



Kampus Uniwersytetu w Białymstoku
10-12 września 2025 r.

KOSAT
A horizontal bar with seven colored segments: pink, purple, blue, light blue, green, yellow, and red.

**KONWERSATORIUM
SPEKTROMETRII
ANALITYCZNEJ**

KSIĄŻKA ABSTRAKTÓW

Szanowni Państwo,

Z wielką przyjemnością witamy Państwa na Konwersatorium Spektrometrii Analitycznej KOSAT 2025 – spotkaniu, które od ponad 40 lat, chociaż pod zmieniającymi się nazwami, stanowi wyjątkową platformę wymiany wiedzy, doświadczeń i najnowszych osiągnięć w dziedzinie analizy spektralnej.

Cieszymy się, że w tegorocznej edycji możemy gościć tak liczne grono specjalistów reprezentujących środowisko naukowe, przemysłowe oraz pracowników instytucji badawczych z całego kraju. Spektrometria analityczna, jako dziedzina o kluczowym znaczeniu dla współczesnej analityki chemicznej, stale się rozwija – dlatego wspólna dyskusja, prezentacja wyników badań i dzielenie się praktycznymi doświadczeniami są nieocenionym źródłem inspiracji dla nas wszystkich.

Podczas nadchodzących dni będą mieli Państwo okazję wysłuchać referatów plenarnych, wziąć udział w sesjach tematycznych oraz zapoznać się z prezentacjami najnowszych rozwiązań aparaturowych i metodycznych. Tematyka wystąpień obejmuje zagadnienia związane między innymi z rozwojem spektralnych technik analitycznych oraz ich zastosowaniami w badaniach żywności, badaniach biomedycznych i przemysłowych, ochronie środowiska, ochronie zabytków oraz chemii kryminalistycznej. Jak zwykle, przygotowaliśmy sesję szkoleniową na temat zapewnienia jakości badań i roli metrologii w pomiarach wielkości chemicznych, a zaproszone firmy oferują warsztaty szkoleniowe. W ramach programu naukowego wysłuchamy 37 wykładów i komunikatów oraz obejrzymy 27 plakatów, zaś 14 doktorantów i doktorantek zaprezentuje swoje osiągnięcia badawcze w Sesji Młodych. Mamy również niespodziankę – popularyzatorzy nauki zaprezentują jak mówić o nauce w sposób prosty i niebanalny. W ramach programu towarzyszącego uczestnikom Konwersatorium proponujemy nostalgiczną wycieczkę po Białymstoku.

Mamy nadzieję, że spotkanie to będzie nie tylko okazją do poszerzenia wiedzy, ale również do nawiązania nowych kontaktów i owocnej współpracy.

Uczestnikom dziękujemy za przygotowanie wystąpień, a Komitetowi Naukowemu oraz Komitetowi Organizacyjnemu składamy serdecznie podziękowania za przygotowanie programu i organizację Konwersatorium. Komitetowi Chemii Analitycznej Polskiej Akademii Nauk, Polskiej Akademii Nauk Oddział w Olsztynie i w Białymstoku, Prezydentowi Miasta Białystok, Marszałkowi Województwa Podlaskiego oraz władzom obu uczelni serdecznie dziękujemy za objęcie Konferencji patronatem, a Marszałkowi Województwa Podlaskiego i zaproszonym firmom za finansowe wsparcie Konwersatorium.

W imieniu Komitetu Naukowego KOSAT

Przewodnicząca Komitetu Naukowego

Profesora Ewa Bulska
Uniwersytet Warszawski

Przewodnicząca Komitetu Organizacyjnego

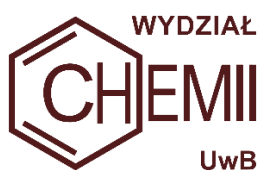
Profesora Beata Godlewska-Żyłkiewicz
Uniwersytet w Białymstoku

ORGANIZATORZY KONFERENCJI

Uniwersytet w Białymstoku



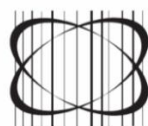
Wydział Chemii Uniwersytetu w Białymstoku



Uniwersytet Medyczny w Białymstoku



Komitet Chemii Analitycznej PAN – Zespół Analizy Spektralnej



Komitet Chemii Analitycznej PAN
Zespół Analizy Spektralnej

PATRONAT HONOROWY KONWERSATORIUM

Prezydent Miasta Białegostoku **dr hab. Tadeusz Truskolaski, prof. UwB**



*Honorowy Patronat
Prezydenta Miasta
Białegostoku*

Konwersatorium Spektrometrii Analitycznej, Białystok 10-12.09.2025

Marszałek Województwa Podlaskiego **dr Łukasz Prokorym**



Honorowy Patronat
Marszałka
Województwa Podlaskiego

JM Rektor Uniwersytetu w Białymstoku **prof. dr hab. Mariusz Popławski**



Dziekan Wydziału Farmaceutycznego z Oddziałem Medycyny
Laboratoryjnej oraz Dziekan Kolegium Nauk Farmaceutycznych
Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku **prof. dr hab. Wojciech Milyk**



Komitet Chemii Analitycznej Polskiej Akademii Nauk



Komitet
Chemii Analitycznej

Polska Akademia Nauk – Oddział w Olsztynie i w Białymstoku



Oddział
w Olsztynie
i Białymstoku

Konwersatorium Spektrometrii Analitycznej, Białystok 10-12.09.2025

PARTNER STRATEGICZNY

Województwo Podlaskie



PATRONAT MEDIALNY

Laboratorium – Przegląd Ogólnopolski



Polskie Radio Białystok



TVP3 Białystok



Konwersatorium Spektrometrii Analitycznej, Białystok 10-12.09.2025

KONFERENCJA DOFINANSOWANA ZE ŚRODKÓW

Ministra Zdrowia w części przeznaczony na prowadzenie działań naukowych na rzecz pracowników i doktorantów Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku



MIEJSCE KONWERSATORIUM

**Kampus Uniwersytetu
w Białymstoku
ul. K. Ciołkowskiego 1,
15-245 Białystok**



Wydział Biologii
budynek 1J

- obrady (Aula im. Profesor Aliny Myrchy, sala 2003, I piętro)
- sesja plakatowa (hol na I piętrze)
- wystawy firm (hol na parterze)
- przerwy kawowe (hol na parterze)

Wydział Chemii
budynek 1K

- obiady (hol na parterze)
- spotkanie Zespołu Analizy Spektralnej Komitetu Chemii Analitycznej PAN (sala Rady Wydziału 1007 na parterze)

Konwersatorium Spektrometrii Analitycznej, Białystok 10-12.09.2025

WYKŁADY I KOMUNIKATY

Czas przewidziany na wystąpienia ustne:

wykład: 30 min,

komunikat: 15 min,

komunikat w Sesji Młodych: 10 min.

SESJA PLAKATOWA

Sesja plakatowa odbędzie się w dniu 10 września 2025 r. (środa, godz. 17⁰⁰ – 18⁰⁰) na I piętrze Wydziału Biologii, budynek 1J.

WYSTAWY FIRM

Air Liquide Polska Sp. z o.o.
Altium International Sp. z o.o.
Analityk Ewa Kowalczyk
Anton Paar Poland Sp. z o.o.
Pro-Environment Polska Sp. z o.o.
Shim-Pol A.M. Borzymowski
Spectro-Lab
Testchem Sp. z o.o.
Tusnovics Instruments Sp. z o.o.

WYDARZENIA TOWARZYSZĄCE

Uroczysta kolacja

- Restauracja Nastroje, Hotel 3Trio, ul. Hurtowa 3, Białystok
10.09.2025 r. (środa) godz. 19.30 – 24.00

Wycieczka po Białymstoku

- 11.09.2025 r. (czwartek) godz. 16.30 – 19.00

Konwersatorium Spektrometrii Analitycznej, Białystok 10-12.09.2025

KOMITET NAUKOWY KONWERSATORIUM

prof. dr hab. Ewa Bulska - przewodnicząca

prof. dr hab. Danuta Barańkiewicz

prof. dr hab. Beata Godlewska-Żyłkiewicz

prof. dr hab. Ryszard Dobrowolski

prof. dr hab. Małgorzata Brzóska

prof. dr hab. Rafał Sitko

prof. dr hab. inż. Małgorzata Szykowska-Jóźwik

dr hab. inż. Piotr Jamróz, prof. PWr

dr hab. Zofia Kowalewska, prof. PW

dr hab. Barbara Wagner, prof. UW

KOMITET ORGANIZACYJNY KONWERSATORIUM

prof. dr hab. Beata Godlewska-Żyłkiewicz - przewodnicząca

dr hab. Barbara Leśniewska, prof. UwB

dr hab. Edyta Nalewajko-Sieliwoniuk, prof. UwB

dr Małgorzata Gałążyn-Sidorczuk

dr Julita Malejko

dr Anna Ruszczyńska

dr Elżbieta Zambrzycka-Szelewa

dr Elżbieta Wołyniec

dr Żaneta Arciszewska

dr Marta Hryniewicka

dr Aneta Sokół

dr Nazar Smereczański

mgr Anna Baryłka

mgr Magda Zabielska-Konopka

mgr Sylwia Sajkowska

mgr Julia Kowieska

mgr Izabela Wysocka

Redacja techniczna książki abstraktów:

dr Małgorzata Gałążyn-Sidorczuk

mgr Magda Zabielska-Konopka

Konwersatorium Spektrometrii Analitycznej, Białystok 10-12.09.2025

LISTA SPONSORÓW

ZŁOTY SPONSOR:



SREBRNY SPONSOR:



BRAZOWY SPONSOR:



Konwersatorium Spektrometrii Atomowej, Białystok 10-12.09.2025

KOSAT



WYKŁADY

TRACE ELEMENT ANALYSIS IN FOODSTUFFS – HIGHLIGHTS FROM RESEARCH AND REGULATION

Jens J. Sloth

*National Food Institute, Technical University of Denmark (DTU FOOD)
e-mail: jjsl@food.dtu.dk*

Confidence in the quality and safety of food is a high priority worldwide. The presence of undesired chemicals as well as the lack of essential chemical substances to fulfill the dietary requirement can potentially lead to serious consequences for human health. The trace elements have their own place in this context with some elements being essential to humans and other very harmful. When assessing the quality and/or safety of foods there is a demand for reliable information and providing results which are fit-for-the-purpose to enable correct assessment of quality and/or safety.

Trace element speciation analysis has been among the most important research topics within the field of trace element analysis over the last decades. Food samples are comprised of a high variety of chemical compounds from which many can interact with the elements and form complex elemental species with various influence on the human body. In order to achieve the full picture it is important not only to determine the total amount of a certain trace element present in the food sample but also to identify the chemical form in which given element occurs in given sample (i.e. its speciation). Selected examples on trace element speciation will be presented with a focus on development and application of methods aiming at control of food safety aspects.

DTU FOOD has since 2018 been hosting the European Reference Laboratory for metals and nitrogenous compounds in feed and food (EURL-MN). The EURL-MN collaborates closely with the network of NRLs (National Reference Laboratories) in the EU members states and organises proficiency tests, workshops and training for the NRL with the aim of harmonising and increasing the analytical competences of the laboratories involved in official food control of trace elements. An important player here is also the European Standardisation Committee (CEN) and the Working group 10 on Elements and their chemical species in Food, which develops standardised methods and procedures for analysis of trace elements in food. An update on the recent activities within the EURL-MN and CEN standardisation work and how the activities link to the EU food legislation will be presented.

CO DZIEJE SIĘ Z NADMIAREM SELENU? SPEKTROMETRIA MAS UJAWNIA SZLAKI METABOLICZNE DETOKSYKACJI

Katarzyna Bierła^a, Roger A. Sunde^b, Joanna Szpunar^a

^a *Institute of Analytical and Physical Chemistry (IPREM – UMR5254), CNRS-UPPA, Hélioparc, 64053 Pau, France*

^b *Department of Nutritional Sciences, University of Wisconsin, Madison, WI 53706, United States*
e-mail: joanna.szpunar@univ-pau.fr

Selen (Se) to pierwiastek śladowy pełniący kluczową rolę biologiczną w organizmach ludzi i zwierząt jako składnik enzymów o silnych właściwościach przeciwutleniających. Selen pomaga również neutralizować toksyczne działanie metali ciężkich oraz może zmniejszać ryzyko wystąpienia niektórych nowotworów. Jego funkcje biologiczne są realizowane poprzez selenobiałka zawierające selenocysteinę (SeCys), uzupełniającą kanoniczny zestaw 20 aminokwasów. Pomimo zidentyfikowania 25 selenobiałek w genomie człowieka, metabolizm selenu - zwłaszcza na poziomie ponadoptymalnym - nie jest jeszcze w pełni poznany. Chociaż wiadomo, że po przekroczeniu dawki optymalnej selen powoduje niespecyficzną selenizację białek, formy chemiczne powstające przy wysokim poziomie suplementacji nie zostały dotąd dokładnie scharakteryzowane.

Wysokosprawna chromatografia cieczowa (HPLC) w połączeniu ze spektrometrią mas z jonizacją w indukcyjnie sprzężonej plazmie (ICP MS) oraz z jonizacją przez elektrorozpraszanie (Orbitrap ESI MS) umożliwiły charakterystykę niskocząsteczkowych (MW < 1500 Da) form selenu w wątrobie indyków i szczurów suplementowanych rosnącymi dawkami seleninu (Se(IV)) lub selenometioniny (SeMet).

W wątrobie indyków suplementowanych Se(IV) na poziomie pokrywającym zapotrzebowanie zidentyfikowano selenocukry (pochodne seleno-N-acetylogalaktozaminy), których zawartość przewyższała poziom SeCys [1]. U szczurów selen w wątrobie występował w około 43% w postaci selenobiałek zawierających SeCys oraz był związany z innymi białkami jako selenocukry (32%) i selen nieorganiczny (22%). Przy wysokim poziomie suplementacji seleninem zawartość białek związanych z selenem nieorganicznym wzrastała, natomiast udział SeCys (w selenobiałkach) spadał [2]. Z kolei wątroby szczurów karmionych SeMet wykazywały obecność SeMet w białkach na poziomie kilku % przy dawkach pokrywających zapotrzebowanie, a powyżej tego poziomu dominowały niskocząsteczkowe selenocukry; białka związane z selenocukrami przeważały nad selenobiałkami zawierającymi SeCys [3].

Bardziej szczegółowe badania ekstraktów białkowych wątroby przeprowadzono z zastosowaniem elektroforezy żelowej, z dodatkiem lub bez β -merkaptioetanolu (β ME), oraz przez mapowanie Se z wykorzystaniem ablacji laserowej połączonej z ICP MS (LA-ICP MS). Wykazano, że zastosowanie β ME, redukującego wiązania selen-siarka (Se-S), powoduje redukcję sygnału selenu do poziomu odpowiadającego wyłącznie selenobiałkom zawierającym SeCys [4].

Uzyskane wyniki wskazują, że przy przekroczeniu fizjologicznego zapotrzebowania na selen w wątrobie powstają selenocukry, którym towarzyszą formy nieorganiczne związane z białkami poprzez mostki Se-S. Wyniki te uzupełniają wiedzę na temat metabolizmu selenu, wspierając badania toksykologiczne w naukach biomedycznych oraz weterynaryjnych.

Literatura:

- [1] K. Bierła, R.M. Taylor, J. Szpunar, R. Lobinski, R.A. Sunde, *Metallomics* 12 (2020) 758–766.
- [2] K. Bierła, J. Szpunar, R. Lobinski, R.A. Sunde, *Metallomics* 15 (2023) mfa066.
- [3] K. Bierła, J. Szpunar, R. Lobinski, R.A. Sunde, *Metallomics* 15 (2023) mfa066.
- [4] K. Bierła, J. Szpunar, R. Lobinski, R.A. Sunde, *Metallomics* 17 (2025) mfa002.

NANOPLASTIC MOBILITY IN SOIL AND ITS EFFECT ON THE TRANSPORT OF CISPLATIN IN POROUS MEDIA

Dror Ishai

*Weizmann Institute of Science, Department of Earth and Planetary Sciences
234 Herzl st., Rehovot 76100 ISRAEL
e-mail: ishai.dror@weizmann.ac.il*

Plastic nanoparticles (PNPs), primarily originating from the weathering of macroplastic waste, are increasingly recognized as emerging environmental contaminants due to their small size, high surface area, and strong potential to interact with coexisting pollutants. In soil systems, such interactions may significantly alter contaminant transport and fate. However, much of the current research remains constrained by methodological limitations, including reliance on monodisperse polystyrene (PS) beads at non-environmental concentrations and under highly simplified experimental conditions. These limitations hinder mechanistic understanding and weaken the environmental relevance of existing findings.

During this presentation, the challenges are addressed through a comprehensive comparison of three PNP sources: (i) commercial PS beads, (ii) laboratory-generated secondary PNPs produced from five environmentally prevalent polymers, and (iii) naturally weathered PNPs extracted from decades-old landfill soils. The characteristics of all materials in terms of particle size, morphology, and surface charge will be discussed, demonstrating the wide variability of different PNPs. A novel analytical approach using ICP-MS, developed to directly quantify PNPs in aqueous matrices, will be presented. The method demonstrated excellent linearity across multiple polymer types, even in carbon-rich backgrounds, marking a significant advancement in PNP detection capabilities. The transport behavior of these PNPs in saturated quartz sand columns at environmentally relevant concentrations, using oxaliplatin as a model co-contaminant, will be reviewed. Breakthrough curve analysis showing distinct transport profiles for each PNP type, with secondary and landfill-derived particles exhibiting lower mobility and stronger interaction with oxaliplatin compared to PS beads. These findings underscore the importance of particle source and surface properties in shaping cotransport behavior.

This methodological innovation supports a more accurate characterization of PNP fate and transport. Together, these efforts establish a new experimental and analytical framework for evaluating PNP-contaminant interactions under environmentally realistic scenarios and provide critical insights into the mobility of emerging plastic pollutants in terrestrial systems.

WYKORZYSTANIE WYNIKÓW ANALIZ SPEKTROSKOPOWYCH W MIKROOBSZARZE DLA POTRZEB GÓRNICICTWA SKALNEGO I OCHRONY ŚRODOWISKA W GÓRACH ŚWIĘTOKRZYSKICH

Zdzisław M. Migaszewski, Agnieszka Gałuszka

*Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach,
Wydział Nauk Ścisłych i Przyrodniczych/Instytut Chemii
Ul. Uniwersytecka 7, 25-406 Kielce
e-mail: zmig@ujk.edu.pl*

Obszar górniczy wydobywania kwarcytów w Wiśniówce na północ od Kielc należy do wyjątkowych w światowym górnictwie skalnym ze względu na nagromadzenie arsenonośnego pirytu, goethytu i hematytu oraz podrzędnie minerałów pierwiastków ziem rzadkich (w tym goyazytu, gorceixytu, ksenotymu, monacytu) i polimorfów TiO_2 (anatazu, rutylu, brookitu i faz pośrednich) [1-6]. Skład chemiczny oraz właściwości strukturalne i teksturalne tych minerałów pozwalają zaliczyć strefę rozproszonej mineralizacji Wiśniówki do rzadkiej grupy złóż hydrotermalno-sedymentacyjnych [1,2].

Wykonane badania miały zarówno aspekt teoretyczny jak i aplikacyjny, a ich zakres obejmował wykorzystanie różnych technik analitycznych w zakresie oznaczeń pierwiastków śladowych (ICP-MS, ICP-OES, AAS, XRF, LA-ICP-MS), faz mineralnych (mikroskopia optyczna, SEM-EDS, EMPA, mikrospektrometria Ramanowska) oraz trwałych izotopów siarki w pirycie (SHRIMP, TIMS) i w rozpuszczonych siarczanach (TIMS). Zawartość arsenu w kwarcytach wahała się od 48 do 6363 mg/kg, natomiast lantanowców w łupkach ilastopylastych od 131 do 457 mg/kg. W samym pirycie średnia zawartość arsenu dochodziła do 8.23% wag. [1]. Ponieważ dominujący mikrokrystaliczny As-piryty łatwo ulega utlenieniu, stąd też w zbiornikach wodnych na terenie kopalni zanotowano wysokie stężenia tego pierwiastka. W kałużach u podnóża jednej z hałd odpadów górniczych stwierdzono najwyższe na świecie stężenia arsenu w wodach osiągające 3,86 g/l [4]. Analizy zwiercin przy użyciu przenośnego analizatora XRF, pozwoliły wyeliminować z eksploatacji strefy kwarcytu wzbogacone w arsen.

Oznaczenia trwałych izotopów siarki w pirycie wykazały jedne z najbardziej ujemnych wartości $\delta^{34}S$ w zakresie od $-41,4$ do $-23,6\%$ [1]. Ponieważ wody naturalne w Górach Świętokrzyskich posiadają dodatnie wartości $\delta^{34}S$ w siarczanach [7], stąd też zmierzone delty ujemne wskazywały na niekontrolowane zrzuty kwaśnych wód kopalnianych do pobliskich rzek. Podobnie, w jednej ze studni gospodarczych na wschód od zakładu górniczego zarejestrowano wartości $\delta^{34}S$ w zakresie od $-12,8$ do $-9,5\%$, co świadczy o kontakcie zasilającego poziomu wodonośnego ze strefą mineralizacji pirytowej [8].

Badania wykonano w ramach grantu badawczego UJK w Kielcach # SUPB.RN.25.211.

Literatura:

- [1] Z.M. Migaszewski, A. Gałuszka, *Sediment. Geol.* 390 (2019) 45–61.
- [2] Z.M. Migaszewski, A. Gałuszka, *Chem. Geol.* 632 (2023) 121551.
- [3] Z.M. Migaszewski, A. Gałuszka, G. Zieliński, *Geol. Q.* 67 (2023) 17.
- [4] Z.M. Migaszewski, A. Gałuszka, *Sci. Total Environ.* 901 (2023) 166517.
- [5] Z.M. Migaszewski, A. Gałuszka, *Sci. Total Environ.* 977 (2025) 179400.
- [6] Z.M. Migaszewski, A. Gałuszka, A. Migaszewski, G. Zieliński, *Geol. Q.* 69 (2025) 8.
- [7] A. Michalik, Z.M. Migaszewski, *Appl. Geochem.* 27 (2012) 1123–1132.
- [8] Z.M. Migaszewski, A. Gałuszka, S. Dołęgowska, *Appl. Geochem.* 95 (2018) 45–56.

ZNACZENIE ANALIZ KRZEMIENI PASIASTYCH W OKREŚLENIU PROWENIENCJI ARTEFAKTÓW ARCHEOLOGICZNYCH

Agnieszka Gałuszka, Zdzisław Migaszewski

*Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach, Instytut Chemii,
Zakład Chemii Analitycznej i Geochemii Środowiska
ul. Uniwersytecka 7, 25-406 Kielce
e-mail: agnieszka.galuszka@ujk.edu.pl*

Terminem „krzemień pasiasty” zwyczajowo określa się skałę należącą do grupy skał krzemionkowych, której cechą charakterystyczną jest występowanie kontrastowych pasów ciemnych, zazwyczaj szarych lub ciemnobrązowych, naprzemiennie z jasnymi. Krzemienie najczęściej występują w postaci wyraźnie wyodrębnionych konkrecji lub rzadziej jako warstwy, w skałach węglanowych, głównie w wapieniach. Pod względem składu mineralnego krzemienie pasiaste są zbudowane z krypto- i mikrokrystalicznego kwarcu- α . Minerałowi temu mogą towarzyszyć także inne odmiany krzemionki SiO_2 , takie jak chalcedon, czy opal-A.

Wpisany w 2019 r. na Listę Światowego Dziedzictwa UNESCO prehistoryczny region górniczy w Krzemionkach w powiecie ostrowieckim (N-E część Gór Świętokrzyskich), jest unikatowym obiektem archeologicznym, w którym odkryto najlepiej zachowane w Europie neolityczne kopalnie krzemienia. Surowiec ten był w nich eksploatowany od epoki neolitu do wczesnego brązu (lata ok. 3900-1600 p.n.e.) i wykorzystywany do wytwarzania narzędzi i broni [1]. Artefakty z krzemienia pasiastego z Krzemionek odnajdywane są w odległości setek kilometrów od kopalni, co świadczy o popularności i wysokiej jakości tego surowca [2]. Dotychczas do identyfikacji pochodzenia krzemiennych artefaktów z Krzemionek wykorzystywano cechy morfologiczne skał z tej lokalizacji, szczególnie występowanie charakterystycznych, naprzemiennie jasnych i ciemniejszych pasów i wzorów.

W związku z potrzebą znalezienia bardziej wiarygodnej metody określającej proveniencję artefaktów z krzemienia pasiastego odnajdywanych poza miejscem ich wydobycia, przeprowadzono analizy składu chemicznego wybranych próbek krzemieni z wykorzystaniem technik analitycznych w mikroobszarze – mikroskopii skaningowej z analizatorem EDS (SEM-EDS), elektronowej mikroanalizy rentgenowskiej (EMPA) oraz spektrometrii mas z plazmą wzbudzoną indukcyjnie z odparowaniem laserowym (LA-ICP-MS). Stanowiły one uzupełnienie wcześniej wykonanych badań izotopowych, mineralogicznych i mikropaleontologicznych, których głównym celem było wyjaśnienie genezy krzemieni górnourajskich z Gór Świętokrzyskich [3,4].

W badanych próbkach oznaczano pierwiastki główne oraz śladowe. Porównując wyniki analiz z danymi literaturowymi na temat składu pierwiastkowego krzemieni z różnych lokalizacji w Europie, wytypowano najlepsze wskaźniki charakteryzujące krzemienie z Gór Świętokrzyskich. Należą do nich: wzbogacenie w lekkie pierwiastki ziem rzadkich, dodatnie anomalie Eu, Pr, Tb, Ho i Tm oraz niskie stosunki $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Mn}_2\text{O}_3$ [1]. Oprócz wzoru kontrastujących barwą pasów charakterystycznego dla krzemieni z Krzemionek, wskaźniki te mogą być wykorzystane do określenia proveniencji krzemiennych artefaktów.

Literatura:

- [1] Z.M. Migaszewski, A. Gałuszka, A. Migaszewski, *Archaeometry* 64 (2022) 1093–1109.
- [2] A. Přichystal, *Archaeologia Polona* 56 (2018) 35–48.
- [3] Z.D. Sharp, T. Durakiewicz, Z.M. Migaszewski, V.N. Atudorei, *Geochim. Cosmochim. Acta* 66 (2002) 2865–2873.
- [4] Z.M. Migaszewski, A. Gałuszka, T. Durakiewicz, E. Starnawska, *Sedim. Geol.* 187 (2006) 11–28.

ZASTOSOWANIE SPEKTROMETRII ATOMOWEJ W OCENIE EFEKTYWNOŚCI USUWANIA ZE ŚCIEKÓW SZPITALNYCH METABOLITÓW KOMPLEKSÓW PLATYNY ZA POMOCĄ MODYFIKOWANYCH BIEWĘGLI

Ryszard Dobrowolski, Joanna Dobrzyńska, Kinga Morlo

*UMCS, Wydział Chemii, Katedra Chemii Analitycznej
Pl. Marii Skłodowskiej-Curie 3, 20-031 Lublin
e-mail: ryszard.dobrowolski@mail.umcs.pl*

Leki przeciwnowotworowe zawierające związki kompleksowe platyny należą do najczęściej stosowanych chemioterapeutyków, ze wskaźnikiem 70% udziału w ogólnej terapii. Sukcesy w terapii przeciwnowotworowej z zastosowaniem cis-platyny, oporność lekowa powodowana występowaniem polimorfizmów w obrębie cytochromu P450 oraz poważne skutki uboczne stosowania cisplatyny przyczyniły się do opracowania kolejnych leków z tej grupy, takich jak np. oksaliplatyna czy też karboplatyna. Leki zawierające związki kompleksowe platyny mają ten sam podstawowy mechanizm działania, dzięki czemu są skuteczne w zwalczaniu szerokiego zakresu nowotworów. Jednak różnice w ich strukturach chemicznych i profilach reaktywności przyczyniają się do różnic w ich toksyczności i zakresie działania. Cytostatyki te tworzą wiązania kowalencyjne z DNA, zakłócając ważne procesy komórkowe i indukując apoptozę w tkankach nowotworowych. Mechanizm ich działania opiera się głównie na hydrolizie tych kompleksów wewnątrz komórek nowotworowych. Metabolity tych leków są w większości wydalane wraz z moczem pacjentów w przeciągu 2-3 dni po ich dożylnym podaniu i mogą być monitorowane w ściekach szpitalnych z oddziałów onkologicznych. Konwencjonalne sposoby oczyszczania takich ścieków okazały się niewystarczające do skutecznego usuwania metabolitów kompleksów platyny. Zarówno cytostatyki jak i ich metabolity charakteryzują się wysoką toksycznością wobec komórek organizmów żywych nawet na poziomie śladowym, dlatego niezbędne jest usuwanie tych związków bezpośrednio u źródła ich emisji, tj. w placówkach szpitalnych. Skutecznym sposobem ich usuwania ze ścieków szpitalnych jest adsorpcja z wykorzystaniem adsorbentów węglowych, w tym szczególnie biowęgli charakteryzujących się dużą powierzchnią właściwą, odpowiednią wielkością porów i łatwością modyfikacji ich powierzchni.

Przedmiotem referatu będzie przedstawienie obecnego stanu badań w zakresie monitorowania stężenia platyny w ściekach szpitalnych oraz jej usuwania z zastosowaniem biowęgla uzyskanego z odpadów pszczelich. Zdolności adsorpcyjne zsyntezowanego biowęgla i jego zmodyfikowanych form względem cytostatyków zawierających jony Pt(II) zostaną zaprezentowane dla układów modelowych z uwzględnieniem optymalizacji warunków adsorpcji. Zaprezentowana zostanie również wydajność desorpcji platyny z badanych materiałów węglowych z zastosowaniem różnych mediów desorbujących. Zaproponowany zostanie również opis mechanizmu adsorpcji cytostatyków. Do oznaczania platyny w badanych układach modelowych użyta będzie absorpcyjna spektrometria atomowa z atomizacją elektrotermiczną (GFAAS), natomiast do określenia mechanizmu adsorpcji zostanie wykorzystana spektroskopia fotoelektronów w zakresie promieniowania X (XPS).

ANALYTICAL STRATEGIES FOR EXPOSING ADULTERATION IN DIETARY SUPPLEMENTS

Ilkay Erdogan Orhan

*Department of Pharmacognosy, Faculty of Pharmacy, Lokman Hekim University,
06510 Ankara, Türkiye
email: ilkay.erdoganorhan@lokmanhekim.edu.tr; ilkayerdoganorhan@gmail.com*

The expanding market for dietary supplements faces significant challenges related to product quality and authenticity. A primary concern is the adulteration of dietary supplements, where products may contain undeclared ingredients, incorrect dosages, or be misrepresented in their composition. Ensuring the safety and reliability of these products necessitates robust and accurate detection methods. Analytical methods play a crucial role by scrutinizing the chemical composition of dietary supplements and identifying instances of adulteration. Common analysis techniques, including high-performance liquid chromatography (HPLC), gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS), and liquid chromatography-mass spectrometry (LC-MS), are pivotal in identifying these issues. Beyond these, other analytical methods such as nuclear magnetic resonance (NMR) spectroscopy, various spectroscopic techniques (UV-Vis, FTIR, Raman/SERS), electrophoretic methods like capillary electrophoresis (CE), immunochemical assays like ELISA, X-ray powder diffraction (XRPD), and DNA-based techniques are also employed, often for specific types of adulteration or as complementary analyses. *DNA barcoding, in particular, is utilized to detect adulteration in food supplements, especially herbal and botanical ones, by confirming the presence and correct species of claimed ingredients.* Certain categories of dietary supplements, notably those marketed for weight loss, sexual enhancement, and muscle building, exhibit a higher incidence of adulteration. Adulteration typically involves the addition of undeclared ingredients, such as synthetic pharmaceuticals or their analogues, to augment the perceived effects of the supplement. DNA barcode analysis can reveal adulteration if it detects plant species not listed on the label, indicating substitution with a cheaper plant, the addition of fillers, or contamination. Analyses of dietary products from the global market consistently report a significant rate of adulterated or mislabeled products [1-3].

The intentional or unintentional adulteration of dietary supplements represents a serious public health concern that undermines consumer trust and can lead to significant health risks. Therefore, robust analytical methods are decisive for detecting and preventing this pervasive issue. It is also noteworthy that producers sometimes make misleading claims when marketing their products, further contributing to concerns about product integrity. Consumers must be aware of this widespread problem and prioritize purchasing products from reliable sources to avoid adulterated supplements.

References:

- [1] I. Orhan, B. Özçelik, M. Kartal, B. Özdeveci, H. Duman, *Chromatographia* 66 (2007) S153–S157.
- [2] I.E. Orhan, E. Atasu, F.S. Şenol, N. Öztürk, B. Demirci, K. Das, N. Şekeroğlu, *Ind. Crops Prod.* 47 (2013) 316–322.
- [3] W. Strunk Jr., E.B. White, *The Elements of Style*, fourth ed., Longman, New York, 2000.
- [3] K. Skalicka-Wozniak, M. Georgiev, I.E. Orhan, *Food Chem. Toxicol.* 108 (2017) 355–364.

NOWE MOŻLIWOŚCI SPEKTROMETRII MAS W ANALIZIE SPECJACYJNEJ METALI I METALOIDÓW

Ryszard Łobiński^{a,b}

^a *Institute of Analytical and Physical Chemistry (IPREM – UMR5254), CNRS-UPPA
Hélioparc, 64053 Pau, France*

^b *Politechnika Warszawska, Wydział Chemiczny, Katedra Chemii Analitycznej
ul. Noakowskiego 3, 00-664 Warszawa
e-mail: ryszard.lobinski@pw.edu.pl*

Analiza specjacyjna pierwiastków, czyli identyfikacja i ilościowe oznaczanie ich odrębnych form chemicznych, ma kluczowe znaczenie dla zrozumienia ich roli w środowisku i funkcjonowaniu organizmów biologicznych. Rozwój spektrometrii mas (MS) w sposób zasadniczy przekształcił analizę specjacyjną, umożliwiając przejście od żmudnych procedur ukierunkowanych na pojedyncze związki chemiczne do wysokorozdzielczych i wielowymiarowych metod analitycznych zdolnych do badania złożonych metalomów.

Postęp w technikach łączących rozdzielanie (HPLC, GC, elektroforeza) z detektorami specyficznymi dla pierwiastków, takimi jak spektrometria mas z plazmą sprzężoną indukcyjnie (ICP-MS), umożliwił czułe wykrywanie pików zawierających metale w złożonych matrycach, ustanawiając paradygmat „pik = związek chemiczny”. Jednak ograniczenia rozdzielczości chromatograficznej w wysoce złożonych próbkach doprowadziły do szerszego zastosowania detekcji MS na poziomie cząsteczkowym z wykorzystaniem jonizacji przez elektrosprej (ESI) i wysokorozdzielczych analizatorów, takich jak FT-ICR i Orbitrap MS. Zastosowanie tych technik pozwala na osiągnięcie dokładności pomiaru masy poniżej 1 ppm, umożliwiając tym samym przypisanie analitom wzorów cząsteczkowych oraz rozróżnianie ich form izobarycznych. Zaawansowana obróbka danych pozwala na ekstrakcję obwiedni izotopowych, ułatwiając przeszukiwanie baz danych w analizie celowanej i przesiewowej związków metalicznych.

Spektrometria mobilności jonów dostarcza dodatkowego, ortogonalnego wymiaru rozdziału, ujawniając izomery strukturalne i współeluujące kompleksy. Nowe techniki jonizacji, takie jak wyładowanie jarzeniowe pod ciśnieniem atmosferycznym (APGD), zmniejszają problemy zależności jonizacji od struktury chemicznej analitu i matrycy.

Wykład omawia powyższe nowe trendy w kontekście odpowiedzi na wyzwania związane z wyjaśnianiem molekularnych mechanizmów transportu, wiązania i transformacji metali poprzez integrację wyników analizy specjacyjnej z genomiką, proteomiką i metabolomiką, w celu powiązania formy chemicznej z funkcją biologiczną.

OBRAZOWANIE SPEKTROMETRIĄ MAS OBIEKTÓW BIOLOGICZNYCH W DWÓCH I TRZECH WYMIARACH

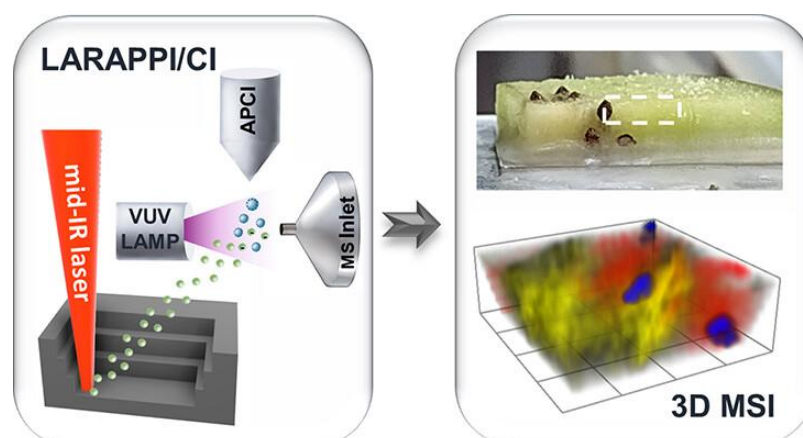
Tomasz Ruman, Joanna Nizioł, Sumi Krupa

*Politechnika Rzeszowska, Wydział Chemiczny
Al. Powstańców Warszawy 6, 35-959 Rzeszów
e-mail: tomruman@prz.edu.pl*

Obrazowanie spektrometrią mas (*mass spectrometry imaging*, MSI) jest rodziną metod badawczych umożliwiających analizę szerokiego spektrum związków chemicznych stałych obiektów, w tym tkanek biologicznych. Obrazowanie spektrometrią mas (MSI) pozwala na wizualizację rozmieszczenia metabolitów w tkance, organie czy nawet całym organizmie.

Obecnie obrazowanie MS wykonuje się niemal wyłącznie w trybie badania cienkich skrawków lub powierzchni obiektów (2-wymiarowe MSI, 2D MSI). Wykonano też wiele analiz polegających na rekonstrukcji wyników 3D MSI z serii wyników 2D MSI, w tym celu objekty są najpierw cięte do serii cienkich skrawków, obrazowane w trybie 2D MSI a wynik 3D generowany jest przez oprogramowanie.

W ramach wykładu omówione będą podstawy popularnych metod analizy 2D MSI oraz zaprezentowane zostaną przykładowe wyniki 2D MSI. W dalszej części omówione zostaną koncepcje realizacji analiz 3D MSI oraz uzyskane dla nich wyniki. Omówiony zostanie opracowany przez zespół zestaw badawczy LARAPPI/CI MSI (Laser Ablation Remote Atmospheric Pressure Photoionization/Chemical Ionization mass spectrometry imaging (*pl. obrazowanie spektrometrią mas ze zdalną laserową ablacją z fotojonizacją i jonizacją chemiczną pod ciśnieniem atmosferycznym*) [1] oraz pierwsze wyniki direct3D MSI uzyskane przez zespół. Badanie direct3D MSI umożliwia uzyskanie informacji nie tylko o rozmieszczeniu metabolitów na powierzchni obiektu, ale także w jego głębszych warstwach. Przedstawione będą wyniki dla tkanek ludzkich, roślinnych oraz kultur mikrobiologicznych.



Rys. 1. Uproszczony schemat analizy direct3D MSI

Podziękowania: projekt badawczy Sonata Bis nr 2022/46/E/ST4/00016 Narodowe Centrum Nauki. Dofinansowano ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa w ramach Programu „Regionalna inicjatywa doskonałości, nr RID/SP/0032/2024/01.”

Literatura:

[1] T. Ruman, Z. Krupa, J. Nizioł, *Anal. Chem.* 96 (2024) 13326–13334.

PO NITCE DO KLĘBKA: OD SPEKTROCHEMICZNYCH BADAŃ CENNYCH OBIEKTÓW ZABYTKOWYCH DO SENSOWNEJ INTERPRETACJI WYNIKÓW

Barbara Wagner

*Uniwersytet Warszawski, Wydział Chemii, CNBCh,
Interdyscyplinarne Laboratorium Badań Archeometrycznych
ul. Żwirki i Wigury, 02-089 Warszawa
e-mail: barbog@chem.uw.edu.pl*

Badania nad dziedzictwem kulturowym wymagają szczególnego podejścia, łączącego najwyższe standardy analityczne z pełnym poszanowaniem unikatowego charakteru zabytków [1]. Jednym z kluczowych wyzwań pozostaje opracowanie scenariuszy badawczych pozwalających na pozyskiwanie ważnych wyników prowadzonych pomiarów fizykochemicznych bez naruszania integralności badanych obiektów. Zupełnie innym, lecz także kluczowym, wyzwaniem pozostaje kwestia interpretacji zarejestrowanych danych w kontekście dotychczasowej wiedzy historycznej i materiałowej o obiektach badań.

W odpowiedzi na te potrzeby powstają indywidualne scenariusze analityczne, najczęściej uwzględniające wykorzystanie nieinwazyjnych, lub mikro-inwazyjnych technik instrumentalnych. Podczas prezentacji pokazane zostaną wybrane projekty ilustrujące wachlarz możliwych rozwiązań technicznych oraz możliwość interpretacji uzyskanych wyników w przypadku:

1. pomiarów przeprowadzonych dwiema technikami: p-XRF i LA-ICP-MS bezpośrednio z powierzchni zabytków wykonanych ze stopów metali i szkła [2];
2. bezpośrednich pomiarów przeprowadzonych dwiema technikami: makro-XRF i spektroskopią Ramana przeprowadzonych z powierzchni rękopisu oraz pomiarów pośrednich przeprowadzonych techniką LA-ICP-MS dla wybranych obszarów tego samego zabytku rękopiśmiennego [3];
3. bezpośrednich pomiarów przeprowadzonych techniką SEM-EDS oraz LA-ICP-MS z powierzchni mikro-próbek zabytkowego inkunabułu pozyskanych w trakcie trwania procesu konserwacji.

Powyższe badania umożliwiły rozszerzenie zakresu dostępnych informacji o cennych obiektach dziedzictwa, pozwalając na wskazanie (nie zawsze oczywistej) proveniencji zabytku, ocenę stanu zachowania lub wybór najlepszego sposobu konserwacji.

Podziękowania: Prace badawcze zostały częściowo sfinansowane ze środków Narodowego Centrum Nauki w ramach projektu OPUS pt. „AnaLiZA spektralna zabytkowych atrameNtów z wykorzystaniem uczenia mAszynowego (ALiNA)” (NCN OPUS 2021/41/B/ST4/02860)

Literatura:

- [1] B. Wagner, O. Syta, M. Sawicki w *Lasers in the Conservation of Artworks XI, Proceedings of LACONA XI*, red. P. Targowski et al., NCU Press, Toruń 2017, 155–178.
- [2] J. J. Kunicki-Goldfinger, B. Wagner, G. Nawrońska w *Annales du 22e Congrès de l'Association Internationale pour l'Histoire du Verre. Caparica AIHV*, red. I. Coutinho et al., NOVA.FCT EDITORIAL, Caparica 2024, 312–317.
- [3] P. Targowski, B. Wagner, D. Jutrzenka-Supryn, J. Karasiński, G. Żukowska, M. Kowalska, W. Łasocha, Z. Stos-Gale, M. Opalińska, *Npj Heritage Sci.* 13 (2025) 1–15.

TECHNIKI ŁĄCZONE IC-MS i IC-ICP-MS W ANALITYCE SPECJACYJNEJ MOŻLIWOŚCI I OGRANICZENIA

Rajmund Michalski

*Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska Polskiej Akademii Nauk
ul. M. Skłodowskiej-Curie 34, 41-819 Zabrze
e-mail: rajmund.michalski@ipispan.edu.pl*

Najpopularniejszą metodą instrumentalną rozdzielania i oznaczania nieorganicznych i organicznych anionów i kationów jest chromatografia jonowa [1]. Jako rutynowa metoda oznaczania jonów m.in. w próbkach środowiskowych jest znana od 50 lat [2]. Jedną z jej zalet w porównaniu do innych metod oznaczania jonów jest możliwość jednoczesnego rozdzielania i oznaczania różnych jonów tego samego pierwiastka, czyli analityka specjacyjna. Początkowo jej zastosowania w chromatografii jonowej dotyczyły przede wszystkim analizy różnych form jonów azotu, fosforu oraz siarki. Obecnie są to przede wszystkim analizy jonów metali i metaloidów [3]. Analityka specjacyjna szczególnie w próbkach o obciążonej matrycy wymaga stosowania złożonych metod i technik analitycznych. Takimi są techniki łączone, w których metody separacyjne łączone są z różnymi metodami detekcji.

Jako metody separacyjne wykorzystuje się przede wszystkim metody chromatograficzne, a jako metody detekcji – metody spektroskopowe [4]. Najpopularniejsze techniki łączone wykorzystujące chromatografię jonową to: IC-ICP-MS oraz IC-MS [5]. Zakres ich zastosowań dotyczy przede wszystkim badań próbek środowiskowych, farmaceutycznych, żywności, medycznych, przemysłowych i kryminalistycznych. Nowe perspektywy ich zastosowań połączenia chromatografii jonowej z detektorem spektrometrii mas to dynamicznie rozwijająca się metabolomika i inne nauki –omiczne.

Techniki łączone stwarzają ogromne, nieznane dotychczas możliwości, a ich główne zalety to: ekstremalnie niskie granice wykrywalności i granice oznaczalności oraz bardzo dobra dokładność i powtarzalność oznaczeń. Tak jak wszystkie inne mają swoje ograniczenia. Należą do nich: wysoka cena przyrządów oraz ich złożoność, co powoduje, że nie są one powszechnie dostępne i stosowane w laboratoriach. Stosowanie technik łączonych wymaga doskonałego opanowania metodyk analitycznych i szczegółowej znajomości przyrządów. Analiza specjacyjna z wykorzystaniem technik łączonych IC-MS i IC-ICP-MS pomimo ogromnych postępów poczynionych w minionych latach wciąż jest młodą dziedziną chemii analitycznej. Perspektywy jej dalszego rozwoju uzależnione są od wielu czynników, takich jak: rozwój nowych metod przygotowania próbek, metod separacyjnych i metod detekcji, oraz dostępności nowych certyfikowanych materiałów referencyjnych.

Literatura:

- [1] R. Michalski, *Chromatografia jonowa*, PWN, Warszawa, 2020.
- [2] R. Michalski, Applications of ion chromatography in environmental analysis [in] *The Handbook of Separation Science: Ion-Exchange Chromatography and Related Techniques*, Elsevier, Chapter 16, 2024, pp. 333–349.
- [3] R. Michalski, M. Jablonska, S. Szopa, A. Łyko, *Crit. Rev. Anal. Chem.*, 41 (2011) 133.
- [4] R. Michalski, Hyphenated Methods Based on Separation Methods for Speciation Analysis [in] *Encyclopedia of Analytical Chemistry*, John Wiley, 2021, pp. 1–16.
- [5] R. Michalski, Eds. *Application of IC-MS and IC-ICP-MS in Environmental Research*, John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, New Jersey, 2016.

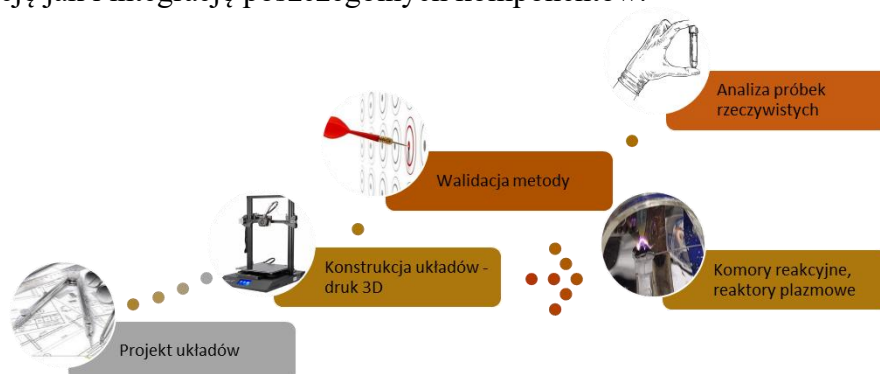
ZASTOSOWANIE DRUKU 3D W WYTWARZANIU ZMINIATURYZOWANYCH UKŁADÓW PLAZMOWYCH DO CELÓW ANALITYCZNYCH

Piotr Jamróz^a, Angelika Nowak^a, Tymoteusz Kliś^a, Piotr Cyganowski^b

^a Politechnika Wroclawska, Wydział Chemiczny,
Katedra Chemii Analitycznej i Metalurgii Chemicznej

^b Politechnika Wroclawska, Wydział Chemiczny, Katedra Inżynierii Procesowej
i Technologii Materiałów Polimerowych i Węglowych
Wyb. Stanisława Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław
e-mail: piotr.jamroz@pwr.edu.pl

W ostatnich latach druk 3D zyskuje na znaczeniu jako technologia wspierająca rozwój nowoczesnych urządzeń analitycznej [1]. Dotychczasowe technologie wytwarzania elementów urządzeń analitycznych, oparte na materiałach, takich jak np. szkło, kwarc, metale i ich stopy, ceramiki, posiadają szereg wad, jak np. stosunkowo wysokie koszty materiałów jak i wykonania ostatecznego elementu. Druk 3D wykorzystujący materiały polimerowe staje się coraz bardziej powszechnym narzędziem w projektowaniu i wytwarzaniu elementów urządzeń analitycznych [1]. Druk 3D pozwala na szybką i taną produkcję elementów urządzeń analitycznych, ich miniaturyzację jak i integrację poszczególnych komponentów.



Rys.1 Wytwarzanie zminiaturyzowanych układów plazmowych oraz ich zastosowanie do celów analitycznych

W wystąpieniu omówiono proces projektowania, wybór materiałów oraz implementacji elementów, takich jak np. komory reakcyjne i reaktory (Rys.1) w celu stworzenia zminiaturyzowanych układów plazmowych [2,3] do celów analitycznych. Przedstawiono również przykłady zastosowań wykonanych w technologii druku 3D układów plazmowych np. w analizie środowiskowej i żywności do oznaczeń pierwiastkowych. Podkreślono zalety tej technologii, w tym, m.in. szybkie prototypowanie, możliwość łatwej modyfikacji układów oraz redukcję kosztów produkcji. Wskazano także obecne ograniczenia, m.in. związane z odpornością termiczną i chemiczną stosowanych materiałów polimerowych oraz precyzją wykonania elementów układów.

Literatura:

- [1] M. Perrucci, I. Ali, F. R. Mansour, H. I. Ulusoy, S. Ulusoy, A. Kabir, O. Abollino, A. Giacomino, P. Inaudi, M. Locatelli, E. M. Ricci, *J. Chromatogr. Open* 8 (2025) 100241.
- [2] T. Klis, P. Pohl, A. Dzimitrowicz, P. Jamroz, *J. Anal. At. Spectrom.* 39 (2024) 2982–2991.
- [3] K. Swiderski, T. Matusiak, M. Wozinski, A. Dabrowski, L. Golonka, P. Pohl, P. Jamroz, *J. Anal. At. Spectrom.* 35 (2020) 1880–1886.

MICAP, A CZĄSTECZKOWA SPEKTROMETRIA EMISYJNA

**Zofia Kowalewska^a, Raquel Serrano^b, Jorge Perez-Vazquez^b, Luis Gras^b,
Guillermo Grindlay^b**

^a *Politechnika Warszawska, Wydział Budownictwa, Mechaniki i Petrochemii
ul. Łukasiewicza 17, 09-400 Płock
e-mail: zofia.kowalewska@pw.edu.pl*

^b *University of Alicante, Department of Analytical Chemistry, Nutrition and Food Sciences
PO Box 99, 03080 Alicante, Spain*

Optyczna spektrometria emisyjna z zastosowaniem MICAP (microwave-sustained inductively coupled atmospheric-pressure plasma), azotowej atmosferycznej plazmy indukcyjnie sprzężonej podtrzymywanej mikrofalowo, to stosunkowo nowe rozwiązanie [1-3], którego możliwości są wciąż słabo poznane. W niniejszej pracy po raz pierwszy technika ta została oceniona jako źródło wzbudzenia do oznaczania pierwiastków poprzez emisję ich cząsteczek.

Wykorzystywanie cząsteczek w analizie pierwiastkowej to intensywnie rozwijany kierunek m.in. w spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem laserowym (LIBS), spektrometrii absorpcyjnej w płomieniu/piecu grafitowym (HR-CS FMAS/HR-CS GFMS), spektrometrii mas plazmy indukcyjnie sprzężonej (ICP-MS).

Zastosowano dwa tryby pracy MICAP: z „czystą” plazmą azotową oraz z dodatkiem powietrza do plazmy azotowej. Pierwszy tryb został wypróbowany do oznaczania fluoru (poprzez pomiary CaF, BaF, AlF i NF) oraz siarki (poprzez pomiary SN i SC). W drugim trybie skupiono się na tworzeniu tlenków SO, SiO i PO, w celu oceny możliwości oznaczania odpowiednio siarki, krzemu i fosforu. Dodatkowo spodziewano się powstawania interferujących cząsteczek CaO, CaOH, BaO, BaOH i AlO, rejestrowanych w innych spektralnych technikach cząsteczkowych (np. LIBS, HR-CS MAS).

Dla każdej z cząsteczek badano różne obszary spektralne. Mimo stosunkowo wysokich stężeń pierwiastków komplementarnych (np. Ca, Ba, Al i C) oraz zmiennych warunków (moc plazmy, natężenie przepływu gazu rozpylacza, natężenie przepływu próbki), specyficzne sygnały większości cząsteczek docelowych były znikome lub nie zostały znalezione.

Wyjątek stanowiła cząsteczka PO. Obserwowano emisję w obszarach charakterystycznych dla tej cząsteczki (najbardziej intensywną w pobliżu 324-325 nm). Intensywność emisji cząsteczki PO wzrastała ze wzrostem zawartości tlenu w plazmie. Jednocześnie malała intensywność emisyjnych linii atomowych fosforu. Sygnał PO nie zależał od formy fosforu w roztworze pomiarowym.

Ocenia się, że możliwości zastosowania MICAP w wariacie cząsteczkowej spektrometrii emisyjnej są ograniczone, natomiast nawet negatywne wyniki pomiarów (brak specyficznego sygnału) można wykorzystać jako cenne narzędzie diagnostyczne.

Literatura:

- [1] A.J. Schwartz, Y. Cheung, J. Jevtic, V. Pikelja, A. Menon, S.T. Ray, G.M. Hieftje, *J. Anal. At. Spectrom.* 31 (2016) 440–449.
- [2] K.M. Thaler, A.J. Schwartz, C. Haisch, R. Niessner, G.M. Hieftje, *Talanta* 180 (2018) 25–31.
- [3] R. Serrano, G. Grindlay, L. Gras, J. Mora, *Talanta* 271 (2024) 125666.

KOSAT



SESJA SZKOLENIOWA ZAPEWNIENIE JAKOŚCI BADAŃ

BLASKI I CIENIE METROLOGII CHEMICZNEJ, CZYLI ODPOWIEDZIALNOŚĆ ZA WAŻNOŚĆ WYNIKÓW POMIARÓW

Ewa Bulska

*Uniwersytet Warszawski, Wydział Chemii, Centrum Nauk Biologiczno-Chemicznych
ul. Żwirki i Wigury 101, 02-089 Warszawa
e-mail: e.bulska@uw.edu.pl*

Wyniki pomiarów wielkości chemicznych są podstawą wielu decyzji dotyczących między innymi zdrowia człowieka, bezpieczeństwa żywności czy stanu środowiska naturalnego. Stosowanie zasad metrologii jest niezbędnym warunkiem zapewnienia ważności uzyskanych wyników, tak aby stanowiły one rzetelną podstawę do podejmowania odpowiedzialnych decyzji. To co wyróżnia pomiary wielkości chemicznych, to duża różnorodność zarówno analitów, ich zawartości (od ilości śladowych do stężeń na poziomie makro), jak również matrycy, czyli otoczenia chemicznego. To różnorodność wymaga indywidualnego podejścia do danego zadania analitycznego, a jakość uzyskanych wyników zależy od przeprowadzonej walidacji danej procedury analitycznej i odpowiedzialnej interpretacji wyników. W tym kontekście metrologia chemiczna odgrywa kluczową rolę, stanowiąc fundament zapewnienia jakości, powtarzalności i porównywalności wyników, a tym samym umożliwiając ich wykorzystanie w badaniach klinicznych, farmakologii, toksykologii czy zapewnieniu bezpieczeństwa żywności. Walidacja procedur pomiarowych, zgodna z wymaganiami norm ISO/IEC 17025 i ISO 15189, obejmuje m.in. kalibrację sprzętu pomiarowego np. spektrometru), monitorowanie stabilności warunków chromatograficznych i opracowanie uniwersalnych protokołów.

Blaski i cienie metrologii chemicznej ujawniają się szczególnie wyraźnie w badaniach biomedycznych, w których stosowane są złożone procedury przygotowania próbek klinicznych, jak również procedury pomiarowe, niezmiernie czułe na zmieniające się parametry aparaturowe. Zanieczyszczenie próbek, niewłaściwa kalibracja aparatury, jak również pełne zaufanie do algorytmów opracowania dużych zbiorów danych pomiarowych mogą prowadzić do błędnych wniosków na temat biomarkerów, mechanizmów chorób czy skuteczności terapii.

W wystąpieniu omówione zostaną przykłady, kiedy odpowiedzialność za ważność wyników pomiarów oznacza nie tylko szczegółową znajomość wykorzystywanej procedury pomiarowej, lecz również świadomości potencjalnych ograniczeń i zagrożeń. Tylko połączenie metodologicznej rzetelności z krytycznym podejściem badacza pozwala na wykorzystanie zasad metrologii chemicznej do zapewnienia ważności wyników pomiarów, a tym samym ich odpowiedzialne wykorzystywanie do podejmowania decyzji.

PRZYKŁADY ZASTOSOWAŃ METROLOGII DO ZAPEWNIENIA BEZPIECZEŃSTWA ŻYWNOŚCI

Michał Strzelec, Anna Bojanowska-Czajka, Beata Warzywoda

Główny Urząd Miar, ul. Elektoralna 2, 00-139 Warszawa

e-mail: michal.strzelec@gum.gov.pl

Zapewnienie bezpieczeństwa żywności stanowi obecnie jeden z kluczowych priorytetów Unii Europejskiej. W odpowiedzi na rosnące wymagania legislacyjne, środowisko metrologiczne podejmuje działania mające na celu zapewnienie spójności pomiarowej poprzez rozwój wiarygodnych metod analitycznych oraz dostarczanie certyfikowanych materiałów odniesienia. Współczesne kierunki badań metrologicznych koncentrują się na: (1) ilościowym oznaczaniu nowych analitów, (2) analizie innowacyjnych i złożonych matryc, a także (3) doskonaleniu istniejących metod analitycznych w zakresie ich parametrów, takich jak czułość i precyzja, w celu dostosowania ich do zaostrzających się regulacji prawnych.

W ramach Europejskiego Partnerstwa w Metrologii realizowany jest projekt ScreenFood, którego celem jest opracowanie znormalizowanych metod analitycznych oraz certyfikowanych materiałów odniesienia wspierających przemysł spożywczy. Zakres badań obejmuje m.in.: ocenę bezpieczeństwa opakowań do żywności pochodzących z recyklingu, rozwój metod oznaczania związków perfluorowanych (PFAS), nasyconych i aromatycznych węglowodorów mineralnych (MOSH i MOAH), a także badania nad migracją zanieczyszczeń do żywności.

Istotną rolę w budowaniu zaufania do wyników pomiarów pełni również działalność Komitetu Doradczego ds. Ilości Substancji przy Międzynarodowym Biurze Miar (BIPM CCQM), który organizuje kluczowe porównania międzylaboratoryjne w zakresie analizy żywności, obejmujące m.in. próbki wody, mięsa czy owoców morza. Dodatkowo, w ramach krajowego programu „Polska Metrologia II” prowadzone są prace nad opracowaniem nowych certyfikowanych materiałów odniesienia dla laboratoriów zajmujących się bezpieczeństwem żywności.

W wystąpieniu przedstawiony zostanie przekrojowy obraz aktualnych działań metrologicznych w tym obszarze, ze szczególnym uwzględnieniem roli Głównego Urzędu Miar.

PREZENTACJA WYNIKÓW ANALITYCZNYCH JAKO KLUCZOWY ELEMENT OCENY JAKOŚCI POMIARÓW - STUDIA PRZYPADKÓW

Piotr Konieczka

*Politechnika Gdańska, Wydział Chemiczny, Katedra Chemii Analitycznej
ul. G. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk
e-mail: piotr.konieczka@pg.edu.pl*

Jakość uzyskiwanych wyników pomiarów analitycznych to nie tylko konsekwencja dokładności (precyzji i poprawności) zastosowanej procedury analitycznej. Równie istotnym, a często niedocenianym aspektem, jest sposób prezentacji danych, który może znacząco wpłynąć na ich interpretację, ocenę miarodajności i finalnie na decyzje podejmowane na ich podstawie.

W trakcie wykładu zostaną omówione kluczowe zasady prawidłowej prezentacji danych analitycznych – zarówno w formie tabelarycznej, jak i graficznej – w kontekście ich przejrzystości, kompletności oraz zgodności z zasadami dobrej praktyki laboratoryjnej. Omówione zostaną zarówno najczęstsze błędy jak i dobre praktyki w zakresie przedstawiania danych liczbowych, statystycznych i graficznych. Szczególny nacisk zostanie położony na znaczenie jednoznaczności i zgodności z normami jakościowymi oraz wymaganiami odbiorców danych (audytorów, klientów, instytucji kontrolnych).

Celem wykładu jest zwiększenie świadomości, że rzetelna prezentacja danych jest nieodłączną częścią profesjonalizmu chemika analityka.

KOSAT



KOMUNIKATY

TECHNIKA EKSTRAKCJI DO FAZY STAŁEJ JONÓW AS(III) I OZNACZANIE ICH TECHNIKĄ ICP-OES W KWASIE SIARKOWYM Z INSTALACJI PRZEMYSŁOWEJ

Ewa Jamroz, Justyna Kostrzewa, Jacek Anyszkiewicz, Tadeusz Gorewoda

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Metali Nieżelaznych

ul. Sowińskiego 5, 44-100 Gliwice

e-mail: ewa.jamroz@imn.lukasiewicz.gov.pl

Odpady kwasu siarkowego z instalacji przemysłowych powstające w procesach przemysłowych zawierają związki As(III) i As(V), które są jednymi z ważniejszych zanieczyszczeń z punktu widzenia ochrony środowiska. Stopień utlenienia związków arsenu ma kluczowe znaczenie dla możliwości wytrącania i stabilności związków powstających w procesach neutralizacji odpadów przemysłowych. Dlatego aby ocenić możliwość ich bezpiecznego składowania i przetwarzania, konieczne jest rozpoznanie stopnia utlenienia związków arsenu w procesie neutralizacji.

Celem badań było opracowanie prostej i szybkiej metody oznaczania jonów As(III) w odpadach kwasu siarkowego poprzez selektywną ekstrakcję do fazy stałej z użyciem modyfikowanej krzemionki i detekcję techniką ICP-OES. Przebadano dwie metody ekstrakcji: w kolumnie oraz poprzez wytrąsanie roztworu z absorbentem. Jako eluent zastosowano roztwór jodanu potasu. Wyznaczono parametry walidacyjne metody w zakresie 2-150 mg L⁻¹. Metodę SPE-ICP-OES przetestowano na rzeczywistych próbkach odpadów kwasu siarkowego o wysokim i niskim stężeniu arsenu oraz metodą dodatku wzorca. Potwierdzono tym samym możliwość wykorzystania opracowanej metody do analizy jonów As(III) oraz możliwość przeprowadzenia specjacji arsenu.

ZA KULISAMI BADAŃ PRÓBEK BIOLOGICZNYCH – ZALETY ZINTEGROWANIA ANALIZY PRZEPLYWOWEJ I SPEKTROMETRII MAS Z JONIZACJĄ W PLAZMIE SPRZEŻONEJ INDUKCYJNIE ICP-MS

Marcin Wieczorek^a, Ewelina Pollak-Kowa^{a,b}, Anna Telk^a

^a *Uniwersytet Jagielloński, Wydział Chemii, Zakład Chemii Analitycznej
ul. Gronostajowa 2, 30-387 Kraków*

^b *Uniwersytet Jagielloński, Szkoła Doktorska Nauk Ścisłych i Przyrodniczych
ul. prof. S. Łojasiewicza 11, 30-348 Kraków
e-mail: anna.telk@uj.edu.pl*

Spektrometria mas z jonizacją w plazmie sprzężonej indukcyjnie (ICP-MS) to wyjątkowo czuła i dokładna technika, która znalazła szerokie zastosowanie w analizie pierwiastkowej materiałów biologicznych. Próbki takie jak krew, mocz czy płyn mózgowo-rdzeniowy stanowią istotne źródło informacji diagnostycznych o stanie zdrowia pacjenta. Ich analiza umożliwia m.in. identyfikację szlaków metabolicznych oraz badanie mechanizmów transportu związków obcych (ksenobiotyków).

Złożony skład matrycy biologicznej stawia jednak przed analityką istotne wyzwania. Poprawne oznaczenie pierwiastków metodą ICP-MS wymaga odpowiedniego przygotowania próbek, które często obejmuje etapy wielokrotnego rozcieńczania, usuwania elementów matrycy, ekstrakcji analitów i ich wstępnego zatężania. Procesy te nie tylko wydłużają czas analizy i zwiększają jej koszty, ale również podnoszą ryzyko popełniania błędów systematycznych i przypadkowych.

Dodatkowo, w laboratoriach klinicznych często analizowane są bardzo duże liczby próbek, z których wiele ma ograniczoną objętość. W tym kontekście zastosowanie technik przepływowych, umożliwiających automatyczne przygotowanie próbek i ich bezpośrednie wprowadzenie do spektrometru, może znacząco usprawnić analizę ICP-MS, czyniąc ją bardziej efektywną i powtarzalną.

W niniejszej prezentacji przedstawiono wybrane przykłady zastosowań różnych technik analizy przepływowej połączonych z ICP-MS w badaniach próbek biologicznych. Takie połączenie umożliwia m.in. jednoczesne oznaczanie pierwiastków takich jak Se, Cu i Zn bezpośrednio we krwi – bez potrzeby wcześniejszej ekstrakcji. Umożliwia też oznaczanie selenu w surowicy i płynie mózgowo-rdzeniowym przy objętościach poniżej 130 μ L i czasie analizy krótszym niż 2 minuty. Dodatkowo pozwala na automatyczne rozcieńczanie próbek moczu poniżej limitu TDS, co przekłada się na mniejsze zużycie odczynników, krótszy czas przygotowania, wyższą precyzję i ograniczenie ryzyka zanieczyszczeń. Przedstawione przykłady zostały omówione z naciskiem na korzyści wynikające z zastosowania technik przepływowych w połączeniu z ICP-MS [1].

Badania przeprowadzono w ramach projektu „Ocena skali emisji i oddziaływania na środowisko nanocząstek TiO₂ i ZnO uwalnianych do wód powierzchniowych wskutek działalności człowieka” w ramach Programu Strategicznego Inicjatywa Doskonałości w UJ, wykorzystując infrastrukturę badawczą zakupioną w ramach projektu ATOMIN 2.0 Centrum badań materiałowych w skali ATOMowej dla Innowacyjnej gospodarki. Projekt współfinansowany ze środków EFPR w ramach programu POIR 4.2

Literatura:

[1] E. Kowa, A. Telk, M. Wieczorek, *J. Anal. At. Spectrom.* 39 (2024) 1004–1023.

OD MINERALIZACJI DO EKSTRAKCJI ROZPUSZCZALNIKAMI GŁĘBOKO EUTEKTYCZNYMI (DES) – NOWE PODEJŚCIE DO ANALIZY ELEMENTARNEJ W ZŁOŻONYCH MATRYCACH ODPADOWYCH

Bartłomiej Michał Cieślik^a, Oskar Ronda^{a,b}, Justyna Płotka-Wasyłka^a

^a *Politechnika Gdańska, Wydział Chemiczny, Katedra Chemii Analitycznej
ul. G. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk*

^b *Politechnika Gdańska, Szkoła Doktorska, ul. G. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk
e-mail: bartlomiej.cieslik@pg.edu.pl*

W świetle rosnących potrzeb zrównoważonego rozwoju i zielonej chemii, poszukiwanie alternatywnych metod przygotowania próbek do analiz pierwiastkowych staje się coraz bardziej aktualnym wyzwaniem. Wyjątkowo trudną do analizy matrycą zdają się być popioły po spalaniu osadów ściekowych (ang. Sewage Sludge Ash – SSA) wytwarzane podczas termicznej utylizacji osadów ściekowych w piecach ze złożem fluidalnym. Ze względu na ich złożony skład i obecność szerokiej gamy zanieczyszczeń pierwiastkowych, typowe procedury przygotowania próbek, takie jak mineralizacja z wykorzystaniem różnego rodzaju mieszanin kwasów, bywają czasochłonne, kosztowne i potencjalnie niebezpieczne dla analityków oraz uciążliwe środowiskowo [1].

W ramach prezentowanych badań oceniono potencjał zastosowania rozpuszczalników głęboko eutektycznych (ang. *Deep Eutectic Solvents* - DES) jako alternatywy dla tradycyjnych metod mineralizacji próbek kierowanych do analizy pierwiastkowej. Przetestowano osiem różnych składów DES opartych na betainie oraz chlorku choliny (ChCl) w połączeniu z wybranymi kwasami organicznymi (mlekowym, pirogronowym, p-toluenosulfonowym (pTSA), cytrynowym). Badano wydajność ekstrakcji pierwiastków z SSA z wykorzystaniem zsintezowanych DES.

Najlepsze wyniki uzyskano dla mieszaniny chlorku choliny z kwasem p-toluenosulfonowym (ChCl:pTSA) w stosunku molowym 1:2,5, gdzie wykazano najwyższą efektywność ekstrakcji oznaczanych pierwiastków (Ca, Mg, Ba, Sr, Zn, Cu, Pb, Cr, Fe, Al, Mn, P). Niemniej jednak za najbardziej optymalne uznaje się wykorzystanie ChCl:pTSA w stosunku 1:1,5. Przedstawione podejście otwiera nowe perspektywy dla bezpiecznego i bardziej ekologicznego przygotowania próbek w analizie środowiskowej, zwłaszcza w kontekście trudnych i złożonych matryc odpadowych.

Podziękowania: Badania zostały sfinansowane w ramach wewnętrznego projektu Argentum Triggering Research Grant (projekt nr 5/1/2023/IDUB/I3b/Ag) ze środków projektu Uczelnia Badawcze Inicjatywa Doskonałości (IDUB)

Literatura:

[1] B.M. Cieślik, J. Namieśnik, P. Konieczka, *J. Clean. Prod.* 90 (2015) 1–15.

GAS CHROMATOGRAPHY AND HYPHENATED TECHNIQUES IN ASSESSMENT OF BAIJIU SPIRITS AUTHENTICITY AND QUALITY

Xi He^{a,b}, Henryk H. Jeleń^a

^a Poznan University of Life Sciences, Faculty of Food Science and Nutrition, Department of Food Technology of Plant Origin, Volatilomics and Sensomics Group, Poznan, Poland

^b University of Greenwich, Natural Resources Institute, Kent, ME4 4TB, UK (present affiliation)
x.he@gre.ac.uk

This study developed analytical methods to assess the authenticity and quality of Baijiu, a traditional Chinese spirit known for its unique solid-state saccharification and spontaneous fermentation, microbial consortia, and lack of rectification, resulting in rich volatile compounds. Gas chromatography with flame ionization detection (GC-FID) and two polarity columns (CPWax-57CB and DB-624) were used to quantify 62 compounds via direct injection. Detection limits were <1 mg/L, with $R^2 \geq 0.999$ for 61 compounds. However, this method couldn't classify the regional origin or aroma type of 38 Baijiu samples [1].

To improve classification, headspace solid-phase microextraction with comprehensive two-dimensional gas chromatography and time-of-flight mass spectrometry (HS-SPME-GC×GC-TOFMS) was applied to 65 Baijiu samples aroma types and regional origins assessment. Different column setups were compared for orthogonality and repeatability. The same 65 sample set were also analyzed using HS-SPME-MS and GC-E-Nose to evaluate rapid analysis feasibility. HS-SPME-GC×GC-TOFMS with conventional column setup and OPLS-DA modeling gave the best aroma type classification accuracy. Both HS-SPME-GC×GC-TOFMS and HS-SPME-MS achieved 100% accuracy for classifying Baijiu from Sichuan, Heilongjiang, and Jiangsu within the Strong aroma type [2,3].

To trace botanical origin, 5 sorghum-labeled Baijiu and 40 raw spirits from corn, potato, wheat, and rye were analyzed using HS-SPME-MS and isotope ratio mass spectrometry (IRMS). IRMS distinguished C3 from C4 plant spirits but not within C3. HS-SPME-MS with OPLS-DA successfully classified all botanical origins [4].

Acknowledgments: I'm deeply grateful to my supervisor, Prof. dr Henryk Jeleń, for his unwavering support and wise guidance throughout my PhD. His example as a scientist, along with his patience, openness, and insight, has inspired me profoundly.

References:

- [1] X. He, A. Gaca, H.H. Jeleń, *J. I. Brewing* 126(2) (2020) 206–212.
- [2] X. He, H.H. Jeleń, *J. Chromatogr. A* 1636 (2021) 461774.
- [3] X. He, H. Yangming, E. Górski-Horzyczak, A. Wierzbicka, H.H. Jeleń, *Food Chem.* 337 (2021)128002.
- [4] X. He, K. Gbiorczyk, H.H. Jeleń, *J. Agric. Food Chem.* 71 (2023) 2637–2643.

*Wystąpienie realizowane w ramach nagrody w konkursie Komitetu Chemii Analitycznej Polskiej Akademii Nauk na najlepszą pracę doktorską z chemii analitycznej
Nagroda sponsorowana przez firmę Altium International Sp. z o. o.*

BADANIA ZMIAN EKSPRESJI BIAŁEK I ICH MODYFIKACJI W OBECNOŚCI SELENU I FLUORU

Andrzej Gawor, Ewa Bulska

*Uniwersytet Warszawski, Wydział Chemii, Centrum Nauk Biologiczno-Chemicznych
ul. Żwirki i Wigury 101, 02-089 Warszawa
e-mail: ag.gawor@uw.edu.pl*

W niniejszej pracy przedstawiono wyniki badań dotyczących wpływu selenu i fluoru na ekspresję białek oraz ich modyfikacje w układach biologicznych. Celem badań było pogłębienie wiedzy na temat mechanizmów działania tych pierwiastków na poziomie molekularnym i komórkowym oraz określenie ich potencjalnego znaczenia biologicznego i toksykologicznego. Przedstawiono również zastosowane techniki analityczne, ze szczególnym uwzględnieniem metod proteomicznych i spektrometrii mas.

W przypadku selenu, przeprowadzono badania dotyczące jego biodostępności i rozmieszczenia w tkankach zwierzęcych po suplementacji związkami organicznymi i nieorganicznymi. Wykorzystując spektrometrię mas, wykazano, że organiczne formy selenu charakteryzują się wyższą absorpcją i retencją w organizmie w porównaniu z formami nieorganicznymi. Analizy proteomiczne ujawniły istotne zmiany w profilu ekspresji białek zaangażowanych w metabolizm selenu, co potwierdza wpływ tego pierwiastka na regulację procesów metabolicznych.

Dla fluoru przeprowadzono badania na tkankach zwierzęcych poddanych długotrwałej ekspozycji na leki zawierające fluor. Oceniono skutki fluorowania białek oraz wpływ tych modyfikacji na ich strukturę i funkcję biologiczną. Analizy proteomiczne wykazały zmiany w ekspresji białek uczestniczących w kluczowych szlakach metabolicznych, co może mieć znaczenie w kontekście toksykologii fluoru i jego długoterminowego oddziaływania na organizmy żywe.

Na podstawie uzyskanych wyników potwierdzono hipotezę badawczą zakładającą istotny wpływ selenu i fluoru na metabolizm i funkcjonowanie organizmu. Suplementacja selenem prowadzi do modulacji ekspresji białek, natomiast przewlekła ekspozycja na fluor może skutkować modyfikacjami strukturalnymi białek, co w konsekwencji wpływa na ich funkcję biologiczną.

POPULARYZACJA WIEDZY CHEMICZNEJ W MEDIACH SPOŁECZNOŚCIOWYCH – POTRZEBA CZY FANABERIA?

Sylwia Bogdan

profil na Instagramie: @chemiazdrowa

e-mail: sylwia@chemiazdrowa.pl

W erze powszechnego dostępu do informacji internet stał się głównym źródłem wiedzy – również tej dotyczącej zdrowia, nauki i technologii. W tym kontekście obecność naukowców w mediach społecznościowych przestaje być ciekawostką, a staje się istotnym elementem odpowiedzialności zawodowej.

Wykład poświęcony jest znaczeniu popularyzacji wiedzy chemicznej w przestrzeni cyfrowej. Poruszona zostanie kwestia potrzeby obecności ekspertów w sieci jako przeciwwagi dla pseudonauki i uproszczonych przekazów. Przedstawiona zostanie rola chemii w codziennym życiu i jej potencjał jako narzędzia budowania świadomego społeczeństwa. Podjęta zostanie także refleksja nad tym, jak popularyzowanie nauki wpływa nie tylko na odbiorców, ale również na samych naukowców – rozwijając ich kompetencje komunikacyjne i otwierając nowe formy dialogu społecznego.

SPEKTROSKOPOWE BADANIA SKŁADU CHEMICZNEGO ROŚLIN LECZNICZYCH Z EKWADORU

**Paweł Konieczynski^a, Agnieszka Viapiana^a, Alina Plenis^a,
Alex Alberto Dueñas Rivadeneira^b**

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

^b *Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Agrociencias,
Departamento de Procesos Agroindustriales, Ecuador
e-mail: pawel.konieczynski@gumed.edu.pl*

Ekwador jest krajem o bardzo bogatej florze a roślinność tego kraju może dostarczać rośliny lecznicze cenne z uwagi na ich unikatowy skład. W związku z tym przeprowadzono badania składu pierwiastkowego z wykorzystaniem metod spektroskopowych, a także analizowano całkowitą zawartość flawonoidów oraz aktywność antyoksydacyjną czterech surowców roślinnych stosowanych w tradycyjnej medycynie w Ekwadorze. Stężenia wybranych mikroelementów – Fe, Zn, Cu i Mn oraz makroelementów – Mg, Ca, K i Na oznaczono metodą płomieniowej absorpcyjnej spektrometrii atomowej (FAAS), a fosforu metodą spektrometrii UV/Vis. Całkowitą zawartość flawonoidów (TFC) i aktywność antyoksydacyjną w ekstraktach wodnych i wodno-metanolowych w próbkach roślin leczniczych zebranych ze stanu naturalnego w Ekwadorze określano również metodami spektrometrii UV/Vis. Stwierdzono, że czynniki odpowiedzialne za zróżnicowanie badanych próbek roślinnych to zawartość miedzi, fosforu, manganu i TFC w ekstrakcie wodno-metanolowym. Stężenie TFC w wodno-metanolowym ekstrakcie próbek zebranych w Ekwadorze była wysokie. Ponadto określono wysoką korelację ($r = 0,97$) pomiędzy aktywnością antyoksydacyjną oznaczoną metodą FRAP w obu typach ekstraktów. Zastosowanie analizy skupień i analizy głównych składowych pozwoliło zidentyfikować charakterystyczne grupy próbek roślin leczniczych ze względu na ich skład chemiczny, które jest spowodowane pochodzeniem z różnych gatunków botanicznych. Wyniki częściowo potwierdziły wnioski wypływające z wcześniejszych badań roślin leczniczych zbieranych ze stanu naturalnego [1,2].

Literatura:

- [1] P. Konieczynski, A. Zarkov, A. Viapiana, A. Chrubczynska, E. Mpandzo, M. Wesolowski, *Open Chem.* 20 (2022) 370–378.
[2] M. Polumackanycz et al. *Molecules* 25 (2020) 1–15.

UKRYTE DODATKI W OLEJACH OWOCOWYCH. WYKRYWANIE ZAFALSZOWAŃ Z WYKORZYSTANIEM SPEKTROMETRII MAS W PODEJŚCIU PROTEOMICZNYM I METABOLOMICZNYM

Agata Sumara, Anna Kozub, Hanna Nikolaichuk, Emilia Fornal

*Uniwersytet Medyczny w Lublinie, Zakład Bioanalitiky
ul. Jaczewskiego 8B, 20-090 Lublin
agatasumara@umlub.edu.pl*

W 2023 roku Inspekcja Jakości Handlowej Artykułów Rolno-Spożywczych (IJHARS) przeprowadziła 82 268 kontroli, w trakcie których stwierdzono, że 8,4% partii produktów rolnych i spożywczych nie spełniało deklarowanych cech organoleptycznych. Ponadto 17,5% partii wykazywało niezgodności z przepisami dotyczącymi jakości handlowej lub z informacjami podanymi przez producenta w zakresie parametrów fizykochemicznych. Z kolei aż 32,0% partii było niewłaściwie oznakowanych. Produktem, wobec którego najczęściej zgłaszano zastrzeżenia, była oliwa z oliwek – aż 76,0% skontrolowanych partii nie spełniało wymagań, głównie z powodu niewłaściwości organoleptycznych, takich jak brak charakterystycznego aromatu, szczególnie w przypadku oliwy z najwyższej kategorii [1].

Pomimo prowadzonych działań kontrolnych, wciąż brakuje skutecznych narzędzi umożliwiających wykrywanie fałszerstw w przypadku mniej popularnych olejów roślinnych. Oleje pozyskiwane z nasion i pestek owoców stanowią relatywnie nową kategorię produktów wykorzystywanych w przemyśle spożywczym, kosmetycznym i farmaceutycznym. Zainteresowanie nimi wynika z obecności licznych substancji bioaktywnych, które mają korzystny wpływ na zdrowie [2]. Produkty te wyróżniają się także unikalnymi cechami smakowymi i zapachowymi. Często są wytwarzane z bioodpadów pochodzących z procesów przetwórczych, takich jak produkcja soków owocowych. Ich wykorzystanie niesie również istotne korzyści ekonomiczne, pozwala na ograniczenie kosztów związanych z utylizacją odpadów i pełne zagospodarowanie surowca roślinnego, zgodnie z ideą gospodarki zero waste.

Jednakże, ze względu na znacznie mniejszą skalę produkcji olejów owocowych w porównaniu do powszechnie dostępnych olejów, takich jak olej słonecznikowy, a także z powodu niskiej wydajności procesu tłoczenia, końcowy koszt tych produktów jest znacznie wyższy. Przykładowo, w Polsce cena tłoczonego na zimno oleju z nasion czarnej porzeczki, zaliczanego do grupy olejów niszowych waha się od 280 do nawet 1300 zł za litr, podczas gdy olej słonecznikowy kosztuje średnio od 24 do 100 zł za litr. Taka różnica cenowa sprawia, że drogie oleje bogate w związki bioaktywne są szczególnie narażone na fałszowanie poprzez domieszki tańszych olejów, jak np. olej słonecznikowy.

W przeprowadzonych badaniach zastosowano podejście proteomiczne i metabolomiczne z wykorzystaniem spektrometrii mas. Dzięki użyciu specyficznych markerów charakterystycznych dla poszczególnych olejów roślinnych możliwe było potwierdzenie ich autentyczności lub wykrycie potencjalnych zafałszowań w dostępnych na rynku nierafinowanych, tłoczonych na zimno olejach owocowych.

Podziękowania: Badania zostały sfinansowane ze środków NCBiR. TANGO IV-C/0003/2019

Literatura:

- [1] Sprawozdanie roczne Inspekcji Jakości Handlowej Artykułów Rolno-Spożywczych, Warszawa, 2024.
- [2] K. Przykaza, H. Nikolaichuk, A. Kozub, J. Tomaszewska-Gras, Ž. Peršurić, S.K. Pavelić, E. Fornal, *Food Control* 130 (2021) 108349.

Konwersatorium Spektrometrii Analitycznej, Białystok 10-12.09.2025

BADANIE BIODOSTĘPNOŚCI NANOCZĄSTEK ŻELAZA Z WYKORZYSTANIEM LINII KOMÓRKOWEJ CACO-2

**Monika Kupiec^a, Zuzanna Szymańska^a, Julita Nowosadko^a, Agnieszka Żuchowska^b,
Lena Ruzik^a**

^a Politechnika Warszawska, Wydział Chemiczny, Katedra Chemii Analitycznej

^b Politechnika Warszawska, Wydział Chemiczny, Katedra Biotechnologii Medycznej
ul. St. Noakowskiego 3, 00-664 Warszawa, Polska
e-mail: monika.kupiec@pw.edu.pl

Dynamiczny rozwój nanotechnologii spowodował obecność i akumulację nanocząstek (NPs) w środowisku naturalnym. Ze względu na swój potencjał są one stosowane jako środki ochrony roślin do rozwiązywania problemów w nowoczesnym rolnictwie. Spożycie warzyw z nagromadzonymi NPs może spowodować ich bezpośrednią interakcję z organizmem człowieka [1]. Określenie biodostępności nanocząstek metali z roślin jadalnych oraz ich stabilności chemicznej w procesie trawienia w przewodzie pokarmowym ma kluczowe znaczenie dla zrozumienia ich wpływu na zdrowie i bezpieczeństwo człowieka [2]. Biodostępność dostarcza informacji o ilości i formie cząstek, a więc przyswajalnych form przez organizm ludzki [3].

Aby prawidłowo ocenić biodostępność zerowalentnych nanocząstek żelaza (Fe^0 NPs) oraz tempo ich wchłaniania przez linie komórkową Caco-2, w pierwszym kroku zoptymalizowano proces trawienia Fe^0 NPs i określono przyswajalne formy NPs. Zastosowano ujednoczony model *in vitro* symulowania przewodu pokarmowego jakim jest INFOGEST 2.0 [4]. Protokół trawienia składa się z trzech etapów: ślinowego, żołądkowego i jelitowego, w których stężenie kolejnych enzymów trawiennych zostało zoptymalizowane w stosunku do masy trawionej próbki roślinnej zawierającej Fe^0 NPs. Określono przebieg i wydajność metody rozdzielania roztworu zawierającego wyekstrahowane nanocząstki od osadu roślinnego, który był na poziomie 80%.

Drugim etapem było określenie biodostępności i transformacji cząstek Fe^0 NPs wykorzystując badania *in vitro* wchłaniania nanocząstek przez komórki Caco-2 na szalkach Transwell, zawierających półprzepuszczalną membranę symulującą barierę jelita-krew. Określono udział masowy Fe w poszczególnych frakcjach, formę w jakiej występuje Fe – nanocząstkowa lub jonowa oraz określono biodostępność Fe^0 NPs z wykorzystaniem spektrometrii mas z jonizacją w plazmie sprzężonej indukcyjnie w trybie pojedynczej cząstki (sp-ICP-MS/MS) oraz pojedynczej komórki (sc-ICP-MS/MS).

Podziękowania: Badania zostały sfinansowane przez Politechnikę Warszawską - w ramach programu PostDoc IV w ramach Inicjatywy Doskonałości: Uczelnia Badawcza (IDUB)

Literatura:

- [1] S.C.C. Arruda, A.L.D. Silva, R.M. Galazzi, R.A. Azevedo, M.A.Z. Arruda, *Talanta* 131 (2015) 693–705.
- [2] M. Hayder, M. Trzaskowski, L.D. Ruzik, *Food Chem.* 373 (2022) 1–9.
- [3] J. Wojcieszek, P. Kwiatkowski, L.D. Ruzik, *J. Chromatogr. A* 1492 (2017) 70–78.
- [4] A. Brodkorb et al., *Nat. Protoc.* 14 (2019) 991–1014.

ROZWÓJ METODY OZNACZANIA ŚLADOWYCH ILOŚCI WYBRANYCH POTENCJALNIE NIEBEZPIECZNYCH PIERWIASTKÓW W PRÓBKACH ŻYWNOSCI

Adrian Gołębiowski^{a,b}, Reda Dzingelevičienė^a, Bogusław Buszewski^{a,b}

^a *Uniwersytet Kłajpedzki, Wydział Nauk o Zdrowiu, Kłajpeda, Litwa*

^b *Kujawsko-Pomorskie Centrum Naukowo-Technologiczne
im. prof. Jana Czochrańskiego sp. z o.o. Toruń, Polska
e-mail: a.golebiowski@centrumczochnskiego.pl*

Tematem prezentacji jest rozwój metody oznaczania pierwiastków potencjalnie niebezpiecznych w żywności. Wybranymi pierwiastkami są: arsen (As), rtęć (Hg), ołów (Pb) i kadm (Cd). Cechą wspólną wymienionych pierwiastków jest fakt, że właściwości biologiczne i fizykochemiczne są silnie skorelowane z formą specyficzną pierwiastka w próbce. W zależności od formy specyficznej mogą wykazywać silne niebezpieczne właściwości biologiczne – na przykład być toksycznymi - dla organizmów żywych. Ze względu na szerokie rozpowszechnienie pierwiastków w przyrodzie oznaczane są w wielu typach próbek w tym żywności na śladowym poziomie zawartości. Do oznaczania pierwiastków na tak niskim poziomie zawartości (śladowym) wykorzystywana jest technika spektrometrii mas z plazmą indukcyjnie sprzężoną. Jednakże oznaczanie obarczone jest kilkoma utrudnieniami takimi jak interferencje spektralne i niespektralne. W prezentacji przedstawione zostaną tok postępowania i wyniki rozwoju równoczesnej metody oznaczania wspomnianych pierwiastków z uwzględnieniem zależności od parametrów instrumentalnych spektrometru, zawartości interferentów jak również procedury walidacyjnej. Zebrane wyniki będą miały odniesienie do matrycy próbek miodu. W kolejnych krokach realizacji projektu metoda zostanie zaimplementowana do oznaczania pierwiastków w miodach i szacowaniu narażenia na pierwiastki potencjalnie niebezpieczne po spożyciu referencyjnych dawek miodu dla wielu kategorii grup wiekowych.

Podziękowania: Projekt jest finansowany z Rady Badawczej Litwy (LMTLT), numer umowy S-PD-24-130.

WYSTĄPIENIA POPULARNONAUKOWE CO ZROBIĆ BY SŁUCHACZE SIĘ NIE NUDZILI?

Bartłomiej Michał Cieślik^{a,b}

^a *Politechnika Gdańska, Wydział Chemiczny, Katedra Chemii Analitycznej
ul. G. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk*

^b *Politechnika Gdańska, Centrum Nowoczesnej Edukacji
ul. G. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk
e-mail: bartlomiej.cieslik@pg.edu.pl*

Wystąpienia popularnonaukowe mają ogromny potencjał edukacyjny jedynie w warunkach, gdy odbiorcy zachowują skupienie na podawanych treściach. W celu zachowania uwagi odbiorców, można wdrażać przynajmniej kilka praktycznych zasad skutecznego mówienia o nauce w sposób angażujący i zrozumiały, z intencjonalnym kierowaniem procesu uwagowego na podawane informacje. Kluczowymi zagadnieniami wpływającymi na odbiór treści są: mowa ciała, przeciwdziałanie rozproszeniu uwagi, projektowanie warstwy wizualnej oraz motywacja prezentującego.

Wiedza z zakresu neuronaukowych podstaw funkcjonowania mózgu jest przydatnym narzędziem do prawidłowego zarządzania uwagą odbiorców. To ona wskazuje jak plastyczny jest mózg słuchacza i jak emocje (np. radość, zaskoczenie) wpływają na procesy zapamiętywania. Nie powinno się pomijać roli dopaminy i aktywności ciała migdałowatego zwłaszcza w kontekście zachowania uwagi i przetwarzania informacji. Równie istotne jest omówienie błędów poznawczych i najczęściej występujących barier, które sprzyjają rozproszeniu uwagi [1].

W ramach organizacji interesującego wystąpienia istotne jest, by odbiorca znajdował się w centrum uwagi. Należy każdorazowo przewidzieć i wziąć pod uwagę jego potrzeby, sposób przetwarzania informacji oraz oczekiwania względem prelegenta. Zamiast akademickiej elitarności, znacznie bardziej skuteczna okazuje się prostota przekazu, natomiast zamiast klasycznego wykładu - złudzenie dwustronnej komunikacji. Warto również zdawać sobie sprawę, że odbiorca zapamiętuje i uczy się wyłącznie wtedy, gdy ma przestrzeń na przetworzenie informacji.

Literatura:

[1] K. Nordengen, „Mózg Rządzi. Twój niezastąpiony narząd” Wyd. Marginesy, 2018.

OZNACZANIE WYBRANYCH PIERWIASTKÓW W RÓŻNYCH MATRYCACH METODĄ ICP-AES Z WPROWADZANIEM PRÓBK W POSTACI ZAWIESINY

Agata Jakóbiak-Kolon, Joanna Bok-Badura

*Politechnika Śląska, Wydział Chemiczny,
Katedra Chemii Nieorganicznej, Analitycznej i Elektrochemii
ul. Bolesława Krzywoustego 6, 44-100 Gliwice
e-mail: agata.jakobik@polsl.pl*

Roztworzenie próbek stałych jest niezbędne w wielu metodach analitycznych, jednak wiąże się z ryzykiem obniżenia dokładności i precyzji wyników, a także ze znacznymi kosztami i zagrożeniami, m.in. koniecznością stosowania bardzo czystych kwasów, w tym niebezpiecznego kwasu fluorowodorowego, oraz specjalistycznej aparatury. Alternatywą jest wprowadzanie próbek w postaci zawiesiny, co ogranicza część niedogodności, choć wymaga badań nad doбором parametrów, takich jak wielkość cząstek, rodzaj i stężenie środków powierzchniowo czynnych czy sposób podawania zawiesiny do aparatu.

W komunikacie zaprezentowane zostaną wyniki prac dotyczących oznaczania pierwiastków metodą ICP-AES z próbką w formie zawiesiny, opracowanych w odpowiedzi na konkretne potrzeby analityczne. Pierwszy obszar badań obejmował analizę makro- i mikroskładników w prażonych dolomitach i tlenkach magnezu, stosowanych przy wytrącaniu wodorotlenku magnezu z solanek i ługów pokryształizacyjnych. Ze względu na trudnorozpuszczalne tlenki (m.in. SiO₂, TiO₂) opracowano metodę pozwalającą uniknąć użycia kwasu fluorowodorowego, zachowując wysoką dokładność i precyzję potwierdzoną na certyfikowanych materiałach odniesienia [1].

Drugi obszar dotyczył nanorurek węglowych, stosowanych m.in. jako nośniki leków i w katalizatorach. Ze względu na ich wyjątkową odporność chemiczną zastosowano metodę zawiesinową do oznaczania żelaza, ceru, cyrkonu i niklu. Kluczowym etapem było uzyskanie homogenicznej zawiesiny oraz weryfikacja wyników w warunkach braku materiałów CRM i metod referencyjnych. Dokładność potwierdzono za pomocą bilansu masy, uzyskując odzyski bliskie 100% w każdym przypadku [2,3].

Podziękowania: Udział w Konwersatorium częściowo finansowany jest ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego, subwencja BK-04/010/BK_25/1103

Literatura:

- [1] J. Bok-Badura, A. Jakóbiak-Kolon, M. Turek, J. Szczerba, M. Lemanowicz, K. Karoń, *Spectrochim. Acta B* 113 (2015) 79–83.
- [2] J. Bok-Badura, A. Jakóbiak-Kolon, M. Turek, S. Boncel, K. Karoń, *RSC Adv.* 5 (2015) 101634–101640.
- [3] J. Bok-Badura, A. Jakóbiak-Kolon, A. Łamacz, K. Karoń, *J. Chem.* (2017) 4954080.

WPŁYW SKŁADU CHEMICZNEGO MATERIAŁÓW CEMENTOWO-AZBESTOWYCH NA POWSTAWANIE FAZY CIEKŁEJ W TRAKCIE OGRZEWANIA

Anna Gerle, Robert Kusiorowski, Magdalena Kujawa

*Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych
ul. Cementowa 8, 31-983 Kraków
e-mail: anna.gerle@icimb.lukasiewicz.gov.pl*

Azbest to grupa naturalnie występujących włóknistych minerałów, które przez wiele lat, ze względu na swoje właściwości, były stosowane w przemyśle, np. w budownictwie w wyrobach azbestowo-cementowych [1]. Niestety, pomimo swoich zalet, azbest stanowi poważne zagrożenie dla zdrowia ludzi. W wyniku wdychania włókien azbestu mogą wystąpić poważne choroby płuc [2]. Obecnie azbest jest materiałem zakazanym w około 70 krajach, a jego usuwanie i utylizacja stały się kluczowymi wyzwaniami w zakresie gospodarki odpadami przemysłowymi i ochrony zdrowia publicznego [3]. Jedną z proponowanych metod radzenia sobie z problemem odpadów azbestowych może być ich termiczne przetwarzanie.

Niniejsza praca miała na celu porównanie materiałów cementowo-azbestowych pochodzących z Litwy i Polski w kontekście ich składu chemicznego i jego wpływu na proces rozkładu termicznego. Może to w przyszłości umożliwić potencjalne ponowne wykorzystanie uzyskanych materiałów w technologii recyklingu.

Przebadano cztery materiały cementowo-azbestowe w postaci falistych płyt dachowych pochodzących z różnych regionów Litwy i Polski. Na podstawie składu chemicznego oznaczonego techniką fluorescencji rentgenowskiej z dyspersją długości fali (WDXRF), wykazano znaczące różnice w składzie chemicznym rozpatrywanych odpadów, szczególnie w kontekście zawartości głównych składników tj. CaO i SiO₂. Znajomość oznaczonego składu chemicznego pozwoliła na wykonanie obliczeń w dedykowanym oprogramowaniu inżynierskim FactSage. Wykonane symulacje określiły ilości fazy ciekłej, jaka pojawia się w rozpatrywanym układzie w stanie równowagi, w zależności od temperatury z zakresu 900-1300°C i ciśnienia 1 atm. W obliczeniach ilości fazy ciekłej uwzględniono pełny skład chemiczny badanych próbek materiałów cementowo-azbestowych.

Uzyskane wyniki wykazały istotne różnice w składzie chemicznym rozpatrywanych materiałów azbestowo-cementowych, przede wszystkim pod względem zawartości CaO i SiO₂. Zawartość tych głównych składników i ich wzajemne proporcje (tzw. stosunek C/S) rzutuje na przebieg procesu rozkładu termicznego azbestocementu, zwłaszcza w kontekście ilości powstającej fazy ciekłej. To z kolei wpływa na skład równowagowy układu i powstawanie głównych faz mineralnych, będących produktami obróbki termicznej.

Badania te zostały w całości sfinansowane przez Narodowe Centrum Nauki w ramach grantu „Sonata 17” o numerze UMO-2021/43/D/ST5/00356

Literatura:

- [1] O. Carmignano, S. Vieira, P.R. Brandão, A. Bertoli, R. Lago, *J. Braz. Chem. Soc.* 3 (2020) 2–14. doi:10.21577/0103-5053.20190215
- [2] C. Petrarca, D. Viola, A. Resta, L. Di Giampaolo, H. Wada, *J. Community Med. Public Health* 8 (2024) 450. doi:10.29011/2577-2228.100450
- [3] J. LaDou, B. Castleman, A. Frank, M. Gochfeld, M. Greenberg, J. Huff, T. K. Joshi, P. J. Landrigan, R. Lemen, J. Myers, M. Soffritti, C. L. Soskolne, K. Takahashi, D. Teitelbaum, B. Terracini, A. Watterson, *Environ. Health Perspect.* 118 (2010) 897–901. doi: 10.1289/ehp.1002285

ZASTOSOWANIE GIS W WIZUALIZACJI PRZESTRZENNEJ WYNIKÓW ANALIZY WIELOWYMIAROWEJ SKŁADU CHEMICZNEGO WÓD PODZIEMNYCH REGIONU ŚWIĘTOKRZYSKIEGO

Artur Michalik

*Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach, Instytut Chemii
ul. Świętokrzyska 15G, 25-406 Kielce
e-mail: artur.michalik@ujk.edu.pl*

W ocenie składu chemicznego wód podziemnych oraz identyfikacji czynników wpływających na ich zróżnicowanie coraz częściej wykorzystuje się podejścia integrujące analizę chemometryczną z narzędziami GIS. Połączenie tych metod umożliwia klasyfikację próbek oraz wizualizację przestrzenną wyników w odniesieniu do warunków środowiskowych i użytkowania terenu.

Wielowymiarowe techniki statystyczne – jak np. analiza skupień czy analiza czynnikowa – pozwalają na identyfikację grup próbek o podobnych cechach chemicznych, a także na wskazanie głównych zmiennych odpowiadających za obserwowane różnice. Wyniki analiz są następnie integrowane z danymi przestrzennymi w środowisku GIS, co umożliwia tworzenie tematycznych map warstwowych, przydatnych zarówno w interpretacji, jak i w komunikacji wyników.

Stosowane algorytmy chemometryczne były z powodzeniem wykorzystywane do oceny zanieczyszczenia gleb i wód podziemnych w regionie świętokrzyskim, co potwierdza ich przydatność w analizie różnych próbek środowiskowych [1,2]. W odniesieniu do obszaru Świętokrzyskiego Parku Narodowego, metody te umożliwiły wyodrębnienie kilku obszarów o wyraźnie odmiennym składzie hydrochemicznym oraz identyfikację pojedynczych obiektów, których skład znacząco odbiegał od układów dominujących w danym rejonie. Dzięki zastosowaniu GIS możliwe było powiązanie tych wyników z lokalnymi warunkami geologicznymi i morfologicznymi, a także z intensywnością użytkowania otaczających terenów [3].

Skuteczne zastosowanie metod chemometrycznych wymaga nie tylko odpowiednich algorytmów, ale także świadomej interpretacji wyników. Chemometria, jak definiuje Mazerski, to narzędzie wspierające decyzje analityczne i środowiskowe oparte na danych liczbowych, przekształcające dane w wiedzę [4]. GIS w tym ujęciu nie ogranicza się do funkcji prezentacyjnej – wspomaga analizę przestrzenną i rozpoznanie zależności między zmiennymi.

Integracja GIS z analizą wielowymiarową pozwala lepiej zrozumieć czynniki kształtujące skład wód podziemnych oraz odróżnić wpływy naturalne od antropogenicznych, co jest szczególnie istotne na obszarach chronionych

Literatura:

- [1] S. Dołęgowska, A. Michalik, *Environ. Monit. Assess.* 191 (2019) 302.
- [2] A. Michalik, *Polish J. Environ. Stud.* 17(3) (2008) 357–362.
- [3] M.K. Jha, A. Chowdhury, V.M. Chowdary, S. Peiffer, *Water Resour. Manage.* 21 (2007) 427–467.
- [4] J. Mazerski, *Chemometria praktyczna – Interpretuj wyniki swoich pomiarów*, wyd. II, Wydawnictwo Malamut, Gdańsk 2016.

CERTYFIKOWANE MATERIAŁY ODNIESIENIA DLA PRZEMYSŁU METALI NIEŻELAZNYCH – WYZWANIA, POTRZEBY, PERSPEKTYWY

**Justyna Kostrzewa, Jacek Anyszkiewicz, Tadeusz Gorewoda, Marta Wolska,
Ewa Jamroz, Ewelina Musielak**

*Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Metali Nieżelaznych, Centrum Chemii Analitycznej
ul. Sowińskiego 5, 44 – 100 Gliwice
e-mail: justyna.kostrzewa@imn.lukasiewicz.gov.pl*

Przemysł metali nieżelaznych zajmuje się wydobyciem, przetwarzaniem i produkcją metali, które nie zawierają żelaza jako głównego składnika. Metale nieżelazne wspierają rozwój nowoczesnych technologii i zielonej gospodarki. Są kluczowe dla transformacji energetycznej – wykorzystywane m. in. w produkcji baterii, kabli, turbin wiatrowych, paneli fotowoltaicznych. Coraz większe znaczenie ma również pozyskiwanie metali ze źródeł wtórnych, takich jak złomy czy też odpady technologiczne. Równolegle, wraz z rozwojem technologii addytywnych, takich jak druk 3D z metalu, przemysł metali nieżelaznych staje przed nowymi wyzwaniami w zakresie kontroli jakości i walidacji procesów produkcyjnych. Kontrola jakości opiera się na nowoczesnych technologiach i rygorystycznych standardach mających na celu zapewnienie wysokiej jakości produktów oraz bezpieczeństwa procesów produkcyjnych. Próbkki materiałów są analizowane między innymi pod kątem składu chemicznego. Do tego celu wykorzystuje się nowoczesne metody instrumentalne takie jak np. fluorescencyjna spektrometria rentgenowska czy optyczna spektrometria emisyjna. W celu zapewnienia dokładności i wiarygodności uzyskiwanych wyników analitycznych konieczne jest stosowanie certyfikowanych materiałów odniesienia (CRM). CRM-y są to materiały, charakteryzujące się wysoką jednorodnością o znanym i potwierdzonym składzie chemicznym lub właściwościach fizykochemicznych. Umożliwiają kalibrację aparatury spektralnej, weryfikację poprawność uzyskiwanych wyników analitycznych, walidację metod, zapewniają spójność pomiarową czy też są wykorzystywane w badaniach porównawczych. CRM-y są podstawą systemów zarządzania jakością zgodnych z normami ISO (np. ISO/IEC 17025).

W wystąpieniu omówione zostaną aktualne potrzeby przemysłu metali nieżelaznych w zakresie CRM, wyzwania związane z ich dostępnością oraz kosztami a także perspektywy rozwoju, w tym znaczenie CRM-ów w kontekście automatyzacji kontroli jakości i zrównoważonego rozwoju.

ANALIZA NANOCZĄSTEK TLENKU TYTANU POCHODZENIA KOSMETYCZNEGO W ŚRODOWISKU WODNYM

Anna Telk^a, Ewelina Pollak-Kowa^{a,b}, Marcin Wieczorek^a

^a *Uniwersytet Jagielloński, Wydział Chemii, Zakład Chemii Analitycznej
ul. Gronostajowa 2, 30-387 Kraków*

^b *Uniwersytet Jagielloński, Szkoła Doktorska Nauk Ścisłych i Przyrodniczych
ul. prof. S. Łojasiewicza 11, 30-348 Kraków
e-mail: anna.telk@uj.edu.pl*

Zastosowanie nanomateriałów w przemyśle kosmetycznym, a w szczególności nanocząstek dwutlenku tytanu (TiO_2) w preparatach ochrony przeciwsłonecznej, wiąże się z rosnącym ryzykiem ich emisji do środowiska wodnego [1,2]. Nanocząstki TiO_2 uznane są za potencjalnie bezpieczne w narażeniu kontaktowym, gdyż nie penetrują one zdrowego naskórka. Jednakże mogą być łatwo usuwane ze skóry podczas kąpieli i w konsekwencji trafiać do wód powierzchniowych, gdzie pod wpływem promieniowania UV cząstki te wykazują aktywność fotokatalityczną. Zjawisko to prowadzi do generacji reaktywnych form tlenu (ROS), które mogą z kolei degradować związki organiczne, wpływać na skład mikrobiologiczny i zaburzać równowagę chemiczną ekosystemu.

Ze względu na wysoką częstotliwość stosowania kosmetyków z mineralnymi filtrami UV, zasadne jest monitorowanie ich stężenia i ocena ich wpływu na ekosystemy wodne. Zaprezentowane badania przeprowadzono na próbkach wody z kąpieliska Zakrzówek w Krakowie. Do analizy zawartości i charakterystyki nanocząstek TiO_2 wykorzystano technikę spektrometrii mas z jonizacją w plazmie sprężonej indukcyjnie (ICP-MS), zarówno w trybie standardowym, jak i w trybie pojedynczej cząstki (*single particle* ICP-MS, spICP-MS).

W ramach pracy zoptymalizowano warunki analityczne, w tym dobór gazów reakcyjnych (np. N_2O , NH_3) w celu minimalizacji interferencji izotopowych i poprawy granic detekcji dla tytanu. Przeanalizowano również wpływ procedur przygotowania i przechowywania próbek na wiarygodność wyników. Zebrano także pierwsze dane z monitoringu tych nanocząstek w sezonie letnim.

Badania przeprowadzono w ramach projektu „Ocena skali emisji i oddziaływania na środowisko nanocząstek TiO_2 i ZnO uwalnianych do wód powierzchniowych wskutek działalności człowieka” w ramach Programu Strategicznego Inicjatywa Doskonałości w UJ, wykorzystując infrastrukturę badawczą zakupioną w ramach projektu ATOMIN 2.0 Centrum badań materiałowych w skali ATOMowej dla Innowacyjnej gospodarki. Projekt współfinansowany ze środków EFPR w ramach programu POIR 4.2

Literatura:

- [1] A.P. Gondikas, F. von der Kammer, R.B. Reed, S. Wagner, J.F. Ranville, T. Hofmann, *Environ. Sci. Technol.* 48 (2014) 5415–5422.
- [2] A.K. Venkatesan, R.B. Reed, S. Lee, X. Bi, D. Hanigan, Y. Yang, J.F. Ranville, P. Herckes, P. Westerhoff, *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 100 (2018) 120–126.

IZOLACJA TETRACYKLIN Z PRÓBEK MLEKA METODĄ HOMOGENICZNEJ MIKROEKSTRAKCJI CIECZ-CIECZ PRZED ICH OZNACZANIEM METODĄ LC-MS/MS

Iłona Kiszkiel-Taudul

*Uniwersytet w Białymstoku, Wydział Chemii
ul. K. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok
e-mail: i.kiszkiel@uwb.edu.pl*

Antybiotyki tetracyklinowe należą do grupy najczęściej stosowanych związków przeciwbakteryjnych w medycynie weterynaryjnej, co niestety przyczynia się do zwiększenia prawdopodobieństwa ich występowania, m.in. w produktach nabiałowych. Obecność tego rodzaju związków w żywności może być powodem powstawania w organizmie ludzkim lekoopornych szczepów bakterii i wywoływania reakcji alergicznych. Omawiane zjawisko wiąże się z koniecznością monitorowania antybiotyków w żywności i poszukiwaniem odpowiednich metod wydzielenia, które zapewnią czułe oznaczanie tych związków, nawet poniżej norm, określonych w Rozporządzeniu Komisji UE nr 37/2010. W przeprowadzonych badaniach opracowano metodę jednoczesnego wydzielenia antybiotyków tetracyklinowych z próbek mleka: tetracykliny i oksytetracykliny pochodzenia naturalnego, które zostały odpowiednio wcześniej wprowadzone do leczenia weterynaryjnego oraz półsyntetycznej tygecykliny, przedstawiciela tetracyklin III generacji, powstałej w wyniku modyfikacji charakterystycznego dla ich struktury pierścienia tetracenu. Do izolacji analitów zastosowano metodę homogenicznej mikroekstrakcji ciecz-ciecz (HLLME - *homogeneous liquid-liquid microextraction*), która nie była dotąd wykorzystywana do wydzielenia badanych związków. W roli medium ekstrakcyjnego został użyty, w ilości jedynie 100 μL , nowoczesny ekstrahent, którym była ciecz głęboko eutektyczna (DES - *deep eutectic solvent*) składająca się z kwasu dodekanowego pełniącego rolę donora wiązań wodorowych oraz mentolu jako akceptora tych oddziaływań. Po uprzednim odbiałczeniu próbek mleka, mikroekstrakcję homogeniczną wybranych tetracyklin przeprowadzano z zastosowaniem zmian pH układu ekstrakcyjnego. W wyniku wprowadzania odpowiedniej objętości roztworu zasady potasowej, właściwości hydrofobowe stosowanej DES zmieniały się i przechodziły w hydrofilowe, w wyniku czego warstwa ekstrahenta w połączeniu z ekstrahowaną próbką tworzyła mieszaninę homogeniczną. Po dodaniu do niej roztworu kwasu chlorowodorowego, ponownie uzyskiwano separację faz, a warstwa DES zawierała badane antybiotyki. Otrzymane ekstrakty analizowano metodą chromatografii ciecowej sprzężonej z tandemową spektrometrią mas (LC-MS/MS). W wykonanych badaniach eksperymentalnych dobrano optymalne parametry wpływające na efektywność mikroekstrakcji tetracyklin oraz określono parametry analityczne metody DES-HLLME-LC-MS/MS. Opracowana zminiaturyzowana procedura ekstrakcji pozwala na efektywne wydzielenie badanych antybiotyków z próbek mleka, a w połączeniu z metodą LC-MS/MS umożliwia precyzyjne oznaczanie tetracyklin zgodnie z ich wartościami normowanymi, które dla produktów nabiałowych wynoszą 100 $\mu\text{g kg}^{-1}$. Omawianą procedurę zastosowano do oznaczania oksytetracykliny, tetracykliny i tygecykliny w próbkach mleka różniących się składem matrycy pod kątem obecności dodatkowych substancji smakowych.

Literatura:

- [1] M. Gao, C. Bian, J. Wang, Y. Liu, Z. Li, Y. Zhao, X. Wang, *Food Chem.* 468 (2025) 142349.
- [2] A. K. El-Deen, N. Abdallah, H. Elmansi, F. Belal, G. Magdy, *Talanta* 265 (2023) 124813.
- [3] A. M. Remazani, R. Ahmadi, Y. Yamini, *Trends Anal. Chem.* 149 (2022) 116566.

KOSAT



KOMUNIKATY SESJA MŁODYCH

ZASTOSOWANIE TECHNIKI GC-CI-MS DO ANALIZY WYBRANYCH POCHODNYCH KWASÓW ALKILOFOSFONOWYCH

Maciej Boczkowski, Stanisław Popiel, Jakub Nawala

*Wojskowa Akademia Techniczna,
Wydział Nowych Technologii i Chemii/Instytut Chemii
ul. Kaliskiego 2, 00-908 Warszawa 46
e-mail: maciej.boczkowski@wat.edu.pl*

Chromatografia gazowa w połączeniu z spektrometrią mas z użyciem jonizacji chemicznej to jedna z technik analitycznych rekomendowanych do prowadzenia identyfikacji związków chemicznych będących w obszarze zainteresowania Konwencji o Zakazie Broni Chemicznej. W związku z tym w wielu ośrodkach naukowych nadal prowadzone są prace badawcze zmierzające do ulepszenia metod analizy wysokotoksycznych substancji [1]. Obszerna liczba ich przedstawicieli wyklucza możliwość posiadania kompletnych bibliotek widm wszystkich substancji tej klasy. W pracy zaproponowano więc mikrosyntezę i analizę instrumentalną wybranych serii homologów [2]. Opracowanie uzyskanych wyników pozwala na znalezienie reguł tworzenia widm mas oraz czynników determinujących parametry retencyjne. Do badań wytypowano symetryczne diestry oraz monoestry wybranych kwasów alkilo-fosfonowych. Pierwsza grupa związków to zanieczyszczenia powstające podczas syntez fosforoorganicznych BST a druga to produkty ich degradacji w środowisku, które są doskonałymi markerami ich użycia.

Pierwszym etapem prac było przeprowadzenie mikrosyntez zaproponowanych analitów. Następnie, stosując technikę GC-EI-MS zebrano dane retencyjne badanych związków. Zaobserwowano zależności wartości indeksów retencji od budowy tych związków dla kilku szeregów homologów, w tym dla pochodnych n-alkilowych i niepodstawionych cykloalkilowych. Zauważono, że w widmach EI zsyntezowanych substancji najczęściej nie obserwuje się jonu molekularnego.

W związku z tym otrzymanie widm mas analitów, w których pik odpowiadający protonowanemu cząsteczkom ma znaczną intensywność będzie miało duże znaczenie dla identyfikacji [3]. Kolejnym etapem badań było więc przeprowadzenie analiz z użyciem techniki GC-CI-MS, w trybie jonów dodatnich, z użyciem metanu jako gazu reakcyjnego.

Podczas przeprowadzonych eksperymentów z zastosowaniem jonizacji chemicznej uzyskano widma mas zawierające piki odpowiadające protonowanym cząsteczkom analitów o dużych względnych intensywnościach; w wielu przypadkach są to piki podstawowe w widmie. Otrzymane wyniki pozwalają na pogrupowanie zsyntezowanych związków w zależności od wprowadzonego podstawnika alkilowego. Podzielono je na pochodne alkoholi pierwszorzędowych i drugorzędowych.

Praca była finansowana w ramach projektu statutowego: UGB 22-027

Literatura:

- [1] S.E. Hosseini, H. Saeidian, A. Amozadeh, M.T. Naseri, M. Babri, *Rapid Commu. Mass Spectrom.* 30 (2016) 2585–2593.
- [2] H. D. Durst, J. R. Mays, J. L. Ruth, B. R. Williams, R.V. Duvel, *Anal. Lett.* 31 (1998) 1429–1444.
- [3] A. F. Kireev, I. V. Rybal'chenko, V.I. Savchuk, V.N. Suvorkin, *J. Anal. Chem.* 57 (2002) 529–536.

ZIELONA CHEMIA W PRAKTYCE: WALIDACJA I OCENA APLIKACYJNOŚCI PROCEDURY OZNACZANIA PIERWIASTKÓW Z WYKORZYSTANIEM ROZPUSZCZALNIKÓW GŁĘBOKO EUTEKTYCZNYCH

Oskar Ronda^{a,b}, Bartłomiej Michał Cieślik^a, Justyna Płotka-Wasyłka^a

^a Politechnika Gdańska, Wydział Chemiczny, Katedra Chemii Analitycznej
ul. Gabriela Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk

^b Politechnika Gdańska, Szkoła Doktorska
ul. Gabriela Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk
e-mail: oskar.ronda@pg.edu.pl

Poszukiwanie nieuciążliwych dla środowiska oraz bezpiecznych dla laboranta metod przygotowywania próbek do analiz stanowi jedno z kluczowych wyzwań współczesnej chemii analitycznej. Jednym z obszarów chemii analitycznej, w którym wciąż wykorzystywane są procedury analityczne w niewielkim stopniu spełniające zasady zielonej chemii analitycznej, jest analiza elementarna. W ramach prezentowanych badań podjęto się opracowania i zwalidowania procedury oznaczania szeregu pierwiastków w stałej matrycy nieorganicznej, będącej certyfikowanym materiałem odniesienia popiołów po spalaniu osadów ściekowych, z wykorzystaniem nowatorskiej techniki przygotowywania próbek – ekstrakcji rozpuszczalnikami głęboko eutektycznymi (*ang. deep eutectic solvents* – DES). Do ekstrakcji analitów z matrycy wykorzystano mieszaninę chlorku choliny z kwasem p-toluenosulfonowym i wodą w stosunku molowym 1:1,5:1,5, a zawartość pierwiastków takich jak Al, Ca, Cr, Cu, Fe, Mg, P, Pb oraz Zn w ekstraktach oznaczano z wykorzystaniem optycznej spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem w plazmie indukowanej mikrofalowo (MIP-OES). Równolegle, w celu uzyskania danych porównawczych, zawartość pierwiastków w certyfikowanym materiale odniesienia oznaczono z wykorzystaniem standardowych procedur analitycznych opartych o mineralizację wspomaganą mikrofalami. Wyznaczono i porównano wartości takich parametrów walidacyjnych jak prawdziwość i powtarzalność. Nowo opracowana procedura charakteryzowała się wysokim odzyskiem analitów (65 ± 12 [%] – 89 ± 11 [%]), w przypadku większości pierwiastków porównywalnym z procedurami opartymi o mineralizację. Opracowana procedura charakteryzuje się ponadto wysoką powtarzalnością i precyzją pośrednią.

Procedurę opartą o ekstrakcję DES oceniono także pod kątem spełniania zasad zielonej chemii analitycznej oraz aplikacyjności. Stwierdzono, że procedura ta spełnia w wyższym stopniu zasady zielonej chemii analitycznej w stosunku do standardowo wykorzystywanych procedur opartych o mineralizację. Ponadto, stwierdza się możliwość wprowadzenia nieskomplikowanych usprawnień technicznych, które pozwolą na osiągnięcie wysokiej oceny aplikacyjności opracowanej procedury.

Podziękowania: Badania zostały sfinansowane w ramach wewnętrznego projektu Argentum Triggering Research Grant (projekt nr 5/1/2023/IDUB/I3b/Ag) ze środków projektu Uczelnia Badawcza Inicjatywa Doskonałości (IDUB).

ZASTOSOWANIE SC-ICP-MS/MS W BADANIACH ODDZIAŁYWAŃ NANOCZĄSTEK METALI Z UKŁADEM TRAWIENNYM CZŁOWIEKA – MOŻLIWOŚCI I OGRANICZENIA

Zuzanna Szymańska, Monika Kupiec, Lena Ruzik, Magdalena Matczuk

*Politechnika Warszawska, Wydział Chemiczny, Katedra Chemii Analitycznej
ul. Noakowskiego 3, 00-664 Warszawa
e-mail: zuzanna.szymanska2.dokt@pw.edu.pl*

Spektrometria mas z jonizacją w plazmie sprzężonej indukcyjnie (ICP-MS) jest techniką powszechnie stosowaną w laboratoriach analitycznych. Umożliwia ona oznaczanie pierwiastków obecnych w próbkach nawet w ultraśladowych ilościach. Jednak w przypadku oznaczania pierwiastków w komórkach ich indywidualne cechy są maskowane przez wynik. Wyznaczana jest średnia zawartość analitu, tymczasem w każdej komórce może być inna jego ilość [1,2]. Ciekawą modyfikacją wymienionej wyżej techniki jest single cell-ICP-MS (sc-ICP-MS), czyli spektrometria mas z jonizacją w plazmie sprzężonej indukcyjnie w trybie analizy pojedynczej komórki. Umożliwia ona oznaczenie danego pierwiastka w każdej komórce z osobna, dzięki czemu można uzyskać informacje o heterogeniczności populacji. Technika ta różni się od klasycznej ICP-MS przede wszystkim układem wprowadzania próbki, tj. rodzajem podajnika próbek, typem rozpylacza i komory mgielnej. Stosowany jest także znacznie krótszy czas impulsu pomiarowego, a komórki wprowadzane są do plazmy nienaruszone i pojedynczo.

W niniejszej prezentacji skupiono się na istotnych aspektach technicznych przedstawianej techniki. Zaprezentowano przykład zastosowania sc-ICP-MS/MS w badaniach oddziaływań nanocząstek żelaza z układem trawiennym człowieka z wykorzystaniem komórek z linii Caco-2. Komórki te stanowią model bariery nabłonkowej jelit i są wykorzystywane m.in. w badaniach biodostępności i tempa wchłaniania składników odżywczych, leków, a także wybranych nanocząstek [3-5]. Dokonano krytycznej oceny możliwości i ograniczeń stosowania techniki sc-ICP-MS w prezentowanych badaniach.

Podziękowania: Badania były finansowane ze środków Politechniki Warszawskiej w ramach Programu Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia Badawcza (IDUB).

Literatura:

- [1] C. Davison, D. Beste, M. Bailey, M. Felipe-Sotelo, *Anal. Bioanal. Chem.* 415 (2023) 6931–6950.
- [2] P. Hu, W. Zhang, H. Xin, G. Deng, *Front. Cell Dev. Biol.* 4 (2016).
- [3] I.D. Angelis, L. Turco, *Curr. Protoc. Toxicology* 47 (2011) 20.6.1-20.6.15.
- [4] G. Janer, E. Mas Del Molino, E. Fernández-Rosas, A. Fernández, S. Vázquez-Campos, *Toxicol. Lett.* 228 (2014).
- [5] A. MacNicol, M. Kelly, H. Aksoy, E. Kramer, H. Bouwmeester, Q. Chaudhry, *J. Nanoparticle Res.* 17 (2015).

EFEKT PIERŚCIENIA KAWOWEGO JAKO WYZWANIE W PREPARATYCE WZORCÓW WYTWARZANYCH DLA POTRZEB TECHNIKI LA-ICP-MS

Ewelina Pollak-Kowa^{a,b}, Anna Telk^a, Marcin Wieczorek^a

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

^b *Szkoła Doktorska Nauk Ścisłych i Przyrodniczych, Uniwersytet Jagielloński
ul. prof. S. Łojasiewicza 11, 30-348 Kraków
e-mail: ewelina.kowa@uj.edu.pl*

Efekt pierścienia kawowego (ang. *coffee ring effect*) to zjawisko fizyczne, polegające na gromadzeniu się zawieszonych, bądź rozpuszczonych substancji na obrzeżach naniesionej na powierzchnię kropli cieczy [1]. Zjawisko to pojawia się na skutek działania sił kapilarnych, które powodują przemieszczanie się wraz z odparowującym rozpuszczalnikiem zawieszonych substancji ku krawędzi kropli, gdzie następuje ich koncentracja i utworzenie charakterystycznego pierścienia. Efekt pierścienia kawowego, choć znajduje zastosowanie w takich technikach jak fluorymetria lub powierzchniowo wzmocnionej spektroskopii ramanowskiej SERS [1], jest niepożądany podczas drukowania atramentowego, wytwarzania materiałów nanostrukturalnych [2] czy przygotowywania wzorców kalibracyjnych dedykowanych technice mikropróbkowania laserowego z detekcją w spektrometrze mas z jonizacją w plazmie sprzężonej indukcyjnie (LA-ICP-MS). Niejednorodne rozmieszczenie pierwiastków we wzorcach przygotowanych poprzez nakrapianie może przyczynić się do otrzymania niedokładnych wyników analiz, dlatego tak ważne jest poszukiwanie metod przygotowania wzorców umożliwiających ograniczenie bądź całkowite wyeliminowanie efektu pierścienia kawowego.

Na powstanie efektu pierścienia kawowego ma wpływ wiele czynników zarówno fizycznych, jak i chemicznych. Wśród nich można przykładowo wyróżnić rodzaj rozpuszczalnika, porowatość nośnika, czy wilgotność powietrza [3]. W trakcie wystąpienia zostaną przedstawione wyniki badań nad opracowaniem wzorców dedykowanych analizie ciekłych próbek biologicznych oraz wzorców żelatynowych. Badania poświęcone analizie płynów biologicznych obejmowały m.in. optymalizację rodzaju i średnicy nośnika, a także objętości nakrapianej cieczy. Dodatkowo zaprezentowane zostaną wyniki dla wzorców żelatynowych z uwzględnieniem wpływu temperatury suszenia oraz obecności związków kompleksujących na rozmieszczenie pierwiastków we wzorcach.

Literatura:

- [1] M. Yang, D. Chen, J. Hu, X. Zheng, Z. Lin, H. Zhu, *Trac- Trends Anal. Chem.* 157 (2022) 116752.
- [2] D. Mampallil, H. Burka Eral, *Adv. Colloid Interface Sci.* 252 (2018) 38–54.
- [3] S. A. Okaiyeto, H. W. Xiao, A. S. Mujumdar, *Drying Technology* 41 (2023) 1083–1084.

SPEKTROMETRIA ATOMOWA W BADANIACH TKANIN ZABYTKOWYCH – NOWE ZASTOSOWANIE W ANALIZIE ZAPRAW

Izabela Anna Nasilowska, Magdalena Borowska, Katarzyna Lech

*Politechnika Warszawska, Wydział Chemiczny
ul. Noakowskiego 3, 00-664 Warszawa
e-mail: izabela.nasilowska.dokt@pw.edu.pl*

Nowoczesne techniki analityczne znajdują coraz szersze zastosowanie w badaniach obiektów zabytkowych, umożliwiając pogłębioną analizę ich struktury i technologii wykonania, sprzyjając lepszemu zrozumieniu ich pochodzenia, funkcji oraz zmian zachodzących w czasie. Jednym z istotnych obszarów tych badań jest identyfikacja barwników w tkaninach historycznych. W przypadku najczęściej stosowanej grupy barwników naturalnych – barwników zaprawowych – ostateczny odcień wybarwienia zależy jednak nie tylko od samego barwnika. Związki barwiące łączą się bowiem z włóknem za pośrednictwem uprzednio osadzonych na jego powierzchni kationów glinu lub metali przejściowych (tzw. zapraw). Otrzymywane są w ten sposób trwale kompleksy chelatowe. Ponadto, włączenie kationu metalu do układu sprzężonego powoduje zmiany w strukturze elektronowej związków barwiących, wpływające na charakter przejść elektronowych w cząsteczkach, a co za tym idzie również na kolor kompleksu [1]. Dlatego też dla pełnego poznania pierwotnej kolorystyki tkanin niezbędne jest uwzględnienie w badaniach nieorganicznej części materii barwnej.

Większość klasycznych metod analitycznych, umożliwiających przeprowadzenie szczegółowej analizy składu złożonych mieszanin, wymaga przygotowania próbki o odpowiedniej objętości. W kontekście badań metali zaprawowych w tkaninach historycznych jest to istotne ograniczenie, gdyż ilość materiału przeznaczanego do badań archeometrycznych jest niewielka, często poniżej 1 mg. W odpowiedzi na te wyzwania opracowano nowe postępowanie analityczne oparte na optycznej spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem w plazmie sprzężonej indukcyjnie (ICP-OES), która umożliwia jednoczesne oznaczanie głównych i śladowych pierwiastków w próbce o masie około 1 mg, w pojedynczym procesie analitycznym. W celu dostosowania techniki ICP-OES do analizy małych objętości roztworów zastosowano zmodyfikowany system wprowadzania próbek, łączący wstrzykową analizę przepływową (FIA) z komorą MSIS (ang. *Multimode Sample Introduction System*), umożliwiającą połączenie klasycznego rozpylania pneumatycznego (PN) z możliwością generowania wodorków (HG). Rozwiązanie to pozwoliło zredukować objętość analizowanej próbki do 20 µL.

Opracowane postępowanie analityczne oparte na FIA-PN/HG-ICP-OES zostało zoptymalizowane pod względem parametrów instrumentalnych oraz warunków wprowadzania próbki do układu, a następnie zwalidowane przy użyciu certyfikowanych materiałów odniesienia (trawa żytnia ERM®-CD281, osad morski PACS-2) pod kątem możliwości zastosowania do oznaczania metali powszechnie stosowanych w zaprawach historycznych – glinu, miedzi, żelaza, chromu oraz szczególnie trudnej do analizy cyny. Opracowana metoda została z powodzeniem wykorzystana do charakterystyki zapraw w próbkach pobranych z tkanin historycznych, potwierdzając tym samym jej skuteczność i użyteczność w badaniach cennych obiektów dziedzictwa kulturowego.

Podziękowania: Badania finansowane przez Wydział Chemiczny PW

Literatura:

[1] H.L. Needles, *Textile Fibres, Dyes, Finishes, and Processes: A Concise Guide*, Noyes Publications, 1986.

Konwersatorium Spektrometrii Analitycznej, Białystok 10-12.09.2025

OCENA ZAWARTOŚCI METALI W KONOPNYCH SUPLEMENTACH I LEKACH, ORAZ WPLYWU DOMOWYCH NARZĘDZI DO PRZYGOTOWANIA MATERIAŁU NA WPROWADZANE ZANIECZYSZCZENIA METALICZNE

Jan Piecuch^{a,b}, Ewelina Pollak-Kowa^{a,b}, Anna Telk^b, Marcin Wieczorek^b

^a *Uniwersytet Jagielloński, Szkoła Doktorska Nauk Ścisłych i Przyrodniczych
ul. prof. S. Łojasiewicza 11, 30-348 Kraków*

^b *Uniwersytet Jagielloński, Wydział Chemii, Zakład Chemii Analitycznej
ul. Gronostajowa 2, 30-387 Kraków
e-mail: jan.piecuch@doctoral.uj.edu.pl*

Produkty pochodzenia konopnego, takie jak suplementy diety oraz preparaty lecznicze, zyskują w ostatnich latach coraz większą popularność wśród konsumentów i środowisk medycznych ze względu na ich potencjalne właściwości terapeutyczne. Znajdują one zastosowanie m.in. w terapii przewlekłego bólu, zaburzeń lękowych, bezsenności oraz chorób neurologicznych [1,2]. Jednocześnie wiadomo, że konopie wykazują wysoką zdolność do bioakumulacji metali ciężkich z gleby i wody [3], co może prowadzić do obecności niepożądanych pierwiastków w surowcach i gotowych produktach.

Najczęściej stosowanym do waporyzacji produktem dostępnym na rynku są kwiaty suszu konopnego, które wymagają odpowiedniego rozdrobnienia przed poddaniem go waporyzacji, do czego służą komercyjnie dostępne młynki. Podczas rozdrabniania materiału roślinnego w laboratorium za pomocą metalowych młynków próbka ulega dodatkowemu zanieczyszczeniu materiałem, z którego został wykonany [4]. Na skutek tarcia w młynku przeznaczonym do użytku domowego susz konopny także ulega kontaminacji, co może mieć istotny wpływ na zdrowie klienta oraz pacjenta.

W pracy zbadano dziewięć produktów suszy konopnych różnego pochodzenia, a wśród nich produkty akcyzowane, bez akcyzy oraz medyczne. Opracowano metodę mielenia za pomocą kulowego młynka wykonanego z cyrkonu w celu porównania bazowej zawartości śladów metali w każdej próbce. W celu określenia wpływu młynka domowego na profil pierwiastkowy próbki, wybrany jeden produkt suszu konopnego zmielono za pomocą sześciu różnych młynków wykonanych innych materiałów. Następnie odważki 0,1 – 0,2 g wysuszone do stałej masy zmineralizowano przy pomocy mineralizatora mikrofalowego typu pojedynczej komory reakcyjnej (SRC – Single Reaction Chamber, UltraWave 3 firmy Milestone) stosując jedynie stężony kwas HNO₃. Skład pierwiastkowy został następnie zanalizowany z użyciem spektrometru ICP-MS NexION5000 wykorzystując dodatkowo tryb reakcyjny (DRC) oraz kolizyjny (KED). W próbkach oznaczono między innymi: Cd, Cu, Ni, Mo, Pb i Ti.

Literatura:

- [1] D.J. Sholler et al., *Curr. Addict. Rep.* 7 (2020) 405–412.
- [2] J. Choi, et al., *J. Hand Surg.* (2024).
- [3] E.E. Golia et al., *Sustain. Chem. Pharm.* 31 (2023) 100961.
- [4] L.B. Bich, et al., *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 50 (2018) 102–107.

CZY PROBIOTYKI I SUPLEMENTACJA ŻELAZEM MAJĄ WPLYW NA ROZMIESZCZENIE PIERWIASTKÓW W NERKACH SZCZURÓW? – BIOOBRAZOWANIE METODĄ LA-ICP-MS

Julia Frackowiak, Anetta Hanć

*Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, Wydział Chemii
Zakład Analizy Śladowej
ul. Uniwersytetu Poznańskiego 8, 61-614 Poznań
julfra6@amu.edu.pl*

Probiotyki to mikroorganizmy, które wprowadzane są do organizmu człowieka w celu zwiększenia różnorodności flory bakteryjnej jelit. Mikrobiota jelitowa natomiast uważana jest za organ, którego praca i działanie wpływa na inne narządy, w tym także nerki [1]. Na pracę tych narządów wpływ mają również pierwiastki, co szeroko zostało opisane w literaturze [2]. Rosnące zainteresowanie spożywaniem suplementów diety z makro- oraz mikroelementami, często bez konsultacji z pracownikiem ochrony zdrowia, stwarza zagrożenie nie tylko przedawkowaniem, ale także niepożądanymi interakcjami między pierwiastkami.

Badania miały na celu analizę rozmieszczenia pierwiastków fizjologicznych w tkankach nerek szczurów, których dieta składała się z probiotyków oraz suplementacji żelaza [3]. Analiza pierwiastków w próbkach została wykonana za pomocą metody LA-ICP-MS, która umożliwiła oznaczenie zawartości pierwiastków oraz określenie ich rozmieszczenia. Na podstawie wygenerowanych map 2D określono miejsca akumulacji i współwystępowania pierwiastków. Uzyskane wyniki pozwoliły poznać wpływ probiotyków na rozmieszczenie i zawartość pierwiastków w nerkach, a także dostarczyły informacji na temat interakcji pierwiastków, w szczególności żelaza, miedzi i cynku.

Literatura:

- [1] Z.-H. Mao, Z.-X. Gao, S.-K. Pan, D.-W. Liu, Z.-S. Liu, P. Wu, *Cell Death Discov.* 10 (2024) 234.
- [2] H. Jiayi, T. Ziyuan, X. Tianhua, Z. Mingyu, M. Yutong, W. Jingyu, Z. Hongli, S. Li, *Pharmacol. Res.* 202 (2024) 107139.
- [3] J. Frackowiak, I. Komorowicz, A. Sajnog, K. Skrypnik, J. Suliburska, A. Hanć, *Talanta* 283 (2025) 127112.

OPRACOWANIE METODY ODZYSKIWANIA Rh(III), Pd(II) i Pt(IV) Z ODPADÓW OPARTEJ NA EKSTAKCJI DO FAZY STAŁEJ

**Magda Zabielska-Konopka^a, Elżbieta Zambrzycka-Szelewa^b,
Beata Godlewska-Żyłkiewicz**

^a Uniwersytet w Białymstoku, Szkoła Doktorska, ul. K. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok

^b Uniwersytet w Białymstoku, Wydział Chemii, ul. K. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok
e-mail: m.zabielska@uwb.edu.pl

Platynowce (Pd, Rh, Pt, Ru) są niezbędne dla rozwoju nowoczesnych technologii. Ze względu na wysokie koszty ich wydobycia, ograniczone zasoby naturalne oraz kluczowe znaczenie w wielu sektorach gospodarki, Komisja Europejska w 2011 roku zaliczyła platynowce do grupy surowców krytycznych (ang. *Critical Raw Materials*, CRMs). Podjęto zatem działania mające na celu ograniczenie ich zużycia, a także opracowanie bardziej zrównoważonych metod produkcji oraz odzysku z antropogenicznych surowców wtórnych [1].

Na skalę przemysłową platynowce odzyskiwane są głównie ze zużytych katalizatorów samochodowych tradycyjnymi metodami pirometalurgicznymi oraz hydrometalurgicznymi. Procesy te są jednak kosztowne i charakteryzują się niską selektywnością, co często wymaga stosowania dodatkowego etapu wydzielenia platynowców. Obiecującą alternatywą jest ekstrakcja do fazy stałej oparta na wysoce selektywnych polimerach. W pracy przedstawione zostaną możliwości zastosowania polimerowego sorbentu do jednoczesnego wydzielenia i odzyskiwania jonów Rh(III), Pd(II) i Pt(IV) z odpadów. Sorbent otrzymano metodą polimeryzacji wolnorodnikowej w masie stosując kwas 2-tiobarbiturowy (TBA) jako ligand oraz 1-winyloimidazol (1-VIm) i dimetakrylan glikolu etylowego (EGDMA) jako monomery funkcyjny i sieciujący. Metodą ekstrakcji statycznej zoptymalizowano warunki jednoczesnej sorpcji jonów Rh(III), Pd(II) i Pt(IV) na tym sorbencie oraz zbadano selektywność sorbentu. W optymalnych warunkach wydajność sorpcji Pd(II) i Pt(IV) była bliska 100 %, natomiast dla Rh(III) wynosiła około 70 %. Opracowany sorbent, wykazujący wysoką selektywność wobec jonów platynowców, zastosowano do ich wydzielenia i odzyskiwania z kwasowych ekstraktów próbek zużytych katalizatorów samochodowych. Porównano wartości odzysku platynowców uzyskane po pirolizie polimeru oraz po ich elucji kwasowym roztworem tiomocznika.

Stężenie Pd, Pt i Rh we wszystkich roztworach oznaczano opracowaną i zwalidowaną metodą wysokorozdzielczej płomieniowej atomowej spektrometrii absorpcyjnej w trybie sekwencyjnym (HR-CS FAAS) [2].

Literatura:

[1] O. Tantawi, I. Hua, RCR. 175(1) (2021) 105886–105923.

[2] M. Zabielska-Konopka, E. Zambrzycka-Szelewa, Z. Kowalewska, B. Godlewska-Żyłkiewicz, *Talanta* 281 (2025) 126894.

ODPAD JAKO ŹRÓDŁO: JAK ODZYSKIWAĆ FOSFOR W SPOSÓB PRZYJAZNY ŚRODOWISKU

Aleksandra Mieczkowska, Oskar Ronda, Bartłomiej Michał Cieślik

*Politechnika Gdańska, Wydział Chemiczny, Katedra Chemii Analitycznej
ul. Gabriela Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk
e-mail: s185285@student.pg.edu.pl*

Nawozy fosforowe to mineralne nawozy, w których głównym składnikiem mineralnym jest fosfor – makroelement kluczowy dla rozwoju roślin. Obecnie wykorzystywanym surowcem do ich produkcji są skały fosforytowe, zawierających 11-15% fosforu [1]. Warto zwrócić uwagę, że dostępne zasoby skał fosforytowych stopniowo się wyczerpują, a według najnowszych badań może to nastąpić w ciągu 50-100 lat [2]. W związku z tym poszukiwane są alternatywne źródła tego krytycznego pierwiastka, takie jak osady ściekowe i powstające po ich termicznej utylizacji popioły. Spalenie osadów redukuje ich objętość nawet o 90%, jednocześnie prowadząc do zwiększenia zawartości fosforu w materiale odpadowym do 5-11% wagowych [2]. Opracowano wiele technologii odzysku fosforu z popiołów, opartych głównie na technikach ekstrakcyjnych. Z powodu konieczności zachowania standardów bezpieczeństwa środowiskowego kluczowym elementem tych metod jest sposób oczyszczania ekstraktu z zanieczyszczeń pierwiastkowych, w tym potencjalnie toksycznych metali.

Celem badań było opracowanie nowej, niskokosztowej i prostej metody odzysku fosforu z popiołów po termicznej utylizacji osadów ściekowych, wraz z oszacowaniem możliwości oczyszczania powstałego ekstraktu z wybranych zanieczyszczeń pierwiastkowych. Chcąc ograniczyć również koszty kontroli jakości, oznaczenia pierwiastków wykonano z wykorzystaniem optycznej spektrometrii emisyjnej z atomizacją w plazmie indukowanej mikrofalowo (MIP-OES). Określono optymalne warunki ekstrakcji kwasem siarkowym, a następnie przeprowadzono badania nad oczyszczaniem ekstraktu z użyciem organicznego odczynnika strącającego z grupy kwasów karboksylowych oraz kontroli pH.

Optymalne efekty ekstrakcji fosforu, przy zachowaniu niskich kosztów, uzyskano stosując 2% roztwór kwasu siarkowego oraz mieszanie okresowe. Wybrany odczynnik strącający umożliwia usunięcie znaczącej części zanieczyszczeń, w tym przede wszystkim: Al, Fe, Ca, Ba, Sr, Cr. Należy jednak zauważyć, że jego zastosowanie powoduje także pewne straty fosforu (10-50% względem całkowitej zawartości fosforu w popiołach). Nadmiar odczynnika strącającego powoduje pogorszenie efektywności wytrącania zanieczyszczeń pierwiastkowych, zaś wzrost pH wpływa korzystnie na usuwanie wspomnianych zanieczyszczeń. Wyznaczono dwa punkty optymalnych warunków wytrącania metali, pozwalające na dostosowanie parametrów do oczekiwanych rezultatów – wysokiego odzysku fosforu i umiarkowanej redukcji poziomu zanieczyszczeń w ekstrakcie lub skuteczniejszego usuwania zanieczyszczeń pierwiastkowych, kosztem większych strat fosforu.

Literatura:

- [1] Y. Xu, L. Zhang, J. Chen, T. Liu, N. Li, J. Xu, W. Yin, D. Li, Y. Zhang, X. Zhou, *J. Environ. Manag.* 344 (2023) 118691.
[2] B. Cieślik, P. Konieczka, *J. Clean. Prod.* 142 (2017) 1728–1740.

INTERPRETACJA SKŁADU PIERWIASTKOWEGO MIKROOKRUCHÓW SZKIEŁ Z EKRANÓW SMARTFONÓW DO CELÓW KRYMINALISTYCZNYCH

Katarzyna Zielińska^a, Aleksandra Zimon^a, Agnieszka Martyna^b, Aleksandra Pawlaczyk^a, Grzegorz Zadora^{b,c}, Małgorzata I. Szynkowska-Jóźwik^a

^a *Politechnika Łódzka, Wydział Chemiczny, Instytut Chemii Ogólnej i Ekologicznej
ul. Żeromskiego 114, 90-543 Łódź*

^b *Uniwersytet Śląski, Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych, Zespół Chemii Sądowej
ul. Szkolna 9, 40-006 Katowice*

^c *Instytut Ekspertyz Sądowych im. Prof. dra Jana Sehna, ul. Westerplatte 9, 31-033 Kraków
e-mail: katarzyna.zielinska@dokt.p.lodz.pl*

Telefony komórkowe stały się nieodłącznym elementem naszej codzienności. Według danych zebranych przez World Bank Group szacuje się, że w 2023 roku na świecie było zarejestrowanych prawie 9 miliardów abonamentów komórkowych [1]. Tak ogromne rozpowszechnienie smartfonów sprawia, że są one również obecne w trakcie przeróżnych zdarzeń, które mogą prowadzić m.in. do ich uszkodzenia poprzez rozbicie ekranu. Z punktu widzenia kryminalistyki, analiza takich mikrookruchów szklanych może być źródłem wielu cennych informacji, w tym pozwalających na potencjalne powiązanie osoby podejrzanej lub ofiary z danym miejscem zdarzenia, zwłaszcza w przypadku bójek ulicznych czy wypadków samochodowych. Dotychczas jednak nie zostały przeprowadzone stosowne badania, które pozwoliłyby na nadanie wartości dowodowej mikrookruchom szkła pochodzącym z rozbitych telefonów komórkowych.

Z tego względu, celem badań było opracowanie procedury pozwalającej na rozróżnienie mikrookruchów szkielek z rozbitych ekranów smartfonów (PED) od okruchów pochodzących z pozostałych badanych kategorii obiektów użytkowych (szyby okienne i samochodowe (CW) oraz opakowania szklane (P)). Wszystkie zebrane próbki zostały poddane analizie pierwiastkowej przy użyciu Skaningowego Mikroskopu Elektronowego z Mikroanalizą Rentgenowską (SEM-EDS, HITACHI S-4700, EDS Thermo NORAN). Uzyskane dane analityczne zostały następnie poddane analizie statystycznej z wykorzystaniem m.in. testów ilorazu wiarygodności (LR) [2, 3]. Na podstawie wstępowania różnic w zawartości wybranych pierwiastków w składzie badanych próbek możliwe było rozróżnienie fragmentów szkła PED od pozostałych analizowanych szklanych okruchów (CW i P).

Finansowanie: Badania sfinansowano z grantów wewnętrznych w ramach „Funduszu Młodych Naukowców na Wydziale Chemicznym Politechniki Łódzkiej” (grant nr W-3D/FMN/20G/2023) oraz z „FU2N – Funduszu Udoskonalania Umiejętności Młodych Naukowców” (grant nr W-3D/FU2N/5/2024), a także ze środków projektu badawczego Instytutu Ekspertyz Sądowych im. Prof. dra Jana Sehna w Krakowie nr II/K/2025-2026.

Literatura:

- [1] <https://data.worldbank.org/indicator/IT.CEL.SETS>. [dostęp: 26.04.2025]
- [2] G. Zadora, A. Martyna, D. Ramos, C. Aitken, *Statistical Analysis in Forensic Science. Evidential Value of Multivariate Physicochemical Data*. John Wiley and Sons, 2014.
- [3] A. Martyna, A. Nordgaard, *Chemom. Intell. Lab. Sys.* 240 (2023) 1–12, doi: 10.1016/j.chemolab.2023.104862.

OPRACOWANIE NOWYCH PROTOKOŁÓW OZNACZANIA ALKALOIDÓW I ICH METABOLITÓW TECHNIKAMI ELEKTROCHEMICZNYMI, WSPOMAGANYMI BADANIAM I ZA POMOCA SPEKTROMETRII MAS

Olha Dushna^{a,b}, Liliya Dubenska^b, Ewa Bulska^a

^a *Uniwersytet Warszawski, Wydział Chemii, Centrum Nauk Biologiczno-Chemicznych,
ul. Żwirki i Wigury 101, 02-089 Warszawa*

^b *Uniwersytet Narodowy im. Iwana Franki we Lwowie, Wydział Chemii,
ul. Cyryla i Metodego 6, 79005 Lwów, Ukraina
e-mail: o.dushna@uw.edu.pl*

Alkaloidy to naturalne związki zawierające azot, wykazujące silne działanie biologiczne i farmakologiczne, m.in. jako leki przeciwbólowe, rozkurczowe czy psychoaktywne. Ich oznaczanie w lekach, próbkach biologicznych i produktach spożywczych jest istotne ze względu na kontrolę jakości produktów, monitorowanie terapii, jak również potencjalną toksyczność. Złożony skład badanych obiektów, a przy tym śladowe zawartości tych związków stanowią wyzwanie analityczne, wymagające zastosowania metod o wysokiej czułości i selektywności. Obiecującym rozwiązaniem są techniki elektrochemiczne z wykorzystaniem nowoczesnych elektrod roboczych.

Celem pracy było opracowanie i walidacja nowych protokołów analitycznych z wykorzystaniem technik woltamperometrycznych do oznaczania alkaloidów oraz ich głównych metabolitów (N-tlenków alkaloidów i kotyniny) w różnych matrycach, takich jak preparaty farmaceutyczne, próbki biologiczne (mocz, ślina, osocze krwi), tytoń oraz napoje spożywcze. Badaniami objęto siedem alkaloidów – zarówno naturalnych (atropina, platyfilina, nikotyna, anabazyna, galantamina, chinina), jak i syntetycznych (nefopam) – oraz ich metabolity.

W pracy zastosowano różne techniki elektrochemiczne: woltamperometrię cykliczną, woltamperometrię różnicowo-impulsową, woltamperometrię fali prostokątnej oraz amperometrię. Wykorzystano trzy rodzaje elektrod wskaźnikowych: elektrody diamentowe domieszkowane borem, elektrody kroplowe rtęciowe oraz elektrody amalgamatowe srebrne w różnych modyfikacjach powierzchni.

Przeprowadzono laboratoryjną syntezę N-tlenków alkaloidów, a ich struktury potwierdzono za pomocą spektrometrii mas wysokiej rozdzielczości i spektroskopią w podczerwieni z transformacją Fouriera. Dodatkowo przeprowadzono elektrochemiczne reakcje redoks, a substraty i produkty tych reakcji zbadano z wykorzystaniem wysokorozdzielczej spektrometrii mas, co umożliwiło identyfikację struktur badanych związków oraz potwierdzenie mechanizmów reakcji redoks.

Opracowano 16 nowych protokołów woltamperometrycznych do oznaczania alkaloidów i ich metabolitów w lekach, tytoniowych wyrobach, napojach i próbkach biologicznych. Zastosowanie amalgamatowych elektrod oraz drukowanych komórek z elektrodami diamentowymi o różnych średnicach pozwoliło dostosować zakres pomiarowy do stężeń analitów, umożliwiając wykrywanie zarówno śladowych, jak i wyższych zawartości bez skomplikowanej preparatyki.

Zaproponowane podejścia elektrochemiczne stanowią atrakcyjną, szybką i przyjazną środowisku alternatywę dla tradycyjnych metod, łącząc wysoką czułość i selektywność z uproszczoną procedurą oraz ograniczonym zużyciem odczynników, co czyni je efektywnym narzędziem do rutynowej kontroli alkaloidów.

JAK EFEKTYWNOŚĆ TRANSPORTU DECYDUJE O WYNIKU ANALITYCZNYM W SP-ICP-MS?

Magdalena Muszyńska^{a,b}, Wojciech Hyk^{a,b}

^a *Uniwersytet Warszawski, Wydział Chemii
ul. Pasteura 1, 02-093 Warszawa*

^b *Uniwersytet Warszawski, Centrum Nauk Biologiczno-Chemicznych
ul. Żwirki i Wigury 101, 02-089 Warszawa
e-mail: m.muszynska@chem.uw.edu.pl*

Spektrometria mas sprzężona z plazmą indukcyjnie wzbudzoną w trybie pojedynczej nanocząstki (SP-ICP-MS) to nowoczesna, dynamicznie rozwijająca się technika analityczna, znajdująca szerokie zastosowanie w badaniach nad nanocząstkami metali i ich tlenków. Metoda ta umożliwia ilościowe określenie liczby (czyli stężenia), rozmiarów oraz ich rozkładu, jak również stężenia formy jonowej pierwiastka obecnego w roztworze. Jedną z kluczowych zalet tej technologii jest jej wysoka czułość, pozwalająca na detekcję nanocząstek w stężeniach porównywalnych do tych występujących w środowisku.

W technice SP-ICP-MS wykorzystuje się klasyczną aparaturę stosowaną do analiz pierwiastkowych, jednak odmienny jest sposób rejestracji oraz interpretacji sygnału analitycznego. Kluczowe znaczenie ma tu właściwe przetworzenie uzyskiwanych danych, które odbywa się przy zastosowaniu kilku przekształceń matematycznych. Ich poprawność i skuteczność zależą w dużej mierze od dokładnego wyznaczenia kluczowych parametrów przed rozpoczęciem analizy. Jednym z najistotniejszych jest efektywność transportu (ang. transport efficiency, TE) [1]. Parametr ten jest szczególnie ważny, ponieważ sygnał generowany przez jony odnosi się tylko do tej części próbki ciekłej, która została skutecznie przetransportowana przez układ wprowadzający do plazmy [2]. Obecnie znanych jest kilka metod wyznaczania efektywności transportu, różniących się między sobą podejściem metodycznym [3].

W prezentowanej pracy dokonano porównania metod wyznaczania TE – pierwszego w oparciu o liczbę nanocząstek oraz drugiego w oparciu o ich rozmiar. Do badań zastosowano nanocząstki metali – złota, srebra oraz platyny. Następnie obie metody wyznaczania TE przetestowano przy wykorzystaniu różnych układów nanocząstek, w celu analizy ich wpływu na oceniane parametry, takie jak stężenie i rozmiar cząstek, w zależności od zastosowanej metody oraz rodzaju nanomateriału użytego do kalibracji TE.

Praca dostarcza odpowiedzi na pytanie, w jakim stopniu wybór konkretnego podejścia metodycznego przy wyznaczaniu TE oraz zastosowanie nanocząstek innych metali, niż te obecne w analizowanej próbce, może wpływać na miarodajność wyników uzyskiwanych w rutynowych oznaczeniach z wykorzystaniem techniki SP-ICP-MS. Porównanie to ma szczególne znaczenie dla laboratoriów analitycznych, które poszukują optymalnych i powtarzalnych strategii pomiarowych w badaniach nanomateriałów.

Literatura:

- [1] H.E. Pace, N.J. Rogers, C. Jarolimek, V.A. Coleman, E.P. Gray, C.P. Higgins, J.F. Ranville, *Environ. Sci. Technol.* 46 (2012) 12272–12280.
- [2] H.E. Pace, N.J. Rogers, C. Jarolimek, V.A. Coleman, C.P. Higgins, J.F. Ranville, *Anal. Chem.* 83 (2011) 9361–9369.
- [3] M.D. Montaño, J.W. Olesik, A.G. Barber, K. Challis, J.F. Ranville, *Anal. Bioanal. Chem.* 408 (2016) 5053–5074.

BADANIE SKŁADU KAMIENI MOCZOWYCH METODAMI FTIR-ATR ORAZ XRPD Z WYKORZYSTANIEM NARZĘDZI ANALIZY CHEMOMETRYCZNEJ

Kamil Sobieszuk^a, Sylwester Mazurek^a, Wojciech Krajewski^b

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

^b *Uniwersytet Medyczny we Wrocławiu, Uniwersyteckie Centrum Urologii
ul. Borowska 213, 50-529 Wrocław
e-mail: kamil.sobieszuk@uwr.edu.pl*

Kamica nerkowa to choroba układu moczowego, która może występować u nawet 10-15% społeczeństwa. Procedura jej leczenia jest ściśle związana ze składem powstających w jej wyniku złogów mineralnych, przez co rośnie zapotrzebowanie na opracowanie szybkiej i dokładnej metody jego analizy [1-3]. Celem badań było wykorzystanie technik spektroskopii w podczerwieni (FTIR) oraz rentgenowskiej dyfraktometrii proszkowej (XRPD) do zidentyfikowania poszczególnych składników kamieni nerkowych oraz przeprowadzenia oznaczeń ilościowych.

Jako wzorce przygotowano serie trój- i czteroskładnikowych mieszanin kalibracyjnych, zawierających cztery najczęściej występujące w złogach związku chemiczne: szczawian wapnia jedno- i dwuwodny, hydroksyapatyt oraz kwas moczowy [1-3]. Ich zgodność z pozyskanym materiałem biologicznym pod względem polimorfizmu krystalitów zbadano metodą analizy głównych składowych (PCA).

Na bazie otrzymanych widm IR oraz dyfraktogramów mieszanin opracowano następnie modele ilościowe techniką PLS. Błędy względne oznaczeń dla modeli opartych o układ trójskładnikowy mieściły się w granicach 4,4-6,5% dla danych FTIR-ATR oraz 6,4-8,2% dla danych XRPD, podczas gdy dla modeli bazujących na mieszaninach czteroskładnikowych wartości błędów znajdowały się w przedziałach między 5,5-8,5% (FTIR) i 6,0-8,4% (XRPD). Przeprowadzono następnie oznaczenia ilościowe wybranych próbek naturalnych z użyciem modeli i porównano otrzymane wartości procentów wagowych dla widm IR i dyfraktogramów.

Uzyskane wyniki wskazują, że zarówno spektroskopia FTIR-ATR jak i metoda XRPD pozwalają na przeprowadzenie szybkiej analizy składu kamieni moczowych, jednak czynniki takie jak zmienność polimorficzna badanych substancji, kształt krystalitów czy obecność innych mineralizacji w złogach mogą wpływać na dokładność oznaczeń ilościowych.

Literatura:

- [1] O.W. Moe, *The Lancet* 367 (2006) 333–344.
- [2] S.R. Khan, et al., *Nat. Rev. Dis. Primers* 2 (2016) 1–23.
- [3] K. Stamatelou, D.S. Goldfarb, *Healthcare* 11 (2023).

BADANIE WPLYWU DIETY MATKI NA ZAWARTOŚĆ PRZECIWUTLENIACZY POCHODZENIA ROŚLINNEGO W MLEKU Z WYKORZYSTANIEM METODY μ -QuEChERS-ESI-LC-MS/MS

**Izabela Wysocka^{a,b}, Marta Hryniewicka^b, Monika Kamianowska^c, Barbara Bebko^c,
Aleksander Kamianowski^c, Edyta Nalewajko-Sieliwoniuk^b**

^a Szkoła Doktorska Uniwersytetu w Białymstoku, ul. K. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok

^b Uniwersytet w Białymstoku, Wydział Chemii, ul. K. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok

^c Uniwersytet Medyczny w Białymstoku, Klinika Neonatologii i Intensywnej Terapii Noworodka, ul. M. Skłodowskiej-Curie 24A, 15-276 Białystok

i.wysocka@uwb.edu.pl

Mleko kobiece uznawane jest za najlepszy pokarm dla noworodków, stanowiąc niezbędne źródło kluczowych składników odżywczych, takich jak białka, węglowodany, lipidy, witaminy oraz składniki mineralne. Jego spożywanie odgrywa fundamentalną rolę w kształtowaniu układu immunologicznego niemowląt, jak również w zapewnieniu ich odpowiedniego wzrostu i rozwoju. Skład mleka kobiecego jest zmienny i zależy m.in. od stanu zdrowia oraz sposobu żywienia matki, etapu laktacji, a także czynników środowiskowych [1]. Zgodnie z rekomendacjami Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) karmienie wyłącznie piersią powinno być praktykowane w pierwszych sześciu miesiącach życia dziecka, a następnie kontynuowane równoległe z wprowadzaniem pokarmów uzupełniających do drugiego roku życia lub dłużej [2].

Przeciwutleniacze stanowią grupę związków bioaktywnych występujących powszechnie w owocach, warzywach, nasionach, orzechach, olejach roślinnych oraz w napojach takich jak herbata, kawa czy soki owocowe. Ich działanie polega na neutralizowaniu wolnych rodników, co ogranicza stres oksydacyjny, chroni komórki przed uszkodzeniami i zmniejsza ryzyko rozwoju wielu chorób. Do szczególnie istotnych przedstawicieli tej grupy należą związki fenolowe pochodzenia roślinnego, które mogą przenikać z diety matki do mleka kobiecego [3].

W badaniach podjęto próbę oznaczenia zawartości związków fenolowych w mleku matek karmiących piersią, które spożywały produkty spożywcze bogate w te przeciwutleniacze. Do analizy zastosowano technikę ekstrakcji μ -QuEChERS oraz wysokosprawną chromatografię cieczową sprzężoną z tandemową spektrometrią mas (LC-MS/MS).

Aparatura zastosowana w badaniach była częściowo sfinansowana przez Unię Europejską w ramach projektu nr POPW.01.03.00-20-004/11.

Literatura:

[1] K. Su Yeong, Y. Dae Yong, *Clin. Exp. Pediatr.* 63(8) (2020) 301–309.

[2] World Health Organization. Infant and young child feeding. 2021. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/infant-and-young-child-feeding> (30.07.2025).

[3] Z. Lu et al., *Food Funct.* 12 (2021) 12683.

KOSAT



PLAKATY

ZASTOSOWANIE METODY FT-IR W TECHNOLOGIACH UTYLIZACJI AZBESTU

Robert Kusiorowski^a, Anna Gerle^a, Magdalena Kujawa^a, Jakub Adamek^b

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

^b Politechnika Śląska, Wydział Chemiczny,
Katedra Chemii Organicznej, Bioorganicznej i Biotechnologii
ul. B. Krzywoustego 4, 44-100 Gliwice
e-mail: robert.kusiorowski@icimb.lukasiewicz.gov.pl

Azbestem nazywa się grupę minerałów krzemianowych, które charakteryzują się włóknistą postacią. Spośród sześciu znanych minerałów azbestowych, tylko trzy były wykorzystywane na szeroką skalę: chryzotyl $Mg_3[Si_2O_5](OH)_4$, krokidolit $Na_2Fe_3Fe_2[(OH)Si_4O_{11}]_2$ oraz amozyt $(Fe,Mg)_7[(OH)Si_4O_{11}]_2$ [1,2]. Ze względu na korzystne właściwości azbest znalazł szerokie zastosowanie w przemyśle budowlanym (wyroby azbestowo-cementowe, eternitowe). Era azbestu zakończyła się pod koniec XX wieku, w momencie wykazania jego właściwości nowotworowych, związanych z przedostawaniem się włókien respirabilnych azbestu do układu oddechowego. Obecnie azbest uznawany jest za materiał niebezpieczny, a jedyną metodą postępowania z tymi odpadami jest ich składowanie [3]. Nie rozwiązuje to całkowicie problemu azbestowego, gdyż struktura włóknista azbestu nie jest całkowicie niszczone, jedynie odizolowana od otoczenia.

Jedną z możliwych metod unieszkodliwiania azbestu jest obróbka termiczna [4]. Minerale azbestowe należą do grupy uwodnionych krzemianów, które ulegają procesowi dehydroksylacji w podwyższonej temperaturze. Prowadzi to do zmiany w budowie krystalicznej i tworzenia się nowych, bezwodnych faz. Śledzenie tego procesu, a tym samym potwierdzenie rozkładu termicznego azbestu można dokonać dzięki badaniom FT-IR, w których rejestruje się widmo w zakresie typowym dla grup hydroksylowych.

Celem prowadzonych badań było zastosowanie spektroskopii w podczerwieni FT-IR do identyfikacji azbestu w surowych odpadach azbestowych i wykazanie, że obróbka termiczna powoduje nieodwracalne zmiany w strukturze materiału poddawanego działaniu wysokiej temperatury, tym samym niszcząc niebezpieczną włóknistą formę minerałów azbestowych. Otrzymywany produkt obróbki termicznej pozbawiony azbestu może stanowić interesujący, alternatywny surowiec wtórny w wielu gałęziach przemysłu, co z kolei będzie wpisywać się w zagadnienia gospodarki o obiegu zamkniętym.

Badania te zostały w całości sfinansowane przez Narodowe Centrum Nauki w ramach grantu „Sonata 17” o numerze UMO-2021/43/D/ST5/00356

Literatura:

- [1] R.L. Virta, Mineral Commodity Profiles—Asbestos; Circular 1255-KK; U.S. Geological Survey: Reston, VA, USA (2005)
- [2] T.A. Sporn, Mineralogy of asbestos. Malignant Mesothelioma; Tannapfel, A., Ed.; Springer: Berlin, Germany (2011)
- [3] R. Kusiorowski, B. Lipowska, M. Kujawa, A. Gerle, *Cleaner Waste System* 4 (2023) 1000085. doi:10.1016/j.clwas.2023.100085
- [4] A. Bloise, R. Kusiorowski, M. Lassinanti Gualtieri, A.F. Gualtieri, Thermal Behaviour of Mineral Fibres. In *Mineral Fibres: Crystal Chemistry, Chemical-Physical Properties, Biological Interaction and Toxicity*. London: European Mineralogical Union (2017) 215–260. doi:10.1180/EMU-notes.18.7

ZMIANA ZAWARTOŚCI POTENCJALNIE TOKSYCZNYCH PIERWIASTKÓW W TYTONIU W FUNKCJI TEMPERATURY I CZASU

**Bartłomiej Michał Cieślik, Nikola Adamiak, Julia Czaplis, Jakub Dziadosz,
Paweł Hać**

*Politechnika Gdańska, Wydział Chemiczny, Katedra Chemii Analitycznej,
ul. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk
e-mail: bartlomiej.cieslik@pg.edu.pl*

Tytoń, jako roślina wykazująca zdolność do akumulacji szerokiego spektrum pierwiastków śladowych ze środowiska, przede wszystkim glebowego, może stanowić istotne źródło narażenia konsumentów na potencjalnie toksyczne pierwiastki (PTEs – potentially toxic elements). Szczególnie niebezpieczne są metale takie jak Cd, Cu, Ni czy Co, które w przypadku długotrwałej ekspozycji mogą prowadzić do rozwoju nowotworów oraz chorób układu oddechowego i sercowo-naczyniowego.

Celem pracy była analiza zmian zawartości wybranych PTEs w tytoniu cygarowym w zależności od warunków termicznych – temperatury kondycjonowania - oraz czasu palenia. W ramach badania zastosowano pośrednie podejście do oceny emisji, polegające na oznaczeniu pozostałości pierwiastków po kondycjonowaniu tytoniu w piecu mufowym w zmiennych warunkach temperaturowych (od 100 do 850°C), w różnych czasach (5–25 min), a następnie ich analizie z wykorzystaniem optycznej spektrometrii emisyjnej z atomizacją w plazmie indukowanej mikrofalowo (MIP-OES – Microwave Induced Plasma – Optical Emission Spectrometry).

W ramach analizy wyników wykazano zróżnicowane zachowanie oznaczanych pierwiastków w funkcji parametrów termicznych. Znaczący spadek zawartości Cu, Ni, Cd, Co, Mn i V sugeruje ich emisję do fazy gazowej, natomiast stabilna zawartość Zn, Fe, Al i Cr może wskazywać na ich ograniczoną mobilność i retencję w popiele. Wyniki stanowią istotny wkład w ocenę narażenia zdrowotnego użytkowników spalanych wyrobów tytoniowych i mogą stanowić podstawę do dalszych badań obejmujących analizę samego dymu tytoniowego.

Podziękowania: Autorzy kierają podziękowania do praktykantów wspomagających prace laboratoryjne w Katedrze Chemii Analitycznej Wydziału Chemicznego Politechniki Gdańskiej w latach 2024-2025.

ANALIZA ZMIAN WYBRANYCH PARAMETRÓW FIZYKOCHEMICZNYCH I SKŁADU PIERWIASTKOWEGO MIODU W WYNIKU ZAFALSZOWANIA DODATKAMI CUKROWYMI

**Magdalena Gajek, Karolina Moj, Piotr Wysocki,
Małgorzata Iwona Szynkowska-Jóźwik**

*Politechnika Łódzka, Wydział Chemiczny, Instytut Chemii Ogólnej i Ekologicznej
ul. Żeromskiego 116, 90-924 Łódź
e-mail: magdalena.gajek@p.lodz.pl*

Miód to produkt pochodzenia naturalnego, wykorzystywany jako substancja słodząca. Wytwarzany jest przez pszczoły z gatunku *Apis mellifera*, z nektaru, wydzielin żywych części roślin lub wydalin owadów wysysających żywe części roślin [1]. Miód jest wysoko ceniony za swoje wartości odżywcze i prozdrowotne, jednak ze względu na jego popularność i wysoką wartość rynkową, często staje się obiektem fałszerstw.

Celem badań była ocena wpływu celowego zafałszowania miodów naturalnymi i syntetycznymi dodatkami spożywczymi na zmiany w wybranych parametrach fizykochemicznych i w składzie pierwiastkowym poszczególnych miodów. Zbadano 49 próbek, w tym pięć niemodyfikowanych miodów (rzepakowy, wielokwiatowy, spadziowy, nektarowo-spadziowy oraz leśny), cztery dodatki (syrop buraczany, melasa, syrop inwertowany, sztuczny miód) oraz mieszanki miodów z dodatkami w dwóch wariantach 10 i 50%.

W celu określenia zawartości pierwiastków w analizowanych próbkach wykorzystano optyczną spektrometrię emisyjną z plazmą indukcyjnie sprzężoną (ICP-OES). Wykonano również szereg badań fizykochemicznych zawartych w obowiązującym Rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 14 stycznia 2009 r. w sprawie metod analiz jakości miodu (zawartość cukrów, zawartość wody, pH, wolna kwasowość). W ostatnim etapie badań przeprowadzono analizę statystyczną i chemometryczną przy użyciu programu STATISTICA.

Melasa charakteryzuje się najwyższym poziomem większości badanych pierwiastków. Wyniki badań parametrów fizykochemicznych wskazują, że na skutek zafałszowań miodów w każdym przypadku wzrasta zawartość wody, a poziom cukru spada. Takie zmiany są charakterystyczne dla fałszowania miodu, co można wykorzystać jako wskaźnik autentyczności. Ciekawą zależność zaobserwowano dla syropu inwertowanego w pomiarze przewodności elektrycznej. Dodatek syropu inwertowanego przyczyniał się do znacznego obniżenia mierzonej wartości co może być skutkiem wiązania jonów odpowiedzialnych za przewodność elektryczną w powstałych mieszankach. Z kolei dodatek melasy spowodował silny wzrost wolnej kwasowości co prawdopodobnie wiąże się z zachodzącą hydrolizą kwasową.

Przeprowadzone analizy pozwalają na ustalenie autentyczności badanych produktów, a uzyskane wyniki stanowią cenny wkład w lepsze zrozumienie globalnego problemu fałszowania żywności, w tym również produktów pszczelich.

Literatura:

- [1] Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 8 stycznia 2015r. w sprawie znakowania poszczególnych rodzajów środków spożywczych (Dz. U. z 2015 r., poz. 29)

ZASTOSOWANIE ANALIZY PIERWIASTKOWEJ W KLASYFIKACJI JEDNOGATUNKOWYCH WIN BIAŁYCH POD KĄTEM ODMIANY WINOROŚLI I REGIONU POCHODZENIA

**Magdalena Gajek, Joanna Ścibiorek,
Małgorzata Iwona Szynkowska-Jóźwik**

*Politechnika Łódzka, Wydział Chemiczny, Instytut Chemii Ogólnej i Ekologicznej
ul. Żeromskiego 116, 90-924 Łódź
e-mail: magdalena.gajek@p.lodz.pl*

Wino jest jednym z najchętniej spożywanych napojów alkoholowych na świecie, co sprawia, że stanowi częsty obiektem fałszowania. Istnieje wiele odmian winorośli wykorzystywanych do jego produkcji, a zróżnicowane warunki klimatyczne i glebowe w wielu krajach winiarskich wpływają na dużą zmienność składu pierwiastkowego win. Dzięki temu analiza składu pierwiastkowego może stanowić cenne narzędzie w identyfikacji pochodzenia geograficznego oraz wykrywaniu potencjalnych nieprawidłowości.

Celem pracy jest ocena możliwości klasyfikacji białych win jednogatunkowych w zależności od ich składu pierwiastkowego, a także określenie wpływu dodatku soku jabłkowego jako formy celowego zafałszowania.

Badania przeprowadzono dla łącznie 60 próbek białych win pochodzących z 7 różnych odmian winorośli (*Riesling*, *Chardonnay*, *Sauvignon Blanc*, *Gewürztraminer*, *Solaris*, *Soave* oraz *Moscato*). Próbkę te różniły się zarówno pochodzeniem geograficznym (9 krajów), jak i zawartością cukru resztkowego – od win wytrawnych po słodkie. Oprócz próbek win niezmodyfikowanych, analizowano również próbki celowo zafałszowane sokiem jabłkowym (n=65), o różnym poziomie dodatku, w celu oceny możliwości ich odróżnienia od alkoholi niezafałszowanych. We wszystkich próbkach oznaczono skład pierwiastkowy przy użyciu techniki ICP-OES, oraz zmierzono wartość pH. Otrzymane wyniki oceniano za pomocą metod statystycznych i chemometrycznych przy użyciu programu STATISTICA.

Na podstawie uzyskanych wyników, stwierdzono, że zafałszowanie sokiem jabłkowym ma wpływ na pH wina. Zmiana ma tendencję wzrostową – im większy procent dodatku, tym wyższa wartość pH, co zaobserwowano we wszystkich badanych próbkach win, niezależnie od odmiany winorośli.

Analiza próbek win niezmodyfikowanych udowodniła wpływ odmiany winorośli na profil pierwiastkowy alkoholi. Widoczny w tym względzie jest również silny udział pochodzenia geograficznego zwłaszcza w przypadku win odmiany *Riesling* i *Gewürztraminer* uprawianych w klimacie umiarkowanym, środkowo-wschodniej Europy. W przypadku próbek *Rieslinga* o różnym poziomie dodatku soku jabłkowego, dla zdecydowanej większości oznaczanych pierwiastków stwierdzono istotne statystycznie różnice w ich stężeniu.

Fałszowanie win stanowi aktualny i istotny problem w branży winiarskiej, wpływający zarówno na jakość produktu, jak i zaufanie konsumentów. Przeprowadzone analizy potwierdzają, że oznaczanie składu pierwiastkowego może być skutecznym narzędziem w wykrywaniu tego typu nieprawidłowości oraz wspieraniu procesu autentykacji produktów winiarskich.

BIOACCUMULATION OF Tl(I) AND Tl(III) IN DEVELOPMENTAL STAGES OF THE FLY *LUCILIA SERICATA*

**Julita Malejko^a, Krzysztof Deoniziak^b, Kinga Sulej^a, Justyna Adamska^a,
Beata Godlewska-Żyłkiewicz^a**

^a *University of Białystok, Faculty of Chemistry, Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok, Poland*

^b *University of Białystok, Faculty of Biology, Ciołkowskiego 1J, 15-245 Białystok, Poland*
e-mail: j.malejko@uwb.edu.pl

The bioaccumulation of thallium by the common green bottle fly *Lucilia sericata* (Calliphoridae), its transfer between developmental stages of the fly (larvae, puparial cases, adults) and the effect on the larval weight and mortality were investigated. This study is important from the point of view of the chemical safety of insects which gain increasing attention within feed/food industry.

Since toxicity of thallium is related to its chemical speciation, *L. sericata* larvae were fed on different doses of Tl(I) and Tl(III) in the range of 4 to 24 µg/g d.w. Thallium uptake was positively correlated with its content in the insect diet, but different accumulation patterns were observed for Tl(I) and Tl(III) treatments. The bioaccumulation factors for Tl(I) were not dependent on the thallium dose (0.3 for larvae, 0.1 for adult flies, and 0.4 for puparial cases), while for Tl(III) decreased with increasing thallium dose for larvae (from 0.38 to 0.27) and adults (from 0.15 to 0.07) and increased for puparial cases (from 0.6 to 0.8). The exposure of *L. sericata* larvae to thallium at studied doses had no effect on the larval weight and mortality. Most likely, the toxic effect of Tl for insects was suppressed by the potassium naturally present in the feeding substrate.

OCENA ZALEŻNOŚCI POMIĘDZY STĘŻENIEM KADMU A USZKODZENIAMI OKSYDACYJNYMI KWASU DEOKSYRYBONUKLEINOWEGO W NERCIE W MODELU DOŚWIADCZALNYM IN VIVO NARAŻENIA ŚRODOWISKOWEGO CZŁOWIEKA NA TEN KSENOBIOTYK

**Nazar M. Smereczański, Małgorzata Gałążyn-Sidorczuk, Joanna Rogalska,
Małgorzata M. Brzóska**

*Uniwersytet Medyczny w Białymstoku, Wydział Farmaceutyczny
z Oddziałem Medycyny Laboratoryjnej, Zakład Toksykologii
ul. Adama Mickiewicza 2C, 15-222 Białystok
e-mail: nazar.smereczanski@umb.edu.pl*

W związku z coraz liczniejszymi doniesieniami o szkodliwych konsekwencjach dla zdrowia długotrwałego, nawet niskiego, narażenia na kadm (Cd) szczególne zainteresowanie naukowców skupia się na poznaniu mechanizmów jego działania toksycznego, w tym na nerkę, będącą narządem tarczowym dla tego ksenobiotyku. Mechanizm toksycznego wpływu Cd na organizm człowieka jest wielokierunkowy i obejmuje między innymi uszkodzenia oksydacyjne materiału genetycznego [1]. Nerka, jako główny organ, w którym kadm ulega kumulacji w organizmie, a jednocześnie narząd odpowiedzialny za detoksykację i eliminację tego pierwiastka z ustroju, jest szczególnie podatna na uszkodzenie przez ten ksenobiotyk [1-3].

Celem pracy było zbadanie, czy długotrwałe, niskie i umiarkowane narażenie na kadm prowadzi do uszkodzeń oksydacyjnych kwasu deoksyrybonukleinowego (DNA) w nerce. Oceny dokonano w oparciu o pomiar stężenia utlenionych metabolitów guaniny (suma stężeń 8-hydroksy-2'-deoksyguanozyny, 8-hydroksyguanozyny i 8-hydroksyguaniny) oraz uszkodzonego białka histonowego γ -H2AX DNA (γ -H2AX), uznawanych za wczesne biomarkery uszkodzenia materiału genetycznego.

Badanie przeprowadzano w modelu doświadczalnym niskiego i umiarkowanego narażenia środowiskowego człowieka na Cd [2-4]. Samicom szczura szczepu Wistar podawano Cd w paszy w stężeniu 1 lub 5 mg/kg przez okres do 24 miesięcy. Stężenie tego pierwiastka w moczu, krwi i nerkach zwierząt mieściło się w zakresie stężeń aktualnie notowanych w populacji generalnej krajów uprzemysłowionych [2-4]. Stężenie biomarkerów uszkodzeń oksydacyjnych DNA w nerce oznaczano (przy użyciu zestawów komercyjnych firmy Cayman Chemical Company i BlueGene Biotech) po 3, 10, 17 i 24 miesiącach narażenia na Cd.

Ekspozycja na Cd prowadziła do wzrostu stężenia utlenionych metabolitów guaniny i γ -H2AX w nerce. Stwierdzono dodatnią korelację pomiędzy stężeniem badanych biomarkerów uszkodzeń oksydacyjnych DNA a stężeniem Cd w tym narządzie.

Wyniki badania pozwalają wnioskować, iż nawet aktualne narażenie środowiskowe na Cd w krajach uprzemysłowionych może prowadzić do uszkodzeń oksydacyjnych materiału genetycznego w komórkach nerki, które będą ulegały nasileniu wraz ze wzrostem kumulacji tego pierwiastka w nerkach.

Literatura:

- [1] N.M. Smereczański, M.M. Brzóska, *Int. J. Mol. Sci.* 24 (2023) 8413.
- [2] N.M. Smereczański, M.M. Brzóska, J. Rogalska, T. Hutsch, *Int. J. Mol. Sci.* 24 (2023) 11647.
- [3] M.M. Brzóska, M. Gałążyn-Sidorczuk, M. Jurczuk, M. Tomczyk, *Curr. Drug Targets* 16 (2015) 1470–1487.
- [4] M.M. Brzóska, J. Rogalska, M. Gałążyn-Sidorczuk, M. Jurczuk, A. Roszczenko, M. Tomczyk, *Chem. Biol. Interact.* 229 (2015) 132–146.

Konwersatorium Spektrometrii Analitycznej, Białystok 10-12.09.2025

OCENA NARAŻENIA NA KOBALT OBECNY W POMADKACH

Agnieszka Mierzwińska, Małgorzata Gałażyn-Sidorczuk, Małgorzata M. Brzóska

Uniwersytet Medyczny w Białymstoku, Wydział Farmaceutyczny
z Oddziałem Medycyny Laboratoryjnej, Zakład Toksykologii
ul. Adama Mickiewicza 2C, 15-222 Białystok
e-mail: agnieszka.mierzwinska@student.umb.edu.pl

Stosowanie produktów kosmetycznych wiąże się z narażeniem na liczne substancje chemiczne szkodliwe dla zdrowia, które stanowią składniki recepturowe kosmetyków, jak również mogą być trudnymi do uniknięcia zanieczyszczeniami śladowymi tych produktów [1,2]. Przeciętny produkt kosmetyczny zawiera od 15 do 50 różnych substancji, w tym alergany, do których należy kobalt. Kosmetyki dostępne na rynku UE podlegają ocenie bezpieczeństwa przed wprowadzeniem do obrotu oraz nadzorowi po ich udostępnieniu [3,4]. Szczególną uwagę należy zwrócić na produkty aplikowane na usta, w tym pomadki, które nie tylko mają bezpośredni kontakt ze skórą i błonami śluzowymi, ale także mogą być przypadkowo spożywane. Składniki tych produktów, wliczając barwniki i pigmenty, mogą zawierać śladowe ilości metali ciężkich, w tym kobalt [1].

Celem pracy było oszacowanie możliwego narażenia na kobalt użytkowników pomadek do ust dostępnych na rynku polskim oraz ocena, czy narażenie to jest bezpieczne dla zdrowia.

Ocenię poddano 28 pomadek (pomadki w sztyfcie oraz pomadki i błyszczycy z aplikatorem) producentów krajowych i zagranicznych. Próbkę pomadek rozłożono „na mokro” w systemie zamkniętym z użyciem energii mikrofalowej, a w sporządzonych roztworach oznaczono stężenie kobaltu metodą atomowej spektrometrii absorpcyjnej z atomizacją elektrotermiczną w kuwecie grafitowej. Oznaczenia przeprowadzono z wykorzystaniem spektrometru atomowo - absorpcyjnego ContrAA 700 (Analytik Jena) z ciągłym źródłem promieniowania (lampa ksenonowa). Na podstawie oznaczonego stężenia kobaltu obliczono szacowane dzienne pobranie (ang. *Estimated Daily Intake* – EDI) oraz wskaźnik względnego spożycia (*Relative Intake Index* – RII), który stanowi odsetek dopuszczalnego dziennego spożycia (ang. *Acceptable Daily Intake* – ADI) tego pierwiastka w przypadku umiarkowanego i intensywnego użytkowania pomadek, przyjmując najbardziej rygorystyczny scenariusz narażenia (całkowita ilość pomadki zaaplikowana na usta zostaje zjedzona).

Zawartość kobaltu w poddanych ocenie pomadkach nie przekraczała rekomendowanej bezpiecznej zawartości (1 mg/kg) i mieściła się w zakresie od 0,010 do 0,830 mg/kg. EDI w przypadku umiarkowanego i intensywnego użytkowania pomadki zawierającej kobalt w najwyższym oznaczonym stężeniu wyniosło odpowiednio 0,000356 i 0,0019 mg/kg/d, a RII – odpowiednio 0,025% i 0,138%.

Na podstawie wyników przeprowadzonej oceny można stwierdzić, iż ilości kobaltu, na które jest narażony użytkownik pomadek do ust są niewielkie i nawet w przypadku intensywnego użytkowania tych produktów i założenia, iż cała pomadka zaaplikowana na usta zostanie zjedzona narażenie na kobalt tą drogą będzie stanowiło niewielki odsetek ADI.

Literatura:

- [1] M.M. Brzóska, M. Gałażyn-Sidorczuk, S. Borowska, w *Metal Allergy. From Dermatitis to Implant and Device Failure*, red J. Chen, J. Thyssen, Springer, Cham 2018, 177–196.
- [2] D.S. Lim i wsp., *J. Toxicol. Environ. Health, Part A* 81 (2018) 432–452.
- [3] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1223/2009 z dn. 30.11.2009 r. dotyczące produktów kosmetycznych (Dz. Urz. UE L 342 z dn. 22.12.2009 r.).
- [4] The SCCS notes of guidance for the testing of cosmetic ingredients and their safety evaluation - 12th revision, SCCS/1647/22, z dn. 15.05.2023 r.

OCENA ZALEŻNOŚCI POMIĘDZY STĘŻENIEM KADMU A USZKODZENIAMI OKSYDACYJNYMI BIAŁEK W TKANCE JELITA CIENKIEGO – BADANIA W MODELU DOŚWIADCZALNYM *IN VIVO*

**Daria Kaczyńska, Joanna Rogalska, Małgorzata Gałazyn-Sidorczuk,
Małgorzata M. Brzóska**

*Uniwersytet Medyczny w Białymstoku, Wydział Farmaceutyczny
z Oddziałem Medycyny Laboratoryjnej, Zakład Toksykologii
ul. Adama Mickiewicza 2C, 15-222 Białystok
e-mail: daria.kaczynska@student.umb.edu.pl*

Kadm (Cd) jest toksycznym metalem ciężkim należącym do głównych zanieczyszczeń chemicznych środowiska, w związku z czym populacja generalna jest narażona na ten pierwiastek, co może mieć niekorzystny wpływ na zdrowie [1,2]. Ponieważ głównym źródłem narażenia na kadm osób nie palących tytoniu jest żywność, jelito cienkie stanowi narząd szczególnie ekspozycyjny na kontakt z tym pierwiastkiem i jego działanie toksyczne [1,2]. Spożywanie żywności zanieczyszczonej kadmem skutkuje jego nagromadzeniem się w tkance jelitowej, co sprzyja rozwojowi stresu oksydacyjnego i w rezultacie może prowadzić do zaburzenia funkcji jelit oraz zmian morfologicznych w przewodzie pokarmowym.

Celem pracy było zbadanie wpływu długotrwałego, niskiego i umiarkowanego narażenia na kadm drogą doustną na stężenie białkowych grup karbonylowych (PC), jako markera uszkodzeń oksydacyjnych białek, w tkance jelitowej oraz ocena zależności pomiędzy stopniem nasilenia uszkodzeń białek a stężeniem kadmu w tkance jelita cienkiego.

Badanie przeprowadzono w modelu doświadczalnym niskiego i umiarkowanego narażenia środowiskowego człowieka na kadm [3]. Samicom szczura rasy Wistar podawano kadm w paszy w stężeniach 1 lub 5 mg/kg przez okres do 24 miesięcy. W tkance jelita cienkiego pobranej po 3, 10, 17 i 24 miesiącach narażenia na kadm oznaczono stężenie PC (przy użyciu zestawu Protein Carbonyl Colorimetric Assay Kit firmy Cayman Chemical Company) oraz stężenie kadmu (metodą atomowej spektrometrii absorpcyjnej z atomizacją elektrotermiczną w kuwecie grafitowej; Hitachi Z-5000, Japonia) [3]. Wyniki poddano analizie statystycznej z wykorzystaniem programu Statistica 13 (Tulsa, USA).

Narażenie na kadm prowadziło do kumulacji tego pierwiastka i wzrostu stężenia PC w tkance jelitowej. U zwierząt narażanych na ten ksenobiotyk w stężeniu 1 mg/kg paszy stężenie PC było podwyższone, w stosunku do grupy kontrolnej, po 17 i 24 miesiącach, natomiast w przypadku narażenia wyższego wzrosło już po 10 miesiącach. Stwierdzono dodatnią korelację ($r = 0,335$; $p < 0,001$) pomiędzy stężeniem kadmu a stężeniem PC w tkance jelita cienkiego.

Uzyskane wyniki pozwoliły wnioskować, iż długotrwałe, nawet niskie narażenie na kadm wraz z żywnością może prowadzić do uszkodzeń oksydacyjnych białek w tkance jelitowej, stopień nasilenia których ulega zwiększeniu wraz ze wzrostem kumulacji tego pierwiastka toksycznego w przewodzie pokarmowym.

Literatura:

- [1] F. Qu, W. Zheng, *Toxics* 12 (2024) 388.
- [2] Z. Khan, A. Elahi, D.A. Bukhari, A. Rehman, *Int. J. Environ. Res. Public Health* 17 (2020) 3782.
- [3] M.M. Brzóska, M. Gałazyn-Sidorczuk, M. Jurczuk, M. Tomczyk, *Curr. Drug Targets* 16 (2015) 1470–1487.

ANALIZA PROTEOMICZNA GLUTENU MODYFIKOWANEGO KWASAMI FENOLOWYMI Z WYKORZYSTANIEM LC-QTOF

Agata Sumara^a, Katarzyna Zamłyńska^a, Anna Kozub-Pędrak^a, Agnieszka Nawrocka^b, Emilia Fornal^a

^a *Uniwersytet Medyczny w Lublinie, Zakład Bioanalitiky, ul. Jaczewskiego 8B, 20-090 Lublin*

^b *Instytut Agrofizyki PAN, Zakład Fizycznych Właściwości Materiałów Roślinnych*

ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin

Agata.sumara@umlub.edu.pl

Gluten jest mieszaniną białek zapasowych występujących w zbożach takich jak pszenica, żyto, jęczmień oraz owies. Białka te są nierozpuszczalnymi polipeptydami, które w naturze tworzą jedno z najbardziej złożonych agregatów białkowych. Skład aminokwasowy glutenu charakteryzuje się wysoką zawartością glutamin (32- 52%) oraz prolin (11-29%). Glutamina, ze względu na obecność dwóch atomów azotu w swojej strukturze, pełni funkcję zapasową dostarczając roślinie azot w czasie kiełkowania [1]. Zawartość glutenu w zbożach jest uzależnione od genotypu, nawożenia, azotowego, stopnia dojrzałości nasion oraz terminu zbioru. Głównym składnikiem glutenu pszennego są gliadyny, które stanowią od 40-50% wszystkich białek glutenu. Wpływają one na lepkość oraz rozciągliwość ciasta. Są one białkami monomerycznymi, które składają się z trzech podjednostek (α/β -, γ -, and ω -gliadin). Gliadyny są klasyfikowane jako jedno z głównych białek glutenu, które mogą wywoływać reakcje immunologiczne u osób podatnych na alergie [2]. Drugim najważniejszym białkiem wchodzącym w skład glutenu są gluteniny, które odgrywają kluczową rolę w tworzeniu sieci glutenowej. Odpowiadają one za siłę oraz elastyczność gluten [3]. Modyfikacja białek glutenowych związkami bioaktywnymi może przyczynić się do zmniejszenia alergenicności produktu. Do takich związków należą kwasy fenolowe, które są metabolitami wtórnymi powszechnie wytwarzanymi przez rośliny. Pełnią one funkcje ochronne przed drapieżnikami, stresem środowiskowym oraz promieniowaniem UV[4].

Praca miała na celu przeprowadzenie analizy proteomicznej modelowego ciasta glutenowego wzbogaconego kwasami fenolowymi, przy użyciu wysokosprawnej chromatografii cieczowej sprzężonej ze spektrometrią mas wysokiej rozdzielczości (LC-QTOF). Badania prowadzono z zastosowaniem strategii typu bottom-up, wykorzystując trypsynę jako enzym proteolityczny. Za pomocą oprogramowania Spectrum Mill dokonano profilowania proteomicznego próbek traktowanych kwasami fenolowymi, w celu wykazania zmian w porównaniu do próbek bez dodatku kwasów.

Podziękowania: Badania zostały sfinansowane ze środków Narodowego Centrum Nauki.

Grant OPUS 18 nr: 2019/35/B/NZ9/02854

Literatura:

- [1] M. Das, S.O. Duodu, S. Santra, S. Lalsangi, R. Banerjee, *Biocatal. Agric. Biotechnol.* 62 (2024) 103437.
- [2] M. Liu, L. Dong, L. Yin, Y. Zhang, X. Jia, *Food Chem.* 487 (2025) 144844.
- [3] A. Orkusz, A. Garaszczuk, *Engineering Sciences and Technologies* 4 (2018) 52–64.
- [4] Y.A. Czajkowska-González, E. Alvarez-Parrilla, N. del Rocío Martínez-Ruiz, A.A. Vázquez-Flores, M. Gaytán-Martínez, L.A. de la Rosa, *Food Prod. Process. Nutr.* 3 (2021) 25.

PROFIL PIERWIASTKOWY SKÓRY A TERAPIA ŁUSZCZYCY – ZASTOSOWANIE ICP-MS

Olha Dushna^a, Andrzej Gawor^a, Karol Pniewski^b, Witold Owczarek^b, Ewa Bulska^a, Anna Ruszczyńska^a

^a *Uniwersytet Warszawski, Wydział Chemii, Centrum Nauk Biologiczno-Chemicznych
ul. Żwirki i Wigury 101, 02-089 Warszawa*

^b *Klinika Dermatologiczna, Wojskowy Instytut Medyczny – Państwowy Instytut Badawczy
ul. Szaserów 128, 04-141 Warszawa
e-mail: o.dushna@uw.edu.pl*

Łuszczyca to przewlekła, niezakaźna choroba skóry o złożonym podłożu genetycznym, immunologicznym i środowiskowym. Jej przebieg wiąże się z nadmierną aktywnością układu odpornościowego, prowadzącą do nasilonego namnażania się komórek naskórka (keratynocytów) i przewlekłego stanu zapalnego. Zaburzenia równowagi pierwiastkowej mogą wpływać na rozwój i nasilenie choroby, ponieważ pierwiastki główne i śladowe biorą udział w regulacji odpowiedzi immunologicznej oraz regeneracji tkanek. Profilowanie pierwiastkowe może dostarczać informacji o zmianach metabolicznych towarzyszących chorobie i stanowić narzędzie wspierające opracowywanie zindywidualizowanych strategii terapeutycznych, m.in. w połączeniu z badaniami proteomicznymi.

Celem pracy było opracowanie procedury przygotowania próbek skóry do analizy śladowych ilości pierwiastków z zastosowaniem spektrometrii mas z plazmą indukcyjnie sprzężoną (ICP-MS). Analizą objęto biopsje zmienionej i niezmienionej chorobowo skóry. Wyniki opracowano z wykorzystaniem analizy głównych składowych (PCA), co pozwoliło ujawnić różnice w składzie pierwiastkowym między obiema grupami. Uzyskane dane porównano także z wynikami badań proteomicznych.

Zaobserwowane zmiany stężeń pierwiastków, m.in. Fe, Zn, Cu, Mn oraz Mg i Mo, mogą odzwierciedlać nasilone procesy zapalne i stres oksydacyjny w skórze zmienionej chorobowo. Są one spójne z wynikami analiz proteomicznych, wskazujących na aktywację szlaków antyoksydacyjnych, translacyjnych oraz remodelujących macierz pozakomórkową. Uzyskane dane potwierdzają, że profil pierwiastkowy może stanowić cenne uzupełnienie dla badań proteomicznych, wspierając lepsze zrozumienie patomechanizmów łuszczycy.



Badania były realizowane za finansowania projektu "Badania proteomiczne białka amyloidu A (SAA) oraz profilu pierwiastkowego wspomagające terapie w łuszczycy" złożony w ramach konkursu pn. "Projekty dla wspólnych zespołów badawczych z UW i WIM-PIB" Projekty dla wspólnych zespołów badawczych z UW i WIM-PIB"

OPTIMALIZACJA WARUNKÓW ROZDZIELANIA ZWIĄZKÓW FENOLOWYCH METODĄ HILIC-MS/MS

Sylwia Sajkowska^a, Marta Hryniewicka^b, Barbara Leśniewska^b

^a Szkoła Doktorska Uniwersytetu w Białymstoku, ul. K. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok

^b Uniwersytet w Białymstoku, Wydział Chemii, Zakład Analiz Farmaceutycznych i Żywności
ul. K. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok
e-mail: s.sajkowska@uwb.edu.pl

Związki fenolowe należą do grupy biologicznie aktywnych substancji pochodzenia roślinnego. Wykazują one liczne korzystne właściwości zdrowotne, w tym działanie przeciwutleniające, przeciwzapalne i przeciwnowotworowe. W większości przypadków występują w roślinach jako szereg związków o podobnej strukturze oraz właściwościach fizykochemicznych [1]. Charakteryzują się obecnością pierścienia aromatycznego, do którego przyłączona jest co najmniej jedna grupa hydroksylowa lub jej pochodna. Zróżnicowana polarność oraz hydrofilowy charakter tych związków, wynikający z obecności licznych grup hydroksylowych i karboksylowych, sprzyja rosnącemu zainteresowaniu zastosowaniem chromatografii oddziaływań hydrofilowych (HILIC) w ich analizie [2].

Celem pracy była optymalizacja warunków rozdzielania 17 związków fenolowych metodą chromatografii oddziaływań hydrofilowych połączoną z tandemową spektrometrią mas (HILIC-MS/MS). Rozdzielanie badanych związków przeprowadzono z wykorzystywaniem kolumny chromatograficznej Kinetex HILIC (100 Å, 150 × 2,1 mm × 2,6 µm). Fazę ruchomą stanowiła mieszanina 50 mmol/L mrówczanu amonu o pH 3,2 (faza A), acetonitrylu (faza B) oraz wody Milli-Q (faza C). Oceniano wpływ składu fazy ruchomej, jej prędkości przepływu, objętości dozowanej próbki, temperatury kolumny oraz rodzaju elucji (izokratycznej i gradientowej) na efektywność rozdzielania badanych związków. Jonizację analitów w elucie prowadzono przez elektrorozpylanie (ESI), a identyfikację i oznaczanie otrzymanych jonów prowadzono metodą tandemowej spektrometrii mas w trybie MRM (monitorowania reakcji wielokrotnych) w polaryzacji ujemnej.

W początkowej fazie badań analizowano mieszaninę trzech związków fenolowych, różniących się strukturą oraz ilością grup hydroksylowych: kwasu p-kumarowego, kwasu protocatechowego i kwercetyny. Wykazano, że sposób przygotowania próbki istotnie wpływa na kształt i intensywność uzyskiwanych sygnałów chromatograficznych. Rozpuszczenie wzorców w rozpuszczalniku innym niż stosowana faza ruchoma skutkowało niesymetrycznymi sygnałami analitów oraz ich niższą intensywnością, w porównaniu do próbek przygotowanych bezpośrednio w fazie ruchomej.

Przeprowadzone badania wykazały, że odpowiednie przygotowanie próbki oraz dobór parametrów chromatograficznych są kluczowe dla uzyskania powtarzalnych czasów retencji oraz symetrycznych kształtów sygnałów badanych związków metodą HILIC-MS/MS. Opracowana metoda może stanowić użyteczne narzędzie w badaniach jakościowych i ilościowych związków fenolowych w próbkach żywności.

Literatura:

- [1] J. Martín, M.J. Navas, A.M. Jiménez-Moreno, A.G. Asuero, w *Phenolic Compounds - Natural Sources, Importance and Applications*, red. W. M. Soto-Hernandez, M. Palma-Tenango, M.R. Garcia-Mateos, Wydawnictwo IntechOpen, Londyn 2017, 117-152.
[2] J. Soukup, P. Jandera, *J. Chromatogr. A.* 1228 (2012) 125-134.

FERMENTED PLANT MATERIALS AS FUNCTIONAL GOLD: UNLOCKING POLYPHENOLS RECOVERY BY SMART EXTRACTION

Milosz Wasicki^{a,c}, Agnieszka Ludwiczak^{a,b}, Justyna Walczak-Skierska^a,
Aneta Krakowska-Sieprawska^a, Małgorzata Szultka-Młyńska^{a,c}, Paweł Pomastowski^a

^a Centre for Modern Interdisciplinary Technologies, NCU in Toruń

^b Department of Immunology, Faculty of Biological and Veterinary Sciences, NCU in Toruń

^c Department of Environmental Chemistry and Bioanalytics, NCU in Toruń

^d Department of Inorganic and Coordination Chemistry, Faculty of Chemistry, NCU in Toruń
e-mail: 503702@doktorant.umk.pl

Fermented plant-based materials represent a promising source of bioactive compounds. This study aimed to identify and quantify dried and freeze-dried food matrices obtained via three extraction techniques: Supercritical Fluid Extraction (SFE), Accelerated Solvent Extraction (ASE), and Maceration (MAC).

Extraction efficiency was first evaluated by measuring the dry weight of the extracts. Beforehand, extracts were evaporated in a vacuum concentrator, then the extraction yield (%) was calculated. Regardless of the drying method, ASE and MAC extracts showed approximately two times higher efficiency compared to SFE method.

Qualitative and quantitative analyses of phenolic compounds were conducted using HPLC-ESI-MS/MS. Prior to analysis, extracts were purified using solid phase extraction (SPE) with columns filled with porous silica [1]. Identification was performed using a Shimadzu LC-MS 8050 triple quadrupole mass spectrometer coupled with an HPLC system (LC-30 CE, CBM-20A, SIL-30A, CTO-20AC). Chromatographic separation was achieved on a Kinetex F5 column, with detection via electrospray ionization (ESI) in both positive and negative ion modes, utilizing Multiple Reaction Monitoring (MRM). Data processing was carried out with LabSolution software [2].

The comprehensive analysis underscores the significant impact of extraction method and drying technique on the recovery of bioactive phenolics from fermented plant matrices. The findings clearly demonstrate that ASE and maceration outperform SFE in extracting key polyphenols such as hesperidin, chlorogenic acid, caffeic acid, and quercetin. Notably, flavones like luteolin and apigenin were found in the highest concentrations across all extracts, with freeze-drying generally preserving these compounds better than traditional drying. These results advocate for the combined use of ASE or maceration with freeze-drying to maximize yield and preserve valuable flavonoids and phenolic acids, enhancing their potential applications in functional foods and nutraceutical formulations.

References:

[1] MACHEREY-NAGEL GmbH & Co. KG. *CHROMABOND® SPE Products*.

[2] A. Krakowska, K. Rafińska, J. Walczak, B. Buszewski, *Ind. Crops Prod.* 124 (2018) 931–940.

WPLYW SKŁADU ROZTWORU OTACZAJĄCEGO BIOMATERIAŁ NA ILOŚĆ UWALNIANEGO SREBRA Z POWŁOKI BIOMEDYCZNEJ

Barbara Burnat, Natalia Suchecka, Maciej Wojtczak

Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii, Katedra Chemii Nieorganicznej i Analitycznej
ul. Tamka 12, 91-403 Łódź
e-mail: maciej.wojtczak@chemia.uni.lodz.pl

Infekcje okołoperacyjne stanowią poważne zagrożenie w implantologii, prowadząc do poważnych powikłań zdrowotnych, a w skrajnych przypadkach – do zgonu pacjenta. Jednym z obiecujących rozwiązań są implanty pokryte powłokami o działaniu antybakteryjnym, np. ditlenkiem tytanu domieszkowanym jonami srebra (Ag-TiO_2). Srebro wykazuje potwierdzone działanie przeciwbakteryjne poprzez hamowanie wzrostu biofilmu bakteryjnego na powierzchni implantu. Skuteczność tego typu powłok zależy bezpośrednio od ilości i tempa uwalniania jonów srebra – zbyt mała ich ilość może być nieskuteczna, natomiast nadmierna może działać cytotoksycznie [1]. W literaturze występuje znaczna rozbieżność co do testów uwalniania srebra – stosowane są różne metody analityczne (m.in. ICP-MS, ICP-OES, AAS) oraz odmienne składy roztworów inkubacyjnych [2–5].

Celem prezentowanych badań była ocena wpływu składu roztworu otaczającego biomateriał na kinetykę uwalniania jonów srebra z powłoki biomedycznej w warunkach *in vitro*. Próbkę stopu biomedycznego M30NW pokrytego cienką powłoką ditlenku tytanu domieszkowanego jonami srebra (Ag-TiO_2) inkubowano w trzech różnych mediach (5 mL): wodzie demineralizowanej (H_2O), roztworze soli fizjologicznej (0,9% NaCl) oraz roztworze soli fizjologicznej buforowanej fosforanami (PBS, pH 7,4), przez okres 21 dni w temperaturze 37°C . Roztwory pobierano po 1 i 6 godzinach oraz po 1, 4, 7, 14 i 21 dniach inkubacji, a następnie analizowano stężenie uwolnionych jonów srebra za pomocą atomowej spektrometrii absorpcyjnej z atomizacją w piecu grafitowym (GF AAS), wykorzystując spektrometr o wysokiej rozdzielczości z detektorem CCD *contraAA 800* (Analytik Jena). Oznaczenia wykonano przy długości fali 328,0683 nm integrując sygnał przez 5 sekund. W celu eliminacji interferencji oraz optymalizacji warunków pirolizy i atomizacji zastosowano modyfikator matrycy ($\text{Pd/Mg(NO}_3)_2$). Krzywą kalibracyjną wyznaczono w zakresie liniowym (1–10) $\mu\text{g/L}$.

Wyniki przeprowadzonych analiz jasno wskazują, że skład roztworu inkubacyjnego determinuje ilość srebra uwolnionego z powłoki Ag-TiO_2 – w przypadku próbek zanurzonych w wodzie demineralizowanej sumaryczna ilość uwolnionego srebra była zdecydowanie większa niż w roztworach zawierających sole nieorganiczne (NaCl i PBS), jednak w żadnym przypadku nie przekroczyła poziomu cytotoksycznego dla komórek ludzkich (10 ppm) [5]. Ponadto stwierdzono, że proces uwalniania srebra z powłoki do każdego z testowanych roztworów inkubacyjnych zachodzi najintensywniej w pierwszej dobie inkubacji, podczas gdy w kolejnych dniach, tempo uwalniania jonów srebra do roztworów jest podobne niezależnie od jego składu.

Literatura:

- [1] S. Chernousova, M. Epple, *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* 52 (2013) 1636–1653.
- [2] J.S. Lee, W.L. Murphy, *Adv. Mater.* 25 (2013) 1173–1179.
- [3] J. Xiong, M.Z. Ghori, B. Henkel, T. Strunskus, U. Schurmann, M. Deng, L. Kienle, F. Faupel, *Appl. Phys. A* 123 (2017) 470.
- [4] J. Molina, A. Valero-Gómez, J. Belda, F. Bosch, P. Bernabé-Quispe, M.A. Tormo-Mas, *Colloids Surf. A: Physicochem. Eng. Asp.* 676 (2023) 132243.
- [5] A. Shivaram, S. Bose, A. Bandyopadhyay, *Acta Biomater.* 58 (2017) 550–560.

OPRACOWANIE PROCEDURY OZNACZANIA JODU I WYBRANYCH PIERWIASTKÓW W MATERIAŁACH BIOLOGICZNYCH Z WYKORZYSTANIEM ICP-MS I ANALIZY WIELOWYMIAROWEJ

**Anna Ruszczyńska^a, Olha Dushna^a, Andrzej Gawor^a, Michał Jankowski^a,
Viktoriia Rybak^{a,b}, Łukasz Cheda^a, Zbigniew Rogulski^a, Ewa Bulska^a
Natalia Osiał^c, Dorota Brodowska-Kania^{c,d}, Marek Saracyn^{c,d}**

^a *Uniwersytet Warszawski, Wydział Chemii, Centrum Nauk Biologiczno-Chemicznych,
ul. Żwirki i Wigury 101, 02-089 Warszawa*

^b *Narodowy Uniwersytet I. Franki, Wydział Chemii, ul. Cyryla i Metodego 6, Lwów, Ukraina*

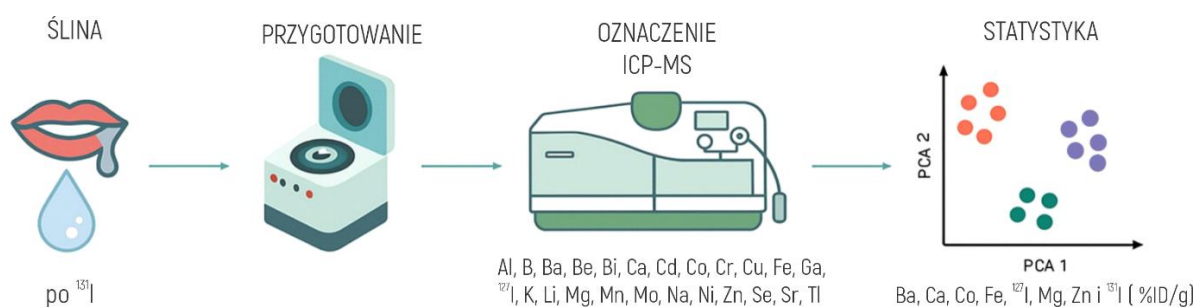
^c *Wojskowy Instytut Medyczny - PIB, Klinika Endokrynologii i Terapii Izotopowej,
ul. Szaserów 128, 04-141, Warszawa*

^d *Uniwersytet Warszawski, Wydział Medyczny, ul. Żwirki i Wigury 101, 02-089, Warszawa
e-mail: aruszcz@chem.uw.edu.pl*

Jod jest pierwiastkiem niezbędnym biologicznie i powszechnie występującym w środowisku. Jego radioaktywny izotop, ^{131}I , jest rutynowo stosowany w diagnostyce i terapii chorób tarczycy. Po podaniu radionuklidu jodu jego wychwyt zachodzi nie tylko w tarczycy, ale także w gruczołach ślinowych, które uczestniczą w jego eliminacji z organizmu. Mimo skuteczności tej terapii, znane są efekty uboczne, m.in. uszkodzenia gruczołów ślinowych, co może wynikać z niepożądanego wychwytu radioizotopu jodu oraz zaburzeń w szlakach metabolicznych i równowadze pierwiastkowej.

Zrozumienie tych procesów wymaga czułych i selektywnych metod oznaczania składu pierwiastkowego w próbkach biologicznych. W prezentowanej pracy opracowano metodę oznaczania jodu oraz wybranych pierwiastków w ślinie z wykorzystaniem spektrometrii mas z jonizacją w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-MS). Uwzględniono specyficzne wyzwania związane z przygotowaniem próbek i interferencjami matrycowymi. Próbkę śliny pobierano od pacjentów w różnych odstępach czasu po podaniu ^{131}I , a wyniki analizowano przy użyciu analizy wariancji (ANOVA), test Kruskala-Wallisa oraz analizy głównych składowych (PCA) jako narzędzia analizy wielowymiarowej.

Analiza wykazała obecność ok. 10% punktów odstających, a także istotne różnice w składzie pierwiastkowym pomiędzy grupami różniącymi się czasem od podania ^{131}I . Statystycznie istotne zmiany dotyczyły głównie zawartości Mg, Ca, Co, Fe, ^{127}I , Zn, Pb oraz akumulacji ^{131}I w ślinie (wyrażonej jako %ID/g). Dodatkowo analiza PCA pozwoliła wyodrębnić próbki reprezentatywne dla poszczególnych grup, które mogą być szczególnie interesujące w badaniach proteomicznych, gdzie informacje o składzie pierwiastkowym pomagają w interpretacji wyników.



OPRACOWANIE KRAJOWEGO MATERIAŁU ODNIESIENIA MPWN NA BAZIE WODY JEZIORNEJ – OD POBIERANIA DO PRZYGOTOWANIA DO CERTYFIKACJI

**Anna Ruszczyńska^a, Jakub Karasiński^a, Andrzej Gawor^a, Marcin Wojciechowski^a,
Joanna Dumańska^b, Anna Bojanowska-Czajka^b,
Aldona Kubala-Kukuś^c, Dariusz Banaś^c**

^a *Uniwersytet Warszawski, Wydział Chemii, Centrum Nauk Biologiczno-Chemicznych,
ul. Żwirki i Wigury 101, 02-089 Warszawa*

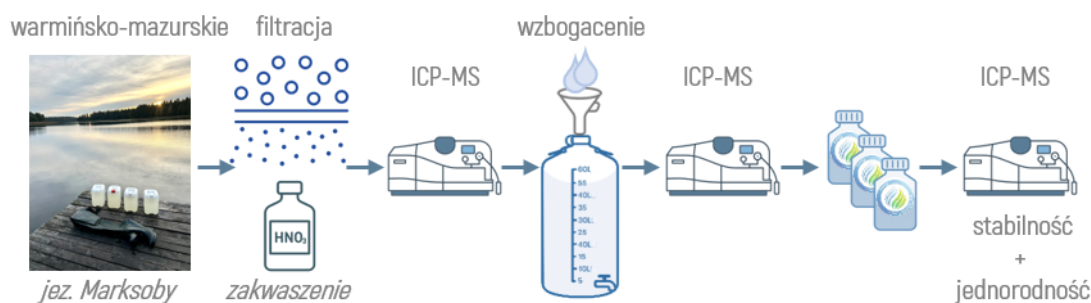
^b *Główny Urząd Miar, ul. Elekoralna 2, 00-139 Warszawa*

^c *Uniwersytet Jana Kochanowskiego, Wydział Nauk Ścisłych i Przyrodniczych,
ul. Uniwersytecka 7, 25-406 Kielce
e-mail: aruszcz@chem.uw.edu.pl*

Materiały odniesienia odgrywają kluczową rolę w potwierdzaniu ważności wyników oraz spójności pomiarowej. Ich dostępność jest szczególnie istotna w monitoringu środowiskowym, kontroli jakości żywności czy analizach farmaceutycznych. Projekt wytworzenia krajowego certyfikowanego materiału odniesienia o nazwie Multifunkcyjne Polskie Wody Naturalne (MPWN), przygotowanego na bazie wody śródlądowej jest realizowany we współpracy z Głównym Urzędem Miar i ma na celu wzmocnienie krajowej infrastruktury metrologicznej poprzez zwiększenie dostępności certyfikowanych materiałów odniesienia w kraju.

Przygotowanie materiału MPWN zostało przeprowadzone zgodnie z opracowanym schematem uwzględniającym wymagania normy ISO 17034. Wodę z jeziora poddawano filtracji i zakwaszeniu, a następnie wzbogacono w wybrane pierwiastki tak, aby końcowy skład odpowiadał poziomom użytecznym w działalności laboratoriów. Poporcjowany materiał poddano szczegółowym badaniom w celu oceny stabilności oraz jednorodności: wewnątrz i pomiędzy opakowaniami.

Badania składu pierwiastkowego przeprowadzono techniką ICP-MS. Wyniki wykazały brak istotnych różnic w rozkładzie pierwiastków wewnątrz oraz pomiędzy butelkami w przypadku As, Ba, Be, Cd, Cr, Fe, K, Mg, Na, Ni, Pb, Rb, Se, Sr, U i V. Dla kilku pierwiastków zaobserwowano większą zmienność, co zostanie uwzględnione w przypisanych wartościach niepewności.



Projekt pt. Wytworzenie multifunkcyjnego matrycowego materiału odniesienia: Multifunkcyjne Polskie Wody Naturalne (MPWN) o certyfikowanej zawartości metali, jonów nieorganicznych oraz pozostałości mikroplastiku do zapewnienia spójności pomiarowej dla polskich laboratoriów jest finansowany ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego w ramach Programu Polska Metrologia II, na podstawie umowy nr PM-II/SP/0061/2024/02 z dn. 15.02.2024 r.

Konwersatorium Spektrometrii Analitycznej, Białystok 10-12.09.2025

PRZYGOTOWANIE MULTIFUNKCJONALNEGO CRM ROŚLINNEGO MULTIBIOCRM O CERTYFIKOWANEJ ZAWARTOŚCI METALI

**Agnieszka Borowiec, Anna Ruszczyńska, Andrii Tupys, Marcin Wojciechowski,
Andrzej Gawor, Jakub Karasiński**

*Uniwersytet Warszawski, Wydział Chemii, Centrum Nauk Biologiczno-Chemicznych
ul. Żwirki i Wigury 101, 02-089 Warszawa
e-mail: aborowiec@cnbc.uw.edu.pl*

W procesie przygotowania materiałów odniesienia kluczowe znaczenie ma zapewnienie ich jednorodności i trwałości, zwłaszcza w przypadku matryc pochodzenia biologicznego, takich jak owoce i liście truskawek. Opracowanie kandydata na certyfikowany materiał odniesienia (CRM) wymaga zastosowania odpowiednich procedur przygotowawczych, które zapewnią równomierne rozmieszczenie analitów w materiale. Etapy te obejmują m.in. liofilizację, rozdrabnianie, homogenizację oraz ocenę jednorodności i stabilności.

CRM powinien jak najwierniej odzwierciedlać właściwości rzeczywistych próbek badanych w laboratoriach analitycznych – zarówno pod względem poziomu stężeń analitów, jak i cech matrycy oraz obecności składników zakłócających. Tylko materiał o potwierdzonej jednorodności i stabilności może być wiarygodnie stosowany na etapach walidacji metod, wzorcowania aparatury, kontroli jakości oraz w badaniach biegłości. Celem procedury jest określenie szczegółowego sposobu wytwarzania roślinnego materiału odniesienia o certyfikowanej zawartości pierwiastków (m.in. As, Cd, Pb, Hg) na bazie owoców i liści truskawek (zgodnie z wymaganiami ISO 17034, ISO Guide 35, ISO 33401 oraz ISO 33405).

Proces przygotowania kandydata na materiał odniesienia rozpoczęto od liofilizacji owoców truskawek. Liofilizacja (sublimacyjne suszenie zamrożonego materiału) to proces, który pozwala zachować strukturę, skład chemiczny oraz właściwości biologiczne materiału. Dzięki temu możliwe jest uzyskanie trwałego, suchego materiału o stabilnej matrycy, odpowiedniego do dalszych etapów przygotowania. Liście truskawek poddawane są suszeniu w specjalistycznej suszarni, gdzie kontrolowana jest temperatura, aby zminimalizować utratę pierwiastków lotnych

Na dalszym etapie przeprowadzono dwa kluczowe procesy: mielenie i homogenizację. Mielenie pozwoliło uzyskać odpowiednią wielkość cząstek, co jest niezbędnym pierwszym krokiem do zapewnienia jednorodnego rozmieszczenia analitów w materiale oraz umożliwienia stosowania próbki przy niskiej masie minimalnej wymaganej do analizy. W tym celu zastosowano mielenie kriogeniczne, w którym materiał poddawany jest rozdrabnianiu w obecności ciekłego azotu. Taki sposób mielenia ma szereg zalet: zapobiega nagrzewaniu się materiału, nie powoduje zmian matrycowych i pozwala zachować lotne anality i składniki matrycy. Homogenizacja miała na celu równomierne rozmieszczenie analitów w materiale, co jest konieczne dla zapewnienia jego jednorodności. Proces ten przeprowadzono po zakończeniu mielenia.

Po zakończeniu homogenizacji materiał został porcjowany do szklanych buteleczek, a następnie poddany procesowi sterylizacji radiacyjnej, co miało na celu zahamowanie procesów biologicznych i zapewnienie stabilności próbki podczas przechowywania.

Badania dofinansowane z projektu PM-II/SP/0062/2024/02 w ramach Konsorcjum Uniwersytetu Warszawskiego, Uniwersytetu Jana Kochanowskiego i Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej, uzyskanego z Ministerstwa Edukacji i Nauki, program „Polska Metrologia II”, tytuł: „MultiBioCRM: Multifunkcyjny CRM roślinny o certyfikowanej zawartości metali i mikroplastiku”.

Konwersatorium Spektrometrii Analitycznej, Białystok 10-12.09.2025

ZASTOSOWANIE METOD SPEKTROSKOPOWYCH DO BADANIA WŁAŚCIWOŚCI FOTOFIZYCZNYCH ZNACZNIKÓW FLUORESCENCYJNYCH ORAZ ICH BLOKONIUGATÓW

Karolina Koprowska^{a, b}, Anna Wrona-Piotrowicz^b

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

^b Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii, Katedra Chemii Organicznej, Tamka 12, 91-403, Łódź
e-mail: karolina.koprowska@edu.uni.lodz.pl

Techniki optyczne tj. spektroskopia UV/VIS, spektroskopia emisyjna czy mikroskopia optyczna posiadają szereg zalet, m.in.: charakteryzują się wysoką czułością detekcji oraz nieinwazyjnością wobec organizmów żywych. Techniki te znajdują szerokie zastosowanie w obrazowaniu biomolekuł, a także obrazowaniu *in vitro* oraz *in vivo*, umożliwiając kontrolę procesów zachodzących w komórkach oraz diagnostykę medyczną. Obecnie poszukiwane są nowe, wydajne i bezpieczne dla organizmów żywych fluorofory, które mogłyby znaleźć zastosowanie jako bioczujniki oraz sondy molekularne do bioobrazowania.

Istnieją różne typy znaczników, wśród których na szczególną uwagę zasługują znaczniki fluorescencyjne, ponieważ ich detekcja i monitoring jest możliwa na drodze łatwo dostępnej spektroskopii fluorescencyjnej, która charakteryzuje się dużą czułością oraz bezpieczeństwem. Znakowanie biomolekuł jest szeroko wykorzystywane nie tylko w medycynie, ale również w biologii oraz inżynierii genetycznej m.in.: do identyfikacji biomolekuł za pomocą techniki immunodetekcji, określania lokalizacji białek bądź DNA w komórkach, diagnostyki medycznej oraz podczas projektowania szczepionek czy terapii przeciwnowotworowej.

W ostatnich latach wykazano, że piren oraz jego pochodne posiadają szereg interesujących właściwości fotofizycznych m.in. długie czasy życia fluorescencji, wysokie wydajności fluorescencji oraz fluorescencję zależną od środowiska otaczającego fluorofor. Liczne badania dotyczące tej grupy fluoroforów wykazały także, że związki te są bezpieczne dla organizmów żywych. Ponadto, istnieje duża możliwość chemicznych modyfikacji pierścienia pirenowego, co umożliwia projektowanie nowych pochodnych o określonych właściwościach fotofizycznych. Te ciekawe właściwości pochodnych pirenu przekładają się na ich możliwości aplikacyjne m.in. jako biomarkery, sondy środowiska, znaczniki luminescencyjne do bioobrazowania itp. [1, 2]

W niniejszym komunikacie chcemy zaprezentować wyniki badań fotofizycznych nowych znaczników fluorescencyjnych opartych na szkielecie pirenu, które zawierają w cząsteczkach fragment cyklooktynu oraz ich zastosowanie do znakowania biomolekuł. Zaletą fluoroforów pirenowych zawierających fragment cyklooktynowy jest zachowanie właściwości obu tych elementów strukturalnych. Z jednej strony znaczniki takie posiadają silne właściwości emisyjne charakterystyczne dla pochodnych pirenu, a z drugiej strony, dzięki wiązaniu potrójnemu obecnemu w cyklooktynie, mogą być wykorzystane do modyfikacji białek i innych biomolekuł na drodze reakcji bioortogonalnych.

Podziękowania dla Naukowego Koła Chemii Kosmetycznej Uniwersytetu Łódzkiego

Literatura:

- [1] K. Ayyavoo, P. Velusamy, *New J. Chem.* 45 (2021) 10997–11017.
[2] L. Gao, B. Li, H. Yi, J. Cui, L. Yang, Y. Song, H.R. Yang, L. Zhou, S. Fang, *ACS Omega* 32 (2022) 27959–27968.

Konwersatorium Spektrometrii Analitycznej, Białystok 10-12.09.2025

WPLYW PODSTAWIENIA ADAMANTYLOWEGO W UKŁADZIE PIRENOWYM NA JEGO WŁAŚCIWOŚCI FLUORESCENCYJNE

Julia Kurasik^{a,b}, Anna Wrona-Piotrowicz^a

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

^b Szkoła Doktorska BioMedChem Uniwersytetu Łódzkiego i Instytutów Polskiej Akademii Nauk
w Łodzi, ul. Banacha 12/16, 90-237 Łódź
e-mail: julia.kurasik@edu.uni.lodz.pl

Spektrometria i spektroskopia odgrywają kluczową rolę w projektowaniu i analizie materiałów fluorescencyjnych reagujących na bodźce zewnętrzne, w tym mechaniczne. W ostatnich dziesięciu latach obserwuje się wzrost zainteresowania zmianą właściwości fluorescencyjnych cząsteczek pod wpływem czynników mechanicznych takich jak: ucieranie, ściskanie czy rozciąganie. Zjawisko to, występuje m.in. w przypadku pochodnych pirenu i określane jest jako mechanofluorochromizm (MFC) [1,2].

Piren i jego pochodne znajdują zastosowanie w wielu dziedzinach nauki, techniki i życia. Związki te wykazują silną fluorescencję, której barwę można dostrajać na drodze syntezy chemicznej. W ostatnich latach opracowaliśmy skuteczną, bezpośrednią metodę syntezy adamantylopirenów. Obecność zatłoczonego przestrzennie podstawnika adamantylowego w znaczący sposób wpływa na regioselektywność reakcji substytucji w układzie pirenowym oraz na właściwości fotofizyczne tworzących się produktów [3].

W niniejszym komunikacie pragniemy przedstawić wyniki naszych badań dotyczących syntezy oraz charakterystyki serii pochodnych pirenu, w których pozycja 2 została zmodyfikowana poprzez podstawienie objętościową grupą adamantylową lub *tert*-butylową, natomiast w pozycjach 6 i 8 wprowadzono podstawniki karbonylowe. Nowo powstałe związki wykazują zarówno mechanofluorochromizm, jak i solvatochromizm, co czyni je interesującymi modelami do szczegółowej interpretacji, zaawansowanych badań spektroskopowych oraz dalszych modyfikacji chemicznych. Projektowanie tego typu układów wymaga precyzyjnej kontroli struktury chemicznej, a ich pełna charakterystyka opiera się na zastosowaniu zaawansowanych technik spektroskopowych i spektrometrycznych, takich jak spektrometria mas (ESI-HRMS, MS/MS), spektroskopia UV/Vis, fluorescencja w roztworze jak i w ciele stałym, a także pomiary czasów życia fluorescencji.

Podziękowanie dla Naukowego Koła Chemii Kosmetycznej Uniwersytetu Łódzkiego

Literatura:

- [1] Y. Hirai, *ACS Appl. Opt. Mater.* (2024) doi.org/10.1021/acsaom.4c00101.
- [2] Y. Yin, Z. Chen, C. Fan, G. Liu, S. Pu, *ACS Omega*, 4 (2019) 14324 – 143321.
- [3] A. Wrona-Piotrowicz, A. Makal, J. Zakrzewski, *J. Org. Chem.* 85 (2020) 11134–11139.

CRITICAL COMPARISON OF ANALYTICAL PARAMETERS OF SPECTROSCOPIC METHODS FOR THE DETERMINATION OF NOSCAPINE VERSUS NOVEL MINIATURIZED ELECTROCHEMICAL PLATFORM

Viktoriiia Rybak^{a,b}, Olha Dushna^b, Liliya Dubenska^a, Krystyna Panas^a, Andrzej Gawor^b, Marian Vojs^c, Ewa Bulska^b

^a Faculty of Chemistry, Ivan Franko National University of Lviv
Kyryla and Mefodiya 6, 79005 Lviv, Ukraine

^b University of Warsaw, Faculty of Chemistry, Biological and Chemical Research Centre
Żwirki i Wigury 101, 02-089 Warsaw, Poland

^c Institute of Electronics and Photonics, Faculty of Electrical Engineering and Information Technology, Slovak University of Technology in Bratislava
Ilkovičova 3, 812 19 Bratislava, Slovak Republic
e-mail: viktoriiia.rybak@lnu.edu.ua

Noscapine is a naturally occurring isoquinoline alkaloid derived from *Papaver somniferum*, related to morphine, codeine, thebaine, and papaverine. It is primarily used as a non-addictive antitussive, with efficacy comparable to codeine and no reported respiratory or central nervous system depression. Despite its relatively safe pharmacological profile, noscapine is frequently found in illicit drug formulations, either as a natural constituent of opium or deliberately added to falsify narcotics. It is also suspected to be used as an excipient in heroin production. These factors underscore its forensic relevance and the need for reliable analytical methods for its detection in complex matrices.

Accurate detection of noscapine in biological, pharmaceutical, and forensic samples remains challenging. It has been quantified using various techniques in plasma, urine, and opium-derived materials. Conventional methods, including UV-Vis spectroscopy, liquid chromatography with mass detection, and chemiluminescence, offer high sensitivity and specificity. However, they often suffer from limitations such as high operational costs, laborious sample preparation, and limited portability, reducing their suitability for rapid or on-site screening.

This work presents a comparative evaluation of noscapine detection methods, highlighting a novel miniaturized electrochemical platform based on a boron-doped diamond electrode (BDDE). The electrochemical oxidation of noscapine on BDDE gives rise to two well-defined peaks at +0.89 V (E_1) and +1.25 V (E_2) over a broad pH range. The Britton-Robinson buffer at pH 5 was identified as the optimal medium. The oxidation process of noscapine is primarily diffusion-controlled. Calibration curves were obtained over a concentration range of 0.5 μM to 200 μM with detection limits of 0.54 μM and 0.46 μM for the first and second oxidation peaks, respectively, with corresponding limits of quantification of 1.6 μM and 1.39 μM . The sensor's practical applicability was tested on model forensic samples, tonic drink, cognac, saliva, and simulated drug mixtures, reflecting real-world noscapine presence. A critical comparison with conventional spectroscopic and chromatographic methods highlights each technique's strengths and limitations regarding sensitivity, cost, preparation, and suitability for rapid forensic screening.

This work was funded by the University of Warsaw under the program Excellence Initiative – Research University (2020–2026), as part of the IV.2.2 activity: Inclusion of Talented Young Scientists in Research Teams – Research Visits for Students and Doctoral Students from Foreign Universities (3rd edition), supported by the Ministry of Science and Higher Education of Poland.

CHROMATOGRAFIA GAZOWA ZE SPEKTROMETRIĄ MAS JAKO UŻYTECZNA TECHNIKA DO WYKRYWANIA PRZESTĘPSTW PRZECIWKO ŚRODOWISKU

Justyna Kapelewska, Diana Wisłocka, Urszula Kotowska

*Uniwersytet w Białymstoku, Wydział Chemii, ul. K. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok
e-mail: j.kapelewska@uwb.edu.pl*

W ostatnich latach rośnie świadomość negatywnego wpływu działalności człowieka na środowisko naturalne. Wody powierzchniowe szczególnie dotkliwie odczuwają tego typu skutki. Woda, będąca kluczowym zasobem dla życia i rozwoju, staje się nośnikiem wielu związków chemicznych pochodzenia antropogenicznego. Zanieczyszczenia te mogą negatywnie oddziaływać na organizmy wodne jak i na człowieka. Coraz częściej obecność różnego rodzaju chemikaliów wynika nie tylko z nieświadomej emisji, lecz z celowego łamania przepisów dotyczących ochrony środowiska. Zatem, przestępstwa przeciwko środowisku wodnemu są problemem o wymiarze ekologicznym, zdrowotnym i prawnym, który wymaga skutecznego monitorowania i ścigania przez odpowiednie organy władzy.

Głównym celem prezentowanych badań było przeprowadzenie monitoringowych oznaczeń zawartości siedmiu wybranych mikrozanieczyszczeń organicznych tj. bisfenolu A, 4-*n*-nonylofenolu, 4-*t*-oktylofenolu, β -estradiolu, 1H-benzotriazolu, benzofenonu-3 i oktokrylenu w wodach powierzchniowych pochodzących z rzeki Narew i Bug. W celu izolacji analizowanych substancji zastosowano technikę mikroekstrakcji poprzez emulgację wspomaganą ultradźwiękami (USAEME). Oznaczenia końcowe analizów przeprowadzono za pomocą chromatografii gazowej ze spektrometrią mas (GC-MS). Zawartości badanych związków w próbkach wód powierzchniowych z obu rzek zawierały się w zakresie od poniżej granicy wykrywalności metody do 1,1 ng/L. W wodzie pochodzącej z rzek Narew i Bug wykryto obecność czterech spośród badanych mikrozanieczyszczeń (bisfenolu A, 4-*t*-oktylofenolu, 1H-benzotriazolu i benzofenonu-3). Stężenie każdego analitu w przypadku wszystkich badanych próbek było niższe niż jego dopuszczalna zawartość wskazana w aktach normatywnych Unii Europejskiej dotyczących wód powierzchniowych (dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2008/105/WE, dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2020/2184, decyzja wykonawcza Komisji (UE) 2022/679 oraz decyzja wykonawcza Komisji (UE) 2022/1307). Dodatkowo przeprowadzone badania wykazały, że zastosowana metoda USAEME/GC-MS dzięki swojej wysokiej czułości i dokładności oznaczeń jest przydatna do oznaczania mikrozanieczyszczeń organicznych w wodach środowiskowych oraz umożliwia wykrycie potencjalnych przestępstw przeciwko środowisku.

METALE CIĘŻKIE W KARMIE DLA ZWIERZĄT DOMOWYCH – POTENCJALNE RYZYKO CZY ZGODNOŚĆ Z NORMAMI?

Aleksandra Pawlaczyk, Natalia Drzazga, Jadwiga Albińska,
Małgorzata Iwona Szynkowska-Jóźwik

*Politechnika Łódzka, Wydział Chemiczny, Instytut Chemii Ogólnej i Ekologicznej
ul. Żeromskiego 116, 94-053 Łódź
e-mail: aleksandra.pawlaczyk@p.lodz.pl*

Współczesna struktura demograficzna Polski wskazuje, że liczba psów i kotów przewyższa populację dzieci w wieku szkolnym. Szacuje się, że w kraju żyje ponad 15 milionów zwierząt domowych, głównie psów i kotów, które stanowią istotny segment gospodarstw domowych [1-2]. Ich codzienne potrzeby żywieniowe generują rynek o wartości blisko 5 miliardów złotych. W roku 2024 sprzedaż karm dla zwierząt domowych przekroczyła 4,9 miliarda złotych, wykazując roczny wzrost na poziomie około 10% [2-3]. Konsumenci coraz częściej sięgają po produkty z segmentu *premium*, co znajduje odzwierciedlenie w kolejnym dwucyfrowym wzroście sprzedaży w tej kategorii. Współczesne receptury karmy obejmują m.in. drób, ryby, mięso zwierząt monogastrycznych, nasiona roślin oraz biomasę roślinną. Skład mineralny produktu końcowego zależy od rodzaju zastosowanych surowców, technologii produkcji roślinnej oraz lokalizacji geograficznej ich upraw [1-3]. Badania przeprowadzone na rynku chińskim wykazały przekroczenie dopuszczalnych poziomów rtęci w 91% analizowanych próbek karmy. Ponadto, chrom i arsen wykryto we wszystkich badanych próbkach [3]. Analogiczne analizy przeprowadzone w Brazylii ujawniły podwyższone stężenia ołowiu w 32% próbek [4]. Obecność metali o toksycznym działaniu w produktach dostępnych zarówno na rynkach azjatyckich, jak i południowoamerykańskich wskazuje na globalny charakter problemu. W związku z tym, kompleksowa analiza chemiczna karmy – niezależnie od kraju jej pochodzenia – powinna stanowić podstawowy element oceny jakości i troski o zdrowie zwierząt domowych. Celem niniejszego opracowania była kompleksowa ocena wartości odżywczej wybranych karm dla zwierząt domowych oraz szczegółowa analiza zawartości metali ciężkich w ich składzie. W ramach badań zweryfikowano, czy stężenia analizowanych pierwiastków mieszczą się w granicach obowiązujących norm dopuszczalnych, a także dokonano porównania wyników pomiędzy różnymi typami produktów. Analizie poddano łącznie 88 próbek suchych karm i przekąsek, z czego 33 przeznaczone były dla psów, a 55 dla kotów. Poziom Hg ustalono za pomocą techniki CV AAS (MA-3000, NIC). Stężenie m.in. Cd, Cr, Cu, Mn, Na, Ni, Pb oznaczono techniką ICP-OES (iCAP 7400, Thermo Scientific), zaś As i Se zmierzono techniką GFAAS (Solaar, Thermo Fisher). Wyniki badań wskazują, że karmy dla kotów częściej niż karmy dla psów wykazują niedobory pierwiastków takich jak cynk, miedź, magnez oraz potas. Zjawisko to można tłumaczyć odmiennymi wymaganiami żywieniowymi obu gatunków, specyfiką stosowanych surowców oraz ograniczeniami technologicznymi w zakresie bilansowania składników mineralnych. Jednocześnie należy podkreślić, że żadna z analizowanych próbek nie przekroczyła dopuszczalnych poziomów pierwiastków o działaniu toksycznym, co świadczy o zgodności badanych produktów z obowiązującymi regulacjami Unii Europejskiej.

Literatura:

- [1] Raport: European Pet Food Industry Federation (FEDIAF). Facts & Figures 2022. Brussels: FEDIAF, 2023.
- [2] Raport: Pet Care in Poland, Euromonitor International, 2025.
- [3] J. Du, K. Zhou, i wsp. *Sci. Rep.* 15 (2025) 13237.
- [4] R.V.A. Zafalon, R.S. Pedreira i wsp., *Sci. Rep.* 11 (2021) 21007.

Konwersatorium Spektrometrii Analitycznej, Białystok 10-12.09.2025

CHARAKTERYSTYKA SKŁADU ALTERNATYWNYCH PRODUKTÓW ZAWIERAJĄCYCH NIKOTYNĘ NA PRZYKŁADZIE SASZETEK

**Aleksandra Pawlaczyk, Paulina Koziel, Artem Kaporov, Tomasz Maniecki,
Małgorzata Iwona Szynkowska-Jóźwik**

*Politechnika Łódzka, Wydział Chemiczny, Instytut Chemii Ogólnej i Ekologicznej
ul. Żeromskiego 116, 94-053 Łódź
e-mail: aleksandra.pawlaczyk@p.lodz.pl*

Saszetki nikotynowe to bezdymne, niezawierające tytoniu produkty nikotynowe, które pojawiły się na rynkach międzynarodowych w połowie drugiej dekady XXI wieku, a w Polsce są dostępne komercyjnie od 2021 roku. Ich rosnąca popularność, szczególnie wśród młodzieży i młodych dorosłych, wynika z kilku czynników: dyskretnego sposobu użycia, szerokiej gamy smaków oraz wysokiej zawartości nikotyny, często przewyższającej poziom obecny w tradycyjnych papierosach. Mechanizm działania saszetek opiera się na umieszczeniu ich pod górną lub dolną wargą, skąd nikotyna wchłaniana jest przez błonę śluzową jamy ustnej. Produkty te zawierają zazwyczaj czystą nikotynę lub jej sole, a także substancje pomocnicze, takie jak gliceryna roślinna, glikol propylenowy (poprawiające stabilność formulacji), mikrokrystaliczna celuloza (pełniąca funkcję nośnika), a także dodatki technologiczne: przeciwutleniacze, konserwanty, stabilizatory pH, słodziki i zagęstniki. Obecność różnorodnych aromatów dodatkowo zwiększa atrakcyjność produktu, zwłaszcza wśród osób młodych. Pomimo rosnącej dostępności i konsumpcji, saszetki nikotynowe pozostają w Polsce słabo uregulowane pod względem prawnym. Szczególnie niepokojący jest potencjał uzależniający tych produktów oraz ryzyko ich nadużywania przez osoby niepełnoletnie. Dodatkowo, możliwa obecność metali ciężkich lub innych zanieczyszczeń – stanowi istotne wyzwanie dla oceny ich bezpieczeństwa toksykologicznego [1–4]. Celem przeprowadzonych badań była ocena zróżnicowania składu materiału wypełniającego wybrane saszetki nikotynowe dostępne na polskim rynku, pochodzące od różnych producentów. W badanych próbkach oznaczano stężenie m.in.: Al, Ba, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Sr, Zn techniką optycznej spektroskopii emisyjnej ze wzbudzeniem w plazmie sprzężonej indukcyjnie, ICP-OES (iCAP7400, Thermo), zaś poziom nikotyny, kofeiny, kwasu askorbinowego ustalono techniką wysokosprawnej chromatografii cieczowej HPLC (Varian 9050 HPLC). Badania miały na celu identyfikację potencjalnych różnic w zawartości wybranych pierwiastków i poziomie nikotyny względem zapewnień producentów, które mogą wynikać z zastosowanych surowców, technologii produkcji oraz standardów jakości obowiązujących w poszczególnych firmach. Uzyskane wyniki zostały poddane ocenie w kontekście wybranych parametrów tj. marka, rodzaj saszetki (np. klasyczna, smakowa), zawartość nikotyny czy półka cenowa. Analiza ilościowa saszetek dowiodła, że ich skład, mimo teoretycznie niewielkiej ilości obecnych w nich zanieczyszczeń, jest dość zróżnicowany i nie zawsze pokrywa się z deklaracjami producentów. Uzyskane wyniki badań mogą stanowić istotny wkład w dyskusję na temat bezpieczeństwa alternatywnych wyrobów nikotynowych oraz potrzebę wprowadzenia regulacji prawnych dotyczących ich składu chemicznego i kontroli jakości.

Literatura:

- [1] D. Azzopardi, C. Liu, J. Murphy, *Drug Chem. Toxicol.* 45(5) (2022) 2246–2254.
- [2] J.J. Jablonski, A.G. Cheetham, A.M. Martin, *Separations* 9(3) (2022) 65.
- [3] N. Mallock, T. Schulz, i wsp., *Tob. Control* 33 (2024) 193–199.
- [4] D. Azzopardi, J. Ebajemito, i wsp., *Sci. Rep.* 12 (2022) 6949.

Konwersatorium Spektrometrii Analitycznej, Białystok 10-12.09.2025

WYKRYWANIE I ILOŚCIOWE OZNACZANIE TRYPTOFANU I METABOLITÓW SZLAKU KINURENINOWEGO W PRÓBKACH BIOLOGICZNYCH Z WYKORZYSTANIEM HPLC

**Natalia Kalinowska^a, Anna Sankiewicz^a, Łukasz Oldak^a, Tomasz Guszczy^b,
Ewa Gorodkiewicz^a**

^a *Uniwersytet w Białymstoku. Wydział Chemii, Pracownia Bioanalizy
ul. K. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok*

^b *Oddział Urologii, SP ZOZ MSWiA im. Mariana Zyndrama-Kościalkowskiego w Białymstoku
ul. Fabryczna 27, 15-471 Białystok
e-mail: nk84590@student.uwb.edu.pl*

Badania metabolomiczne płynów ustrojowych stanowią nowoczesne podejście w diagnostyce nowotworów. Na rozwój chorób nowotworowych może wpływać wiele nieprawidłowości metabolicznych. Jednym ze szlaków, którego zaburzenia są przyczyną stanów zapalnych w organizmie, jest szlak kinureninowy tryptofanu (TRP). Sam TRP odgrywa istotną rolę w regulacji układu odpornościowego, a ponad 95% dostarczanego białka do organizmu jest metabolizowane wzdłuż szlaku TRP–KYN (kinurenina). Mechanizm ucieczki nowotworu przed układem odpornościowym jest inicjowany przez zwiększony katabolizm TRP [1].

Celem badań było oznaczenie stężenia tryptofanu (TRP), kinureniny (KYN), 3-hydroksykinureniny(3-HK) oraz kwasu 3-hydroksyantranilowego (3-HAA) w osoczu oraz moczu pacjentów z rakiem pęcherza.

Do tego celu wykorzystano aparat HPLC z detektorem diodowym oraz fluorescencyjnym (VWR HITACHI, Radnor, PA, USA). Zastosowano kolumnę analityczną o długości 25 cm, średnicy 4,6 cm, rozmiarze porów krzemionkowych 5 μm (LiChrospher 100-RP-18) i kolumnę ochronną dostosowaną do kolumny analitycznej (Supelco Analytical Products, Bellefonte, PA, USA). Materiał biologiczny pochodził od pacjentów ze zdiagnozowanym rakiem pęcherza. Grupę kontrolną stanowili pacjenci z kamicą nerkową oraz rozrostem prostaty.

Prowadzone badania pozwoliły na jednoczesną identyfikację i analizę ilościową wybranych analitów w próbce, tj. TRP, KYN, 3-HK i 3-HAA. Zaobserwowano spadek stężenia TRP oraz 3-HK w osoczu w porównaniu do kontroli (odpowiednio 2134 vs 1856 ng/ml, $p=0,0432$ oraz 68 vs 56 ng/ml $p=0,0431$) oraz spadek KYN w nowotworze o wysokiej złośliwości (HG) w porównaniu do nowotworu o niskiej złośliwości (LG) (102 vs 54 ng/ml, $p=0,0248$). Zmiany w stężeniach oznaczanych parametrów w moczu nie były istotne statystycznie.

Zastosowanie metody RP-HPLC-UV do jednoczesnego monitorowania zawartości tryptofanu i jego metabolitów szlaku kinureninowego [2] może być pomocne w badaniach nad ich rolą w raku pęcherza moczowego. Przedstawiona metoda wykorzystuje prostą mieszaninę eluentów a oznaczane metabolity ulegają szybkiemu rozdzielaniu chromatograficznemu w porównaniu do dotychczas opisywanych w literaturze.

Literatura:

- [1] C. Xue, G. Li, Q. Zheng, X. Gu, Q. Shi, Y. Su, Q. Chu, X. Yuan, Z. Bao, J. Lu, L. Li, *Cell Metab.* 35(8) (2023) 1304-1326.
- [2] L. Oldak, A. Basa, P. Milewska, S. Chludzinska-Kasperuk, A. Starosz, K. Grubczak, K. Kobus, J. Reszce-Gielazyn, E. Gorodkiewicz, *Anal. Chim. Acta* 1327 (2024) 343149.

ANALIZA WYBRANYCH PARAMETRÓW BEZPIECZEŃSTWA SPOŻYCIA MIODÓW Z DWÓCH RÓŻNYCH REGIONÓW GEOGRAFICZNYCH – POLSKI I ALGIERII

Anna Puścion-Jakubik^a, Nessrine Kazi Tani^b, Hocine Allali^b,
Katarzyna Socha^a

^a *Uniwersytet Medyczny w Białymstoku, Wydział Farmaceutyczny z Oddziałem Medycyny Laboratoryjnej, Zakład Bromatologii, ul. A. Mickiewicza 2d, 15-222, Białystok, Polska*

^b *Department of Chemistry. Faculty of Sciences. Abou Bekr Belkaïd University, P.O. Box 119, Tlemcen 13000, Algeria*

e-mail: anna.puscion-jakubik@umb.edu.pl

Miody pszczele są powszechnie spożywanymi produktami o potencjalnych właściwościach prozdrowotnych. Stosowane są w różnych kulturach ze względu na właściwości odżywcze, profilaktyczne, a niekiedy nawet wspomagające farmakoterapię różnych jednostek chorobowych. Są one obecnie szeroko dostępne dla konsumentów za pośrednictwem różnych kanałów dystrybucji, w tym sprzedaży detalicznej, targów lokalnych, sklepów internetowych oferujących miody krajowe i importowane oraz bezpośrednio od pszczelarzy.

Celem niniejszego badania była ocena bezpieczeństwa spożycia miódów pochodzących z dwóch kontynentów. Analizie poddano 41 prób, pozyskanych od różnych producentów (27 prób z Polski oraz 14 prób z Algierii). Odmianę botaniczną potwierdzono metodą melissopalino logiczną oraz poprzez określenie przewodności elektrycznej właściwej [1].

Próby miódów zostały zmineralizowane techniką mikrofalową w systemie zamkniętym (Speedwave, Berghof) z użyciem kwasu azotowego (V). Oznaczenie zawartości rtęci (Hg) wykonano metodą bezpośrednią, bez wcześniejszej mineralizacji.

Zawartość arsenu (As), kadmu (Cd) i ołowiu (Pb) oznaczono metodą spektrometrii mas ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-MS) (NexION 300D, Perkin Elmer). Zawartość rtęci (Hg) oznaczona została natomiast za pomocą spektrometru absorpcji atomowej z zastosowaniem techniki amalgamacji (MA-3 Solo, Testchem).

Wykazano, iż miody z Polski charakteryzują się istotnie wyższą medianą zawartością Pb (60,812 vs. 11,515 µg/kg, $p < 0,001$), natomiast miody z Algierii - As (17,615 vs. 1,570 µg/kg, $p < 0,05$). Porównanie rezultatów do obowiązujących norm [2] wykazało, iż w 11,11% miodach z Polski wykazano przekroczenie maksymalnego dopuszczalnego poziomu Pb. Akty prawne nie definiują normy dla As w miodach. Wskaźniki narażenia toksykologicznego pozwalają wnioskować, że przewlekłe i długotrwałe spożywanie tych produktów pszczelich nie stanowi zagrożenia zdrowotnego,

Powyższe wyniki badań wskazują, że zawartość pierwiastków toksycznych w miodach pszczelich jest bezpieczna i nie stwarza zagrożenia zdrowotnego przy przewlekłym spożywaniu. Jakość tych produktów powinna być jednak monitorowana, ze względu na powszechność ich spożycia.

Literatura:

- [1] Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 14 stycznia 2009 w sprawie metod analiz związanych z dokonywaniem oceny miodu, Dz. U. 2009 nr 17 poz. 94.
- [2] Rozporządzenie Komisji (UE) 2023/915 z dnia 25 kwietnia 2023 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych poziomów niektórych zanieczyszczeń w żywności oraz uchylające rozporządzenie (WE) nr 1881/2006.

WYKORZYSTANIE TECHNIKI ICP-MS DO OZNACZANIA PIERWIASTKÓW ZIEM RZADKICH - WPŁYW METODY MINERALIZACJI NA WYNIKI BADAŃ

Natalia Dereń, Elżbieta Kusy, Marcin Biernacki

*Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych
ul. Cementowa 8, 31-983 Kraków
e-mail: natalia.deren@icimb.lukasiewicz.gov.pl*

Pierwiastki ziem rzadkich (REE) odgrywają kluczową rolę w nowoczesnych zaawansowanych technologiach. Wzrost zapotrzebowania na te surowce, a także ich ograniczona dostępność skłaniają do poszukiwania alternatywnych źródeł ich pozyskiwania np. z odpadów przemysłowych, w tym popiołów powstających w procesach spalania. Popiół może zawierać cenne pierwiastki, które dzięki nowoczesnym metodom mogą zostać odzyskane w sposób efektywny i ekologiczny, kluczowe jest również precyzyjne oznaczenie ich zawartości. Jednym ze sposobów oznaczania REE w odpadach jest zastosowanie techniki ICP-MS z przygotowaniem próbek przy użyciu mineralizatora mikrofalowego [1-5].

Celem pracy było opracowanie metody analitycznej oznaczania REE techniką ICP-MS z wykorzystaniem różnych metod mineralizacji w zamkniętych systemach.

Standardowa procedura oznaczania próbek techniką ICP-MS wymaga dostarczenia próbki do źródła jonów ICP w postaci ciekłych kropeł aerozolu za pośrednictwem nebulizatora i komory rozpylającej. Kluczowe zatem było odpowiednie przygotowanie i rozтворzenie próbek. W badaniach wykorzystano osad estuaryjny i popiół popaleniskowy [6]. Zważywszy na specyfikę materiałów i różne dostępności REE w poszczególnych materiałach wynikające z np. występowania REE w towarzystwie minerałów akcesorycznych przebadano trzy różne sposoby roztwarzania próbek [2,3,7]. Każdorazowo próbki roztwarzane były przy zastosowaniu techniki mineralizacji mikrofalowej w układzie zamkniętym. Zastosowano trzy różne mieszaniny odczynników. Mineralizacje przeprowadzono na aparacie MULTIWAVE PRO firmy Anton Paar, następnie gotowe próbki analizowano na spektrometrze ICP-MS CP-MS Agilent 7700.

Na podstawie przeprowadzonych analiz uzyskano zadowalające wartości poprawności, najniższe dla europu 5,1%, a najwyższe dla dysprozu 18,7%. Opracowana procedura umożliwiła uzyskanie odzysków w zakresie 80–120% dla większości oznaczanych pierwiastków z wyjątkiem: Tm, Yb, Lu, potwierdzając jej przydatność w analizie materiałów odpadowych jako potencjalnego źródła REE.

Literatura:

- [1] A. Jarosiński, *Zesz. Nauk. Inst. Gospod. Surowcami Miner. i Energią Pol. Akad. Nauk.* 75 (2016) 75–88.
- [2] A. Latacz, *Prace Instytutu Metalurgii Żelaza* 69 (2017) 44–47.
- [3] H. Świnder, B. Białecka, A. Jarosiński, *Przem. Chem.* 96 (2017) 2238–2242.
- [4] V. Balaram, T. Rao, *At. Spectrosc.* 24 (2003) 206–212.
- [5] V. Funari, R. Braga, E. Dinelli, *Conference: IWIW 2016 - International Workshop on Industrial Waste.*
- [6] M. Szklarczyk, M. Frankowski, *Spektrometria ICP-MS. Analiza chemiczna XX wieku.* Wydawnictwo Naukowe PWN, 2024.
- [7] S. Sindern, *Phys. Sci. Rev.* 2 (2017) 20160066.

REE EXPOSURE REVEALS DIVERGENT STRESS RESPONSES IN NORMAL VERSUS CANCEROUS HUMAN CELLS DESPITE COMPARABLE CELLULAR UPTAKE

Tudor-Mihai Magdas^a, Ioana Baldea^a, Adriana Dehelean^b, Dana Alina Magdas^b, Andrei Mihai Balan^a, Constantin Bodolea^a, Claudia Gherman^a, Gabriela Adriana Filip^a

^a *Iuliu Hațieganu University of Medicine and Pharmacy, 8 Victor Babes Street, 400012, Cluj-Napoca, Romania*

^b *National Institute for Research and Development of Isotopic and Molecular Technologies, 67-103 Donat Street, 400293 Cluj-Napoca, Romania*

The increasing use of Rare Earth Elements (REEs) in modern technology has led to their widespread environmental release, raising questions about their biological effects. Although REEs are employed in medicine for applications like bioimaging and therapeutics, emerging evidence suggests significant toxicity. While human studies link REE exposure to various pathologies, *in vitro* and *in vivo* research has focused on elucidating the underlying mechanisms. This study investigated the effects of Indium, Lanthanum, and Cerium salts on two distinct human cell lines: normal dermal fibroblasts (BJ) and cancerous hepatocarcinoma cells (HepG2), assessing their uptake, impact on viability, and induced cellular stress responses.

Our findings reveal an unexpected differential susceptibility. Normal BJ fibroblasts were significantly more vulnerable to all three elements, exhibiting greater cytotoxicity compared to the highly resistant HepG2 cancer cells. This occurred despite massive intracellular accumulation of the elements in both cell lines. After cell lysis, a high proportion of the metals remained associated with the insoluble cellular sediment, suggesting tight binding to intracellular structures. Furthermore, low concentrations of Cerium(III) nitrate (12.5–50 µg/mL) uniquely promoted the proliferation of the cancerous HepG2 cells, suggesting that low-level environmental exposure could pose a previously unrecognized risk as a potential tumor promoter.

These results indicate that the real-world impact of REE exposure is likely underestimated. The findings reveal a spectrum of previously unknown intracellular interactions, challenging our current understanding of lanthanide metabolism.

OPRACOWANIE METODY BADANIA AKUMULACJI Gd W KOMÓRKACH NOWOTWOROWYCH TECHNIKĄ ICP-MS

Żaneta Arciszewska^a, Agata Jabłońska-Trypuć^b, Beata Godlewska-Żyłkiewicz^a

^a Uniwersytet w Białymstoku, Wydział Chemii, ul. K. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok

^b Politechnika Białostocka, Wydział Budownictwa i Nauk o Środowisk,

ul. Wiejska 45E, 15-351 Białystok

e-mail: z.arciszewska@uwb.edu.pl

Obecnie trwają intensywne prace nad projektowaniem nowych, skuteczniejszych leków przeciwnowotworowych, których podstawę stanowią kompleksy lantanowców, w tym gadolinu [1]. W takich badaniach, oprócz działania cytotoksycznego należy zbadać specjację kompleksów lantanowców w układach biologicznych, a także zdolność do ich akumulacji w komórkach nowotworowych.

Celem badań było opracowanie metody bezpośredniego oznaczania gadolinu w komórkach nowotworowych z zastosowaniem techniki ICP-MS/MS, umożliwiającej ocenę stopnia jego akumulacji. Eksperyment przeprowadzono na ludzkich komórkach raka jelita grubego linii DLD-1, które poddano działaniu chlorku gadolinu(III) oraz kompleksu Gd(III)/kwasu kawowego. Plan eksperymentu oparto na wcześniejszych wynikach wskazujących, że w roztworze wodnym kompleks Gd(III)/kwas kawowy powstaje przy $\text{pH} > 6$ [2].

Podczas opracowywania metody oznaczania Gd w komórkach nowotworowych techniką ICP-MS oceniono wpływ pożywki hodowlanej i roztworu 0,9% NaCl na oznaczanie jego izotopów. W celu eliminacji interferencji spektralnych zastosowano komorę reakcyjno-kolizyjną stosując hel jako gaz kolizyjny i tlen jako gaz reakcyjny.

Metoda oznaczania Gd w komórkach nowotworowych techniką ICP-MS charakteryzuje się dobrą powtarzalnością (1 – 1,8%), a granica wykrywalności Gd wynosiła 2,1 pg/mL. Opracowana metoda pozwoliła na ocenę stopnia akumulacji Gd w komórkach ludzkiego raka okrężnicy DLD-1, wskazując, że kompleks Gd(III)/kwas kawowy akumulował się w większym stopniu niż chlorek gadolinu(III).

Literatura:

[1] A.J. Hall, A.G. Robertson, L.R. Hill, L.M. Rendina, *Sci. Rep.* 12 (2021) 11:598.

[2] E. Nalewajko-Sieliwoniuk, S. Gama, Ż. Arciszewska, P. Bogdan, M. Naumowicz, M. Kalinowska, G. Świdorski, R. Świślocka, W. Lewandowski, G. Lando, D. Milea, B. Godlewska-Żyłkiewicz, *J. Mol. Liq.* 382 (2023) 121915.



INDEKS AUTORÓW

**W – Wykład, SZ – Sesja szkoleniowa – Zapewnienie jakości badań, K – Komunikat,
SM – Komunikat w Sesji Młodych, P – Plakat**

Adamek Jakub	P-1	Gawor Andrzej.....	K-5, P-10, P-14, P-15, P-16, P-19
Adamiak Nikola	P-2	Gerle Anna	K-13, P-1
Adamska Justyna	P-5	Gherman Claudia	P-26
Albińska Jadwiga	P-21	Godlewska-Żyłkiewicz Beata	SM-8, P-5, P-27
Allali Hocine	P-24	Gołębiowski Adrian.....	K-10
Anyszkiewicz Jacek	K-1, K-15	Gorewoda Tadeusz	K-1, K-15
Arciszewska Żaneta	P-27	Gorodkiewicz Ewa	P-23
Balan Andrei Mihai	P-26	Gras Luis	W-13
Baldea Ioana	P-26	Grindlay Guillermo	W-13
Banaś Dariusz	P-15	Guszcz Tomasz	P-23
Bebko Barbara	SM-14	Hać Paweł	P-2
Bierła Katarzyna	W-2	Hanć Anetta	SM-7
Biernacki Marcin	P-25	He Xi	K-4
Boczkowski Maciej	SM-1	Hryniewicka Marta	SM-14, P-11
Bodolea Constantin	P-26	Hyk Wojciech	SM-12
Bojanowska-Czajka Anna	SZ-2, P-15	Jabłońska-Trypuć Agata	P-27
Bogdan Sylwia	K-6	Jakóbiak-Kolon Agata	K-12
Bok-Badura Joanna	K-12	Jamroz Ewa	K-1, K-15
Borowiec Agnieszka	P-16	Jamróz Piotr	W-12
Borowska Magdalena	SM-5	Jankowski Michał	P-14
Brodowska-Kania Dorota	P-14	Jeleń Henryk H.	K-4
Brzóska Małgorzata M.	P-6, P-7, P-8	Kaczyńska Daria	P-8
Bulska Ewa	SZ-1, K-5, SM-11, P-10, P-14, P-19	Kalinowska Natalia	P-23
Burnat Barbara	P-13	Kamianowska Monika	SM-14
Buszewski Bogusław	K-10	Kamianowski Aleksander	SM-14
Cheda Łukasz	P-14	Kapelewska Justyna	P-20
Cieślik Bartłomiej	K-3, K-11, SM-2, SM-9, P-2	Kaporov Artem	P-22
Cyganowski Piotr	W-12	Karasiński Jakub	P-15, P-16
Czaplis Julia	P-2	Kazi Tani Nessrine	P-24
Dehelean Adriana	P-26	Kiszkiel-Taudul Ilona	K-17
Deoniziak Krzysztof	P-5	Kliś Tymoteusz	W-12
Dereń Natalia	P-25	Konieczka Piotr	SZ-3
Dobrowolski Ryszard	W-6	Koniecznyński Paweł	K-7
Dobrzyńska Joanna	W-6	Koprowska Karolina	P-17
Dror Ishai	W-3	Kostrzewa Justyna	K-1, K-15
Drzazga Natalia	P-21	Kotowska Urszula.....	P-20
Dubenska Liliya	SM-11, P-19	Kowalewska Zofia	W-13
Dueñas Rivadeneira Alex Alberto.....	K-7	Kozieł Paulina	P-22
Dumańska Joanna	P-15	Kozub Anna	K-8
Dushna Olha	SM-11, P-10, P-14, P-19	Kozub-Pędrak Anna	P-9
Dziadosz Jakub	P-2	Krajewski Wojciech	SM-13
Dzingelevičienė Reda.....	K-10	Krakowska-Sieprawska Aneta	P-12
Filip Gabriela Adriana	P-26	Krupa Sumi	W-9
Fornal Emilia	K-8, P-9	Kubala-Kukuś Aldona	P-15
Frąckowiak Julia	SM-7	Kujawa Magdalena	K-13, P-1
Gajek Magdalena	P-3, P-4	Kupiec Monika.....	K-9, SM-3
Gałązyn-Sidorczuk Małgorzata .	P-6, P-7, P-8	Kurasik Julia	P-18
Gałużka Agnieszka	W-4, W-5	Kusiorowski Robert	K-13, P-1
		Kusy Elżbieta	P-25

Lech Katarzyna	SM-5	Ruman Tomasz	W-9
Leśniewska Barbara	P-11	Ruszczyńska Anna	P-10, P-14, P-15, P-16
Ludwiczak Agnieszka	P-12	Ruzik Lena	K-9, SM-3
Łobiński Ryszard	W-8	Rybak Viktoriia	P-14, P-19
Magdas Dana Alina	P-26	Sajkowska Sylwia	P-11
Magdas Tudor-Mihai	P-26	Sankiewicz Anna	P-23
Malejko Julita	P-5	Saracyn Marek	P-14
Maniecki Tomasz	P-22	Serrano Raquel	W-13
Martyna Agnieszka	SM-10	Sloth Jens J.	W-1
Matczuk Magdalena	SM-3	Smereczański Nazar	P-6
Mazurek Sylwester	SM-13	Sobieszuk Kamil	SM-13
Michalik Artur	K-14	Socha Katarzyna	P-24
Michalski Rajmund	W-11	Strzelec Michał	SZ-2
Mieczkowska Aleksandra	SM-9	Suchecka Natalia	P-13
Mierzwińska Agnieszka	P-7	Sulej Kinga	P-5
Migaszewski Zdzisław	W-4, W-5	Sumara Agata	K-8, P-9
Moj Karolina	P-3	Sunde Roger A.	W-2
Morlo Kinga	W-6	Szpunar Joanna	W-2
Musiela Ewelina	K-15	Szultka-Młyńska Małgorzata	P-12
Muszyńska Magdalena	SM-12	Szymańska Zuzanna	K-9, SM-3
Nalewajko-Sieliwoniuk Edyta	SM-14	Szynkowska-Jóźwik Małgorzata I.	SM-10, P-3, P-4, P-21, P-22
Nasiłowska Izabela A.	SM-5	Ścibiorek Joanna	P-4
Nawała Jakub	SM-1	Telk Anna	K-2, K-16, SM-4, SM-6
Nawrocka Agnieszka	P-9	Tupys Andrii	P-16
Nikolaichuk Hanna	K-8	Viapiana Agnieszka	K-7
Nizioł Joanna	W-9	Vojs Marian	P-19
Nowak Angelika	W-12	Wagner Barbara	W-10
Nowosadko Julita	K-9	Walczak-Skierska Justyna	P-12
Ołdak Łukasz	P-23	Warzywoda Beata	SZ-2
Orhan Ilkay Erdogan	W-7	Wasicki Miłosz	P-12
Osiał Natalia	P-14	Wieczorek Marcin ...	K-2, K-16, SM-4, SM-6
Owczarek Witold	P-10	Wisłocka Diana	P-20
Panas Krystyna	P-19	Wojciechowski Marcin	P-15, P-16
Pawlaczyk Aleksandra	SM-10, P-21, P-22	Wojtczak Maciej	P-13
Perez-Vazquez Jorge	W-13	Wolska Marta	K-15
Piecuch Jan	SM-6	Wrona-Piotrowicz Anna	P-17, P-18
Plenis Alina	K-7	Wysocka Izabela	SM-14
Płotka-Wasyłka Justyna	K-3, SM-2	Wysocki Piotr	P-3
Pniewski Karol	P-10	Zabielska-Konopka Magda	SM-8
Pollak-Kowa Ewelina ...	K-2, K-16, SM-4, SM-6	Zadora Grzegorz	SM-10
Pomastowski Paweł	P-12	Zambrzycka-Szelewa Elżbieta	SM-8
Popiel Stanisław	SM-1	Zamłyńska Katarzyna	P-9
Puścion-Jakubik Anna	P-24	Zielińska Katarzyna	SM-10
Rogalska Joanna	P-6, P-8	Zimon Aleksandra	SM-10
Rogulski Zbigniew	P-14	Żuchowska Agnieszka	K-9
Ronda Oskar	K-3, SM-2, SM-9		

KOSAT



WARSZTATY

WYKORZYSTANIE TECHNIKI spICP-MS W ANALIZIE MIKROPLASTIKU NA PRZYKŁADZIE BADANIA SYMULOWANEJ DEGRADACJI POLISTYRENU PROMIENIOWANIEM UV

Paulina Zych Murawska

*Altium International Sp. z o.o., ul. Puławska 303, 02-785 Warszawa
e-mail: paulina.zych-murawska@altium.net*

Wiele przedmiotów codziennego użytku, takich jak opakowania, pojemniki do przechowywania żywności, elektronika, zabawki czy tekstylia zawiera tworzywa sztuczne. Od lat 50. XX wieku, kiedy plastiki stały się tanie i powszechnie stosowane, ogromne ich ilości zaczęły zanieczyszczać środowisko. Tworzywa te nie ulegają pełnej biodegradacji – zamiast tego fragmentują się na cząstki od milimetrów do nanometrów.

Cząstki o rozmiarach 5 mm do 1 μm określa się jako mikroplastiki (MP), a mniejsze niż 1 μm – jako nanoplastiki (NP). Pełne ryzyko, jakie stwarzają mikroplastiki, nie jest jeszcze znane, co sprawia, że wiarygodne metody analizy wielkości i liczby cząstek są niezbędne. Wzrost świadomości społecznej i niedobór danych naukowych sprawiają, że potrzeba dalszych badań nad wpływem tych cząstek na ekosystemy i zdrowie człowieka.

Celem badania było dalsze rozwinięcie i zastosowanie techniki spektrometrii mas z plazmą sprzężoną indukcyjnie w trybie pojedynczych cząstek (spICP-MS) do ilościowego oznaczania liczby i rozmiarów cząstek mikroplastiku z polistyrenu (PS) w warunkach laboratoryjnej symulacji procesu degradacji UV.

Dotychczas technika spICP-MS była szeroko wykorzystywana do analizy nanocząstek metalicznych. Badania prowadzone w ostatnich latach wykazały, że możliwe jest wykorzystanie tej techniki również do oznaczania syntetycznych mikroplastików, szczególnie poprzez pośrednią analizę cząstek pokrytych złotem. Jednakże takie podejście wymagało wieloetapowej obróbki próbek i oznaczało analizę metalu powłokowego, a nie samego mikroplastiku.

W odpowiedzi na te ograniczenia, w niniejszym badaniu wykorzystano bezpośrednie oznaczanie izotopu węgla ^{13}C jako znacznika cząstek PS, co pozwala na bezpośrednią analizę ich obecności, wielkości i liczby, bez potrzeby chemicznego znakowania. Podejście to jest zgodne z najnowszymi trendami w analityce środowiskowej, w której rośnie zapotrzebowanie na niezawodne metody umożliwiające analizę plastików w matrycach złożonych, takich jak woda, gleba czy próbki biologiczne.

Literatura:

[1] 5994-4897EN Particle Size Analysis of Polystyrene Microplastics by Single Particle (sp) ICP-MS Investigation of plastic contamination during simulated UV-degradation by monitoring ^{13}C using the Agilent 8900 ICP-QQQ.

DIGESTION OF FOOD AND OTHER ORGANIC SAMPLES FOR ELEMENT ANALYSIS WITH ICP

Klaus Pichler-Jöbstl

*Anton Paar GmbH, Product Line - Analytical and Synthetic Chemistry (Microwave Reactors)
Anton-Paar-Str. 20, A-8054 Graz
e-mail: klaus.pichler-joebstl@anton-paar.com*

Industrial food products and their agricultural raw materials rank among the most thoroughly monitored and well-documented substances of everyday life. Due to their significant impact on human health - especially for vulnerable groups such as infants and young children - quality control is required by law in most countries. Accordingly, trace element analysis for toxic metals like lead, cadmium, mercury, and arsenic has become routine in both industrial and governmental laboratories.

In this session, participants will engage in a hands-on workshop, offering the opportunity to perform food sample digestion and gain experience with state-of-the-art equipment. While the instrument is running, key background information and practical considerations for successfully digesting food and other organic materials will be discussed, and representative examples will also be presented.

In addition, there will be room for discussion, allowing participants to ask questions and clarify specific issues related to their own analytical challenges.

BEZPIECZEŃSTWO W UŻYTKOWANIU BUTLI Z GAZAMI SPRĘŻONYMI NA PRZYKŁADZIE GAZÓW PALNYCH, UTLENIAJĄCYCH I NEUTRALNYCH

Dominika Gajdzicka-Dutkowska (Joanna Wielgosz, Paweł Berdyczko)

*Air Liquide Polska Spółka z o. o.
ul. Jasnogórska 9 31-358 Kraków
e-mail: gazyspecjalne.pl@airliquide.com*

Jednym z kluczowych aspektów w produkcji i dostawach gazów technicznych i laboratoryjnych, poza kontrolą jakości, certyfikacją i pełną identyfikowalnością produktów, jest zagwarantowanie bezpieczeństwa w obsłudze urządzeń wysokociśnieniowych jakimi są butle gazowe zawierające sprężone gazy. Gazy te, biorąc pod uwagę zróżnicowane właściwości fizykochemiczne, mogą stwarzać szereg zagrożeń dla zdrowia i życia człowieka, a także innych organizmów żywych. Zagrożenia mogą stanowić takie właściwości jak toksyczność, kumulowanie gazu w zamkniętych pomieszczeniach, wypieranie tlenu, palność i tworzenie mieszanin wybuchowych, a także fakt sprężania gazów pod bardzo wysokim ciśnieniem.

Dlatego, z punktu widzenia użytkownika, kluczowe jest poznanie podstawowych zasad posługiwania się butlami z gazami sprężonymi oraz ich przechowywania, a także właściwych metod podłączania butli gazowych do instalacji czy też armatury.

Air Liquide Polska sp. z o.o. jest częścią międzynarodowej grupy, będącej liderem w produkcji specjalistycznych gazów ciekłych, sprężonych, zarówno technicznych jak i laboratoryjnych. **Air Liquide Polska** jest jednocześnie jedynym w Polsce producentem specjalistycznych mieszanin gazowych, posiadającym własną akredytowaną jednostkę produkcyjną ww. gazów.

Literatura:

[1] Materiały własne firmy Air Liquide.

25 LAT I DALEJ – NOWOCZESNE OBLCZE KOMORY DRC W ERZE ZAAWANSOWANEJ ANALITYKI

Magdalena Muszyńska

*Pro-Environment Polska Sp. z o.o.
ul. Żwirki i Wigury 101, 02-089 Warszawa
e-mail: magdalena.muszyńska@pepolska.pl*

Zajrzyjmy wspólnie za kulisy najnowszej technologii ICP-MS! Podczas warsztatów uczymy 25 lat technologii dynamicznej komory reakcyjnej (DRC). Uczestnik dowie się, w jaki sposób tryb usuwania interferencji z wykorzystaniem technologii DRC oraz flagowy spektrometr NexION 5000 [PerkinElmer] eliminują interferencje izobaryczne i poliatomowe, umożliwiając rejestrację czystych sygnałów i uzyskanie niezwykle niskiego tła. Uczestnicy poznają podstawy pracy z różnorodnymi gazami reakcyjnymi (m.in. NH_3 , O_2 , N_2O) [Rys. 1] oraz techniki pomiaru w trybie „on-mass” i „mass-shift”.

Podczas spotkania Uczestnicy dowiedzą się również, dlaczego tryb MS/MS w NexION 5000 jest prostszy i bardziej efektywny w usuwaniu interferencji niż tradycyjny układ z jednym kwadrupolem – do komory trafia tylko wybrany analit, a gaz działa jak swoisty „czyścik” dla tła. Zaprezentujemy także, jak z pomocą biblioteki skanów produktów dobrać optymalne warunki dla pomiarów metali przejściowych, pierwiastków ziem rzadkich i radionuklidów. Podczas warsztatów zaprezentujemy przykłady z zakresu analityki chemicznej (np. oznaczanie wanadu w obecności HCl) oraz zastosowań tych funkcji w pomiarach próbek biologicznych i z przemysłu półprzewodnikowego.

Zapraszamy wszystkich – zarówno początkujących, jak i doświadczonych analityków – którzy chcą poprawić czułość i precyzję swoich oznaczeń i poznać najnowsze rozwiązania w zakresie techniki ICP-MS.



Rys 1. Gazy reakcyjne ich zastosowanie do usuwania interferencji w pomiarach ICP-MS.



PREZENTACJE FIRM

WIARYGODNOŚĆ PONAD WSZYSTKO: CERTYFIKACJA GAZÓW SPECJALNYCH JAKO FUNDAMENT PRECYZJI ANALIZ

Dominika Gajdzicka-Dutkowska (Joanna Wielgosz, Paweł Berdyczko)

*Air Liquide Polska Spółka z o. o.
ul. Jasnogórska 9, 31-358 Kraków
e-mail: gazyspecjalne.pl@airliquide.com*

Współczesna chemia analityczna stawia na precyzję, a każda wiarygodna analiza zaczyna się od materiałów referencyjnych. Ta prelekcja, przygotowana przez ekspertów z firmy **Air Liquide**, skupi się na kluczowej roli gazów specjalnych i mieszanek kalibracyjnych w zapewnianiu najwyższej jakości wyników badań.

Omówimy, w jaki sposób proces produkcji w akredytowanych laboratoriach **Air Liquide** (ISO 17025 oraz ISO 17034) oraz pełna identyfikowalność do międzynarodowych standardów (NIST) przekładają się na powtarzalność i pewność danych. Przedstawimy, dlaczego wybór certyfikowanych gazów jest inwestycją w integralność badań, minimalizującą ryzyko błędów i koszty związane z powtórą analizą.

Dołącz do nas, aby dowiedzieć się, dlaczego gazy **Air Liquide** nie są tylko tłem dla Twoich analiz, ale ich najważniejszym fundamentem. Przekonaj się, jak dzięki zaawansowanym procesom certyfikacji możemy wspólnie osiągnąć nowy poziom precyzji i wiarygodności w Twojej codziennej pracy laboratoryjnej.

Air Liquide Polska sp. z o.o. jest częścią międzynarodowej grupy, będącej liderem w produkcji specjalistycznych gazów ciekłych, sprężonych, zarówno technicznych jak i laboratoryjnych. **Air Liquide Polska** jest jednocześnie jedynym w Polsce producentem specjalistycznych mieszanin gazowych, posiadającym własną akredytowaną jednostkę produkcyjną ww. gazów.

Literatura:

[1] Materiały własne firmy Air Liquide.

NOWOCZESNE ROZWIĄZANIA W SPEKTROMETRII MAS: OFERTA ALTIUM INTERNATIONAL I ROZWIJAJĄCE SIĘ PORTFOLIO

Anna Król-Górniak, Piotr Sztompka

Altium International Sp. z o.o
ul. Puławska 303, 02-785 Warszawa
e-mail: anna.krol-gorniak@altium.net

W dobie rosnących wymagań analitycznych w naukach przyrodniczych, środowiskowych i przemysłowych, kluczowe znaczenie ma dostęp do precyzyjnych, niezawodnych i innowacyjnych technologii pomiarowych. Podczas wystąpienia zaprezentowane zostaną najnowsze rozwiązania oferowane przez firmę Altium International, wiodącego dostawcę zaawansowanej aparatury analitycznej na rynku polskim. Przedstawione zostaną m.in. systemy ICP-MS, ICP-OES, AAS oraz rozwiązania do przygotowania próbek, które wspierają laboratoria w osiągnięciu najwyższych standardów jakości i powtarzalności wyników.

Szczególna uwaga zostanie poświęcona rozwijającemu się portfolio instrumentów, obejmującemu m.in. wysokorozdzielcze systemy. Omówione zostaną ich unikalne cechy, szerokie zastosowania w analizie izotopowej i specjacyjnej, a także przykłady praktycznych wdrożeń w laboratoriach badawczych i przemysłowych.

Wystąpienie będzie okazją do zapoznania się z aktualną ofertą, nowościami technologicznymi oraz możliwościami współpracy w zakresie wdrażania nowoczesnych rozwiązań analitycznych.

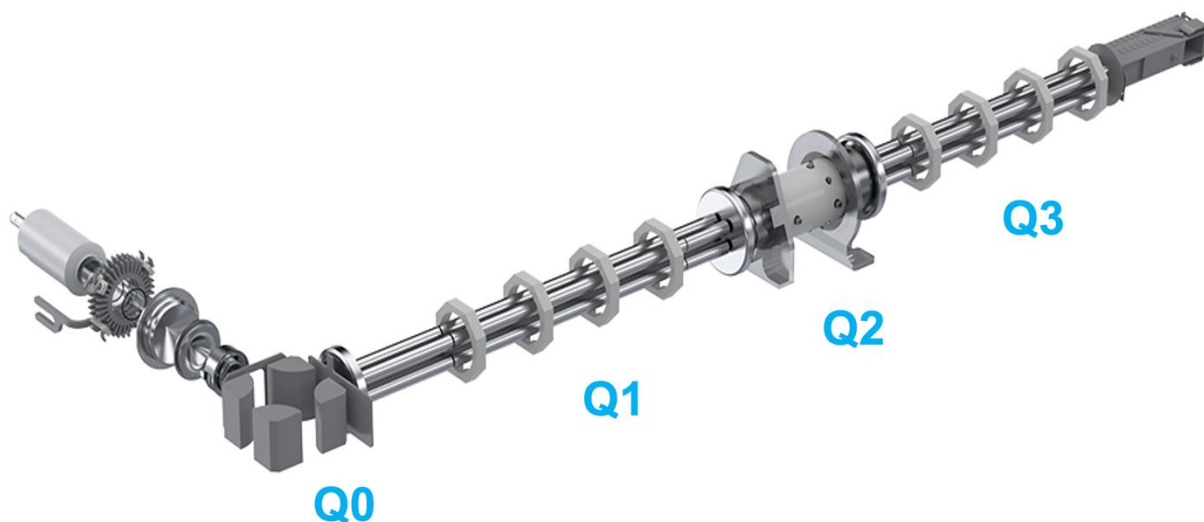
NexION 5000: NOWA ERA ICP-MS DLA NAUKI I ŚRODOWISKA

Magdalena Muszyńska, Waldemar Dziadul

*Pro-Environment Polska Sp. z o.o.
ul. Żwirki i Wigury 101, 02-089 Warszawa
e-mail: magdalena.muszyńska@pepolska.pl*

NexION 5000 jest pierwszym czterokwadrupolowym spektrometrem ICP-MS, zaprojektowanym w celu usunięcia najtrudniejszych nawet interferencji, stanowiących główne ograniczenie w analizie śladowej. W prezentacji zostaną omówione kluczowe elementy konstrukcyjne instrumentu i ich znaczenie dla pracy z wymagającymi próbkami poparte konkretnymi przykładami. Triple Cone Interface (TCI) zapewnia wysoką stabilność sygnału przy analizie próbek biologicznych. All Matrix Solution (AMS) umożliwia bezpośrednie oznaczanie pierwiastków w złożonych matrycach, takich jak woda morską. Niezwykle szeroki zakres masowy otwiera zupełnie nowe możliwości oznaczania radionuklidów, a zdolność pracy przy czasie przebywania 10 μ s pozwala na zaawansowane badania nanocząstek i mikroplastików. Dynamic Reaction Cell (DRC) zapewnia najskuteczniejsze usuwanie interferencji, co przekłada się na jednoznaczne i wiarygodne wyniki analityczne.

Odporna plazma, ultraniskie granice wykrywalności i bardzo niskie tło, w połączeniu z możliwością zastosowania wielu gazów reakcyjnych oraz unikalnym układem czterech kwadrupoli, czynią z NexION 5000 narzędzie oferujące praktycznie nieograniczone możliwości w eliminacji interferencji i analizie nawet najbardziej wymagających próbek.



Rys. 1. Rozmieszczenie czterech kwadrupoli w NexION 5000.

BEST PRACTICE FOR MICROWAVE ACID DIGESTION

Klaus Pichler-Jöbstl

*Anton Paar GmbH, Product Line - Analytical and Synthetic Chemistry (Microwave Reactors)
Anton-Paar-Str. 20, A-8054 Graz
e-mail: klaus.pichler-joebstl@anton-paar.com*

Microwave acid digestion is a critical step in the analytical workflow of elemental analysis, yet its impact on the final quality of analytical results is often underestimated or overlooked. The careful selection of appropriate method conditions is crucial for obtaining reliable results - both accurate and precise. This becomes even more important when particularly complex analytical challenges arise and must be addressed.

This presentation will provide an overview of key considerations necessary for achieving successful and efficient digestion. It will also present examples of demanding applications where choosing suitable digestion conditions plays a decisive role. Common issues such as incomplete digestion will be highlighted, along with effective strategies to overcome these obstacles.



Innowacja spotyka naukę: Twoje rozwiązania w dziedzinie badań i rozwoju!

Rozumiemy wyzwania, z jakimi mierzysz się każdego dnia w laboratorium – od uzyskania precyzyjnych wyników, przez zapewnienie bezpieczeństwa, po optymalizację procesów. Właśnie dlatego oferujemy nie tylko **gazy o najwyższej czystości**, ale także **kompleksowe rozwiązania szyte na miarę** dla Twoich potrzeb badawczych.

Odwiedź nasze stoisko i dowiedz się, jak możemy pomóc Ci osiągnąć Twoje cele badawcze.

Air Liquide – tlen dla Twoich innowacji!

Air Liquide Polska Sp. z o.o.
ul. Jasnogórska 9 / 31-358 Kraków / tel.: +48 12 627 93 00
<https://pl.airliquide.com/branze/badania-i-rozwoj>

 **Air Liquide**



Better for All



**Chromatografia · Spektrometria molekularna ·
Spektroskopia atomowa · SIFT-MS · Przygotowanie próbek ·
Komory klimatyczne · Analizatory TOC | online ·
Systemy oczyszczania wody · Akcesoria i materiały zużywalne**

Altium International Sp. z o.o. ul. Puławska 303, 02-785 Warszawa | Polska

Skontaktuj się z nami:  altium.net/pl  klent.pl@altium.net



Przygotuj się na perfekcję **Rozwiązania do analizy AAS i ICP**

Systemy mineralizacji mikrofalowej

Multiwave 7101/7301/7501: Wymagające próbki, prosta mineralizacja

Multiwave 5001/3001: Jeden system, nieograniczone możliwości

Multiwave GO Plus: Najmniejszy rozmiar, ogromna różnorodność próbek

Globalna sieć wsparcia serwisowego i aplikacyjnego

www.anton-paar.com



PRO-ENVIRONMENT
think future

NexION™ 5000 – innowacja poparta liczbami

4 prawdziwe kwadrupole

3 tryby komory UCT

12 – rzędowy zakres dynamiczny

4 gazy komorowe



pepolska.pl



3 stożki

3 tryby wprowadzania jonów

1 cewka na zawsze

Ponad 40 lat doświadczenia


PerkinElmer
Science with Purpose



ANALITYK

Spektrometry Absorpcji Atomowej

HITACHI
Inspire the Next

F AAS
F AAS szybka sekwencja
GF AAS
Tandem



MICAP-OES

RADOM

Równoczesna analiza
do 67 pierwiastków

Ciśnieniowe Mineralizatory Mikrofalowe



Rotory:
8- / 12- / 16- / 32-
stanowiskowe



Analizatory Rtęci

Analizatory z detekcją typu:
- absorpcja atomowa
- fluorescencja atomowa



Wzorce Chemiczne



Jedno- / wielopierwiastkowe
Jonowe
pH
Konduktometryczne



www.analitek.com
ul. Eugeniusza Romera 10 lok. B9
02-784 Warszawa

e-mail: analitek@analitek.com
tel.: +48 22 855 59 37 faks: +48 22 855 07 98
NIP: 951-114-87-31 REGON: 015616608

Our Two-In-One
Solution!



AIRsight

Mikroskop FTIR /Raman

AIRsight firmy Shimadzu to **jedyny na świecie** mikroskop umożliwiający prowadzenie analiz z wykorzystaniem mikroskopii w podczerwieni z transformacją Fouriera (FTIR) oraz mikroskopii Ramana, łącząc obie te techniki w jednej platformie badawczej.

- Pomiar techniką FTIR oraz Ramana tego samego punktu bez przemieszczania próbki
- Nowoczesne oprogramowanie nie tylko identyfikuje cząstki, ale także je zlicza, mierzy ich rozmiary oraz szacuje ich objętość i masę

ICPMS-2040/2050

Spektrometr mas

Spektrometry mas z serii ICPMS-2040/50 firmy Shimadzu to synonimy efektywności:

- Możliwość pracy na argonie o czystości 99,95%
- **Najniższe na rynku zużycie argonu** - poniżej 10L/min
- Funkcja „High-Speed Cell Gas Purging” - szybsza analiza
- Funkcja „ProActive Rinsing”
- Rozcieńczanie gazem
- Funkcja „Extended Rinsing” - redukcja „carryover”

SHIM-POL A. M. Borzymowski
E. Borzymowska-Reszka, A. Reszka Spółka Jawna
ul. Lubomirskiego 5, 05-080 Izabelin
www.shim-pol.pl



Spectro-Lab

Laboratoria Przyszłości

Spectro-Lab jest wiodącym dostawcą wysokiej jakości wyposażenia laboratoriów badawczych, reprezentując od ponad 40 lat uznanych producentów urządzeń laboratoryjnych oraz testowych oferuje: spektrometry ICP-OES, ICP-MS, UV/Vis, FTIR, Ramana, EDXRF, NMR, Nanodrop, terahercowe, fotoluminescencyjne, światłowodowe, spektrofluorymetry, mikroskopy IR, Ramana, UV-Vis-NIR, AFM, analizatory: rtęci, gazów, CHNSO, MS, RGA, SIMS, systemy mikrofalowe do mineralizacji, ekstrakcji i syntezy, analizatory DSC, TGA, DMA, TMA, przewodnictwa cieplnego i dyfuzyjności, dylatometry, reometry, systemy do badań palności, analizatory BET, goniometry, tensjometry, maszyny wytrzymałościowe, wzbudniki drgań, testery transportowe, komory testowe i starzeniowe, sprzęt do metalografii, systemy korelacji obrazu DIC.

Laboratorium Wzorcujące świadczy usługi wzorcowania komór klimatycznych oraz termostatycznych. Dbając o najwyższą jakość usług, zapewniamy doradztwo techniczne, szkolenia, serwis sprzedanych urządzeń.

Centrala:

ul. Warszawska 100/102
05-092 Łomianki
tel. 22 675 25 67

Oddział Południe:

ul. Czarna 4
43-100 Tychy
tel. 724 200 444

info@spectro-lab.pl

www.spectro-lab.pl



ICP-MS serii iCAP MX

How science works.

Since **1990.**



Udowadniamy, że kluczem do zrozumienia otaczającego świata jest technologia. To ona pozwala nam zobaczyć więcej, sięgać dalej. Po 35 latach działania firmy Testchem precyzyjnie określiliśmy nasze priorytety i odnaleźliśmy to, w czym jesteśmy najlepsi. Nasze urządzenia do pobierania i przygotowywania reprezentatywnych próbek laboratoryjnych: próbobiorniki, młynki laboratoryjne, kruszarki, układy chłodzenia czy prasy zdobywają uznanie w przedsiębiorstwach na całym świecie.

Zapoznaj się z naszą ofertą na www.testchem.pl

35 LAT |  **TESTCHEM**



TUSNOVICS

INSTRUMENTS SP. Z O.O.



Dygestoria i meble laboratoryjne



Meble i dygestoria Köttermann to bezpieczeństwo, trwałość, ergonomia, jakość i design w nowoczesnej przestrzeni laboratoryjnej, którą pomożemy zaaranżować.



**Zapraszamy do kontaktu
i obejrzenia naszych mebli na żywo.**

KOETTERMANN Sp. z o.o.

ul. Szamocka 8, 01-748 Warszawa
tel. 22 832 47 60
exploris.pl@koettermann.com
www.koettermann.com

SPECTROGREEN MS

Kwadrupolowy Spektrometr ICP MS



SPECTROGREEN MS – najnowocześniejsze rozwiązanie ICP-MS z zapasem wydajności dla współczesnych laboratoriów

- Wyjątkowa wydajność analityczna w badaniach środowiskowych, farmaceutycznych i testowaniu produktów.
- Interfejs do trudnych matryc, inteligentna kontrola gazu i generator o dużej mocy zapewniają najwyższą czułość i stabilność.
- Minimalna konserwacja dzięki przemyślanej konstrukcji, obejmującej trwale i łatwo dostępne komponenty.

W swojej ofercie posiadamy:

SPEKTROMETRY:

- Iskrowe mobilne i stacjonarne
- Przenośne fluorescencji rentgenowskiej XRF
- Stacjonarne fluorescencji rentgenowskiej ED-XRF
- ICP-OES
- ICP-MS

ANALIZATORY OLEJOWE

MATERIAŁY REFERENCYJNE



Spectro Poland Sp. z o.o.
ul. Wiśłana 28, 05-420 Józefów

KOSAT



LISTA UCZESTNIKÓW

1. **Arciszewska Żaneta**, dr
Uniwersytet w Białymstoku, Wydział Chemii, ul. K. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok
e-mail: z.arciszewska@uwb.edu.pl
2. **Baralkiewicz Danuta**, prof. dr hab.
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Chemii
ul. Uniwersytetu Poznańskiego 8, 61-614 Poznań
e-mail: danutaba@amu.edu.pl
3. **Berdyczko Paweł**, mgr inż.
Air Liquide Polska Sp. z o.o., Al. J. Piłsudskiego 92, 41-300 Dąbrowa Górnicza
e-mail: pawel.berdyczko@airliquide.com
4. **Boczkowski Maciej**, mgr inż.
Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Nowych Technologii i Chemii, Instytut Chemii
ul. Kaliskiego 2, 00-908 Warszawa 46
e-mail: maciej.boczkowski@wat.edu.pl
5. **Bogdan Sylwia**
profil na Instagramie: @chemiazdrowa
e-mail: sylwia@chemiazdrowa.pl
6. **Borowiec Agnieszka**, mgr inż.
Uniwersytet Warszawski, Wydział Chemii, Centrum Nauk Biologiczno-Chemicznych
ul. Żwirki i Wigury 101, 02-093 Warszawa
e-mail: aborowiec@cnbc.uw.edu.pl
7. **Brzóska Małgorzata M.**, prof. dr hab.
Uniwersytet Medyczny w Białymstoku, Zakład Toksykologii, ul. A. Mickiewicza 2C, 15-222 Białystok
e-mail: malgorzata.brzoska@umb.edu.pl
8. **Buha Aleksandra**
University of Belgrade-Faculty of Pharmacy, Vojvode Stepe 450, 11000 Belgrade
e-mail: aleksandra@pharmacy.bg.ac.rs
9. **Bulska Ewa**, prof. dr hab.
Uniwersytet Warszawski, Wydział Chemii, Centrum Nauk Biologiczno-Chemicznych
ul. Żwirki i Wigury 101, 02-089 Warszawa
e-mail: ebulska@chem.uw.edu.pl
10. **Cieślik Bartłomiej**, dr inż.
Politechnika Gdańska, Wydział Chemiczny, Katedra Chemii Analitycznej
ul. G. Narutowicza 11/12, 80-233, Gdańsk
e-mail: bartlomiej.cieslik@pg.edu.pl
11. **Czapnik Aneta**
Centralne Laboratorium Kryminalistyczne Policji, Aleje Ujazdowskie 7, 00-583 Warszawa
e-mail: aneta.czapnik@policja.gov.pl
12. **Dereń Natalia**, mgr
Sieć Badawcza Łukasiewicz - Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych, ul. Cementowa 8, 31-983 Kraków
e-mail: natalia.deren@icimb.lukasiewicz.gov.pl
13. **Dobrowolska Marta**, dr inż.
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Katedra Chemii, Plac Łódzki 4, 10-721 Olsztyn
e-mail: marta.dobrowolska@uwm.edu.pl
14. **Dobrowolski Ryszard**, prof. dr hab.
Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Wydział Chemii, Katedra Chemii Analitycznej
Pl. Marii Curie-Skłodowskiej 3, 20-031 Lublin
e-mail: ryszard.dobrowolski@mail.umcs.pl
15. **Dobrzyński Paweł**
Spectro-Lab, ul. Warszawska 100/102, 03-287 Łomianki
e-mail: pd@spectro-lab.pl

16. **Drobniak Edyta**, mgr inż.
Fenix Metals Sp. z o.o., ul. Strefowa 13, 39-442 Chmielów
e-mail: e.drobniak@fenixmetals.com
17. **Dror Ishai**, dr
Weizmann Institute of Science, Department of Earth and Planetary Sciences
234 Herzl st., Rehovot 76100 ISRAEL
e-mail: ishai.dror@weizmann.ac.il
18. **Dushna Olha**, mgr
Uniwersytet Warszawski, Wydział Chemii, Centrum Nauk Biologiczno-Chemicznych
ul. Żwirki i Wigury 101, 02-089 Warszawa
Uniwersytet Narodowy im. Iwana Franki we Lwowie, Wydział Chemii
ul. Cyryla i Metodego 6, 79005 Lwów, Ukraina
e-mail: o.dushna@uw.edu.pl
19. **Dziadul Waldemar**, mgr
Pro-Environment Polska Sp. z o.o., ul. Żwirki i Wigury 101, 02-089 Warszawa
e-mail: waldemar.dziadul@pepolska.pl
20. **Frąckowiak Julia**, mgr
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Chemii, Zakład Analizy Śladowej
ul. Uniwersytetu Poznańskiego 8, 61-614 Poznań
e-mail: julfra6@st.amu.edu.pl
21. **Gajdzicka-Dutkowska Dominika**, mgr
ul. Jasnogórska 9, 31-358 Kraków
e-mail: dominika.gajdzicka-dutkowska@airliquide.com
22. **Gajek Magdalena**, dr inż.
Politechnika Łódzka, Wydział Chemiczny, Instytut Chemii Ogólnej i Ekologicznej
ul. Żeromskiego 116, 90-924 Łódź
e-mail: magdalena.gajek@p.lodz.pl
23. **Galazyn-Sidorczuk Małgorzata**, dr
Uniwersytet Medyczny w Białymstoku, Zakład Toksykologii, ul. A. Mickiewicza 2C, 15-222 Białystok
e-mail: malgorzata.galazyn-sidorczuk@umb.edu.pl
24. **Galuszka Agnieszka**, prof. dr hab.
Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach, Instytut Chemii,
Zakład Chemii Analitycznej i Geochemii Środowiska
ul. Uniwersytecka 7, 25-406 Kielce
e-mail: agnieszka.galuszka@ujk.edu.pl
25. **Gawor Andrzej**, dr
Uniwersytet Warszawski, Wydział Chemii, Centrum Nauk Biologiczno-Chemicznych
ul. Żwirki i Wigury 101, 02-089 Warszawa
e-mail: ag.gawor@uw.edu.pl
26. **Gerle Anna**, dr inż.
Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych, ul. Cementowa 8, 31-983 Kraków
e-mail: anna.gerle@icimb.lukasiewicz.gov.pl
27. **Głaszczka Rafał**, dr inż.
„SHIM-POL A.M. Borzymowski” E. Borzymowska-Reszka, A. Reszka Spółka Jawna
ul. Lubomirskiego 5, 05-080 Izabelin
e-mail: rafalg@shim-pol.pl
28. **Godlewska-Żyłkiewicz Beata**, prof. dr hab.
Uniwersytet w Białymstoku, Wydział Chemii, ul. K. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok
e-mail: bgodlew@uwb.edu.pl
29. **Golebiowski Adrian**, dr
Kujawsko-Pomorskie Centrum Naukowo-Technologiczne im. prof. Jana Czochrańskiego sp. z o.o.
ul. Zygmunta Krasińskiego 4/4A, 87-100 Toruń
e-mail: a.golebiowski@centrumczoehrańskiego.pl

30. **Gorewoda Tadeusz**, dr inż.
Sieć Badawcza Łukasiewicz - Instytut Metali Nieżelaznych, ul. Sowińskiego 5, 44-100 Gliwice
e-mail: tadeusz.gorewoda@imn.lukasiewicz.gov.pl
31. **Gorodkiewicz Ewa**, prof. dr hab.
Uniwersytet w Białymstoku, Wydział Chemii, ul. K. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok
e-mail: ewka@uwb.edu.pl
32. **Hacia Dominika**, mgr inż.
TUSNOVICS INSTRUMENTS Sp. z o.o., ul. Bociana 4a/49a, 31-231 Kraków
e-mail: hacia@tusnovics.pl
33. **He Xi**, dr
Food Volatilomics and Sensomics Group, Faculty of Food Science and Nutrition,
Poznań University of Life Sciences, Poznań, Poland
Natural Resources Institute, University of Greenwich, Kent, UK (Current)
Medway campus, Central Avenue, Chatham Maritime, Kent, ME4 4TB, UK
email: x.he@greenwich.ac.uk
34. **Hryniewicka Marta**, dr
Uniwersytet w Białymstoku, Wydział Chemii, ul. K. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok
e-mail: marta@uwb.edu.pl
35. **Jakóbk-Kolon Agata**, prof. dr hab. inż.
Politechnika Śląska, Wydział Chemiczny, Katedra Chemii Nieorganicznej, Analitycznej i Elektrochemii
ul. Bolesława Krzywoustego 6, 44-100 Gliwice
e-mail: agata.jakobik@polsl.pl
36. **Jamroz Ewa**, dr inż.
Sieć Badawcza Łukasiewicz - Instytut Metali Nieżelaznych, ul. Sowińskiego 5, 44-100 Gliwice
e-mail: ewa.jamroz@imn.lukasiewicz.gov.pl
37. **Jamróz Piotr**, dr hab. inż.
Politechnika Wroclawska, Wydział Chemiczny, Katedra Chemii Analitycznej i Metalurgii Chemicznej
Wyb. Stanisława Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław
e-mail: piotr.jamroz@pwr.edu.pl
38. **Kaczyńska Daria**, mgr
Uniwersytet Medyczny w Białymstoku, Zakład Toksykologii, ul. A. Mickiewicza 2C, 15-222 Białystok
e-mail: kaczynskadaria.01@gmail.com
39. **Kalinowska Natalia**
Uniwersytet w Białymstoku, Wydział Chemii, Pracownia Bioanalizy
ul. K. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok
e-mail: nk84590@student.uwb.edu.pl
40. **Kapelewska Justyna**, dr
Uniwersytet w Białymstoku, ul. K. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok
e-mail: j.kapelewska@uwb.edu.pl
41. **Kiszkiel-Taudul Ilona**, dr
Uniwersytet w Białymstoku, Wydział Chemii, ul. K. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok
e-mail: i.kiszkiel@uwb.edu.pl
42. **Kojło Anatol**, prof. dr hab.
Uniwersytet w Białymstoku, Wydział Chemii, ul. K. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok
e-mail: kojlo@uwb.edu.pl
43. **Konieczka Piotr**, prof. dr hab. inż.
Politechnika Gdańska, Wydział Chemiczny, Katedra Chemii Analitycznej
ul. G. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk
e-mail: piotr.konieczka@pg.edu.pl
44. **Konieczna Katarzyna**
Centralne Laboratorium Kryminalistyczne Policji, Aleje Ujazdowskie 7, 00-583 Warszawa
e-mail: katarzyna.konieczna@policja.gov.pl

45. **Koniecznyński Paweł**, dr hab.
Gdański Uniwersytet Medyczny, Wydział Farmacji, Katedra i Zakład Chemii Analitycznej
Al. Gen. J. Hallera 107, 80-416 Gdańsk
e-mail: pawel.konieczynski@gumed.edu.pl
46. **Koprowska Karolina**, mgr
Szkoła Doktorska BioMedChem UŁ i Instytutów PAN w Łodzi, ul. Banacha 12/16, 91-403 Łódź
Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii, ul. Tamka 12, 91-403 Łódź
e-mail: karolina.koprowska@edu.uni.lodz.pl
47. **Kostrzewa Justyna**, dr
Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Metali Nieżelaznych, Centrum Chemii Analitycznej
ul. Sowińskiego 5, 44-100 Gliwice
e-mail: justyna.kostrzewa@imn.lukasiewicz.gov.pl
48. **Kowalewska Joanna**
Pro-Environment Polska Sp. z o.o., ul. Żwirki i Wigury 101, 02-089 Warszawa
e-mail: joanna.kowalewska@pepolska.pl
49. **Kowalewska Zofia**, prof. dr hab.
Politechnika Warszawska, Wydział Budownictwa, Mechaniki i Petrochemii, ul. Łukasiewicza 17, 09-400 Płock
e-mail: zofia.kowalewska@pw.edu.pl
50. **Kozak Marta**
Enea Ciepło sp. z o. o. Oddział Elektrociepłownia Białystok, ul. Gen. Wł. Andersa 15, 15-124 Białystok
e-mail: m.kozak@enea.pl
51. **Król-Górniak Anna**, dr
Altium International Sp. z o.o., ul. Puławska 303, 02-785 Warszawa
e-mail: anna.krol-gorniak@altium.net
52. **Kruk Kamil**, mgr
Anton Paar Poland Sp. z o.o. ul. Hołubcowa 123, 02-854 Warszawa
e-mail: kamil.kruk@anton-paar.com
53. **Kupiec Monika**, dr inż.
Politechnika Warszawska, Wydział Chemiczny, ul. St. Noakowskiego 3, 00-664 Warszawa
e-mail: monika.kupiec@pw.edu.pl
54. **Kurasik Julia**, mgr
Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii, ul. Tamka 12, 91-403 Łódź
Szkoła Doktorska BioMedChem Uniwersytetu Łódzkiego i Instytutów Polskiej Akademii Nauk w Łodzi
ul. Banacha 12/16, 90-237 Łódź
e-mail: julia.kurasik@edu.uni.lodz.pl
55. **Kusiorowski Robert**, dr inż.
Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych, ul. Cementowa 8, 31-983 Kraków
e-mail: robert.kusiorowski@icimb.lukasiewicz.gov.pl
56. **Leśniewska Barbara**, dr hab.
Uniwersytet w Białymstoku, Wydział Chemii, ul. K. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok
e-mail: blesniew@uwb.edu.pl
57. **Lukianenko Oleksandr**, mgr
Państwowy Instytut Geologiczny - Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa
e-mail: biuro@pgi.gov.pl
58. **Łobiński Ryszard**, prof. dr hab. inż.
IPREM UMR 5034 CNRS-UPPA, Helioparc, 64053 Pau, France
e-mail: ryszard.lobinski@univ-pau.fr
59. **Machowski Sebastian**, mgr
Testchem sp. z o.o., ul. Rybnicka 187, 44-310 Radlin
e-mail: smachowski@testchem.pl

60. **Magdas Dana-Alina**, dr hab.
National Institute for Research and Development of Isotopic and Molecular Technologies
Donat 64-105, 400293 Cluj-Napoca, *Romania*
e-mail: Alina.Magdas@itim-cj.ro
61. **Magdas Tudor Mihai**, student
Iuliu Hațieganu University of Medicine and Pharmacy, 8 Victor Babes Street, 400012 Cluj-Napoca, *Romania*
e-mail: alina.magdas@itim-cj.ro
62. **Majewski Łukasz**, inż.
Anton Paar Poland sp. z o.o., ul. Osmańska 14, 02-823 Warszawa
e-mail: lukasz.majewski@anton-paar.com
63. **Makaruk Katarzyna**
ANALITYK Ewa Kowalczyk, ul. Eugeniusza Romera 10/B9, 02-784 Warszawa
e-mail: kmakaruk@analitik.com
64. **Malczewska-Jaskóła Karolina**, dr
Wojewódzka Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna w Poznaniu, ul. Noskowskiego 23, 61-705 Poznań
e-mail: karolina.malczewska-jaskola@sanepid.gov.pl
65. **Malejko Julita**, dr
Uniwersytet w Białymstoku, Wydział Chemii, ul. K. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok
e-mail: j.malejko@uwb.edu.pl
66. **Maśniak Filip**
Spectro-Lab, ul. Warszawska 100/102, 05-092 Łomianki
e-mail: filip.masniak@spectro-lab.pl
67. **Michalik Artur**, dr
Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach, Instytut Chemii, ul. Świętokrzyska 15G, 25-406 Kielce
e-mail: artur.michalik@ujk.edu.pl
68. **Michalski Rajmund**, prof. dr hab.
Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska Polskiej Akademii Nauk, ul. M. Skłodowskiej-Curie 34, 41-819 Zabrze
e-mail: rajmund.michalski@ipispan.edu.pl
69. **Mieczkowska Aleksandra**, inż.
Politechnika Gdańska, ul. G. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk
e-mail: s185285@student.pg.edu.pl
70. **Mierzwińska Agnieszka**, mgr
Uniwersytet Medyczny w Białymstoku, Zakład Toksykologii, ul. A. Mickiewicza 2C, 15-222 Białystok
e-mail: mierzwiszka.agnieszka11@gmail.com
71. **Migaszewski Zdzisław M.**, prof. dr hab.
Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach, Wydział Nauk Ścisłych i Przyrodniczych, Instytut Chemii
ul. Uniwersytecka 7, 25-406 Kielce
e-mail: zmig@ujk.edu.pl
72. **Milačič Radmila**, prof. dr
Jožef Stefan Institute, Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana
e-mail: radmila.milacic@ijs.si
73. **Muszyńska Magdalena**, mgr inż.
Uniwersytet Warszawski, Wydział Chemii, ul. Pasteura 1, 02-093 Warszawa
Uniwersytet Warszawski, Centrum Nauk Biologiczno-Chemicznych, ul. Żwirki i Wigury 101, 02-089 Warszawa
e-mail: m.muszynska@chem.uw.edu.pl
74. **Nalewajko-Sieliwoniuk Edyta**, dr hab.
Uniwersytet w Białymstoku, Wydział Chemii, ul. K. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok
e-mail: e.nalewajko@uwb.edu.pl
75. **Nasiłowska Izabela Anna**, mgr inż.
Politechnika Warszawska, Wydział Chemiczny, ul. Noakowskiego 3, 00-664 Warszawa
e-mail: izabela.nasilowska.dokt@pw.edu.pl

76. **Otto-Wątroba Magdalena**, dr
Fenix Metals Sp. z o.o., ul. Strefowa 13, 39-442 Chmielów
e-mail: m.otto@fenixmetals.com
77. **Orhan Ilkay Erdogan**, prof. dr
Department of Pharmacognosy, Faculty of Pharmacy, Lokman Hekim University, 06510 Ankara, Türkiye
email: ilkay.erdoganorhan@lokmanhekim.edu.tr; ilkayerdoganorhan@gmail.com
78. **Pawlaczyk Aleksandra**, dr inż.
Politechnika Łódzka, Wydział Chemiczny, Instytut Chemii Ogólnej i Ekologicznej
ul. Żeromskiego 116, 90-924 Łódź
e-mail: aleksandra.pawlaczyk@p.lodz.pl
79. **Pichler-Jöbstl Klaus**
Anton Paar GmbH, Product Line - Analytical and Synthetic Chemistry (Microwave Reactors)
Anton-Paar-Str. 20, A-8054 Graz
e-mail: klaus.pichler-joebstl@anton-paar.com
80. **Piecuch Jan**, mgr
Uniwersytet Jagielloński, Wydział Chemii, ul. Gronostajowa 2, 30-387 Kraków
e-mail: jan.piecuch@doctoral.uj.edu.pl
81. **Pollak-Kowa Ewelina**, mgr
Uniwersytet Jagielloński, Wydział Chemii, ul. Gronostajowa 2, 30-387 Kraków
Szkoła Doktorska Nauk Ścisłych i Przyrodniczych, Uniwersytet Jagielloński
ul. prof. S. Łojasiewicza 11, 30-348 Kraków
e-mail: ewelina.kowa@uj.edu.pl
82. **Puścion-Jakubik Anna**, dr hab.
Uniwersytet Medyczny w Białymstoku, Zakład Bromatologii, ul. A. Mickiewicza 2D, 15-222 Białystok
e-mail: anna.puscion-jakubik@umb.edu.pl
83. **Ronda Oskar**, mgr inż.
Politechnika Gdańska, Wydział Chemiczny, Katedra Chemii Analitycznej
ul. Gabriela Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk
e-mail: oskar.ronda@pg.edu.pl
84. **Ruman Tomasz**, prof. dr hab. inż.
Politechnika Rzeszowska, Wydział Chemiczny, Al. Powstańców Warszawy 6, 35-959 Rzeszów
e-mail: tomruman@prz.edu.pl
85. **Ruszczyńska Anna**, dr
Uniwersytet Warszawski, Wydział Chemii, Centrum Nauk Biologiczno-Chemicznych
ul. Żwirki i Wigury 101, 02-093 Warszawa
e-mail: aruszcz@chem.uw.edu.pl
86. **Ruzik Lena**, prof. dr hab. inż.
Politechnika Warszawska, Wydział Chemiczny, Katedra Chemii Analitycznej
ul. Noakowskiego 3, 00-664 Warszawa
e-mail: lena.ruzik@pw.edu.pl
87. **Rybak Viktoriia**
Faculty of Chemistry, Ivan Franko National University of Lviv,
Kyryla and Mefodiya 6, 79005 Lviv, Ukraine
University of Warsaw, Faculty of Chemistry, Biological and Chemical Research Centre, Żwirki i Wigury 101,
02-089 Warsaw, Poland
e-mail: viktoriia.rybak@lnu.edu.ua
88. **Sajkowska Sylwia**, mgr
Uniwersytet w Białymstoku, Szkoła Doktorska Nauk Ścisłych i Przyrodniczych
ul. K. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok
e-mail: s.sajkowska@uwb.edu.pl
89. **Ščančar Janez**, prof. dr
Jožef Stefan Institute, Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana
e-mail: janez.scancar@ijs.si

90. **Sijahovic Emina**, dr
University of Sarajevo - Faculty of Agriculture and Food Sciences, Zmaja od Bosne 8, 71000 Sarajevo
e-mail: e.sijahovic@ppf.unsa.ba
91. **Sim Rebecca**, dr
Matis, Vinlandsleið 12, 113 Reykjavik
e-mail: rebecca@matis.is
92. **Sloth Jens J.**, prof.
National Food Institute, Technical University of Denmark (DTU FOOD)
e-mail: jjsl@food.dtu.dk
93. **Smereczanski Nazar M.**, dr
Uniwersytet Medyczny w Białymstoku, Zakład Toksykologii, ul. A. Mickiewicza 2C, 15-222 Białystok
e-mail: nazar.smereczanski@umb.edu.pl
94. **Sobieszuk Kamil**, mgr
Uniwersytet Wrocławski, Wydział Chemii, ul. Fryderyka Joliot-Curie 14, 50-383 Wrocław
e-mail: 315349@uwr.edu.pl
95. **Sokół Aneta**, dr
Uniwersytet w Białymstoku, Wydział Chemii, ul. K. Ciołkowskiego, 15-245 Białystok
e-mail: a.sokol@uwb.edu.pl
96. **Strzelec Michał**, dr
Główny Urząd Miar, Zakład Chemii Fizycznej i Środowiska, Laboratorium Analiz Elektrochemicznych i Nieorganicznych, ul. Elektoralna 2, 00-139 Warszawa
e-mail: michal.strzelec@gum.gov.pl
97. **Sumara Agata**, dr
Uniwersytet Medyczny w Lublinie, Zakład Bioanalitiky, ul. Jaczewskiego 8B, 20-090 Lublin
e-mail: agatasumara@umlub.pl
98. **Suzdalev Sergej**, dr
Universiteto ave. 17, 92294 Klaipeda
e-mail: sergej.suzdalev@ku.lt
99. **Synowiec Małgorzata**, mgr
Wojewódzka Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna w Poznaniu, ul. Noskowskiego 23, 61-705 Poznań
e-mail: malgorzata.synowiec@sanepid.gov.pl
100. **Szkopiec Grzegorz**, mgr inż.
Wojewódzka Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna, ul. Legionowa 8, 15-099 Białystok
e-mail: kadry.wsse.bialystok@sanepid.gov.pl
101. **Szpunar Joanna**, prof. dr hab. inż.
IPREM UMR 5034 CNRS-UPPA, Helioparc, 64053 Pau, FRANCE
e-mail: joanna.szpunar@univ-pau.fr
102. **Sztompka Piotr**, mgr inż.
Altium International Sp. z o. o., ul. Puławska 303, 02-785 Warszawa
e-mail: piotr.sztompka@altium.net
103. **Szymańska Zuzanna**, mgr inż.
Politechnika Warszawska, Wydział Chemiczny, ul. Noakowskiego 3, 00-664 Warszawa
e-mail: zuzanna.szymanska2.dokt@pw.edu.pl
104. **Szynkowska-Jóźwik Małgorzata I.**, prof. dr hab. inż.
Politechnika Łódzka, Wydział Chemiczny, ul. Żeromskiego 114, 90-543 Łódź
e-mail: malgorzata.szynkowska@p.lodz.pl
105. **Talmon-Wiśniewska Patrycja**, mgr
ANALITYK Ewa Kowalczyk, ul. Eugeniusza Romera 10/B9, 02-784 Warszawa
e-mail: ptwisniewska@analitik.com
106. **Tatko Daria**, mgr
e-mail: daria_t2536@wp.pl

107. **Telk Anna**, dr
Uniwersytet Jagielloński, Wydział Chemii, Zakład Chemii Analitycznej, ul. Gronostajowa 2, 30-387 Kraków
e-mail: anna.telk@uj.edu.pl
108. **Urbański Kamil**, mgr inż.
Anton Paar Poland Sp. z o.o., ul. Hołubcowa 123, 02-854 Warszawa
e-mail: kamil.urbanski@anton-paar.com
109. **Wagner Barbara**, prof. dr hab.
Uniwersytet Warszawski, Wydział Chemii, Centrum Nauk Biologiczno-Chemicznych
Interdyscyplinarne Laboratorium Badań Archeometrycznych
ul. Żwirki i Wigury 101, 02-089 Warszawa
e-mail: barbog@chem.uw.edu.pl
110. **Wasicki Miłosz**, mgr
Interdyscyplinarne Centrum Nowoczesnych Technologii UMK w Toruniu, ul. Wileńska 4, 87-100 Toruń
e-mail: milos13w@outlook.com
111. **Wieczorek Marcin**, dr hab.
Uniwersytet Jagielloński, Wydział Chemii, ul. Gronostajowa 2, 30-387 Kraków
e-mail: marcin.wieczorek@uj.edu.pl
112. **Wielgosz Joanna**, mgr
Air Liquide Polska Spółka z o. o., ul. Jasnogórska 9, 31-358 Kraków
e-mail: joanna.wielgosz@airliquide.com
113. **Wojtczak Maciej**, dr hab. inż.
Uniwersytet Łódzki Wydział Chemii, Katedra Chemii Nieorganicznej i Analitycznej, ul. Tamka 12, 91-403 Łódź
e-mail: maciej.wojtczak@chemia.uni.lodz.pl
114. **Wołyniec Elżbieta**, dr
Uniwersytet w Białymstoku, Wydział Chemii, ul. K. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok
e-mail: elaw@uwb.edu.pl
115. **Wysocka Izabela**, mgr
Szkoła Doktorska Uniwersytetu w Białymstoku, ul. K. Ciołkowskiego 1K, 15-328 Białystok
e-mail: i.wysocka@uwb.edu.pl
116. **Zabielska-Konopka Magda**, mgr
Uniwersytet w Białymstoku, Szkoła Doktorska
ul. K. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok
e-mail: m.zabielska@uwb.edu.pl
117. **Zacharska Dorota**, mgr inż.
TUSNOVICS INSTRUMENTS Sp. z o.o., ul. Bociana 4a/49a, 31-231 Kraków
e-mail: zacharska@tusnovics.pl
118. **Zambrzycka-Szelewa Elżbieta**, dr
Uniwersytet w Białymstoku, Wydział Chemii, ul. K. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok
e-mail: elazamb@uwb.edu.pl
119. **Zielińska Katarzyna**, mgr inż.
Politechnika Łódzka, Wydział Chemiczny, Instytut Chemii Ogólnej i Ekologicznej
ul. Żeromskiego 114, 90-543 Łódź
e-mail: katarzyna.zielinska@dokt.p.lodz.pl
120. **Zych-Murawska Paulina**, mgr inż.
Altium International Sp. z o. o., ul. Puławska 303, 02-785 Warszawa
e-mail: paulina.zych-murawska@altium.com.pl



SCAN ME



Więcej informacji:
www.kosat.pl