

Eliksir

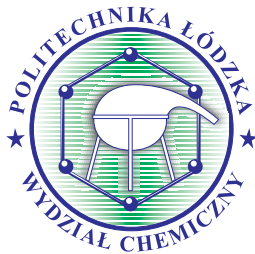
ISSN 2449-5476

czasopismo naukowo-dydaktyczne Wydziału Chemicznego PŁ



13/2024

Na okładce – tort z okazji 10. Rocznicy wydania pierwszego numeru czasopisma Eliksir.
Grafika utworzona za pomocą „Free AI Art Generator” – koncepcja Lesław Sieroń.



Drodzy Czytelnicy,

po ponad rocznej przerwie spotykamy się ponownie na łamach i przy lekturze kolejnego, tym razem 13. numeru *Eliksiru*. Czas płynie szybko i okazało się, że już mamy – Dziesięciolecie Naszego *Eliksiru*. Pierwszy numer został wydany w 2015 r., czyli nr 13 za 2024 r. jest numerem Jubileuszowym. W nowym wydaniu *Eliksiru* sporo miejsca zajmują biogramy naszych nauczycieli. Pierwszy dotyczy prof. dr. hab. inż. Janusza Mariana Rosiaka, cenionego w kraju i za granicą naukowca, dydaktyka oraz autora wynalazków ratujących zdrowie i życie ludzkie, który przez 45 lat pracował na Wydziale Chemicznym Politechniki Łódzkiej (PŁ), przy czym od 1990 r. kierował Zespołem Chemii Radiacyjnej Stosowanej w Międzyresortowym Instytucie Techniki Radiacyjnej. Z kolei następne dwa biogramy przedstawiają osobę i osiągnięcia prof. dr. hab. inż. Jerzego Szadowskiego, nauczyciela akademickiego i specjalisty w wytwarzaniu pigmentów oraz barwników, już w 1953 r. zatrudnionego w ówczesnej Katedrze Technologii Barwników PŁ i pracującego aż do emerytury w tej jednostce, ewoluującej do Katedry Barwników i Półproduktów PŁ, obecnie części Instytutu Technologii Polimerów i Barwników. W części naukowej, podobnie jak w poprzednich wydaniach *Eliksiru*, znalazły się artykuły naukowe o bardzo zróżnicowanej tematyce, przy czym pierwsze dwa dotyczą badań związanych ze zdrowiem – pierwszy z diagnozowaniem choroby Parkinsona, a drugi z właściwościami witaminy C. Następne są związane z ochroną środowiska, a szczególnie skutkami powodzi we wrześniu 2024 r. w Kotlinie Kłodzkiej i pożarem w lipcu 2022 r. w Parku Narodowym Czeska Szwajcaria u naszych południowo-zachodnich sąsiadów. Kolejne dwie prace dotyczą występowania toksycznych związków w środowisku naturalnym, tj. polichlorowanych bifenyli i glifosatu.

Część druga kompleksu Alchemium jest od kilku miesięcy oficjalnie otwarta, a pracownicy już się do niego przenieśli ze sprzętem komputerowym, materiałami dydaktycznymi, książkami, a zwłaszcza aparaturą pomiarową instalując ją w licznych, nowoczesnych laboratoriach naukowo-badawczych.

Serdecznie zachęcamy do lektury niniejszego wydania licząc, że następny numer *Eliksiru* ukaże się na początku 2026 roku. Zapraszamy chętnych na jego łamy zarówno z doniesieniami naukowymi, jak i relacjami z konferencji, wspomnieniami oraz wynikami pracy kół naukowych chemików.

Komitet Redakcyjny

Eliksir

czasopismo naukowo-dydaktyczne
Wydziału Chemicznego Politechniki Łódzkiej

Komitet Naukowy

prof. dr hab. inż. Marek Głównka
prof. dr hab. inż. Tomasz Janecki
prof. dr hab. inż. Piotr Ulański
prof. dr hab. inż. Krzysztof Strzelec
prof. dr hab. Piotr Polanowski

Komitet Redakcyjny

Redaktor naczelny
dr hab. inż. Agnieszka Czyłkowska, prof. PŁ
Zespół redakcyjny
dr hab. inż. Dorota Adamczyk-Szabela
dr inż. Anna Turek
dr inż. Andrzej Żarczyński – sekretarz Redakcji

Wydawca: Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka

Projekt okładki: Komitet Redakcyjny „Eliksir”, L. Sieroń

Redakcja zastrzega sobie prawo do wprowadzania zmian, skracania i adiustacji tekstów

Łamanie i druk: Drukarnia WIST Sp. z o.o., 95-100 Zgierz, ul. Barona 8 B, tel. 42 716 45 63

e-mail: drukarnia@wist.lodz.pl

Nr 13/2024

Wszystkie artykuły zostały zrecenzowane przez promotorów/opiekunów prac



HISTORIA WYDZIAŁU CHEMICZNEGO 5

Prof. dr hab. inż. Janusz Marian Rosiak (1946 – 2024) uczony, wynalazca i dydaktyk	5
Prof. dr hab. inż. Jerzy Szadowski – współtwórca polskiej szkoły chemii barwników (1930 – 2024)	11
Prof. dr hab. inż. Jerzy Szadowski, nauczyciel i wychowawca	12

ARTYKUŁY 13

Zastosowanie technik chromatograficznych do oznaczania krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych jako potencjalnych biomarkerów w chorobie Parkinsona.	13
Witamina C – najpopularniejsza i nadal odkrywana witamina, cz. 2	19
Pożar w Parku Narodowym Czeska Szwajcaria (2022) – studium przypadku	24
Powstawanie i kierunki unieszkodliwienia odpadów popowodziowych na przykładzie Kłodzka w 2024 r.	28
Polichrowane bifenyle – charakterystyka, źródła, zagrożenia i analityka	32
Glifosat w środowisku – źródła, właściwości, korzyści, zagrożenia i analityka	38
XV Sesja Magistrantów i Doktorantów Łódzkiego Środowiska Chemików	44

AKTUALNOŚCI 56

Nagrody w XV edycji konkursu im. prof. Osmana Achmatowicza	56
Nagrody w konkursie im. prof. Jerzego I. Skowrońskiego	57
Zielona Chemia w EC1, czyli wszystko o II Łódzkiej Nocy Naukowców	58
II Debata Naukowa na Wydziale Chemicznym PŁ: „Plastik: błogosławieństwo czy przekleństwo dla planety” ..	61
Świąteczne piosenki na Wydziale Chemicznym	63

KONFERENCJE 65

Międzynarodowa Konferencja Naukowa ECSBM2024 w Politechnice Łódzkiej	65
6th Advances in Pharmaceutical Analysis (APA) and Metabolomics Circle – 10 th Conference of Polish Metabolomic Society	67
Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Techniczna „Ochrona Środowiska. Nauka i przemysł dla ochrony Ziemi”, Ustroń-Jaszowiec	70
XXVII Konferencja „Nowoczesne metody instrumentalne w analizie śladowej” już za nami... Do zobaczenia w Łodzi na XXVIII Konferencji w kwietniu 2026 roku!	73

REKLAMA 78



Prof. dr hab. inż. Piotr Ulański

e-mail: piotr.ulanski@p.lodz.pl

Międzyresortowy Instytut Techniki Radiacyjnej, Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka

Profesor dr hab. inż. Janusz Marian Rosiak (1946 – 2024) wybitny uczony, wynalazca i dydaktyk



Fot. 1. Prof. dr hab. inż. Janusz Marian Rosiak (1946 – 2024),
archiwum rodziny Pana Profesora

W maju 2024 r. zmarł prof. dr hab. inż. Janusz Marian Rosiak, wybitny naukowiec o światowej renomie, autor wynalazków ratujących zdrowie i życie ludzkie, niezwykle ceniony przez polskie i międzynarodowe środowisko naukowe. Profesor Rosiak przez 45 lat nieprzerwanie pracował na Wydziale Chemicznym Politechniki Łódzkiej, od początku lat 1990' kierując Zespołem Chemii Radiacyjnej Stosowanej w Międzyresortowym Instytucie Techniki Radiacyjnej.

Jako uczeń Profesora, a obecnie kierownik założonego przez Niego Zespołu badawczego, chciałbym na łamach naszego wydziałowego czasopisma przypomnieć Jego sylwetkę i osiągnięcia oraz podzielić się z Czytelnikami kilkoma wspomnieniami o Osobie, która dla mnie i dla wielu moich koleżanek i kolegów była mentorem, mistrzem i nauczycielem. Trudno jest mi pisać w czasie przeszłym o Osobie bliskiej, z którą spędziłem ponad 30 lat codziennej wspólnej pracy, dzieląc troski i radości, i przeżywając wspaniałe naukowe

przygody. Trudno jest też na kilku stronach opowiedzieć o Człowieku tak niezwykłym.

* * *

Zacznijmy od najważniejszych faktów z biografii profesora Rosiaka i wymienienia jego najważniejszych osiągnięć naukowych.

Janusz Rosiak urodził się w 1946 roku w Łodzi. W roku 1964 uzyskał, z pierwszą lokatą, maturę w III LO im. T. Kościuszki w Łodzi. Dyplom magistra inżyniera otrzymał w roku 1969 po ukończeniu studiów na Wydziale Chemicznym PŁ. Odbił roczne, asystenckie studia przygotowawcze w Katedrze Chemii Fizycznej Wydziału Chemicznego, a następnie dwa lata pracował w Wolskich Zakładach Przemysłu Barwników w Woli Krzysztoporskiej. W roku 1972 podjął pracę w Międzyresortowym Instytucie Techniki Radiacyjnej PŁ (w Zespole Chemii Radiacyjnej Polimerów) i kontynuował ją do przejścia na emeryturę w roku 2017. Stopień naukowy doktora uzyskał w 1981 roku, a doktora habilitowanego w 1992 roku. W roku 1997 Prezydent RP nadał mu tytuł naukowy profesora nauk chemicznych. Od roku 1992 kierował Zespołem Chemii Radiacyjnej Stosowanej MITR PŁ. Od roku 2000 w wyniku ogólnopolskiego konkursu „Phare”, kierował działalnością naukową Centrum Doskonałości „Zastosowanie Laserów i Biomateriałów w Medycynie”. Odbił długoterminowe staże naukowe w Hahn-Meitner-Institut (Berlin Zachodni) oraz w Takasaki Radiation Chemistry Research Establishment (Japonia).

Jego zainteresowania naukowe koncentrowały się wokół zagadnień chemii radiacyjnej polimerów, a zwłaszcza wykorzystania promieniowania jonizującego do wytwarzania i modyfikacji biomateriałów. Posiada w swoim dorobku ponad 150 publikacji w czasopismach o cyrkulacji międzynarodowej (indeks Hirscha 41), wiele rozdziałów w monografiach, kilkadziesiąt doniesień konferencyjnych, ponad 30 udzielonych patentów polskich i zagranicznych.





Fot. 2. W pracowni radiolizy impulsowej podczas pobytu stażowego w Hahn-Meitner-Institut w Berlinie Zachodnim, 1983, archiwum rodziny Pana Profesora

Profesor Rosiak wniósł bardzo duży wkład do wiedzy na temat oddziaływania promieniowania jonizującego z materią, w tym zwłaszcza z układami polimerowymi – od teorii poprzez badania o charakterze podstawowym do praktycznego opracowania nowych w skali światowej biomateriałów i wdrożenia ich do produkcji przemysłowej w Polsce i w wielu innych krajach. Opracowana przez niego (wspólnie z prof. Arthurem Charlesbym i mgr Jerzym Olejniczakiem) teoria sieciowania radiacyjnego polimerów i wynikające z niej podstawowe równania są od wielu lat powszechnie stosowane w tej dziedzinie nauki. Wynikiem prac doświadczalnych Profesora Rosiaka było poznanie mechanizmów inicjowanych radiacyjnie reakcji wielu powszechnie stosowanych polimerów syntetycznych i naturalnych. Prace te stanowią podstawę obecnej chemii radiacyjnej polimerów i są szeroko cytowane.

Światowe uznanie przyniosły mu prace w dziedzinie biomateriałów polimerowych. Opracowana przez niego nowatorska technologia wytwarzania opatrunków hydrożelowych została opatentowana, m.in. w USA, i została wdrożona do produkcji w wielu krajach. Profesor Rosiak jest też jednym z pionierów nanotechnologii, w tym badań dotyczących nanożeli stanowiących molekularne klatki, które mogą być stosowane np. do kontrolowanego uwalniania leków. Jego artykuł z 1998 r. był drugą na świecie publikacją, w której tytule znalazło się słowo „nanożel”.

Do osiągnięć aplikacyjnych profesora Rosiaka należą opracowane technologie wytwarzania: hydrożelowych systemów do indukcji porodów, hybrydowej trzustki, preparatu chitozanowego jako suplementu diety, dozymetru żelowego do radioterapii, hydrożelowych substytutów dysków kręgowych, powierzchni termoczułych do hodowli tkankowych

oraz nanożeli polimerowych (nagroda zespołowa – Łódzka Eureka 2006).

Jego publikacje cytowane były w literaturze światowej dotychczas ponad 5400 razy (wg. bazy Scopus), a do najczęściej cytowanych należą prace poświęcone radiacyjnej syntezie hydrożeli oraz kinetyce reakcji rodnikowych. W roku 2020 został zaliczony do grupy 2% najbardziej twórczych pracowników naukowych na świecie – według bazy danych „World’s Top 2% Scientists”, opracowanej przez Stanford University, firmę SciTech Strategies oraz wydawnictwo Elsevier. Wśród etatowych pracowników Politechniki Łódzkiej umieszczonych w tej bazie prof. Rosiak zajmuje drugą pozycję.



Fot. 3. Z profesora Hélène Langevin-Joliot, fizyczką, wnuczką Marii Skłodowskiej-Curie, Zamek Królewski w Warszawie, 2011, archiwum rodziny Pana Profesora

Obok działalności naukowej i wdrożeniowej profesor Rosiak był przez ponad 40 lat nauczycielem akademickim na Wydziale Chemicznym Politechniki Łódzkiej. Był kierownikiem kilkudziesięciu prac magisterskich. Wypromował 12 doktorów, z których sześciu zatrudnionych jest obecnie na stanowiskach profesorów w kraju i zagranicą. Prof. Rosiak prowadził również działalność szkoleniową i dydaktyczną dla obcokrajowców – zaakceptował prośby 25 stypendystów Unii Europejskiej (Marie Curie Training Point) i Międzyna-

rodowej Agencji Energii Atomowej (IAEA) i kierował ich wielomiesięcznymi stażami naukowymi odbywanymi w jego Zespole. Prowadził także międzynarodowe warsztaty dla młodych naukowców organizowane na Politechnice Łódzkiej na zlecenie IAEA.

Od roku 1991 działał jako ekspert Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej i na jej zlecenie odbył ponad 30 misji technicznych w wielu krajach świata (m.in. w Algierii, Arabii Saudyjskiej, Białorusi, Brazylii, Chinach, Egipcie, Indonezji, Iranie, Kazachstanie, Kubie, Malezji, Sri Lance i Syrii,) oraz przebywał jako visiting professor w czołowych zagranicznych ośrodkach naukowych. Kierował realizacją 6 projektów Unii Europejskiej w ramach V, VI i VII Programu Ramowego oraz wieloma projektami współfinansowanymi przez organizacje międzynarodowe (UE, IAEA, NATO) oraz krajowe. Był konsultantem naukowym wielu firm i instytucji polskich i zagranicznych.

Wielokrotnie był zapraszany do wygłaszania referatów plenarnych na najważniejszych konferencjach międzynarodowych w dziedzinie chemii i technologii radiacyjnych. Przewodniczył Komitetom Organizacyjnym 52 Zjazdu Polskiego Towarzystwa Chemicznego (Łódź, 2009) oraz 10 Konferencji Międzynarodowej „Ionizing Radiation and Polymers” – IRaP '2012. Był współzałożycielem Fundacji Badań Radiacyjnych, a od roku 2008 pełnił funkcję Przewodniczącego jej Rady.

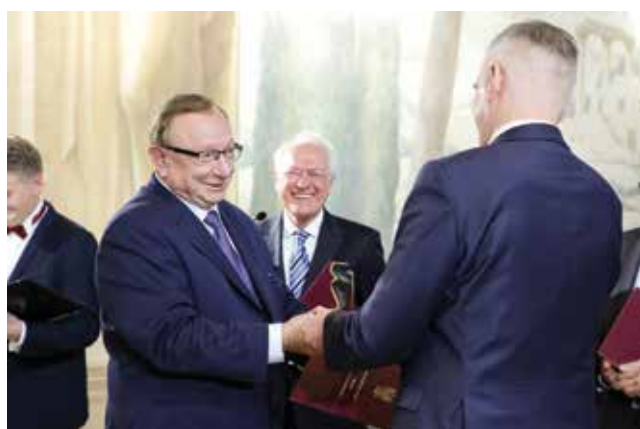


Fot. 4. Jako przewodniczący 52 Zjazdu Polskiego Towarzystwa Chemicznego, Łódź, 2009, archiwum rodziny Pana Profesora

Profesor Rosiak został wyróżniony medalami honorowymi mi szeregu instytucji zagranicznych, na rzecz których wykonywał misje techniczne. Również w kraju jego działalność naukowa została nagrodzona m.in. Krzyżem Kawalerskim Orderu Odrodzenia Polski (2013), Złotym Krzyżem Zasługi (2000), Medalem Marii Skłodowskiej-Curie (PTCh – 2010) i Medalem Komisji Edukacji Narodowej (2009). W roku 2017 uzyskał indywidualną Nagrodę Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego za Całokształt Dorobku.



Fot. 5. Z profesorem Andrzejem Chmielewskim, dyrektorem Instytutu Chemii i Techniki Jądrowej (z lewej) i profesorem Alanem Hoffmanem (University of Washington), liderem badań nad biomateriałami w USA, podczas otwarcia konferencji Ionizing Radiation and Polymers w Krakowie, 2012, fot. Sławomir Kadłubowski, MITR PL



Fot. 6. Podczas uroczystości wręczenia indywidualnej Nagrody Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego za Całokształt Dorobku, Warszawa, 2017, archiwum rodziny Pana Profesora

* * *

A teraz kilka mniej formalnych, osobistych wspomnień

Dobrze pamiętam moje pierwsze spotkanie z Profesorem. Byłem studentem drugiego roku i szukałem jakiegoś miejsca, w którym mógłbym popracować w laboratorium, robić coś ciekawego poza formalnym curriculum. Pan profesor Jerzy Gębicki, kierujący Studenckim Kołem Naukowym, poradził mi bym poszedł do Janusza Rosiaka; bardzo zdolnego doktora, który miał wkrótce robić habilitację. Poszedłem do Międzyresortowego Instytutu Techniki Radiacyjnej i zacząłem pytać o gabinet pana doktora Rosiaka. Powiedziano mi, że doktor Rosiak jest w piwnicy. Zszedłem tam i zobaczyłem człowieka stojącego na drabinie, w fartuchu i w czapce z gazety, który energicznie malował



sufit tegoż pomieszczenia. *Tu będzie nasze laboratorium* – powiedział. *Jak Pan chce, może Pan przyjść jutro pomóc w malowaniu.* Nasza rozmowa trwała może 3 minuty, ale wyszedłem stamtąd z mocnym przeświadczeniem, że dobrze trafiłem. No i faktycznie bardzo dobrze trafiłem, już na ponad 30 lat.

Jakim człowiekiem, jakim naukowcem był profesor Rosiak? Co go wyróżniało?

Przede wszystkim był niesłychanie zdolny i pomysłowy. Miał niezwykłą łatwość wymyślania rzeczy nowych, wychodzenia poza utarte schematy. Tę jego cechę podkreślało wiele osób, które go znały.

Był człowiekiem niezwykle pracowitym i wytrwałym. Idea ośmiodziesiętnego dnia pracy była mu zupełnie obca; nie mówię już o obecnie modnej zasadzie „*work-life balance*”. Pamiętajmy, że początki budowania przez niego Zespołu to były czasy trudne. Nie było dobrej aparatury, możliwości wyjazdów były ograniczone. O wszystko trzeba było walczyć, poczynawszy od farby do pomalowania ścian. To, że udało mu się osiągnąć tak wiele, to wypadkowa jego zdolności i niezwykłego zaangażowania. Był pasjonatem i zarażał innych tą pasją.

Pokazywał, że jak już wybraliśmy ten zawód, to powinniśmy zajmować się tylko ważnymi sprawami, wymyślać rzeczy nowe, oryginalne, przyszłościowe. Że nie warto zajmować się jakimiś przyczynkami do przyczynków. Że nie możemy mieć żadnych kompleksów, że to Europa środkowo-wschodnia, że to może gorzej wyposażone laboratorium. Nie, my mamy równać do najlepszych i pracować z najlepszymi. I Jemu to się udawało – współpracował przez lata z profesorem Arthurem Charlesbym – niezaprzeczalnie numerem jeden światowej chemii radiacyjnej polimerów, później współpracował z zespołem profesora Alana Hattona z M.I.T. – czyli najlepszej politechniki na świecie. Warto zaznaczyć, że to zespół z M.I.T. zaprosił profesora Rosiaka do współpracy, bo uznał, że robi rzeczy ważne i ciekawe.

Profesor lubił ludzi, lubił dyskutować i współpracować. Owszem, był wymagającym Szefem, ale jednocześnie był dla nas bardzo serdeczny, wspierał nas, interesował się naszymi sprawami, bywał na naszych ślubach, a bywało, że bawił się z naszymi dziećmi. W Zespole, oprócz kilku osób stałej kadry, działało wielu doktorantów, dyplomantów, wolontariuszy studenckich – bo młodzi ludzie bardzo chętnie tu przychodzili – oraz wielu stażystów z zagranicy. Było więc gwarno, ciekawie i wesoło. Czuliśmy się w Zespole u siebie, jak w domu. Pod względem zawodowym dawał nam bardzo dużo swobody. Nigdy nie stawiał się w pozycji nieomylnego guru. Wręcz przeciwnie, domagał się, byśmy z nim polemizowali – co niekiedy trochę frustrowało młodsze koleżanki i kolegów. A on irytował się, jak ktoś tylko mu potakiwał. Mówił, że musimy się uczyć mieć własne zdanie i twórczo dyskutować.



Fot. 7. W laboratorium badań biomateriałów, MITR, PŁ, Łódź, 2017, fot. Sławomir Kadłubowski, MITR PŁ



Fot. 8. W Międzyresortowym Instytucie Techniki Radiacyjnej PŁ, 2017, fot. Sławomir Kadłubowski, MITR PŁ

Ale jednocześnie był człowiekiem z charakterem. Potrafił bronić swojego zdania, co niekiedy prowadziło do sporów, a nawet kłótni. Na początku lat dziewięćdziesiątych na konferencji w Japonii profesor Rosiak pokłócił się z wybitnym niemieckim chemikiem, profesorem Clemensem von Sonntagiem. Oczywiście poszło o interpretację jakichś wyników. Japońscy gospodarze bardzo się zafrasowali, no bo przyjechało do nich dwu znanych naukowców z zagranicy i się pokłócili. Wieczorem gospodarze posadzili ich przy stole, zaopatrzyli w jedzenie i picie, no i obaj panowie szybko doszli do wniosku, że nie mają pewności, który z nich ma rację, i że trzeba by te reakcje wspólnie dokładniej pobadać. No i wskutek tej kłótni współpracowali potem przez wiele lat i opublikowali wspólnie osiem bardzo dobrych artykułów.

Naukowe zainteresowania profesora Rosiaka były zawsze oparte na dwu filarach – prowadził zarówno badania podstawowe, jak i te zmierzające do praktycznych wynalazków i zastosowań. W obu tych dziedzinach osiągnął bardzo wiele. W zakresie badań podstawowych jest autorem uniwersalnych równań opisujących procesy sieciowania polimerów. Zbadał mechanizm przemian radiacyjnych bardzo wielu polimerów. Odkrył i opisał nowe reakcje. Współpracował z wiodącymi laboratoriami i naukowcami z Wielkiej Brytanii, Niemiec, Holandii, Stanów Zjednoczonych, Kanady i Japonii.

Drugą obok nauki jego pasją były wynalazki, głównie dotyczące nowych materiałów dla medycyny. Było ich ponad 20. Najbardziej znanym wynalazkiem profesora Rosiaka są opatrunki hydrożelowe do leczenia ran pooparzeniowych. Ten wynalazek został opatentowany w skali międzynarodowej, a polska firma zaczęła te opatrunki produkować i produkuje je z sukcesem do dziś, w ilości kilkuset tysięcy sztuk rocznie. Armia amerykańska póki co nie używa polskich czołgów ani nie lata polskimi samolotami, ale żołnierze amerykańskich Marines mają w plecakach polskie opatrunki hydrożelowe – te wynalezione przez profesora Rosiaka.

Opatrunki można kupić w aptekach. Obliczyliśmy, że ten wynalazek profesora Rosiaka ratuje zdrowie, a czasem i życie, co najmniej piętnastu tysięcy osób rocznie. Naprawdę niewielu naukowców i wynalazców może się pochwalić takim osiągnięciem.



*Fot. 9. Ze współpracownikami w laboratorium MITR PŁ
– testowanie opatrunków hydrożelowych, Łódź, 2016,
fot. archiwum MITR PŁ*

Na początku lat 1990 profesor Rosiak był już znany i uznany w międzynarodowym środowisku chemików i technologów radiacyjnych. Mógłby po prostu kontynuować karierę badacza i wynalazcy, niejako nie wychodząc ze swo-

jej strefy komfortu. Ale wówczas do Profesora zwróciła się Międzynarodowa Agencja Energii Atomowej, to jest agenda ONZ zajmująca się pokojowymi zastosowaniami atomistyki, z prośbą aby włączył się w jej działania. Chodziło o pomoc krajom, które dopiero zaczęły prace w tej dziedzinie, a nie miały wykształconych kadr, zorganizowanych laboratoriów czy rozwiniętego przemysłu. Jako ekspert Agencji, profesor Rosiak zaczął wyjeżdżać do wielu krajów, głównie Azji, na tak zwane misje techniczne. Odbił ich ponad 30, w 13 krajach. Mimo, że była to ciężka praca, często w uciążliwych warunkach, dawała Profesorowi wiele satysfakcji. Lubił pracować z ludźmi, lubił uczyć, pomagać. Przekonywał ich, że dadzą radę. Wśród tych społeczności, którym pomagał, zyskał wielki szacunek i uznanie. Zdolnych młodych ludzi z tych krajów zapraszał do nas do Instytutu na staże, tak, by mogli tam potem na miejscu kierować pracami badawczymi i wykorzystywać techniki radiacyjne do tworzenia produktów i technologii faktycznie potrzebnych w danym kraju. Dlatego dziś w większości ośrodków radiacyjnych w Azji południowo-wschodniej, ale i w Ameryce łacińskiej i na Bliskim Wschodzie, mamy przyjaciół, często liderów tych ośrodków, którzy są byłymi uczniami lub stażystami profesora Rosiaka.

Często mówimy o kimś, że był znany na całym świecie. I zwykle myślimy, że to jest taka figura retoryczna, że to jest pewna przesada. Czy na pewno? Późnym wieczorem tego smutnego dnia, kiedy dowiedzieliśmy się o Jego odejściu, usiadłem przy komputerze i zacząłem rozsyłać wiadomości. Trwało to długo, bo odtwarzałam listę Jego przyjaciół, szukałam adresów. I wtedy zaczęły przychodzić odpowiedzi, nie z Europy, bo tu już była noc, ale ze Stanów, z Kanady, z Brazylii i Argentyny, bo tam jeszcze trwał wieczór. Niebawem zaczęły napływać wiadomości z Azji – Japonii, Filipin, Malezji, Chin, potem z Indii, bo tam już zrobił się poranek. No i rankiem naszego czasu przyszły maile od polskich i europejskich przyjaciół Profesora. Listy niebanalne, szczere, wzruszające. Faktycznie z całego świata.

Międzynarodowa Agencja Energii Atomowej, 15 lat po tym, kiedy profesor Rosiak zaczął dla niej pracować, dostała pokojową nagrodę Nobla za rozwijanie i promowanie pokojowych zastosowań energii jądrowej. Dla Agencji pracuje oczywiście wielu ludzi, ale w Zespole lubimy myśleć o tym tak, że w jakieś mierze profesor Rosiak się do tego Nobla przyczynił.

Przyczynił się na pewno również do budowania pozytywnego obrazu Polski i polskiej nauki. Naprawdę, trudno o lepszego ambasadora. Dziś, gdy moim koleżankom i kolegom przychodzi reprezentować nasz kraj na różnych międzynarodowych zawodowych forach, stoi przed nami tabliczka





Fot. 10. Przy pracy jako ekspert Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej, IAEA, Wiedeń, 2007, archiwum rodziny Pana Profesora

z napisem Poland, jesteśmy tam chętnie zapraszani, nasze zdanie się liczy, to wiemy, komu to uznanie zawdzięczamy.

Za swoje osiągnięcia Profesor otrzymał wiele nagród. Był nominowany do najważniejszej nagrody w dziedzinie technologii radiacyjnych – *International Irradiation Association Award* – to tak, jakby aktor czy reżyser był nominowany do Oscara. Kiedy organizatorzy najważniejszej cyklicznej konferencji w naszej dziedzinie – IRaP – dowiedzieli się o przejściu Profesora na emeryturę, postanowili zorganizować z tej okazji specjalną sesję. Byliśmy na tej sesji, we Francji, gdzie sto kilkadziesiąt osób gratulowało mu jego osiągnięć. To był jedyny przypadek takiej specjalnej sesji w długiej historii tych konferencji.

Kilka dni po Jego odejściu otrzymałem wiadomość od organizatorów kolejnej konferencji IRaP, która miała się



Fot. 11. Podczas specjalnej sesji dla uhonorowania osiągnięć naukowych profesora Rosiaka z okazji jego 70. urodzin i przejścia na emeryturę, konferencja Ionizing Radiation and Polymers, Francja, 2016, strona konferencji, <https://irap2016.sciencesconf.org/resource/gallery/id/26.html#7>

odbyć jesienią 2024 r. w Brazylii. Wiadomość krótka: „Zmieniamy program. Jako pierwsza będzie sesja in memoriam poświęcona pamięci profesora Rosiaka.”

Pomników pan profesor Rosiak nie potrzebuje. Wniósł trwały i ważny wkład do nauki, opracował wynalazki, które ratują zdrowie i życie, i będą je ratować w przyszłości. Zapracował na wdzięczność i pamięć wielu osób w Polsce i za granicą – to więcej niż pomnik.

Na koniec dwa krótkie cytaty z wiadomości, które nadeszły jego przyjaciele:

„Jakaś era się kończy. Janusza będę pamiętać z Jego wspaniałym poczuciem humoru, bystrym spojrzeniem i uśmiechem w oczach. Wiele osób będzie go miało w pamięci na długo. Niby każdy z nas jest niepowtarzalny, ale On jakoś bardziej...”

„Wszyscy mieliśmy wielki respekt i uznanie dla Jego naukowego dorobku i osiągnięć. Dobrze, że miał następców czyli Was. Teraz niesiecie pamięć o nim i odpowiedzialność.”



Fot. 12. Prof. dr hab. inż. Janusz Marian Rosiak (1946 – 2024) podczas obrad jednej z licznych konferencji, fot. Sławomir Kadłubowski, MITR PŁ

Faktycznie, jako członkowie stworzonego przez Niego Zespołu, staramy się kontynuować Jego dzieło, pamiętając o Profesorze jako o naszym mistrzu i przyjacielu. Pamięć o Nim będzie nam zawsze towarzyszyła w naszych działaniach jako wzór do naśladowania i źródło inspiracji.

Radosław Podsiadły

e-mail: radoslaw.podsiadly@p.lodz.pl

Instytut Technologii Polimerów i Barwników, Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka

Prof. dr hab. inż. Jerzy Szadowski

– współtwórca polskiej szkoły chemii barwników (1930 – 2024)

Profesor Jerzy Szadowski urodził się 17 marca 1930 roku w Wilnie w rodzinie lekarzy [1]. Z natury obdarzony zdolnościami językowymi, w czasach szkolnych z entuzjazmem małolata oddawał się, wraz z kumplami, dowcipom językowym, na lekcjach i poza nimi [1].

W 1945 roku z rodzicami i siostrą przybył do Łodzi, którą następnie jako nastolatek poznawał jeżdżąc tramwajami od krańcówki do krańcówki [1]. Po ukończeniu w 1948 roku I LO im. M. Kopernika w Łodzi rozpoczął studia na Wydziale Przemysłu Rolnego Wyższej Szkoły Gospodarstwa Wiejskiego w Łodzi. W 1949 roku przeniósł się na Wydział Chemiczny Politechniki Łódzkiej, gdzie uzyskał najpierw dyplom inżyniera-chemika z zakresu technologii papieru i celulozy (1952 r.), a następnie magistra inżyniera specjalizując się w zakresie technologii barwników (1954 r.). W marcu 1953 rozpoczął pracę w Katedrze Technologii Barwników PŁ, kierowanej przez profesora Wincentego Wojtkiewicza. Całe późniejsze życie zawodowe i naukowe poświęcił szeroko rozumianej chemii i technologii barwników, pracując w Instytucie Barwników PŁ, kolejno na stanowiskach asystenta, adiunkta, docenta i profesora. W 1960 roku za rozprawę „O niektórych pochodnych 1-naftyloaminy i ich kwasach sulfonowych”, wykonaną pod kierunkiem prof. dr W. Wojtkiewicza uzyskał stopień doktora nauk technicznych. Znajomość języków (biegle mówił po rosyjsku i niemiecku [1]) pozwoliła mu na odbycie licznych staży naukowych w Rosji, Czechosłowacji i Niemczech [2]. W roku 1970 został powołany na stanowisko docenta, a w roku 1981 otrzymał stopień naukowy doktora habilitowanego za rozprawę „Zależność między budową a właściwościami fizycznymi i aplikacyjnymi barwników oraz pigmentów pochodnych ftalimidu”. W roku 1990 został powołany na stanowisko profesora, rok później uzyskał tytuł profesora nadzwyczajnego, a w roku 1997 został mianowany na stanowisko profesora zwyczajnego.

Prowadzone pod kierunkiem prof. Szadowskiego prace miały charakter użytkowy i polegały na opracowaniu technologii wytwarzania nowych pigmentów oraz barwników



*Prof. dr hab. inż. Jerzy Szadowski,
fot. ze zbiorów Rodziny Szadowskich*

pochodnych kwasów orto- i peridikarboksylowych, w tym barwników bezpośrednich, zawieszinowych oraz reaktywnych, optymalizacji warunków ich syntezy, a przede wszystkim wyjaśnienia zależności pomiędzy budową a właściwościami barwników. Prace zespołu profesora J. Szadowskiego dotyczyły również poszukiwania nowych barwników do równoczesnego zabarwiania włókien naturalnych i syntetycznych oraz zastąpienia szkodliwej benzydyny w produkcji barwników bezpośrednich. Ponadto we współpracy z innymi placówkami badawczymi pracował nad syntezą barwników nadających włóknom przewodnictwo elektryczne oraz specjalnych barwników wykorzystywanych w defektoskopii. Dzięki prezentacji wyników swoich badań obejmujących ponad 200 pozycji (w tym 64 publikacje i 12 patentów) w piśmiennictwie fachowym i na konferencjach naukowych



profesor Szadowski nawiązał liczne kontakty z uczelniami i placówkami badawczymi w kraju i zagranicą [2].

Profesor Szadowski wypromował czterech doktorów, recenzował szereg prac doktorskich i habilitacyjnych. Opiniował także liczne wnioski o przyznanie specjalizacji zawodowej technologom z przemysłu i jego zaplecza badawczego. Profesor Szadowski pełnił kilkakrotnie funkcję przewodniczącego lub członka wielu komisji wydziałowych i uczelnianych. W latach 1972-79 i 1991-1998 był zastępcą dyrektora Instytutu Barwników PŁ, a w latach 1981-1987 był prodziekanem Wydziału Chemicznego [2].

Poza macierzystą uczelnią działał w wielu instytucjach i organizacjach. Był aktywnym członkiem Polskiego Towarzystwa Chemicznego, prezesem Stowarzyszenia Polskich Chemików Kolorystów, członkiem komitetu redakcyjnego czasopisma „Barwniki, środki pomocnicze”, uczestniczył w pracach rad naukowych Instytutu Barwników i Produktów Organicznych w Zgierzu oraz Instytutu Włókiennictwa w Ło-

dzi będąc ich członkiem lub przewodniczącym. Nadano mu liczne odznaczenia. W roku 2000 przeszedł na emeryturę, zachowując kontakty z macierzystym Instytutem. Za działalność na rzecz polskich kolorystów w roku 2003 nadano mu tytuł Honorowego Prezesa Stowarzyszenia Polskich Chemików Kolorystów, otrzymał także nadawany przez to stowarzyszenie Honorowy Medal imienia Prof. Nekanda Trepki [2].

15 maja 2024 roku pożegnaliśmy w ostatniej drodze nestora polskiej szkoły chemii barwników w Politechnice Łódzkiej, osobę cenioną i lubianą przez współpracowników i studentów. Wspomnienia związane z profesorem Szadowskim pozostaną z nami na zawsze.

Artykuł napisany z wykorzystaniem materiałów:

[1] Latecka E., 2024, Profesor Jerzy Szadowski (1930-2024), Informator Chemika Kolorysty, 43, 9-10.

[2] Inf. Redakcji, 2019, Profesor Jerzy Szadowski kończy 90 lat, Informator Chemika Kolorysty, 34, 9-11.

Krzysztof Wojciechowski

e-mail: krzysztof.wojciechowski.1@p.lodz.pl

Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska, Politechnika Łódzka

Prof. dr hab. inż. Jerzy Szadowski, nauczyciel i wychowawca

Nasze drogi zawodowe zeszyły się w 1971 roku, w którym to roku zostałem zatrudniony na stanowisku asystenta w Katedrze Barwników i Półproduktów Politechniki Łódzkiej. Trafiłem do zespołu Profesora Jerzego Szadowskiego, co jednocześnie ukierunkowało moje zainteresowania badawcze. Do 2000 roku, w którym Profesor przeszedł na emeryturę, byliśmy współautorami, także z innymi współpracownikami, 20 oryginalnych prac badawczych i 16 komunikatów na konferencjach polskich i zagranicznych.

Są to suche fakty, które nic nie mówią, lub mówią niewiele, o Profesorze jako nauczycielu i wychowawcy. Wprowadził on moich kolegów i mnie w świat nauki, pokazał jej jasne i ciemne strony, ukierunkował zainteresowania zawodowe. Jego wiedza niejednokrotnie pozwalała nam ominąć i rozwiązać problemy, proste czasami, związane z syntezą związków, będących obiektami naszych badań. Były to czasy, gdy dostęp do literatury fachowej nie był łatwy i prosty jak obecnie w epoce komputerów i informacji podawanych w formie zapisu cyfrowego. Dzięki temu praca obecnie pozwala omijać wiele „niespodzianek” i może stawać się bardziej efektywna.

Współpraca nasza była bardzo intensywna do roku 1978, w którym to roku obroniłem swoją pracę doktorską, której promotorem był Profesor. Od tego momentu, stał się raczej recenzentem mojej pracy i badań, na własne zresztą życzenie. Uważał, że po doktoracie stałem się na tyle samodzielnym naukowcem, że mogłem i powinienem prowadzić badania na swój własny rachunek i rozwiązywać problemy, które mnie interesowały, a były to zagadnienia związane z teorią budowy cząsteczek mające niewiele wspólnego z praktyką syntezy organicznej. Nigdy jednak Profesor nie przestał interesować się moją działalnością, tym razem występując w roli życzliwego recenzenta i doradcy. Miało to dla mnie duże znaczenie, gdyż jego uwagi pozwalały mi spojrzeć na efekty swojej pracy przez pryzmat odbiorcy, niekoniecznie znającego gruntownie daną tematykę. Pozwalało to ukierunkować interpretację wyników badań i np. ich dalszy kierunek. Stawiało to przede mną dodatkowe wyzwanie, aby opisy efektów pracy były czytelne również dla tych, którzy z tematyką moich badań nigdy nie mieli do czynienia. W późniejszym życiu zawodowym, wielokrotnie korzystałem z szeregu uwag, które wtedy





Profesor J. Szadowski z zespołem w 1994 r.
(od lewej stoją M. Kochanek, K. Wojciechowski, M. Bil,
Z. Niewiadomski, siedzi: J. Szadowski),
fot. ze zbioru K. Wojciechowskiego

usłyszałem w formie życzliwego komentarza. Nasze drogi zawodowe rozeszły się w 2000 roku, kiedy Profesor odszedł na emeryturę, 3 lata później ja przeszedłem do pracy do Instytutu Inżynierii Środowiska – jednostki organizacyjnej Wydziału Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska Politechniki Łódzkiej (WBAiŚ PŁ).

Nigdy jednak nasze wzajemne kontakty nie ustały. Wielokrotnie kontaktowaliśmy się telefonicznie, kilkakrotnie spotkaliśmy się osobiście. Zawsze Profesor interesował się tym co robiłem, również losami i działalnością ludzi, z którymi miał kontakt w swoim życiu zawodowym. Do końca swoich dni wspominał nasze i ich działania.

To jest to wszystko, o czym już teraz mogę wspominać tylko w czasie przeszłym. Niestety już nie usłyszę jego głosu w słuchawce telefonicznej. Pozostają mi tylko wspomnienia o cudownym człowieku i nauczycielu, dzięki któremu mogłem realizować się zawodowo, wybierając również swoją drogę życiową. Pozostało mi również wspólne zdjęcie, na którym jesteśmy, zrobione w 1994 roku. Jedno z nielicznych, jeśli nie jedyne, które chociażby na krótko pozwala powrócić do wspólnie spędzonych chwil.

I mógłbym jeszcze powiedzieć, na bazie swoich doświadczeń zawodowych to, że jeżeli miałbym komukolwiek cokolwiek życzyć dobrego w życiu, to aby miał takiego szefa i przełożonego jakiego ja miałem szczęście mieć. ●

ARTYKUŁY

Klaudia Jeżyna, Paulina Gątarek

e-mail: 243070@edu.p.lodz.pl; paulina.gatarek@p.lodz.pl

Instytut Chemii Ogólnej i Ekologicznej, Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka

Zastosowanie technik chromatograficznych do oznaczania krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych jako potencjalnych biomarkerów w chorobie Parkinsona

Wprowadzenie

Choroba Parkinsona (*ang. Parkinson's disease, PD*) jest drugim najczęstszym zaburzeniem neurodegeneracyjnym objawiającym się zwyrodnieniem struktur mózgu polegającym na zaniku komórek dopaminergicznych w istocie

czarnej oraz niedoborem dopaminy w prążkowie [1]. Jest to postępująca, przewlekła i na chwilę obecną nieuleczalna choroba zwyrodnieniowa ośrodkowego układu nerwowego. Charakteryzuje się przede wszystkim upośledzeniem sprawności ruchowej, ogólnym spowolnieniem oraz wy-



stępowaniem drżenia spoczynkowego. W badaniach patomorfologicznych wewnątrz neuronów wykrywa się tzw. ciała Lewy'ego, których kluczowym składnikiem jest białko α -synukleina [2]. Wczesna diagnostyka tej choroby pozostaje nadal problematyczna. Pomimo postępów w diagnostyce i leczeniu, wczesne wykrycie choroby pozostaje wyzwaniem.

PD łączy się z zaburzeniami metabolicznymi, stresem oksydacyjnym oraz nieprawidłowym funkcjonowaniem neuroprzekazników, takich jak dopamina, serotonina czy kwas gamma-aminomasłowy. Mechanizm powstawania tej choroby nie jest jeszcze w pełni poznany, a diagnoza oparta wyłącznie na obserwacji klinicznej okazuje się niewystarczająca. Obecnie choroba ta pozostaje nieuleczalna, stopniowo prowadząc do całkowitej utraty sprawności, inwalidztwa, a ostatecznie do śmierci. Przyczyny zmian zwyrodnieniowych nie zostały jeszcze w pełni określone, jednak wiadomo, że istotną rolę odgrywają zarówno czynniki genetyczne, jak i środowiskowe, w tym działanie wolnych rodników oraz stres oksydacyjny [3].

W ostatnich latach coraz większą uwagę zwraca się na poszukiwanie biomarkerów, które mogłyby pomóc w szybszej i dokładniejszej diagnozie, czy też prognozowaniu przebiegu choroby. Jednym z obiecujących kierunków badań jest analiza krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych (*ang. short chain fatty acids*, SCFAs), które odgrywają istotną rolę w metabolizmie i homeostazie organizmu. Techniki chromatograficzne, takie jak chromatografia gazowa (*ang. gas chromatography*, GC) i cieczowa (*ang. liquid chromatography*, LC), stają się kluczowymi narzędziami w oznaczaniu SCFAs jako potencjalnych biomarkerów w chorobie Parkinsona.

W prezentowanym artykule skupiono się przede wszystkim na przeglądzie literaturowym dotyczącym technik chromatograficznych, które obecnie są bardzo często stosowane w poszukiwaniu nowych, potencjalnych biomarkerów różnych chorób i zaburzeń, w tym choroby Parkinsona.

Krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe jako potencjale biomarkery w chorobie Parkinsona

Krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe jako produkty metabolizmu mikrobioty jelitowej zyskują coraz większe znaczenie jako potencjalne biomarkery w PD. SCFAs powstają w wyniku beztlenowej fermentacji bakteryjnej błonnika i skrobi odpornej. W jelicie grubym zdrowego człowieka ich dzienna produkcja wynosi 300–400 mmol. Ich stężenie w świetle jelita mieści się w zakresie 60–150 mmol/kg, a proporcje poszczególnych kwasów to: octan – 60%, propionian – 25%, maślan – 15%. SCFAs odgrywają kluczową rolę w regulacji pH jelit, wspomagają wchłanianie wapnia, żelaza i magnezu oraz korzystnie wpływają na metabolizm

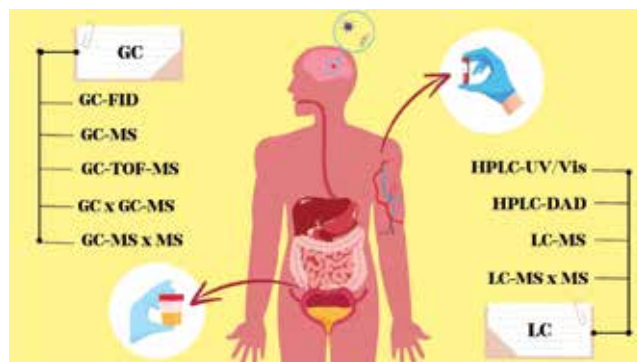
glukozy i białek w wątrobie. Są również niezbędne dla prawidłowej struktury, integralności i funkcjonowania jelit. Wspierając rozwój korzystnej mikroflory, ograniczają wzrost patogenów, takich jak *Escherichia coli*, *Campylobacter* czy *Salmonella*, konkurujących o miejsce kolonizacji [12]. Krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe, takie jak kwas octowy, propionowy i masłowy są produktami fermentacji bakteryjnej w jelitach. Coraz więcej dowodów sugeruje, że zaburzenia w składzie mikrobiomu jelitowego oraz zmiany w poziomie SCFAs mogą być związane z patogenezą choroby Parkinsona. Mikrobiota jelitowa oddziałuje z mózgiem poprzez produkowane przez nią metabolity bakteryjne, które następnie dostają się do organizmu gospodarza przez oś mózgowo-jelitową. Liczne badania wykazały, że pacjenci z PD często mają zmieniony profil SCFAs w porównaniu z osobami zdrowymi, co może odzwierciedlać dysbiozę jelitową oraz zaburzenia metaboliczne [13–15], jak również łączyć się ze stanami zapalnymi charakterystycznymi dla tej choroby. Ponadto, SCFAs mogą wpływać na funkcje neurologiczne poprzez modulację stanu zapalnego, bariery krew-mózg oraz syntezę neuroprzekazników [16, 17]. SCFAs mogą być nie tylko markerami PD umożliwiającymi odróżnienie osób chorych od osób z grupy kontrolnej, czy też osób z innymi chorobami neurodegeneracyjnymi, ale także, według najnowszych badań mogą wiązać się ze stopniem nasilenia choroby. Niezwykle ważnym odkryciem okazało się to, że poziomy stężeń tych kwasów w kale zmniejszają się wraz z postępem choroby. Jednocześnie w osoczu zaobserwowano podwyższony poziom stężeń kwasu propionowego. W obu tych przypadkach u chorych obserwowano nasilenie objawów motorycznych [18]. Kolejne badanie przeprowadzone na osobach cierpiących na chorobę Parkinsona wskazywało zmniejszone stężenia SCFAs w próbkach kału w porównaniu do osób z grupy kontrolnej, co może sugerować na występowanie zmian w układzie nerwowym jelit i przyczyniać się do zaburzeń żołądkowo-jelitowych objawiających się zmianą motoryki przewodu pokarmowego w PD [13]. Badania związane także z zaburzeniami motoryki przewodu pokarmowego, dokładniej z zaparciami, wiązały się z obniżonymi stężeniami kwasu octowego, izomasłowego i izowalerianowego w kale oraz podwyższonymi stężeniami kwasu octowego i propionowego w osoczu u pacjentów z PD [19]. Kwas propionowy został zidentyfikowany jako potencjalny biomarker powiązany z objawami motorycznymi w chorobie Parkinsona. Badania wykazały, że jego stężenie w surowicy pacjentów z PD było niższe niż u osób z grupy kontrolnej i wykazywało korelację zarówno z objawami ruchowymi, jak i funkcjami poznawczymi [20]. Podobną zależność wykazano w badaniu dotyczącym oznaczania

SCFAs w osoczu osób z PD. Wskazano, że stężenie kwasu propionowego było ujemnie skorelowane ze stopniem zaawansowania choroby [21]. Dlatego też kwas propionowy może pełnić funkcję biomarkera zaawansowania choroby Parkinsona, ponieważ jego zaburzone stężenie u pacjentów koreluje zarówno z nasileniem objawów motorycznych, jak i pogorszeniem funkcji poznawczych. Sugeruje to, że poziom tego kwasu może odzwierciedlać stopień progresji choroby. W przypadku diagnostyki tej choroby niezbędne jest stosowanie odpowiednio czułych i selektywnych technik, dlatego właśnie wśród nich techniki sprzężone z chromatografią gazową i cieczową są obiecującym narzędziem diagnozowania, zarówno na wczesnym etapie, jak i monitorowania postępów choroby.

Techniki chromatograficzne stosowane do oznaczania SCFAs w kontekście choroby Parkinsona

Analiza płynów ustrojowych, zwłaszcza moczu i krwi (osocze, surowica) może dostarczyć cennych informacji, pomagając w identyfikacji specyficznych markerów chorobowych, monitorowaniu przebiegu choroby oraz doborze skutecznej i spersonalizowanej terapii. Zarówno obecność, jak i brak niektórych metabolitów w płynach ustrojowych mogą stanowić istotne wskaźniki stanu zdrowia pacjenta. W diagnostyce medycznej coraz większą popularność zyskują techniki chromatograficzne, które znajdują zastosowanie nie tylko w wykrywaniu chorób, ale także w ich profilaktyce. Mimo, że wykorzystanie technik chromatograficznych w analizach biomedycznych to stosunkowo nowy obszar chemii analitycznej, daje on zupełnie nowe perspektywy diagnostyczne. Do jego największych zalet należą niezwykła czułość, precyzja oraz wysoka powtarzalność uzyskiwanych wyników. Jednak metody te mają również swoje ograniczenia – wymagają kosztownego sprzętu oraz zaawansowanej wiedzy i umiejętności operatorów, co sprawia, że nie są powszechnie stosowane w rutynowej diagnostyce laboratoryjnej [4, 5]. Do analiz metabolomicznych oznaczania SCFAs wykorzystywane są techniki łączone, takie jak chromatografia gazowa sprzężona ze spektrometrią mas (*ang. gas chromatography-mass spectrometry*, GC-MS) oraz chromatografia cieczowa sprzężona ze spektrometrią mas (*ang. liquid chromatography-mass spectrometry*, LC-MS) w różnych wariantach i konfiguracjach. Możliwe są sprzężenia z tandemową spektrometrią mas, takie jak chromatografia gazowa (*ang. gas chromatography-tandem mass spectrometry*, GC-MS/MS) czy chromatografia cieczowa (*ang. liquid chromatography-tandem mass spectrometry*, LC-MS/MS). Zastosowanie w tych badaniach znalazły także

połączenia wysokosprawnej chromatografii cieczowej (*ang. high-pressure liquid chromatography*, HPLC) z różnymi rodzajami detekcji, takimi jak detekcja spektrofotometryczna (*ang. UV-Vis detection*) czy detekcja diodowa (*ang. diode array detectors*, DAD). Pozwalają one na precyzyjne oznaczanie SCFAs w płynach ustrojowych. Najczęściej stosowane techniki chromatograficzne do oznaczania SCFAs w płynach ustrojowych zostały przedstawione na rys. 1.



Rys. 1. Techniki chromatograficzne najczęściej wykorzystywane do oznaczania SCFAs w płynach ustrojowych, oprac. K. Jeżyńska

Techniki chromatograficzne, pomimo swojej wysokiej precyzji i czułości, wymagają kosztownego sprzętu oraz specjalistycznej wiedzy w zakresie prawidłowej obsługi. Dodatkowo czasochłonny proces przygotowania próbek oraz konieczność stosowania czystych rozpuszczalników mogą ograniczać ich zastosowanie w rutynowej diagnostyce. W tabeli 1 zostały porównane wady i zalety najczęściej stosowanych technik chromatograficznych (tabela 1).

W tabeli 2 zostały zestawione badania pod kątem oznaczania SCFAs w różnych płynach ustrojowych z wykorzystaniem technik chromatograficznych, podkreślając sposób odpowiedniego przygotowania próbki do analizy oraz wyznaczone parametry walidacji opisywanych metod.

Podsumowanie

Choroba Parkinsona jest chorobą przewlekłą i nieuleczalną, prowadzącą do stopniowej utraty sprawności ruchowej, spowolnienia oraz drżenia spoczynkowego. Wczesna diagnostyka pozostaje wyzwaniem, a obecne metody oparte jedynie na obserwacji klinicznej objawów są niewystarczające. W ostatnich latach coraz większą uwagę zwraca się na poszukiwanie biomarkerów, które mogłyby pomóc w szybszej i bardziej precyzyjnej diagnozie oraz prognozowaniu i monitorowaniu przebiegu choroby. Jednym z obiecujących kierunków badań jest analiza SCFAs, które odgrywają istotną rolę w prawidłowym metabolizmie i utrzymywaniu homeostazy organizmu.



Tabela 1. Wady i zalety najczęściej stosowanych technik chromatograficznych [6]

Technika	Wady	Zalety
GC-FID	– brak rozróżnienia pomiędzy podobnymi związkami, – brak informacji o strukturze związku w kontekście analizy jakościowej, – konieczność stosowania wzorców	– szeroki zakres liniowości, – wysoka dokładność, – niski koszt aparatury i analiz, – wykrywanie związków organicznych w szerokim zakresie stężeń
GC-MS	– długotrwałe i wieloetapowe przygotowanie próbki, – konieczne przygotowanie próbki, do uzyskania lotnych związków (proces derywatywacji)	– zwiększona czułość oraz selektywność, – jednoznaczna identyfikacja analitu, poznanie struktury i masy cząsteczkowej związku, – bogaty dostęp do bibliotek widm mas, łatwa identyfikacja analitów
GCxGC-MS	– wysoki koszt aparatury, – wymagania techniczne (układ dwóch kolumn chromatograficznych)	– zwiększona czułość niż w GC-MS, – identyfikacja większej liczby związków
LC-MS	– wysoki koszt aparatury, – niższy odzysk w przypadku różnych próbek biologicznych	– krótki czas analizy, – przygotowanie próbki bez utraty rozdzielczości
LC-UV/Vis	– niższa selektywność i czułość, w stosunku do LC-MS – konieczność stosowania wzorców	– stosunkowo prosta metoda, – krótki czas analizy
LC-MS/MS	– wysoki koszt aparatury, – konieczność stosowania rozpuszczalników o wysokiej czystości	– krótki czas analizy, – wysoka powtarzalność, odtwarzalność oraz odzysk, – niska granica oznaczalności

Najnowsze badania wskazują, że pacjenci z PD mają zmieniony profil SCFAs w porównaniu do osób zdrowych, co może być związane z dysbiozą jelitową oraz procesami neurodegeneracyjnymi. Ze wszystkich oznaczanych SCFAs na szczególną uwagę zasługuje kwas propionowy, który może stanowić obiecujący biomarker w chorobie Parkinsona. Ich zmieniony poziom u pacjentów z PD może odzwierciedlać dysbiozę jelitową, zaburzenia metaboliczne oraz stan zapalny. Niższe poziomy stężeń kwasu propionowego w płynach

ustrojowych korelują zarówno z objawami motorycznymi, jak i funkcjami poznawczymi. Może to wskazywać na jego potencjalną rolę jako biomarkera diagnostycznego i prognostycznego w tej chorobie, służącego do wczesnej diagnostyki i monitorowania progresji choroby.

Techniki chromatograficzne, takie jak GC i LC, stają się kluczowymi narzędziami w oznaczaniu SCFAs jako potencjalnych biomarkerów w chorobie Parkinsona. Analiza płynów ustrojowych, takich jak mocz, osocze, surowica czy



Tabela 2. Krótki przegląd badań nad SCFA z zastosowaniem technik chromatograficznych w oparciu o dane literaturowe [7-11]

Lp.	Stosowana technika/ Rodzaj kolumny/ Faza ruchoma	Płyn ustrojowy	Przygotowanie próbki	Parametry walidacyjne
1.	GC-MS HP-5 MS 30 m x 250 µm x 0,25 µm	Kał	• dodanie NaOH, • odbiałczanie, • homogenizacja, • ekstrakcja 80% roztw. MeOH/H₂O, • odparowanie, • derywatyzacja za pomocą chlorowodorku hydoksyaminy w pirydynie, • MTBSTFA w temp. 60°C w ciągu 30 min	Współczynnik regresji R ² ≥ 0,95
2.	GC-MS DB-5 30 m x 0.25 mm x 0.25 µm	Mocz	• ekstrakcja mieszaniną MeOH/H₂O • derywatyzacja za pomocą MSTFA z 1% TMCS	Brak danych
3.	GC-MS Nukol 30 m x 0,25 mm x 0,25 µm	Osocze	• dodano zakwaszonej wody (15% H₃PO₄) • ekstrakcja MTBE, • sonikacja 10 min, • wirowanie 15000 g przez 10 min. w 5°C	Współczynniki regresji R ² : kwas octowy 0,9960, kwas propionowy 0,9933, kwas masłowy 0,9934 LOD: kwas octowy 0,03 µM, kwas propionowy 0,02 µM, kwas masłowy 0,02 µM LOQ: kwas octowy 0,10 µM, kwas propionowy 0,06 µM, kwas masłowy 0,07 µM



4.	LC-MS/MS Kinetex 2,6 µm XB-C18 50 x 2,1 mm	Kał	- derywatyżacja 3-nitrofenylohydrazonem, - dodanie chlorowodorku N-(3-dimetyloaminopropyl)-N'-etylokarbodimidu, - mieszanie 30 min w 40°C, - dodanie 0,1% kwasu mrówkowego	LOD: kwas butanowy 0,03 µmol/g suchej masy, kwas propionowy 0,20 µmol/g suchej masy, kwas butanowy 1,9 µmol/g suchej masy
5.	LC-MS/MS ACE C18-AR 100 mm x 2,1 mm x 1,7 µm, TG-WAXMS 30 m x 0,25 mm x 0,25 µm	Surowica krwi	- ekstrakcja ACN, - wirowanie 300 g przez 2 min. w 4°C, - derywatyżacja roztworem chlorowodorku 3-nitrofenylohydrazyny, - podwójna ekstrakcja MTBE, - suszenie pod azotem, - rozpuszczenie w 10% roztw. ACN/H₂O	Oznaczane kwasy: octowy, propionowy, masłowy, izomasłowy, walerianowy, izowalerianowy, 4-metylowalerianowy, heksanowy LODs 1-7 ng/mL LOQs 3-19 ng/mL Odzysk 94%-114%

Wykaz skrótów do tabel 1 i 2: GC-FID – chromatografia gazowa z detekcją płomieniowo-jonizacyjną, GC-MS – chromatografia gazowa sprzężona ze spektrometrią mas, GCxGC-MS – dwuwymiarowa chromatografia gazowa sprzężona ze spektrometrią mas, LC-MS – chromatografia cieczowa sprzężona ze spektrometrią mas, LC-MS/MS – chromatografia cieczowa sprzężona z tandemową spektrometrią mas, LC-UV/Vis – chromatografia cieczowa z detekcją spektrofotometryczną, ACN – acetonitryl, MeOH – alkohol metylowy, MTBSTFA – N-tert-butyldimetylosililo-N-metylotrifluoroacetamid, MSTFA – N-metylo-N-(trimetylosililo)trifluoroacetamid, TMCS – chlorek trimetylosililu, MTBE – eter tert-butyloowo-metylowy, R² – współczynnik regresji, LOD – granica wykrywalności, LOQ – granica oznaczalności.

kał, może dostarczyć cennych informacji na temat specyficznych markerów chorobowych, monitorowania przebiegu choroby oraz doboru spersonalizowanej terapii. Staje się to możliwe dzięki zastosowaniu technik sprzężonych, takich jak GC-MS czy GC-MS/MS, jak również LC-MS czy LC-MS/MS, które charakteryzują się wysoką czułością, precyzją i powtarzalnością otrzymywanych wyników, co czyni je niezwykle przydatnymi w badaniach metabolomicznych i prognostycznych. Analiza SCFAs może dostarczyć nowych informacji na temat patogenezы choroby, a także przyczynić się do rozwoju nieinwazyjnych metod diagnostycznych. Dalsze badania, zwłaszcza z wykorzystaniem zaawansowanych technik chromatograficznych są konieczne i mogą przyczynić się do lepszego zrozumienia roli SCFAs w PD oraz opracowania nowych metod diagnostycznych i terapeutycznych, co może przełożyć się na lepsze rokowania i jakość życia pacjentów.

Literatura

- [1] Rudzińska M., Szczudlik A., Parkinsonizm Atlas. Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Wydanie 1, Kraków 2009.
- [2] Gawęł M., Potulska-Chromik A., 2015, Choroby neurodegeneracyjne: choroba Alzheimera i Parkinsona. Postępy Nauk Medycznych, t. XXVIII, 7, 468-476.
- [3] Olanow C.W., Brundin P., 2013, Parkinson's disease and alpha synuclein: is Parkinson's disease a prion-like disorder?, Movement Disorders, 28, 31-40.
- [4] Caudle W.M., Pan S., Shi M., Quinn T., Hoekstra J., Beyer R.P., Montine T.J., Zhang J., 2008, Proteomic identification of proteins in the human brain: Towards a more comprehensive understanding of neurodegenerative disease, Proteomics Clinical Applications, 2(10-11), 1484-1497.
- [5] Michalski R., Jabłońska M., Szopa S., Role and Importance of Hyphenated Techniques in Speciation Analysis: Speciation Studies in Soil, Sediment and Environmental Samples. Eds. Sezgin Bakirdere, Science Publishers/CRC Press/Taylor&Francis Group, 242-262, 2013.

[6] Chalova P.T., Tazky A., Skultety L., Minichova L., Chovanec M., Ciernikova S., Mikus P., Piestansky J., 2023, Determination of short-chain fatty acids as putative biomarkers of cancer diseases by modern analytical strategies and tools: a review. *Frontiers in Oncology*, 13, e1110235.

[7] Gu H.J., Jasbi P., Patterson J., Jin Y., 2021, Enhanced Detection of Short-Chain Fatty Acids Using Gas Chromatography Mass Spectrometry. *Current Protocols*, 1(6), e177.

[8] Bouatra S., Aziat F., Mandal R., Guo A.C., Wilson M.R., Knox C., Bjorn Dahl T.C., Krishnamurthy R., Saleem F., Liu P., Dame Z.T., Poelzer J., Huynh J., Yallou F.S., Psychogios N., Dong E., Bogumil R., Roehring C., Wishart D.S., 2013, The Human Urine Metabolome. *PLoS one*, 8(9), e73076.

[9] Micalizzi G., Buzzanca C., Chiaia V., Mondello M., Cacciola F., Caccamo D., Mondello L., 2024, Measurement of short-chain fatty acids in human plasma by means of fast gas chromatography-mass spectrometry. *Journal of Chromatography B*, 1235, e124044.

[10] Liebisch G., Ecker J., Roth S., Schweizer S., Öttl V., Schött H.F., Yoon H., Haller D., Holler E., Burkhardt R., Matysik S., 2019, Quantification of Fecal Short Chain Fatty Acids by Liquid Chromatography Tandem Mass Spectrometry – Investigation of Pre-Analytic Stability. *Biomolecules*, 9(4), 121.

[11] Shafaei A.V., Vamathevan V., Pandohee J., Lawler N.G., Broadhurst D., Boyce M.C., 2021, Sensitive and quantitative determination of short-chain fatty acids in human serum using liquid chromatography mass spectrometry. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 413(25), 6333–6342.

[12] Kuczyńska B., Wasilewska A., Biczysko M., Banasiewicz T., Drews M., 2011, Krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe – mechanizmy działania, potencjalne zastosowania kliniczne oraz zalecenia dietetyczne, *Nowiny Lekarskie*, 80, 4, 299–304.

[13] Unger M.M., Spiegel J., Dillmann K.U., Grundmann D., Philippeit H., Bürmann J., Faßbender K., Schwierz A., Schäfer K.H., 2016, Short chain fatty acids and gut microbiota differ between patients

with Parkinson's disease and age-matched controls, *Parkinsonism & Related Disorders*, 32, 66–72.

[14] Keshavarzian A., Green S.J., Engen P.A., Voigt R.M., Naqib A., Forsyth C.B., Mutlu E., Shannon K.M., 2015, Colonic bacterial composition in Parkinson's disease, *Movement Disorders*, 30(10), 1351–1360.

[15] Cirstea M.S., Yu A.C., Golz E., Sundvick K., Kliger D., Radisavljevic N., Foulger L.H., Mackenzie M., Huan T., Finlay B.B., Silke Appel-Cresswell, 2020, Microbiota composition and metabolism are associated with gut function in Parkinson's disease. *Movement Disorders*, 35(7), 1208–1217.

[16] Scheperjans F., Aho V., Pereira P.A.B., Koskinen K., Paulin L., Pekkonen E., Haapaniemi E., Kaakkola S., Eerola-Rautio J., Pohja M., Kinnunen E., Murros K., Auvinen P., 2015, Gut microbiota are related to Parkinson's disease and clinical phenotype, *Movement Disorders*, 30(3), 350–358.

[17] Zhang S., Wang H., Zhu M.J., 2019, A sensitive GC/MS detection method for analyzing microbial metabolites short chain fatty acids in fecal and serum samples, *Talanta*, 196, 249–254.

[18] Chen S.J., Chen C.C., Liao H.Y., Lin Y.T., Wu Y.W., Liou J.M., Wu M.S., Kuo C.H., Lin C.H., 2022, Association of Fecal and Plasma Levels of Short-Chain Fatty Acids With Gut Microbiota and Clinical Severity in Patients With Parkinson Disease, *Neurology*, 98(8), e848–e858.

[19] Yang X., Ai P., He X., Mo C., Zhang Y., Xu S., Lai Y., Qian Y., Xiao Q., 2022, Parkinson's Disease Is Associated with Impaired Gut-Blood Barrier for Short-Chain Fatty Acids, *Movement Disorders*, 37(8), 1634–1643.

[20] Wu G., Jiang Z., Pu Y., Chen S., Wang T., Wang Y., Xu X., Wang S., Jin M., Yao Y., Liu Y., Ke S., Liu S., 2022, Serum short-chain fatty acids and its correlation with motor and non-motor symptoms in Parkinson's disease patients. *BMC Neurology*, 22(1), 13.

[21] Shin C., Lim Y., Lim H., Tae-Beom Ahn., 2020, Plasma Short-Chain Fatty Acids in Patients With Parkinson's Disease, *Movement Disorders*, 35(6), 1021–1027.

Patrycja Schab

e-mail: patrycja.schab@dokt.p.lodz.pl

Instytut Chemii Ogólnej i Ekologicznej, Wydział Chemiczny Politechnika Łódzka

Witamina C – najpopularniejsza i nadal odkrywana witamina, cz. 2

Wstęp

W pierwszym z cyklu artykułów na temat witaminy C opublikowanym w czasopiśmie *Eliksir* 12/2023 opisana została charakterystyczna budowa i właściwości witaminy C, które powodują, że jest ona niezbędna do prawidłowego funkcjonowania organizmu [1]. Pomimo faktu, że została odkryta dawno temu, nadal budzi zainteresowanie naukowców. Witamina C jest badana także w chemii koordynacyjnej. Pierwsze prace nad kompleksami metali z witaminą C poja-

wiły się w latach osiemdziesiątych ubiegłego wieku. Jednak na przestrzeni lat postęp związany z tą tematyką badań jest relatywnie niewielki. Wynika to z faktu, że kompleksy metali z tym ligandem w stanie stałym charakteryzują się niską stabilnością oraz niechętnie krystalizują. W literaturze niewiele jest danych dotyczących struktur krystalicznych kompleksów z witaminą C. Zwykle budowa jest określana na podstawie wyników pomiarów spektrofotometrii UV/VIS, NMR, IR czy magnetycznych [2].



Jabs i Gaube przedstawili syntezy kompleksów askorbinianowych z metalami przejściowymi. Wydzielono połączenia koordynacyjne typu $M(HA)_n \cdot H_2O$ ($M=TiO^{2+}$, $n=2$, $x=2$; $M=Cr^{3+}$, $n=3$, $x=6$; $M=Mn^{2+}$, Co^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} , $n=2$, $x=4$). Do syntezy używano wodnego roztworu siarczynu(VI) odpowiedniego metalu, wodorotlenku baru oraz kwasu askorbinowego. Kompleksy wytrącano rozpuszczalnikiem organicznym (metanolem lub acetonem). Naukowcy zbadali właściwości hydrolityczne i przewodnictwo, wykonano pomiary magnetyczne, zarejestrowano widma elektronowe i w podczerwieni. Na podstawie tych badań kompleksy określono jako oktaedryczne. Koordynacja zachodziła między atomem centralnym a tlenami grupy enediolowej liganda [3].

Tajmir-Riahi prowadził badania dotyczące związków koordynacyjnych metali z witaminą C zarówno w postaci stałej jak i w roztworze wodnym. W jednym z artykułów opisuje m.in. otrzymanie kompleksów kwasu askorbinowego z jonem cynku, kadmu oraz magnezu o wzorze ogólnym $M(L\text{-askorbinian})_2 \cdot 2H_2O$, gdzie $M = Zn(II)$, $Cd(II)$ i $Mn(II)$. Wyizolowane związki scharakteryzował za pomocą badań NMR i FTIR. Na podstawie wyników pomiarów spektroskopowych ustalił, że sześciokoordynacyjny jon metalu wiąże się z ligandami przez różne atomy tlenu. Dodatkowo w strukturze występują dwie cząsteczki wody. W badaniu FTIR porównał widma kwasu L-askorbinowego i otrzymanych związków. W widmie IR wolnego liganda zaobserwowano pasma charakterystyczne dla drgań rozciągających grup hydroksylowych: O(6)-H przy 3525 cm^{-1} , O(5)-H przy 3215 cm^{-1} , O(3')-H przy 3066 cm^{-1} , O(3)-H przy 3030 cm^{-1} . W widmach otrzymanych kompleksów pojawiło się szerokie pasmo z maksimum przy 3350 cm^{-1} . Obserwowane zmiany spektralne (poszerzenie i przesunięcie) pasm charakterystycznych dla drgań rozciągających grup hydroksylowych wynikają z jonizacji kwasu askorbinowego i udziału anionowych grup OH w wiązaniach metal-askorbinian. Drgania rozciągające cząstek wody w kompleksach w obszarze $3500\text{--}3000\text{ cm}^{-1}$ nakładały się z drganiami rozciągającymi anionów grup OH pochodzących od kwasu askorbinowego. Tak samo drgania zginające wody w obszarze $1700\text{--}1600\text{ cm}^{-1}$ zostały przesłonięte przez silne drgania rozciągające C=O i C=C. To powoduje, że przypisanie pasm potwierdzających występowanie cząsteczek wody jest utrudnione. W widmie kwasu askorbinowego widoczne jest pasmo o średniej intensywności dla drgań rozciągających C=O przy 1753 cm^{-1} . To pasmo jest przesunięte w widmach kompleksów w stronę niższych liczb falowych. Podobnie dwa silne i szerokie pasma drgań rozciągających C=O i C=C zostały przesunięte w kierunku niższych liczb falowych w widmach nowych po-

łączeń koordynacyjnych. Jest to spowodowane tworzeniem wiązania między tlenem grupy karbonylowej a atomem centralnym. Na widmie liganda można także zauważyć kilka pasm o średniej intensywności dla drgań zginających CH_2 , O(2)-H, O(3)-H, O(5)-H i O(6)-H przy długościach fal: 1479 ; 1450 ; 1388 ; 1365 ; 1321 ; 1274 ; 1222 i 1197 cm^{-1} . W widmach kompleksów te pasma są przesłonięte szerokim pasmem w zakresie $1400\text{--}1380\text{ cm}^{-1}$. Jest to związane z tworzeniem się wiązania koordynacyjnego między metalem a ligandem. Pasma w zakresie $900\text{--}500\text{ cm}^{-1}$, które odpowiadają drganiom szkieletu C-C-C i C-O-C, w widmach kompleksów wykazywały zmiany intensywności i były przesunięte w porównaniu do pasm w widmie kwasu askorbinowego. Wynika to z koordynacji metalu z ligandem [4].

Yuge i Miyamoto otrzymali kompleksy askorbinianu platyny(II) z dihydroksoplatyny(II) i kwasu L-askorbinowego. Dodatkowo użyli jako ligandy stabilizujące etylenodiaminy (en), N,N-dimetyloetylenodiaminy (dmen) i N,N,N-trimetyloetylenodiaminy (trimen). W wyniku tych reakcji powstały związki koordynacyjne o następujących wzorach $[Pt(en)(asc-C,O)] \cdot 2H_2O$; $[Pt(dmen)(asc-C,O)] \cdot 2H_2O$; $[Pt(trimen)(asc-C,O)] \cdot H_2O$. Miały postać jasnożółtych kryształów. Badania rentgenograficzne pozwoliły uzyskać struktury nowych połączeń koordynacyjnych. W związkach tych anion askorbinianowy tworzy pięcioczłonowy pierścień chelatowy, koordynując do metalu centralnego przez atom węgla laktonu i atom tlenu zdeprotonowanej grupy hydroksylowej [5].

Odczynniki i metody badawcze

Do badań zostały użyte następujące odczynniki: askorbinian sodu, cz.d.a. (Sigma-Aldrich); chlorek miedzi dwuwodny, $\geq 99,0\%$ (Sigma-Aldrich); chlorek manganu czterowodny, cz.d.a. (Chempur); chlorek kobaltu, $\geq 98,0\%$ (Sigma-Aldrich); chlorek kadmu dwu- i półwodny, cz.d.a. (Chempur); chlorek niklu sześciowodny, cz.d.a. (Chempur); alkohol etylowy 96% (Stanlab Lublin); kwas azotowy V, HNO_3 , 65%, cz.d.a. (P.O.Ch. Gliwice); kwas solny, HCl, 36%, cz.d.a. (P.O.Ch. Gliwice); bromek potasu, KBr, 99%, cz.d.a. (Sigma-Aldrich).

Zostały przeprowadzone syntezy kompleksów Mn(II), Co(II), Cu(II), Ni(II) i Cd(II) z witaminą C. Stosunek moli metalu do liganda wynosił w każdym przypadku 1:2. Do syntez wykorzystano sól sodową kwasu askorbinowego oraz chlorek odpowiedniego metalu. Osiągnięto wodno-etanolowe środowisko reakcji o stosunku objętościowym 1:2 (woda : etanol). Mieszaniny reakcyjne miały różne kolory. Po kilku dniach powstały barwne drobnokrystaliczne osady, które odsączono i pozostawiono na tydzień w celu wysuszenia na powietrzu. Następnie otrzymane związki zważono i poddano badaniom.



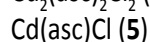
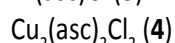
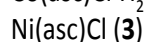
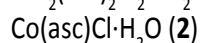
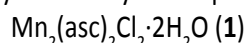
Skład otrzymanych połączeń koordynacyjnych został określony przy użyciu absorpcyjnej spektrometrii atomowej. Zsyntezowane związki miały formę osadów, z tego powodu mineralizacja matrycy organicznej była działaniem niezbędnym. Wykorzystano mineralizację na mokro w systemie zamkniętym z pomocą mikrofal. Do wszystkich odważonych próbek dodano mieszaninę utleniającą, tj. 6 ml 65% HNO₃ oraz 1 ml 36% HCl. Kolejnym etapem było umieszczenie próbek w mineralizatorze Multiwave 3000 o mocy mikrofal 1200 W na 40 minut. Oznaczenie procentowej zawartości metalu w próbkach było wykonane ze pomocą metody krzywej wzorcowej. Pomiary zostały przeprowadzone z użyciem spektrometru absorpcji atomowej firmy Analytik Jena (model contraAA 300).

Analiza termiczna została wykonana w celu potwierdzenia prawidłowości ustalonych wzorów stechiometrycznych, sprawdzenia stabilności termicznej otrzymanych związków i określenia etapów pirolizy. Do badania wykorzystano próbki kompleksów o masie ok. 10 mg. Rozkład termiczny związków koordynacyjnych został przeprowadzony w zakresie temperatur 25-1000°C przy przyroście temperatury równym 10°C/min w dynamicznej atmosferze powietrza. Pomiary wykonywane były przy użyciu termowagi firmy Netzsch model Iris TG 209 F1.

Badanie spektroskopowe w podczerwieni zostało przeprowadzone, aby dowiedzieć występowania wiązania koordynacyjnego między ligandem a atomem centralnym. Próbkę otrzymanych kompleksów i wolnego liganda były przygotowane w postaci tabletek z bromkiem potasu. Badanie w fazie stałej wykonano przy użyciu spektrofotometru IR Tracer-100 firmy Schimadzu. Pozwoliło to na rejestrowanie widm absorpcyjnych zsyntezowanych związków koordynacyjnych w zakresie 4000 – 400 cm⁻¹.

Wyniki i dyskusja

Dane uzyskane za pomocą absorpcyjnej spektrometrii atomowej umożliwiły obliczenie zawartości procentowej danego metalu w wydzielonym związku. Uwzględniając otrzymane wartości określono wzory stechiometryczne dla zsyntezowanych kompleksów:



W tabeli 1 zostały przedstawione średnie zawartości procentowe metalu (teoretyczne i doświadczalne) w otrzymanych połączeniach koordynacyjnych.

Tabela 1. Średnie zawartości procentowe metalu w otrzymanych kompleksach 1-5

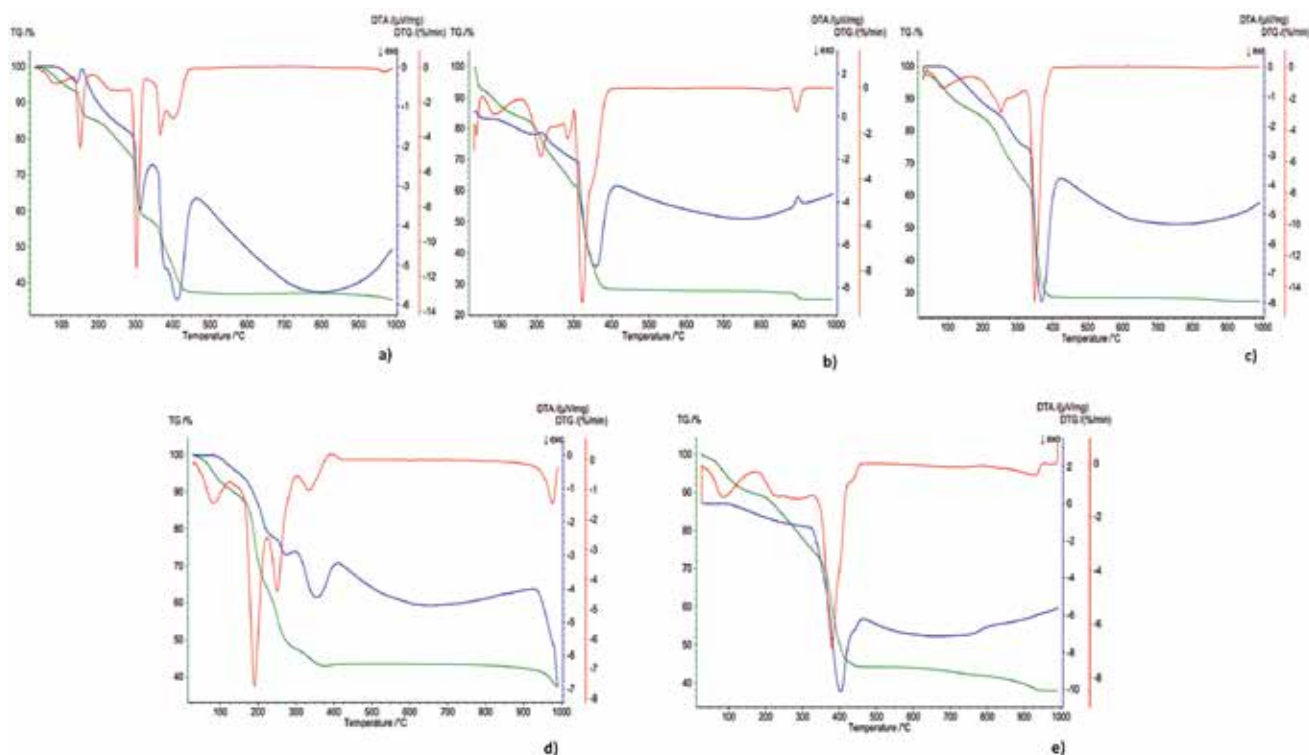
Kompleks	Metal	Zawartość metalu [%]	
		eksperymentalna	teoretyczna
1	Mn	19,7	19,4
2	Co	21,0	20,5
3	Ni	23,0	21,8
4	Cu	24,7	23,2
5	Cd	35,7	34,8

Analiza termiczna pozwoliła potwierdzić prawidłowość założonych wzorów stechiometrycznych otrzymanych kompleksów. Ponadto umożliwiła określenie etapów pirolizy oraz stabilność termiczną wyizolowanych związków. Rys. 1 przedstawia krzywe TG/DTA/DTG kompleksów.

Rozkład termiczny rozpoczyna się od dehydratacji cząsteczek wody (1-2) lub od uwolnienia chloru (3-5). Kompleks kadmu jest najmniej trwały termicznie, ponieważ piroliza rozpoczyna się w temp. 25°C. Pozostałe związki koordynacyjne są stabilne do temp. 35°C. Dalszy wzrost temperatury w przypadku kompleksów manganu(II) i kobaltu(II) prowadzi do odłączenia chloru. W zakresie temperatur 110-170°C rozpoczyna się rozkład liganda organicznego wszystkich związków. Analizując krzywe TG i DTG można zauważyć, że piroliza liganda nie zachodzi jednoetapowo. Najprawdopodobniej dochodzi do fragmentacji cząsteczek liganda organicznego. W przypadku kompleksu kobaltu(II) dalszy wzrost temperatury prowadzi do utworzenia tlenku kobaltu(III). Końcowym produktem pirolizy jest tlenek kobaltu(II), który powstaje powyżej 925°C. Rozkład kompleksu niklu(II) kończy się powyżej 950°C tworzeniem tlenku niklu(II). Piroliza kompleksu kadmu dobiega końca w wyniku powstania tlenku kadmu w temp. 950°C. W temp. 980°C widać, że krzywa TG kompleksów manganu(II) i miedzi(II) nie osiągnęła plateau. To pozwala wnioskować, że zakres temperatur analizy termogravimetrycznej był za niski. Z tego powodu zawartość procentowa produktu pirolizy w rzeczywistości jest niższa niż wskazuje na to derywatogram. Piroliza kompleksu manganu(II) prowadzi najprawdopodobniej do powstania tlenku manganu(II), natomiast rozkład termiczny kompleksu miedzi(II) skutkuje uzyskaniem tlenku miedzi(II).

Za pomocą badań spektroskopowych w podczerwieni



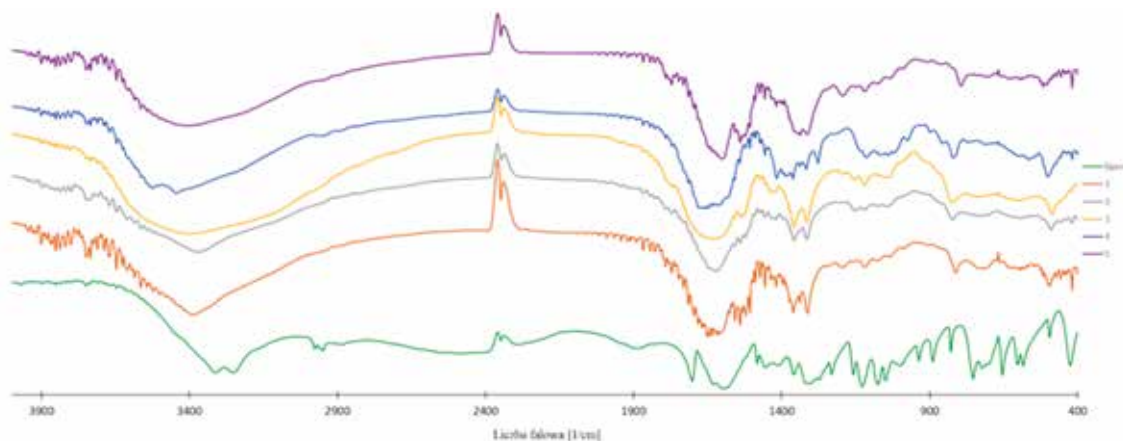


Rys. 1. Krzywe TG/DTA/DTG kompleksów a) 1; b) 2; c) 3; d) 4; e) 5. Krzywa TG – kolor zielony, krzywa DTA – kolor czerwony, krzywa DTG – kolor niebieski

możliwe było potwierdzenie występowania wiązań koordynacyjnych między atomem metalu a ligandem askorbinowym w wydzielonych kompleksach. Pomiary przeprowadzono dla wszystkich otrzymanych związków. Ponadto zbadano także kwas askorbinowy (ligand). Używany aparat umożliwiał rejestrowanie widm w zakresie 4000 – 400 cm^{-1} . Rys. 2 przedstawia widma otrzymanych związków koordynacyjnych oraz wolnego liganda.

Badanie FTIR pozwoliło na porównanie widma kwasu L-askorbinowego i wyizolowanych połączeń koordynacyjnych. W widmie IR wolnego liganda widoczne są pasma charakterystyczne dla drgań rozciągających grup hydroksy-

lowych $\nu(\text{OH})$ przy: 3523,7 cm^{-1} ; 3407,0 cm^{-1} ; 3313,5 cm^{-1} ; 3212,1 cm^{-1} oraz 3031,9 cm^{-1} . W widmach otrzymanych kompleksów pojawiło się szerokie pasmo przy 3442,7-3365,6 cm^{-1} . Poszerzenie i przesunięcie pasm charakterystycznych dla drgań rozciągających grup hydroksylowych wynika z jonizacji kwasu askorbinowego i udziału anionowych grup OH w tworzeniu wiązania koordynacyjnego między atomem centralnym a ligandem. Drgania rozciągające wody kompleksów manganu(II) i kobaltu(II) nakładały się z drganiami pochodzącymi od anionowych grup OH. W widmie wolnego liganda można zauważyć pasmo drgań rozciągających $\nu(\text{C}=\text{O})$ przy 1670,2 cm^{-1} . W przypadku widm



Rys. 2. Widma liganda i kompleksów 1-5

Tabela 2. Częstości drgań [cm⁻¹] najważniejszych pasm kwasu askorbinowego liganda – H(asc), kompleksów 1-5 oraz dane literaturowe [4]

Oznaczenie	ν(O-H)					ν(C=O)
H(asc) [4]	3525	3410	3314	3215	3030	1670
Zn(asc) ₂ ·2H ₂ O [4]	3350					1615
Mn(asc) ₂ ·2H ₂ O [4]	3361					1595
H(asc)	3523,7	3408,0	3313,5	3212,1	3031,9	1670,2
1	3382,9					1558,4
2	3365,6					1620,1
3	3404,1					1622,0
4	3442,7					1677,1
5	3411,8					1598,9

otrzymanych związków koordynacyjnych to pasmo jest przesunięte w stronę niższych liczb falowych: 1677,1-1558,4 cm⁻¹. Może to wskazywać na utworzenie wiązania koordynacyjnego między tlenem grupy karbonylowej a metalem. Pasma drgań rozciągających grupy karbonylowej kompleksu miedzi(II) i manganu(II) są rozszczepione. Najprawdopodobniej wynika to z faktu, że wiązania między atomami centralnymi a ligandami nie są równocenne. Charakter otrzymanych widm jest analogiczny z danymi literaturowymi [4]. Uzyskane widma zawierają błąd aparaturowy w okolicach 2400 cm⁻¹, który nie został usunięty podczas obróbki widm, aby nie ingerować w dane zarejestrowane przez używaną aparaturę. W tabeli 2 zostały umieszczone częstości drgań [cm⁻¹] najważniejszych pasm kwasu askorbinowego i otrzymanych kompleksów oraz porównanie ich z danymi literaturowymi [4].

Wnioski

Niniejsza praca dotyczyła syntezy i badań nowych połączeń koordynacyjnych metali dⁿ-elektronowych z kwasem askorbinowym, powszechnie znanym jako witamina C. W toku tejże pracy otrzymano i wydzielono w stanie stałym pięć nowych związków koordynacyjnych, które nie są opisane w literaturze. Badania potwierdziły zdolność kwasu askorbinowego do tworzenia kompleksów z metalami dⁿ-elektronowymi. Pomimo analogicznych warunków przeprowadzania syntez poszczególne związki różnią się składem stechiometrycznym. Witamina C jest niezbędna

do prawidłowego funkcjonowania organizmu. Doniesienia literaturowe i badania prowadzone w Instytucie Chemii Ogólnej i Ekologicznej jednoznacznie wskazują, że zwykle kompleksy metali cechują się lepszymi właściwościami niż ligandy (np. mniej skutków ubocznych, większa aktywność, dodatkowe korzystne właściwości). Z tego względu można stwierdzić, że otrzymane połączenia koordynacyjne wymagają dodatkowych badań, które potwierdzą zasadność ich potencjalnego zastosowania w farmacji. Ze względu na ograniczony czas trwania badań nie udało się przeprowadzić badań biologicznych, jednak jest to planowane jako kontynuacja dotychczasowych badań. W toku tej pracy nie otrzymano monokryształów, dlatego rekrytalizacja kompleksów i określenie ich struktury będzie kolejnym wyzwaniem.

Literatura

[1] Schab P., 2023, Witamina C – najpopularniejsza i nadal odkrywana witamina, Eliksir, 12, 15-19.
[2] Zumreoglu-Karan B., 2006, The coordination chemistry of Vitamin C: An overview, Coord. Chem. Rev., 250, 2295-2307.
[3] Jabs W., Gaube W., 1984, Verbindungen der L-Ascorbinsäure mit Metallen. I. Zur Darstellung von Ascorbatkomplexen einiger 3d-Elemente, Z. Anorg. Allg. Chem., 514, 179-184.
[4] Tajmir-Riahi H. A., 1991, Coordination chemistry of vitamin C. Part II. Interaction of L-ascorbic acid with Zn(II), Cd(II), Hg(II), and Mn(II) ions in the solid state and in aqueous solution, J. Inorg. Biochem., 42(1), 47–55.
[5] Yuge H., Miyamoto T. K., 2002, Steric influence on platinum(II) ascorbate complexes, Inorg. Chim. Acta, 329, 66-70.



Wiktoria Gortat*, Adrianna Domańska*, Andrzej Żarczyński¹

e-mail: wiktoria.gortat@edu.uni.lodz.pl; domanska.adrianna@edu.uni.lodz.pl;

andrzej.zarczyński@p.lodz.pl

¹Instytut Chemii Ogólnej i Ekologicznej, Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka

*Instytut Ekologii i Ochrony Środowiska, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Łódzki

Pożar w Parku Narodowym Czeska Szwajcaria (2022) – studium przypadku

Wprowadzenie

Na terenie Czech znajdują cztery parki narodowe, tj. Karkonoski Park Narodowy, Park Narodowy Szumawa, Park Narodowy Doliny Dyi oraz Park Narodowy Czeska Szwajcaria. Parki te w Czechach, które są członkiem Unii Europejskiej – spełniają unijne wymogi dotyczące ochrony przyrody ożywionej jak i krajobrazu. Podobnie jak na terenie innych krajów Unii Europejskiej, parki narodowe stanowią obszar ochrony bardzo cennych ekosystemów, w tym występujących tam gatunków roślin, zwierząt i ptaków. Przykładem może być Karkonoski Park Narodowy (*Krkonošský národní park*) utworzony w 1963 r., którego północna część przylega do kompleksu polskiej części także Karkonoskiego Parku Narodowego, utworzonego już w 1959 r.

Przedmiotem analizy prezentowanej w artykule jest Park Narodowy Czeska Szwajcaria (*Národní park České Švýcarsko* – PNCzSz), który ma powierzchnię 79 km² i znajduje się w Górach Połabskich w północno-zachodniej części Czech. Został on utworzony w 2000 r. z siedzibą władz w mieście Krásná Lípa i jest najmłodszym parkiem w kraju naszych południowych sąsiadów. Teren obejmują Wyżynę Děčínską, a szczególnie cennymi obiektami w jego krajobrazie są płyty kredowe, skały wulkaniczne, wąwozy, przełomy rzeczne i piaskowcowe formy skalne (grzbiety piaskowe, kaniony), w tym najwyższy szczyt tegoż parku – Růžovský vrch (619 m n.p.m.). Zawsze uwagę turystów zwraca pomnik przyrody – Brama Pravčická (Pravčická brana). Jest to naturalny most skalny, który jest największy na terenie Europy pod względem swych rozmiarów (wysokość sklepienia 16 m, szerokość niemal 27 m, przy minimalnej grubości mostu 2,5 m i szerokość łuku 7-8 m) [1, 2]. Przy bramie znajduje się letni pałacyk Sokole Gniazdo, obecnie stylowa restauracja z pierwotnym drewnianym zdobieniem ścian i sufitu oraz malowidłami dekorującymi pomieszczenia. Sokole Gniazdo został zbudowany w 1881 roku w stylu alpejskim. Pałacyk

ów służył rodzinie Clary-Aldrigen jako baza noclegowa dla ważnych gości. Wymieniona Rodzina to jedni z pierwszych twórców szlaków turystycznych i dróg w tym rejonie.

Kolejną atrakcją krajobrazową Czeskiej Szwajcarii jest przełom rzeki Kamienicy o długości zaledwie 25,6 km płynącej w północno-zachodnich Czechach. Za miejscowością Srbská Kamenice wpływa na obszar PNCzSz i tu znajdują się jej najciekawsze fragmenty. W swoim przebiegu przepływa przez kilka głębokich, wąskich kanionów, tj. Wąwóz Ferdynanda, Wąwóz Ve Strži, Dziki Wąwóz i Wąwóz Edmunda. Trasa piesza wzdłuż Kamienicy biegnie dnem wąwozu, częściowo po kładkach i pomostach. Jednak w niektórych miejscach przełomu – ściany skalne dochodzą tak blisko brzegu rzeki, że dwa jej odcinki pokonuje się łódkami, tzw. pychówkami [2].



Rys. 1. Brama Pravčická i pałac Sokole Gniazdo – stan w 2019 r., fot. A. Żarczyński

Działalność PNCzSz obejmuje oprócz usług edukacyjnych i turystycznych, m.in. dążenie do poprawy ogólnego stanu ochrony naturalnych, cennych gatunków fauny i flory oraz zachowania charakterystycznego krajobrazu, jak również nadzór nad jego ogólnym bezpieczeństwem. Celem pracy

¹ Autor do korespondencji.



Rys. 2. Park Narodowy Czeska Szwajcaria
– rejs łódką rzeką Kamienicą (2019), fot. A. Żarczyński

jest analiza pożaru zainicjowanego 24 lipca 2022 r. na terenie w/w Parku, w tym określenie przyczyn jego powstania, opis przebiegu akcji gaśniczej oraz skutków tegoż pożaru.

Powstanie, rozwój i gaszenie pożaru

Pożar w Parku Narodowym Czeska Szwajcaria został uznany za największy w historii współczesnych Czech, a rozpoczął się on 24 lipca 2022 r. w niedzielny poranek. W okresie dwudziestu dni objął łącznie obszar około 1060 ha parku, głównie w pobliżu granicy z Niemcami, a w odległości około 50 km od granicy z Polską. Pożar wybuchł w sąsiedztwie miejscowości Hrzensko (*Hřensko*) w związku z czym trzeba było ewakuować część przebywających tam turystów. Wkrótce stwierdzono intensywne rozprzestrzenianie się ognia na kolejne grupy drzew, zwłaszcza zniszczonych przez kornika drukarza, przy udziale bardzo silnego wiatru. Należy nadmienić, że kornik drukarz atakuje drzewostany w wielu krajach, także w Polsce, np. Puszczę Białowieską. Okazało się, że rozwojowi pożaru sprzyjały, oprócz wyżej nadmienionego braku wywozu obumarłego drewna, silny wiatr, a także niska wilgotność gleby wynikająca z długiego braku opadów deszczu [3-5]. Faktyczną przyczyną zaistniałego pożaru w parku było rozpalenie ognia na jego terenie przez 36-letniego mężczyznę. Przesłuchania zatrzymanego wykazały, że wkrótce w innych miejscach także wzniecił on ogień, co bardzo rozprzestrzeniło pożar. Agencje medialne doniosły, iż to były strażnik parku, który po okresie aresztu powinien zostać skazany na karę więzienia. Straty w PNCzSz szacuje się na ponad 63 mln złotych [6-8].

Akcja gaśnicza była bardzo długa i skomplikowana, a strażacy oprócz miejscowych jednostek czeskich zostali ściągnięci także z Polski, Słowacji i Włoch [10]. Akcja gaśnicza i zabezpieczanie pogorzeliska trwało około trzech tygodni. Komenda Główna Państwowej Straży Pożarnej wskazuje, iż



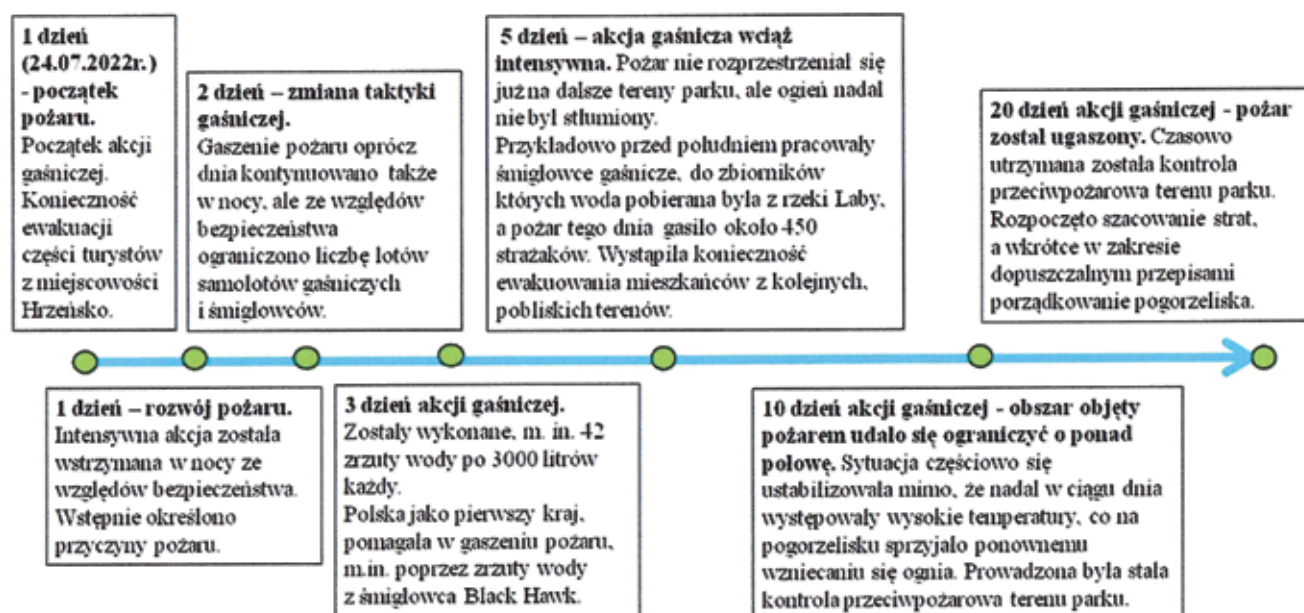
Rys. 3. Przykładowa panorama formacji skalnych w PNCzSz (2019),
fot. A. Żarczyński

pomoc ze strony Polski trwała 5 dni, co łącznie objęło 489 zrzutów wody na miejsca objęte pożarem w ilości około 1467 ton. Szacuje się, że łączna liczba strażaków biorących jednorazowo udział w akcji gaśniczej to około 700. Znaczne problemy w realizacji tradycyjnej akcji gaśniczej były spowodowane trudno dostępnym, skalistym terenem o ograniczonych ciągach komunikacyjnych, dlatego najlepszym rozwiązaniem okazało się wykorzystanie sił powietrznych (samoloty i śmigłowce gaśnicze) do zwalczania ognia [10, 11]. Dym wywołany przez pożar rozprzestrzeniał się na bardzo duże odległości, docierając także nad teren Polski oraz do Pragi – stolicy Czech, oddalonej o około 100 km [4, 6].

Pierwszy dzień akcji gaśniczej był bardzo intensywny, jednak została ona wstrzymana w nocy ze względów bezpieczeństwa i nacisku na wykrycie przyczyn pożaru. Następnego dnia taktyka działania została zmieniona i gaszenie pożaru było kontynuowane także w nocy, jednak zmniejszono liczbę samolotów i śmigłowców wspomagających akcję [6, 10-12]. We wtorek zostały wykonane aż 42 zrzuty wody po 3000 litrów. Polska była pierwszym krajem, który pomógł w gaszeniu pożaru, m.in. został użyty do pomocy śmigłowiec Black Hawk ze zbiornikiem na wodę o nazwie Bambi Bucket [12].

Piąty dzień akcji gaśniczej był nadal mocno intensywny, pożar nie rozprzestrzeniał się już na kolejne obszary, jednak ogień nadal pojawiał się na pogorzelisku. Straż Pożarna i śmigłowce kontynuowały akcję gaśniczą. Woda do zbiorników pobierana była m.in. z rzeki Łaby. Tego dnia pożar był gaszony przez około 450 strażaków. Podjęto również ewakuację mieszkańców z zagrożonych pożarem terenów (łącznie cztery wsie) [6]. Dziesiątego dnia akcji gaśniczej obszar objęty pożarem udało się ograniczyć o ponad połowę. Akcja gaszenia PNCzSz trwała 20 dni, a uczestniczyło w niej w różnym czasie ponad 6000 osób, nie tylko strażaków.





Rys. 4. Przebieg akcji gaśniczej w Parku Narodowym Czeska Szwajcaria (opracowanie własne na podstawie materiałów z Internetu [3-12])

W późniejszych dniach akcji gaśniczej sytuacja była bardziej stabilna niż na początku pożaru, jednak nadal występowały wysokie temperatury powietrza, które utrudniały akcję gaśniczą i sprzyjały wtórnemu zapłonowi biomasy. Dlatego tak ważna była kontrola przeciwpożarowa terenu parku. Dodatkową pomocą stały się kamery termowizyjne ukazujące, w których miejscach nawet w minimalnym stopniu jeszcze tli się ogień oraz plecaki gaśnicze mające pojemność 20 litrów, które były niezwykle pomocne podczas gaszenia niewielkich obszarów z pojawiającym się ogniem [10, 12].

Skutki ekologiczne i gospodarcze pożaru

W strefie pożaru nie odnotowano osób rannych, ani wśród ludności, ani strażaków [3, 6]. Katastrofa ta jednak spowodowała pogorszenie jakości życia mieszkańców w najbliższej okolicy. Emisja produktów spalania do atmosfery przyczyniła się do pogłębienia efektu cieplarnianego [6, 12-18]. Pogorszył się stan różnorodności biologicznej, ponieważ drzewa są naturalnym miejscem schronienia i bytowania wielu gatunków organizmów. Najbardziej widocznymi skutkami było obumarcie szaty roślinnej na znacznej części spalonego terenu parku, śmierć zwierząt (również gatunków chronionych oraz rzadkich) i dewastacja siedlisk. Na terenie parku stwierdzono zjawisko zmian w ekosystemie obejmującym zmiany struktury gleby jak i mikroklimatu. Skutki pożaru również odczuwają te gatunki drzew, którym udało się przetrwać katastrofę. Są one osłabione i tym samym mogą być atakowane, m.in. przez grzyby pasożytnicze i korniki. W dalszej kolejności zaatakowane drzewa obumierają

i stają się siedliskiem dla szkodników, które tym samym będą mogły opanowywać kolejne rośliny [3]. Przyroda powoli radzi sobie ze skutkami pożaru, roślinność niskopienna odbudowuje się dość szybko. Jednak na odtworzenie lasu trzeba będzie poczekać kilkanaście lat. Pożar również niósł ze sobą skutki zdrowotne dla społeczeństwa. Pył, który był przenoszony wraz z wiatrem na rozległe tereny mógł spowodować problemy z układem oddechowym oraz krążenia, astmę, a nawet wzrost ryzyka udaru bądź zawału. Wynikało to z obecności silnie trujących gazów w powietrzu zwłaszcza tlenku węgla i pyłów. Szczególnie narażone były dzieci, osoby starsze i osoby o osłabionej odporności [13-16].

Podsumowując, pożar w Czeskiej Szwajcarii został uznany za największy w historii niepodległego państwa czeskiego. Dzięki współpracy i heroicznej odwadze strażaków z kilku państw udało się poskromić żywioł. Istotną rolę odegrały w akcji gaśniczej również nowoczesne technologie, dzięki którym strażacy mogli opanować pożar [8]. Niemniej otwarte pozostało rozstrzygnięcie konfliktu, który powstał w trakcie tego zdarzenia między organizacjami ekologicznymi, a czeskimi Lasami Państwowymi. Dotyczy on celowości i metod walki z kornikiem drukarzem oraz kwestii usuwania martwego drewna, które zostało przez niego zaatakowane na terenie parków narodowych.

Ekspersi są zgodni, iż skutki pożaru będą odczuwalne przez dekady, a same straty, które poniosło środowisko naturalne są kolosalne [3]. Pomimo tych tragicznych wydarzeń PNCzSz odzyskuje swoje walory i znów otworzył szlaki dla odwiedzających go turystów z wielu państw. Jednak w wielu

miejscach nadal widoczne są skutki pożaru [10].

Przykład z Polski – Pożar w Biebrzańskim Parku Narodowym i jego skutki

W 2022 roku pożary pochłonęły w Europie około 860 tysięcy hektarów lasów. Występowały nie tylko na terenie południowej Europy, ale także w Polsce, krajach Skandynawii i Wielkiej Brytanii. Jednak największy w ostatnich latach w Polsce i jeden z największych pożarów w skali Europy trawił w drugiej połowie kwietnia 2020 roku Biebrzański Park Narodowy (BPN). Ogień objął 5 526 ha parku, co stanowiło 9,5% jego powierzchni. Prokuratura powiadomiła, iż przyczyną pożaru mogło być wypalanie traw lub celowe podpalenie suchej roślinności. Na skutek klęski ucierpiało tysiące przedstawicieli fauny, w tym objęte ochroną ścisłą gatunki ptaków – cietrzew i orlik grubodzioby. W działania gaśnicze w Biebrzańskim Parku Narodowym zaangażowano łącznie około 1500 strażaków, których w walce z żywiołem wspomagało szereg instytucji i formacji mundurowych. Pomocą bezpośrednią oraz pośrednią służyli m.in. pracownicy: Lasów Państwowych, BPN, Policji Państwowej, Straży Granicznej, jednostek samorządowych, żołnierze Wojsk Inżynieryjnych i Obrony Terytorialnej, mieszkańcy okolicznych miejscowości, harcerze oraz wolontariusze [16-22].

Literatura

[1] Kirchner K., Demek J., Makovčin P., 2011, Parki narodowe w Republice Czeskiej, *Acta Geographica Silesiana*, WNoZ UŚ-ZPKWŚ, 10, 30-35.

[2] Klub Globtrotera Warszawa, Czeska Szwajcaria, <https://klubglobtroterawarszawa.com/2024/01/31/czeska-szwajcaria/>, 10.12.2024.

[3] Mazur B., 2022, Pożar w Czeskiej Szwajcarii osłabia argumentację ekologów w sprawie kornika drukarza, <https://raportcsr.pl/pozar-w-czeskiej-szwajcarii-oslabia-argumentacje-ekologow-w-sprawie-kornika-drukarza-analiza-wideo/>, 10.03.2024.

[4] Pogoda T., 2022, Dym z pożarów w Czechach dotarł do Polski. Zmienił kolor nieba i zachodzącego słońca. Ogień objął ogromny obszar, <https://dobrapogoda24.pl/artukul/dym-z-pozarow-w-czechach-dotarl-do-polski-zmienil-kolor-nieba-i-zachodzacego-slonca-ogien-objal-ogromny-obszar>, 10.03.2024.

[5] Pyclik P., 2022, Walka z ogniem trwa. Nowe informacje ws. pożaru w Czeskiej Szwajcarii, <https://www.rmfm24.pl/fakty/polska/news-walka-z-ogniem-trwa-nowe-informacje-ws-pozaru-w-czeskiej-szwajcarii>, 10.03.2024.

[6] Gortat W., Domańska A., 2024, Projekt pt. Pożar w Parku Narodowym Czeska Szwajcaria – zaliczający przedmiot Technologia w ochronie środowiska – ochrona atmosfery, sem. VI, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Łódzki, sem. letni 2023/2024.

[7] Kozyra A., 2023, Czechy. 36-latek oskarżony o podpalenie Parku Narodowego Czeska Szwajcaria. Grozi mu 15 lat więzienia, [https://www.polsatnews.pl/wiadomosc/2023-11-08/czechy-36-](https://www.polsatnews.pl/wiadomosc/2023-11-08/czechy-36-latek-oskarzony-o-podpalenie-parku-narodowego-czeska-szwajcaria-grozi-mu-15-lat-wiezienia/)

latek-oskarzony-podpalenie-parku-narodowego-czeska-szwajcaria-grozi-mu-15-lat-wiezienia/, 10.03.2024.

[8] Kopeć A., 2023, Podpalili znany park narodowy. Grozi mu 15 lat więzienia, <https://podroze.wprost.pl/turystyka/11473799/podpalili-znany-park-narodowy-grozi-mu-15-lat-wiezienia.html>, 9.11.2023.

[9] Fedorcuk A., 2022, Czeska Szwajcaria po pożarze. Jeszcze niedawno chodzili tamtędy turyści. To nie koniec walki z żywiołem, <https://www.eska.pl/wroclaw/czeska-szwajcaria-po-pozarze-jeszcze-niedawno-chodzili-tamtedy-turysci-to-nie-koniec-walki-z-zywiolom-zdjecia-aa-fazd-tLNM-1AKP.html>, 10.03.2024.

[10] Figaj B., Górecki P., 2022, Ogromny pożar lasów w parku narodowym Czeska Szwajcaria. Czesi proszą o międzynarodową pomoc, <https://www.bankier.pl/wiadomosc/Strazacy-przegrywaja-walke-z-pozarem-lasow-w-parku-narodowym-Czeska-Szwajcaria-8380493.html>, 10.03.2024.

[11] Fedorcuk A., 2022, Polscy strażacy bohaterko gaszą pożar w Czeskiej Szwajcarii! Używają śmigłowca Black Hawk, <https://www.eska.pl/wroclaw/polscy-strazacy-bohaterko-gasza-pozar-w-czeskiej-szwajcarii-uzywaja-smiglowca-black-hawk-nagrania-aa-YsYn-NqGN-CxR1.html>, 10.03.2024.

[12] Wydział Prasowy Komendy Głównej PSP. Polscy strażacy i policjanci wrócili z misji w Republice Czeskiej, <https://www.gov.pl/web/kgpsp/polscy-strazacy-i-policjanci-ruszaja-z-pomoca-do-czech>, 10.03.2024.

[13] Szczygieł R., 2012, Wielkoobszarowe pożary w Polsce, *Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza*, 1, 67-68.

[14] Maroszek K., 2017, Ekologiczne skutki pożarów, <https://www.ogienwlesie.lasy.gov.pl/27>, 10.03.2024.

[15] Matacz M., 2023, Pożary lasów groźne dla zdrowia całych społeczeństw, <https://zdrowie.pap.pl/srodowisko/pozary-lasow-grozne-dla-zdrowia-calych-spoleszenstw>, 9.11.2023.

[16] Sikora J., 2022, Pożary lasów w Polsce, *Biuletyn Parków Krajobrazowych Wielkopolski* 2022, 29(31), 3-13.

[17] Oleniacz R., 2024, Pożary i otwarte spalanie odpadów jako źródło emisji zanieczyszczeń do powietrza, w: *Współczesne wyzwania nauk przyrodniczych – analiza i perspektywy rozwoju*, Tom 2, 16-32, red., Kalbarczyk K., Mołdoch-Mendoń I., WN Tygiel Sp. z o.o., Lublin.

[18] Żarczyński A., Radzikowska A., 2020-2021, Wiosenne wypalanie traw – karalne, szkodliwe dla środowiska, ale wciąż powszechne, *Eliksir*, vol. 10, 36-39.

[19] Majewska P., Żarczyński A., 2021, Biebrzański Park Narodowy rok po pożarze na tle kampanii „Stop pożarom traw”, *Aura*, vol. 47, nr 7-8, 16-18.

[20] Majewska P., Sobieszczyk J., Żarczyński A., 2000, Pożary w Biebrzańskim Parku Narodowym, *Aura*, vol. 47, nr 7-8, 13-15.

[21] Osadchyi V., Oreshchenko A., Savenets M., 2023, Satellite monitoring of fires and air pollution. Kyiv: State Emergency Service of Ukraine, National Academy of Sciences of Ukraine, Ukrainian Hydrometeorological Institute. https://doi.org/10.15407/uhmi.2023_1

[22] Portal IBL, Piwnicki J., Tyburski Ł., Kwiatkowski M., Czubak D., Wpływ pożarów na lasy. Zagrożenie pożarowe w sezonie 2022 r., <https://www.ibles.pl/wp-content/uploads/2023/11/Wplyw-pozarow-na-lasy-Polska-2022.pdf>, 10.12.2024.



Julia Racka, Ewa Pielużek, Andrzej Żarczyński¹

e-mail: 250891@edu.p.lodz.pl; 250888@edu.p.lodz.pl; andrzej.zarczynski@p.lodz.pl

Instytut Chemii Ogólnej i Ekologicznej, Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka

Powstawanie i kierunki unieszkodliwienia odpadów popowodziowych na przykładzie Kłodzka w 2024 roku

Wstęp – powódź w Kotlinie Kłodzkiej – skala zjawiska

Powódź, która miała miejsce w 2024 r. w Kotlinie Kłodzkiej, była jednym z wielu zjawisk atmosferycznych w Polsce mającym bardzo poważne konsekwencje, zarówno dla ludzi jak i dla środowiska. Świadczą o tym liczne doniesienia w mediach elektronicznych [1-5] i drukowanych [6-9]. Podobnie jak inne regiony kraju, Kotlina Kłodzka boryka się z problemem zmieniającego się klimatu, który przyczynia się do częstszych i bardziej intensywnych zjawisk pogodowych, m.in. takich jak opady deszczu o charakterze nawałnicowym. Powodzie, które dotyczą region, prowadzą do poważnych zniszczeń w infrastrukturze, zagrażają zdrowiu i życiu mieszkańców, a także mają długotrwały, negatywny wpływ na gospodarkę regionalną, turystykę i środowisko naturalne [1-9].

Zaistniała powódź 2024 r. nie była pierwszą, ani największą w historii Kłodzka. Za największą uważa się „Powódź tysiąclecia”, która w lipcu 1997 r. nawiedziła to miasto, a także znaczne tereny Europy Środkowej, w tym całą południowo-zachodnią Polskę [1, 10, 11]. Nie była to pierwsza powódź na ziemi kłodzkiej. Największe powodzie w historii Kłodzka miały miejsce w latach: 1310, 1475, 1598, 1783, 1883, 1938 i 1997. Kataklizm, który wydarzył się w nocy z 7 na 8 lipca 1997 roku, okazał się najgroźniejszym i najtragiczniejszym w skutkach, jaki kiedykolwiek dotknął stolicę ziemi kłodzkiej. Poziom wody był o około 20 cm wyższy od stanu z 1783 roku [1, 11, 12]. Kłodzko zostało także dotknięte powodzią w 2010 r. [10, 12].

Jednak skala zjawiska powodziowego w 2024 r. w Kotlinie Kłodzkiej była ogromna – doszło do zalania licznych terenów rolnych, zniszczenia domów, dróg i mostów, a także do uwolnienia znacznej ilości odpadów popowodziowych. W związku z tym, zarządzanie odpadami popowodziowymi oraz ochroną środowiska stało się jednym z kluczowych

wyzwań w trakcie i po ustąpieniu tego rodzaju kataklizmu [1, 12-19].

Ponad dwa miesiące po wrześniowej powodzi – Kłodzko wciąż walczyło ze skutkami zniszczeń spowodowanych wielką wodą. Ulice w centrum miasta nadal porządkowano po niedawnym kataklizmie, a na przedmieściach także nie brakowało miejsc do oczyszczenia i renowacji [14]. Po powodzi, jaka zniszczyła Kłodzko 15 września i w dniach następnych, wywieziono z miasta już 8 200 ton śmieci popowodziowych. Magistrat zapłacił za to 3,5 mln zł. Problem wciąż jednak jest, bo pozostało jeszcze około 2 tys. ton [14]. Należy oczekiwać, że kolejne setki ton odpadów powstaną wiosną, gdy zaczną się remonty pomieszczeń osuszonych po zalaniu. Autorzy artykułu nie znaleźli zbiorczej informacji nt. ilości odpadów popowodziowych w całej Kotlinie Kłodzkiej. Jednak uwzględniając liczbę miejscowości dotkniętych powodzią można oszacować je na co najmniej 100 tys. ton.

Rodzaje odpadów popowodziowych

W wyniku powodzi powstaje wiele różnych typów odpadów, które różnią się od siebie pod względem masy, rodzaju i zagrożenia dla środowiska. Poniżej przedstawiamy zgrubny podział zalanych dóbr materialnych na najważniejsze kategorie odpadów powodziowych [13].

- I. **Odpady organiczne:** zniszczone rośliny, drzewa, resztki roślinności, a także padłe zwierzęta stanowią dużą część odpadów organicznych powodziowych. Po powodzi mogą one ulegać rozkładowi emitując nieprzyjemne zapachy i przyczyniając się do zanieczyszczenia wód gruntowych, zwłaszcza w przypadku zanieczyszczenia substancjami chemicznymi, a także stanowić zagrożenie sanitarne [13].
- II. **Odpady budowlane:** w wyniku powodzi zniszczone zostają konstrukcje budowlane, w tym domy, mosty i inne obiekty infrastrukturalne. Gruz, zniszczone cegły, drewno, metal, a także elementy wykończeniowe stają

¹ Autor do korespondencji.

się poważnym problemem logistycznym, wymagającym specjalistycznego zarządzania i unieszkodliwiania.

- III. Odpady komunalne:** z odpadów gospodarstw domowych powodziowe odpady komunalne to przede wszystkim resztki jedzenia, zniszczone ubrania, meble, urządzenia elektroniczne, a także odpady z miejsc publicznych. Przechowywanie, zbieranie i segregacja tych odpadów jest kluczowe, by uniknąć zanieczyszczenia środowiska oraz negatywnego wpływu na zdrowie ludzi.
- IV. Odpady niebezpieczne:** do tej kategorii należą substancje chemiczne, paliwa, oleje, środki ochrony roślin, baterie, a także odpady elektroniczne. Te materiały stanowią duże zagrożenie dla zdrowia ludzi i środowiska, jeśli nie są odpowiednio przechowywane i usuwane [13].

Klasyfikacja i postępowanie z odpadami na terenach dotkniętych powodzią według wytycznych Ministra Klimatu i Środowiska

Odpady powstałe w wyniku powodzi należy w miarę możliwości segregować, w szczególności te które mogą zawierać niebezpieczne związki chemiczne i materiały. Odpady wyodrębnione z ogólnej masy powstałych odpadów należy przekazać do wyspecjalizowanych podmiotów – posiadających wymagane zezwolenia. Jeżeli tylko istnieje taka możliwość, rekomenduje się przyjmowanie klasyfikacji odpadów pod kodami odpowiadającymi ich charakterystyce, zamiast zbiorczo w podgrupie 16 82. Ma to na celu przekazanie ich do właściwych – dedykowanych zakładów w celu dalszego przetworzenia. W efekcie unikniemy gromadzenia odpadów, które z upływem czasu zaczną stanowić zagrożenie sanitarne oraz unikniemy unieszkodliwiania tych odpadów poprzez składowanie. Właśnie w tym kontekście jako zapisy szczegółowe można przyjąć Wytyczne Ministra Klimatu i Środowiska w sprawie postępowania z odpadami z obszaru objętego stanem klęski żywiołowej [15-17], których fragment z niewielkimi zmianami zamieszczono poniżej.

1. Zalane pojazdy – należy przekazać do stacji demontażu pojazdów lub punktu zbierania pojazdów. Odpady te należy klasyfikować w podgrupie odpadów 16 01 katalogu odpadów (Zużyte lub nienadające się do użytkowania pojazdy, odpady z demontażu, przeglądu i konserwacji pojazdów).

2. Zużyty sprzęt elektryczny i elektroniczny (lodówki, pralki, telewizory i inne) – odpady te należy przekazywać do przetwarzania zgodnie z obecnie obowiązującymi przepisami (nie kierować na składowiska odpadów), tzn. przewieźć do punktów zbierania zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego lub zakładów przetwarzania zużytego sprzętu. Odpady te należy klasyfikować w podgrupie odpadów 16

02 katalogu odpadów (Odpady urządzeń elektrycznych i elektronicznych)*¹.

3. Baterie i akumulatory. Odpady te należy przetwarzać zgodnie z obecnie obowiązującymi przepisami (nie kierować na składowiska odpadów), tzn. przewieźć do punktów zbierania baterii i akumulatorów, lub zakładów przetwarzania baterii i akumulatorów. Odpady te należy klasyfikować w podgrupie odpadów 16 06 katalogu odpadów (Baterie i akumulatory)*.

4. Odpady budowlane powstałe w wyniku prac rozbiorczych budynków i dróg takie jak: gruz, beton, cegły, metalowe elementy konstrukcyjne – inne niż zniszczone elementy wykończenia wnętrz – należy, o ile to możliwe, przekazywać do zbierania i przetwarzania zgodnie z obowiązującymi przepisami – podmiotom posiadającym zezwolenia na ich zbieranie lub przetwarzanie. W przypadku gdy jest to niemożliwe, odpady te należy przekazywać do miejsc wskazanych/ustanowionych w drodze decyzji wydanej w trybie art. 23 ustawy o stanie klęski żywiołowej. Odpady te należy klasyfikować w grupie odpadów 17 katalogu odpadów (Odpady z budowy, remontów i demontażu obiektów budowlanych oraz infrastruktury drogowej (włączając glebę i ziemię z terenów zanieczyszczonych)*[15-19].

5. Odpady artykułów konsumpcyjnych i innych nieprzydatne do spożycia zanieczyszczone w wyniku powodzi (np. zanieczyszczone plony rolne, partie zanieczyszczonych artykułów z magazynów, odpady powstałe z tych artykułów) – należy, o ile to możliwe, przekazywać do zbierania i przetwarzania zgodnie z obowiązującymi przepisami – podmiotom posiadającym zezwolenia na ich zbieranie lub przetwarzanie. W przypadku gdy jest to niemożliwe, odpady te należy przekazywać do miejsc wskazanych/ustanowionych w drodze decyzji wydanej w trybie art. 23 ustawy o stanie klęski żywiołowej. Odpady te należy klasyfikować uwzględniając źródło pochodzenia zgodnie z katalogiem odpadów np. w podgrupie 02 01 lub 02 02 lub innych grup odpadów – (ostatecznie w grupie odpadów 16 katalogu odpadów) w podgrupie odpadów 16 03 katalogu odpadów (Partie produktów nieodpowiadające wymaganiom oraz produkty przeterminowane lub nieprzydatne do użytku).

6. Inne niż w pkt 2 odpady wielkogabarytowe, w szczególności: zniszczone meble, tkaniny, obicia, dywany, żywność, która nie nadaje się do spożycia, a także zniszczone elementy wykończenia wnętrz należy przekazywać, o ile to możliwe, do miejsc posiadających zezwolenia na ich zbieranie lub przetwarzanie albo do miejsc wskazanych

¹ gwiazdka oznacza odpady klasyfikowane jako niebezpieczne



w drodze decyzji wydanej w trybie art. 23 ustawy o stanie kłęski żywiołowej. Odpady te należy klasyfikować w podgrupie odpadów 16 82 katalogu odpadów (Odpady powstałe w wyniku kłęsk żywiołowych)*.

7. Pozostałe – inne niż wyżej wymienione odpady ze sprzątania skutków powodzi należy przekazywać, o ile to możliwe, do miejsc posiadających zezwolenia na ich zbieranie lub przetwarzanie albo do miejsc wskazanych w drodze decyzji wydanej w trybie art. 23 ustawy o stanie kłęski żywiołowej. Odpady te należy klasyfikować w podgrupie odpadów 16 82 katalogu odpadów (Odpady powstałe w wyniku kłęsk żywiołowych) [15-17].

*W przypadkach opisanych w pkt 2, 3, 4 i 6 – jeżeli istnieje możliwość zagospodarowania odpadów w instalacjach posiadających zezwolenia/pozwolenia – mogą być one również klasyfikowane w grupie 20 katalogu odpadów w odpowiedniej podgrupie dedykowanej takim odpadom [15, 17].

Jeżeli pozwalają na to możliwości organizacyjne, nie wykluczone jest wysegregowanie innych niż wymienione wyżej grupy odpadów z masy odpadów powstałych w wyniku powodzi. Dotyczyłoby w szczególności przypadków podejrzenia, np. że posiadają one właściwości niebezpieczne i miało na celu przekazanie ich do podmiotów posiadających stosowne zezwolenia. Odpady te można klasyfikować uwzględniając źródło pochodzenia zgodnie z katalogiem odpadów (ostatecznie w grupie odpadów 16 katalogu odpadów) [15-17].

Zwłoki zwierząt. Znalezione zwłoki zwierząt stanowiące uboczne produkty pochodzenia zwierzęcego nieprzeznaczone do spożycia przez ludzi – należy gromadzić odrębnie – nie łączyć ze zbieranymi odpadami. Należy postępować zgodnie z informacjami sztabu zarządzania kryzysowego koordynującego działania związane z usuwaniem skutków powodzi [15-17].

W przypadku odpadów, które na skutek zalania zmieniły swoje właściwości w taki sposób, że nie nadają się do przetwarzania w dedykowanych im pierwotnie procesach odzysku lub unieszkodliwiania występujących w gospodarce odpadami, będą one w większości klasyfikowane pod kodem 16 82 02 jako odpady powstałe w wyniku kłęsk żywiołowych – inne niż wymienione w 16 82 01 (ewentualnie pod kodem 16 82 01* Odpady wykazujące właściwości niebezpieczne) [15-19].

Wpływ powodzi na środowisko

Powodzie mają wielki wpływ na środowisko, zarówno w krótkim, jak i długim okresie. Wpływ ten jest nie tylko fizyczny (zniszczenie infrastruktury), ale również chemiczny (zanieczyszczenie wód, gleby i powietrza), a także ekologicz-

ny (utrata bioróżnorodności, zmiana ekosystemów). Poniżej przedstawiono główne skutki wpływu powodzi na środowisko w wyniku zdarzenia zaistniałego w 2024 roku [13].

- I. Zanieczyszczenie wód gruntowych i powierzchniowych:** woda powodziowa może przenosić substancje chemiczne, toksyny i patogeny, które zanieczyszczają wody gruntowe i powierzchniowe. Dotyczy to zwłaszcza obszarów rolniczych, gdzie mogą występować pozostałości nawozów, pestycydów i innych substancji chemicznych.
- II. Zanieczyszczenie gleby:** substancje chemiczne, odpady przemysłowe, paliwa i inne niebezpieczne materiały, które znajdują się na powierzchni gleby, mogą przedostać się do wód gruntowych i negatywnie wpłynąć na jakość gleb, a w dalszej perspektywie – na zdrowie roślin i zwierząt.
- III. Zniszczenie siedlisk naturalnych:** powódź powoduje również bezpośrednie zniszczenie siedlisk roślin i zwierząt. Woda powodziowa może zniszczyć siedliska ryb, roślinności wodnej, a także terenów leśnych, prowadząc do utraty bioróżnorodności w regionie.
- IV. Wzrost emisji gazów cieplarnianych:** zniszczenie lasów i terenów zielonych w wyniku powodzi może prowadzić do zwiększonej emisji dwutlenku węgla, ponieważ drzewa stanowią naturalne pochłaniacze tego gazu. Ponadto rozkładające się odpady organiczne mogą powodować emisję metanu, który jest silnym gazem cieplarnianym [13].

Działania zapobiegawcze i zarządzanie kryzysowe

Aby w przyszłości zminimalizować negatywny wpływ potencjalnej powodzi na środowisko i zdrowie mieszkańców, konieczne jest podjęcie odpowiednich działań zapobiegawczych oraz skuteczne zarządzanie kryzysowe. Poniżej przedstawiono główne (kluczowe) działania, które mogą zostać podjęte.

- I. Prewencja i przygotowanie:** współczesne technologie pozwalają na prognozowanie i monitorowanie warunków atmosferycznych, co może pomóc w wczesnym ostrzeganiu mieszkańców przed nadciągającą powodzią. Odpowiednio wcześniej należy przygotować zbiorniki retencyjne i suche poldery do przyjęcia nadmiaru wody opadowej lub pochodzącej z intensywnych roztopów. Zastosowanie nowoczesnych systemów monitoringu oraz stworzenie odpowiednich procedur zarządzania kryzysowego w regionie pomoże w szybszej i bardziej efektywnej reakcji na zbliżający się kataklizm.
- II. Zarządzanie odpadami popowodziowymi:** w przypadku powodzi kluczowe jest szybkie zebranie i bezpieczne

unieszkodliwienie odpadów [16]. Organizowanie punktów zbiórki, sortowanie odpadów na miejscu, a także ich transport do odpowiednich zakładów przetwarzania jest niezbędne, aby uniknąć dalszego zanieczyszczania środowiska.

III. Recykling i ponowne wykorzystanie materiałów: gruz budowlany, odpady organiczne oraz odpady komunalne mogą być wykorzystane w procesie recyklingu. Na przykład gruz może zostać wykorzystany do budowy nowych dróg, a odpady organiczne do produkcji kompostu. Zwiększenie efektywności procesów recyklingowych pomoże zredukować liczbę odpadów składowanych na wysypiskach.

IV. Ochrona zasobów wodnych i gleby: w trakcie powodzi i po niej, ważne jest monitorowanie jakości wód gruntowych i powierzchniowych. Przeprowadzanie działań naprawczych, takich jak oczyszczanie wód z toksyn czy usuwanie zanieczyszczeń z gleby, pomoże zapobiec długoterminowym skutkom ekologiczno-zdrowotnym, epidemii.

V. Edukacja i współpraca z lokalnymi społecznościami: mieszkańcy muszą być świadomi zagrożeń związanych z odpadami popowodziowymi. Edukacja na temat segregacji odpadów, bezpieczeństwa w czasie powodzi oraz metod ochrony środowiska jest kluczowa. Współpraca pomiędzy samorządami, organizacjami ekologicznymi oraz mieszkańcami umożliwi szybszą reakcję na kryzys i efektywniejsze usuwanie skutków powodzi [13].

Podsumowanie

Powódź w Kotlinie Kłodzkiej w 2024 roku miała bardzo poważne konsekwencje zarówno dla ludzi, jak i dla środowiska. Zniszczenia związane z powodzią, w tym odpady popowodziowe miały negatywny wpływ na jakość wód, gleby i powietrza. W tych warunkach bardzo istotna okazała się ich selekcja i zagospodarowanie w granicach możliwości prawnych oraz technicznych. Prace porządkowe po powodzi z września ubiegłego roku wciąż trwają, powstają też odpady będące jej skutkiem. Doświadczenia praktyczne mieszkańców Kłodzka i innych miejscowości wskazują, że po ustąpieniu wód powodziowych można prace prowadzić samodzielnie lub zlecić je firmie porządkowej lub serwisowej. Zawsze należy zastanowić się też, jaki kod nadamy odpadom wytworzonym podczas tych prac w szczególności, gdy prowadzi się je samodzielnie. We właściwym postępowaniu z odpadami popowodziowymi wysoce przydatne okazały się (i wciąż są) Wytyczne Ministra Klimatu i Środowiska w sprawie postępowania z odpadami z obszaru objętego stanem klęski żywiołowej z dn. 25 września 2024 r. [15, 16].

Z doświadczeń powodzi w 1997, 2010 i ostatniej 2024 roku wynika, że najważniejsze kroki w zapobieganiu takim zdarzeniom, to zwiększenie przygotowania na kryzys, edukacja mieszkańców w tematyce przeciwpowodziowej, budowa nowych zbiorników retencyjnych i przygotowanie suchych polderów zalewowych, konserwacja obwałowań, a w przypadku wystąpienia powodzi efektywne działania ograniczające ryzyko zalania danego terenu, m.in. wzmocnienie obwałowań i budowa nowych – stosownie do przewidywanego zagrożenia wezbraniem wód. Bardzo istotna jest też dobra współpraca między władzami wyższego rzędu (centralnymi i wojewódzkimi), służbami ratowniczymi i porządkowymi a samorządami, organizacjami pozarządowymi oraz lokalnymi społecznościami. Można przyjąć, że jest to klucz do skutecznego zarządzania przygotowaniami do powodzi, a w przypadku wystąpienia, do ograniczenia jej konsekwencji dla mieszkańców.

Literatura

- [1] Jovičić A., 25 września 2024, Dramaty we wsiach Kotliny Kłodzkiej po powodzi. Tutaj nie zaglądamy media, a ludzie radzą sobie sami, <https://walbrzych.naszemiasto.pl/dramaty-we-wsiach-kotliny-klodzkiej-po-powodzi-tutaj-nie/ar/c1-9802335>, 06.02.2025.
- [2] Portal Świat Wody, Autor Sebastian, 20 września, Suche fakty o powodzi 2024 na ziemi kłodzkiej 2024, <https://swiatwody.blog/2024/09/20/suche-fakty-o-powodzi-2024-w-kotlinie-klodzkiej/>, 06.02.2025.
- [3] Onet Wrocław, PAP, Powódź w Kotlinie Kłodzkiej. Prokuratura reaguje na zaniedbania <https://wiadomosci.onet.pl/wroclaw/powodz-w-kotlinie-klodzkiej-prokuratura-reaguje-na-zaniedbania/czcnx7t>, 06.02.2025.
- [4] Rosiński M., Powódź 2024. Dlaczego nie powstały kolejne zbiorniki? Portal Kłodzko24.eu, https://klodzko24.eu/wiadomosci/powodz-2024-dlaczego-nie-powstaly-kolejne-zbiorniki/TewAd3cEze1VawIHlxv4#goog_rewarded, 06.02.2025.
- [5] Portal Ratownictwo Górskie, Powódź Ziemia Kłodzka, 15.IX.2024 r., <https://ratownictwogorskie.eu/powodz-ziemia-klodzka-15-ix-2024-r/>, 12.02.2024.
- [6] Michałowska A., 2024, Woda, która daje i odbiera. Powódź 2024, Wodociągi i Kanalizacja, 10, 8-11.
- [7] Granat K., 2024, Po kataklizmie: finansowa pomoc dla samorządów, Przegląd Komunalny, 10, 44-46.
- [8] Adamczyk W., Jamry H., 2025, Monitoring rzeki Odry: metodyka, wyzwania i praktyczne zastosowania w ochronie środowiska, Gaz, Woda i Technika Sanitarna, 1, 28-31.
- [9] Urban K., 2024, Powódź „stulecia” może wrócić za rok, Aura, 11, 4.
- [10] Portal Wikipedia, Powódź tysiąclecia w Kłodzku, https://pl.wikipedia.org/wiki/Pow%C3%B3d%C5%BA_tysi%C4%85clecia_w_K%C5%82odzku, 07.02.2025.
- [11] Stachy J., Bogdanowicz E., 1997, Przyczyny i przebieg powodzi w lipcu 1997 r. Gospodarka Wodna, 11, 344-350.
- [12] Dubicki A., 2012, Minutowy przebieg powodzi – stany



i opady, [w:] Sobota J. (red.), 15 lat po powodzi na Dolnym Śląsku. Centrum Modelowania Procesów Hydrologicznych, Wrocław, 7-32.

[13] Racka, J., Pielużek E., 2024, Skala powstania i kierunki unieszkodliwiania odpadów popowodziowych na przykładzie Kotliny Kłodzkiej podczas powodzi w 2024 r. Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka, 2024/2025.

[14] ZW/Piero, 28 lis 2024, Kłodzko. Tak ponad 2 miesiące po powodzi wygląda centrum miasta, <https://klozko24.eu/wiadomosci/klozko-tak-ponad-2-miesiace-po-powodzi-wyglada-centrum-miasta/pecscz7yq28uxvt5ylyp>, 06.02.2025.

[15] Portal Akademia Przemysłu i Środowiska, Odpady pozostawione przez powódź – jak z nimi postępować? przemyslśrodowisko.pl/odpady-pozostawione-przez-powodz-jak-z-nimi-postepowac, 07.02.2025.

[16] Portal Gminy Nysa, Wytyczne Ministra Klimatu i Środowiska

w sprawie postępowania z odpadami z obszaru objętego stanem klęski żywiołowej z dn. 25 września 2024 r., https://nysa.eu/wp-content/uploads/2024/09/01_wytyczne_mkis_w_sprawie_postepowania_z_odpadami_z_obszaru_objetego_stanem_kleski_zywiolowej.pdf, 09.02.2025.

[17] Rozporządzenie Ministra Klimatu z dnia 2 stycznia 2020 r. w sprawie katalogu odpadów, Dz. U. 2020, poz. 10, <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU2020.0000010>, 08.02.2025.

[18] Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach, Dz. U. z 2023 r. poz. 1587, <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU-20130000021/U/D20130021Lj.pdf>, 08.02.2025.

[19] Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska, Dz. U. z 2024 r. poz. 54, <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20010620627/U/D20010627Lj.pdf>, 08.02.2025.

Klaudia Jeżyna, Żaneta Franczak

e-mail: 243070@edu.p.lodz.pl, 243383@edu.p.lodz.pl

Instytut Chemii Ogólnej i Ekologicznej, Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka

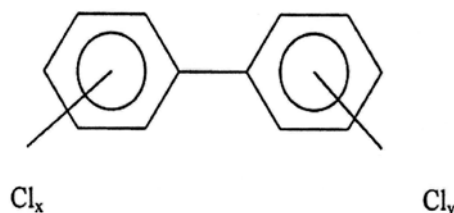
Polichlorowane bifenyle – charakterystyka, źródła, zagrożenia i analityka

Wprowadzenie

Celem pracy jest dokonanie przeglądu literatury dotyczącej właściwości, źródeł pochodzenia, metod analizy i zagrożeń dla człowieka oraz środowiska naturalnego ze strony polichlorowanych bifenili (PCBs).

Polichlorowane bifenyle są syntetycznymi cieczami o gęstej lub półstałej konsystencji. Mogą przyjmować barwy od bezbarwnej po bladożółtą, a nawet ciemnobrązową. Mają łagodny zapach przypominający woń węglowodorów. PCBs są mieszaninami izomerów o różnej liczbie atomów chloru i ich rozmieszczeniu w cząsteczce bifenilu. Ich stan skupienia i właściwości zależą od liczby atomów chloru, co wpływa na ich zastosowania przemysłowe, jak również na sposób ich transportu i rozprzestrzeniania się w środowisku. Teoretycznie możliwe jest istnienie 209 pojedynczych PCBs [1-6]. Inne właściwości, jakie można przypisać tym związkom to niskie przewodnictwo elektryczne, wysokie przewodnictwo cieplne, wysoka temperatura zapłonu (170 – 380°C), niska prężność par, niska rozpuszczalność w wodzie (0,000004 – 7,48 mg/l) i znaczniejsza rozpuszczalność w tłuszczach niż w wodzie, która zwiększa się wraz z liczbą atomów chloru w cząsteczce [1, 3, 7]. Związki te można było spotkać pod różnymi nazwami handlowymi, np. Aroclor, Phenoclor, Clophen, Kanechlor, Fenclor itp. [1, 3-5]. Polichlorowane bife-

nyle podobnie jak dioksyny należą do tak zwanych Trwałych Zanieczyszczeń Organicznych (TZO), które charakteryzują się określoną toksycznością, zdolnością do biokumulacji oraz trwałością w środowisku [7-12].



Rys.1. Wzór półstrukturalny PCBs, x, y – oznaczają liczby atomów chloru przyłączonych w miejscu atomów wodoru do pierścieni fenylowych [1, 4]

PCBs były produkowane na skale przemysłową od 1929 r. Dzięki trwałości w wysokich temperaturach, wysokim stałym dielektrycznym oraz odporności na działanie kwasów i zasad PCB znalazły szerokie zastosowanie w transformatorach i dużych kondensatorach, jako wymienniki ciepła i ciecze hydrauliczne. Stosowano je również jako oleje smarne, chłodziwa oraz plastyfikatory w produkcji farb, tuszów, papieru przebitkowego, klejów, uszczelniaczy i tworzyw sztucznych [1-4]. W latach 70-tych XX wieku

ograniczono produkcję, sprzedaż i stosowanie tych związków. W Japonii całkowicie zakazano produkcji, a w USA i Wielkiej Brytanii produkcję i sprzedaż ograniczono do niżej chlorowanych PCBs z przeznaczeniem do stosowania wyłącznie w układach zamkniętych [1, 4]. Zakaz stosowania PCBs wynikał m.in. z Ustawy o kontroli substancji toksycznych (Toxic Substances Control Act – TSCA) z 11 października 1976 r. [13]. Był on efektem coraz liczniejszych dowodów naukowych na to, że PCBs gromadzą się w środowisku i mogą niekorzystnie wpływać na ludzi, faunę i florę. Liczne późniejsze badania potwierdziły, że polichlorowane bifenyle nie ulegają łatwo degradacji w środowisku, a ponieważ są liofilowe, mają tendencję do bioakumulacji w tkance tłuszczowej wyższych organizmów, w tym także ludzi, wykrywano je także w mleku krowim i matek karmiących [14, 15]. Mimo, że nie są one już produkowane ani wykorzystywane w przemyśle, nadal można je spotkać jako zanieczyszczenia budzące obawy na składowiskach odpadów niebezpiecznych, a także w środowisku glebowym i wodnym [16-23]. Obecnie emisja PCBs do środowiska następuje głównie w ośrodkach miejskich i przemysłowych, zwłaszcza z wysypisk odpadów komunalnych i składowisk odpadów przemysłowych, otwartego spalania produktów zawierających zwykle przypadkowe ilości PCBs, pożarów miejsc czasowego składowania odpadów przemysłowych i komunalnych [23-28].

Zagrożenia

Polichlorowane bifenyle przedostają się do środowiska poprzez parowanie, wycieki, spopielanie bądź usuwanie ścieków i ciekłych odpadów przemysłowych. Przedostają się także podczas samego składowania odpadów i osadów ściekowych [1-11, 16-19, 21-30]. Według szacunkowych danych rocznie do środowiska przedostaje się około 80% tych związków powstałych w różnych procesach przemysłowych, mimo, że PCBs nie są obecnie celowo produkowane. Jednak te związki wciąż występują w glebie, osadach ściekowych, wodzie, organizmach wodnych i w żywności.

Gleba – zwykle PCBs dostają się tam, gdy stałe obecne w powietrzu aerozole opadają na ziemię. Częściej pojawiają się na obszarach wielkich miast niż na terenach wiejskich. W mniejszych ilościach wędrują do gleby w postaci ścieków, z wymywania zakopanych w ziemi nieczystości lub też odpadów przemysłowych [1-9, 20-26, 28-30].

Woda – przedostają się pośrednio w miejscach odprowadzania ścieków (komunalnych i przemysłowych) do jezior, rzek oraz innych wód przybrzeżnych. Dzieje się tak, ponieważ w procesie oczyszczania ścieków usuwane są jedynie PCBs zaadsorbowane na cząstkach stałych obecnych w wo-

dzie. Natomiast frakcja, która jest rozpuszczona, i w której dalej obecne są inne PCBs, nie jest usuwana i dociera do różnych zbiorników wodnych. Zanieczyszczenia te obecne są także w postaci wycieków odprowadzanych ze statków [1-4, 16-19]

Organizmy wodne – wszystkie z nich wchłaniają i akumuluje polichlorowane bifenyle. Ilość wchłoniętych przez nie związków zależy głównie od ich stężenia w wodzie, czasu narażenia oraz umiejscowienia w łańcuchu pokarmowym. Przykładowo małe organizmy, w których gromadzą się PCBs, zwiększają te stężenia u organizmów, dla których są one pożywieniem, nawet 135-krotnie [31].

Żywność – w tym przypadku stężenie jest o wiele bardziej zróżnicowane i zależy od zawartości tłuszczu w żywności oraz stopnia, w jakim środowisko jest skażone PCBs. Najwięcej tych związków znajduje się w rybach, żywności pochodzenia zwierzęcego, tłuszczach, mięsie, jajach, z kolei najmniejszą zawartość mają owoce i warzywa [1-4, 7-9, 13-15, 19, 23].

Należy zauważyć, że narażenie na PCBs w dużym stopniu jest wynikiem celowych działań człowieka (eksploatacja i konserwacja transformatorów) lub wypadków (pożar, wyciek, rozlanie preparatów niebezpiecznych w przemyśle) [1-4, 21, 27, 28].

Jakim zagrożeniem są PCBs dla człowieka?

Polichlorowane bifenyle przedostają się do ludzkiego organizmu różnymi drogami. W przypadku osób zawodowo pracujących w przemyśle, to aż 80% PCBs znajdujących się w tkance tłuszczowej pochodziło z wchłaniania drogami oddechowymi. Z kolei pozostałe 20% było wchłaniane przez skórę. Jednakże w przypadku osób narażonych środowiskowo to mniej niż 5% dawki jest pochłaniana przez skórę i drogi oddechowe. Natomiast pozostałe 95% jest wchłaniane z przewodu pokarmowego. Co ciekawe, w jednym z badań okazało się, że niemowlęta karmione mlekiem matki wchłaniają drogą pokarmową aż od 96 do 98% dawki PCBs już znajdujących się w tym mleku [1-4, 14, 15].

Przypadkiem ostrego zatrucia jest choroba oleju ryżowego, która początkowo pojawiła się w Japonii. Występowała na skutek spożycia oleju ryżowego zanieczyszczonego PCBs w ilości aż 380 mg/g, co oznaczało według szacowania, że na osobę przypadało ok. 600 mg PCBs [29]. Przy ostrym zatruciu PCBs pojawia się trądzik chlorowy. Przejawia się w postaci zaskórników i torbieli na skórze, głównie twarzy, klatki piersiowej i pleców (tabela 1). Występują również przebarwienia skórne oraz utrata włosów na twarzy i klatce piersiowej [1, 4, 23, 28, 29].



Tabela 1. Dodatkowe objawy ostrego zatrucia PCB (opracowanie na podstawie [1, 4])

Dodatkowe objawy ostrego zatrucia PCBs	
U dorosłych	U noworodków (od kobiet eksponowanych na PCBs)
– powiększenie tarczycy, – zapalenie oskrzeli, – uszkodzenie wątroby, – upośledzenie odporności humoralnej i komórkowej, – wzrost podatności na infekcje, – obwodowa neuropatia czuciowa, – zaburzenia miesiączkowania.	– obniżona masa urodzeniowa ciała, – przebarwienia skóry i błon śluzowych, – obrzęk twarzy, – przerost dziąseł, – wytrzeszcz oczu, – upośledzenie procesu mineralizacji czaszki.

Objawy mogą być też usystematyzowane ze względu na czas narażenia i stężenie PCBs (tabela 2).

Tabela 2. Skutki przewlekłego działania toksycznego PCBs dla ludzi (opracowanie na podstawie [1, 4])

Okres narażenia	Stężenie PCBs [mg/m³]	Liczebność grupy badanej	Objawy
Powyżej 5 lat	0,007-11	326 pracowników przy produkcji kondensatorów	– podrażnienie górnych dróg oddechowych i spojówek, – kaszel, – ucisk w klatce piersiowej, – obniżenie maksymalnej pojemności wydechowej, – brak łaknienia, – nudności, – wymioty, – bóle brzucha, – spadek masy ciała.
5-23 lat		181 pracowników	– trądzik chlorowy, – uczucie pieczenia.
Nie podano	0,003-0,08	Brak danych	– częsty kaszel w pracy i po jej zakończeniu, skorelowany z wyższym stężeniem PCBs we krwi.
Krótszy czas ekspozycji	0,0001-0,012	Nieznana liczba robotników remontujących transformatory	– utrata łaknienia, – częste bóle głowy, – trudności w zasypianiu, – kłopoty z pamięcią, – mrowienie kończyn górnych.
Średnio 12 lat	0,048-0,275	80 robotników	– pieczenie i bóle nadbrzusza po posiłkach, – nietolerancja tłustych pokarmów, – bóle głowy, – podwyższone aktywności enzymów wątrobowych, – bezobjawowe powiększenie wątroby.



Niektóre z wyżej wymienionych badań mogą być mniej wiarygodne z powodu braku grupy kontrolnej. Nie ulega natomiast wątpliwości, że PCBs negatywnie oddziałują na wiele narządów i układów w organizmie człowieka m. in. układ oddechowy, nerwowy, skórny i pokarmowy [1, 4, 12, 14, 15, 23, 28].

Czy PCBs wykazują działanie nowotworowe?

Według danych statystycznych, gdzie grupami badanymi byli pracownicy pracujący przy produkcji kondensatorów i transformatorów, ryzyko zachorowania na niektóre rodzaje nowotworów było wyższe, ale wyniki nie wskazywały na bardzo znaczącą liczbę odnotowanych przypadków.

Grupa Robocza Międzynarodowej Agencji Badań nad Rakiem (IARC) wykazała, że prawdopodobnie PCBs mają dla ludzi działanie rakotwórcze, a potwierdzenie otrzymali poprzez badania na grupie zwierząt doświadczalnych. Okazało się, że PCBs wywołują u nich raka wątroby, tkanki limfatycznej oraz przewodu pokarmowego. Na podstawie danych z wielu organizacji uznaje się PCBs jako:

- wg IARC – mieszaniny prawdopodobnie rakotwórcze dla ludzi (Grupa 2A),
- w USA – potencjalne kancerogeny zawodowe,
- w Niemczech – substancje podejrzane o działanie rakotwórcze (grupa B),
- w Polsce – substancje prawdopodobnie rakotwórcze dla ludzi [1, 4].

Takimi kancerogenami są, np. Aroclor 1242 i 1254, na których bazie oszacowano dawkę, która potencjalnie może zwiększyć tendencję na zachorowanie na raka wątroby o 10%. Są to odpowiednio 0,27 i 0,067 mg/kg/dzień [1, 4].

Możliwości analizy

W metodyce oznaczania polichlorowanych bifenyli można zauważyć dużą rozbieżność w zależności od próbki, z jaką mamy do czynienia. Jest to konsekwencją złożoności matryc oraz właściwości poszczególnych kongenerów PCBs. Analiza polichlorowanych bifenyli w próbkach środowiskowych wiąże się z wieloma wyzwaniami technicznymi, które wynikają z charakterystyki tych związków chemicznych oraz wymogów odnośnie dokładności i precyzji w procesie analitycznym. PCBs występują często w bardzo niskich stężeniach, szczególnie w próbkach wody lub powietrza, co wymaga użycia czułych metod analitycznych. Niskie stężenia wymagają stosowania zaawansowanych technik ekstrakcji i koncentracji próbek, aby umożliwić ich wykrycie i oznaczenie. Czułość technik analitycznych musi być także wystarczająco wysoka, aby wykrywać stężenia na poziomie nanogramów lub nawet pikogramów na gram próbki, co wymaga specjalistycznych urządzeń. Kolejną trudność stanowi struktura

kongenerów tych związków. Różne kongenery mają różne właściwości fizykochemiczne, co wymaga ich rozdzielenia i oznaczenia w procesie analizy. Rozdzielenie poszczególnych kongenerów jest trudne i wymaga użycia precyzyjnych metod chromatograficznych. Ponadto PCBs występują w dużej mierze w próbkach środowiskowych o skomplikowanej matrycy. Mogą zawierać wiele zanieczyszczeń i substancji interferujących utrudniających analizę. Substancje organiczne i inne trwałe zanieczyszczenia organiczne (TZO) mogą wchodzić w reakcje z PCBs lub zakłócać pomiar, co wymaga stosowania odpowiednich procedur oczyszczania próbek. W tym celu wykorzystuje się różnego rodzaju ekstrakcje. W zależności od rodzaju próbki rekomendowane są różne metody ekstrakcji. Dla próbek gleb, roślin i osadów stosuje się aparat Soxhleta, ekstrakcję wspomaganą ultradźwiękami lub mikrofalami w odpowiednim rozpuszczalniku. Aby przygotować próbki pochodzące od fauny i flory morskiej można zastosować ekstrakcję w aparacie Soxhleta, ekstrakcję cieczą pod ciśnieniem lub ekstrakcję kolumnową z zastosowaniem acetonu, heksanu lub DCM. Z próbek wody pożądane substancje mogą zostać wydobyte z wykorzystaniem ekstrakcji ciecz-ciecz lub przy pomocy kolumnienek SPE. PCBs są obecne w środowisku w różnych miejscach, dlatego próbki łatwo mogą ulec kontaminacji, co może prowadzić do fałszywych wyników. Na przykład, PCBs mogą pochodzić z wyposażenia laboratoryjnego, powietrza w laboratorium, rękawic lub odczynników. Aby uniknąć zanieczyszczenia, wymagane jest stosowanie ścisłych procedur czystości, takich jak użycie specjalnych szklanych pojemników, sprzętu wolnego od PCBs i kontrolowanie jakości odczynników. Powyżej przytoczone wyzwania sprawiają, że analiza polichlorowanych bifenyli wymaga stosunkowo wysokich nakładów finansowych związanych z stosowaniem zaawansowanego sprzętu (np. GC-MS) oraz prowadzenia czasochłonnych analiz przez odpowiednio wykwalifikowany personel. Kosztowne są także procedury oczyszczania i przygotowania próbek. Wysoką rangę analizie PCBs nadają także skomplikowane wymagania regulacyjne. Analiza PCBs jest regulowana przez przepisy, które wymagają przestrzegania określonych procedur i standardów jakości. Przepisy różnią się w zależności od kraju i obszaru geograficznego, ale zazwyczaj wymagają zgodności z rygorystycznymi normami [12, 29-34].

Aby wyniki były uznawane za wiarygodne, laboratoria muszą stosować certyfikowane metody i procedury kontroli jakości, takie jak stosowanie materiałów referencyjnych, walidacja metod oraz analiza próbek kontrolnych.

Głównymi technikami stosowanymi w analizie PCBs są techniki chromatograficzne. Zyskały one znaczenie w tej dziedzinie dzięki możliwości wykrywania substancji anali-



zowanej i oznaczania jej ilości w próbce na bardzo niskim poziomie stężeń w obecności innych składników. Oznaczenia polichlorowanych bifenyli prowadzone są najczęściej metodą chromatografii gazowej z detektorem wychwytu elektronów (GC-ECD) lub masowym (GC-MS). Detektor wychwytu elektronów w ochronie i kontroli środowiska przyrodniczego odgrywa znaczącą rolę. Dzięki niemu możliwe było udowodnienie powszechnej obecności polichlorowanych bifenyli, pestycydów oraz halogenowęglowodorów we wszystkich niemalże elementach przyrody i uświadomienie problemu globalnego zasięgu zanieczyszczeń chloroorganicznych, które wykazują właściwości mutagenne i kancerogenne. Detektor ten jest jednym z najczęściej stosowanych detektorów w chromatografii gazowej. Stosowany jest przede wszystkim w analizach pestycydów chlorowcowych, fosforowych, polichlorowanych bifenyli, herbicydów, alkoholi, estrów azotanowych i wielu innych związków, w tym organicznych i nieorganicznych. Wykazuje wysoką selektywność i czułość w stosunku do związków chlorowcowych oraz niską granicę wykrywalności [12, 30].

GC-ECD

Jest zalecane do rutynowej analizy, z wyjątkiem toksafenu, a także dla orto-PCB. Metoda ta pozwala oznaczyć PCBs w matrycach środowiskowych przy niskich poziomach (ng/g) lub wyższych. Obecnie powszechnie stosuje się detektor z izotopem ^{63}Ni . Detektor ten jest przystosowany do pracy w wysokich temperaturach (300–350 °C), co sprawia, że jest stosunkowo odporny na wyciek kolumny. Możliwe jest uzyskanie wyników fałszywie dodatnich ze względu na zakłócenia pochodzące z siarki, estrów ftalanowych i ujemnych pików generowanych przez węglowodory. ECD są zwykle eksploatowane z N_2 lub z mieszaniną argon/metan, który łączy się z przepływem z kolumny GC (He lub H_2 jako gaz nośny). Gazy stosowane do GC-ECD muszą być ultraczyste, aby chronić zarówno kolumnę GC (która może być utleniana przez śladowe ilości tlenu lub siloksany hydrolizowane przez śladową ilość wody), jak i sam ECD. Ostatnie udoskonalenia w technologii ECD obejmują zastosowanie mikrokomórek, które mają większy zasięg liniowy niż starsze komórki detektorowe i mogą zapewnić większą czułość [30–33].

GC-MS

Kapilarna chromatografia gazowa GC w połączeniu ze spektrometrią mas (GC-MS) ulepszyła środowiskową analizę organiczną już w latach 80. XX wieku. Wykorzystuje się różne modyfikacje klasycznej chromatografii gazowej połączonej ze spektrometrią mas. Obecnie GC-MS o niskiej rozdzielczości kwadropolowej (LRMS) wykorzystując joni-

zację elektronami (EI) w wybranym trybie jonowym jest w stanie określić większość PCBs przy niskich stężeniach rzędu pg. Za pomocą jonizacji w trybie jonów ujemnych wychwytyjących elektrony (ECNI) można wykryć niskie ilości na poziomie femtogramów silnie chlorowanych OCP, takich jak kongenery chloranu i toksafenu. W tym trybie do źródła jonów wprowadzany jest odczynnik, zwykle metan i monitorowane są jony ujemne. Tryb ECNI ma również bardziej ograniczony zakres liniowy niż tryb EI, jest trudniejszy do rutynowej obsługi ze względu na większą wrażliwość na zmiany temperatury oraz wymaga częstszego czyszczenia ze względu na reakcję odczynnika gazowego z powierzchniami w źródle jonów. Podobne wyniki daje również GC-MS z pułapką jonową. Ogólnie rzecz biorąc, zarówno LRMS z kwadropolem, jak i pułapką jonową mogą dawać wyniki fałszywie dodatnie ze względu na jednostkową rozdzielczość masy. Z tego względu potrzebni są doświadczeni analitycy do interpretacji wyników. GC w połączeniu z HRMS zapewnia znacznie wyższą specyficzność dla poszczególnych PCBs ze względu na posiadanie rozdzielczości milimasy i może być również stosowany do oznaczania wszystkich ortopodstawionych PCBs, a także zapewnia wysoki poziom pewności wyników w porównaniu z GC-ECD i LRMS [12, 30–34].

Wymienione metody można z powodzeniem stosować do analizy próbek biologicznych (ryby, ssaki wodne i lądowe oraz ptaki), a także w glebach, osadach i próbnikach pasywnych, takich jak półprzepuszczalne urządzenia membranowe (SPMD). Te matryce i elementy środowiskowe mają wyższe stężenia PCBs niż woda lub powietrze, co czyni je bardziej odpowiednimi do rutynowego monitorowania i bardziej istotnymi w kontekście narażenia ludzi i zwierząt [35].

Zgodnie z Rozporządzeniem Komisji (UE) 2017/644 z dnia 5 kwietnia 2017 r. w analizie żywności stosuje się metody przesiewowe, czyli metody wykorzystywane do wyboru próbek, w których poziomy PCBs przekraczają najwyższe dopuszczalne poziomy lub poziomy reagowania. Pozwalają one na względnie tanie i szybkie oznaczanie dużej liczby próbek, zwiększając w ten sposób szansę wykrycia nowych przypadków, w których wysokie narażenie może stanowić ryzyko dla zdrowia. Metody przesiewowe opierają się na metodach bioanalitycznych lub metodach GC-MS. Metody potwierdzające natomiast stosuje się aby uzyskać pełne lub uzupełniające informacje, pozwalające na jednoznaczną identyfikację i ilościowe oznaczenie PCBs na najwyższym dopuszczalnym poziomie lub w razie potrzeby na poziomie reagowania. W metodach tych wykorzystuje się chromatografię gazową z wysokorozdzielczą spektrometrią mas (GC-HRMS) lub chromatografię gazową z tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS) [31, 35].



Test ELISA

Test immunoenzymatyczny (ELISA) jest stosowany właśnie do badań przesiewowych próbek, zwłaszcza w obszarach znanego zastosowania PCBs. Procedura ta jest szybsza i tańsza w porównaniu z metodami chromatograficznymi i stanowi ich uzupełnienie. Metoda ELISA wykazuje dobrą korelację z metodą GC-ECD i GC/MS. Różnice mogą wynikać, np. ze sposobu przygotowania próbki do analizy, czy też rodzaju stosowanego detektora [32].

Ogółem próbkę przygotowuje się poprzez ekstrakcję w aparacie Soxhleta lub sonikację, czyli wspomaganie ultradźwiękami z wykorzystaniem rozpuszczalnika, np. metanolu. Test wykonuje się na płytce mikrodołkowej powleczonej antygenem i inkubuje. Przygotowuje się przeciwciała specyficzne dla PCBs, które zapobiegają niespecyficznemu wiązaniu innych cząstek na płytce i płucze nimi płytkę. Następnie do mikrostudzienek dodaje się ekstrakty próbek i substrat, który ulega przemianie i rozwija się reakcja barwna. Następnie mierzy się absorbancję przy długości fali 405 nm i długości fali odniesienia 650 nm. Wynik analizuje się w oparciu o krzywą kalibracyjną roztworów wzorcowych PCBs [32].

Test ELISA wyróżnia się tym, że daje możliwość oznaczenia całkowitego stężenia PCBs nie będąc ograniczonym wpływem matrycy, jak czasem bywa w przypadku analizy GC/MS. Jednakże test ELISA jest metodą przesiewową i nie pozwala na rozróżnienie poszczególnych kongenerów, co oznacza, że wyniki pozytywne wymagają weryfikacji za pomocą dokładniejszych technik, takich jak GC-MS [32, 33].

Podsumowanie

Polichlorowane bifenyleny (PCBs) to grupa trwałych związków chemicznych o specyficznych właściwościach chemicznych i fizycznych, które w poprzednim stuleciu znalazły szerokie zastosowanie w przemyśle. Jednak obecnie stwierdzono, że ze względu na ich toksyczność oraz skłonność do bioakumulacji, PCBs stanowią poważne zagrożenie dla zdrowia ludzi i środowiska.

Analiza PCBs wymaga zaawansowanych technik chromatograficznych ze względu na potrzebę rozdzielania poszczególnych kongenerów i ich identyfikację. Wysokie wymagania techniczne oraz ryzyko zanieczyszczenia próbek stanowią wyzwania w analizie. Skuteczne monitorowanie środowiska i regulacje prawne są niezbędne, aby minimalizować ryzyko związane z obecnością PCBs w naszym otoczeniu. Poza analizą należy skupić się również na metodach usuwania PCBs ze środowiska. W tym celu możliwe jest np. stosowanie technologii bioremediacji, które mogą pozwolić

na zredukowanie w nim zanieczyszczeń omawianej grupy związków chloroorganicznych.

Literatura

- [1] Starek A., 2001, Polichlorowane bifenyleny – toksykologia – ryzyko zdrowotne, *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny*, 52(3), 187-201.
- [2] Starek A., 1996, Toksykologia związków chloroorganicznych w zarysie. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny*, 47, 1, 1-12.
- [3] Ficek A., Michalski R., 2014, J., 1999, Unieszkodliwianie osadów ściekowych zawierających polichlorowane bifenyleny, *LAB Laboratoria, Aparatura, Badania*, 19(6), 26-29.
- [4] Franczak Ż., Jeżyna K., 2024, Polichlorowane bifenyleny (PCBs) – właściwości, zagrożenia i możliwości analizy, Projekt zaliczeniowy z przedmiotu „Projekt interdyscyplinarny”, Politechnika Łódzka, Wydział Chemiczny, kierunek: Analityka chemiczna, Grupa nieorganiczna, sem. VII.
- [5] Struciński P., Ludwicki J.K., Góralczyk K., Czaja K., Hernik A., 2002, Środowiskowe narażenie na polichlorowane bifenyleny. Wybrane aspekty zdrowotne, *Aura*, 5, 10-11.
- [6] Grabowska I., 2010, Polichlorinated biphenyls (PCBs) in Poland: occurrence, determination and degradation. *Polish Journal Environmental Studies*, 19(1), 7-13.
- [7] Thomas G.O., 2008, Polychlorinated Biphenyls, *Encyclopedia of Ecology*, 2872-2881, <https://doi.org/10.1016/B978-008045405-4.00416-X>, 03.12.2024.
- [8] Pycia K., Jaworska G., 2017, Polichlorowane bifenyleny (PCB) jako zagrożenie dla żywności, *Laboratorium – Przegląd Ogólnopolski*, 5(6), 34-37.
- [9] Stec M., Kurzeja E., Kościółek A., Pawłowska-Góral K., 2012, Zagrożenia wynikające z narażenia na dioksyny i dioksynopodobne polichlorowane bifenyleny. *Problemy Higieny i Epidemiologii*, 93(4), 639-646.
- [10] Żarczyński A., Gorzka Z., Kaźmierczak M., Misiak M., 2002, Emisja dioksyn z procesów termicznych i jej przeciwdziałanie, *Przemysł Chemiczny*, 81(9), 596-601.
- [11] Żarczyński A., Stopczyk A., Zaborowski M., Gorzka Z., Kaźmierczak M., 2010, Usuwanie związków chloroorganicznych z fazy ciekłej wybranymi metodami z uwzględnieniem możliwości ich katalitycznego utleniania, *Ochrona Środowiska*, 32(1), 49-54.
- [12] Hućko A., Szpyrka E., 2024, Optymalizacja i walidacja metody oznaczania polichlorowanych bifenyli w glebie, *Polish Journal for Sustainable Development* 28(1), 93-98.
- [13] The Toxic Substances Control Act (TSCA) became law on October 11, 1976, EPA, USA.
- [14] WHO, Environmental Health, PCB, PCDDs and PCDFs in breast milk: Assessment of health risks. WHO Copenhagen, 1988, 29.
- [15] Pietrzak-Fiećko R., Smoczyński S., Borejszo Z., 2004, Poziom polichlorowanych bifenyli w mleku kobiecym w zależności od wybranych czynników, *Roczniki PZH*, 55(4), 297-305.
- [16] Jancewicz A., Dmitruk U., Kwiatkowska A., 2011, Badania zawartości wybranych substancji halogenoorganicznych (AOX) w wodzie i ściekach. *Ochrona Środowiska*, 33(1), 25-29.
- [17] Włodarczyk-Makuła M., Wiśniowska E., 2019, Halogenated



organic compounds in water and in wastewater, *Civil and Environmental Engineering Reports*, 29(4), 236-247.

[18] Cieślak I., Migdał W., 2012, Dioksyny, furany i polichlorowane bifenyle – toksyczność i występowanie w środowisku. *Inżynieria i Ochrona Środowiska*, 15(3), 237-247.

[19] Wiechetek A., Greń I., 2008, Wpływ trwałych zanieczyszczeń organicznych (TZO) na zdrowie człowieka i środowisko, *Chemik*, 61, 11, 623-626.

[20] Castro-Jiménez J., Gonzalez C., 2011, Immunoassay-based screening of polychlorinated biphenyls (PCB) in sediments: requirements for a new generation of test kits, *Journal of Environmental Monitoring*, 13, 894-900, DOI: 10.1039/C0EM00569J, 03.12.2024.

[21] Gabryszewska M., Gworek B., 2020, Polichlorowane bifenyle w glebach o zróżnicowanym sposobie użytkowania, *Przemysł Chemiczny*, 99(12), 1780-1783.

[22] Arendarska J., 2000, PCB: odpad niebezpieczny w energetyce, *Śląskie Wiadomości Elektryczne*, 7(29), 101-102.

[23] Makles Z., Świątkowski A., Grybowska S., 2001, Niebezpieczne dioksyny. Arkady, Warszawa.

[24] Zieńko J., 1992, Likwidowanie odpadów chlorowcoorganicznych, *Chemik*, 2, 35-38.

[25] Milchert E., Kotas A., 1995, Spalanie odpadów chloropochodnych organicznych, *Chemik*, 11, 320-322.

[26] Pietrzak Z., Karbowy B., Żarczyński A., 2021-2022, Metody unieszkodliwiania i zagospodarowania osadów ściekowych stosowane w Polsce, *Eliksir*, 11, 19-25.

[27] Oleniacz R., Pożary i otwarte spalanie odpadów jako źródło emisji zanieczyszczeń do powietrza, 16-38, w: *Współczesne wyzwania nauk przyrodniczych – analiza i perspektywy rozwoju*. Tom 2, Red. Kalbarczyk K., Mołdoch-Mendoń I., Wydawnictwo Naukowe Tygiel, Lublin 2024.

[28] Kania-Korwel I., Sułkowski W.W., 2003, Zagrożenie polichlo-

rowanymi bifenylami w Polsce, *Przemysł Chemiczny*, 82, 2, 88-90.

[29] Yoshimura T., 2003, Yusho in Japan, *Industrial Health*, 41(3), 139-148, doi: 10.2486/indhealth.41.139., 20.02.2025.

[30] Wojtowicz K., Jakubowicz P., 2019, Opracowanie metodyki oznaczania polichlorowanych bifenyli w próbkach gleb. *Nafta-Gaz*, 75, 420-429.

[31] Muir D., Sverko E., 2006, Analytical methods for PCBs and organochlorine pesticides in environmental monitoring and surveillance: a critical appraisal. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 386, 769-789, <https://doi.org/10.1007/s00216-006-0765-y>, 03.12.2024.

[32] Chuang J.C., Miller L.S., Davis D.B., Peven C.S., Johnson J.C., Van Emon J.M., 1998, Analysis of soil and dust samples for polychlorinated biphenyls by enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA), *Analytica Chimica Acta*, 376(1), 67-75, [https://doi.org/10.1016/S0003-2670\(98\)00439-5](https://doi.org/10.1016/S0003-2670(98)00439-5), 03.12.2024.

[33] Castro-Jiménez J., Gonzalez C., Blachère-Lopez C., Bazin I., Avezac M., Junqua G., On the Use of ELISA Commercial Test Kits for PCB Screening in Sediments: Practical Implications. Poster, *Environnement Industriel et Risques Industriels et Naturels (LGEI)*, <https://abraxis.eurofins-technologies.com/media/4697/pcbs-higher-chlorinated-magnetic-particle-poster-530001.pdf>, 03.12.2024.

[34] Grochowalski A., 2000, Badania nad oznaczaniem polichlorowanych dibenzodioksyn, dibenzofuranów i bifenyli. *Zeszyty Naukowe Politechniki Krakowskiej*. Monografia 272. Kraków.

[35] Rozporządzenie Komisji (UE) 2017/644 z dnia 5 kwietnia 2017 r. ustanawiające metody pobierania i analizy próbek do celów kontroli poziomów dioksyn, dioksynopodobnych polichlorowanych bifenyli i niedioksynopodobnych polichlorowanych bifenyli w niektórych środkach spożywczych oraz uchylające rozporządzenie (UE) nr 589/2014, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017R0644>, 03.12.2024. ●

Mariola Sołtysiak, Andrzej Żarczyński¹

e-mail: 243125@edu.p.lodz.pl; andrzej.zarczynski@p.lodz.pl

Instytut Chemii Ogólnej i Ekologicznej, Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka

Glifosat w środowisku – źródła, właściwości, korzyści, zagrożenia i analityka

Wstęp

Współczesne rolnictwo w dużej mierze jest oparte na stosowaniu środków ochrony roślin w tym preparatów chwastobójczych. Środki te są stosowane w celu polepszenia jakości upraw oraz zwiększenia ilości otrzymywanych plonów. Niekiedy zawierają one związki, które wpływają nie tylko na zwalczane chwasty, ale również na uprawiane rośliny, a co za tym idzie również na zdrowie człowieka. Dzieje

się tak ponieważ związki te potrafią przetrwać w glebie nawet kilka miesięcy, powodując zjawisko zakumulowania się ich śladowych ilości również w plonach. Produkty takie mogą wykazywać działanie toksyczne dla konsumentów, ale pomimo to są dopuszczane do stosowania na całym świecie.

Jednym ze związków występującym w preparatach chwastobójczych (rys. 1), popularnie określanym przez rolników jako „opryski” jest glifosat (N-(fosfonometylo)glicyna) o wzorze sumarycznym $C_3H_8NO_5P$, należący do grupy

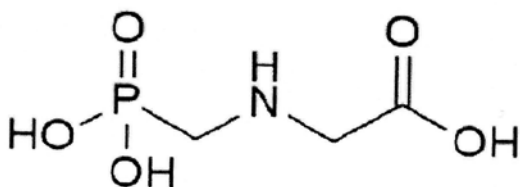
¹ Autor do korespondencji.



fosfonianów [1-6]. Jest on połączeniem pochodnej kwasu fosfonowego z glicyną. Związek ten został wprowadzony na rynek w roku 1974 przez firmę Monsanto jako składnik herbicydu Roundup (rys. 2). Markę Monsanto w roku 2016 przejął niemiecki koncern Bayer, jednak patent na glifosat wygaś i obecnie korzysta z niego wielu producentów [1-3, 6, 7].

Jest to herbicyd nieselektywny o dużej skuteczności działania, którego popularność stosowania wzrosła w momencie rozwoju metod uprawy roślin modyfikowanych genetycznie. Glifosat odgrywa ważną rolę w produkcji owoców, warzyw, orzechów i innych w miarę odpornych na ten związek upraw polowych, jak np. kukurydza i soja. Herbicyd ten stopniowo rozkłada się w środowisku, więc może być stosowany w rolnictwie bez orki, co pozwala zmniejszyć erozję gleby, a nawet jest użyteczny w zintegrowanej ochronie przed szkodnikami [2, 8-12].

Glifosat może być stosowany także w budynkach mieszkalnych i komercyjnych przy użyciu szerokiej gamy metod aplikacji, w tym opryskiwaczy powietrznych, naziemnych, opryskiwaczy z osłoną i kapturkiem, wycieraczek, kostek gąbkowych, systemów iniekcyjnych i aplikatorów z kontrolowanymi kroplami [10]. Jego działanie i wpływ na człowieka są w dalszym ciągu poddawane badaniom, aby wykluczyć lub potwierdzić toksyczność, jaką może ze sobą nieść jego stosowanie [1-3, 6-11].



Rys. 1. Glifosat (N-(fosfonometylo)glicyna) – wzór półstrukturalny

Glifosat – synteza i charakterystyka

Glifosat jest związkiem organicznym powstającym w wyniku reakcji kwasu aminometylofosfonowego z nitylem glikolowym w środowisku alkalicznym. W wyniku tego procesu powstaje N-fosfonometyloglicynonitryl, który jest następnie hydrolizowany w obecności wodorotlenków. W preparatach agrotechnicznych, np. Roundup (rys. 2) zwykle nie występuje w postaci czystej, gdyż w celu zwiększenia jego skuteczności jest przekształcany do postaci zmodyfikowanej: kwasu, soli sodowej, potasowej, amonowej, izopropylowej lub trimetylosiarczanowej [1-3, 6, 8, 9].

Związek ten wykazuje właściwości hydrofilowe, co pozwala rozpuszczać go w wodzie. Jest to wykorzystywane w konfekcjonowaniu preparatów chwastobójczych, które



Rys. 2. Roundup 360 Plus – jeden z preparatów handlowych zawierających glifosat, fot. A. Żarczyński

zazwyczaj są oparte na rozpuszczalniku w postaci wody. Jego rozpuszczalność wzrasta wraz ze wzrostem temperatury, gdyż w warunkach pokojowych (25°C) wynosi 1,16% natomiast w temperaturze 100°C już 6%. W rozpuszczalnikach organicznych glifosat rozpuszcza się trudno, ale znane są także wyjątki, jak kwas trifluoroctowy. Właściwość ta prowadzi do wniosku, że glifosat nie powinien akumulować się w tkankach zwierzęcych, a to ze względu na brak znaczącej rozpuszczalności w związkach organicznych, w tym tłuszczach [1, 2].

Mechanizm działania

Glifosat swoim działaniem niszczy rośliny oraz wciąż jest wykorzystywany jako środek do wysuszania plonów. Wykazuje on działanie niespecyficzne, gdyż niszczy zarówno rośliny jednoletnie jak i wieloletnie. Mechanizm jego



działania obejmuje dwie drogi [1-3, 11]. W pierwszej po oprysku związek wnika w głąb rośliny i z płynami ustrojowymi dociera do jej komórek, w tym do korzeni, rozłogów, bulw czy cebul. Roślina powoli zaczyna zamierać, jej wzrost zatrzymuje się w ciągu kilku godzin, po kilku dniach zaczyna żółknąć, a po około 3 tygodniach zostaje całkowicie unicestwiona łącznie z częścią podziemną. Glifosat hamuje działanie bardzo ważnego dla roślin enzymu, tj. syntazy 5-enolopirogronianio-szikimowo-3-fosforanowej, określanego jako syntaza EPSPS, który jest kluczowym enzymem na szlaku metabolicznym kwasu szikimowego, związanego z biosyntezą aromatycznych aminokwasów (fenyloalaniny, tyrozyny i tryptofanu) [1-3, 13, 14]. Wymienione aminokwasy pełnią rolę składników budujących białka oraz są prekursorami w procesach metabolicznych, a ich brak powoduje obumarcie roślin.

Drugą drogą jest zahamowanie procesu fotosyntezy w tkankach asymilujących dwutlenek węgla w zielonych liściach rośliny, co niszczy ją od środka. Powoduje bowiem zamknięcie aparatów szparkowych i zahamowanie wszystkich niezbędnych do jej funkcjonowania czynności, w wyniku czego roślina usycha. Zmniejszenie fotosyntezy ogranicza transport asymilatów, a także glifosatu, przez co wzrasta jego stężenie w liściach. W efekcie zaburzenia cyklu fotosyntezy przez glifosat, dochodzi do desykcji, czyli wysuszania roślin przez odwadnianie. Ograniczona zostaje dostępność wody do tkanek w roślinie. Przedłużone hamowanie fotosyntezy powoduje przemieszczanie się glifosatu do zamierających tkanek, gdzie wywołuje dalsze uszkodzenia. Stosowanie tej drogi nie jest ograniczone tylko do niszczenia niepożądanych roślin, ale również w celu dosuszenia zbiorów zboża i rzepaku, a także, aby zapobiec wtórnemu zachwaszczeniu gleby [1-3, 13, 14].

Wybrane metody oznaczania glifosatu w środowisku naturalnym i żywności

Stosowanie przez rolników i sadowników glifosatu wiąże się z niebezpieczeństwem, jakim jest przedostawanie się tego związku do wody, gleby, powietrza, ale też i żywności. Dlatego ważne jest, aby zawartość glifostatu w produktach rolnych czy wodzie nie przekraczała dopuszczalnych norm [1-3, 6, 11-13]. W celu kontrolowania występowania glifosatu opracowano kilka metod jego oznaczania w różnego rodzaju próbach. Związek ten zwykle oznacza się metodami chromatograficznymi, a następnie sprawdza się czy nie przekroczono poziomu NDP, czyli najwyższego, dopuszczalnego przez prawo, stężenia pestycydu w żywności [2, 3, 7, 11, 12].

Glifosat w żywności oznacza się za pomocą chromatografii cieczowej z tandemową spektrometrią mas [7, 11, 12, 15-17]. W metodzie tej najczęściej wykorzystuje się uprzednią ekstrakcję próbki z użyciem zakwaszonego metanolu. Oznaczenie to, określane najprościej jako Metoda QuPPE (Quick Polar Pesticides Method), zapewnia dużą precyzję analizy. Przykładowo: w Zakładzie Badania Bezpieczeństwa Żywności Instytutu Ogrodnictwa w Skierniewicach, zgodnie z zalecaną przez laboratoria referencyjne Unii Europejskiej (UE) zbliżoną metodą QuPPE-PO, dokonano w dniach 3-17 marca 2020 roku analizy oleju rzepakowego obecnego na polskim rynku, poprzez przebadanie 16 nabytych w sklepach próbek tegoż oleju tłoczonego na zimno i rafinowanego, pochodzących od różnych producentów. Limit ilościowego oznaczenia glifosatu wynosił 0,05 mg/kg, a poziom detekcji 0,01 mg/kg [16].

W pracy stosowano metodę opracowaną dla glifosatu i związków pokrewnych wykorzystując detekcję LC/MS/MS oraz kolumnę apHera NH₂ opartą na polimerze jonowymienym, która jest stabilna w warunkach podwyższonego pH. Metodologia przygotowania próbek została opracowana w celu ekstrakcji glifosatu ze zbożowych produktów spożywczych. Procedura ta obejmowała oczyszczanie prób przy użyciu żywicy polimerowej SPE, którą z powodzeniem zastosowano do próbek zbóż, w tym płatków owsianych i produktów zbożowych dla niemowląt [17].

Z kolei metodę oznaczania stężeń glifosatu w powietrzu na stanowiskach pracy przedstawili Brzeźnicki i Bonczarowska [15]. Metoda polega na osadzaniu glifosatu na filtrze z włókna szklanego, ekstrakcji buforem boranowym, reakcji z chloromrówczanem 9-fluorenylometylu i oznaczaniu otrzymanej pochodnej za pomocą wysokosprawnej chromatografii cieczowej (HPLC). Oznaczalność metody wynosi 0,1 mg/m³.

Toksyczność glifosatu

Stosowanie glifosatu w produkcji żywności nasuwa pytania, czy jest on bezpieczny dla zdrowia i życia człowieka oraz dla środowiska. Toksyczność tego związku jest ciągle poddawana badaniom, aby potwierdzić bądź wykluczyć krążące mity i przypuszczenia. Występują teorie, że związek ten przyczynia się do rozwoju wielu nowotworów, ale nie tylko. Niektórzy twierdzą, że jest jednym z największych czynników ryzyka rozwoju chorób, jakimi są: stwardnienie rozsiane, zaburzenia hormonalne, choroby tarczycy czy Alzhaimera. Poza wpływem na człowieka substancja ta swoim działaniem przyczynia się do obumierania flory i fauny. W wyniku tego giną pszczoły, dżdżownice oraz zwierzęta żyjące w glebie, co wpływa na zmiany w ekosystemach oraz



utrata bioróżnorodności. Częste stosowanie przez rolników tego preparatu powoduje zatrucie wody pitnej i opadowej oraz powietrza w rejonach rolniczych.

Pomimo tak nieprzychylnych informacji produkt ten nie zniknął z rynku i jest nadal stosowany. Spowodowane jest to tym, że przeprowadzone badania pod kątem jego toksyczności doprowadziły do wysnucia wniosków, że sam glifosat wykazuje niską toksyczność, a przedstawione negatywne skutki działania preparatu są spowodowane przez składniki mieszaniny, które są zawarte w preparacie i wykazują większą toksyczność niż sam glifosat [1-3, 12-15, 18, 19].

W 2017 roku Europejska Agencja Chemikaliów podtrzymała opinię, że glifosat „*silnie uszkadza oczy i jest niebezpieczny dla organizmów wodnych*”. Jednocześnie składowała, że obecne badania „*nie pozwalają sklasyfikować glifosatu jako kancerogen, mutagen czy związek chemiczny zagrażający reprodukcji*” [5, 6, 13, 18-20].

Kierunki degradacji glifosatu

Rozkład połowiczny czystego glifosatu w wilgotnym środowisku następuje po pięciu dniach, więc czas ten jest bardzo krótki w porównaniu z faktycznym rozkładem tego związku zawartego w Roundupie, którego czas połowicznego rozpadu wynosi od 45-60 dni, a nawet znacznie dłużej. Niepokojący jest fakt, że możemy mieć do czynienia z tym herbicydem przez tak długi okres czasu.

W pracach specjalistycznych przedstawiono dwa kierunki degradacji glifosatu [1, 21, 22]. Główna droga obserwowana w glebie, to rozkład do kwasu aminometylofosfonowego (AMPA, $\text{CH}_6\text{NO}_3\text{P}$) i kwasu glioksalowego ($\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_3$). Następnie AMPA rozkłada się do kwasu fosfonowego (H_3PO_3) i metyloaminy (CH_5N), a ta utlenia się do fosfonianu amonowego i dwutlenku węgla. Z kolei kwas glioksalowy utlenia się do dwutlenku węgla i wody [1, 21-23].

W drugim kierunku rozkładu glifosat jest degradowany przez mikroorganizmy występujące w glebie. W wyniku ich działania zostaje on przekształcony w pierwszym etapie do N-metyloglicyny (sarkozyny), a następnie przekształcony w kwas aminooctowy i dalej w nieszkodliwe związki w postaci amoniaku, wody i soli fosforu [1, 21-23]. W zależności od warunków atmosferycznych, tj. temperatury i wilgotności, czas jego połowicznego rozpadu w glebie według tego mechanizmu wynosi około 12 dni [1].

Ponadto związek ten ulega degradacji chemicznej oraz fotochemicznej. Wymieniona jako pierwsza polega na działaniu silnych utleniaczy jak nadtlenuk wodoru, który powoduje jego rozkład. Efektywność tej degradacji zależy od wielu czynników, z których można wyróżnić: pH, stężenie utleniacza i katalizatora. Natomiast degradacja fotoche-

miczna jest procesem bardzo powolnym, który polega na fotolizie glifosatu pod wpływem promieniowania UV.

Preparaty zawierające glifosat

Na współczesnym rynku występuje wiele preparatów zawierających w swoim składzie glifosat. Należą do nich między innymi takie produkty jak Roundup – najpowszechniej stosowany pestycyd tego typu, a oprócz tego środki ochrony roślin jak Halvetic, Agrsar, Arens, Gallup Spenal i wiele innych [4, 6].

Chęć polepszenia jakości środowiska oraz aspektów ekologicznych spowodowały, że na rynku pojawiły się zamienniki preparatu typu Roundup, nie zawierające glifosatu. Jednak środki te zwykle są mniej skuteczne w totalnym zwalczaniu roślinności niepożądaną oraz jednocześnie wykazują znacznie niższą toksyczność w porównaniu z omawianym związkiem [4, 6]. Przykładowo produkt Roundup AntyChwast, to środek chwastobójczy typu Roundup, ale bez glifosatu. Oparty jest na kwasie nonanowym (pelargonowym). Można nim usuwać chwasty również pod drzewkami, bowiem nie drażni pni drzew, a usuwa tylko zielone chwasty. Pierwszym zastosowaniem środka Roundup AntyChwast była walka z chwastami w sadach. Jednak preparat ten sprawdził się także w zwalczaniu chwastów i mchu na kostce brukowej. Inne preparaty z tej grupy, to m.in. Atut Hobby Sumin (firma Substral), Beloukha 680 EC (firma Certis Belchim) i Effect 24H (firma Target) [4, 6].

Glifosat a Unia Europejska

W dniu 13 października 2023 roku w Komisji Unii Europejskiej (UE) odbyło się głosowanie odnośnie przedłużenia pozwolenia na stosowanie glifosatu, jednak Komisja nie uzyskała wystarczającej ilości głosów dających zielone bądź czerwone światło w tym temacie. Taka sytuacja spowodowała odroczenie decyzji, aby ostatecznie 15 grudnia 2023 r. pomimo protestów grup organizacji pozarządowych, przedłużyć na 10 lat (nie na 15 lat jak zwykle jest to praktykowane) zgodę na stosowanie glifosatu w rolnictwie [5, 6]. Decyzja ta została podjęta na podstawie oceny Europejskiego Urzędu ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA) i Europejskiej Agencji Chemikaliów (ECHA) we współpracy z kilkoma państwami członkowskimi jak Francja, Węgry, Holandia i Szwecja, które nie wykazały istotnych obszarów obaw związanych z wpływem glifosatu na zdrowie ludzi, zwierząt, flory i stan środowiska. W ocenie brano pod uwagę zarówno obowiązkowe badania regulacyjne, jak i szeroki zbiór prac z literatury naukowej. W efekcie oceniono ponad 780 istotnych publikacji naukowych i uwzględniono dodatkowe 300 badań zgłoszonych pod-



czas konsultacji społecznych. Państwa członkowskie UE nadal są odpowiedzialne za krajowe zezwolenia na środki ochrony roślin zawierające glifosat. W ramach decyzji o przedłużeniu pozwolenia na stosowanie opisywanego herbicydu Komisja nałożyła kilka nowych warunków jego użytkowania, w tym zakaz stosowania glifosatu jako środka suszącego uprawy przed zbiorami i ustalenie maksymalnych limitów dla niektórych zanieczyszczeń towarzyszących glifosatowi, np. w Randupie. Jednocześnie KE zastrzegła, że w sytuacji pojawienia się w ciągu tych 10 lat nowych budzących poważne wątpliwości danych na temat glifosatu, jest w stanie podjąć kroki zmierzające do wycofania swojej decyzji [5, 6].

Zatrucie glifosatem dębu papieża Jana Pawła II w Łodzi

Akcent niewłaściwego użycia glifosatu można niestety wskazać w Łodzi, został nim bowiem skażony młody dąb znajdujący się w sąsiedztwie Bazyliki Archikatedralnej w tym mieście. Nawiązując do jego historii, to w dniu 12 czerwca 2006 roku w pobliżu w/w świątyni posadzono ów dąb szypułkowy z okazji 19. rocznicy wizyty papieża Jana Pawła II w Łodzi. Sadzonkę dębu poświęcił abp Władysław Ziółek, ówczesny metropolita łódzki, a przy drzewku umieszczono pamiątkowy głaz upamiętniający to wydarzenie. Według leśników drzewko o numerze certyfikatu 172 wyhodowane zostało z nasion 740. letniego dębu Chrobry, poświęconych przez Jana Pawła II w 2004 roku, podczas Ogólnopolskiej Pielgrzymki Leśników do Rzymu [24, 25].

Po latach okazało się, że kondycja drzewa jest nienajlepsza, zaczął on bowiem usychać, a do tego wystąpiło rozległe pęknięcie kory (rys. 3). W celu określenia przyczyny została zlecona ekspertyza, która wykazała, że prawdopodobnie wcześniej doszło do skażenia dębu glifosatem. Zapewne ktoś chciał unicestwić dąb papieski, podlewając go lub opryskując Randupem. Po wystąpieniu uszkodzeń podjęto próby ratowania drzewa, poprzez podlewanie go wodą, aby zmniejszyć stężenie toksycznego związku. Ponadto Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych w Łodzi dostarczała łódzkiej kurii metropolitarnej nawozy organiczne, które miały wzmocnić roślinę. Był to jedyny sposób osłabienia działania glifosatu, ponieważ nie ma antidotum na ten związek [25].

W 2024 r. roku leśnicy z Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Łodzi ponownie obejrzyli dąb papieski i orzekli, że niestety, stan drzewa jest zły i prawdopodobnie nie da się już go uratować. Zarządowi Zieleni Miejskiej, któremu podlega utrzymanie terenów zielonych w Łodzi, znany jest stan fitosanitarny dębu. Zdaniem Zarządu, roślina nie



*Rys. 3. Usycha uszkodzony glifosatem
kilkunastoletni dąb szypułkowy (św. Jana Pawła II)
przy Bazylice Archikatedralnej w Łodzi (stan 10.10.2024),
fot. A. Żarczyński*

stwarza jednak zagrożenia dla otoczenia, a specjaliści będą obserwować ją i zdecydować o dalszym losie [25].

Podsumowanie

Podsumowując, glifosat jest herbicydem, którego stosowanie przynosi wiele korzyści w produkcji roślinnej. Jego działanie wpływa na plony, ale też w pewnym stopniu na zdrowie człowieka. Powinniśmy być świadomi, że pestycydy mogą zostać zaabsorbowane w glebie, produktach rolnych, a nawet skażać wodę, co powoduje, że mamy z nimi kontakt w długim przedziale czasowym, co może być dla naszego zdrowia niekorzystne. Stosowanie tego rodzaju substancji prowadzi też do powstawania roślin określanych jako „super chwasty”. Rośliny te stopniowo uodporniają się na działanie pestycydów po wyeksponowaniu ich poniżej stężeń mogących je unicestwić. Glifosat stosowany zgodnie z przeznaczeniem, tj. według ulotki dołączonej do opakowania, faktycznie nie jest uważany za substancją toksyczną, mimo że istnieją pojedyncze doniesienia o szkodliwości tej substancji. Badania dotyczące glifosatu są powszechnie dostępne w sieci i każdy – nie tylko rolnik – może się z nimi zapoznać. Jednak z glifosatem należy postępować bardzo ostrożnie i umiejętnie, zresztą jak z każdym innym środkiem do chemicznej ochrony roślin. Przede wszystkim należy sto-

sować wytyczne producenta, przestrzegać okresu karencji oraz celowości wykonania zabiegu. Ważnym elementem badań kontrolnych i potencjalnie toksykologicznych jest ujednolicenie metod badawczych, aby otrzymane wyniki w różnych krajach i ośrodkach były porównywalne. Należy mówić też o problemie niewłaściwego użytkowania glifosatu w rolnictwie oraz informować konsumenta o wpływie glifosatu na organizm człowieka. Herbicyd stosowany w celach nieprzeznaczonych do tego, czyli do np. desykcji zbóż lub do nieumiejętnego usuwania chwastów z przestrzeni publicznej, może wywierać niekorzystny wpływ na organizmy ludzi i zwierząt. Może szkodzić szczególnie dzieciom przebywającym w przestrzeni publicznej, także przechodzić do produktu, a następnie dostawać się z pożywieniem do organizmu człowieka.

Oczywiście rolnictwo ekologiczne jest dobrym rozwiązaniem, które doprowadzi do eliminacji herbicydów jednak trzeba być świadomym, że jest to złożony proces, który wymaga wielu modyfikacji i zmian w systemach upraw, przede wszystkim zwiększenia udziału człowieka w pielęgnacji i ochronie roślin. Walory zdrowotne produktów upraw ekologicznych są oczywiste, ale rosną też koszty jednostkowe ich uzyskania.

Literatura

- [1] Portal Wikipedia, Glyphosate, <https://en.wikipedia.org/wiki/Glyphosate>, 20.05.2024.
- [2] Kwiatkowska M., Jarosiewicz P., Bukowska B., 2013, Glifosat i jego preparaty – Toksyczność, narażenie na działanie zawodowe i środowiskowe, *Medycyna Pracy*, 64(5), 717-729.
- [3] Pieniążek D., Bukowska B., Duda W., 2003, Glifosat – nietoksyczny pestycyd?, *Medycyna Pracy*, 54(6), 579-583.
- [4] Portal Agropolska, Glifosat to nie tylko Roundup, www.agropolska.pl, 21.05.2024.
- [5] Portal Bezpieczeństwo Żywności, 2024, Glifosat aktualny stan prawny, Bezpieczeństwo Żywności w Praktyce, nr 63, <https://bezpieczenstwozywnosci.wip.pl/prawo-unijne/glifosat-aktualny-stan-prawny-4248.html>, 21.05.2024.
- [6] Sołtysiak M., 2024, Glifosat w środowisku, źródła, właściwości, analityka i możliwości degradacji, Projekt zaliczeniowy z przedmiotu „Projekt specjalizacyjny A”, Politechnika Łódzka, Wydział Chemiczny, kierunek: Chemia, specjalność: Kontrola jakości w chemii, sem. VI.
- [7] Portal SGS, 04 maj 2022, Jak wykryć glifosat w żywności, www.sgs.com/pl [dostęp 20.05.2024].
- [8] Portal Biopol Sp. z o.o., Budowa chemiczna i właściwości fizyko-chemiczne glifosatu <https://biopolgroup.com/glifosat/>, 20.05.2024.
- [9] Portal wPolu.pl, Glifosat – czym jest i jak działa? <https://wpolu.pl/porada/149-glifosat---czym-jest-i-jak-dziala>, 22.05.2024.
- [10] Portal Agromix, 28 lipca, 2022, Glifosat – zupełnie inne podejście do stosowania! <https://agromix.com.pl/glifosat-dotychczas-stosowane-dawki-mozna-ograniczac/>, 20.02.2025.
- [11] Portal Teraz Środowisko, 23.11.2022, Glifosat jest wszędzie: w powietrzu, glebie, wodzie. Czy jest się czego bać? <https://www.teraz-srodowisko.pl/aktualnosci/Glifosat-wplyw-na-srodowisko-i-zdrowie-ludzi-badania-Laboratorium-Eurofins-12704.html>, 20.02.2025.
- [12] Portal ZeroWater, 06/08/2023, Filtr ZeroWater odfiltruje glifosat z wody w 100% <https://www.zerowater.pl/glifosat-w-wodzie-wodociagowej/>, 20.02.2025.
- [13] Hallmann E., 2022, Glifosat – co o nim wiemy? Tygodnik Spraw Obywatelskich, nr 138(34), <https://instytutsprawobywatelskich.pl/glifosat-co-o-nim-wiemy/>, 20.02.2025.
- [14] Adler J., 2011, Ekspansja superchwastów, *Świat Nauki*, 6(238), 66–71.
- [15] Brzeźnicki S., Bonczarowska M., 2008, Glifosat – metoda oznaczania. Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy, 1(55), 35-40.
- [16] Mistrzak A., 2020, Czy w oleju rzepakowym obecny jest glifosat? <https://www.pspo.com.pl/grafartykuły%20Miszczaka%20i%20Morzyckiej/dr%20Artur%20Miszczak%20Czy%20w%20oleju%20rzepakowym%20obecny%20jest%20glifosat.pdf>, 12.02.2025.
- [17] Shimelis O.I., Metoda LC/MS/MS oznaczania glifosatu, AMPA i glufosynatu w zbożach, *Reporter US*, 34 (4), https://www.sigmaaldrich.com/PL/pl/technical-documents/technical-article/analytical-chemistry/solid-phase-extraction/method-for-determination-of-glufosate?srsltid=AfmBOooyB5w_2xAeV-qvk0qjY6c4kmzV_zJxkANvvPqtIOSFFP_TZsYePz, 20.02.2025.
- [18] Portal Aminoplon, 17 sierpnia 2020, Obalamy mity ach ten szkodliwy glifosat! <https://aminoplon.pl/obalamy-mity-ach-ten-szkodliwy-glifosat/>, 20.02.2025.
- [19] Portal VitMeUp, 26 sierpień 2021, Glifosat w żywności – jak go unikać? Jak bardzo jest dla nas szkodliwy? <https://vitmeup.pl/glifosat-w-zywnosci-jak-go-unikac-jak-bardzo-jest-dla-nas-szkodliwy/>, 20.02.2025.
- [20] Portal Center for Agricultural and Shale Law, Glyphosate not classified as a carcinogen by ECHA, European Chemicals Agency, 15 marca 2017, <https://aglaw.psu.edu/wp-content/uploads/2020/05/Glyphosate-not-classified-as-a-carcinogen-by-ECHA-All-news-ECHA.pdf>, 07.02.2025.
- [21] Franz J.F., Mao M.K., Sikorski J.A., 1997, Glyphosate: A unique global herbicide. ACS monograph 189, Washington DC, USA.
- [22] Giesy J.P., Dobson S., Solomon K.R., 2000. Ecotoxicological Risk Assessment for Roundup Herbicide. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, 167, 35-120.
- [23] Portal BIOPOL Sp. z o.o., 2025, Glifosat, <https://biopolgroup.com/glifosat/>, 22.02.2025.
- [24] Portal Serwisu Samorządowego PAP, 2006, <https://samorząd.pap.pl/kategoria/archiwum/posadzono-dab-papieski-w-rocznic-pobytu-jana-pawla-ii-w-lodzi>, 20.02.2025.
- [25] Rubaszewska M., 20 czerwca 2024, Dąb papieski w Łodzi. Leśnicy ocenili, w jaki stanie jest drzewo rosnące przed katedrą. Czy da się je jeszcze uratować? *Expres Ilustrowany*, <https://expressilustrowany.pl/dab-papieski-w-lodzi-lesnicy-ocenili-w-jaki-stanie-jest-drzewo-rosnace-przed-katedra-czy-da-sie-je-jeszcze-uratowac/ar/c1-18620147>, 20.02.2025.



Dr hab. inż. Monika Kosmala

Przewodnicząca Komitetu Organizacyjnego XV Sesji Magistrantów i Doktorantów Łódzkiego Środowiska Chemików
e-mail: monika.kosmala@p.lodz.pl

Instytut Technologii i Analizy Żywności, Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności, Politechnika Łódzka

XV Sesja Magistrantów i Doktorantów Łódzkiego Środowiska Chemików

W dniu 12 czerwca 2024 roku na Wydziale Biotechnologii i Nauk o Żywności Politechniki Łódzkiej odbyła się XV Sesja Magistrantów i Doktorantów Łódzkiego Środowiska Chemików. Jego Magnificencja Rektor prof. dr hab. inż. Krzysztof Józwiak objął Sesję honorowym patronatem.

Poprzednikiem obecnej formuły Sesji była Sesja Magistrantów, która po raz pierwszy odbyła się w 1997 r. Biorąc po uwagę obie Sesje, tegoroczne spotkanie odbyło się już po raz 27. Wielu obecnych profesorów pierwsze szlify zbierało właśnie tutaj.

W wydarzeniu udział wzięły następujące ośrodki: Wydział Chemii UŁ; Łódzki Oddział PTChem; Wydział Chemiczny PŁ; Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności PŁ; Wydział Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska PŁ, Centrum Badań Molekularnych i Makromolekularnych PAN w Łodzi; Instytut Biologii Medycznej PAN w Łodzi; Wydział Biologii i Ochrony Środowiska UŁ; Oddział Łódzki Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności, Sekcja Młodych Polskiego Towarzystwa Chemicznego.

Komitet Honorowy stanowili: prof. dr hab. Sławomira Skrzypek, Dziekan Wydziału Chemii UŁ; dr hab. Agnieszka Olejniczak, prof. IBM PAN, Przewodnicząca Zarządu Łódzkiego Oddziału PTChem; prof. dr hab. inż. Małgorzata Iwona Szynkowska-Józwiak, Dziekan Wydziału Chemicznego PŁ; dr hab. inż. Anna Diowski, prof. PŁ, Dziekan Wydziału Biotechnologii i Nauk o Żywności PŁ; prof. dr hab. inż. Marcin Bizukojć, Prodziekan Wydziału Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska PŁ; prof. dr hab. Arkadiusz Chworoś, Dyrektor Centrum Badań Molekularnych i Makromolekularnych PAN w Łodzi; prof. dr hab. Jarosław Dziadek, Dyrektor Instytutu Biologii Medycznej PAN w Łodzi; dr hab. Katarzyna Dzitko, prof. UŁ, Prodziekan Wydziału Biologii i Ochrony Środowiska UŁ; dr hab. inż. Krzysztof Kołodziejczyk, Prezes Oddziału Łódzkiego Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności.

Jury Sesji stanowili: dr hab. Anna Zawisza, prof. UŁ – Prodziekan Wydziału Chemii UŁ; dr hab. Agnieszka Olejniczak, prof. IBM PAN – Przewodnicząca Zarządu Oddziału Łódzkiego PTChem; dr hab. inż. Izabela Witońska, prof. PŁ

– Prodziekan ds. studenckich Wydziału Chemicznego PŁ; dr hab. inż. Beata Brożek-Płuska, prof. PŁ – Prodziekan ds. kształcenia Wydziału Chemicznego PŁ; dr inż. Ilona Gałązka-Czarnecka – Prodziekan Wydziału Biotechnologii i Nauk o Żywności PŁ; dr hab. inż. Katarzyna Paździor – Wydział Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska; dr Katarzyna Jastrzębska – Centrum Badań Molekularnych i Makromolekularnych PAN w Łodzi; dr Krzysztof Owsianik – Centrum Badań Molekularnych i Makromolekularnych PAN w Łodzi; dr hab. Anita Ciesielska – Wydział Biologii i Ochrony Środowiska UŁ; dr Mariusz Krupiński – Wydział Biologii i Ochrony Środowiska UŁ; prof. dr hab. inż. Elżbieta Klewicka – Polskie Towarzystwo Technologów Żywności, Oddział Łódzki; dr hab. inż. Krzysztof Kołodziejczyk – Prezes Oddziału Łódzkiego Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności; dr inż. Paulina Filipczak – Sekcja Młodych Polskiego Towarzystwa Chemicznego.

XV Sesję Magistrantów i Doktorantów Łódzkiego Środowiska Chemików otworzyła Prodziekan ds. studenckich dr inż. Ilona Gałązka-Czarnecka. Dalszą część Sesji związaną z wystąpieniami ustnymi poprowadził dr hab. inż. Krzysztof Kołodziejczyk. Komunikaty wygłosiło 5 doktorantów. Były to bardzo interesujące, interdyscyplinarne prezentacje z pogranicza chemii, biologii i medycyny. Prelegenci nie bali się trudnych pytań i burzliwej dyskusji. W dalszej części Pani dr inż. Katarzyna Włodarczyk reprezentantka Wydziału Biotechnologii i Nauk o Żywności wygłosiła wykład plenarny pt. „Wykorzystanie nanomateriałów w uprawie roślin: potencjalne korzyści i zagrożenia”. Następnie Pani Angelika Braun reprezentująca firmę Witko wygłosiła wykład „Nauka 2.0: Nowa Era Laboratoriów Badawczych”. Zainteresowanie budziła prezentowana na stanowisku firmy Witko chłodnica powietrzna zbudowana z aluminium, która nie wymaga przepływu wody. Umożliwia bezpieczne pozostawienie aparatury bez nadzoru, znacznie ogranicza zużycie wody i dzięki temu należy do *green technology*.

W sesji posterowej uczestniczyło 62 magistrantów, którzy zaprezentowali doniesienia w 4 sekcjach tematycznych:

- S01 – Chemia Analityczna, Nieorganiczna, Środowiskowa i Elektrochemia (21 posterów),
- S02 – Chemia Organiczna, Biochemia, Biotechnologia, Chemia Żywności i Chemia Medyczna (17 posterów),
- S03 – Chemia Polimerów i Materiałów Funkcjonalnych, Technologia Chemiczna (22 postery),
- S04 – Chemia Fizyczna, Teoretyczna i Krystalografia (2 postery).

Magistranci dzielnie odpowiadali na trudne pytania. Ożywione dyskusje między uczestnikami, potwierdzają potrzebę organizacji takich wydarzeń w celu integracji środowiska akademickiego i wymiany doświadczeń.

Doktoranci także mieli okazję zaprezentować swoje postery. W sesji posterowej zaprezentowało się 12 doktorantów.

Sesja zakończyła się wręczeniem nagród. Przyznano następujące nagrody: Polskie Towarzystwo Chemiczne przyznało nagrody wszystkim Doktorantom za komunikaty ustne: pani Karolinie Beton-Mysur, panu Maciejowi Nielipińskiemu, panu Oskarowi Ciesielskiemu, panu Bartłomiejowi Bartonowi i pani Karolinie Cichoń. Szkoła Doktorska BioMedChem Uniwersytetu Łódzkiego i Instytutów PAN wraz z Wydziałem Biologii i Ochrony Środowiska UŁ przyznała nagrody pani Karolinie Beton-Mysur, panu Oskarowi Cie-

sielskiemu i pani Karolinie Cichoń. Firma Witko nagrodziła wystąpienie pani Karoliny Cichoń.

Za postery Magistrantów przyznano następujące nagrody: Wydział Chemii UŁ przyznał I nagrodę pani Karolinie Witkowskiej, II nagrodę pani Valeryi Hushcha, PTCh nagrodziło panią Agnieszkę Gołdoń, PTTŻ nagrodziło pana Jonasza Tadeusza Starkiewicza, Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności nagrodził panią Martynę Mistrzak, Instytut Biologii Medycznej PAN nagrodził panią Zofię Kornatowską, Wydział Chemiczny PŁ nagrodził pana Michała Kaźmierczaka, Szkoła Doktorska BioMedChem Uniwersytetu Łódzkiego i Instytutów PAN wraz z Wydziałem Biologii i Ochrony Środowiska UŁ wyróżnili panią Sandrę Chmiel, panią Alicję Miturę i panią Zofię Kornatowską. Nagrodę publiczności ufundowaną przez Sekcję Młodych Polskiego Towarzystwa Chemicznego otrzymała pani Angelika Gruszczyńska. Firma Witko wyróżniła poster pani Agnieszki Hejduk.

Następna Sesja odbędzie się za rok na Wydziale Chemicznym PŁ.

P.S. Bardzo dziękuję mojemu Komitetowi w osobach: dr hab. inż. Katarzyna Grzelak-Błaszczak, dr inż. Joanna Milala, dr inż. Elżbieta Karlińska, mgr inż. Agnieszka Hejduk, mgr Piotr Janus. Udało się tylko dzięki Wam!

Karolina Beton-Mysur

Promotor: **dr hab. inż. Beata Brożek-Płuska, profesor uczelni**

Politechnika Łódzka, Wydział Chemiczny, Międzyresortowy Instytut Techniki Radiacyjnej ul. Wróblewskiego 15, 93-590 Łódź

INNOWACYJNE METODY DIAGNOSTYCZNE NOWOTWORÓW UKŁADU POKARMOWEGO – JAK URATOWAĆ MILIONY LUDZI PRZED ZACHOROWANIEM

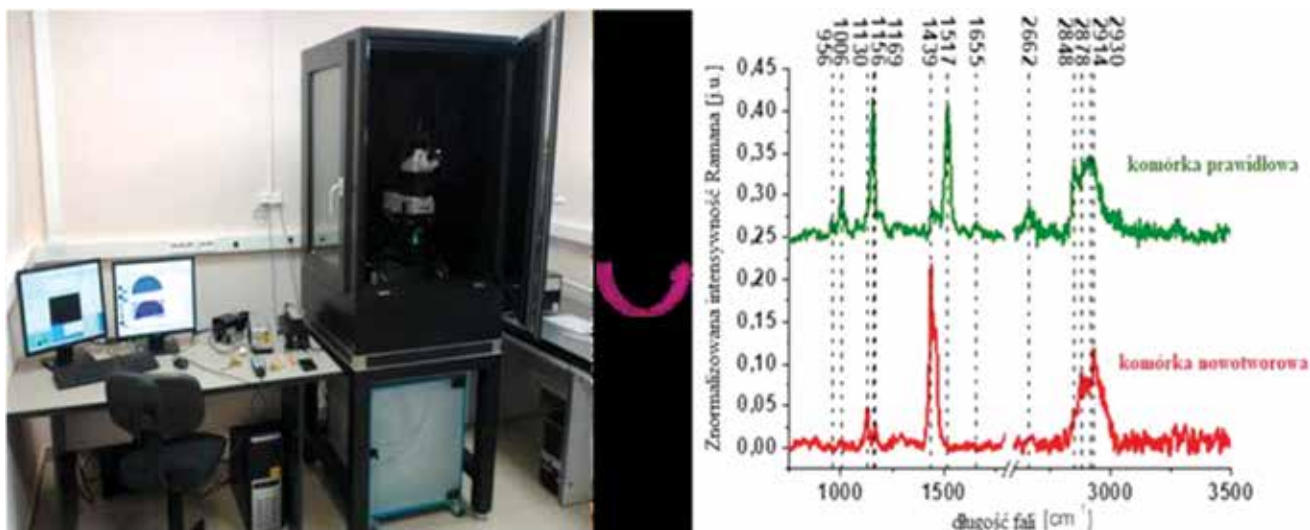
Rak jelita grubego i rak żołądka jest odpowiednio drugim i trzecim z najczęściej diagnozowanych nowotworów złośliwych zarówno u kobiet, jak i u mężczyzn na skalę światową. Najlepsze rokowania dla pacjenta korelują z możliwie najwcześniejszym rozpoznaniem występujących zmian nowotworowych. Konwencjonalne metody diagnostyki nowotworów układu pokarmowego, mimo, iż skuteczne, mogą wykryć je w momencie, gdy są już w zaawansowanym stadium, ze względu na brak objawów na wczesnym etapie rozwoju.

Metody spektroskopowe stały się w ostatnich latach jednym z głównych narzędzi wykorzystywanych w analizach biomedycznych, w tym w detekcji nowotworów. Widma Ramana cechuje ogromny potencjał w kontekście biochemicznej charakterystyki materii, ze względu na fakt, iż każda cząsteczka ma swoje własne, unikalne właściwości

wibracyjne, stanowiące jej swoisty, spektralny „odcisk palca”. Ponadto, bardzo istotnym walorem spektroskopii Ramana jest jej zdolność do identyfikacji poszczególnych komponentów próbek biologicznych, które pomagają w ich dyferencjacji, takich jak: lipidy, białka, czy DNA. Na podstawie widm Ramana można wizualizować takie struktury komórkowe jak: jądro, mitochondria lub błony komórkowe.

Technika obrazowania Ramana umożliwia pomiary układów *in-vivo*, *in-vitro* oraz *ex-vivo*, oferując tym samym możliwości analityczne niedostępne innym technikom. W przedstawianych badaniach wykonano analizę ramanowską komórek jelita i żołądka: prawidłowych i zmienionych nowotworowo, w tym także w warunkach stresu oksydacyjnego oraz suplementowanych antyoksydantami w postaci witamin. Wykazano również wpływ statyn na





Rys. 1. Konfokalny mikroskop Ramana do pomiarów za pomocą spektroskopii Ramana.
Porównanie widm Ramana komórek ludzkiego jelita grubego: zdrowych – o budowie prawidłowej i nowotworowych.

inhibicję procesu kancerogenezy. Badania wzbogacono o charakterystykę nanomechaniczną modelowych układów linii komórkowych jelita grubego. Zdefiniowano spektrosko-

powe biomarkery zmian nowotworowych pozwalających na odróżnienie komórek prawidłowych od zmienionych nowotworowo dla komórek ludzkiego układu pokarmowego.

Maciej Nielipiński^{1,2}

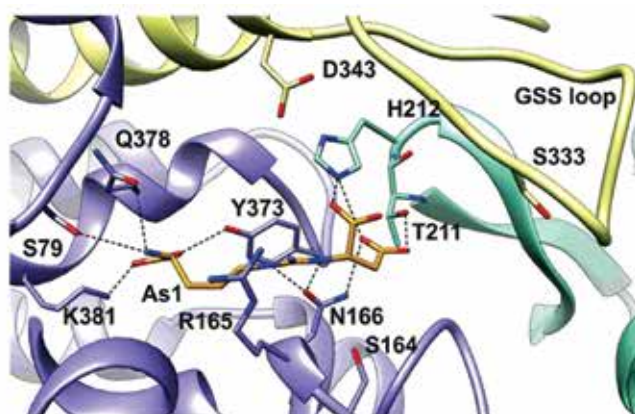
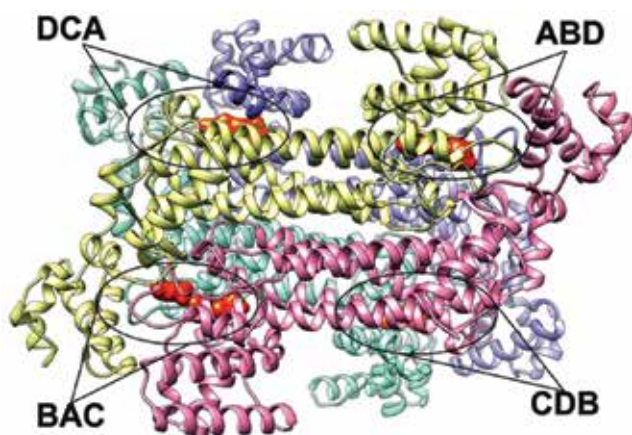
Promotor: **dr hab. inż. Bartosz Sekuła¹**

1) Politechnika Łódzka, Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności, Instytut Biotechnologii Molekularnej i Przemysłowej, ul. Stefanowskiego 2/22, 90-537 Łódź, 2) Politechnika Łódzka, Interdyscyplinarna Szkoła Doktorska, ul. Żeromskiego 116, 90-543, Łódź

LIAZA ARGININOBURSZTYNIANU Z ARABIDOPSIS THALIANA (ATASL) – STRUKTURA, MECHANIZM REAKCJI I BŁĄD W PROTEIN DATA BANK

Liaza argininobursztynianu (Argininosuccinate lyase – ASL), należąca do rodziny liaz fumaranowych, jest enzymem

katalizującym trzeci i ostatni krok konwersji L-ornityny do L-argininy w ramach metabolizmu argininy – nazywanego



Rys. 1. Biologicznie funkcjonalna jednostka z zaznaczonymi czterema miejscami wiążącymi oznaczonymi od symboli tworzących je tańcuchów (lewo), schemat wiązania argininobursztynianu w miejscu wiążącym DCA (pravo).

u zwierząt i bakterii cyklem mocznikowym [1]. Wykorzystuje ona powstały w reakcji katalizowanej przez syntetazę argininobursztynianu (Argininosuccinate synthase – ASS), powstały z kwasu asparaginowego i cytruliny, argininobursztynian [2]. Wysokorozdzielcze struktury AtASL, ze związanymi zarówno ligandem jak i produktami reakcji pozwalają na scharakteryzowanie pierwszego opublikowanego roślinnego ortologa ASL. Dzięki ich porównaniu z wcześniej dostępnymi homologami, możliwa jest weryfikacja poprzednich doniesień dotyczących mechanizmu reakcji prowadzonej

przez liazy fumaranowe [3].

Praca sfinansowana w ramach grantu NCN SONATA numer umowy 2021/43/D/NZ1/00486.

1. R. D. Slocum, *Plant Physiol. Biochem*, 2005, 43, 729-745.

2. G. Winter, C. D. Todd, M. Trovato, G. Forlani, D. Funck, *Front. Plant Sci.* 2015, 6, 534.

3. H. Poddar, J. de Villiers, J. Zhang, V. P. Veetil, H. Raj, A-M W. H. Thunnisse, G. J. Poelarends, *Biochemistry*, 2018, 57, 3752-3763.

Oskar Ciesielski

Promotor: **dr hab. Aneta Balcerczyk, prof. UŁ**

Szkoła Doktorska BioMedChem Uniwersytetu Łódzkiego i Instytutów Polskiej Akademii Nauk w Łodzi, ul. Matejki 21/23, 90-237, Łódź

MOLEKULARNE EFEKTY INHIBICJI CYTRULINACJI: SPOJRZENIE NA REGULACJĘ ANGIOGENEZY ŚRÓDBŁONKA

Cytrulinacja to potranslacyjna modyfikacja białek polegająca na konwersji peptydylo – argininy do peptydylo-cytruliny, katalizowana przez enzymy z rodziny deiminaz peptydyloargininowych (PADs). Utrata dodatniego ładunku argininy może modyfikować strukturę i funkcję białka, m.in. poprzez utratę miejsc interakcji białko-białko czy też modyfikację centrum aktywnego. Podwyższony poziom ekspresji PADs jak i cytrulinowanych białek wykrywany jest w wielu stanach patologicznych, głównie chorobach autoimmunologicznych, ale także w nowotworach. Fizjologiczna rola tego procesu jest obecnie słabo poznana, zwłaszcza niewiele wiadomo w kontekście funkcji komórek śródbłonna, które regulują szereg istotnych procesów związanych m.in. z hemostazą oraz angiogenezą.

Celem prezentowanej pracy było określenie jak farmakologiczna inhibicja procesu cytrulinacji wpływa na funkcje ludzkich komórek śródbłonna naczyńowego. Wykorzystano dwa modele komórkowe: immortalizowaną linię śródbłonna mikronaczyniowego (HMEC-1) oraz pierwotne komórki śródbłonna żyły pępowinowej (HU-VECs). Testowano trzy nieodwracalne inhibitory PADs: BB-CI-amidynę, CI-amidynę i F-amidynę, oparte na strukturze substratu tych enzymów: amidu benzoilo-L-argininy (BAA). Inhibitory wykazują różną specyficzność względem izoform PADs, ale łączy je mechanizm działania – nieodwracalna kowalencyjna modyfikacja centrum aktywnego. Weryfikacja celu badawczego była realizowana poprzez: – ocenę cytotoksyczności badanych inhibitorów; – ana-

lizę poziomu całkowitej cytrulinacji histonu H3; – ocenę wpływu inhibicji PADs na potencjał angiogeny (test tworzenia struktur pseudokapilarnych, test zarastania rasy, pomiar aktywności metaloproteinaz macierzy zewnątrzkomórkowej, analiza profilu wydzielniczego komórek). Zmiany w ekspresji genów na poziomie transkryptu/białka analizowano techniką qPCR/Western blotting. W celu wytłumaczenia zróżnicowanej cytotoksyczności badanych inhibitorów wykonano analizy oddziaływania badanych związków z DNA techniką spektroskopii fluorescencyjnej, a wyniki weryfikowano również metodą *in silico* wykonując dokowanie do DNA.

Wszystkie badane inhibitory efektywnie hamowały cytrulinację histonu H3 w komórkach śródbłonna. Inhibicji cytrulinacji towarzyszyło obniżenie zdolności komórek do migracji i tworzenia struktur pseudokapilarnych. Stwierdzono spadek produkcji/wydzielania głównego regulatora procesu angiogenezy – VEGFA. Zaobserwowano również ograniczoną aktywację szlaku PI3K/Akt, co może tłumaczyć obserwowane efekty. Uzyskane wyniki jednoznacznie wskazują, że inhibitory PADs istotnie modulują funkcje komórek śródbłonna, znacząco obniżając ich potencjał angiogeny.

Praca sfinansowana w ramach grantu Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego Diamentowy Grant (2019-2024): DI2018 018948



Bartłomiej BartonPromotor: **prof. dr hab. Witold Ciesielski**Opiekun: **dr hab. Dariusz Guziejewski**

Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii, Katedra Chemii Nieorganicznej i Analitycznej, ul. Pomorska 163, 90-236 Łódź

GASEOUS HYDROGEN PEROXIDE SENSING CAPABILITIES WITH THE USE OF COPPER IONS AND POLYACRYLIC ACID

The study presents a comprehensive investigation into voltammetry aimed at developing the most optimal electrochemical sensor for detecting hydrogen peroxide in the gaseous phase. Selecting an appropriate supporting electrolyte, a redox mediator, and suitable modifications to the electrode surface are crucial for optimizing the sensing system. The excellent properties of polyacrylic acid, particularly its high gas absorption capacity, make it an ideal medium for detecting gaseous hydrogen peroxide. The use of polyacrylic acid is primarily aimed at increasing the solubility of hydrogen peroxide from the gas phase into the solution while maintaining a sufficiently high conductivity level in the supporting electrolyte.

In the proposed research, copper (II) ions were utilized as a redox mediator to enhance the electrochemical response

of hydrogen peroxide, and the effective electrocatalytic properties of both were confirmed [1]. The study compared the capabilities of three screen-printed electrodes: a bare carbon electrode, a cobalt (II) phthalocyanine-modified electrode, and a Prussian blue-modified electrode, in the electrochemical determination of hydrogen peroxide in the aqueous phase. After identifying the optimal research system, the study was extended to the gas phase, where the determination of hydrogen peroxide was successfully conducted.

This research was funded in whole or in part by National Science Center, Poland with grant no 2020/39/I/ST4/01854.

1. N. Ullah, D. Guziejewski, B. Barton, V. Mirceski, *Journal of Electroanalytical Chemistry*, 2023, 951, 117918

Karolina CichońPromotor: **dr hab. Małgorzata Baśko**Opiekun: **dr Bartłomiej Kost**

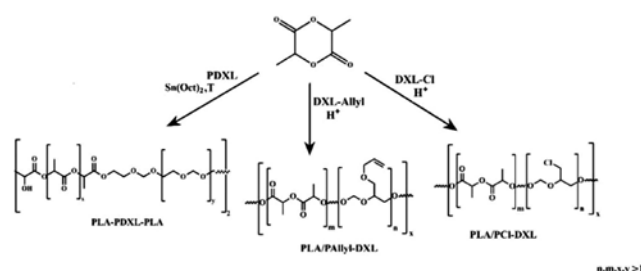
Szkoła Doktorska BioMedChem UŁ i Instytutów PAN, ul. Matejki 21/23, 90-237, Łódź

Centrum Badań Molekularnych i Makromolekularnych PAN w Łodzi, ul. Sienkiewicza 112, 90-363 Łódź

KOPOLIMERY CYKLICZNYCH ESTRÓW I ACETALI: NOWE PERSPEKTYWY W DĄŻENIU DO ZRÓŻNOWNIAZONEGO ROZWOJU

Szybkie tempo rozwoju przemysłowego skorelowane jest z wytwarzaniem większej ilości tworzyw sztucznych. Jednakże wzrost produkcji niedegradowanych materiałów polimerowych negatywnie wpływa na środowisko, nieustająco zwiększając problem gromadzenia odpadów. W związku z tym, coraz większą uwagę poświęca się na poszukiwania nowych materiałów, które nie tylko nie pogłębiałyby zagrożeń ekologicznych ale charakteryzowałyby się zdolnością do przyspieszonej degradacji lub recyklingu. W tym kontekście, polilaktyd (PLA) jako alternatywa dla tradycyjnych tworzyw sztucznych, stosowanych na szeroką skalę, zyskuje na znaczeniu. Możliwość otrzymania PLA z naturalnych, odnawialnych źródeł, jego nietoksyczność oraz właściwości fizyko-chemiczne składają się na rosnący

potencjał tego polimeru. Nie jest to jednak materiał pozbawiony wad, a wyzwania związane z jego właściwościami (kruchosc, hydrofobowość, degradowalność) wymagają dalszych prac. W tym celu do łańcucha poliestru wprowadzono jednostki acetalowe na drodze kopolimeryzacji



Rys.1 Schemat syntezy kopolimerów laktydu i cyklicznych acetalu

kationowej lub polimeryzacji koordynacyjnej. Otrzymano kopolimery statystyczne lub blokowe L-laktydu z różnymi acetalami (takimi jak 1,3-dioksolan, 4-alliloksy-1,3-dioksolan 4-chlorometylo-1,3-dioksolan). Ponadto wykazano, że kopolimery zawierające grupę chlorometylową lub allilową,

umożliwiają dalsze modyfikacje łańcucha polimerowego przez reakcje rodnikowe oraz reakcje typu „click” prowadząc do otrzymania bardziej złożonych struktur [1].

1. K. Cichoń, I. Bak-Sypien, M. Basko, B. Kost, , *Macromolecules* 2023, 56, 17, 6951-6967.

Karolina Witkowska

Promotor: **prof. dr hab. Rafał Głowacki**

Opiekun: **dr Justyna Piechocka**

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

OPRACOWANIE CHROMATOGRAFICZNEJ METODY OZNACZANIA KWASU AZELAINOWEGO W KOSMETYKACH

Obecnie duża część populacji ludzkiej boryka się z problemem hiperpigmentacji skóry, której towarzyszy nierównomierne rozmieszczenie nadmiernie produkowanej melaniny w komórkach naskórka. Ludzie świadomi tych problemów starają się sięgać po produkty zawierające kwasy rozjaśniająco-wybielające, które pomagają eliminować/redukować nieestetyczne skutki hiperpigmentacji skóry. Przykładem kwasu o takich właściwościach jest kwas azelainowy. Co istotne, konsumenci przykładają również coraz większą uwagę do jakości stosowanych preparatów, a producenci są zobowiązani do jej rygorystycznej kontroli. Stąd istnieje potrzeba opracowywania metod umożliwiających ocenę jakościową i ilościową danego produktu kosmetycznego.

W analityce (dermo)kosmetyków główną rolę odgrywają techniki separacyjne. Dotychczas opracowano kilka metod oznaczania kwasu azelainowego w produktach kosmetycznych wykorzystujących techniki takie jak chromatografia cieczowa z detekcją spektrofotometryczną (HPLC-UV) [1] czy chromatografia gazowa sprzężona ze spektrometrią mas [2]. W przypadku tych metod przygotowanie próbki uwzględnia zazwyczaj potrzebę jej oczyszczenia na drodze

ekstrakcji oraz derywatyizacji analitu. Wnikliwa analiza artykułów naukowych pozwoliła stwierdzić, że brakuje prostej i szybkiej metody, która umożliwiłaby oznaczenie kwasu azelainowego bez konieczności przeprowadzania go w pochodną i bazowała na wykorzystaniu techniki HPLC-UV i HPLC sprzężonej z detektorem rozproszenia światła (ELSD). Stąd głównym celem projektu jest opracowanie metody oznaczenia kwasu azelainowego w (dermo)kosmetykach zarówno techniką HPLC-UV jak i HPLC-ELSD. W trakcie wystąpienia zostaną przedstawione uzyskane w tym zakresie wyniki.

Badania sfinansowane, między innymi ze środków finansowych pozyskanych na realizację projektu „Opracowanie chromatograficznej metody oznaczania wybranych kwasów rozjaśniająco-wybielających przebarwienia skórne w produktach kosmetycznych” w ramach konkursu Studenckie Granty Badawcze Uniwersytetu Łódzkiego, edycja 2023.

1. A. M. Mansour, M. M. Ibrahiern, *Chromatographia* 2002, 55, 435-437.

2. M. A. Khanfar, M. Alzweiri, R. Tarawneh, *J. Sep. Sci.* 2013, 36, 3200–3205.

Valeryia Hushcha

Promotor: **dr hab. Lilianna Chęcińska, prof. UŁ**

Opiekun: **dr hab. Lilianna Chęcińska, prof. UŁ**

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

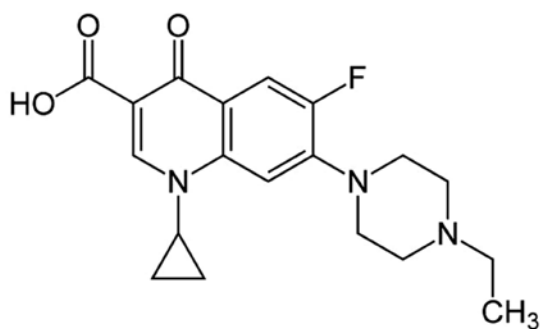
NOWE WIELOSKŁADNIKOWE FORMY KRYSTALICZNE ENROFLOKSACYNY Z KWASAMI PIRYDYNODIKARBOKSYLOWYMI

Enrofloksacyna (EFX) (Rys. 1) jest syntetycznym fluorochinolonem trzeciej generacji o szerokim spektrum działania przeciwbakteryjnego; stosowanym w leczeniu infekcji dróg

oddechowych oraz leczeniu chorób zakaźnych dróg moczowych i skóry u zwierząt [1, 2].

Rozpuszczalność EFX w wodzie według danych literatu-





Rys. 1. Wzór strukturalny enrofloksacyny (EFX)

rowych wynosi zaledwie 0,23 g/L [3], co skraca nie tylko okres półtrwania leku, ale również średni czas przebywania w organizmie.

Celem moich badań jest otrzymanie nowych wieloskładnikowych form krystalicznych enrofloksacyny z zastosowaniem inżynierii krystalicznej [4]. Główna hipoteza badawcza

zakłada, że nowe formy będą się charakteryzowały lepszą rozpuszczalnością oraz porównywalną lub nawet wzmocnioną aktywnością biologiczną w stosunku do leku macierzystego, co powinno przełożyć się na lepszą biodostępność a także zmniejszenie stosowanych w praktyce dawek leków.

1. J. F. Prescott, K. M. Yelding, *Canadian J. Vet. Research.* 1990, 54, 195–197
2. H. Xu, T. Wang, Q. Zhao, Q. Zeng, H. Wang, Y. Xu, X. Zhang, F. Wang, L. Ding, *Chromatographia*, 2011, 74, 267–274.
3. L.L. Pei, W.Z. Yang, J.Y. Fu, M.X. Lui, T.T. Zhang, D.B. Li, R.Y. Huang, L. Zhang, G.N. Peng, G. Shu, Z.X. Yuan, J.C. Lin, W. Zhang, Z.J. Zhong, L. Zhao, H.L. Fu, *Drug Des. Dev. Ther.* 2020, 14, 715–730
4. S.N. Wong, Y.C.S. Chen, B. Xuan, C. C. Sun, S. F. Chow, *CrystEngComm*. 2021, 23, 7005-7038.

Agnieszka Gołdon

Promotor: **dr Anna Wieczorek-Błauz**

Opiekun: **dr Anna Wieczorek-Błauz**

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

SYNTEZA METALOORGANICZNYCH POCHODNYCH INHIBITORÓW IDO

Indoloamino-2,3-dioksygenaza (IDO) jest jednym z enzymów immunosupresyjnych, odpowiada za degradację istotnego metabolicznie tryptofanu do kinureniny, która zaburza działanie limfocytów T [1]. IDO biorą udział zarówno w zachowaniu równowagi tryptofanowej, jak i w ochronie organizmu przed patogenami. Ulegają one też nadekspresji w komórkach układu odpornościowego skojarzonego z nowotworami (co prowadzi m.in. do uzyskania tolerancji immunologicznej guzów, np. w przypadku nowotworów jajnika, prostaty czy piersi), AIDS, czy chorobą Alzheimera. Zauważono korelację między słabymi rokowaniami dla pacjentów przyjmujących chemoterapię a podniesionymi poziomami IDO1, co czyni ten enzym obiecującym celem z perspektywy immunoterapii nowotworów [2].

Do inhibitorów IDO1 stosowanych w immunoterapii należą m.in. Indoximod lub Linrodostat. Przykłady te potwierdzają potencjalne użycie w chemoterapii, dlatego interesujące jest poszukiwanie nowych, specyficznych inhibitorów IDO1, przy jednoczesnym pominięciu blokowania układu hemowego (np. hemoglobiny). Podejście to jest istotne nie tylko z poziomu badań podstawowych, ale także klinicznych. PCC0208009, związek otrzymany przez Bristol-Myers Squibb w oparciu o strukturę *N,N'*-diarylomocznika, jest jednym z przykładów sukcesu w poszukiwaniu inhibitora

IDO1 – wykazuje zdolność do jego inhibicji w modelu raki szyjki macicy (linia komórkowa HeLa) [3]. Spośród wielu strategii, chemia biometaloorganiczna może być dogodnym narzędziem do sprostania wyzwaniom w projektowaniu niskocząsteczkowych inhibitorów ukierunkowanych na potencjalny cel (z uwzględnieniem wysokiej zdolności inhibicji przy zachowaniu dużej specyficzności). Idea wprowadzenia grupy ferrocenyłowej lub zastąpienia grupy fenyłowej grupą ferrocenyłową w biologicznie aktywnej cząsteczce (w tym przypadku inhibitorze IDO) może zwiększyć jej aktywność lub wprowadzić dodatkowy mechanizm działania [4].

W komunikacie przedstawiona zostanie koncepcja modyfikacji PCC0208009 oraz synteza ferrocenyłowych pochodnych tego związku.

Praca sfinansowana w ramach grantu IDUB UŁ Nr decyzji – 45/2021.

1. K. M. Mahoney et al., *Nat. Rev. Drug Discov.* 2015, 14, 561-584.
2. S. G. Awuah et al., *J. Am. Chem. Soc.* 2015, 137, 14854-14857.
3. D. K. Williams et al., *Bioorganic Med. Chem Lett.* 2018, 28, 732-736.
4. a) M. Patra et al., *Nat. Rev. Chem.* 2017, 1, 0066; b) A. Wieczorek et al., *ACS Med. Chem. Lett.* 2016, 7, 612-617.

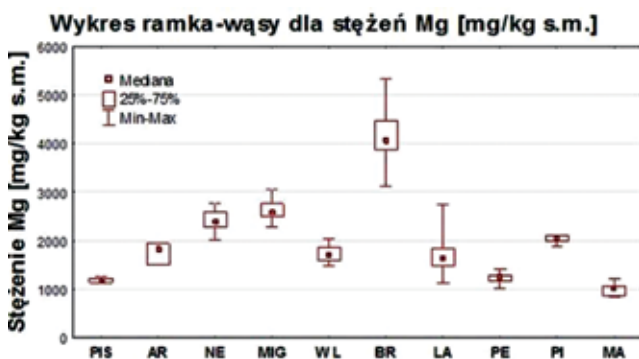
Jonasz Tadeusz Starkiewicz

Promotor: dr inż. Aleksandra Pawlaczyk

Instytut Chemii Ogólnej i Ekologicznej, Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka, ul. Żeromskiego 116, 90-924 Łódź

ANALIZA PORÓWNAWCZA SKŁADNIKÓW MINERALNYCH WYBRANYCH RODZAJÓW ORZECHÓW

Już od kilku lat widzimy w Polsce wzrost świadomości społeczeństwa w zakresie zdrowego stylu życia. Konsumenci coraz częściej przywiązują dużą wagę do utrzymania zróżnicowanej i dobrze zbilansowanej diety. Za wartościowe jej uzupełnienie uznawana jest tzw. superżywność, określająca produkty: pochodzenia roślinnego, które nie dostarczają do organizmu składników wpływających na gospodarkę cholesterolową, nieprzetworzone, stanowiące bogate źródło niezbędnych składników odżywczych. Wśród tej grupy



Rys. 1. Wykres ramka-wąsy dla stężeń Mg [mg/kg s.m.] uzyskanych dla różnych grup badanych próbek, gdzie PIS – pistacje, AR – orzeszki arachidowe, NE – nerkowce, MIG – migdały, WL – orzechy włoskie, BR – orzechy brazylijskie, LA – orzechy laskowe, PE – orzechy pekan, PI – pistacje, MA – orzechy makadamia.

Martyna Mistrzak

Promotor: dr inż. Anna Otlewska

Instytut Technologii Fermentacji i Mikrobiologii, Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności, Politechnika Łódzka, ul. Wólczańska 171/173, 90-530 Łódź

GENY ODPOWIEDZIALNE ZA BIOSYNTEZĘ KAROTENOIDÓW U BAKTERII

Mikroorganizmy stanowią nieograniczone źródło różnych barwników, w tym również karotenoidów. Karotenoidy bakterii stanowią grupę izoprenoidów, a proces ich syntezy zachodzi z difosforanu izopentenylu (IPP) i jego izomeru pirofosforanu dimetyloallilu (DMAPP) na szlaku mewanionu (MVA)

szczególne miejsce zajmują orzechy bogate w składniki mineralne, witaminy, jedno – i wielonienasycone kwasy tłuszczowe, błonnik pokarmowy, karotenoidy, polifenole i fitosterole. Orzechy cieszą się także zainteresowaniem z uwagi na reakcje uczuleniowe, które wywołują. Należą one do tzw. wielkiej dziewiątki produktów przyczyniających się do pojawienia alergii pokarmowych [1]. Celem pracy było ustalenie udziału wybranych składników mineralnych w 10 rodzajach orzechów pochodzących z różnych źródeł, wliczając w to sklepy z żywnością ekologiczną. Charakterystykę składu pierwiastkowego próbek dokonano po rozkładzie próbek metodą moką przy wykorzystaniu techniki optycznej spektroskopii emisyjnej ze wzbudzeniem w plazmie sprzężonej indukcyjnie (ICP-OES). Uzyskane wyniki ilościowe wskazują, że grupa orzechów brazylijskich cechuje się zupełnie odmiennym składem względem całej reszty badanych próbek, zawierając m.in. najwięcej Ba, Cu, Mg (Rys.1.), P, S, Se, Zn oraz najmniej Mn. Analiza PCA potwierdziła także, że ugrupowanie utworzone przez próbki pistacji leżało w bliskim sąsiedztwie próbek nerkowców, podobnie jak klastery orzechów włoskich zlokalizowany był w pobliżu orzechów pekan, co wynika z ich pokrewieństwa biologicznego.

1. N.P. Kalogiouri, N. Manousi, G.A. Zachariadis, Separations 2021, 8 (28), 1-11.



z bezpieczeństwa ich stosowania oraz wartościowych właściwości biologicznych, co powoduje, że stają się one atrakcyjną alternatywą ich syntetycznych odpowiedników [2].

Celem badań była detekcja i analiza genów zaangażowanych w biosyntezę karotenoidów u różnych szczepów bakterii Gram-dodatnich z rodzajów *Curtobacterium*, *Plantibacter* i *Rhodococcus*. Ze szczepów bakterii zdolnych do produkcji barwników karotenoidowych wyizolowano DNA genomowe, a jego analizę przeprowadzono techniką elektroforezy w 1% (w/v) żelu agarozowym w buforze 0,5×TBE. Geny zaangażowane w biosyntezę karotenoidów *crtB*, *crtE*, *crtI* i *crtY* amplifikowano metodą PCR z wykorzystaniem starterów opisanych w literaturze [3]. Dla każdej pary starterów dokonano optymalizacji warunków amplifikacji w oparciu o gradient temperatury przyłączania starterów (hybry-

dyzacji), a otrzymane produkty analizowano metodą elektroforezy. Po dobraniu odpowiednich warunków reakcji dokonano amplifikacji genów zaangażowanych w biosyntezę karotenoidów metodą real-time PCR.

W DNA badanych szczepów *Curtobacterium herbarum*, *Curtobacterium flaccumfaciens*, *Plantibacter flavus* i *Rhodococcus corynebacterioides* wykryto geny zaangażowane w biosyntezę karotenoidów, przy czym ich obecność była cechą zależną od badanego szczepu.

1. G.D. López, G. Álvarez-Rivera, C. Carazzone, E. Ibañez, C. Leidy, A. Cifuentes, *Crit. Rev. Anal. Chem.*, 2023, 53(6), 1239–126.

2. M.P. Narsing Rao, M. Xiao, W.J. Li, *Front. Microbiol.* 2017, 8, 1113.

3. X. Xiu, L. Tian, J. Xu, Ch. Xie, L. Jiang, H. Huang, *AMB Expr.* 2018, 8, 94.

Zofia Kornatowska

Promotor: **prof. dr hab. inż. Joanna Pietrasik**

Opiekun: **dr Ahmet Çetinkaya**

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

WOUND DRESSING MATERIALS WITH ANTIMICROBIAL PROPERTIES

Chronic, difficult-to-heal wounds pose a big challenge for both patients and healthcare professionals. The process of treating a wound where bacterial colonisation occurs is particularly difficult and dangerous, as pathogenic bacteria can stimulate the inflammatory process, hindering tissue regeneration [1]. Dressing materials, by forming a protective barrier separating the wound from the external environment, are an important line of defence against infections that threaten health and even life. The ideal dressing is an essential factor for fast wound healing. Suitable materials for dressing purposes should combine simplicity of use, ease of production and performance [2].

Among biomaterials for dressing purposes, polymeric gels are increasingly being considered for their properties, such as absorbing tissue exudate, retaining moisture in the wound environment, cooling the wound surface, having decent mechanical properties, allowing oxygen penetration and being able to be functionalised in terms of antimicrobial activity [3].

This study compares the influence of the synthetic methods on the intrinsic antimicrobial and viscoelastic parameters of the obtained hydrogels. Functionalization of dressing gels with cationic quaternary moieties responsible

for their antimicrobial properties provides biomaterials with excellent bactericidal properties [4]. 2-(Dimethyl amino)ethyl methacrylate monomer was quaternized with methyl iodide to give the prepared biomaterial its inherent bactericidal capabilities. Oligo(ethylene glycol) methyl ether methacrylate was chosen as the main monomer to meet biocompatibility and boost hydrophilicity. The wound dressing was obtained by the radical polymerization methods using an ethylene glycol dimethacrylate cross-linker. The degree of swelling and the viscoelastic properties of the synthesized materials were examined.

The contribution of Magdalena Lipinska, Ann-Kathrin Kissmann and Frank Rosenau is acknowledged.

1. A. Gupta, M. Kowalczyk, W. Heaselgrave, S. T. Britland, C. Martin, I. Radecka, *European Polymer Journal* 111 (2019) 134-151

2. R. Zhao, H. Liang, E. Clarke, C. Jackson, M. Xue, *Int. J. Mol. Sci.* 17.12 (2016) 2085

3. M. Farahani, A. Shafiee, *Advanced Healthcare Materials* 10.16 (2021) 2100477

4. A. Çetinkaya, A. K. Kissmann, M. Lipinska, M. Trzaskowska, J. Duniec, H. Katariya,... & J. Pietrasik, *European Polymer Journal* 205 (2024) 112758.



Michał Kaźmierczak

Promotor: **dr hab. inż. Anna Marzec, prof. uczelni**

Instytut Technologii Polimerów i Barwników, Wydział Chemiczny, 90-537 Łódź, ul. Stefanowskiego 16

SZTUKATERIE – PRÓBA ODTWORZENIA HISTORYCZNEJ TECHNOLOGII KOLOROWYCH STIUKÓW IMITUJĄCYCH MARMUR I ZBITE WAPIENIE

W ramach prowadzonych badań i analiz podjęto próbę zidentyfikowania składu historycznych próbek oraz zaprojektowano nowy skład odpowiadający bieżącym potrzebom technologicznym z zastosowaniem tradycyjnych metod dekoracyjnych w technice „stucco”.

Badania skoncentrowały się na analizie próbek po-branych z wybranych obiektów zabytkowych. Określony został ich skład ilościowy i jakościowy na podstawie m. in. badań petrograficznych, rentgenografii strukturalnej (XRD), skaningowej mikroskopii elektronowej SEM-EDS, analizie termogravimetrycznej (TGA) oraz analizie spektroskopii

w podczerwieni (FT-IR). Wyniki tych analiz pozwoliły na zaprojektowanie i opracowanie sposobu otrzymywania materiału do prac konserwatorskich, tj. uzupełnianie ubytków i rekonstrukcje. Po uzyskaniu zadowalających efektów, m.in. pod względem estetycznym, materiał został poddany badaniom pozwalającym określić jego właściwości fizykochemiczne i odporność na starzenie pod wpływem promieniowania słonecznego (UV) czy zmiennych temperatur i wilgotności. Do oceny stabilności koloru podczas procesu starzenia użyto analizy kolorymetrycznej w układzie pomiar zmiany barwy w układzie $L^*a^*b^*$ oraz połysku.

Sandra Chmiel

Promotor: **dr hab. Dariusz Guziejewski**

*Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii, Katedra Chemii Nieorganicznej i Analitycznej,
Zakład Analizy Instrumentalnej, ul. Pomorska 163/165, 90-236 Łódź*

POMIARY ELEKTROCHEMICZNE OBECNOŚCI GAZOWEGO JODU Z WYKORZYSTANIEM GRANICY TRÓJFAZOWEJ

Badania elektrochemiczne koncentrują się na kwestii przenoszenia ładunku na granicy faz. W większość eksperymentów stosuje się tradycyjny układ trójelektrodowy, w którym elektroda robocza, pomocnicza i odniesienia są razem zanurzone w roztworze elektrolitu podstawowego w naczynku elektrochemicznym. Jednakże można zauważyć rosnącą potrzebę na opracowanie alternatywnego układu pomiarowego, w którym elektroda robocza nie będzie zanurzona wraz z pozostałymi elektrodami. Taki układ nazywa się odwróconym naczynkiem elektrochemicznym [1]. Umożliwia on oznaczanie związków w fazie gazowej, ponieważ uzyskujemy granicę trójfazową gaz-przewodnik-ciało stałe-roztwór elektrolitu.

Celem moich badań było stworzenie dwóch układów pomiarowych, umożliwiających detekcję gazowego jodu. Oba układy opierają się na idei odwróconego naczynka elektrochemicznego, jednak są inaczej zbudowane. W pierwszym

układzie elektrody pomocnicza i odniesienia znajdują się w roztworze elektrolitu podstawowego, a całość znajduje się w naczynku zakończonym kapilarą. Poprzez krople wystającą z kapilary uzyskujemy kontakt z elektrodą roboczą. Jej powierzchnia uzyskuje w ten sposób potrójną granicę faz. W drugim układzie również elektrody pomocnicza i odniesienia znajdują się w roztworze elektrolitu podstawowego, a elektroda robocza znajduje się na powierzchni roztworu, co także umożliwia uzyskanie trójstyku.

Prowadzone badania z wykorzystaniem woltamperometrii cyklicznej wykazały, że opisywane układy umożliwiają detekcję jodu w fazie gazowej. To nowatorskie podejście stwarza nowe możliwości dla szybkiego i efektywnego oznaczania związków chemicznych.

1. N.Salih, L. Stojanov, V. Mirceski, *Know. It. J.*, 2021, 47/3, 419-423



Alicja Mitura

Promotor: dr inż. Aleksandra Pawlaczyk

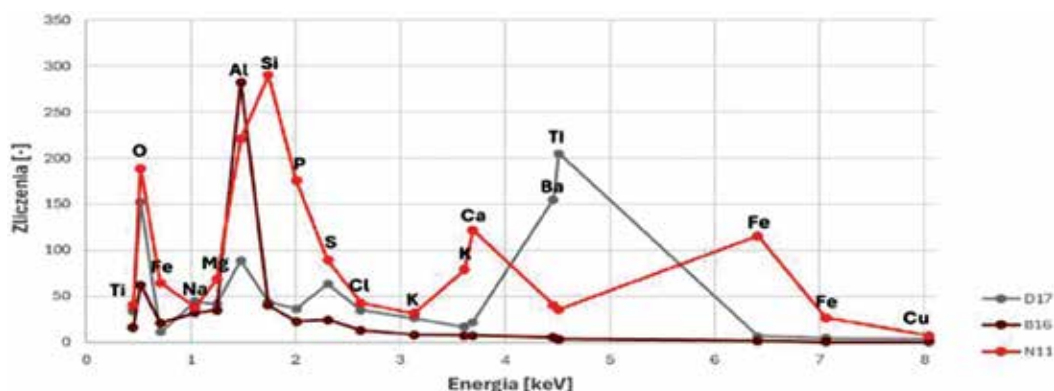
Instytut Chemii Ogólnej i Ekologicznej, Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka, ul. Żeromskiego 116, 90-924 Łódź

ANALIZA ROZMAZÓW WYBRANYCH KOSMETYKÓW ZA POMOCĄ TECHNIK NIENISZCZĄCYCH

W dochodzeniach karnych, zwłaszcza w sprawach dotyczących przestępstw przeciwko kobietom, istnieje duże prawdopodobieństwo ujawnienia kosmetyków, tj. szminki. Ze względu na powszechność użytkowania tego produktu, może on łatwo zostać przeniesiony na różne przedmioty. Należy jednak pamiętać, że wartość dowodowa śladów kosmetyków będzie zależała od okoliczności ich znalezienia oraz od użytej techniki badań. W analizach rozmazów kosmetyków preferowane są metody nieniszczące, pozwalające na wykrywanie śladowych ilości substancji [1]. Celem pracy było porównanie możliwości analitycznych technik badania powierzchni: skaningowej mikroskopii elektronowej z mikroanalizą rentgenowską (SEM-EDS) oraz spektroskopii emisyjnej ze wzbudzeniem laserowym (LIBS) w analizie porównawczej rozmazów szminek na podłożu papierowym dla potrzeb kryminalistyki względem

parametrów tj. kolor czy producent w oparciu o znormalizowane dane o charakterze półilościowym. Badaniom poddano łącznie 57 próbek szminek pochodzących z rynku polskiego po ich uprzednim naniesieniu na bibułę filtracyjną. Badania wykazały, że technika LIBS, z uwagi na lepszą czułość w stosunku do techniki SEM-EDS, pozwala wykryć większą liczbę pierwiastków w badanych rozmazach, przy czym ogólne wnioskowanie jest dla obu technik zbliżone, bowiem zaobserwowano występowanie tych samych zależności w składzie porównywanych próbek. Zebrane widma dowiodły obecności różnic istotnych statystycznie w składzie pierwiastkowym analizowanych rozmazów względem parametrów tj. producent (Rys.1.), przy czym technika LIBS cechowała się większą mocą dyskryminacji.

1. R. Chopi, S. Sharma, S. Sharma, R. Singh, *Forensic Chemistry* 2019, 14, 1-11



Rys. 1. Analiza porównawcza składu pierwiastkowego rozmazów szminek w kolorze czerwonym trzech różnych firm na podstawie danych półilościowych uzyskanych techniką SEM-EDS dla wybranego zakresu energii [keV].

Angelika Gruszczyńska

Promotorzy: : prof. dr hab. inż. Dariusz Bieliński / prof. dr hab. inż. Jadwiga Łukaszewicz

Opiekun: dr inż. Tomasz Gozdek

Wydział Chemiczny, Instytut Technologii Polimerów i Barwników PŁ ul. Stefanowskiego 16, 90-537 Łódź

TECHNIKI MAZERUNKU – TEORIA I PRAKTYKA

Technika zdobnicza, znana jako mazerowanie lub fladrowanie, polegająca na imitowaniu usłojenia drewna, używana jest w różnych dziedzinach rzemiosła artystycznego.

Najczęściej jednak dotyczy ona meblarstwa [1]. Historia techniki sięga starożytnych czasów, znana i praktykowana była w Egipcie. W XVI wieku wstępowała już w Europie,

gdzie stopniowo ewoluowała, aby osiągnąć szczytową popularnością na przełomie XIX i XX wieku. W tym czasie powstało wiele podręczników, głównie w języku niemieckim [2]. Technika ta została wyparta przez technologię nadruku, przetrwała jednak w zabytkach oraz tradycji rzemieślniczej.

Obecnie zauważa się wiele błędów wykonawczych przy pracach konserwatorskich dotyczących opracowywania zabytkowych powierzchni wykonanych w tej technice. Także konserwatorzy borykają się z brakiem jednolitego ugruntowania wiedzy z historycznych technologii [3]. W ramach pracy opracowano stan badań na temat tradycyjnych oraz współczesnych technologii opracowywania powierzchni elementów drewnianych w technice mazerunku. Podjęto próby odtworzenia technologii mazerunku technikami tradycyjnymi

i współczesnymi. Obecnie trwają badania nad próbkami, których efekty będzie można podziwiać w przyszłości.

1. K. Kubalska-Sulkiewicz, M. Bielska-Łach, A. Manteuffel-Szarota, „*Słownik terminologiczny sztuk pięknych*”, Warszawa 2003, s. 252.

2. P. van der Burg, „*Die Holz und Marmormalerei: praktisches Handbuch für Dekoretionsmaller zur Erkennung der bezuglichen Methode, wie sie in der Malerscjule des Verfassers uns praktisch gelehrt wird*” Weimar, 1895

3. L. Tymińska-Widmer, „*Technika mazerunku w zdobieniu sprzętów kościelnych. Zagadnienia technologiczne, funkcjonalne i konserwatorskie*”, 321–328. Zabytkowa stolarka we wnętrzach sakralnych i jej problematyka konserwatorska, red. Janusz Krawczyk. Toruń: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, 2010.

Agnieszka Hejduk

Promotor: **prof. dr hab. inż. Robert Klewicki**

Opiekun: **dr hab. inż. Michał Sójka**

Politechnika Łódzka, Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności, Instytut Technologii i Analizy Żywności, ul. Stefanowskiego 2/22, 90 – 537 Łódź

CHROMATOGRAFIA WYKLUCZANIA JAKO TECHNIKA SEPARACJI ELAGOTANIN W EKSTRAKTACH POZYSKANYCH Z WYTŁOKÓW OWOCÓW JAGODOWYCH

Technika oczyszczania ekstraktów polifenolowych oparta jest na złożach adsorpcyjnych, np. Amberlite XAD oraz na złożach żelowych tj. Toyopearl HW-40 F [1,2]. Technika wykorzystująca złoża żelowe to tzw. chromatografia wykluczania (ang. SEC – Size Exclusion Chromatography), polegająca na rozdzielaniu cząsteczek wg ich rozmiaru. W odróżnieniu do złożów adsorpcyjnych, złoża żelowe umożliwiają oddzielenie elagotanin od innych grup polifenoli oraz związków monomerycznych od oligomerów. Eluenty najczęściej stosowane do oczyszczania ekstraktów to wodne roztwory alkoholi (metanol, etanol) i aceton. Dodatkowo, rozdzielaniu elagotanin od innych polifenoli sprzyja stopniowe zmniejszanie polarności eluentu [3].

W pracy przedstawiono oczyszczanie ekstraktów pozyskanych z ośmiu rodzajów różnych wytlóków owoców jagodowych. Ekstrakty pozyskano wykorzystując trójstopniową ekstrakcję acetonową z dalszym oczyszczeniem na złożu Amberlite XAD 1600 N, a następnie z wykorzystaniem techniki SEC. Podczas chromatografii wykluczania zastosowano frakcjonowanie metanolem (30 i 70% v/v) oraz acetonem

(30 i 70% v/v).

W 100 g liofilizowanych ekstraktów acetonowych pozyskanych powyższą techniką oznaczono elagotaniny, antocyjany i flawanole w ilości odpowiednio 12 – 75 g, 0 – 0,5 g i 4 – 18 g. Z kolei w 100 g ekstraktów metanolowych stężenie elagotanin, antocyjanów i flawanoli wyniosło odpowiednio 0 – 1 g, 0,1 – 36 g i 0,7 – 7 g.

W wyniku oczyszczania ekstraktów na złożu SEC możliwe było uzyskanie dwóch ekstraktów: jednego bogatego w elagotaniny i drugiego bogatego w antocyjany oraz związki flawanolowe. Zastosowanie techniki wykluczania pozwoliło na efektywne oddzielenie elagotanin od antocyjanów i częściowo od flawanoli.

1. García-Estévez, i. i in., *Analytica Chimica Acta*, 2010, 660, 171-176.

2. Jurgoński, A. i in., *European Journal of Nutrition*, 2015, 56, 853-864.

3. Salminen, J.-P. i in., *Functional Ecology*, 2011, 25, 325-338.



Anna Cabaj-Wieloch

e-mail: anna.cabaj@p.lodz.pl

Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka

Nagrody w XV edycji konkursu im. prof. Osmana Achmatowicza

Kapituła Nagrody im. prof. Osmana Achmatowicza pod przewodnictwem prof. Osmana Achmatowicza, wyłoniła najlepsze prace dyplomowe wykonane na Wydziale Chemicznym Politechniki Łódzkiej w roku akademickim 2022/2023 w ramach XV edycji Konkursu.

Konkurs o Nagrodę im. prof. Osmana Achmatowicza obejmuje prace dyplomowe obronione na Wydziale Chemicznym Politechniki Łódzkiej w danym roku akademickim, zgodnie z regulaminem konkursu. Główne cele przedsięwzięcia to promowanie najlepszych absolwentów, doskonalenie jakości prac dyplomowych oraz propagowanie tematyki badawczej realizowanej przez naukowców z Wydziału Chemicznego.

Kapituła Nagrody im. prof. Osmana Achmatowicza, pod przewodnictwem prof. Osmana Achmatowicza, przyznała nagrody za najlepsze prace dyplomowe obronione na Wydziale Chemicznym Politechniki Łódzkiej w roku akademickim 2022/2023. Z końcem kwietnia 2024 r. Kapituła Konkursu wybrała najlepsze prace dyplomowe wykonane na Wydziale Chemicznym Politechniki Łódzkiej w roku akademickim 2022/2023 w ramach XV edycji Konkursu.

Za najlepszą pracę, w kategorii: najlepsza magisterska praca dyplomowa, nagrodzono pracę **mgr inż. Aleksandry Budzyńskiej**, pt. „Synteza pochodnych Altretaminy sprzężonych z izotiocyanianoalkilofosfonianami jako potencjalnych związków o właściwościach przeciwnowotworowych” wykonaną pod kierunkiem dr inż. Łukasza Janczewskiego.

W kategorii najlepsza inżynierska praca dyplomowa, nagrodzono pracę **inż. Jakuba Ossowskiego**, pt. „Wykorzystanie hydrazonowej aktywacji pochodnych antracenu w asymetrycznej reakcji Dielsa-Aldera” wykonaną pod kierunkiem prof. dr. hab. inż. Łukasza Albrechta.

Uchwała została podjęta przez Kapitułę Konkursu kadencji 2020-2024 w składzie: prof. dr hab. Osman Achmatowicz – Przewodniczący Kapituły oraz Członkowie: prof. dr hab. inż. Łukasz Albrecht, dr inż. Jacek Michałak (ATLAS Sp. z o.o.), prof. dr hab. inż. Beata Kolesińska, dr hab. inż. Agnieszka Ruppert, dr hab. inż. Marcin Kozanecki, prof. dr hab. inż. Piotr Ulański, prof. dr hab. inż. Krzysztof Strzelec oraz Marek Wośko (POLFARMEX S.A.). Laureaci otrzymali



Uczestnicy wręczenia nagród XV edycji konkursu im. prof. Osmana Achmatowicza, fot. T. Wochna

dyplomy, medale oraz gratyfikacje pieniężne, które stanowią wyraz uznania za ich wyjątkowe osiągnięcia naukowe.

Prace zgłoszone na XV edycję Konkursu oprócz członków Kapituły pod przewodnictwem prof. dr hab. Osmana Achmatowicza, oceniali również profesorowie z innych jednostek naukowych: prof. dr hab. Józef Drabowicz (Centrum Badań Molekularnych i Makromolekularnych Polskiej Akademii Nauk), dr hab. Agnieszka Olejniczak, prof. (Centrum Badań Molekularnych i Makromolekularnych Polskiej Akademii Nauk), prof. dr hab. Lucjan Chmielarz, (Uniwersytet Jagielloński w Krakowie), prof. dr hab. Grzegorz Młostoń, (Uniwersytet Łódzki), prof. dr hab. inż. Piotr Izak, (Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie), prof. dr hab. Ewa Klugmann-Radziemska (Politechnika Gdańska).

Sponsorami nagród były firmy: **ATLAS Sp. z o.o.** (nagroda pieniężna za najlepszą pracę inżynierską) oraz **POLFARMEX S.A.** (nagroda pieniężna za najlepszą pracę magisterską).

XV edycja Konkursu im. prof. Osmana Achmatowicza potwierdziła wysoki poziom prac dyplomowych przygotowywanych przez studentów Wydziału Chemicznego Politechniki Łódzkiej. Dzięki tego typu inicjatywom możliwe jest nie tylko wyróżnianie najlepszych absolwentów, ale także inspirowanie kolejnych pokoleń naukowców do dalszej pracy badawczej i rozwoju w dziedzinie chemii. ●

Andrzej Żarczyński

e-mail: andrzej.zarczyński@p.lodz.pl

Instytut Chemii Ogólnej i Ekologicznej, Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka

Nagrody w Konkursie im. prof. Jerzego I. Skowrońskiego

Wyniki konkursu, spotkanie w Politechnice Wrocławskiej i nagrody

W dniu 19 stycznia br. odbyła się uroczystość wręczenia nagród i dyplomów w ogólnopolskiej XXXIII edycji Konkursu im. Profesora Jerzego I. Skowrońskiego na najlepszą pracę dyplomową z zakresu elektrotechnologii, wysokich napięć lub materiałów elektrotechnicznych dla absolwentów wyższych uczelni, obronioną w roku akademickim 2022-2023. Nagrodę trzeciego stopnia przyznano inż. Albertowi Berentowi z Wydziału Chemicznego Politechniki Łódzkiej (PŁ) za pracę inżynierską pt. *Zaprojektowanie na obrzeżu Łodzi instalacji PV o mocy 10 MW połączone z oceną możliwości doboru paneli fotowoltaicznych* – wykonaną pod kierunkiem dr inż. Andrzeja Żarczyńskiego z Instytutu Chemii Ogólnej i Ekologicznej PŁ. Jeszcze przed ogłoszeniem Konkursu, w dniach 22-23 kwietnia 2023 r. inż. Albert Berent pracę tę prezentował zdalnie podczas XI edycji Konferencji Młodych Naukowców nt. Dokonania Naukowe Doktorantów – Wielka Sesja Posterowa [1], a w pierwszej połowie 2024 r. częściowo opublikował w czasopiśmie Elikzir we współautorstwie z piszącym te słowa [2].

Jednak w tym miejscu należy zaakcentować sukces Politechniki Łódzkiej w wyżej wymienionym Konkursie, bowiem laureatem nagrody pierwszego stopnia został inż. Wiktor Kunikowski z Wydziału Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki PŁ za pracę pt. *Wpływ długości przerwy układu modelowego o polu quasi – nierównomiernym na napięcie przebicia przy uwzględnieniu różnych cieczy izolacyjnych*, wykonaną pod kierunkiem dr. hab. inż. Pawła Różgi, prof. PŁ i opieką dr. inż. Bartłomieja Pasternaka, obaj z Instytutu Elektroenergetyki PŁ.

Pozostałe miejsca na podium Konkursu zajęli absolwenci innych wiodących uczelni polskich: mgr inż. Dawid Dębiński – nagroda drugiego stopnia za pracę pt. *Wykorzystanie mikroinstalacji fotowoltaicznej, pompy ciepła, samochodu elektrycznego i hybrydowego oraz magazynu energii w obliczu zagadnienia smart grid na przykładzie domu jednorodzinnego*, Politechnika Poznańska, Instytut Elektroenergetyki, opiekun pracy: dr hab. inż. Krzysztof Siodła, prof. Politechniki Poznańskiej oraz mgr inż. Dawid



Rys. 1. Laureaci XXXIII edycji Konkursu im. Prof. Jerzego I. Skowrońskiego. W środku inż. Wiktor Kunikowski, a po jego prawej stronie inż. Albert Berent, fot. A. Żarczyński

Kotowski, nagroda trzeciego stopnia (równorzędna) za pracę pt. *Układ regulacji ze sprzężeniem od wektora stanu i sygnału zakłócenia dla trójfazowego przekształtnika napięcia*, Politechnika Warszawska, Instytut Sterowania i Elektroniki Przemysłowej, opiekun pracy: dr hab. inż. Arkadiusz Kaszewski. Ponadto wyróżnienie otrzymał: mgr inż. Karol Bednarz, za pracę pt. *Modelowanie, pomiary oraz programowanie układów memrystorowych*, Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej, opiekun pracy: dr inż. Bartłomiej Garda [3].

Ogłoszenie, przebieg, finał i geneza Konkursu

Konkurs został ogłoszony we wrześniu 2023 r., a wersje elektroniczne prac dyplomowych i stosowne formularze konkursowe były przyjmowane do 16 października 2023 r. Po sprawdzeniu kompletności zgłoszeń prac dyplomowych – inżynierskich i magisterskich, a następnie ich zrecenzowaniu przez powołanych w konkursie Recenzentów z kilku uczelni, w dniu 15 grudnia 2023 roku odbyło się posiedzenie Komisji Nagród XXXIII edycji Konkursu w składzie: dr hab. inż. Andrzej Sikora, prof. Politechniki Wrocławskiej – przewodniczący, dr hab. inż. Krzysztof Siodła, prof. Politechniki Poznańskiej oraz dr hab. inż. Maciej Jaroszewski, prof. PW – sekretarz. Komisja po zapoznaniu się z ocenami otrzymanymi od Recenzentów wyłoniła laureatów oraz przyznała



nagrody i dyplomy [4]. Laureatom oraz ich promotorom przybyłym do gmachu Wydziału Elektrycznego Politechniki Wrocławskiej, wręczyli je organizatorzy Konkursu na czele z przewodniczącym – dr hab. inż. Andrzejem Sikorą, prof. PWR. Następnie laureaci przedstawili zebrany zakres prac dyplomowych i ich główne osiągnięcia.

Od lat organizatorem opisywanego Konkursu jest Polski Komitet Materiałów Elektrotechnicznych (PKME) oraz Stowarzyszenie Elektryków Polskich (SEP) – Oddział Wrocławski. Celem Konkursu jest rozwijanie nowoczesnej krajowej elektrotechnologii i materiałoznawstwa elektrotechnicznego, m. in. dla uczczenia pamięci Profesora Jerzego I. Skowrońskiego, twórcy polskiej szkoły materiałoznawstwa elektrotechnicznego. Fundatorami nagród w opisywanym Konkursie byli: Oddział Wrocławski SEP, firma BioEngineering.pl oraz Koło SEP nr 1 we Wrocławiu.

Szczegółowe informacje o wynikach Konkursu i fotografie z uroczystości wręczenia nagród oraz dyplomów w dniu 19 stycznia 2024 r. znajdują się w Internecie [3, 4] oraz w publikacji [5].

Literatura

[1] Berent A., Żarczyński A., 2023, Wstępny projekt instalacji energetycznej PV o mocy 10 MW na obrzeżu Łodzi, s. 15, Materiały Konferencji Młodych Naukowców nt. Dokonania Naukowe Doktorantów edycja XI – Wielka Sesja Posterowa, online, 22-23.04.2023 r., Streszczenia wystąpień, Centrum Konferencji: Kraków, Wydawnictwo CREATIVETIME, Kraków.

[2] Berent A., Żarczyński A., 2023, Wstępny projekt instalacji energetycznej PV o mocy 10 MW na obrzeżu Łodzi – aspekty techniczne, lokalizacyjne, ekonomiczne i ekologiczne, Eliksir, 12, 25-32.

[3] Sikora A., 2024, Wręczenie nagród w XXXIII edycji konkursu prac dyplomowych o nagrodę im. Prof. Jerzego Skowrońskiego, Portal SEP Wrocław, <https://www.sep.wroc.pl/wreczenie-nagrod-w-xxxiii-edycji-konkursu-prac-dyplomowych-o-nagrade-im-prof-jerzego-skowrońskiego/>, 09.09.2024.

Dr inż. Łukasz Janczewski

Przewodniczący Komisji ds. Promocji Wydziału Chemicznego

e-mail: lukasz.janczewski@p.lodz.pl

Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka

Zielona Chemia w EC1, czyli wszystko o II Łódzkiej Nocy Naukowców

27 września 2024 r. w Centrum Nauki i Techniki EC1 w Łodzi odbyła się druga edycja Łódzkiej Nocy Naukowców, do współorganizacji której zaproszono największe jednostki naukowe z Łodzi: Politechnikę Łódzką, Uniwersytet Łódzki,



Rys. 2. Skan dyplomu nagrody 3. Stopnia w Konkursie im. Prof. Jerzego I. Skowrońskiego otrzymanej przez inż. Alberta Berenta

jerzego-skowrońskiego/, 09.09.2024.

[4] Portal PKME SEP, XXXIII Konkurs Prac Dyplomowych o nagrodę im. Profesora Jerzego I. Skowrońskiego, <https://pkmesep.wixsite.com/pkme/xxxiii-edycja>, 09.09.2024.

[5] Różga P. (red.), 2024, Nagroda dla studenta ze Studenckiego Koła SEP w Konkursie im. Profesora Jerzego I. Skowrońskiego, Biuletyn Techniczno-Informacyjny Oddziału Łódzkiego SEP, 1(101), 33. ●



Politechnikę Łódzką reprezentował Wydział Chemiczny oraz Wydział Mechaniczny. Pracownicy, doktoranci oraz studenci Wydziału Chemicznego, w Laboratorium Zielonym, zorganizowali warsztaty chemiczne, z ćwiczeniami laboratoryjnymi ukazującymi różne oblicza chemii. Wydział Mechaniczny reprezentował prof. Łukasz Kaczmarek, który wygłosił wykład, pt.: „Czy węgiel z roślin zrewolucjonizuje energetykę i medycynę, a może pozwoli podbić kosmos?” oraz Studenckie Koło Naukowe Druku 3D.

Uczestnicy Nocy Naukowców samodzielnie wykonywali przygotowane przez pracowników, doktorantów i studentów Wydziału Chemicznego doświadczenia, co spotkało się z dużym entuzjazmem szczególnie najmłodszych adeptów chemii. Jakże to były doświadczenia? Pracownicy Instytutu Chemii Organicznej przygotowali warsztaty z izolowania kwasów nukleinowych z cebuli, wymagające homogenizacji próbki, a następnie ekstrakcji, inkubacji oraz strącenia kwasów nukleinowych.



Rys. 1. Izolowanie kwasów nukleinowych z cebuli (I-32),
fot. M. Schmidt

Przedstawiciele Instytutu Technologii Polimerów i Barwników oraz Studenckiego Koła Naukowego „Polimer” zaproponowali młodym eksperymentatorom wytworzenie pochodzącego z Tajwanu „bubble tea” w oparciu o występujące w przyrodzie polimery i związki barwne. Natomiast zespół pracowników i doktorantów z Instytutu Chemii Ogólnej i Ekologicznej umożliwił zwiedzającym wcielenie się w postać chemicznego detektywa i rozwiązywanie chemicznych zagadek, takich jak: identyfikacja metali na podstawie ich właściwości fizyko-chemicznych, identyfikacja związków chemicznych poprzez proste reakcje barwne czy określenie pH produktów spożywczych i środków chemii gospodarczej.

Połączone zespoły pracowników Katedr Fizyki Molekularnej oraz Międzyresortowego Instytutu Techniki Radiacyjnej zaproponowały uczestnikom imprezy naukowej wytwarzanie hydrożelowych kapsułek z alginianu sodu oraz



Rys. 2. Bubble tea (I-33), fot. Ł. Janczewski



Rys. 3. Chemiczny detektyw (I-31), fot. M. Schmidt



Rys. 4. Wytwarzanie kapsułek hydrożelowych (I-34 i K-31),
fot. Ł. Janczewski



enkapsulowanie różnych związków chemicznych, a otrzymane produkty „młodzi naukowcy” mogli analizować pod mikroskopem optycznym.

W Maszynowni EC1 zorganizowano również stoisko promocyjne Wydziału Chemicznego, gdzie osoby zainteresowane chemią i studiowaniem na Wydziale Chemicznym mogły porozmawiać z naszymi pracownikami, natomiast najmłodszym uczestnikom Nocy Naukowców wręczano wydziałowe gadżety: breloczki, długopisy oraz ołówki.



Rys. 5. Stoisko promocji Wydziału Chemicznego PŁ, fot. M. Schmidt

Warsztaty przygotowane przez Wydział Chemiczny były dostępne dla każdego: dzieci, młodzieży oraz dorosłych, a każdy z uczestników miał możliwość samodzielnego wykonania przygotowanych doświadczeń. Wśród zwiedzających można było spotkać Panią Dziekan Wydziału Chemicznego prof. Małgorzatę Iwonę Szyńkowską-Jóźwik oraz Prorektora ds. Nauki prof. Łukasza Albrechta z rodziną.

W ramach tegorocznej Nocy Naukowców chcieliśmy zaprezentować zwiedzającym tematyki badań jakie realizujemy na Wydziale Chemicznym, ale przede wszystkim zainteresować dzieci i młodzież chemią. „Odczarowanie” chemii, aby przestała być kojarzona z czymś trudnym i nudnym, a zaczęła być postrzegana jako niezwykle ciekawa, pasjonująca i kolorowa dziedzina nauki, było celem przygotowanych przez nas warsztatów. Do tego wystarczą tylko odpowiednie osoby,

które potrafią zainteresować chemią, a pracownicy Wydziału Chemicznego Politechniki Łódzkiej do takich osób zdecydowanie należą – mówi Pani Dziekan Wydziału Chemicznego prof. Małgorzata Iwona Szyńkowska-Jóźwik.

Z pełną odpowiedzialnością można stwierdzić, że pracownicy Wydziału Chemicznego zrealizowali swój cel i przekonali do chemii uczestników imprezy, czego dowodem były uśmiechnięte buzie dzieci oraz zadowolona młodzież wykonująca doświadczenia. Żeby jeszcze bardziej zwrócić uwagę uczestników Nocy Naukowców na „zielone” aspekty chemii, cała wydziałowa obsada laboratorium ubrana była w limonkowe fartuchy z logo Wydziału, dzięki czemu jeszcze bardziej wyróżniali się na tle zespołów badawczych z innych uczelni.

Bardzo dziękujemy organizatorom za możliwość uczestniczenia w II Łódzkiej Nocy Naukowców. Dziękujemy także wszystkim pracownikom, doktorantom oraz studentom za zaangażowanie w imprezę oraz popularyzację nauki. Dziękujemy przede wszystkim tym, którzy zechcieli uczestniczyć w II Łódzkiej Nocy Naukowców i poznawać z nami fascynujący świat chemii!

Wszystkie osoby, które chciałyby uzyskać więcej informacji o Wydziale Chemicznym zapraszamy na stronę www.chemia.p.lodz.pl. Jesteśmy także na YouTube, Facebooku oraz Instagramie.



Rys. 6. Noc Naukowców, fot. Ł. Janczewski



Rys. 7. Kody QR przekierowujące na: Instagram (7a), Facebook (7b) oraz stronę internetową Wydziału Chemicznego PŁ (7c)

Dr inż. Łukasz Janczewski

Przewodniczący Komisji ds. Promocji Wydziału Chemicznego

e-mail: lukasz.janczewski@p.lodz.pl

Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka

II Debata Naukowa na Wydziale Chemicznym

PŁ: „Plastik: błogosławieństwo czy przekleństwo dla planety”

W ostatni piątek listopada 2024 r. w auli im. Profesora Tadeusza Paryjczaka w Alchemium na Wydziale Chemicznym Politechniki Łódzkiej odbyła się Druga Debata Naukowa, w której udział wzięły dwie sześciuosobowe drużyny uczniów, reprezentujących I Liceum Ogólnokształcące im. Jarosława Dąbrowskiego z Tomaszowa Mazowieckiego oraz Centrum Kształcenia Zawodowego i Ustawicznego w Łodzi (CKZiU). W auli, oprócz kolegów i koleżanek wspierających swoje szkolne drużyny, byli również obecni uczniowie z Liceum Ogólnokształcącego im. Bolesława Prusa ze Skierkowiec, uczestniczący w tym dniu w warsztatach zorganizowanych przez Instytut Chemii Organicznej, Katedrę Fizyki Molekularnej oraz Instytut Technologii Polimerów i Barwników. Współorganizatorami debaty byli pracownicy oraz doktoranci z Instytutu Technologii Polimerów i Barwników, a temat debaty, z którym musieli się zmierzyć uczniowie, brzmiał: „*Plastik jako niezbędny element współczesnego postępu technologicznego: błogosławieństwo czy przekleństwo dla planety?*” Marszałkiem, czyli gospodarzem debaty czuwającym nad jej prawidłowym przebiegiem, był dr Łukasz Janczewski, organizator debaty.

Zgodnie z regulaminem debaty drużyny musiały wyrazić swoją opinię na dwie wylosowane tezy spośród sześciu, podanych im wcześniej do wiadomości. Pierwsza z wylosowanych tez: „*Czy odpowiedzialność za redukcję plastikowych odpadów powinna spoczywać bardziej na konsumentach czy na producentach, a może na rządach i regulacjach prawnych?*”, przysporzyła uczniom sporo problemów. Drużyna „Propozycji” z CKZiU udawała, że odpowiedzialność powinna być po stronie konsumentów, natomiast drużyna „Opozycji” z I LO z Tomaszowa Mazowieckiego była zdania, że redukcją plastikowych odpadów systemowo powinny zająć się rządy. Druga wylosowana teza: „*Czy materiały polimerowe są nam potrzebne?*” okazała się dla uczestników łatwiejsza do dyskusji. Drużyna z I LO z Tomaszowa Mazowieckiego,



Rys. 1. Marszałek i drużyna z I LO z Tomaszowa Mazowieckiego, fot. P. Kuwerska

która tym razem była stroną „Propozycji”, broniła tezy, że materiały polimerowe są nam potrzebne, natomiast przeciwne zdanie mieli uczniowie z CKZiU, którzy uważali, że materiały polimerowe można zastąpić przez materiały naturalne, np. drewno czy szkło.



Rys. 2. Drużyna z CKZiU, fot. P. Kuwerska



Po zakończeniu drugiej rundy debaty, jury w składzie: prodziekan ds. studenckich dr hab. inż. Izabela Witońska, prof. uczelni, dr hab. inż. Aleksandra Smejda-Krzewnicka oraz dr hab. inż. Anna Strąkowska, udało się na naradę. W czasie oczekiwania na wyniki, wykład dla uczniów dotyczący polimerów biodegradowalnych wygłosiła dr hab. inż. Anna Masek, prof. uczelni z Instytutu Technologii Polimerów i Barwników. Po zakończeniu interesującego wykładu, dr hab. inż. Izabela Witońska, prof. uczelni, podła werdykt w imieniu jury, według którego debatę minimalną różnicą punktów wygrało I Liceum Ogólnokształcące im. Jarosława Dąbrowskiego z Tomaszowa Mazowieckiego. Wszyscy uczestnicy debaty otrzymali nagrody ufundowane przez Dział Promocji Politechniki Łódzkiej oraz Wydział Chemiczny PŁ.



Rys. 3. Zwycięska drużyna z I LO z Tomaszowa Mazowieckiego, fot. M. Binczarski

Uczestnicy debaty oraz kibicujący im koledzy i nauczyciele mogli również poeksperymentować oraz porozmawiać o studiowaniu na Wydziale Chemicznym PŁ z przedstawicielami Studenckich Kół Naukowych „Nano”, „Trotyl” oraz „Polimer”, a także zobaczyć ciekawe materiały polimerowe, przygotowane przez pracowników i doktorantów Instytutu Technologii Polimerów i Barwników. W przerwach przeznaczonych na naradę drużyn, kilka słów o historii Wydziału Chemicznego, kadrze i jej osiągnięciach naukowych, a także

ofercie edukacyjnej powiedziała prodziekan ds. studenckich dr hab. inż. Izabela Witońska.

– *Dzisiejsza Debata Naukowa była już drugim tego rodzaju wydarzeniem, zorganizowanym dla uczniów szkół średnich przez pracowników Wydziału Chemicznego. Dążymy do tego, aby Debaty Naukowe były cyklicznie organizowane tak, aby w przyszłości można było zorganizować Szkolną Ligę Debat Chemicznych. Wierzymy, że taka drużynowa forma dyskusji młodzieży na tematy chemiczne, która na etapie przygotowań angażuje całą społeczność uczniowską i nauczycieli w szukanie trafnych argumentów, może być skuteczna w uczeniu się chemii. Wizyta uczniów na Politechnice Łódzkiej, samodzielne wykonywanie doświadczeń i możliwość porozmawiania z nauczycielami akademickimi i studentami, są dobrą formą promocji studiów na kierunkach chemicznych. Bardzo dziękuję pracownikom Wydziału za przygotowanie i sprawne przeprowadzenie Debaty.* – podsumowała Debatę dr hab. inż. Izabela Witońska, prof. uczelni.



Rys. 4. II Debata Naukowa Wydziału Chemicznego PŁ, fot. P. Kuwerska

Pierwsza Debata Naukowa Wydziału Chemicznego Politechniki Łódzkiej odbyła się 1 marca 2024 r. między drużyną z Publicznego Liceum Ogólnokształcącego Politechniki Łódzkiej, a drużyną z XXVI Liceum Ogólnokształcącego z Łodzi. Debata dotyczyła celowości budowy elektrowni jądrowej w Polsce, a współorganizatorami debaty byli pracownicy z Międzyresortowego Instytutu Techniki Radiacyjnej Politechniki Łódzkiej. Jury oceniło wówczas, że trafniejsze argumenty przedstawiła drużyna z XXVI LO.

Już teraz zapraszamy wszystkie chętne szkoły na III Debatę Naukową Wydziału Chemicznego. Informacje odnośnie tematu debaty oraz jej terminu zostaną niedługo zamieszczone na naszej stronie internetowej www.chemia.p.lodz.pl oraz naszych mediach społecznościowych.

Dr inż. Łukasz Janczewski

Przewodniczący Komisji ds. promocji Wydziału Chemicznego

e-mail: lukasz.janczewski@p.lodz.pl

Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka

Świąteczne piosenki na Wydziale Chemicznym

Kto z nas nie lubi kolęd i piosenek świątecznych? Kiedy zbliża się okres Bożego Narodzenia i w radiu zaczynają lecieć świąteczne piosenki, większość słuchaczy podgłaśnia odbiornik i wspólnie z wykonawcą zaczyna śpiewać piosenkę. Tak samo jest z kolędami, które chętnie śpiewamy przy świątecznym stole, w kościele, czy nawet w drodze do pracy. Kolędy i piosenki świąteczne jednoznacznie kojarzą się nam ze Świętami Bożego Narodzenia i czasem spędzonym z rodziną, bliskimi i przyjaciółmi. Z czasem pełnym radości, ciepła i bliskości.

Taką świąteczną atmosferę na Wydziale Chemicznym stworzyli nam we wtorek 17 grudnia studenci, doktoranci i pracownicy Wydziału, organizując w auli im. Prof. Paryczaka w Alchemium Wydziałowy Koncert Piosenek Świątecznych. W specjalnie oświetlonej na ten dzień auli oprócz Pani Dziekan Wydziału Chemicznego prof. Małgorzaty Iwony Szynkowskiej-Jóźwik, prodziekana ds. rozwoju prof. Dariusza Bielińskiego, prodziekana ds. kształcenia dr hab. Beaty Brożek-Płuskiej, prof. uczelni oraz prodziekan ds. studenckich dr hab. Izabeli Witońskiej, prof. uczelni pojawili się studenci, doktoranci i pracownicy Wydziału Chemicznego wraz z rodzinami. Aby jeszcze bardziej podkreślić świąteczny klimat, publiczność była ubrana w świąteczne czapki, rogi reniferów lub świąteczne sweterki, a na ekranach były wyświetlane teksty piosenek, aby wszyscy wspólnie mogli je śpiewać.



Rys. 1. Władze uczelni oraz władze Wydziału Chemicznego obecni na koncercie, fot. P. Kuwerska

Swoją obecnością zaszczytili nas również Jego Magnificencja Rektor Politechniki Łódzkiej prof. Krzysztof Jóźwik, prorektor ds. nauki prof. Łukasz Albrecht oraz kanclerz Politechniki Łódzkiej Włodzimierz Fisiak. Prowadzącymi koncert była trójka naszych studentów: Franciszek Osowski, Iga Łutowicz oraz Adam Dobosz, którzy mimo młodego wieku wykazali się dużym profesjonalizmem i z entuzjazmem poprowadzili koncert.



Rys. 2. Dziekan Wydziału Chemicznego prof. Małgorzata Iwona Szynkowska-Jóźwik i organizatorzy koncertu, fot. P. Kuwerska

Ze sceny można było usłyszeć mniej lub bardziej znane kolędy takie jak: „Cicha noc”, „Jezus malusieńki”, „Noel!”, „Radość dziś nastała” czy „Mario, czy już wiesz”, a także piosenki świąteczne: „All I want for christmas”, „Mam tę



„moc” czy „Driving home for christmas” w wykonaniu zespołu muzycznego składającego się ze studentów Pauliny Piaszczyk (wokale), Kingi Sobiech (wokale), Krzysztofa Sergota (gitara) i Franciszka Osowskiego (klawiszowe), doktorantki Dominiki Rubiak (wokale i skrzypce) oraz pracowników Wydziału Chemicznego dr Mariusza Sicińskiego (wokale i gitara) i Jakuba Wręczyckiego (gitara basowa).



Rys. 3. Zespół muzyczny Wydziału Chemicznego.
Od lewej: dr Mariusz Siciński, mgr Dominika Rubiak
oraz Franciszek Osowski, fot. P. Kuwerska

Oprócz występów naszych studentów, doktorantów i pracowników na scenie pojawiły się zespoły Magajra oraz CzaCza, które wykonały, w swoich aranżacjach, zarówno piosenki świąteczne jak i swoje własne utwory. W przerwach między piosenkami organizatorzy przygotowali dla uczestników kilka konkursów, m.in. *Jaka to melodia*, do których zapraszali zgromadzoną na auli publiczność, w tym Jego Magnificencję Rektora PŁ.

Dla tych osób, które nie mogły pojawić się w auli osobiście, koncert był transmitowany na żywo na kanale YouTube Wydziału Chemicznego. Dodatkowo, w trakcie



Rys. 4. Uczestnicy jednego z konkursów,
fot. P. Kuwerska

koncertu zbierana była karma dla psów na Przylutisko „Psiakowo” (Animal SOS Poland). Po koncercie goście udali się na słodki poczęstunek przygotowany przez Władze Wydziału Chemicznego jak również przez Wydziałową Radę Studentów i Studenckie Koła Naukowe „Nano”, „Trotyl” oraz „Polimer”, w trakcie którego słychać było składane życzenia, rozmowy oraz śmiechy dzieci biegających między stolikami.



Rys. 5. Wydziałowy Koncert Piosenek Świątecznych,
fot. P. Kuwerska

– *Jestem pod ogromnym wrażeniem dzisiejszego koncertu i chciałabym bardzo podziękować wszystkim wykonawcom, organizatorom oraz osobom, które włożyły serce w jego przygotowanie. To było piękne doświadczenie, które pozwoliło nam poczuć magię nadchodzących Świąt Bożego Narodzenia w atmosferze radości, wspólnoty i wzajemnego wsparcia. Cieszę się, że mogliśmy razem celebrować ten magiczny czas w gronie naszych studentów, pracowników, rodzin i gości. Jako Dziekan Wydziału Chemicznego jestem niezwykle dumna z zaangażowania i kreatywności naszych studentów, doktorantów i pracowników, którzy pokazali, że nasz Wydział to nie tylko miejsce nauki i badań, ale także przestrzeń, w której potrafimy wspólnie się bawić, integrować i wyrażać siebie w różnych formach, także artystycznych* – mówiła po koncercie Pani Dziekan Wydziału Chemicznego prof. Małgorzata Iwona Szykowska-Jóźwik.

My również bardzo dziękujemy organizatorom za przygotowanie wspaniałego Wydziałowego Koncertu Piosenek Świątecznych oraz za niezapomnienie wrażenia, które będą nam towarzyszyć przez cały rok, aż do kolejnego Wydziałowego Koncertu Piosenek Świątecznych.

Wszystkie osoby, które chciałyby dowiedzieć się więcej o Wydziałowym Koncercie Piosenek Świątecznych jak również o Wydziale Chemicznym zapraszamy na stronę www.chemia.p.lodz.pl. Jesteśmy także na YouTube, Facebooku, Instagramie oraz Tik Toku.



Rys. 6. Wydziałowy Koncert Piosenek Świątecznych, fot. P. Kuwerska

KONFERENCJE

Dr hab. inż. Beata Brożek-Pluska, prof. uczelni

Prodziekan ds. kształcenia

e-mail: beata.brozek-pluska@p.lodz.pl

Międzyresortowy Instytut Techniki Radiacyjnej, Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka

Międzynarodowa Konferencja Naukowa ECSBM2024 w Politechnice Łódzkiej

W dniach 1-5 września 2024 roku na Wydziale Chemicznym Politechniki Łódzkiej miała miejsce międzynarodowa konferencja naukowa **20th European Conference on the Spectroscopy of Biological Molecules (ECSBM2024)**. Wydarzenie to skupiło wybitnych naukowców oraz ekspertów z dziedziny spektroskopii molekularnej, w szczególności jej zastosowań w biologii i medycynie.

Organizatorami konferencji byli pracownicy **Laboratorium Laserowej Spektroskopii Molekularnej (LLSM) Międzyresortowego Instytutu Techniki Radiacyjnej**: dr hab. inż. Beata Brożek-Pluska, prof. uczelni (Przewodnicząca konfe-

rencji, kierownik LLSM), dr hab. inż. Jakub Surmacki, prof. uczelni, dr inż. Karolina Beton-Mysur, dr inż. Monika Kopeć, dr inż. Arkadiusz Jarota oraz mgr inż. Karolina Jarczewska. Komitet organizacyjny współtworzyli również prof. dr hab. inż. Marcin Kozanecki, dr inż. Paulina Filipczak i dr inż. Karolina Turczyńska z Katedry Fizyki Molekularnej WCh PŁ.

Tematyka konferencji

Podczas ECSBM2024 omawiano najnowsze osiągnięcia w dziedzinie spektroskopii molekularnej, a panele dyskusyjne koncentrowały się na następujących zagadnieniach:



- Spektroskopia molekularna,
- Chemometria,
- Techniki spektroskopowe wzmocnionego sygnału (SERS, TERS),
- Zastosowania biomedyczne,
- Znakowanie izotopowe,
- Zastosowania bioanalityczne,
- Analiza w skali nanometrycznej,
- Optyka nieliniowa i spektroskopia rozdzielcza w czasie.

Konferencja w swej 40-letniej historii była organizowana we Francji, Niemczech, Wielkiej Brytanii, Holandii, Włoszech, Grecji, Portugalii, Irlandii, Czechach, na Wę-

grzech, w roku 2024 po raz pierwszy odbyła się w Polsce. (ecsbm2024.p.lodz.pl).

Wybitni prelegenci i bogaty program konferencji

W ramach ECSBM2024 ogłoszono **8 wykładów plenarnych, 17 wykładów na zaproszenie oraz 40 prezentacji ustnych**. Ponadto w ramach sesji posterowej zaprezentowano **34 plakaty**. Pełna książka abstraktów dostępna jest pod adresem: ecsbm2024.p.lodz.pl/abstract-book.

Wykłady plenarne i na zaproszenie wygłosili wybitni specjaliści ze świata nauki, m.in.:



Uczestnicy 20th European Conference on the Spectroscopy of Biological Molecules ECSBM2024 w Politechnice Łódzkiej, 1-5.09.2024 r., fot. Łukasz Ozga

- prof. Thomas Bocklitz (University of Jena, Niemcy),
- prof. Peter Gardner (Manchester Institute of Biotechnology, Wielka Brytania) i wielu innych.
- prof. Klaus Gerwert (Ruhr-Universität Bochum, Niemcy),
- prof. Janina Kneipp (Humboldt-Universität zu Berlin, Niemcy),
- dr Katarzyna Majzner (Uniwersytet Jagielloński, Polska),
- prof. Piotr Paneth (Politechnika Łódzka, Polska),
- prof. Juergen Popp (University of Jena, Niemcy),
- prof. Susan Quinn (University College Dublin, Irlandia),
- prof. Francesco Simone Ruggeri (Wageningen University, Holandia).

Dodatkowo uczestnicy mieli okazję wziąć udział w specjalistycznych, certyfikowanych warsztatach organizowanych przez firmy **Bruker**, **WITec** oraz **Renishaw**.

Międzynarodowy charakter wydarzenia

W konferencji ECSBM2024 uczestniczyło 121 naukowców i przedstawicieli przemysłu z 16 krajów: Niemiec, Irlandii, Francji, Belgii, Czech, Holandii, Portugalii, Szwecji, Włoch, Izraela, Japonii, Rumunii, Słowenii, Wielkiej Brytanii i Polski.

Patronaty i partnerstwo biznesowe

Konferencja odbywała się pod patronatem honorowym:

- Marszałka Województwa Łódzkiego Joanny Skrzydlewskiej,
- Prezydenta Miasta Łodzi Hanny Zdanowskiej,

- Polskiego Towarzystwa Chemicznego, Prezes prof. dr hab. Izabeli Nowak
 - Komitetu Chemii Analitycznej PAN, Prezes prof. dr hab. inż. Małgorzaty Iwony Szynkowskiej-Jóźwik,
 - JM Rektora Politechniki Łódzkiej prof. dr hab. inż. Krzysztofa Jóźwika,
 - Dziekana Wydziału Chemicznego Politechniki Łódzkiej prof. dr hab. inż. Małgorzaty Iwony Szynkowskiej-Jóźwik.
- Patronami medialnymi wydarzenia były **Radio Łódź** oraz **Studenckie Radio Żak**.

Partnerami biznesowymi ECSBM2024 były renomowane firmy m.in.: Labsoft Nanotechnology Experts, Bruker, CO-MEF, Attocube, Neaspec, Renishaw, WITKO, Oxford Instruments, Europe Quantum Design, Pik Instruments, Thermo Fisher Scientific, Genos, Shim-pol oraz Saint-Gobain.

Podczas konferencji uczestnicy mieli również okazję poznać włókienniczą historię Łodzi zwiedzając Centralne Muzeum Włókiennictwa oraz Księży Młyn. Zwieńczeniem wydarzenia był uroczysty bankiet w Orientarium ZOO Łódź.

Konferencja ECSBM2024 była wyjątkowym wydarzeniem na mapie międzynarodowych spotkań naukowych, umożliwiającym wymianę wiedzy i doświadczeń pomiędzy naukowcami z całego świata. Bogaty program merytoryczny, znakomici prelegenci oraz międzynarodowy charakter sprawiły, że było to jedno z najważniejszych wydarzeń naukowych w dziedzinie spektroskopii molekularnej w 2024 roku.

Prof. dr hab. inż. Joanna Kałużna-Czaplińska

e-mail: joanna.kaluzna-czaplinska@p.lodz.pl

Instytut Chemii Ogólnej i Ekologicznej, Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka

6th Advances in Pharmaceutical Analysis (APA) and Metabolomics Circle – 10th Conference of Polish Metabolomic Society

W dniach 14-16 listopada 2024 roku w Łodzi na Wydziale Chemicznym Politechniki Łódzkiej, w gmachu Alchemium odbyła się kolejna edycja konferencji z cyklu Metabolomics Circle – 10th Conference of Polish Metabolomic Society, zorganizowana wspólnie z 6th Advances in Pharmaceutical Analysis (APA). Organizatorami tego oczekiwanego przez międzynarodową społeczność naukową wydarzenia były: Politechnika Łódzka, Uniwersytet Medyczny w Łodzi oraz

Gdański Uniwersytet Medyczny, Komitet Chemii Analitycznej Polskiej Akademii Nauk, Międzynarodowe Towarzystwo Metabolomiczne, Polskie Towarzystwo Metabolomiczne oraz Polskie Towarzystwo Chemiczne. Patronat honorowy objęli Rektor Politechniki Łódzkiej – prof. dr hab. inż. Krzysztof Jóźwik, Rektor Uniwersytetu Medycznego w Łodzi – prof. dr hab. Janusz Piekarski, Rektor Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego – prof. dr hab. Michał Markuszewski oraz





Fot. 1. Prof. Joanna Kałużna-Czaplińska –
Uroczyste otwarcie Konferencji,
fot. Marcin Szmidt



Fot. 2. Prof. Michał Markuszewski (GUMed)
– Współorganizator Konferencji,
fot. Marcin Szmidt



Fot. 3. Prof. Lucyna Woźniak (UMED) –
Współorganizator Konferencji,
fot. Marcin Szmidt



Fot. 4. J.M. Rektor Krzysztof Józwik w czasie
przemówienia do uczestników Konferencji,
fot. Marcin Szmidt



Fot. 5. Dziekan WCh –
prof. Małgorzata I. Szynkowska-Jóźwik
i rektor PŁ – prof. Krzysztof Józwik,
a od lewej prorektor ds. nauki PŁ
– prof. Łukasz Albrecht, fot. Marcin Szmidt



Fot. 6. Prof. Zilin Chena z Wuhan Textile
University i Wuhan University w Chinach,
fot. Marcin Szmidt



Fot. 7 i Fot. 8. Uroczysta kolacja, fot. prof. Danuta Siluk (GUMed).

Prezydent Miasta Łodzi – Hanna Zdanowska. Funkcję patronów medialnych pełniły czasopisma naukowe *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* oraz *Laboratorium*. Obie konferencje są cyklicznymi wydarzeniami, które co roku integrują naukowców i specjalistów z obszaru nauk metabolomicznych oraz pokrewnych. Konferencja *Metabolomics Circle* poświęcona była wymianie wiedzy oraz prezentacji wyników badań obejmujących zastosowanie zaawansowanych technologii, narzędzi bioinformatycznych oraz nowych podejść badawczych w metabolomice. Podczas konferencji APA prezentowane i omawiane były nowatorskie tematy związane z farmacją oraz naukami pokrewnymi. Wydarzenie zgromadziło ekspertów z całej Polski, a także z Chin, Wielkiej Brytanii, Niemiec, Szkocji, Turcji, Francji, Włoch i Gruzji. Wybór naszego kraju, jako organizatora obu wydarzeń, był wyrazem uznania pozycji polskich naukowców w międzynarodowym środowisku metabolomicznym i farmaceutycznym.

Pierwszego dnia konferencji, 14 listopada, odbyło się spotkanie sekcji Młodych Naukowców Polskiego Towarzystwa Metabolomicznego. Młodzi badacze mieli okazję wymienić się doświadczeniami naukowymi, a także uczestniczyć w spotkaniu z dr Stanisławem Deją z UT Southwestern Medical Center w Dallas (USA), który przybliżył im specyfikę pracy na stanowisku typu post-doc. Tego samego dnia zorganizowano również dwa warsztaty – jeden prowadzony przez firmę Altium, a drugi przez firmę Bioanalytic.

Oficjalna inauguracja konferencji odbyła się 15 listopada, prof. Joanna Kałużna-Czaplińska (PŁ) w imieniu swoim i wszystkich Organizatorów, a więc prof. Lucyny Woźniak (UMED) i prof. Michała Markuszewskiego (GUMed) powitała wszystkich gości i podziękowała sponsorom i wystawcom, bez których wsparcia organizacja konferencji byłaby niemożliwa. Były to firmy: Altium, Shim-Pol, Anchem, Phenomenex, Leco, Polygen, Bruker, Witko, Polpharma i Bioanalytic.

Podczas otwarcia konferencji obecny był Rektor PŁ, prof. dr hab. inż. Krzysztof Jóźwik, który w czasie swojego wystąpienia podkreślił, jak ważne dla rozwoju nauki są badania prowadzone przez chemików w obszarze badań metabolomicznych i farmaceutycznych oraz kluczowe znaczenie wymiany doświadczeń między naukowcami z całego świata. Wydział Chemiczny PŁ reprezentowała Pani Dziekan prof. Małgorzata Iwona Szynkowska-Jóźwik, która pogratulowała tego naukowego wydarzenia i podkreśliła współpracę różnych ośrodków naukowych w zakresie organizacji konferencji.

Po uroczystym powitaniu zaproszonych gości oraz uczestników konferencji, rozpoczęła się pierwsza plenarna sesja, w czasie której wygłoszone zostały trzy wykłady. Prelegentami byli wybitni specjaliści z zakresu metabolomiki

i farmacji, a mianowicie Profesorowie Zilin Chena z Wuhan Textile University i Wuhan University w Chinach, który wygłosił wykład zatytułowany „*Capillary electrophoresis and electrochromatography for pharmaceutical analysis*”, Nicholas Rattray z University of Strathclyde w Glasgow, który zaprezentował wykład pt. „*The application of metabolomics in ageing research*” oraz Bogusław Buszewski z Kujawsko-Pomorskiego Centrum Naukowo-Technologicznego im. prof. Jana Czochralskiego w Toruniu, który przedstawił wykład zatytułowany „*Quantitative retention-chemical structure relationship (QSRR) in the study of biological activity*”.

Podczas konferencji, w której udział wzięło ponad 120 osób z kraju i zagranicy, wygłoszono 3 tzw. *plenary lectures*, 5 *key lectures* oraz 22 *oral presentations*. W czasie sesji posterowej zaprezentowano 67 plakatów. Młodzi adepci nauki mieli możliwość zaprezentowania wyników swoich badań także w ramach Sesji Młodych, podczas której przedstawiono 11 krótkich referatów (*flash talks*).

Uczestnikom konferencji przyznane zostały nagrody i wyróżnienia za najlepsze prezentacje ustne młodych naukowców. Pierwsze miejsce zajęła Paulina Szeliska (Katedra Farmakodynamiki i Farmakologii Molekularnej Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Wydział Farmaceutyczny Collegium Medicum w Bydgoszczy). Natomiast dwa wyróżnienia w tej kategorii otrzymały Margot Biesemans (Katedra Biofarmacji i Farmakodynamiki Gdański Uniwersytet Medyczny) oraz Katarzyna Woźniczka (Zakład Chemii Farmaceutycznej Gdański Uniwersytet Medyczny). W sesji posterowej główną nagrodę otrzymała Danuta Dudzik (Katedra Biofarmacji i Farmakodynamiki Gdański Uniwersytet Medyczny).

Konferencja stanowiła znakomitą okazję do zaprezentowania wyników swoich prac i osiągnięć, wymiany doświadczeń oraz ich przedyskutowania w gronie specjalistów zarówno z Polski jak i zagranicy. Podczas spotkania poruszano najważniejsze problemy dotyczące współczesnych badań metabolomicznych i ich roli w poszukiwaniu markerów różnych chorób i zaburzeń oraz zastosowań praktycznych w obszarze nauk farmaceutycznych. Wiele uwagi w czasie sesji wykładowych poświęcono nowatorskim rozwiązaniom w obszarze nowych leków, przygotowania próbek jak i nowym rozwiązaniom aparaturowym, w tym także technikom sprzężonym.

W czasie Konferencji był czas na odpoczynek i spotkania towarzyskie. Szczególnie miło uczestnicy konferencji będą wspominali wieczór zorganizowany w czasie drugiego dnia konferencji. W doborowym towarzystwie, przy barwnie i bogato zastawionych stołach, wyśmienitych trunkach oraz akompaniamencie muzyki, można było podziwiać umiejętności taneczne i dobrą kondycję uczestników z różnych stron świata.



Andrzej Żarczyński

e-mail: andrzej.zarczyński@p.lodz.pl

Instytut Chemii Ogólnej i Ekologicznej, Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka, SITPChem Oddz. Łódź

XXII Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Techniczna „Ochrona Środowiska. Nauka i przemysł dla ochrony Ziemi”, Ustron-Jaszowiec

W dniach 24-26 kwietnia 2024 r. w trybie stacjonarnym obradowała w DW Jawor w Ustroniu-Jaszowcu XXII Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Techniczna „Ochrona Środowiska. Nauka i przemysł dla ochrony Ziemi”. Konferencja została zorganizowana przez SITPChem O/Gliwice, Sekcję Ochrony Środowiska SITPChem oraz Radę Miejską FSNT-NOT w Gliwicach. Nad wysokim poziomem merytorycznym prezentowanych prac czuwał Komitet Naukowo-Programowy grupujący wybitnych przedstawicieli uczelni wyższych, zakładów przemysłowych i Zarządu Głównego Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Przemysłu Chemicznego (SITPChem), któremu przewodniczył prof. dr hab. inż. Zbigniew Wzorek, Politechnika Krakowska [1].

Nad przygotowaniem i sprawnym przebiegiem Konferencji czuwał Komitet Organizacyjny pod przewodnictwem mgr inż. Jerzego Kropiwnickiego (niestety nieobecnego z przyczyn zdrowotnych w Ustroniu-Jaszowcu), w składzie: mgr inż. Anna Czumak-Bieniecka, mgr inż. Elżbieta Jarguz, mgr inż. Grażyna Król, mgr inż. Halina Kacprzak, inż. Stefan Kiełtyka, mgr inż. Jadwiga Przyłucka i mgr inż. Krystyna Wojarska.

Rozpoczęcie i przebieg Konferencji

Konferencję otworzyła mgr inż. Grażyna Król – Przewodnicząca Sekcji Ochrona Środowiska SITPChem oraz mgr inż. Jerzy Klimczak – Prezes Zarządu Głównego SITPChem. W Konferencji wzięło udział 75 osób, reprezentujących 18 placówek naukowo-badawczych, 8 podmiotów gospodarczych, Zarząd Główny i większość Oddziałów SITPChem oraz dwie szkoły średnie z Gliwic (Akademickie Liceum Ogólnokształcące Politechniki Śląskiej oraz Górnośląskie Centrum Edukacyjne). Ogółem miały miejsce 44 wystąpienia, w tym przedstawiono 21 referatów i 23 postery. Konferencja umożliwiła wymianę wiedzy, doświadczeń

i rozwiązań technicznych w ochronie środowiska. Podobnie, jak i w poprzednich edycjach Konferencji, podejmowane były aktualne zagadnienia środowiskowe w odniesieniu do nauki, przemysłu, energetyki, edukacji, a także administracji różnych szczebli [2].

W trakcie Konferencji odbyło się 5 sesji (bloków) tematycznych. Pierwszej przewodniczył prof. dr hab. inż. Zbigniew Wzorek i dr inż. Ewa Kijeńska-Gawrońska, a w jej ramach ogłoszono 6 referatów:

- Ochrona Środowiska: Szlakiem Zielonego (Bez)ładu – Kamienie Milowe – prof. dr hab. inż. Jacek Kijeński, Politechnika Warszawska, Filia w Płocku;
- Zakłady niesevesowskie – zakłady stwarzające zagrożenie wystąpienia poważnej awarii przemysłowej – dr Agnieszka Gajek, CIOP – PIB, Warszawa;
- Czy spalanie odpadów rozwiąże problemy środowiskowe? – dr inż. Piotr Radomski, Katedra Technologii Chemicznej i Analityki Środowiskowej, Politechnika Krakowska oraz Grzegorz Student, EMKA SA, Żyrardów (doktorat wdrożeniowy – Politechnika Krakowska);
- Czy produkcja amoniaku w Europie przetrwa wyzwania klimatyczne – mgr inż. Krzysztof Zuzański, SITPChem Oddz. Kędzierzyn-Koźle;
- Styropian – błogosławieństwo czy przekleństwo. Wybrane aspekty recyklingu polistyrenu spienionego – dr inż. Adam Tarniowy, Małopolska Uczelnia Państwowa im. rtm. Witolda Pileckiego, Oświęcim;
- Badania absorpcji ditlenku węgla z gazów spalinowych przez sorbent FFH – mgr inż. Bożena Kuzio-Wasilewska, mgr inż. Grażyna Rymarz, Instytut Gospodarowania Odpadami, Katowice.

Drugiej sesji obrad przewodniczyli: dr hab. inż. Danuta Gillner, prof. PŚ i dr inż. Dawid Lisicki (Politechnika Śląska), a podczas jej trwania ogłoszono następujące referaty:





Rys. 1. Obrady XXII Ogólnopolskiej Konferencji N-T Ochrona Środowiska. Nauka i przemysł dla ochrony Ziemi w Ustroniu-Jaszowcu, fot. J. Klimczak

- Mikroby a metale – aspekty metalurgiczne i ekologiczne – prof. dr hab. inż. Beata Cwalina, Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki, Politechnika Śląska;
- Perspektywy technologii odzysku pierwiastków biogenych – prof. dr hab. inż. Zbigniew Wzorek, dr inż. Anna K. Nowak, Katedra Technologii Chemicznej i Analityki Środowiskowej, Politechnika Krakowska;
- Elektropiędzenie odpadowych materiałów polimerowych na bazie PET – dr inż. Ewa Kijeńska-Gawrońska, Centrum Zaawansowanych Materiałów i Technologii, Politechnika Warszawska;
- Nowoczesne i ekologiczne kosmetyki. Od pomysłu do sklepowej półki – mgr inż. Sławomir Kowalczyk, Melaleuca Poland Sp. z o.o., Politechnika Śląska, Wydział Chemiczny, Katedra Chemii Organicznej, Bioorganicznej i Biotechnologii;
- Ekstrakcje metali z odpadów stałych po zużytych bateriach cynkowych i litowo-jonowych – dr Zbigniew Dąbrowski, Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Chemii Przemysłowej, Warszawa;
- Związki PFAS: Tajemnicze zagrożenie w codziennym życiu – mgr Grażyna Saletowicz, ALS Poland Sp. z o.o., Skoczów;
- Trylemat Energetyczny – jak sprostać wyzwaniu – mgr inż. Krzysztof Szaliński, PEC Gliwice Sp. z o.o.

Podczas trzeciej sesji – posterowej, zaprezentowano 23 prace, w tym m.in. 10 posterów studentów Wydziału Chemicznego Politechniki Śląskiej i 2 uczniów Akademickiego Liceum Ogólnokształcącego Politechniki Śląskiej w Gliwicach. Ogólne zainteresowanie treściami posterów było znaczne, na co wskazywały liczne dyskusje podczas tej sesji. Jednocześnie odbył się konkurs na najlepszy poster

pod przewodnictwem mgr inż. Bożeny Kuzio-Wasilewskiej, w którym przyznano kilka nagród i wyróżnień. Kompletny wykaz posterów został zamieszczony w kwartalniku Chemik, nr 3-4, 2024 [3].

Autor tej relacji miał przyjemność prezentować dwa postery o poniższych danych bibliograficznych:

- Analiza wody z rzeki Mroga oraz ze zbiorników Rochna i Lisowice – Maria Urbanek¹, Andrzej Żarczyński^{1,2}, Piotr Anielak¹, Jakub Kubicki¹, Wojciech M. Wolf¹ – ¹Politechnika Łódzka, Instytut Chemii Ogólnej i Ekologicznej, ²SITPChem Oddz. Łódź.
- Preparatyka i badania nowych sorbentów do oczyszczania biogazu z siarkowodoru – Paulina Golis¹, Andrzej Żarczyński^{1,2}, Waldemar Maniukiewicz¹, Jakub Kubicki¹, Magdalena Nowosielska¹, Wojciech M. Wolf¹, Małgorzata I. Szynkowska-Jóźwik¹ – ¹Politechnika Łódzka, Instytut Chemii Ogólnej i Ekologicznej, ²SITPChem Oddz. Łódź.



Rys. 2. Postery IChOiE Politechniki Łódzkiej i OŁ SITPChem, fot. A. Żarczyński

W trakcie czwartej sesji obrad, której przewodniczyli: dr inż. Anna K. Nowak i dr inż. Andrzej Żarczyński, wygłoszono następujące referaty:

- Proekologiczne paliwo silnikowe, benzyna do magazynowania w specjalnych warunkach w kawernach solnych – projekt GASSTO – dr inż. Arkadiusz Majoch, Biuro Badań i Rozwoju Petrochemii i Rafinerii Przyszłości, Orlen SA, Płock;
- Odpady z ogrodu jako ekologiczne źródło cennych substancji biologicznie aktywnych – mgr inż. Agata Wawoczny, dr hab. inż. Danuta Gillner, prof. PŚI – Katedra Chemii Organicznej, Bioorganicznej i Biotechnologii, Wydział Chemiczny, Politechnika Śląska;
- Czwartorzędowe bromki organiczne jako selektywne katalizatory utleniania (bio)p-cymenu do (bio)kwasu tereftalowego – dr inż. Dawid Lisicki – Katedra Technologii Chemicznej Organicznej i Petrochemii, Wydział Chemiczny, Politechnika Śląska;
- Ocena zanieczyszczenia metalami ciężkimi wód powierzchniowych – prof. dr hab. inż. Małgorzata Wojtkowska – Wydział Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska, Politechnika Warszawska.



Rys. 3. Dr inż. Anna K. Nowak i dr inż. Andrzej Żarczyński prowadzą IV sesję obrad Konferencji, fot. J. Klimczak

Podczas piątej sesji obrad, której przewodniczyli: dr hab. inż. Andrzej Żołądowski, prof. UWM i dr inż. Piotr Radomski, wygłoszono następujące referaty:

- Nanoplastikowy paradoks – o złożonej toksyczności nano-polietylenu – dr hab. Marek Wiśniewski, prof. UMK – Katedra Chemii Materiałów, Adsorpcji i Katalizy, Wydział Chemii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Toruń;
- Czy sprzątanie może być jeszcze bardziej ekologiczne? – dr Agnieszka Bielicka – Sieć Badawcza Łukasiewicz,

Instytut Nowych Syntezy Chemicznych, Grupa Badawcza Chemia Nieorganiczna, Gliwice;

- Woda geotermalna z odwiertu Poddębice GT-2 – analizy składu i wykorzystanie – Andrzej Żarczyński^{*1,3}, Julia Cegielska¹, Nina Jabłocka¹, Paweł Plewiński², Anna Karska², Piotr Anielak¹, Andrzej Peraj², Jakub Kubicki¹, Marek Kaźmierczak¹, Wojciech M. Wolf¹, ¹Politechnika Łódzka, Wydział Chemiczny, Instytut Chemii Ogólnej i Ekologicznej; ²Geotermia Poddębice Sp. z o.o., ³Oddział Łódzki SITPChem;
- Proces utleniającego rozszczepienia podwójnego wiązania węgiel-węgiel z wykorzystaniem nadtlenu wodoru i tlenu jako czynników utleniających – mgr inż. Kamil Peckh, Katedra Technologii Chemicznej Organicznej i Petrochemii Wydział Chemiczny, Politechnika Śląska.

Następnie odbyło się podsumowanie i zakończenie Konferencji, a jej organizatorzy zaprosili uczestników i wszystkich potencjalnie zainteresowanych – na kolejną edycję, która odbędzie się jesienią 2025 r. Konferencja jest cyklicznym, corocznym wydarzeniem (z wyjątkiem okresu pandemii), zawsze cieszącym się dużym zainteresowaniem uczestników.

Uroczystość 50-lecia pracy prof. Jacka Kijeńskiego

Po południu drugiego dnia Konferencji (25 kwietnia 2024 r.) odbyła się podniosła uroczystość z okazji 50-lecia pracy Profesora Jacka Kijeńskiego na Politechnice Warszawskiej. Została ona zorganizowana przez przyjaciół Profesora z Gliwickiego Oddziału SITPChem, którego jest on członkiem od początku przynależności do Stowarzyszenia. Gośćmi Jubileuszu, obok uczestników Konferencji, byli m.in. mgr inż. Jerzy Klimczak – obecny Prezes Zarządu Głównego SITPChem i mgr inż. Stanisław Oczkowiec – Sekretarz Generalny SITPChem. Listy gratulacyjne dla Profesora nadesłali m. in. JM Rektorzy Politechnik – Warszawskiej i Poznańskiej, a także Prorektor Politechniki Warszawskiej Filii w Płocku oraz Dziekan Wydziału Chemicznego Politechniki Śląskiej.

W toku uroczystości Anna Czumak-Bieniecka – była, wieloletnia redaktor naczelna miesięcznika Chemik m. in. przypomniała, że „...przez 16 lat, tj. cztery kolejne kadencje, prof. Jacek Kijeński był prezesem, prowadząc Organizację w trudnych, zmieniających się warunkach funkcjonowania firm chemicznych, przemysłu chemicznego, nauk chemicznych i metod kształcenia inżynierów, a także aspektów otoczenia przemysłowego: prawnych, organizacyjnych i środowiskowych ...” [4].



Rys. 4. Życzenia dla prof. dr. hab. inż. Jacka Kijeńskiego
od kol. Anny Czumak-Bienieckiej, fot. J. Klimczak

Zwracając się do Profesora, Prezes ZG SITPChem powiedział m. in.: „Dla Ciebie – gratulacje i zaszczyty. Dla nas – wspaniałe doświadczenie wspólnej pracy pod Twoim przywództwem przez cztery kadencje i czerpanie z Twojej erudycji, kreatywności i doświadczenia, a nade wszystko z Twojej umiejętności formułowania i określania hierarchii spraw w najlepiej pojętym interesie chemii i przemysłu chemicznego oraz inżynierów”. Sekretarz Generalny SITPChem, jednocześnie prezes ZO SITPChem w Tarnowie, podkreślił współpracę prof. J. Kijeńskiego z Oddziałem SITPChem w Tarnowie i miejscowymi Zakładami Azotowymi [4].

Z kolei wzruszony Profesor podziękował za pamięć i przyjaźń. Bliscy współpracownicy przygotowali dla Niego

dwie książki, z których w pierwszej zamieszczono rozmowy z Profesorem, prezentowane w latach 2002-2014 na łamach miesięcznika *Chemicz* oraz spis wykładów podczas współpracy z Gliwickim Oddziałem SITPChem (1999-2024); natomiast w drugiej pozycji zgromadzono wszystkie publikacje Profesora zamieszczone w miesięczniku *Chemicz* w okresie 1999-2016 [4]. Wspaniałym uzupełnieniem tych książek było ofiarowanie uczestnikom uroczystości wydania czasopisma *Chemicz* nr 1, 2024, w którym Profesor jest autorem artykułu wstępnego pt. „Raport z 50-letniej podróży po chemii i okolicach. Cz. I. Na szlakach praktyki” [5]. Druga część tej wyjątkowo ciekawej „przygody Profesora z *Chemicz*”, ukaże się w 2025 r. na łamach czasopisma *Chemicz*.

Literatura

- [1] Czumak-Bieniecka A., Jarguz E., 2024, Materiały cyfrowe i drukowane XXII Ogólnopolskiej Konferencji naukowo-technicznej „Ochrona Środowiska. Nauka i przemysł dla ochrony Ziemi”, Ustronie-Jaszowiec, SITPChem, Oddział Gliwice.
- [2] Klimczak J., Skurzewska A., 2023, Konferencja Ochrona Środowiska w Ustroniu-Jaszowcu, *Chemicz*, nr 1-4, tom 72, 20.
- [3] Żarczyński A., 2024, XXII Konferencja Ochrona Środowiska w Ustroniu-Jaszowcu, *Chemicz*, nr 3-4, tom 73, 180-183.
- [4] Inf. ZG SITPChem z 4.05.2024, Uroczystość 50-lecia pracy prof. Jacka Kijeńskiego, <https://sitpchem.org.pl/2024/05/uroczystosc-50-lecia-pracy-prof-jacka-kijenskiego/>, 04.09.2024.
- [5] Kijeński J., 2024, Raport z 50-letniej podróży po chemii i okolicach. Cz. I. Na szlakach praktyki, *Chemicz*, nr 1, 73, 6-13.

Dr inż. Aleksandra Pawlaczyk

Dr inż. Elżbieta Maćkiewicz

Prof. dr hab. inż. Małgorzata Iwona Szynkowska-Jóźwik

Instytut Chemii Ogólnej i Ekologicznej, Wydział Chemiczny Politechniki Łódzkiej

XXVII Konferencja „Nowoczesne metody instrumentalne w analizie śladowej” już za nami... Do zobaczenia w Łodzi na XXVIII Konferencji w kwietniu 2026 roku!

W dniach 9-10 grudnia 2024 r. na Wydziale Chemicznym Politechniki Łódzkiej odbyła się XXVII Konferencja „Nowoczesne metody instrumentalne w analizie śladowej”. Wydarzenie to, organizowane we współpracy Instytutu Chemii Ogólnej i Ekologicznej Wydziału Chemicznego Politechniki

Łódzkiej z firmą *Intertech Poland*, zgromadziło wybitnych chemików analityków, młodych naukowców, doktorantów, studentów, a także przedstawicieli firm oferujących aparaturę specjalistyczną, odczynniki i inne materiały niezbędne do pracy w laboratorium analitycznym. Patronat nad





Fot. 1. Prof. dr hab. inż. Małgorzata Iwona Szynkowska-Jóźwik – (PŁ), dr Sławomir Garboś (NIZP PZH – PIB) oraz Jarosław Grodowski – (Intertech Poland), otwierają XXVII Konferencję „Nowoczesne metody instrumentalne w analizie śladowej”, fot. P. Malinowski



Fot. 2. Prof. dr hab. Jerzy Silberring podczas wykładu. Przewodniczący sesji naukowej: prof. dr hab. Irena Staneczko-Baranowska i prof. dr hab. Henryk Matusiewicz, fot. M. Binczarski

konferencję objął JM Rektor Politechniki Łódzkiej, Komitet Chemii Analitycznej Polskiej Akademii Nauk oraz Polskie Towarzystwo Chemiczne. W konferencji wzięło udział ponad 120 uczestników, wśród których znaleźli się przedstawiciele jednostek naukowych i naukowo-dydaktycznych m.in. z Łodzi, Torunia, Gdańska, Krakowa, Warszawy, Zabrza, Lublina, Białegostoku, Poznania, Słupska oraz firm sponsorskich. łącznie wygłoszono dwanaście wykładów na zaproszenie, dziewiętnaście komunikatów, cztery komunikaty firm sponsorskich oraz zaprezentowano czterdzieści cztery plakaty naukowe.

W konferencji wzięły również udział firmy sponsorskie wspierające organizację wydarzenia: INTERTECH POLAND, ERTEC, INFORM-TECH Prolab-RD, Spectro-Lab, WITKO, Shim-Pol, Merck, TESTCHEM, Anchem, Polygen. Konferencja od lat przyciąga zarówno uznanych naukowców, jak i młodych badaczy oraz studentów, i jest okazją do wysłuchania wykładów uznanych specjalistów i praktyków, którzy realizują badania naukowe z wykorzystaniem nowoczesnych metod instrumentalnych. Konferencja ta stanowi zatem bardzo cenną platformę wymiany wiedzy, doświadczenia

i najlepszych praktyk między pokoleniami, sprzyjając nawiązaniu kontaktów, które mogą zaowocować współpracą w przyszłości. W nowoczesnym budynku Alchemium – *magia chemii jutra* uczestnicy konferencji mieli możliwość prowadzenia nieformalnych dyskusji naukowych, co sprzyja współpracy między ośrodkami naukowymi w Polsce, a także buduje silne więzi między nauką a biznesem.

Podczas konferencji zostały wręczone nagrody: Komitetu Chemii Analitycznej Polskiej Akademii Nauk za wyróżniającą się habilitację z dziedziny chemii analitycznej, za najlepsze prace doktorskie z dziedziny chemii analitycznej oraz Nagrodę im. Prof. Barbary Marciniak.

Nagrodzone osoby wygłosiły wykłady oraz komunikaty ustne przedstawiając najważniejsze wyniki z nagrodzonych prac. Oto lista osób, których prace zostały wyróżnione przez Komitet Chemii Analitycznej Polskiej Akademii Nauk:

- **dr hab. Aleksandra Sentkowska**, za wyróżniającą się habilitację z dziedziny chemii analitycznej – Środowiskowe Laboratorium Ciężkich Jonów, Uniwersytet Warszawski: „Aspekty metodologiczne w oznaczaniu specjacji selenu”, Sponsor firma **AlChem**;

- **Nagrodę im. Prof. Barbary Marciniak** otrzymała **dr hab. n. med. i n. o zdr. Elwira Sieniawska, prof. uczelni**, Zakład Chemii Produktów Pochodzenia Naturalnego, Uniwersytet Medyczny w Lublinie: „*Metabolomika LC-MS narzędziem do oceny zmian adaptacyjnych prątków gruźlicy w odpowiedzi na stres wywołany przez substancje pochodzenia naturalnego*”.

Za doktoraty wyróżnienia otrzymali:

- **dr Joanna Bogusiewicz**, za najlepszą rozprawę doktorską w dziedzinie spektrometrii mas, Katedra Farmakodynamiki i Farmakologii Molekularnej, Collegium Medicum im. Ludwika Rydygiera w Bydgoszczy, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu: „*Analiza lipidomyczna w diagnostyce guzów mózgu*”, Sponsor firma **Anchem**;
- **dr inż. Magdalena Fabjanowicz**, za osiągnięcia w zakresie rozwoju i stosowania technik przygotowania próbek do analizy, Katedra Chemii Analitycznej, Wydział Chemiczny, Politechnika Gdańska: „*Charakterystyka win produkcji krajowej w odniesieniu do zawartości wybranych związków bioaktywnych oraz metali z wykorzystaniem nowych metod analitycznych*”, Sponsor firma **WITKO**;
- **dr inż. Paulina Gątarek**, za najlepszą rozprawę doktorską związaną z rozwojem technik rozdzielania, Instytut Chemii Ogólnej i Ekologicznej, Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka: „*Oznaczanie wybranych metabolitów w płynach ustrojowych z wykorzystaniem technik chromatograficznych*”, Sponsor firma **Altium**;
- **dr Łukasz Ołdak**, za najlepszą rozprawę doktorską w dziedzinie miniaturyzacji i automatyzacji metod bioanalitycznych, Pracownia Bioanalizy, Wydział Chemii, Uniwersytet w Białymstoku: „*Oznaczanie potencjalnie charakterystycznych białek prozapalnych i proangiogennych jako nowy obszar rozwoju matrycowych bioczułników SPRI*”, Sponsor firma **Tusnovics Instruments**;
- **dr Karolina Pietrzak**, za najlepszą rozprawę doktorską z elektrochemii, Instytut Fizyki, Zagrzeb, Chorwacja: „*Nowe materiały funkcjonalne w konstrukcji czujników potencjometrycznych typu solid contact*”, Sponsor firma **nLab**;
- **dr Jędrzej Proch**, za najlepszą rozprawę doktorską ze spektrometrii, Wydział Chemii, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Archeologii, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu: „*Projektowanie technik łączonych wokół Wielokanałowego Układu Wprowadzenia Próbkę (MSIS)*”, Sponsor firma **MS Spektrum**;
- **dr inż. Alicja Skiba**, za najlepszą rozprawę doktorską z chemii analitycznej, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie: „*Zmienność sezonowa źródeł zanieczyszczeń pyłowych powietrza w Krakowie w okresie 2018-2019*

w oparciu o badania składu chemicznego i izotopowego”, Sponsor firma **Polygen**;

- **dr inż. Szymon Wójcik**, za wprowadzanie zasad metrologii w pomiarach chemicznych, Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie: „*Zastosowanie metod chemometrycznych do woltamperometrycznego profilowania żywności*”, Sponsor firma **LGC Standards**.

Medal za zasługi na rzecz Komitetu Chemii Analitycznej Polskiej Akademii Nauk odebrał **Jarosław Grodowski**, Dyrektor firmy **Intertech Poland**.

Program konferencji obejmował pięć sesji naukowych, które skupiały się na różnorodnych aspektach badań m.in. z udziałem nowej generacji adsorbentów, matrycowych materiałów odniesienia, kanabinoidów – syntetycznych i półsyntetycznych, próbek klinicznych, żywności, ścieków, gleby, biopaliw. Znakomici naukowcy wygłosili wykłady:

- **prof. dr hab. Bogusław Buszewski** z Kujawsko-Pomorskiego Centrum Naukowo-Technologicznego im. prof. Jana Czochrańskiego w Toruniu, *Biosilica – nowej generacji adsorbent i wypełnienie do technik separacyjnych*;
- **prof. dr hab. inż. Piotr Konieczka** z Katedry Chemii Analitycznej Wydziału Chemicznego Politechniki Gdańskiej, *Analiza śladowa – bez granic, czy jednak z granicami? Wyzwania i możliwości w dążeniu do oznaczania coraz niższych stężeń*; wykład poświęcony pamięci prof. dr hab. inż. Jacka Namieśnika, byłego Rektora Politechniki Gdańskiej;
- **prof. dr hab. Jerzy Silberring** z Katedry Chemii Analitycznej i Biochemii Wydziału Inżynierii Materiałowej i Ceramiki Akademia Górniczo-Hutniczej w Krakowie, *Gadał dziad(ers) do obrazu, czyli o analityce inaczej*;
- **dr Piotr Bieńkowski** z Wydawnictwa Malamut w Warszawie;
- **prof. dr hab. Ewa Bulska** z Wydziału Chemii Centrum Nauk Biologiczno-Chemicznych Uniwersytetu Warszawskiego, *Spójność pomiarów chemicznych: wzorce i matrycowe materiały odniesienia*;
- **dr hab. Barbara Wagner, prof. UW** z Wydziału Chemii Centrum Nauk Biologiczno-Chemicznych Uniwersytetu Warszawskiego, *Badania zabytkowych rękopisów wczoraj, dziś, jutro...*;
- **prof. dr hab. Beata Krasnodębska-Ostrega** z Wydziału Chemii Uniwersytetu Warszawskiego, „*Cross-techniques analysis*” – źródłem dodatkowych informacji o stanie środowiska;
- **prof. dr hab. Dariusz Zuba** z Instytutu Ekspertyz Sądowych im. Prof. dra Jana Sehna w Krakowie, *Wykrywanie syntetycznych i półsyntetycznych kannabinoidów*





Fot. 3. Dr Piotr Bieńkowski podczas wystąpienia zatytułowanego: „Analityka 2000 – 2023”. Przewodniczący sesji naukowej – prof. dr hab. Ewa Bulska i prof. dr hab. inż. Piotr Konieczka, fot. P. Malinowski



Fot. 4. Prof. dr hab. Ewa Bulska, prof. dr hab. inż. Małgorzata Iwona Szykowska-Jóźwik, prof. dr hab. Bogusław Buszewski i prof. dr hab. Piotr Konieczka podczas uroczystego wręczenia karty pamiątkowej w podziękowaniu za niemal ćwierćwiecze redagowania czasopisma *Analityka*, fot. P. Malinowski

w próbkach z rynku narkotykowego oraz w materiale biologicznym;

- **dr hab. Barbara Leśniewska, prof. UwB** z Wydziału Chemii Uniwersytetu w Białymstoku, *Ocena bioprzyswajalności mikroelementów i metali toksycznych z bazylii, mięty pieprzowej i rozmarynu z zastosowaniem modelu trawienia żołądkowo-jelitowego in vitro*;
- **dr hab. Adam Sajnog** z Zakładu Analizy Śladowej Wydziału Chemii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, *Rozwijanie metod spektrometrii mas do oznaczania pierwiastków w próbkach klinicznych i żywności*;
- **prof. dr hab. Małgorzata Grabarczyk** z Katedry Chemii Analitycznej, Instytutu Nauk Chemicznych, Wydział Chemii, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie, *Elektroda pracująca a granica wykrywalności w oznaczaniu śladowych ilości In(III) techniką adsorpcyjnej woltamperometrii stripingowej*;
- **dr hab. Cecylia Wardak, prof. UMCS** z Katedry Chemii Analitycznej, Instytutu Nauk Chemicznych, Wydział Chemii, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie, *Czujniki potencjometryczne z warstwą mediacyjną*

polimeru amidowo-amidynowego – wpływ struktury warstwy polimeru na parametry czujnika.

Jedną z sesji naukowych poświęconą była uhonorowaniu i podziękowaniu **dr. Piotrowi Bieńkowskiemu** za działalność na rzecz polskiej chemii analitycznej, który w latach 2000–2023 był redaktorem naczelnym czasopisma „Analityka”. W sesji tej dr Piotr Bieńkowski w wykładzie *Analityka 2000 – 2023* podzielił się z uczestnikami konferencji swoimi wspomnieniami związanymi z historią i działalnością Wydawnictwa Malamut oraz swoją pasją do chemii analitycznej. Uczestnicy otrzymali specjalny numer *Analityki*, w którym oprócz tradycyjnych artykułów naukowych, były specjalne słowa podziękowań i wspomnień przeznaczonych dla dr. Piotra Bieńkowskiego.

Uczestnicy Konferencji mieli okazję wzięcia udziału w warsztatach zatytułowanych: „*Pomiary lotnych związków organicznych VOC techniką PTR MS – IONICON*” oraz „*Pomiary izotopów węgla, wodoru i tlenu metodą CRDS – PICARRO*”. Wydarzeniem specjalnym był pokaz „*Jak nauka przenika się z muzyką – zrozumienie przez doświadczenie*”. Uczestnicy bezpośrednio poczuли znaczenie tytułu tajemni-

czych warsztatów, dzięki czemu już zrelaksowani mogli dalej brać udział w intensywnych obradach z nowymi zasobami energii.

Podsumowaniem pierwszego dnia konferencji obfitującego w wiele cennych wykładów, wystąpień i dyskusji było spotkanie towarzyskie, które odbyło się w klubie *Broadway*, którego stałym punktem jest muzyczny akcent w postaci występu zespołu *Hot Plazma* i zaproszonych gości. Podczas spotkania nie zabrakło jak zwykle licznych i cennych rozmów, tych mniej lub bardziej formalnych, osobistych przemyśleń, anegdot i ciekawych faktów.

W ramach podsumowania konferencji Komitet Naukowy wyłonił zwycięzców konkursu na najlepszy poster. **Pierwsze miejsce** zdobył poster autorstwa: Aleksandra Bednarek, Małgorzata I. Szynkowska-Jóźwik, Jacek Rogowski zatytułowany: „Charakterystyka składu chemicznego włosów na podstawie aminokwasów oraz kwasu 18-metyloeikozanowego wykrywanych techniką TOF-SIMS”. **Drugie miejsce** przyznano Małgorzacie Grabarczyk, Marzenie Fiałek i Edycie Wlazłowskiej za poster zatytułowany: „Elektrody bizmutowe jako współczesna alternatywa w woltamperometrycznym stripingowym oznaczaniu śladowych ilości jonów metali”. **Trzecie miejsce** zdobyli Bartosz Kamiński, Grzegorz Sęk, Paweł Kluczyński za poster zatytułowany: „Zastosowanie algorytmów uczenia maszynowego w połączeniu z metodą modulacji długości fali do wyznaczania koncentracji tlenu w warunkach podwyższonego ciśnienia”.

Serdecznie gratulujemy wszystkim laureatom i życzymy dalszych sukcesów w prowadzeniu badań analitycznych! Jednocześnie gorąco zapraszamy już na XXVIII Konferencję do Łodzi!



Fot. 6. Prof. dr hab. inż. Małgorzata Iwona Szynkowska-Jóźwik, prof. dr hab. Bogusław Buszewski, dr Sławomir Garboś oraz Jarosław Grodowski podczas wręczenia I nagrody za poster Aleksandrze Bednarek, fot. P. Malinowski



Fot. 5. Dr inż. Aleksandra Pawlaczyk podczas relaksującej sesji „Jak nauka przenika się z muzyką – zrozumienie przez doświadczenie”, fot. E. Maćkiewicz

przemysł chemiczny



Miesięcznik Naukowo-Techniczny Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Przemysłu Chemicznego



- INŻYNIERIA CHEMICZNA
- TECHNOLOGIA CHEMICZNA
- RYNEK
- BRANŻA
- WYDARZENIA

Przemysł Chemiczny jest najstarszym polskim czasopismem w branży chemicznej, wydawanym od 1917 roku.

Miesięcznik od 1964 r. jest notowany na tzw. liście filadelfijskiej najlepszych naukowych pism świata (IF za 2024 r. wynosi 0,400).

Miesięcznik adresowany jest do **menedżerów przemysłu chemicznego, inżynierów i technologów w przemyśle, projektantów w biurach projektowych oraz pracowników naukowych w instytutach naukowo-badawczych i na wyższych uczelniach oraz studentów chemii.**



przemyslchemiczny



przemysl.chemiczny



company/przemysl-chemiczny

**przemysł
chemiczny**

KONTAKT - REDAKCJA

(22) 818 51 71
przemyslchemiczny@sigma-not.pl
przemyslchemiczny.com

KONTAKT - WYDAWCA

(22) 818 09 18
sekretariat@sigma-not.pl
www.sigma-not.pl

Kierunki studiów na Wydziale Chemicznym PŁ

Studia I stopnia – inżynierskie

Kierunek: Chemia

Ścieżki dyplomowania:

- Chemia biomedyczna
- Chemia materiałów polimerowych
- Kontrola jakości w chemii
- Synteza organiczna i bioorganiczna

Kierunek: Menedżer produktów chemicznych (we współpracy z Wydziałem Organizacji i Zarządzania PŁ)

Kierunek: Nanotechnologia

Ścieżki dyplomowania:

- Nanomateriały funkcjonalne
- Polimerowe materiały inżynierskie

Kierunek: Analityka Chemiczna

Kierunek: Technologia chemiczna

Ścieżki dyplomowania:

- Technologie leków
- Technologie ekologiczne
- Technologie polimerów
- Technologie energetyki jądrowej i fotowoltaiki

Kierunek: Informatyka w ochronie środowiska (we współpracy z Wydziałem Elektrotechniki, Informatyki i Automatyki PŁ)

Kierunek: Energetyka jądrowa i odnawialne źródła energii (we współpracy z Wydziałem Mechanicznym PŁ oraz Wydziałem Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki PŁ)

Kierunek studiów inżynierskich
w języku angielskim



(we współpracy z IFE PŁ)

Studia II stopnia – magisterskie

Kierunek: Chemia

Specjalność:

- Chemia analityczna i strukturalna
- Chemia medyczna
- Materiały inteligentne
- Nowoczesna synteza i analiza organiczna
- Techniki fizykochemiczne i obliczeniowe w chemii, biologii i medycynie

Kierunek: Nanotechnologia – (dwie ścieżki językowe: język polski, język angielski)

Kierunek: Chemia w kryminalistyce

(we współpracy z AGH w Krakowie, Instytutem
Ekspertyz Sądowych w Krakowie oraz Laboratorium
Kryminalistycznym Wojewódzkiej Komendy Policji
w Krakowie)

Kierunek: Technologie nowoczesnych materiałów funkcjonalnych

(we współpracy z Wydziałem Mechanicznym PŁ)

Kierunek: Chemia budowlana

(w konserwacji i restauracji budynków)

Kierunek: Technologia chemiczna

Specjalność:

- Inżynieria biomedyczna i radiacyjna
- Kataliza przemysłowa
- Technologia barwników, środków pomocniczych i chemii gospodarczej
- Technologia leków i środków ochrony roślin
- Technologia polimerów



www.chemia.p.lodz.pl

 www.facebook.com/Wydzial.Chemiczny

