1. Woltamperogram cykliczny roztworu nikotyny o stężeniu $5 \cdot 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$ w $0,1 \text{ mol L}^{-1} \text{ KNO}_3$ na GC i GC/Nafion/NT/BBrFen vs NEK ($\text{Hg}/\text{Hg}_2\text{Cl}_2(\text{s})/\text{KCl}(\text{nas.})$).

Literatura:

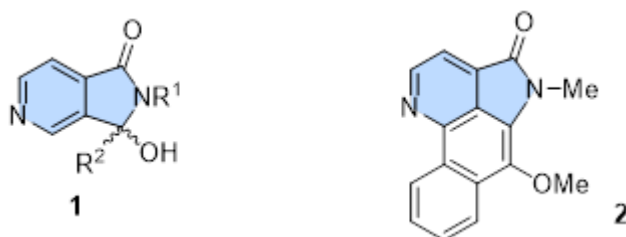
- [1] A. Ciołkowski, K. Jurowski, W. Piekoszewski, Toksykologia. Tom 2. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2020.
- [2] P. Yang, W. Wei, C. Tao, J. Zeng, Bull. Environ. Contam. Toxicol., 79 (2007) 5–10.

Modyfikacje 2-(*tert*-butylo)-3-hydroksy-2,3-dihydro-1*H*-pirolo[3,4-*c*]pirydyno-1-onu z wykorzystaniem *n*-butylolitu

Maja Trąbczyńska, Magdalena Ciechańska

Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii, Katedra Chemii Organicznej, ul. Tamka 12, 91-403 Łódź
e-mail osoby prezentującej: maja.trabczynska@edu.uni.lodz.pl

Podstawione 2,3-dihydro-1*H*-pirolo[3,4-*c*]pirydyny **1** (Rys. 1) stanowią ważną klasę skondensowanych związków heterocyklicznych ze względu na ich obecność w licznych biologicznie aktywnych cząsteczkach. Te pochodne posiadają różnorodne właściwości farmakologiczne. Niektóre związki pirolo[3,4-*c*]pirydynowe wykazują potencjalne działanie przeciwbólowe i uspokajające [1,2]. Wiadomo, że pochodne zawierające grupę karboksylową hamują aktywność reduktazy aldozy, co jest istotne w leczeniu powikłań cukrzycowych [3]. Podobnie 1*H*-pirolo[3,4-*c*]pirydyno-1,3(2*H*)-diony zostały opisane jako leki, związki bioaktywne i substancje wykazujące właściwości emisji indukowanej agregacją [4]. Ponadto pochodne pirolo[3,4-*c*]pirydyno-1,3(2*H*)-dionu zostały wykorzystane do syntezy alkaloidu azafenantrenowego Eupolauraminy **6** (Rys. 1), który wykazuje potencjalne właściwości biologiczne.



Rysunek 1. Struktura związku **1** i **2**.

W niniejszym komunikacie przedstawimy użyteczny sposób funkcjonalizacji w pozycji 7 szkieletu typu **1** z wykorzystaniem reakcji *orto*-litowania [5].

Badania zostały sfinansowane z funduszy X edycji Studenckich Grantów Badawczych 2025 na UŁ.

Literatura:

- [1] D. Szkatuła, E. Krzyżak, Sz. Mogiński, J Sapa, B. Filipek, P. Świątek, *Molecules* 25 (2020) 5883.
- [2] R. Menegatti, G. M Silva, G. Zapata-Sudo, J. M Raimundo, R.T Sudo, E.J Barreiro, C.A M. Fraga, *Bioorg. Med. Chem.* 14 (2006) 632–640.
- [3] A. Da Settimo, G. Primofiore, F. Da Settimo, F. Simorini, C. La Motta, A. Martinelli, E. Boldrini, *Eur. J. Med. Chem.* 31 (1996) 49–58.
- [4] X. Li, X. Zhang, F. Zhang, X. Luo, H. Luo, *Adv. Synth. Catal.* 364 (2022) 1683–1688.
- [5] A. Józwiak, M. Ciechańska, *J. Heterocycl. Chem.* 51 (2014) 357–362.

Filmy z etylocelulozy modyfikowane pseudoproteinami jako systemy „second skin” w aplikacjach kosmetycznych

Natalia Wagner¹, Justyna Kozłowska¹, Nino Zavrashvili², Nino Kupatadze²,
Ramaz Katsarava²

¹Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Wydział Chemii, Laboratorium Funkcjonalnych
Materiałów Polimerowych, ul. Gagarina 7, 87-100 Toruń

²Agricultural University of Georgia, Institute of Chemistry and Molecular Engineering,
#240 Davit Aghmashenebeli Alley, 0159 Tbilisi, Gruzja
e-mail osoby prezentujące: 321898@stud.umk.pl

Rozwój zaawansowanych kosmetycznych systemów błonotwórczych zyskuje coraz większe zainteresowanie, szczególnie w kontekście zastosowań typu „second skin”. Etyloceluloza (EC) jest hydrofobowym polimerem szeroko stosowanym w powłokach farmaceutycznych ze względu na dobre właściwości barierowe, jednak jej ograniczeniem jest sztywność oraz niska zwilżalność. W niniejszej pracy opracowano formułacje sprayów na bazie EC, modyfikowane niewielkim dodatkiem pseudoprotein (1L6 i 8L6), po raz pierwszy badanych w zastosowaniach kosmetycznych jako modyfikatory filmów.

Przygotowano formułacje zawierające 2% (m/v) EC w etanolu oraz 0,5% (m/v) pseudoprotein, z dodatkiem plastyfikatora lub bez niego. Oceniono właściwości aplikacyjne sprayów, w tym charakterystykę rozpylania, rozkład wielkości kropli oraz czas wysychania. Uzyskane filmy analizowano również na podłożach modelowych oraz w systemach imitujących skórę, w celu oceny ich właściwości funkcjonalnych.

Dodatkowo filmy odlewane z tych samych formułacji poddano ocenie właściwości mechanicznych oraz analizie strukturalnej z wykorzystaniem mikroskopii optycznej i FTIR.

Wyniki wykazały, że dodatek pseudoprotein modyfikuje właściwości fizykochemiczne i funkcjonalne filmów EC, zwiększając ich elastyczność oraz interakcję z wilgocią przy jednoczesnym zachowaniu właściwości barierowych. Opracowane układy tworzą cienkie, hydrofobowe powłoki ochronne, które mogą znaleźć zastosowanie jako kosmetyczne spraysy barierowe do skóry podrażnionej lub narażonej na tarcie.

Praca potwierdza możliwość wykorzystania pseudoprotein jako funkcjonalnych modyfikatorów w kosmetycznych systemach błonotwórczych, otwierając nowe perspektywy dla zaawansowanych technologii dermokosmetycznych typu „second skin”.

Literatura:

- [1] D. Makharadze, T. Kantaria, N. Kupatadze, N. Zavrashvili, L. Kirtadze, Eur. Polym. J. 236 (2025) 114103.
- [2] N. Zavrashvili, J. Puiggali, R. Katsarava, Curr. Pharm. Des. 26 (2020) 566–593.
- [3] O.A. Adeleke, Ocular drug delivery systems: Advances and applications, Int. J. Pharm. X 1 (2019).

Mission: Impossible? Opracowanie syntezy oligo-PROTAC

Weronika Wolna¹, Katarzyna Błażewska¹, Ewa Radzikowska-Cieciura²

¹Instytut Chemii Organicznej, Wydział Chemii, Politechnika Łódzka, ul. Żeromskiego 116, 90-924 Łódź

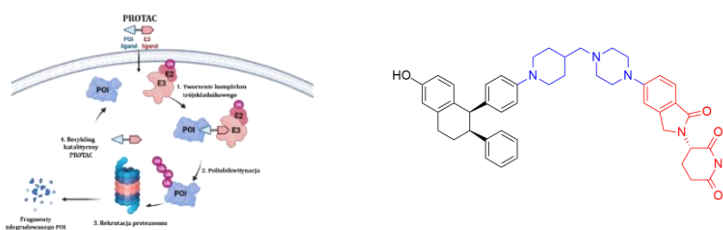
²Zakład Chemii Bioorganicznej, Centrum Badań Molekularnych i Makromolekularnych Polskiej

Akademii Nauk, ul. Sienkiewicza 112, 90-363 Łódź

e-mail osoby prezentującej: 258844@edu.p.lodz.pl

Technologia PROTAC (Proteolysis Targeting Chimera) jest obiecującym narzędziem współczesnej chemii leków, pozwalającym regulować cele terapeutyczne uznawane do tej pory za "nielekowalne" (ang. undruggable). Strategia ta wykorzystuje naturalne mechanizmy komórkowe służące usuwaniu niepotrzebnych białek. Częsteczka PROTAC łączy ligazę E3 oraz białko stanowiące cel terapeutyczny, inicjując jego degradację (Rys. 1). Mechanizm ten odzwierciedla precyzyjnie zaplanowane działania, w których nieuchwytny cel, zostaje zidentyfikowany i wyeliminowany. PROTAC wciela się w rolę agenta, który wychwytuje białko, kierując je do degradacji w proteasomie [1]. Potwierdzeniem skuteczności tej strategii jest szereg trwających obecnie badań klinicznych fazy III. Przełomowym momentem było nadanie przez FDA statusu Fast Track designation pierwszemu leкови opartemu na technologii PROTAC - ARV-471 (Rys. 1b.), stosowanemu w leczeniu raka piersi.

Oligo-PROTAC stanowią rozszerzenie przedstawionej strategii, wykorzystując sekwencje oligonukleotydowe do selektywnego rozpoznania celu biologicznego, do tej pory "nielekowalnego" ze względu na brak tradycyjnego miejsca wiązania liganda. Naturalne powinowactwo do DNA umożliwia ich związanie i degradację. W przeciwieństwie do technologii PROTAC, która jest rozwijana od 2001 roku i znajduje się na zaawansowanych etapach badań klinicznych, oligo-PROTAC to stosunkowo nowe podejście, opisane po raz pierwszy w 2021 roku (TRAFTAC). W mojej pracy skoncentrowałam się na opracowaniu i optymalizacji syntezy oligo-PROTAC, z wykorzystaniem ligazy-E3 VHL (VH032).



Rysunek 1. a) Mechanizm działania PROTAC, b) struktura ARV-471.

Badania finansowane przez Narodowe Centrum Nauki w ramach projektu Preludium Bis
nr 2020/39/O/ST4/01360.

Literatura:

[1] C. J. Diehl, A. Ciulli, Chem. Soc. Rev. 51 (2022) 8216.

Związki kompleksowe Pt(II) z ligandem terpirydynowym – synteza i badania aktywności przeciwwirusowej

Daria Wysocka¹, Judith Füllborn-Ott², Ingo Ott², Paweł Zmora³, Mateusz Klarek¹,
Konrad Kowalski¹

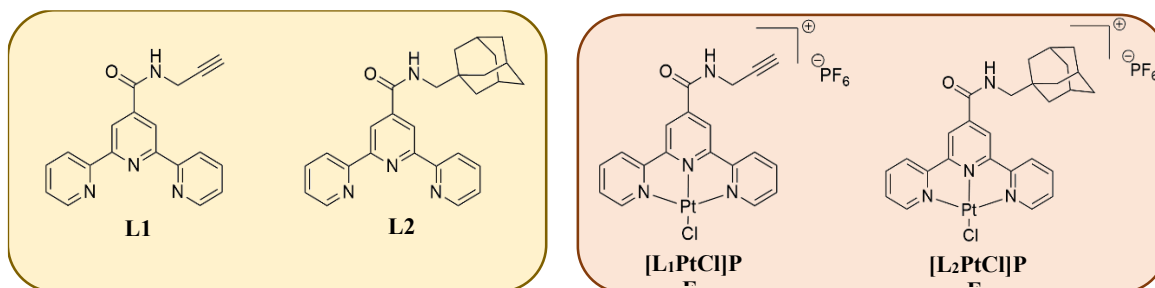
¹Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii, Katedra Chemii Organicznej, ul. Tamka 12, 91-403 Łódź, Polska

²Instytut Chemii Medycznej i Farmaceutycznej, Uniwersytet Techniczny w Brunshwiku (Technische Universität Braunschweig), Beethovenstr. 55, 38-106 Brunshwik, Niemcy

³Zakład Wirusologii Molekularnej, Instytut Chemii Bioorganicznej Polskiej Akademii Nauk, ul. Noskowskiego 12/14, 61-704 Poznań, Polska

e-mail osoby prezentującej: daria.wysocka@edu.uni.lodz.pl

Dostępne dane literaturowe dotyczące aktywności przeciwwirusowej kompleksów Pt(II)(tpy) tpy = 2,2':6',2''-terpirydyna są skąpe, ale wskazują na potencjał tych kompleksów ww. aspekcie [1]. W niniejszej prezentacji posterowej przedstawiono syntezę ligandów terpirydynowych **L1** oraz **L2** i ich związków kompleksowych z Pt(II): **[L₁PtCl]PF₆** i **[L₂PtCl]PF₆** (Rys. 1), jak również zbadano ich aktywność wobec ludzkiego koronawirusa (HCoV-OC43) oraz wirusa grypy typu A (IAV). Przeprowadzone badania wykazały, iż kompleks **[L₂PtCl]PF₆** posiadający objętościowy podstawnik adamantylový charakteryzował się wyższą aktywnością przeciwwirusową w stosunku do obu typów wirusów, aniżeli jego analog **[L₂PtCl]PF₆** z podstawnikiem propargilowym. Ponadto, dowiedziono, że oba kompleksy Pt(II) są inhibitorami proteazy cysteinowej Mpro wirusa SARS-CoV-2.



Rysunek 1. Ligandy L1 i L2 oraz kompleksy **[L₁PtCl]PF₆** i **[L₂PtCl]PF₆**.

Podziękowania: grant NCN UMO-2024/53/B/ST5/00040 (K.K., M.K.).

Literatura:

[1] M. Gil-Moles et al., Chem. Eur. J. 27 (2021) 17928–17940.

Analiza reakcji (3+2) cykloaddycji metylosulfonowych alkenów z wybranymi nitronami przy użyciu DFT

Martyna Ząbkowska, Karolina Kula

*Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej,
Katedra Chemii i Technologii Organicznej, ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków
e-mail osoby prezentującej: martyna.zabkowska@student.pk.edu.pl*

Nitrony, inaczej zwane N-tlenkami imin, stanowią grupę związków zawierających w swojej budowie charakterystyczne ugrupowanie iminoksyłowe. Wspomniany fragment determinuje ich szczególnie wysoką reaktywność. Dzięki temu nitrony znajdują szerokie zastosowanie w syntezie organicznej [1]. W szczególności, związki te są powszechnie stosowane w reakcjach (3+2) cykloaddycji z alkenami. W wyniku takich reakcji możliwe jest uzyskanie izoksazolidyn, które ze względu na szerokie spektrum właściwości farmakologicznych są coraz częstszym przedmiotem badań w chemii medycznej [2].

Celem moich badań było określenie regio- oraz stereochemii reakcji (3+2) cykloaddycji pomiędzy wybranymi (Z)-C-fenylonitronami, a metylenosulfonowymi alkenami. Badania te przeprowadziłam na gruncie teoretycznym, z wykorzystaniem wybranych aspektów Teorii Funkcjonału Gęstości (MEDT). Obliczenia kwantowo-chemiczne pozwoliły na wyznaczenie globalnych deskryptorów reaktywności. Na tej podstawie określiłam charakter chemiczny reagentów. Następnie wykonałam symulację profili energetycznych wspomnianych reakcji, wraz z wyznaczeniem parametrów energetycznych. Otrzymane wyniki zestawiałam z analizą struktur krytycznych, zlokalizowanych na ścieżkach tych reakcji. W efekcie, możliwe było określenie mechanizmu oraz wskazanie preferowanego kierunku badanych cykloaddycji [3].

*Serdeczne podziękowania dla polskiej infrastruktury obliczeniowej PLGrid
(Centrum HPC: ACK Cyfronet AGH) za udostępnienie zasobów komputerowych
oraz wsparcie w ramach grantu obliczeniowego nr PLG/2025/019000.*

Literatura:

- [1] J. Socha, et. al., Tech. Trans. 17 (2012) 183–207.
- [2] K. Kula, et al., Curr. Chem. Lett. 14 (2025) 149–158.
- [3] M. Ząbkowska, K. Kula, V. Dychuk., R. Jasiński, Molecules 30 (2025) 4738.

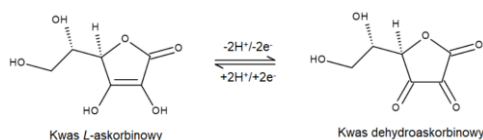
Opracowanie i walidacja metody IP-RP-HPLC-DAD do oznaczania kwasu L-askorbinowego w suplementach diety i preparatach farmaceutycznych

Zofia Ziętek, Katarzyna Kurpet, Grażyna Chwatko

Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii, Katedra Chemii Środowiska, ul. Pomorska 163/165, 90-236 Łódź
e-mail osoby prezentującej: zofia.zietek@edu.uni.lodz.pl

Kwas L-askorbinowy, inaczej witamina C, to związek chemiczny szeroko wykorzystywany w medycynie, farmacji oraz przemyśle spożywczym. Należy do grupy witamin egzogennych, co oznacza, że musi być ona dostarczana wraz z pożywieniem lub suplementowana [1]. W praktyce farmaceutycznej stosuje się różne postacie witaminy C. Kwas L-askorbinowy stanowi jej czystą, biologicznie aktywną formę, charakteryzującą się wysoką skutecznością, lecz niską stabilnością, wynikającą z wysokiej podatności na utlenianie (Rys. 1). Z tego względu ilościowe oznaczanie witaminy C jest kluczowym parametrem w ocenie jakości i trwałości produktów farmaceutycznych [2].

Celem badań było opracowanie oraz walidacja selektywnej, precyzyjnej i dokładnej metody oznaczania kwasu L-askorbinowego w suplementach diety i preparatach farmaceutycznych z wykorzystaniem chromatografii par jonowych w odwróconym układzie faz (IP-RP-HPLC) oraz detekcji w nadfiolecie ($\lambda = 264 \text{ nm}$). Analizy chromatograficzne prowadzono z zastosowaniem kolumny Zorbax Eclipse Plus C18 ($150 \times 4,6 \text{ mm}$, $5 \mu\text{m}$) w warunkach elucji izokratycznej. Fazę ruchomą stanowił bufor fosforanowy o stężeniu 20 mmol/l ($\text{pH } 5,5$) zawierający $0,5 \text{ mmol/l}$ wodorosiarczanu tetrabutylamoniowego jako odczynnik par jonowych oraz metanol ($91:9$, v:v). Całkowity czas analizy wynosił 5 min . Walidacja metody wykazała bardzo dobrą liniowość w zakresie stężeń $0,08\text{--}0,12 \text{ mg ml}^{-1}$ ($R^2 = 0,9993$). Granice wykrywalności (LOD) i oznaczalności (LOQ) wynosiły odpowiednio $0,0043 \text{ mg ml}^{-1}$ i $0,0129 \text{ mg ml}^{-1}$. Dokładność metody potwierdzono na podstawie odzysku analitu, który zawierał się w przedziale $97,93\text{--}98,36\%$. Precyzja wyrażona jako %RSD mieściła się w zakresie $1,18\text{--}2,91\%$, natomiast powtarzalność wynosiła $2,85\%$. Wszystkie parametry walidacyjne spełniały przyjęte kryteria akceptacji. Uzyskane wyniki potwierdzają, że opracowana metoda może być z powodzeniem stosowana do rutynowego oznaczania kwasu L-askorbinowego w produktach farmaceutycznych, a także do oceny zgodności zawartości z deklaracją producenta.



Rysunek 1. Utlenianie kwasu L-askorbinowego do kwasu dehydroaskorbinowego

Literatura:

- [1] K. Janda, M. Kasprzak, J. Wolska, *Pom. J. Life Sci.* 61 (2015) 419–425.
- [2] K. S. Pathy, *Sur. Cas. Stud. Op. Acc. J.* 1 (2018) 1–14.

Poszukiwanie zależności między lepkością a właściwościami fizykochemicznymi i strukturalnymi cieczy jonowych

Olga Zmarz¹, Żaneta Żur¹, Natalia Stawniak¹, Paula Skrzypek², Joachim Lisiak²,
Marcin Nowak², Damian K. Kaczmarek¹, Katarzyna Materna¹

¹Politechnika Poznańska, Wydział Technologii Chemicznej, Instytut Technologii i Inżynierii Chemicznej,
ul. Berdychowo 4, 60-965 Poznań

²Politechnika Poznańska, Wydział Inżynierii i Zarządzania, Instytut Analizy Konstrukcji,
ul. Rychlewskiego 2, 61-131 Poznań

e-mail osoby prezentujące: olga.zmarz@student.put.poznan.pl

Ciecze jonowe, ze względu na swoje unikalne właściwości, znajdują szerokie zastosowanie w wielu obszarach [1]. Jednym z obiecujących kierunków ich wykorzystania jest zastosowanie cieczy jonowych jako elektrolitów w bateriach. Istotnym ograniczeniem w tym zakresie pozostaje jednak ich wysoka lepkość, która może negatywnie wpływać na przewodnictwo jonowe [2]. Z tego względu lepkość stanowi jedną z kluczowych właściwości cieczy jonowych, determinującą ich potencjał aplikacyjny.

Celem badań było określenie korelacji pomiędzy strukturą, wybranymi właściwościami fizykochemicznymi a lepkością cieczy jonowych na podstawie danych literaturowych. W tym celu zestawiono wartości lepkości i gęstości. Ponadto, określono wpływ długości łańcucha alkilowego w kationie oraz masy molowej anionu w wybranych solach, a następnie wyznaczono zależności między tymi parametrami. Opracowanie bazy danych obejmującej wybrane właściwości cieczy jonowych oraz korelacji między nimi może ułatwić dobór cieczy jonowych o pożądanych właściwościach fizykochemicznych do określonego zastosowania oraz przyczyni się w przyszłości do stworzenia aplikacji przewidującej lepkość od wybranych parametrów.

*Badania sfinansowane przez Politechnikę Poznańską w ramach Project Based Learning
– Kształcenie przez działanie (9022/IDUB/0006-04)*

Literatura:

- [1] G. Kaur, H. Kumar, M. Singla, J. Mol. Liq. 351 (2022) 118556.
- [2] J. Wang, L.K. Xu, G. Jia, J. Du, Cryst. Growth Des. 22 (2022) 5770–5784.

Synteza i analiza soli z kationem *N*-alkilo-3-hydroksypirydyniowym

Żaneta Żur¹, Natalia Stawniak¹, Olga Zmarz¹, Joachim Lisiak², Paula Skrzypek²,
Marcin Nowak², Damian Krystian Kaczmarek¹, Katarzyna Materna¹

¹*Politechnika Poznańska, Wydział Technologii Chemicznej, Instytut Technologii i Inżynierii Chemicznej,
ul. Berdychowo 4, 60-965 Poznań*

²*Politechnika Poznańska, Wydział Inżynierii Zarządzania, Instytut Analizy Konstrukcji,
ul. J. Rychlewskiego 2, 61-131 Poznań*

e-mail osoby prezentujące: zaneta.zur@student.put.poznan.pl

Zgodnie z definicją cieczy jonowe są związkami jonowymi o temperaturze topnienia poniżej 100°C. Zbudowane są z organicznego kationu (np. amoniowego, pirydyniowego) i anionu nieorganicznego lub organicznego [1]. Istotnym kierunkiem badań jest wykorzystanie do syntezy cieczy jonowych substratów pochodzenia naturalnego i łatwej biodegradowalności, co wpisuje się w założenia zrównoważonej i zielonej chemii [2]. Sole *N*-alkilo-3-hydroksypirydyniowe odpowiadają tym założeniom ze względu na opisywaną w literaturze biodegradowalność. Ponadto niektóre z nich wykazują właściwości antybakteryjne i przeciwgrzybiczne, co stanowi dodatkowy atut.[3] W niniejszych badaniach zastosowano anion mleczanowy, który umożliwia otrzymanie cieczy jonowych pozostających w stanie ciekłym w temperaturze 25°C, a tym samym pozwala na pomiar ich lepkości. Lepkość jest jedną z kluczowych właściwości cieczy jonowych, bezpośrednio wpływającą na ich potencjalne zastosowanie [1]. Należy ona do właściwości transportowych, które odgrywają istotną rolę w procesach chemicznych i inżynierskich [4].

Celem badania była synteza mleczanu *N*-decylo-3-hydroksypirydyniowego i *N*-dodecylo-3-hydroksypirydyniowego, potwierdzenie struktury otrzymanych związków przy użyciu metody spektroskopii ¹H oraz ¹³C NMR, oraz pomiar lepkości. Dodatkowo wyznaczono wpływ długości łańcucha alkilowego w kationie na lepkość.

*Badania sfinansowane przez Politechnikę Poznańską w ramach Project Based Learning
– Kształcenie przez działanie (9022/IDUB/0006-04).*

Literatura:

- [1] J. Berthier, *MicroxDrops and Digital Microfluidics* (2nd Edition), Elsevier, Amsterdam, 2013.
- [2] A. Saxena, K.K. Thakur, *AIP Conference Proceeding* 2754 (2023) 100010.
- [3] R. Dolezal, O. Soukup, D. Malinak, R.M.L. Saavedra, J. Marek, M. Dolezalova, M. Pasdiorova, S. Salajkova, J. Korabecny, J. Honegger, T.C. Ramalho, K. Kuca, *Eur. J. Med. Chem.* 121 (2016) 699–711.
- [4] X. Wang, Y. Chi, T. Mu, *J. Mol. Liq.* 193 (2014) 262–266.

POSTERY POPULARNO–NAUKOWE

Odwzorowanie mikstur z gry „Minecraft” w ujęciu chemicznym

Wiktoria Czerniewicz

*Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii, Studenckie Koło Naukowe Chemików „Orbital” UŁ,
ul. Tamka 12, 91-403 Łódź*

e-mail osoby prezentującej: wiktoria.czerniewicz@edu.uni.lodz.pl

Gra Minecraft, będąca jednym z najpopularniejszych symulatorów typu sandbox na świecie, posiada rozbudowany system alchemii, pozwalający graczom na wytwarzanie mikstur o zróżnicowanych efektach biologicznych. Celem niniejszej pracy jest próba znalezienia chemicznych i biochemicznych odpowiedników dla wybranych substancji występujących w grze oraz analiza ich potencjalnego działania w świecie rzeczywistym.

W ramach prezentacji omówione zostaną mechanizmy działania kluczowych mikstur. Efekty wywoływane przez te substancje zostaną zestawione z ich realnymi odpowiednikami. Mikstura spowolnienia – midazolam [1], mikstura siły – adrenalina [2], mikstura widzenia w ciemności – rodopsyna [3], mikstura zatrucia – batrachotoksyna [4].

Praca ma na celu nie tylko popularyzację chemii poprzez wykorzystanie elementów popkultury, ale również wskazanie na realne granice możliwości współczesnej farmakologii i toksykologii w kontekście efektów znanych z cyfrowego świata.

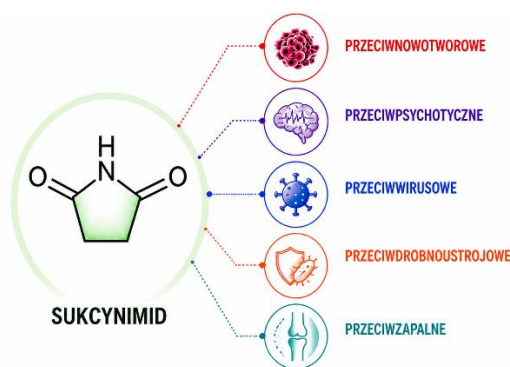
Literatura:

- [1] J.-U. Peter, P. Dieudonne, O. Zolk, *Pharmaceuticals* 17 (2024) 473.
- [2] R. Chakraborty, *Am. J. Student Res.* 3 (2025) 475–483.
- [3] A. Alekseev, V. Gordeliy, E. Bamberg, *Methods Mol. Biol.* 2501 (2022) 71–100.
- [4] A. Singh, R. Rajput, Batrachotoxin, w: *Handbook of Plant and Animal Toxins in Food*, CRC Press, 2022, 363–376.

Aktywność biologiczna pochodnych sukcyimidu i ich znaczenie farmakologiczne

Katarzyna Dawid, Emilia Duchowska, Bogna Rudolf, Szymon Jarzyński
Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii, Katedra Chemii Organicznej, ul. Tamka 12, 91-403 Łódź
e-mail osoby prezentującej: katarzyna.dawid@edu.uni.lodz.pl

Układy heterocykliczne zajmują szczególne miejsce we współczesnej chemii leków, ponieważ bardzo często stanowią kluczowy element strukturalny związków biologicznie aktywnych. Ich znaczenie wynika z dużej różnorodności budowy, obejmującej rodzaj heteroatomu, wielkość i liczbę pierścieni oraz stopień ich nasycenia. Jednym z interesujących przykładów takich struktur jest sukcyimid, czyli pirolidyno-2,5-dion, będący imidem kwasu bursztynowego. Jego znaczenie wynika z korzystnej kombinacji cech strukturalnych: małej masy cząsteczkowej, obecności grup karbonylowych i atomu azotu uczestniczących w oddziaływaniach wodorowych. Pochodne sukcyimidu odgrywają ważną rolę w chemii medycznej, przede wszystkim jako składniki leków przeciwpadaczkowych, takich jak etosuksymid, metsuksymid i fensuksymid. Znaczenie tego ugrupowania wykracza jednak poza aktywność przeciwdrgawkową, ponieważ fragment sukcyimidowy obecny jest również w strukturach związków wykazujących właściwości przeciwpsychotyczne, przeciwwirusowe, przeciwnowotworowe, przeciwzapalne i przeciwdrobnoustrojowe (Rys. 1) [1]. Przykłady leków i kandydatów klinicznych zawierających fragment sukcyimidowy obejmują m.in. lurasidon i perospiron, wykorzystywane w leczeniu zaburzeń psychicznych, tecovirimat stosowany jako lek przeciwwirusowy, a także tivantinib badany jako potencjalny związek przeciwnowotworowy. Celem prezentowanego posteru jest przedstawienie sukcyimidu jako istotnego motywu strukturalnego w chemii medycznej oraz omówienie potencjału biologicznego jego pochodnych.



Rysunek 1. Potencjał farmakologiczny pochodnych sukcyimidu.

Literatura:

[1] Z. Zhao, J. Yue, X. Ji, M. Nian, K. Kang, H. Qiao, X. Zheng, *Bioorg. Chem.* 108 (2021) 104557.

Zielona chemia w analizie żywności – porównanie CE oraz HPLC do oznaczania kofeiny i polifenoli w herbacie

Patrycja Felczerek, Paweł Kubalczyk

*Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii, Katedra Chemii Środowiska, ul. Pomorska 163, 90-236 Łódź
e-mail osoby prezentującej: patrycja.felczerek@edu.uni.lodz.pl*

Herbata stanowi jedno z najbogatszych źródeł związków polifenolowych oraz alkaloidów purynowych, w tym kofeiny [1]. Współczesna chemia analityczna dąży do opracowania metod umożliwiających jednoczesne oznaczanie tych substancji, przy maksymalnym ograniczeniu negatywnego wpływu na środowisko naturalne. W związku z tym niniejsza praca przedstawia analizę porównawczą dwóch technik separacyjnych – wysokosprawnej chromatografii cieczowej (HPLC) oraz elektroforezy kapilarnej (CE) – ze szczególnym uwzględnieniem ich wpływu na środowisko.

Kluczowym elementem pracy była ocena obu metod w świetle 12 zasad zielonej chemii. Jej fundament stanowi projektowanie procedur badawczych tak, aby już u źródła ograniczyć powstawanie toksycznych odpadów oraz zminimalizować zużycie energii elektrycznej. Istotnym założeniem jest także zmniejszenie wykorzystania niebezpiecznych odczynników i poprawa bezpieczeństwa. Wdrażanie tych założeń w chemii analitycznej sprzyja tworzeniu nowoczesnych, efektywnych i bardziej zrównoważonych metod oznaczania [2].

Tradycyjne podejście chromatograficzne, mimo wysokiej precyzji i powtarzalności, wiąże się z wytwarzaniem znacznej ilości odpadów organicznych oraz dużym zużyciem energii elektrycznej [3]. W przeciwieństwie do HPLC, zastosowanie w technice CE kapilar o mikrometrycznej średnicy pozwala na drastyczną redukcję objętości generowanych zanieczyszczeń. Dodatkowo zastąpienie rozpuszczalników organicznych wodnymi roztworami buforowymi eliminuje wysokie koszty utylizacji szkodliwych odczynników. Wykorzystanie elektroforezy kapilarnej pozwala na skrócenie czasu analizy przy jednoczesnym zachowaniu wysokiej zdolności rozdzielczej dla wszystkich badanych analitów [4].

Literatura:

- [1] M. Matysek-Nawrocka, P. Cyrankiewicz, Post. Fitoter. 17 (2016) 139–144.
- [2] J.C. Warner, A.S. Cannon, K.M. Dye, Environ. Impact Assess. Rev. 10 (2004) 775–799.
- [3] J.A. Custodio-Mendoza, P. Pokorski, H. Aktas, A.M. Carro, M.A. Kurek, J. Sep. Sci. 47 (2024) 2400142.
- [4] H. Hsiao, R.L.C. Chen, T. Cheng, Food Chemistry 120 (2010) 632–636.

Wpływ ekstraktów pochodzenia roślinnego na aktywność enzymów antyoksydacyjnych (katalaza, SOD)

Maciej Prudel

*Politechnika Śląska, Wydział Chemiczny, Katedra Technologii Chemicznej Organicznej i Petrochemii,
ul. B. Krzywoustego 4, 44-100 Gliwice
e-mail osoby prezentującej: mp304950@student.polsl.pl*

Celem niniejszej pracy była kompleksowa analiza wpływu ekstraktów pochodzenia roślinnego na aktywność endogennych enzymów oraz mechanizmy obronne komórek ludzkich w warunkach indukowanego stresu oksydacyjnego. Współczesna patofizjologia definiuje stres oksydacyjny jako stan krytycznego zaburzenia homeostazy redox, wynikający z dysbalansu między nadmierną generacją reaktywnych form tlenu (ROS), a wydolnością komórkowych systemów antyoksydacyjnych. Długotrwała ekspozycja na ROS prowadzi do postępujących i często nieodwracalnych uszkodzeń struktur komórkowych, co stanowi bezpośrednie podłoże wielu chorób cywilizacyjnych, w tym schorzeń neurodegeneracyjnych i nowotworowych.

W ramach przeprowadzonego przeglądu oceniono potencjał cytoprotekcyjny zróżnicowanych surowców roślinnych, charakteryzujących się bogatym i unikalnym profilem metabolitów wtórnych. Analizie poddano ekstrakty z *Centaurium erythraea* [1], *Silybum marianum*, *Acmella oleracea*, *Aronia melanocarpa* oraz *Coffea arabica* [3]. Wykazano, że zawarte w nich polifenole, flawonoidy oraz terpenoidy, prezentują zaawansowane, dwukierunkowe działanie antyoksydacyjne [2].

Pierwszy z analizowany był mechanizm bezpośredni – polegający na fizycznej neutralizacji i wymiataniu wolnych rodników z bezpośredniego otoczenia komórki, co skutkuje natychmiastową redukcją poziomu ROS. Zdecydowanie istotniejszy z punktu widzenia długofalowej ochrony jest jednak mechanizm pośredni, opierający się na biostymulacji wewnątrzkomórkowych szlaków sygnałowych, w szczególności szlaku Nrf2/ARE [4]. Proces ten inicjuje translokację czynnika transkrypcyjnego Nrf2 do jądra komórkowego, co prowadzi do wzmożonej ekspresji genów kodujących fundamentalne enzymy antyoksydacyjne: dysmutazę ponadtlenkową (SOD) oraz katalazę (CAT).

Uzyskany przegląd badań nie tylko wskazuje na wysoką skuteczność biologiczną analizowanych ekstraktów, ale również ilustruje na ogromny potencjał waloryzacji produktów ubocznych przemysłu spożywczego. Podejście to, wpisujące się w zasady „zielonej chemii”, pozwala na pozyskiwanie cennych substancji czynnych przy jednoczesnym ograniczeniu obciążenia środowiskowego, otwierając nowe perspektywy dla kosmetologii i farmakologii.

Literatura:

- [1] J. Trifunovic-Momcilov, B. Motyka, A. Dragičević, *Botanica Serbica* 44 (2020) 173–183.
- [2] A.T. Dinkova-Kostova, P. Talalay, *Mol. Oncol.* 2 (2008) 59–69.
- [3] S. Joko, N. Watanabe, M. Watanabe, *Food Chem.* 173 (2015) 1174–1179.
- [4] M. McMahon, K. Itoh, M. Yamamoto, *J. Biol. Chem.* 278 (2003) 21575–21584.

Waloryzacja fusów kawy jako element gospodarki obiegu zamkniętego – analiza technologiczna i środowiskowa

Karolina Witek, Agata Wawoczny, Kamil Peckh

*Politechnika Śląska, Wydział Chemiczny, Katedra Technologii Chemicznej Organicznej i Petrochemii,
ul. B. Krzywoustego 4, 44-100 Gliwice
e-mail osoby prezentującej: kw314808@student.polsl.pl*

Wraz ze wzrostem konsumpcji kawy, roczna światowa produkcja fusów kawowych osiągnęła w latach 2022-2023 poziom około 6,7 mln ton (w przeliczeniu na ilość przetworzonej kawy zielonej), a liczba ta z upływem czasu stale rośnie [1]. Tradycyjne metody ich utylizacji generują znaczną emisję gazów cieplarnianych i marnują potencjał zawartej w nich biomasy. Celem niniejszego przeglądu jest analiza chemiczna fusów kawy oraz ocena technologii ich przetwarzania w kontekście gospodarki obiegu zamkniętego.

Fusy kawowe stanowią złożoną matrycę organiczną, w której skład wchodzi polimery lignocelulozowe (celuloza, hemiceluloza, lignina) [2,3]. Fusy są bogate w lipidy, proteiny oraz związki bioaktywne, w tym polifenole (kwas chlorogenowy i kawowy) oraz kofeinę [1,3].

Proces waloryzacji fusów kawy obejmuje kilka kluczowych ścieżek technologicznych. Pierwszą z nich jest ekstrakcja związków bioaktywnych przy użyciu metod „zielonej chemii”, takich jak ekstrakcja płynem w stanie nadkrytycznym czy ekstrakcja wspomaganą ultradźwiękami, co pozwala na odzysk cennych przeciwutleniaczy bez użycia toksycznych rozpuszczalników [3]. Kolejnym istotnym kierunkiem jest konwersja energetyczna. Fusy z kawy mogą być surowcem do otrzymywania biogazu z wysoką efektywnością [4]. Dodatkowo, frakcja lipidowa może zostać poddana transestryfikacji w celu wytworzenia biodiesla [5]. W ramach inżynierii środowiskowej próbuje się znaleźć zastosowanie dla przetworzonych termicznie fusów (biowęgla) jako efektywnego biosorbentu do usuwania metali ciężkich ze ścieków, co jest możliwe dzięki porowatej strukturze tego materiału [1].

Analiza środowiskowa wykazuje jednak, że nie wszystkie metody waloryzacji są odpowiednio zrównoważone. Przykładowo, produkcja biodiesla może mieć wyższy wpływ na środowisko, pod względem globalnego ocieplenia i eutrofizacji, niż bezpośrednie spalanie fusów z odzyskiem energii [5].

Waloryzacja fusów kawy wymaga optymalizacji procesów ekstrakcji, biosorpcji, termochemicznej konwersji w duchu „zielonej chemii”, aby możliwe było zagospodarowanie tego odpadu z maksymalnym wykorzystaniem jego potencjału w przemyśle.

Literatura:

- [1] N. Ungureanu, N.-V. Vlăduț, Sustainability 18 (2026) 4127.
- [2] H. Ahmed i in., Biomass 4 (2024) 286–312.
- [3] M. Melikoglu, Food Chem. 497 (2025) 147004.
- [4] E. Mahmoud i in., Fuel 328 (2022) 125296.
- [5] X. C. Schmidt Rivera i in., Resour. Conserv. Recycl. 157 (2020) 104751.

Migracja plastyfikatorów do żywności dla zwierząt

Zofia Ziółkowska, Grażyna Chwatko, Katarzyna Kurpet

¹Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii, Katedra Chemii Środowiska, ul. Pomorska 163, 90-236 Łódź
e-mail osoby prezentujące: zofia.ziolkowska@edu.uni.lodz.pl

Tworzywa sztuczne stosowane w produkcji opakowań wymagają dodatku związków poprawiających ich właściwości fizykochemiczne, takich jak plastyfikatory. Substancje te, najczęściej będące estrami alkoholi i kwasów karboksylowych, zwiększają elastyczność polimerów, poprawiają ich przetwarzalność oraz zmniejszają kruchość materiałów. Istotnym problemem związanym z wykorzystaniem plastyfikatorów jest fakt, że większość z nich nie jest trwale związana z matrycą polimerową, przez co mogą migrować do otaczającego środowiska, w tym do produktów znajdujących się wewnątrz opakowań. Migracja plastyfikatorów może zachodzić na różnych etapach cyklu życia materiału, tj. podczas produkcji, przechowywania oraz użytkowania. Proces ten obejmuje kilka etapów, takich jak dyfuzja związków w matrycy polimerowej, desorpcja na powierzchni materiału, sorpcja na granicy faz opakowanie–produkt oraz końcowa desorpcja do zawartości opakowania. Zjawisko to stanowi istotny problem bezpieczeństwa chemicznego, szczególnie w przypadku produktów branży zoologicznej, takich jak karmy i przysmaki pakowane w materiały polimerowe [1].

Pomimo obowiązujących regulacji Unii Europejskiej ograniczających zawartość i migrację plastyfikatorów w produktach przeznaczonych dla ludzi, obszar produktów dla zwierząt pozostaje nadal słabo poznany i niewystarczająco uregulowany prawnie. Brak określonych limitów stężeń tych związków w opakowaniach stosowanych na rynku zoologicznym stwarza ryzyko niekontrolowanego narażenia zwierząt na działanie tych substancji. W związku z tym konieczne jest prowadzenie badań dotyczących migracji plastyfikatorów do żywności dla zwierząt z wykorzystaniem nowoczesnych technik analitycznych. Ze względu na obecność tych związków na bardzo niskich poziomach stężeń, analiza wymaga zastosowania wydajnych metod ekstrakcji i oczyszczania próbek [2]. W oznaczaniu plastyfikatorów wykorzystuje się między innymi wysokosprawną chromatografię ciekłą (HPLC), chromatografię gazową (GC), skaningową kalorymetrię różnicową (DSC) oraz techniki spektroskopowe, takie jak NMR, FTIR i MS [1]. Istniejąca luka w zakresie bezpieczeństwa produktów przeznaczonych dla zwierząt wskazuje na potrzebę rozszerzenia badań nad migracją dodatków z opakowań do karm, co może przyczynić się do lepszego poznania skali tego zjawiska oraz stanowić podstawę do opracowania odpowiednich standardów regulacyjnych, które zapewnią skuteczną ochronę zdrowia zwierząt.

Literatura:

- [1] B. Caux, C. De Saint Jores, R. Abou-Naccoul, C. West. *Trac-Trends Anal. Chem.* 191 (2025) 118373.
- [2] S. Rekibi, G. Duflos, T. Grard, A. Dehaut. *Environ. Pollut.* 376 (2025) 126359.

SPIS AUTORÓW PREZENTUJĄCYCH

WYKŁADY ZAPROSZONYCH GOŚCI			
Lp.	Nazwisko i imię	Numer wykładu	Nr strony
1.	Celichowski Grzegorz	W01	9
2.	Kwaczyński Karolina	W02	10
POSTERY Z BADAŃ WŁASNYCH			
Lp.	Nazwisko i imię	Numer posteru	Nr strony
1.	Abramczyk Monika	P01	13
2.	Badurska Magdalena	P02	14
3.	Baka Natalia	P03	15
4.	Białek Wiktoria	P04	16
5.	Błaszczuk Oliwia	P05	17
6.	Bobińska Oliwia	P06	18
7.	Cesarz Jacob	P07	19
8.	Ciszek Natalia	P08	20
9.	Duchowska Emilia	P09	21
10.	Dunets Darya	P10	22
11.	Filipiak Zuzanna	P11	23
12.	Frankowska Natalia	P12	24
13.	Gałka Natalia	P13	25
14.	Garbaczewski Karol	P14	26
15.	Głowińska Julia	P15	27
16.	Imańska Bianka	P16	28
17.	Imińska Martyna	P17	29
18.	Jakubaszek Julia	P18	30
19.	Jelińska Michalina	P19	31
20.	Koryszewski Artur	P20	32
21.	Kowalska Zuzanna	P21	33
22.	Kowalska Zuzanna	P22	34
23.	Kulik Krystian	P23	35
24.	Kusiak Monika	P24	36
25.	Kwoka Karina	P25	37
26.	Liszewska Łucja	P26	38
27.	Łącka Weronika	P27	39

28.	Maćczak Dawid	P28	40
29.	Mąkowski Igor	P29	41
30.	Mokrosińska Alicja	P30	42
31.	Mussur Magdalena	P31	43
32.	Papuga Karolina	P32	44
33.	Pigiel Anita	P33	45
34.	Plucińska Malwina	P34	46
35.	Płodzik Martyna	P35	47
36.	Pols Noelia	P36	48
37.	Rewerska Oliwia	P37	49
38.	Rusek Natalia	P38	50
39.	Rutkowska Wiktoria	P39	51
40.	Rydz Aleksandra	P40	52
41.	Sarad Adrianna	P41	53
42.	Sobczak Adrian	P42	54
43.	Stawniak Natalia	P43	55
44.	Ślazyk Oliwia	P44	56
45.	Trąbczyńska Maja	P45	57
46.	Wagner Natalia	P46	58
47.	Wolna Weronika	P47	59
48.	Wysocka Daria	P48	60
49.	Ząbkowska Martyna	P49	61
50.	Ziętek Zofia	P50	62
51.	Zmarz Olga	P51	63
52.	Żur Żaneta	P52	64

POSTERY POPULARNO–NAUKOWE

Lp.	Nazwisko i imię	Numer posteru	Nr strony
53.	Czerniewicz Wiktoria	P53	67
54.	Dawid Katarzyna	P54	68
55.	Felczerek Patrycja	P55	69
56.	Prudel Maciej	P56	70
57.	Witek Karolina	P57	71
58.	Ziółkowska Zofia	P58	72

