

KONWERSATORIUM SPEKTROMETRII ATOMOWEJ

XVII Konwersatorium
Absorpcji Atomowej

XII Konwersatorium
Optycznej Spektrometrii
Emisyjnej

IX Konwersatorium
Spektrometrii Mas

IV Konwersatorium
Rentgenowskiej
Spektrometrii
Fluorescencyjnej

Białystok

11-13.09.2023 r.



KOSAT
KONFERENCJA
OPTYCZNEJ
SPEKTROMETRII
EMISYJNEJ

Książka abstraktów

Wydział Chemii
Uniwersytet w Białymstoku

Szanowni Państwo,

Od 40 lat Konwersatorium Spektrometrii Atomowej stanowi forum, na którym naukowcy i praktycy zajmujący się różnymi aspektami spektroskopii dzielą się swoimi doświadczeniami, omawiają wyniki badań i ich zastosowania oraz prezentują nowe pomysły. Początkowo, w latach 80-tych XX wieku, takim forum były Szkoły Absorpcji Atomowej organizowane przez panią Małgorzatę Michalewską z Instytutu Chemii Nieorganicznej Politechniki Wrocławskiej (Lubiatów 1983, Szklarska Poręba 1985, Karpacz 1987), a po kilkuletniej przerwie organizacji spotkań podjął się Instytut Metali Nieżelaznych w Gliwicach. Organizowane w latach 1997- 2016 spotkania, w Ustroniu k/ Wisły z czasem zyskały nazwę Konwersatorium Spektrometrii Atomowej i stały się najważniejszym wydarzeniem w działalności Zespołu Analizy Spektralnej (dawniej Komisja Analitycznej Spektrometrii Atomowej i Cząsteczkowej Komitetu Chemii Analitycznej PAN). W tym czasie główne organizatorki konwersatoriów: Ewa Bulska, Ewa Szmyd oraz Ewa Muller (w skrócie 3 EWY) sprawiły, że Konwersatorium Spektrometrii Atomowej stało się wydarzeniem prestiżowym i chętnie odwiedzanym, które gościło wybitnych naukowców z kraju i z zagranicy. W roku 2018 pałeczkę organizacyjną przejął Uniwersytet w Białymstoku, a organizatorzy dokładają wszelkich starań, aby kontynuować dobre tradycje Konwersatorium. Mamy nadzieję, że akronim KOSAT trwale wpisał się już w Państwa świadomość.

W tym roku do wygłoszenia prezentacji również zaprosiliśmy znanych naukowców i doskonałych prelegentów. Tematyka wystąpień obejmuje nowe wyzwania związane z rozwojem spektralnych technik analitycznych, a także ich zastosowaniami między innymi w badaniach medycznych i przemysłowych, ochronie środowiska, ochronie zabytków oraz chemii kryminalistycznej. W ramach programu naukowego wysłuchamy 42 wykładów i komunikatów oraz obejrzymy 28 plakatów. Od kilku lat organizujemy Sesję Młodych Spektroskopistów, w tym roku 10 doktorantów i doktorantek zaprezentuje swoje osiągnięcia badawcze. Poza tym, wychodząc naprzeciw oczekiwaniom pracowników laboratoriów pomiarowych przygotowaliśmy sesję szkoleniową na temat zapewnienia jakości badań oraz warsztaty szkoleniowe.

W związku z rocznicą pięćset pięćdziesiątych urodzin Mikołaja Kopernika mamy dla Państwa niespodziankę - wykład profesora Piotra Jaranowskiego, białostockiego fizyka, który brał udział w wykryciu fal grawitacyjnych, co otworzyło nową erę w badaniach Wszechświata. Tradycyjnie już ważnym wydarzeniem konferencji jest wręczenie nagrody im. dr Jerzego Fijałkowskiego, a w 2023 r. w uznaniu za wybitny dorobek naukowy i rozpoznawane na świecie osiągnięcia w zakresie korekcji tła, jak również za współpracę z polskimi ośrodkami naukowymi nagrodę otrzyma profesor Margaretha de Loos-Vollebregt z Uniwersytetu w Gendawie (Belgia).

Uczestnikom dziękujemy za przygotowanie wystąpień, a Komitetowi Naukowemu oraz Komitetowi Organizacyjnemu składamy serdecznie podziękowania za przygotowanie programu i organizację Konwersatorium. Polskiej Akademii Nauk Oddział w Olsztynie i w Białymstoku, Marszałkowi Województwa Podlaskiego oraz firmom serdecznie dziękujemy za patronat oraz nie mniej ważne finansowe wsparcie Konwersatorium.

Życzymy Państwu owocnych obrad i miłego pobytu w Białymstoku.

W imieniu Komitetu Naukowego KOSAT

Przewodnicząca Komitetu Naukowego

Profesor Ewa Bulska
Uniwersytet Warszawski

Przewodnicząca Komitetu Organizacyjnego

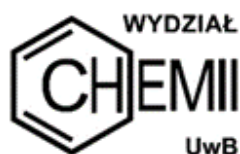
Profesor Beata Godlewska-Żyłkiewicz
Uniwersytet w Białymstoku

ORGANIZATORZY KONFERENCJI

Uniwersytet w Białymstoku



Wydział Chemii Uniwersytetu w Białymstoku



Uniwersytet Medyczny w Białymstoku



Polska Akademia Nauk - Oddział w Olsztynie i w Białymstoku



Komitet Chemii Analitycznej PAN – Zespół Analizy Spektralnej



Komitet Chemii Analitycznej PAN



PATRONAT HONOROWY KONWERSATORIUM

Prezydent Miasta Białegostoku dr hab. Tadeusz Truskolaski



*Honorowy Patronat
Prezydenta Miasta
Białegostoku*

Marszałek Województwa Podlaskiego dr Artur Kosicki



HONOROWY PATRONAT
MARSZAŁKA WOJEWÓDZTWA PODLASKIEGO

JM Rektor Uniwersytetu w Białymstoku prof. dr hab. Robert Ciborowski



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



Komitet Chemii Analitycznej PAN



PATRONAT MEDIALNY

ANALITYKA
N A U K A I P R A K T Y K A

Laboratorium

PRZEGLĄD OGÓLNOPOLSKI

KONFERENCJA DOFINANSOWANA ZE ŚRODKÓW

Polskiej Akademii Nauk – Oddział w Olsztynie i w Białymstoku



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



Marszałka Województwa Podlaskiego



Konwersatorium Spektrometrii Atomowej, Białystok 11-13.09.2023

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 Brzóška

prof. dr hab. Rafał Sitko

prof. dr hab. inż. Małgorzata Szynkowska-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

dr Małgorzata Gałażyn-Sidorczuk

dr Julita Malejko

dr Anna Ruszczyńska

dr Elżbieta Zambrzycka-Szelewa

dr Elżbieta Wołyniec

mgr Żaneta Arciszewska

mgr Anna Baryłka

mgr Magda Zabielska-Konopka

mgr Sylwia Sajkowska

mgr Julia Kowieska

mgr Nazar Smereczański

Redakcja techniczna książki abstraktów:

dr Małgorzata Gałażyn-Sidorczuk

mgr Magda Zabielska-Konopka

MIEJSCE KONWERSATORIUM

Kampus Uniwersytetu w Białymstoku
ul. Konstantego Ciołkowskiego 1
15-245 Białystok



Wydział
Matematyki
budynek 1M

- obrady odbywać się będą w sali audytornej 1056, parter
- sesja plakatowa w holu na I piętrze
- wystawy firm w holu na parterze
- przerwy kawowe w holu na parterze

Wydział Chemii
budynek 1K

- spotkanie powitalne w holu na parterze (niedziela, godz. 19⁰⁰)
- kolacja koktajlowa w holu na parterze (poniedziałek, godz. 18³⁰)
- obiady w holu na parterze
- spotkanie Zespołu Analizy Spektralnej Komitetu Chemii Analitycznej PAN, sala Rady Wydziału 1007

Uniwersyteckie
Centrum Kultury
budynek 1N

- Koncert Hot Plasma Orchestra (niedziela, godz. 20⁰⁰)
- Spektakl Teatru Łątek „Matecznik” (poniedziałek, godz. 19⁴⁵)

WYKŁADY I KOMUNIKATY

Czas przewidziany na wystąpienia ustne:

wykład: 20-30 min,

komunikat: 15 min,

komunikat w Sesji Młodych Spektroskopistów: 10 min.

SESJA PLAKATOWA

Sesja plakatowa odbędzie się w dniu 11 września (poniedziałek, godz. 17⁴⁰ – 18²⁰) na I piętrze Wydziału Matematyki, budynek 1M.

LISTA SPONSORÓW

ZŁOTY SPONSOR:



PRO-ENVIRONMENT, oficjalny dystrybutor PerkinElmer w Polsce



SREBRNY SPONSOR:



BRAZOWY SPONSOR:

ERTEC

INTERTECH POLAND

••• Köttermann

MERCK

TI TUSNOVICS | **30**
INSTRUMENTS SP. Z O.O. | LAT

KOSAT



WYKŁADY

SPEKTROSKOPIA W DRODZE I PO DRODZE

Ewa Bulska

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

Trudno jest przecenić znaczenie technik analitycznych wykorzystujących metody spektroskopowe w badaniu różnorodnych zjawisk zachodzących w przyrodzie. Obejmuje to przede wszystkim spektroskopię atomową i cząsteczkową, absorpcyjną, emisyjną, fluorescencyjną jak też spektrometrię mas. Ważna jest przy tym znajomość podstaw fizykochemicznych stosowanych technik pomiarowych, jak również umiejętne ich zastosowanie w praktyce analitycznej. To wszystko sprawia, że spektroskopia jako nauka o zjawiskach spektralnych oraz spektrometria, czyli ich zastosowanie w technikach pomiarowych są fascynującym obszarem badań naukowych.

Spektroskopia w drodze to opowieść o rozwoju technik pomiarowych wykorzystujących różnorodne zjawiska spektralne, o powstawaniu nowych układów pomiarowych dających coraz więcej możliwości poznawczych i wspomagających rozwój innych dziedzin nauki. To również opowieść o dbałości o to, aby wyniki pomiarów spektralnych były rzetelne i wiarygodne.

Spektroskopia po drodze, to opowieść o mojej fascynacji chemią analityczną, w tym technikami pomiarowymi wykorzystującymi zjawiska spektralne. Pragnę podzielić się jak na mojej drodze naukowej miałam okazję uczestniczyć w rozwoju metod spektrometrycznych, w rozwiązywaniu różnych problemów naukowych i w opracowaniu nowych procedur analitycznych. W wielu przypadkach kierowała mną ciekawość badawcza, a „po drodze” tej ciekawości udało się zauważyć niejedną z ciekawych właściwości chemicznych badanych układów, udało się rozwiązać trudny problem analityczny, czy też udało się zaproponować nowatorskie rozwiązanie analityczne.

Zapraszam na opowieść o spektroskopii w drodze i po drodze, w drodze do rozwoju i po drodze moich zainteresowań naukowych.

Literatura:

- [1] R. Karwowska, E. Bulska, A. Hulanicki, *Talanta*, 27 (1980) 397–402.
- [2] A. Hulanicki, E. Bulska, B. Godlewska, K. Wróbel, *Anal. Lett.* 22 (1989) 1341–1354.
- [3] E. Bulska, Z. Grobowski, G. Schlemmer, *J. Anal. At. Spectrom.* 5 (1990) 203–204.
- [3] E. Bulska, D.C. Baxter, W. Frech, *Anal. Chim. Acta* 249 (1991) 545–554.
- [4] E. Bulska, *J. Anal. At. Spectrom.* 7 (1992) 201–210.
- [5] E. Bulska, J.A.C. Brokaert, P. Tschopel, G. Tolg, *Anal. Chim. Acta* 1993, 276, 377–384.
- [6] E. Bulska, W. Jędral, *J. Anal. At. Spectrom.* 10 (1995) 49–53.
- [7] B. Wagner, S. Garboś, E. Bulska, A. Hulanicki, *Spectrochim. Acta, Part B* 54 (1999) 797–804.

ANALITYKA W WYMIARZE MIDI-MINI-NANO

Bogusław Buszewski

*Kujawsko-Pomorskie Centrum Naukowo-Technologiczne im. Jana Czochrańskiego
ul. Krasińskiego 4, 87-100 Toruń (Polska)
e-mail: bbusz@umk.pl*

Wśród nauk ścisłych i przyrodniczych centralne miejsce zajmuje współczesna chemia. Wynika to z jej wyjątkowego wkładu w interpretację zmian, procesów i zjawisk zachodzących w otaczającym ekosystemie i/lub układach biologicznych (przyrodniczych). Nowoczesna chemia jest także bazą i ogniwem łączącym: środowisko i ekologię (*zielona chemia*), technologię i inżynierię chemiczną, a nade wszystko nauki przyrodnicze i ścisłe (chemia produktów naturalnych i tzw. *life chemistry*). Oprócz badań podstawowych chemia obejmuje opracowywanie syntez otrzymywania poszczególnych produktów oraz konstrukcję narzędzi i urządzeń, w których te procesy są przeprowadzane. Łącznikiem tych projektów jest chemiczna analiza śladowa do jakościowego i ilościowego oznaczania analitów obecnych w złożonych matrycach. Pokazuje to centralne miejsce wśród nauk przyrodniczych chemii analitycznej, a zwłaszcza metod rozdzielania, jej interdyscyplinarności, a przede wszystkim uniwersalności w interpretacji przemian i zjawisk zachodzących na poziomie molekularnym i komórkowym. Ważną gałęzią współczesnej chemii analitycznej, w tym technik separacyjnych, jest jej miniaturyzacja, robotyzacja i automatyzacja. Zmniejszenie skali i formy procesu analitycznego prowadzi m.in. do poprawy selektywności, zwiększenia rozdzielczości i wydajności procesu, redukcji toksycznych odczynników przy jednoczesnym obniżeniu kosztów jednostkowych (*chemia zrównoważonego rozwoju*).

Podczas wykładu zostaną poruszone zagadnienia związane z:

- opisem osiągnięć i rozważań teoretycznych w zakresie miniaturyzacji procesu analitycznego i jego weryfikacja w zastosowaniach praktycznych,
- nanomateriałami i adsorbentami nowej generacji (biokrzemionka) do przygotowania faz stacjonarnych, kolumn i innych narzędzi stosowanych w technikach separacyjnych,
- rozwojem nowych, zintegrowanych systemów przygotowania próbek,
- charakterystyką właściwości fizykochemicznych opracowanych materiałów *via* metody porozymetryczne (niskotemperaturowa adsorpcja-desorpcja azotu), obrazowaniem mikroskopowym (SEM, TEM, AFM), charakterystyką architektury powierzchni metodami spektralnymi i spektroskopowymi (FTIR, CP MAS NMR, XRD, ICP-MS), Ramman) oraz chromatograficznymi i chemometrycznymi,
- zastosowaniem wielowymiarowych i wielofunkcyjnych układów sprzężonych, połączonych *on-line* i *off-line* w oznaczaniu analitów w próbkach rzeczywistych na poziomie śladowym.

ASTRONOMIA FAL GRAWITACYJNYCH

Piotr Jaranowski

*Uniwersytet w Białymstoku, Wydział Fizyki
ul. K. Ciołkowskiego 1L, 15-245 Białystok
e-mail: p.jaranowski@uwb.edu.pl*

W roku 2015 po raz pierwszy w historii nauki bezpośrednio zarejestrowano fale grawitacyjne, wytworzone podczas zderzenia się dwóch czarnych dziur w odległej galaktyce. Osiągnięcie to, uhonorowane w roku 2017 Nagrodą Nobla z fizyki, zapoczątkowało nowy sposób zdobywania wiedzy o Wszechświecie: astronomię fal grawitacyjnych. W roku 2017 po raz pierwszy zarejestrowano równocześnie fale grawitacyjne i promieniowanie elektromagnetyczne związane ze zderzeniem się dwóch gwiazd neutronowych, co dało początek astronomii "wielu posłańców" (multimessenger astronomy) oraz kosmologii fal grawitacyjnych.

W wykładzie zostanie podsumowane, co w latach 2015-2023 zaobserwowały detektory fal grawitacyjnych i w jaki sposób obserwacje te rozwinęły naszą wiedzę o Wszechświecie i o prawach nim rządzących. Rozważona także będzie najbliższa przyszłość astronomii fal grawitacyjnych: planowane do budowy nowe detektory i obserwacje, których spodziewamy się dokonać w przyszłości, oraz wpływ tych obserwacji na astrofizykę, kosmologię i podstawy fizyki. Przedstawiony zostanie również wkład polskich naukowców w narodziny i rozwój astronomii fal grawitacyjnych.

GRAVITATIONAL-WAVE ASTRONOMY

In 2015, for the first time in the history of science, gravitational waves produced by the collision of two black holes in a distant galaxy were directly recorded. This achievement, honored with the 2017 Nobel Prize in Physics, marked the beginning of a new way of learning about the Universe: gravitational-wave astronomy. In 2017, for the first time, gravitational waves and electromagnetic radiation associated with the collision of two neutron stars were recorded simultaneously, which gave rise to multimessenger astronomy and the cosmology of gravitational waves.

The lecture will summarize what gravitational wave detectors observed in the years 2015-2023 and how these observations have developed our knowledge of the Universe and the laws that govern it. The immediate future of gravitational-wave astronomy will also be considered: new detectors to be built and observations expected to be made in the future, and the impact of these observations on astrophysics, cosmology and fundamental physics. The contribution of Polish scientists to the birth and development of gravitational-wave astronomy will also be presented.

NANOMATERIALS IN THE SOIL-WATER ENVIRONMENT: MOBILITY, UPTAKE, TRANSLOCATION AND SPECIATION

Ishai Dror

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

The widespread utilization of nanomaterials in agricultural practices inevitably results in their substantial release into the environment, raising concerns about their ecological implications. Consequently, a comprehensive understanding of nanoparticle behavior in the soil-plant system and their potential presence in food and feed products is crucial. This presentation addresses the intricate challenges of particle detection, characterization, and quantification at the nano-scale in the soil-water-plant environment.

Our approach to investigating the mobility of metal and plastic nanoparticles in the water-soil environment will be demonstrated through various case studies encompassing fully and partially saturated porous media. Notably, the partially saturated zone—a critical interface connecting the earth's surface to aquifers—has received limited attention concerning engineered nanoparticle mobility. In this context, we will delve into the transport and fate of silver nanoparticles (Ag-NPs), a commonly employed representative. By sharing insights from column experiments and modeling simulations, we aim to illuminate breakthrough curves (BTCs), retention profiles, and mass balances characterizing Ag-NP transport, offering a deeper understanding of retardation mechanisms. Furthermore, the effects of pyrite grains and different oxyanions on the retention of citrate-coated gold nanoparticles (citrate–Au–NPs) will be discussed. The mobility in a fully water-saturated system will be demonstrated by examining platinum-based anticancer drugs (cisplatin, oxaliplatin, and carboplatin), particularly in the presence of surface-functionalized polystyrene nanoparticles. Our findings suggest potential interactions between polystyrene nanoparticles and pharmaceutical compounds, influencing their mobility within the soil–water environment.

Plant-related research will also be highlighted, showcasing the uptake of gold nanoparticles from the soil by various crops (potato, radish, carrot, and lettuce). We will present insights into nanoparticle distribution, translocation, and speciation within different plant tissues. Employing advanced analytical protocols, our studies reveal the feasibility of quantifying nanoparticle presence, concentration, and distribution within distinct plant parts. Additionally, the remarkable ability of plants to modify nanoparticles in the rhizosphere prior to uptake and reorganizing ionic metals as nanoparticles in their tissues will be detailed.

This presentation underscores the complexity and significance of comprehending nanoparticle behavior in environmental contexts. Our diverse approaches to studying this multifaceted group of substances emphasize the need for a deeper understanding of their behavior and interactions in various environments.

COMPREHENSIVE SPECIATION OF GADOLINIUM IN RAT BRAIN

Ryszard Lobiński^{a,b}, Izabela Strzemińska^{b,c}, Cécile Factor^c

^a *Politechnika Warszawska, Katedra Chemii Analitycznej
ul. Noakowskiego 3, 00-664 Warszawa*

^b *CNRS, Institute of Analytical and Physical Chemistry for the Environment and Materials
(IPREM - UMR 5254), 64053 Pau, France*

^c *Guerbet Research and Innovation Department, 93602, Aulnay-sous-Bois, France
e-mail: Ryszard.Lobinski@cnrs.fr*

In 2014, it was suggested that repeated administration of linear gadolinium-based contrast agents (GBCAs) leads, in healthy patients, to signal enhancement in specific brain structures in magnetic resonance (MR) imaging. Also, unexpected presence of gadolinium (Gd) in other parts of the brain was demonstrated challenging the widely accepted assumption that GBCAs cannot cross a healthy blood-brain barrier. Although the accumulation of Gd in brain has not been associated with any toxicological effect or disorder; its presence in brain has been attracting the attention of regulatory agencies.

The lecture discusses the contributions and their synergy of different microscopic and spectrometric techniques to get an insight into the chemical forms of Gd retained in brain and in the deep cerebral nuclei of rats administered repeatedly with gadoterate or gadodiamide 4 months after the last injection [1–3]. Gadolinium species were extracted in 2 consecutive steps with water and urea solution. The total Gd concentrations were determined by inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS). Soluble Gd species were analyzed by size-exclusion chromatography coupled to ICP-MS. The insoluble Gd species were analyzed by single-particle (SP) ICP-MS, nanoscale secondary ion mass spectroscopy (NanoSIMS), and scanning transmission electron microscopy with energy-dispersive X-ray spectroscopy (STEM-EDX) for elemental detection.

For gadoterate, the highest amount of Gd was found in the water-soluble fractions, and present, most likely as the intact GBCA form. In the case of gadodiamide, the water-soluble fraction was composed of high-molecular-weight Gd species of approximately 440 kDa and contained only less than 1% of intact gadodiamide. Labile complexes of dissociated Gd³⁺ with endogenous molecules were likely to be present. The highest amount of Gd was detected in the insoluble residue, which was demonstrated, by SP-ICP-MS, to be a particulate form of Gd. Two imaging techniques (NanoSIMS and STEM-EDX) allowed further characterization of these insoluble Gd species. Amorphous, spheroid structures of approximately 100–200 nm of sea urchin-like shape were detected. Furthermore, Gd was consistently colocalized with calcium, oxygen, and phosphorous, strongly suggesting the presence of structures composed of mixed Gd/Ca phosphates. No or occasional colocalization with iron and sulfur was observed.

Bibliography:

- [1] I. Strzemińska, C. Factor, J. Jimenez-Lamana, S. Lacomme, M.A. Subirana, P. Le Coustumer, D. Schaumlöffel, P. Robert, J. Szpunar, C. Corot, R. Lobinski, *Invest. Radiol.* 57 (2022) 283–292.
- [2] I. Strzemińska, C. Factor, P. Robert, J. Szpunar, C. Corot, R. Lobinski, *Invest. Radiol.* 56 (2021) 535–544.
- [3] I. Strzemińska, C. Factor, P. Robert, A.-L. Grindel, P.-O. Comby, J. Szpunar, C. Corot, R. Lobinski, *Invest. Radiol.* 55 (2020) 138–143.

OPTIMALIZACJA METODY USUWANIA KOMPLEKSÓW PLATYNY ZE ŚCIEKÓW SZPITALNYCH Z ZASTOSOWANIEM TECHNIK SPEKTROMETRII ATOMOWEJ

Ryszard Dobrowolski^a, Rafał Olchowski^b, Kinga Morlo^a

^a *Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Wydział Chemii, Instytut Nauk Chemicznych, Katedra Chemii Analitycznej, Pl. Marii Curie-Skłodowskiej 3, 20-031 Lublin*

^b *Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Medycyny Weterynaryjnej, Katedra Farmakologii, Toksykologii i Ochrony Środowiska, ul. Akademicka 12, 20-950 Lublin*
e-mail: ryszard.dobrowolski@mail.umcs.pl

Cytostatyki w formie związków organicznych i metaloorganicznych są szeroko wykorzystywane w terapii różnego typu nowotworów. Przy czym obecnie najczęściej w tym celu wykorzystywane są kompleksy platyny(II) (ok. 70% przypadków). Często podczas chemioterapii wykorzystuje się kilka różnych cytostatyków jednocześnie, aby zapewnić optymalny proces leczenia. Związki te ulegają częściowemu metabolizmowi w organizmie ludzkim. Zarówno cytostatyki, jak i ich metabolity charakteryzują się fetotoksycznością, genotoksycznością i teratogennością wobec komórek organizmów żywych chronicznie narażonych na ich długotrwałe działanie. Ścieki szpitalne zawierają złożoną mieszaninę cytostatyków oraz ich metabolitów, występujących na śladowym i ultraśladowym poziomie stężeń. Ze względu na to, że z roku na rok przybywa pacjentów ze stwierdzoną chorobą nowotworową, powstaje coraz więcej ścieków szpitalnych, które nie są odpowiednio utylizowane i trafiają do ścieków komunalnych, a stamtąd mogą przedostać się do środowiska. Dlatego istotne jest rozwiązanie problemu efektywnego usuwania cytostatyków i ich metabolitów ze ścieków szpitalnych [1–4].

W tym celu z powodzeniem można zastosować nanomateriały funkcjonalne, takie jak uporządkowane mezoporowate materiały krzemionkowe typu SBA-15, czy też uporządkowane mezoporowate materiały węglowe typu CMK-3. Optymalizacja usuwania kompleksów platyny(II) oraz ich metabolitów ze ścieków szpitalnych z wykorzystaniem wyżej wymienionych materiałów porowatych wymaga zastosowania dość czułych i selektywnych technik analitycznych, ze względu na niskie stężenia tych związków (nawet kilkanaście ng/L) oraz obecność skomplikowanej matrycy. Ponadto, techniki te powinny zapewniać możliwość identyfikacji poszczególnych związków. Wymagania te spełniają techniki sprzężone, takie jak HPLC-ICP-MS [3, 5].

W referacie zostanie przedstawiona charakterystyka ścieków szpitalnych w aspekcie zawartości kompleksów platyny(II) oraz ich identyfikacji i oznaczania. Przedstawione zostaną także metody usuwania związków platyny(II) z wykorzystaniem różnych adsorbentów, m. in. materiałów krzemioorganicznych SBA-15 z odwzorowaniem jonowym, nanorurek węglowych oraz biopolimerów.

Literatura:

- [1] V. Booker, C. Halsall, N. Llewellyn, A. Johnson, R. Williams, *Sci. Total. Environ.* 473–474 (2014) 159–170.
- [2] C. Gómez-Canela, F. Ventura, J. Caixach, S. Lacorte, *Anal. Bioanal. Chem.* 406 (2014) 3801–3814.
- [3] J. Dobrzyńska, M. Dąbrowska, R. Olchowski, E. Zięba, R. Dobrowolski, *J. Environ. Chem. Eng.* 9 (2021) 105302.
- [4] Y. Roque-Diaz, M. Sanadar, D. Han, M. López-Mesas, M. Valiente, M. Tolazzi, A. Melchior, D. Veclani, *Processes* 9 (2021) 1873.
- [5] R. Olchowski, D.A. Giannakoudakis, I. Anastopoulos, M. Barczak, E. Zięba, R. Dobrowolski, J. Dobrzyńska, *Environ. Nanotech. Monitor. Manag.* 16 (2021) 100607.

MASS SPECTROMETRY APPROACHES FOR STUDIES OF PLASTIC-RELATED POLLUTION

Joanna Szpunar, Javier Jimenez-Lamana

*Institute of Analytical and Physical Chemistry for the Environment and Materials
CNRS, IPREM UMR 5254, Pau, FRANCE
e-mail: joanna.szpunar@univ-pau.fr*

The assessment of plastic-related pollution is one of the current major challenges in environmental and analytical chemistry. A special interest is focused on micro- and nanoplastics which result from the degradation of plastic waste and have been demonstrated to be harmful to living organisms. The developments of analytical methods concern not only the detection and quantification micro- and nanoplastics of but also those of the transported organic and inorganic compounds.

The choice of analytical techniques is hampered not only by the small size of plastic particles, but also by their chemical composition which is roughly identical to that of the organic matrix of many samples. In addition, the expected number concentrations of nano- and microplastics in environmental samples are very low. In this context, Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS) in the single particle mode (SP-ICP-MS) which offers exceptional detection capabilities, has been investigated as a possible candidate for the analysis of micro- and nanoplastics. Different strategies including monitoring of natural plastics particles (such as C13 carbon isotope and fluorine present in PTFE) as well as the use of metal tags have been proposed.

In parallel, a lot of attention has been attracted to the accumulation, transport, and release of different kinds of aquatic contaminants by micro- and nanoplastics. The substances of concern are (i) additives introduced into plastics in the production process, and ii) chemicals sorbed (adsorbed and absorbed) from the surrounding media. The different classes of pollutants include non-polar, semi-polar and polar organic contaminants and intrinsic, or adsorbed, hazardous metals. Elemental (ICP MS) and molecular mass spectrometry, the latter coupled to liquid (LC-MS) or gas (GC-MS) chromatography, play an important role in the understanding of the role of plastics as carrier of environmental pollutants.

The lecture will present an overview of mass spectrometry approaches for studies of plastic-related pollution developed in the authors' laboratory, in a broader context of the related research carried out worldwide.

METODYKI CHARAKTERYZOWANIA METALONANOCZĄSTEK O POTENCJALNYM ZASTOSOWANIU MEDYCZNYM Z UŻYCIEM SPEKTROMETRII MAS Z JONIZACJĄ W PLAZMIE SPRZEŻONEJ INDUKCYJNIE (ICP-MS)

Magdalena Matczuk

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

Nanomateriały (NMs, ang. nanomaterials) to indywidualia chemiczne, charakteryzujące się przynajmniej jednym wymiarem w przestrzeni mniejszym niż 100 nm. Dodatkowo, jako kryterium kwalifikacji tego typu materiałów, wyróżnia się często odmiennosc wykazywanych właściwości fizycznych i chemicznych w porównaniu do form jonowych pierwiastków chemicznych. Unikatowość tych cech jest podstawą nowoczesnych zastosowań NMs w nanomedycynie. Jednymi z najczęściej testowanych pod kątem ukierunkowania na transport do komórek nowotworowych są metalonanocząstki (MNPs, ang. metal-based nanoparticles), których rdzenie składają się głównie z metali/tlenków metali i posiadają zdolność transformowania promieniowania elektromagnetycznego. Zależność między budową MNPs a ich właściwościami, decyduje o ich atrakcyjności medycznej powodując, że badania nad testowaniem ich zdolności terapeutycznej cieszą się popularnością badaczy na całym świecie. Wydaje się jednak, że duża liczba przeprowadzanych doświadczeń nie jest proporcjonalna do liczby oficjalnie zarejestrowanych rozwiązań. Jedną z przyczyn jest intensyfikacja prac głównie na otrzymywaniu kolejnych MNPs i ich testowaniu *in vitro* lub *in vivo* za pomocą postępowań opracowanych wiele lat temu. Często pomijane jest zjawisko tworzenia się na powierzchni MNPs tzw. koron z białek surowiczych a materiał stosowany jest w formie podstawowej (a nie metabolicznej) w testach toksyczności, pobierania i dystrybucji w komórkach nowotworowych. Znaczącą przeszkodą w kwalifikowaniu MNPs jako materiałów nanomedycznych wydaje się także nieodpowiedni dobór narzędzi analitycznych stosowanych do ich charakteryzowania.

Prezentowane badania są odpowiedzią na wyżej przedstawione problemy i dotyczą zaproponowania nowych postępowań badawczych do charakteryzowania medycznie atrakcyjnych MNPs za pomocą ICP-MS. Umożliwiły one ilościowe monitorowanie zmian form chemicznych MNPs w złożonych matrycach biologicznych, z zachowaniem standardów kontrolowania jakości otrzymywanych wyników. Do realizacji celów niektóre z technik użyte były po raz pierwszy, natomiast zastosowanie techniki CE-ICP-MS – z sukcesem używanej jak dotąd jedynie w nielicznych laboratoriach z racji stopnia skomplikowania połączenia modułu rozdzielającego i detekcyjnego – pozwoliło również na badanie MNPs składających się z pierwiastków „problematycznych analitycznie”.

Uzyskane wyniki dostarczyły nowych informacji na temat procesów biologicznych, w których MNPs biorą udział w warunkach imitujących organizm ludzki. Umożliwiły również przedkliniczne scharakteryzowanie form chemicznych MNPs we krwi i po pobraniu do komórek nowotworowych/prawidłowych oraz zbadanie rozmieszczenia tych form. Wytypowano szereg parametrów, zarówno dotyczących MNPs jak i procesów zachodzących z ich udziałem, które powinny być brane pod uwagę przy projektowaniu efektywnych narzędzi terapeutyczno-diagnostycznych.

Autorka jest laureatką konkursu Komitetu Chemii Analitycznej PAN na wyróżniającą się habilitację z dziedziny chemii analitycznej. Nagroda sponsorowana przez firmę Alchem Grupa Sp. z o.o.

MINIATURYZACJA SYSTEMÓW ANALITYCZNYCH OPARTYCH NA MIKROPLAZMACH

Piotr Jamróz, Tymoteusz Kliś, Paweł Pohl

*Politechnika Wroclawska, Wydział Chemiczny,
Katedra Chemii Analitycznej i Metalurgii Chemicznej
Wyb. Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław
e-mail: piotr.jamroz@pwr.edu.pl*

Najbardziej rozpowszechnionymi systemami analizy pierwiastkowej próbek ciekłych za pomocą optycznej spektrometrii emisyjnej (OES) lub spektrometrii mas (MS) są komercyjne dostępne spektrometry wykorzystujące plazmę sprzężoną indukcyjnie (ICP). Spektrometry te, pomimo możliwości jednoczesnego oznaczania wielu pierwiastków przy wysokiej czułości jak i precyzji pomiarowej [1], posiadają także szereg wad. Do najważniejszych można zaliczyć wysokie koszty zakupu sprzętu analitycznego oraz stosunkowo wysokie koszty analizy jak i ich eksploatacji. Systemy te ze względu na duże gabaryty nie mogą być przenośne.

Alternatywnymi dla nich źródłami wzbudzenia i atomizacji mogą być wyładowania jarzeniowe pod ciśnieniem atmosferycznym (APGD) jak i barierowe (DBD) [2,3]. Wyładowania te dają realną szansę miniaturyzacji systemów analitycznych stosowanych w analitycznej spektrometrii atomowej, przy jednoczesnej możliwości uzyskiwania wysokich czułości zbliżonych do ICP-OES [4]. Dodatkowo, zastosowanie technologii druku 3D w oparciu o polimery i kompozyty odporne zarówno na czynniki chemiczne jak i temperaturowe daje możliwość opracowania jak i produkcji mikrosystemów do całkowitej analizy próbki (μ TAS) w którym cały proces wprowadzania jak i analizy próbek znajduje się w jednym module.

W prezentacji zaprezentowano koncepcję rozwoju zminiaturyzowanych systemów analitycznych opartych na mikroplazmach. Szczególną uwagę zwrócono na analityczną charakterystykę mikrowyładowań APGD jak i DBD oraz możliwości zastosowania druku 3D do produkcji komponentów zminiaturyzowanych systemów analitycznych opartych na mikrowyładowaniach.

Podziękowania: Przedstawione badania zostały sfinansowane ze środków Narodowego Centrum Nauki (NCN), Polska przyznanych w ramach projektu OPUS UMO-2019/33/B/ST4/00356.

Literatura:

- [1] M. Thompson, J.N. Walsh, *Inductively Coupled Plasma Spectrometry, Second Ed.*, 1989, Blackie (London).
- [2] P. Pohl, K. Gręda, A. Dzimitrowicz, M. Welna, A. Szymczycha-Madeja, A. Leśniewicz, P. Jamróz, *TrAC Trends Anal. Chem.* 113 (2019) 234–245.
- [3] P. Pohl, P. Jamróz, K. Gręda, M. Górka, A. Dzimitrowicz, M. Welna, A. Szymczycha-Madeja, *Anal. Chim. Acta* 1169 (2021) 338399.
- [4] K. Greda, K. Swiderski, P. Jamroz, P. Pohl, *Anal. Chem.* 88 (2016) 8812–8820.

ZASTOSOWANIE OPTYCZNEJ SPEKTROMETRII EMISYJNEJ DO IDENTYFIKACJI REAKTYWNYCH FORM TLENU ORAZ AZOTU WYTWARZANYCH W FAZIE GAZOWEJ ZIMNYCH PLAZM ATMOSFERYCZNYCH, STOSOWANYCH DO PRODUKCJI ROZTWORÓW POST-PLAZMOWYCH

Anna Dzimitrowicz^a, Weronika Babińska-Wensierska^b, Piotr Jamróz^a, Dominik Terefinko^a, Paweł Pohl^a, Ewa Łojkowska^b, Wojciech Śledź^b, Agata Motyka-Pomagruk^b

^a Politechnika Wroclawska, Wydział Chemiczny,
Katedra Chemii Analitycznej i Metalurgii Chemicznej
Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław

^b Międzyuczelniany Wydział Biotechnologii Uniwersytetu Gdańskiego
i Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego, Zakład Ochrony i Biotechnologii Roślin
ul. Abrahama 58, 80-307 Gdańsk
e-mail: anna.dzimitrowicz@pwr.edu.pl

Jak powszechnie wiadomo [1], zimne plazmy atmosferyczne są źródłem reaktywnych form tlenu i azotu (RONS, ang. *Reactive Oxygen and Nitrogen Species*) tj. atomów tlenu, cząsteczek ozonu, cząsteczek azotu, rodników wodorotlenowych, jonów azotowych(III) oraz jonów azotowych(V). Wspomniane RONS mogą być analizowane zarówno jakościowo, jak również ilościowo. Spośród analiz jakościowych, istotne znaczenie ma zastosowanie do tego celu optycznej spektrometrii emisyjnej (OES, ang. *Optical Emission Spectrometry*). Kluczowym elementem oznaczeń z zastosowaniem techniki OES jest charakterystyka fazy gazowej generowanej zimnej plazmy atmosferycznej (CAP, ang. *Cold Atmospheric Plasma*). Jako przykład zastosowania techniki OES do identyfikacji RONS przytaczamy wykonaną przez nasz zespół charakterystykę RONS powstałych podczas generowania CAP, dedykowanej do traktowania roztworów soli nieorganicznych tj. np. NH_4NO_3 [2], NaCl, KCl lub innych. Wspomniane roztwory post-plazmowe, bazujące na wodnych roztworach soli nieorganicznych wykazują antybakteryjne właściwości, stąd mogą być wykorzystywane jako ekologiczne środki ochrony roślin przed bakteryjnymi fitopatogenami, przykładowo z rodzajów *Dickeya* czy *Pectobacterium*. Wspomniane mikroorganizmy powodują znaczące straty w hodowli roślin uprawnych, ozdobnych oraz warzyw. W przedmiotowych badaniach zastosowanie techniki OES umożliwia wstępną charakterystykę cieczy aktywowanych CAP oraz przyczynia się do rozwikłania mechanizmu antybakteryjnego działania roztworów post-plazmowych [2].

Przedstawione prace badawcze zostały sfinansowane w ramach projektu Opus 17 (UMO- 2019/33/B/NZ9/00940), finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki (Polska).

Literatura:

- [1] P.J. Bruggeman, M.J. Kushner, B.R. Locke et al., *Plasma Sources Sci. Technol.* 25 (2016) 053002.
- [2] A. Dzimitrowicz, P. Jamroz, P. Pohl, W. Babinska, D. Terefinko, W. Sledz, A. Motyka-Pomagruk, *Int. J. Mol. Sci.* 22 (2021) 4813.

BEZPOŚREDNIO, CZY POŚREDNIO – CZYLI O OZNACZANIU FLUORU TECHNIKAMI SPEKTRALNYMI

Zofia Kowalewska

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

Techniki spektralne są szeroko stosowane w analizie pierwiastkowej różnych materiałów, jednak spośród około 80-ciu pierwiastków oznaczanych za ich pomocą rzadko pojawia się fluor. Fluor jest najczęściej oznaczany z wykorzystaniem chromatografii jonowej po spalaniu (combustion ion chromatography, CIC) lub potencjometrii z elektrodami fluorkoselektywnymi. Trudności lub brak możliwości bezpośredniego oznaczania fluoru technikami spektralnymi wynika ze skrajnych właściwości fizykochemicznych tego pierwiastka.

Z powodu wysokiej elektrojemności wydajność otrzymywania dodatnich jonów fluoru w argonowej plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP) jest niższa niż 0.001%. Dlatego fluoru nie oznacza się drogą bezpośrednią ani techniką ICP-MS (spektrometria mas plazmy indukcyjnie sprzężonej) ani techniką ICP-OES (spektrometria optyczna emisyjna plazmy indukcyjnie sprzężonej) w wariacie emisji jonów.

Odległość między poziomami energetycznymi atomu fluoru jest stosunkowo duża. Długość fali odpowiadająca przejściu rezonansowemu to 95 nm, obszar niedostępny przy pracy w atmosferze powietrza. Dlatego fluoru nie oznacza się w tym obszarze drogą bezpośrednią ani technikami spektrometrii atomowej emisyjnej ani absorpcyjnej (AAS).

Niska wydajność fluorescencji, pochłanianie promieniowania na jego drodze i interferencje spektralne powodują, że fluor nie jest oznaczany rutynowo technikami fluorescencji promieniowania X (XRF).

W związku z trudnościami analizy bezpośredniej opracowywane są pośrednie metody oznaczania fluoru z wykorzystaniem jego drobin. Celem referatu będzie przedstawienie rozwiązań analitycznych i trendów w oznaczeniach fluoru technikami spektralnymi zarówno drogą bezpośrednią, jak i pośrednią. Omówione zostaną m.in.:

- próby oznaczania F techniką ICP-MS z wykorzystaniem jonów MF^+ (gdzie M to metale grupy IIA lub lantanowce) i M_2F^+ (gdzie M to sód),
- próby zbudowania aparatury ICP-MS pracującej w wariacie jonów ujemnych,
- eliminacja interferencji poliatomowych (np. powodowanych przez $^{38}Ar^{2+}$, $^{18}O^1H^+$, $^{17}O^1H_2^+$, $^{16}O^1H_3^+$) w pomiarach $^{19}F^+$ techniką ICP-MS,
- oznaczanie F technikami emisyjnymi z plazmą pierwiastka innego niż argon (plazma azotowa lub plazma helowa) lub z wykorzystaniem linii mniej czułych,
- pośrednie oznaczanie F techniką emisyjną ze wzbudzeniem laserowym (LIBS) w próbkach stałych i ciekłych (przede wszystkim z wykorzystaniem drobin CaF),
- pośrednie oznaczanie F technikami absorpcyjnej spektrometrii cząsteczkowej (głównie poprzez drobin GaF , CaF , SrF , BaF , AlF), z wykorzystaniem aparatury wysokorozdzielczej wyposażonej w źródło emitujące promieniowanie ciągłe i piec grafitowy lub płomień (HR-CS GFMS lub HR-CS FMAS).

Zostaną przedstawione wybrane zastosowania nowo opracowanych metod, np. oznaczanie fluoru na Marsie techniką LIBS, kontrola zawartości związków per- i poli-fluorowanych w środowisku techniką HR-CS GFMS, oznaczanie fluoru w naparach herbaty techniką optycznej spektrometrii emisyjnej z wykorzystaniem plazmy azotowej sprzężonej mikrofalowo (MIP-OES).

ZASTOSOWANIE ICP-MS W JĄDROWEJ ANALIZIE KRYMINALISTYCZEJ

Ewelina Chajduk, Ewa Topyła, Paweł Kalbarczyk

*Instytut Chemii i Techniki Jądrowej, Laboratorium Jądrowych Techniki Analitycznych
ul. Dorodna 16, 03-195 Warszawa
e-mail: e.chajduk@ichtj.waw.pl*

Jądrowa analiza kryminalistyczna (ang. nuclear forensic), często określana jako "kryminalistyka jądrowa", została zdefiniowana jako: badanie materiałów jądrowych (rud, materiałów wyjściowych lub specjalnych materiałów rozszczepialnych np. ^{233}U) lub innych materiałów radioaktywnych tzn. zawierających substancje promieniotwórcze, lub dowodów, które są skażone nuklidami promieniotwórczymi, w kontekście postępowania prawnego na mocy prawa międzynarodowego lub prawa krajowego związanego z bezpieczeństwem jądrowym.

Analiza materiałów jądrowych lub innych materiałów promieniotwórczych ma na celu określenie, czym są te materiały, jak, kiedy lub gdzie zostały one wytworzone oraz jakie były ich zamierzone zastosowania [1]. "Analiza" w powyższej definicji obejmuje zarówno radiometryczne, jak i nieradiometryczne techniki pomiarowe. Wśród stosowanych technik, spektrometria mas ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej zajmuje znaczącą pozycję w analizie pierwiastkowej i izotopowej materiałów jądrowych o nieznanym pochodzeniu.

W niniejszej pracy przedstawiono zastosowanie ICP-MS do charakteryzacji badanych materiałów, począwszy od oznaczania REE w rudach uranowych, półproduktach uranowych (tzw. „yellow cake”), aż do oznaczania stosunków izotopowych U i Pu w materiałach jądrowych, ICP-MS jest także stosowana jako metoda równoległa do metod radiometrycznych - określanie wydajności rozdzielających radiochemicznych. Przedstawione prace zostały wykonane w ramach wspólnego eksperymentu CMX-6 (6th Collaborative Materials Exercise), organizowanego przez Międzynarodową Grupę Roboczą ds. Przeciwdziałania Terroryzmowi oraz Przystępstwom Nuklearnym (ITWG), której członkiem jest Instytut Chemii i Techniki Jądrowej.

Literatura:

- [1] IAEA, IAEA Nuclear Security Series No. 2-G: Nuclear Forensics in Support of Investigations. International Atomic Energy Agency, Vienna 2015.
- [2] E. Chajduk, P. Kalbarczyk, w *Analityka Sądowa*, red. P. Kościelniak, M. Król, R. Więtecha-Posłuszny, M. Woźniakiewicz, Wydawnictwo PWN, 2022, 435–448
- [3] E. Chajduk, P. Kalbarczyk, *INCT Annual Report* (2020) 69–71.

NIE WOLNO DOTYKAĆ! NIEINWAZYJNE BADANIA OBIEKTÓW MUZEALNYCH

Barbara Wagner

*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*

Decyzje dotyczące możliwości pobierania próbek oraz późniejszego dokumentowania wyników badań cennych obiektów muzealnych stanowią jeden z najbardziej istotnych momentów realizacji interdyscyplinarnych projektów. Bardzo często już na tym etapie okazuje się, że planowanie programu badawczego należy ograniczyć do analiz prowadzonych *in-situ* w salach muzealnych. W takich wypadkach, scenariusz analityczny konstruowany jest najczęściej w oparciu o dostępność do układów przenośnych, które pozwalają na poznanie fizykochemicznej struktury cennych obiektów w miejscu ich przechowywania.

Wśród wspomnianych ograniczeń najczęściej dokonywanym wyborem dla badań nad składem pierwiastkowym cennych obiektów zabytkowych jest zastosowanie spektrometrii fluorescencji rentgenowskiej (XRF, ang. X-ray fluorescence). Wielo-pierwiastkowe pomiary mają charakter nieinwazyjny i nieniszczący, a sam czas rejestrowania widma można uznać za względnie krótki. Wspomniane cechy stanowią istotne zalety wówczas, gdy pobranie choćby najmniejszej próbki jest niedopuszczalne i dlatego od wielu lat popularność stosowania XRF w badaniach obiektów muzealnych niezmiennie rośnie.

W wystąpieniu omówione zostaną przykłady nierutynowych zastosowań spektrometrii XRF w badaniach obiektów muzealnych, między innymi: murali [1], historycznych rękopisów i szkiców wykonanych atramentami żelazowo-galusowymi [2,3], palet malarskich, zabytkowych mebli i cennych przykładów sztuki zdobniczej [4]. Na wybranych przykładach przedyskutowane zostaną zalety i ograniczenia wynikające z konieczności bezwzględnej rezygnacji z pobierania próbek w kontekście późniejszej interpretacji wyników przeprowadzonych badań.

Literatura:

- [1] B. Wagner, O. Syta, G.Z. Żukowska, rozdz. 3 w: *Medieval Nubian Wall Paintings: Techniques and Conservation*, Red. D. Zielińska, Archetype Publications, 2019, ISBN 9781-9-0949-268-4.
- [2] A. Święcicka, A. Towarek, M. Strawski, B. Wagner, *Spectrochim. Acta B* 206 (2023) 106717, DOI: 10.1016/j.sab.2023.106717.
- [3] B. Wagner, E. Bulska, T. Tomaszewski, D. Długosz-Jasinska, M. Kulig, *Talanta* 263 (2023) 124683, DOI: 10.1016/j.talanta.2023.124683.
- [4] O. Syta, L. Kępa, A. Mistewicz, C. Viegas-Wesołowska, B. Wagner, *Microchem. J.* 137 (2018) 37–44.

RENTGENOWSKA SPEKTROMETRIA FLUORESCENCYJNA Z CAŁKOWITYM ODBICIEM PROMIENIOWANIA: MOŻLIWOŚCI I OGRANICZENIA

Rafał Sitko, Marcin Musielak, Karina Kocot, Beata Zawisza

*Uniwersytet Śląski w Katowicach, Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych, Instytut Chemii
ul. Szkolna 9, 40-006, Katowice
e-mail: rafal.sitko@us.edu.pl*

Rentgenowska spektrometria fluorescencyjna z całkowitym odbiciem promieniowania (TXRF) jest ważną techniką mikroanalityczną umożliwiającą oznaczanie pierwiastków śladowych i ultraśladowych zarówno w próbkach ciekłych jak i zawiesinach. Bardzo niskie granice wykrywalności na poziomie ng mL^{-1} można uzyskać dla niewielkich objętości próbki, rzędu 5-10 μL . Wyróżnia to spektrometrię TXRF spośród innych technik spektroskopowych, które wymagają do analizy wielopierwiastkowej próbek o objętościach kilku, kilkunastu mililitrów. Z tych powodów spektrometria TXRF jest coraz częściej wykorzystywana w różnych dziedzinach nauki, zwłaszcza w analizie próbek biologicznych i medycznych. Przygotowanie próbki i analiza ilościowa wydaje się być bardzo prosta: do ciekłej próbki lub zawiesiny dodawany jest wzorec wewnętrzny, następnie próbka jest nanoszona na kwarcowy reflektor i po wysuszeniu bezpośrednio mierzona za pomocą spektrometru TXRF. Praktyka analityczna pokazuje jednak, że uzyskanie wiarygodnych wyników wymaga spełnienia pewnych warunków. Podczas wykładu zostaną omówione teoretyczne podstawy pomiaru TXRF, metody przygotowania próbek ciekłych i stałych oraz związane z tym możliwości i ograniczenia analityczne. Przedstawione zostaną przykłady analiz TXRF próbek ciekłych, środowiskowych, biologicznych i problemy związane z oznaczaniem wybranych pierwiastków.

Badania finansowane w ramach grantu NCN 2018/31/B/ST4/00041.

KOSAT



SESJA SZKOLENIOWA ZARZĄDZANIE JAKOŚCIĄ BADAŃ

ŚREDNIA I ODCHYLENIE STANDARDOWE JAKO PARAMETRY STATYSTYCZNE – SILNE I SŁABE STRONY

Piotr Konieczka

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

Wartość wyniku pomiaru analitycznego najczęściej jest podawana jako średnia arytmetyczna z wyników dla powtórzonych pomiarów (seria pomiarowa). Dodatkowo wykorzystując wyniki w serii obliczana jest wartość odchylenia standardowego, która z kolei jest jedną ze składowych w tworzonym budżecie niepewności.

Taki sposób obliczeń ma jednak swoje merytoryczne uzasadnienie jedynie w przypadku, gdy założony rozkład normalny wyników w serii. Tak faktycznie jest najczęściej, jednak niestety nie zawsze.

Błędem jest prezentowanie wyników w postaci: wartość średnia \pm odchylenie standardowe, gdy rozkład wyników w serii znacznie odbiega od normalnego. Jednym z najczęstszych „widocznych” efektów takiego postępowania jest otrzymanie wartości odchylenia standardowego na poziomie wartości średniej, czyli wartości współczynnika zmienności CV na poziomie ok. 100%.

W trakcie wystąpienia przedstawione zostaną zasady związane z wykorzystywaniem dwóch podstawowych parametrów statystycznych (wartość średnia, odchylenie standardowe) na etapie opracowania wyników pomiarów. Zostaną także zaprezentowane, poparte przykładami, błędne przypadki ich stosowania.

MIARODAJNOŚĆ WYNIKÓW POPRZEZ ZAPEWNIENIE SPÓJNOŚCI POMIAROWEJ

Danuta Baralkiewicz

*Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Chemii
ul. Uniwersytetu Poznańskiego 8, 61-614 Poznań
e-mail: danutaba@amu.edu.pl*

Na świecie organizacją wiodącą w zakresie zapewnienia spójności pomiarowej jest Międzynarodowy Komitet Miar (CIPM), którego celem jest ustalanie spójności pomiarowej do jednostek SI. Jednak nie wszystkie pomiary mogą mieć odniesienie do jednostek SI i dlatego w 1993 roku przy CIPM powstaje Komitet Doradczy Liczności Materii (CCQM). Zgodnie z zaleceniami tego komitetu, jeżeli nie jest możliwe odniesienie danych pomiarów bezpośrednio do jednostek SI, to określa się spójność pomiarową z uznanymi na świecie w skali międzynarodowej materiałami odniesienia, najlepiej certyfikowanymi.

Pojęcie spójności pomiarowej jest dobrze zdefiniowane w przypadku pomiarów fizycznych, natomiast stosunkowo niedawno znalazło swoje miejsce w pomiarach chemicznych. Potrzeba odnoszenia pomiarów do ściśle zdefiniowanego wzorca znana jest od dawna. Na przestrzeni wieków wykorzystywano do określenia jednostki długości zarówno różne części ciała (łokieć, stopa, czy dłoń) jak również różne elementy otoczenia (kabel, przęsło mostu, sznurek itd.)

Podczas wykładu przedstawione będą różne możliwości zapewnienia spójności pomiarowej w pomiarach chemicznych, tj. stosowanie CRM, udział w porównaniach laboratoryjnych, metody podstawowe i inne.

POTWIERDZANIE WAŻNOŚCI WYNIKÓW BADAŃ PROTEOMICZNYCH NA PRZYKŁADZIE MONITOROWANIA BEZPIECZEŃSTWA TERAPII LEKAMI ZAWIERAJĄCYMI FLUOR

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*

Analiza proteomiczna prowadzona z wykorzystaniem zaawansowanej technologii wysokorozdzielczej spektrometrii mas jest wieloetapowym procesem, który obejmuje przygotowanie próbki, pomiary za pomocą technik spektrometrii mas oraz analizę i interpretację danych przy wykorzystaniu odpowiednich baz danych i narzędzi bioinformatycznych. Wyniki takich badań mają ogromne znaczenie dla pełnego zrozumienia mechanizmów biologicznych, a tym samym potwierdzenia bezpieczeństwa stosowanych leków. Jednakże, aby wyciągać wiążące wnioski na podstawie badań proteomicznych, niezbędne jest zapewnienie wiarygodności i powtarzalności uzyskiwanych wyników. Potwierdzenie ważności wyników w badaniach proteomicznych wymaga uwzględnienia wielu czynników na każdym etapie procesu analizy. Przygotowanie próbek materiału klinicznego musi być wykonane z najwyższą starannością, zgodnie ze zwalidowanymi protokołami, aby zapewnić, że proces ekstrakcji i trawienia białek oraz przygotowania próbki do analizy LC-MS/MS nie wprowadza żadnych zmian czy zanieczyszczeń, które mogłyby wpływać na wyniki. Ponadto, właściwa kalibracja sprzętu pomiarowego jest kluczowa dla uzyskania wiarygodnych danych, w szczególności w ilościowej analizie proteomicznej w trybie *label-free*.

W niniejszym wystąpieniu przedstawiono realizację wymagań normy ISO/IEC 17025 „Ogólne wymagania dla laboratoriów badawczych i wzorcujących” oraz ISO 15189 „Laboratoria medyczne. Wymagania dotyczące jakości i kompetencji” w procesie walidacji badań proteomicznych. W kontekście tych wymagań przedstawiono postępowanie pozwalające na opracowanie uniwersalnego protokołu prowadzenia badań proteomicznych, który obejmuje kalibrację wysokorozdzielczego spektrometru mas oraz monitorowanie stabilności warunków chromatograficznych. Zaproponowany protokół potwierdzenia ważności wyników badań proteomicznych zastosowano do monitorowania bezpieczeństwa podawanych leków fluorowanych.

Literatura:

- [1] A. Gawor, E. Bulska, *Int. J. Mol. Sci.* 24 (2023) 6129.
- [2] A. Gawor, Z. Gajewski, L. Pączek, B. Czarkowska-Pączek, A. Konopka, G. Wryk, E. Bulska, *Int. J. Mol. Sci.* 23 (2022) 4202.
- [3] E. Bulska, A. Gawor, A. Konopka, G. Wryk, B. Czarkowska-Pączek, Z. Gajewski, L. Pączek, *Med. Sci. Monit.* 28 (2022) e937338.

NOWE PODEJŚCIE DO UTRWALANIA SPECJACJI – STABILIZACJA W MIEJSCU POBRANIA PRÓBKII

Beata Krasnodębska-Ostręga, Joanna Kowalska

*Uniwersytet Warszawski, Wydział Chemii
ul. Pasteura 1, 00-927 Warszawa
e-mail: bekras@chem.uw.edu.pl*

Sam akt pobrania próbki jest czynnikiem, który może wpłynąć na pierwotne równowagi specjacyjne. Dość trudno zapobiec zmianom zachodzącym pomiędzy poszczególnymi chemicznymi formami analitów już podczas pobierania próbek, a także podczas transportu, czy późniejszego przechowywania. Konserwacja sama w sobie jest też potencjalnym czynnikiem zaburzającym specjację charakteryzującą obiekt badań – badany obszar, czy ekosystem [1]. Szczególnie jest to ważne w przypadku analizy Tl, As i Cr. Pierwiastki te w wodach występują w kilku formach chemicznych, różniących się toksycznością i mobilnością. Jony Tl(III), ulegają redukcji do Tl(I) nawet podczas utrwalania poprzez dodatek DTPA [1]. Zmiany specjacji mogą sięgać nawet 10–22% [2]. W przypadku As(III) i Cr(III) utlenienie jest konsekwencją kontaktu z tlenem i światłem, tuż po pobraniu próbki ze zbiornika wodnego [1,3].

Z uwagi na zachodzące przemiany dobrym rozwiązaniem jest nowa strategia utrwalania specjacji. Nie jest to modyfikowanie chemicznie a rozdzielnie, szczególnie niestabilnych form już na miejscu pobrania próbek. Istota procedury opiera się na wykorzystaniu techniki ekstrakcji form specjacyjnych z próbek wód do fazy stałej na kolumnkach typu SPE. Rozwiązania takie są już wykorzystywane w przypadku arsenu [4,5]. Do badania specjacji Tl i Cr nie są jeszcze proponowane, ale można zaproponować teoretycznie pewne rozwiązania [6].

Podczas prezentacji zostaną przedstawione zarówno dane literaturowe, jak i badania własne dotyczące możliwości wykorzystania ekstrakcji do fazy stałej w celu utrwalenia pierwotnej specjacji As, Tl i Cr na miejscu pobrania próbek wód [7,8].

Badania własne były finansowane przez grant Uniwersytetu Warszawskiego IDUB nr. PSP501-D112-20-0004316.

Literatura:

- [1] B. Krasnodębska-Ostręga, M. Sadowska, E. Biaduń, *Phys. Scien. Reviews* 2 (2017) 20178005.
- [2] A. Rasool, T. Xiao, S. Ali, W. Ali, W. Nasim, *Environ. Sci. Pollut. Res.* 27 (2020) 9686–9696.
- [3] K. Drwał, K. Miecznikowski, B. Krasnodębska-Ostręga, *Catalysts* 12 (2022) 616.
- [3] X. Chris Le, S. Yalcin, M. Ma, *Environ. Sci. Technol.* 34 (2000) 2342–2347.
- [4] B. Krasnodębska-Ostręga, A. Drwał, E. Biaduń, J. Kowalska, *J. Anal. At. Spectrom.* 37 (2022) 229–232.
- [6] T. Alii Rehber, *Turk. J. Chem.* 40 (2016) 1–6.
- [7] J. Kowalska, A. Drwał, K. Tutaj, L. Kovshun, B. Krasnodębska-Ostręga, *send to review in Anal. Methods* (2023).
- [8] A. Drwał, L. Kovshun, J. Kowalska, B. Krasnodębska-Ostręga, *Analityka* 3 (2023) *przyjęta do druku.*

KOSAT



KOMUNIKATY

BADANIE ZDOLNOŚCI MIKROALG DO AKUMULACJI WYBRANYCH PIERWIASTKÓW PRZY UŻYCIU TECHNIKI ICP-MS/MS I METOD CHEMOMETRYCZNYCH

Lena Ruzik^a, Sylwia Zdziebłowska^a, Mateusz Czarnecki^a, Patrycja Ciosek-Skibińska^b

^a *Politechnika Warszawska, Wydział Chemiczny, Katedra Chemii Analitycznej
ul. Noakowskiego 3, 00-664 Warszawa*

^b *Politechnika Warszawska, Wydział Chemiczny, Katedra Biotechnologii Medycznej
ul. Noakowskiego 3, 00-664 Warszawa
e-mail: lena.ruzik@pw.edu.pl*

Mikroalgi wyróżniają się mikroskopijnymi rozmiarami i występują zarówno w środowisku słodkowodnym jak i morskim. Zawierają one dużo witamin (A, C, B1, B2, B6, B12) a także niezbędne dla organizmu człowieka pierwiastki takie jak: jod, potas, żelazo, magnez czy wapń. W ostatnim czasie wzrosła ich popularność jako suplementów diety lub źródła pożywienia bogatego w makro i mikroelementy. Mikroalgi charakteryzują się wysoką wartością energetyczną, a dodatkowo są idealnym źródłem tłuszczów, białek i węglowodanów. W obliczu coraz szerszego wykorzystania mikroalg w różnych gałęziach przemysłu, w tym w kosmetyce, farmacji i przemyśle spożywczym, coraz większego znaczenia nabierają informacje na temat ich zdolności do akumulacji różnych pierwiastków.

Celem badań było oznaczenie całkowitej zawartości metali w mikroalgach metodą tandemowej spektrometrii mas z jonizacją w plazmie wzbudzonej indukcyjnie (ICP-MS/MS), frakcjonowanie występujących połączeń metali przy użyciu chromatografii cieczowej w połączeniu z detektorem ICP-MS/MS oraz analiza chemometryczna zawartości poszczególnych metali w funkcji rodzaju mikroalg i warunków uprawy. Ponieważ korzystny wpływ metali na zdrowie ludzi i zwierząt jest dobrze udokumentowany, a wykorzystanie mikroalg jako źródło ich wzrosło, znajomość zawartości metali ma szczególne znaczenie w kontroli ich jakości. Dodatkowo określono możliwość akumulacji różnych ważnych dla organizmu człowieka pierwiastków, w zależności od gatunku hodowanej mikroalgi, warunków uprawy i pożywki hodowlanej.

Analiza wyników pozwoliła na wyróżnienie trzech głównych grup mikroalg o zbliżonej zawartości metali. Ponadto wyniki ujawniły możliwości wpływania na zwiększoną akumulację wybranych pierwiastków oraz wskazały możliwe korelacje między wchłanianymi pierwiastkami. Szczególny wpływ na zawartość wybranych pierwiastków miały warunki uprawy (rodzaj podłoża) oraz gatunek mikroalg. Pomimo, że nie można wskazać jednego gatunku mikroalgi bogatego w interesujące nas mikro i makroelementy, to możliwe jest sterowanie akumulacji za pomocą składu pożywki.

Badania były realizowane i finansowane z projektu Beyond POB II ze środków Politechniki Warszawskiej w ramach Programu Inicjatywa Doskonałości-Uczelnia Badawcza (IDUB).

WYKORZYSTANIE TECHNIK SPRZĘŻONYCH W BADANIACH KOMPLEKSOWANIA PETROBAKTYNY I JEJ POCHODNYCH

**Katarzyna Kińska^{a,b}, Isaura Caceres^{b,c}, Kilian Ducos^b, Sophie Nolivos^b, Régis Grimaud^b,
Laurent Ouerdane^b, Joanna Szpunar^b, Ryszard Łobinski^b**

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

^b Institute of Analytical Sciences and Physico-Chemistry for Environment and Materials (IPREM-UMR5254) UPPA / CNRS, Hélioparc 2, av. Pr. Angot, Pau, 64053, Francja

^c Institute of Chemistry and Biology of Membranes and Nano-objects (CBMN), Allée Geoffroy Saint Hilaire, Bordeaux, 33600 Pessac, Francja

e-mail: kkinska@chem.uw.edu.pl

Żelazo odgrywa kluczową rolę w procesach życiowych wielu organizmów, będąc pierwiastkiem niezbędnym m.in. do syntezy DNA i oddychania komórkowego. W środowisku ubogim w jony żelaza, których przykładem są ekosystemy morskie, niektóre bakterie wydzielają siderofory – związki organiczne chelatujące Fe(III). Skompleksowane żelazo jest wchłaniane przez bakterie i wykorzystywane jako źródło składników odżywczych. Gatunek *Marinobacter hydrocarbonoclasticus* radzi sobie z niedoborem żelaza produkując i wydzielając bis-katecholowy siderofor zwany petrobaktyną. Bakterie te, podobnie jak inne gatunki z rodzaju *Marinobacter*, odgrywają ważną rolę w bioremediacji ekosystemów morskich, przyczyniając się do degradacji węglowodorów ropopochodnych.

Badania realizowane w ramach projektu MeSMic (Metals in Environmental Systems Microbiology – Metale w mikrobiologii systemów środowiskowych) dotyczyły otrzymania i scharakteryzowania żelazowych kompleksów petrobaktyny i jej sulfonowanych pochodnych oraz wskazanie różnic w kinetyce ich powstawania. W tym celu wykorzystano metodę ultrasprawną chromatografię wykluczania z pierwiastkową i cząsteczkową detekcją MS, która została dotąd z sukcesem zastosowana do identyfikacji i ilościowych oznaczeń innych związków żelaza [1-2]. Z uwagi na to, że petrobaktyna tworzy kompleksy z żelazem w środowisku lekko zasadowym oraz fakt, że w formie schelatowanej jest podatna na fotolizę, konieczne było dobranie odpowiednich warunków ich przygotowania i analizy. W oparciu o metodę rozcieńczeń izotopowych opracowano procedurę oznaczania badanych związków, wykorzystując fakt, że dodatek wzbogacanego izotopowo wzorca prowadzi do powstawania znakowanych kompleksów odwzorowujących oryginalną specjację.

Podziękowania dla Abdela Khoukh za wykonanie oznaczeń NMR wzorców petrobaktyny i jej pochodnych.

Literatura:

- [1] L. Maknun, K. Kińska, I. González-Álvarez, L. Ouerdane, B. Lauga, A. Siripinyanond, J. Szpunar, R. Lobinski, *Anal. Chem.* 95 (2023) 9182–9190.
- [2] K. Kińska, G. Alchoubassi, L. Maknun, K. Bierla, R. Lobinski, J. Szpunar, *J. Anal. At. Spectrom.* 37 (2022) 2155–2164.

PIERWIASTKI WE WŁOSACH JAKO BIOMARKERY W DIAGNOSTYCE KLINICZNEJ – FAKTY CZY MITY?

Anetta Hanć

*Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu
Wydział Chemii, Zakład Analizy Śladowej
ul. Uniwersytetu Poznańskiego 8, 61-614 Poznań
e-mail: anettak@amu.edu.pl*

Ludzki włos rośnie w tempie około 10 mm miesięcznie, dlatego poziom pierwiastków i/lub związków chemicznych we włosach może odzwierciedlać ich poziom w organizmie, z którego został uformowany. Podczas gdy stężenie pierwiastków i/lub związków chemicznych we krwi i moczu (szczególnie toksycznych) ulega zmianom, to włosy zapewniają długotrwałą historię indywidualnej ekspozycji. Włosy stały się atrakcyjnym materiałem biologicznym ze względu na prostotę pobierania próbek w sposób nieinwazyjny (łatwość pobierania, brak urazów i bólu), łatwe przechowywanie (chłodzenie i konserwanty nie są potrzebne), transport, prostsza matryca niż krew i mocz, których analiza w badaniach klinicznych jest powszechnie stosowana [1]. Pomimo wyżej wymienionych zalet, analiza biochemiczna włosów nie jest w pełni akceptowana. Niepewność co do mechanizmów wbudowywania pierwiastków śladowych we włosy oraz brak standardowych metod analizy (głównie w zakresie przygotowania próbek włosów) są nadal przyczynami "dyskredytacji" wyników analizy włosów [2]. Niemniej jednak przeprowadza się coraz więcej badań klinicznych obejmujących analizę włosów, gdzie skład pierwiastkowy włosów jest sposobem oceny nie tylko aktualnej ekspozycji, ale także ma potencjał oceny i rekonstrukcji przeszłych epizodów istotnych dla zdrowia. Pierwiastki zarówno śladowe jak i mikroelementy, są niezbędne do właściwego rozwoju i podtrzymywania funkcji życiowych. Jednak jeśli zawiodą mechanizmy sprawnego ich wykorzystywania i wydalania, nadmiar bywa dla organizmu toksyczny [3]. Włosy wydają się być idealnym materiałem do badania zawartości pierwiastków, ponieważ ich zawartość we włosach jest niezależna od homeostazy. W czasie wykładu zaprezentowane zostaną pozytywne i negatywne aspekty analizy pierwiastkowej włosów w diagnostyce klinicznej.

Literatura:

- [1] D. Pozebon, G.L. Scheffler, V.L. Dressler, *Anal. Chim. Acta* 992 (2017) 1–23.
- [2] A. Sukumar, *Rev. Environ. Contam. Toxicol.* 175 (2002) 47–78.
- [3] T. Urbanowicz, A. Hanć, A. Olasińska-Wiśniewska, M. Rodzki, A. Witkowska, M. Michalak, A. Haneya, M. Jemielity, *J. Trace. Elem. Med. Biol.* 74 (2022) 127064.

DOKŁADNE POMIARY STOSUNKÓW IZOTOPOWYCH BEZ ODNIESIENIA DO WZORCÓW IZOTOPOWYCH. PRAWDA CZY FAŁSZ?

Jakub Karasiński^a, Ludwik Halicz^{a,b}, Klaudia Tettejer^a, Andrii Tupys^a, Ewa Bulska^a

^a *Wydział Chemii, Centrum Nauk Biologiczno-Chemicznych Uniwersytetu Warszawskiego
ul. Żwirki i Wigury 101, 02-093 Warszawa*

^b *Służba Geologiczna Izraela, 9692100 Jerozolima, Izrael
e-mail: jkarasinski@cnbc.uw.edu.pl*

Znajomość składu izotopowego jest ważna dla zrozumienia wielu procesów fizycznych i chemicznych zachodzących w przyrodzie. Subtelne zmiany izotopowe, które zachodzą w przyrodzie, są wynikiem zjawiska naturalnego frakcjonowania izotopowego, które polega na podziale różnych izotopów danego pierwiastka pomiędzy dwie współistniejące fazy. Konsekwencją jest zróżnicowanie składu izotopowego w tych fazach. W celu obserwacji tego zjawiska konieczne jest uchwycenie zmian stosunku izotopowego na poziomie jednej dziesięciotysięcznej, co jest nieosiągalne w przypadku rutynowych pomiarów technikami spektrometrii mas.

Głównym problemem pomiaru składu izotopowego metodą wielokolektorowej spektrometrii mas (MC-ICP-MS) jest konieczność korekcji efektu dyskryminacji masy i efektów matrycowych. Oba te problemy można rozwiązać stosując odpowiednią strategię kalibracyjną.

Powszechnie stosowane metody kalibracji, które jednocześnie korygują efekt dyskryminacji masy i zmniejszają wpływ składników matrycy (Model Zoptymalizowanej Regresji i Metoda Wzorca Wewnętrznego) wymagają wzorca o znanym składzie izotopowym. Tego typu standardy są drogie i mają ograniczoną dostępność. Ponadto często konieczne jest uzyskanie roztworu o określonym numerze serii, ponieważ tylko ten roztwór ma charakterystyczny skład izotopowy.

Zaproponowaliśmy wykorzystanie dostępnych na rynku wzorców pierwiastków monoizotopowych, jako kalibratorów w dokładnych pomiarach frakcjonowania izotopowego techniką MC-ICP-MS. Nasze wstępne eksperymenty koncentrowały się na dobrze zdefiniowanych układach izotopowych, dla których dostępne są standardy o znanych bezwzględnych stosunkach izotopowych (Sr/Zr, Gd). Odpowiednio przygotowaną mieszaninę itru i niobu wykorzystaliśmy jako kalibrator w metodzie Zoptymalizowanej Regresji (ORM) i metodzie Wzorca Wewnętrznego. Analogiczny eksperyment przeprowadziliśmy dla układu izotopowego Gd + Tb/Ho. Przeprowadziliśmy również pomiary względnego frakcjonowania izotopowego metodami łączącymi techniki wzorca wewnętrznego i kalibrowania naprzemiennego, a także poprzez połączenie ORM z kalibrowaniem naprzemiennym. W ramach wystąpienia prezentujemy wyniki naszych badań wstępnych, prac matematycznych z zastosowaniem uczenia maszynowego i omawiamy możliwość zastosowania mieszanin pierwiastków monoizotopowych jako kalibratorów. Podsumowując dyskutujemy aktualne możliwości wykonania pomiarów izotopowych bez odniesienia do wzorców izotopowych.

Badania zrealizowane w ramach projektu Narodowego Centrum Nauki OPUS21, numer umowy UMO-2021/41/B/ST4/04231.

PREPARATYKA PRÓBEK STOPU ŻELAZOKRZEMU MAGNEZOWEGO (FSM) Z WYKORZYSTANIEM TECHNIKI PRÓBEK CIENKOWARSTWOWYCH I ICH POMIAR TECHNIKĄ XRF

**Justyna Kostrzewa^a, Jacek Anyszkiewicz^a, Tadeusz Gorewoda^a, Ewelina Musielak^a,
Adrian Pietrzik^a, Agata Jakóbk-Kolon^b, Kjell Blandhol^c, Alf Y. Guldhav^c**

^a Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Metali Nieżelaznych, Centrum Chemii Analitycznej
ul. Sowińskiego 5, 44 – 100 Gliwice, Polska

^b Politechnika Śląska, Wydział Chemii, ul. B. Krzywoustego 6, 44-100 Gliwice

^c Elkem ASA Technology Drammensveien 169, 0277 Oslo Norway
e-mail: justyna.kostrzewa@imn.lukasiewicz.gov.pl

Obecnie w Centrum Chemii Analitycznej Łukasiewicz – IMN realizowany jest projekt SILREF: Development of reference materials for silicon industry - improvement of quality assurance. W ramach niniejszego projektu opracowywane są nowe certyfikowane materiały odniesienia dla krzemu metalicznego, mikrokrzemionki oraz stopu żelazokrzemu magnezowego (FSM). W prezentacji zostaną przedstawione badania dotyczące FSM.

Stop żelazokrzemu magnezowego (FSM) jest rodzajem żelazostopu otrzymywanego z połączenia żelaza, krzemionki i magnezu. Głównym zastosowaniem tego stopu jest przetwarzanie grafitów sferycznych w produkcji żeliwa i zwiększanie przez to jego wytrzymałości. Stop ten odgrywa kluczową rolę w dostarczaniu magnezu do wytopu żeliwa. Może być stosowany jako dodatek stopowy odtleniający i odsiarczający do stali, a także jako powłoka do spawania elektrycznego. Skład chemiczny stopu FSM musi być właściwie określony, ponieważ ma to wpływ na jego właściwości.

W pracy przedstawiono możliwość wykorzystania preparatyki próbek stopu FSM techniką cienkiej warstwy do oznaczenia Fe, Mg, Ca i Mn metodą XRF. Próbkę roztwarzane są w mieszaninie kwasów a następnie nanoszone na filtr. Kalibrację spektrometru przeprowadzono w oparciu o wzorce syntetyczne. Uzyskane wyniki dla w/w pierwiastków są zbieżne z wynikami uzyskanymi za pomocą innych technik analitycznych.

Projekt SILREF finansowany jest w ramach Funduszy Norweskich, których operatorem jest Narodowe Centrum Badań i Rozwoju. Projekt korzysta z dotacji wysokości 444,930.14 € z Norwegii oraz 78517,08 € z budżetu państwa. Celem projektu jest opracowanie nowych certyfikowanych materiałów odniesienia dla przemysłu krzemowego.

Przedstawione w referacie zagadnienia wpisują się zakres prac realizowanych w ramach doktoratu wdrożeniowego: Badania nad opracowaniem nowych certyfikowanych materiałów odniesienia dla wybranych produktów przemysłu krzemowego.

KLASYFIKACJA WYBRANYCH ELEMENTÓW MATERIAŁÓW OPAKOWANIOWYCH W ASPEKCIE MOŻLIWEGO UWIERZYTELNIANIA PRODUKTÓW

**Aleksandra Pawlaczyk, Piotr Wysocki, Małgorzata Iwona
Szynkowska-Jóźwik**

*Politechnika Łódzka, Wydział Chemiczny, Instytut Chemii Ogólnej i Ekologicznej
ul. Żeromskiego 114, 90-543 Łódź
e-mail: aleksandra.pawlaczyk@p.lodz.pl*

Podrabianie to wszechobecny problem m.in. w branży kosmetycznej, a w szczególności w przypadku bardzo drogich perfum. W przeciwieństwie do oryginalnych produktów, podrabiane kosmetyki i zapachy rzadko są poddawane odpowiednim testom i zwykle nie spełniają wymogów zawartych w przepisach dotyczących ich bezpieczeństwa. Często zawierają substancje nieuregulowane prawnie, narażając konsumentów na potencjalnie konsekwencje zdrowotne i ekonomiczne. Zwykle przedmiotem badań jest sam produkt kosmetyczny (zawartość opakowania), jednakże analiza opakowania stanowiącego integralną część tego produktu może okazać się alternatywnym podejściem w ocenie jego oryginalności. Powszechnie stosowane procedury rozkładu próbek obejmują najczęściej kosztowne, czasochłonne i skomplikowane etapy oraz wymagają niejednokrotnie użycia niebezpiecznych lub toksycznych substancji chemicznych. Obecnie coraz częściej odchodzi się od technik, których wykorzystanie powoduje bezpowrotne ich niszczenie, co pozwala na wykorzystanie materiału w przyszłości do tego samego lub innego badania [1,2].

Zasadniczym celem badań było podjęcie próby opracowania szybkiej, czulej metody weryfikacji oryginalności produktów kosmetycznych na podstawie przeprowadzonej analizy pierwiastkowej papierowych opakowań. Obiekt badań stanowiły opakowania po kosmetykach znanych marek pochodzące od produktów dostępnych na polskim rynku. Dla poszczególnych opakowań w obrębie danych marek określono ich kraj pochodzenia, kategorię produktu, numer partii oraz wybrano elementy wspólne, które mogły charakteryzować opakowania konkretnej firmy (materiał kryjący wraz z podłożem papierowym). W badaniach zastosowano technikę mikropróbkowania laserowego (LUV, New Wave, 266 nm) w połączeniu ze spektrometrią mas z jonizacją w plazmie sprzężonej indukcyjnie (X-Series, Thermo Electron Corporation). Wykorzystana w badaniach technika nie wymagała specjalnego przygotowania próbek, a ilość zużywanego w pomiarach materiału była relatywnie niewielka (nano lub mikrogramy na impuls). W celu optymalizacji parametrów pracy przystawki do mikropróbkowania laserowego według planu czynnikowego dla wybranego materiału opakowaniowego wykonano badania z użyciem skaningowego mikroskopu elektronowego SEM (firmy Hitachi S-4700) z przystawką do mikroanalizy rentgenowskiej, EDS (firmy ThermoNORAN). Otrzymane wyniki badań pokazują duży potencjał analizy opakowań w procesie oceny autentyczności względem konkretnej serii produkcyjnej, marki czy kraju pochodzenia kosmetyku na podstawie analizy elementów nadrukowanych na podłożach papierowych.

Literatura:

- [1] T. Trejos, R. Corzo, K. Subedi, J. Almirall, *Spectrochim. Acta Part B: Atomic Spectroscopy* 92 (2014) 9–22.
- [2] R. Corzo, K. Subedi, T. Trejos, J.R. Almirall, *J. Forensic Sci.* 61 (2016) 725–734.

WIELOPIERWIASTKOWA ANALIZA EKSTRAKTÓW Z POPIOŁÓW TECHNIKĄ ICP MS

Anna Telk, Marcin Wieczorek

*Uniwersytet Jagielloński, Wydział Chemii
ul. Gronostajowa 2, 30-387 Kraków
e-mail: anna.telk@uj.edu.pl*

Popioły otrzymywane są w procesie spalania odpadów a następnie podlegają magazynowaniu i/lub wykorzystaniu np. w budownictwie do produkcji cementów, kruszyw lekkich, w górnictwie do zasypywania starych zrobów górniczych, czy w drogownictwie do utwardzania gruntów. Z tego względu popioły stanowią interesujący przedmiot zainteresowania zarówno z uwagi na możliwość odzyskiwania z nich drogocennych/trudnodostępnych pierwiastków lub przewidywanie ich uciążliwości dla środowiska poprzez ocenę stopnia elucji pierwiastków toksycznych, zachodzącą pod wpływem czynników środowiskowych [1].

Technika atomowej spektrometrii mas z jonizacją w plazmie sprzężonej indukcyjnie (ICP MS) spełniła oczekiwania wielu badaczy oferując niskie granice wykrywalności przy stworzeniu możliwości analizy wielopierwiastkowej. W przypadku analizy ekstraktów pozyskanych z popiołów, dla których interesujące jest pozyskanie informacji o stężeniach jak największej ilości eluowanych pierwiastków, wybór techniki ICP MS wydaje się być oczywisty. Jednak opracowanie metodyki pomiarowej dla 35 pierwiastków (Al, As, Au, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, Dy, Er, Eu, Fe, Gd, Ge, Hg, Ho, La, Li, Lu, Mg, Nd, P, Pb, Pr, Sb, Sc, Sm, Sn, Tb, Ti, Tm, V, Y, Yb, Zn) wytypowanych jako interesujące do obserwacji, okazało się sporym wyzwaniem analitycznym. W badaniach trudność stanowiła nie tylko szeroka rozpiętość stężeń analitów w badanych ekstraktach ale również wpływ ekstrahentów: 1% HNO₃, 0,1 M CH₃COOH, buforu amonowego, buforu fosforanowego, buforu cytrynianowego i pożywki bakteryjnej na dokładność wyników. W badaniach oceniono również przydatność metody półilościowej, jako alternatywy do metody ilościowego oznaczania pierwiastków.

Literatura:

[1] M. Kasina, B. Kajdas, M. Michalik, *Sci. Total Environ.* 791 (2021) 148313.

SORPCJA JONÓW MIEDZI(II) NA TLENKU GRAFENU MODYFIKOWANYM 6-AMINO-2-MERKAPTOBENZOTIAZOLEM

Barbara Feist^a, Maciej Serda^b, Magdalena Szubka^c, Mateusz Dulski^c

Uniwersytet Śląski, Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych

^a *Instytut Chemii, ul. Szkolna 9, 40-006 Katowice*

^b *Instytut Chemii, ul. 75. Pułku Piechoty 1A, 41-500 Chorzów*

^c *Instytut Inżynierii Materiałowej, ul. 75. Pułku Piechoty 1A, 41-500 Chorzów*

e-mail: barbara.feist@us.edu.pl

Badania dotyczą syntezy oraz zastosowania tlenku grafenu modyfikowanego chemicznie 6-amino-2-merkaptobenzotiazolem (GO-AMBT) jako stałego sorbentu w dyspersyjnej ekstrakcji do mikro-fazy stałej (D μ -SPE) do zateżenia wybranych jonów metali ciężkich. Procedura oparta na D μ -SPE pozwala uzyskać bardzo dobrą powierzchnię kontaktu z analizowanym roztworem, stąd sorpcja jonów metali jest bardzo szybka. Strukturę otrzymanego sorbentu przebadano w oparciu o techniki skaningowej mikroskopii elektronowej (SEM), spektroskopii fotoelektronów w zakresie promieni rentgenowskich (XPS), spektroskopii w podczerwieni z transformacją Fouriera (FTIR) oraz spektroskopii Ramana. Badania wykazały, że GO-AMBT ma selektywne właściwości adsorpcyjne wobec jonów Cu(II) przy pH=5. Wyznaczono pojemność sorpcyjną Cu(II) z zastosowaniem modeli izoterm Langmuira oraz Freundlicha. Lepsze dopasowanie uzyskano dla modelu izoterm Langmuira, co świadczy o tym, że sorpcja jonów metali na GO-AMBT ma charakter chemiczny. Jony Cu(II) można ilościowo adsorbować z maksymalną pojemnością sorpcyjną wynoszącą ok. 700 mg g⁻¹. Jony miedzi oznaczono techniką optycznej spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem w plazmie sprzężonej indukcyjnie (ICP-OES). Zbadano wpływ parametrów analitycznych, w tym pH, typu eluentu, czasu sorpcji, objętości próbki i jonów matrycowych w celu optymalizacji przedstawionej procedury. Dokładność metody została potwierdzona analizą certyfikowanych materiałów odniesienia: M-3 HerTis, M-4 CormTis oraz SRM 1640a (woda naturalna). Proponowaną metodę można z powodzeniem zastosować do analizy wody i próbek biologicznych z współczynnikiem zateżenia wynoszącym 25, granicach wykrywalności 2,5 ng mL⁻¹ i względnym odchyleniu standardowym niższym niż 5%.

ANALIZA SKŁADU CHEMICZNEGO PYŁU SPAWALNICZEGO TECHNIKAMI ICP-OES ORAZ WDXRF

**Anna Gerle^a, Joanna Wyciślik-Sośnierz^b, Jolanta Matusiak^b, Michał Urbańczyk^b,
Robert Kusiorowski^a, Katarzyna Stec^a**

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

^b Sieć Badawcza Łukasiewicz – Górnośląski Instytut Technologiczny
ul. K. Miarki 12-14, 44-100 Gliwice
e-mail: anna.gerle@icimb.lukasiewicz.gov.pl

W procesie spawania blach stalowych do środowiska pracy uwalniany jest pył spawalniczy, stanowiący zagrożenie dla zdrowia spawaczy [1]. Analiza składu chemicznego pyłu powstającego w trakcie spawania pozwala na zidentyfikowanie obecności oraz określenie ilości pierwiastków niebezpiecznych dla zdrowia [2]. Do oznaczania składu chemicznego pyłu spawalniczego wykorzystuje się próbki pobrane w celu określenia emisji zgodnie z [3]. Próbkę stanowi kilkadziesiąt mg pyłu spawalniczego, o ziarnach wielkości od 0,0005 do 20 µm [2], osadzonego na papierowym lub polimerowym filtrze. Pierwiastki obecne w pyłe spawalniczym mają postać tlenków, głównie odpornych termicznie i chemicznie tlenków mieszanych o strukturze spineli [1]. Publikowane w literaturze wyniki analizy chemicznej pyłu spawalniczego wskazują na znaczne różnice w uzyskiwanych wynikach w zależności od zastosowanej metody analitycznej [2].

Celem niniejszej pracy było dobranie techniki analitycznej pozwalającej na szybką identyfikację oraz analizę ilościową pierwiastków obecnych w pyłe spawalniczym pobranym zgodnie z [3]. Analizowano pył pobrany w trakcie spawania łukowego, laserowego i hybrydowego. W próbkach zidentyfikowano obecność oraz oznaczono stężenie następujących pierwiastków: Cr, Fe, Mn, Ni, Si. Jako metodę odniesienia zastosowano optyczną spektrometrię emisyjną ze wzbudzeniem w plazmie indukowanej (ICP-OES). Z powodu odporności chemicznej spineli próbki pyłów spawalniczych w celu przeprowadzenia do roztworu były stapiane z mieszaniną węglanu i czteroboranu sodu, następnie stop roztwarzano w kwasie solnym. Jako szybszą metodę alternatywną zastosowano bezwzorcowy pomiar techniką rentgenowskiej spektrometrii fluorescencyjnej z dyspersją długości fali (WDXRF), bezpośrednio na próbce pyłu osadzonego na filtrze. Omówiono wady i zalety zastosowania obu metod. Porównano wyniki uzyskane techniką ICP-OES oraz WDXRF jak również zidentyfikowano przyczyny dużych różnic w wynikach uzyskanych różnymi metodami.

Literatura:

- [1] J. Wyciślik-Sośnierz, J. Matusiak, *Hutnik-WH* 87 (2020) 168–174.
- [2] N.T. Jenkins, T.W. Eagar, *Welding J.* 06 (2005) 87–93.
- [3] PN-EN ISO 15011-1:2010 *Zdrowie i bezpieczeństwo przy spawaniu i procesach pokrewnych – Metoda laboratoryjna pobierania próbek dymu i gazów – Część 1: Określanie wielkości emisji dymu podczas spawania łukowego i pobieranie dymu do analizy.*

OZNACZANIE ZAWARTOŚCI GLINU W KRZEMIE – WYKORZYSTANIE FLUORESCENCYJNEJ SPEKTROMETRII RENTGENOWSKIEJ W OCENIE WYNIKÓW ALTERNATYWNYCH/INNYCH TECHNIK POMIAROWYCH

**Jacek Anyszkiewicz^a, Justyna Kostrzewa, Ewelina Musielak, Magdalena Knapik,
Sylwia Kozłowicz, Tadeusz Gorewoda, Adrian Pietrzik, Kjell Blandholl^b**

^a Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Metali Nieżelaznych, Centrum Chemii Analitycznej
ul. Sowińskiego 5, 44-100 Gliwice

^b Elkem ASA Technology, Drammensveien 169, 0277 Oslo Norway
e-mail: jacek.anyszkiewicz@imm.lukasiewicz.gov.pl

Centrum Chemii Analitycznej Łukasiewicz-IMN, akredytowany producent certyfikowanych materiałów odniesienia (CRM), prowadzi projekty, których celem jest opracowywanie nowych CRM-ów dla metali nieżelaznych. Celem jednego nich jest wytworzenie wzorców dla materiałów krzemowych: pyłu krzemionkowego, żelazokrzemu magnezowego oraz krzemu. W przypadku tego ostatniego, podczas atestacji międzylaboratoryjnej (tzw. etapu charakteryzowania), napotkano na pewne problemy związane z analizą glinu. Do wyznaczenia wartości odniesienia zaangażowano techniki: optycznej spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-OES), absorpcyjnej spektrometrii atomowej z atomizacją w płomieniu (FAAS) oraz neutronowej analizy aktywacyjnej opartej na promieniowaniu natychmiastowym (PGAA). Otrzymany zestaw danych obejmował wyniki pochodzące z 7 laboratoriów, przy czym wyniki glinu uzyskane przy pomocy techniki PGAA charakteryzowały się zauważalnie wyższym poziomem. Jako przyczynę tych rozbieżności podejrzewano zaniżanie wyników pochodzących z technik roztworowych, czyli ICP-OES oraz FAAS. Związane to mogło być m. in. z wymagającą procedurą preparatyki próbek i trudnością przeprowadzenia całości badanego materiału do roztworu lub ewentualnymi stratami podczas roztwarzania. Za poprawnością wyników pochodzących z metody PGAA przemawiały dwa argumenty: jest to tzw. metoda referencyjna, często wykorzystywana przy opracowywaniu nowych CRM-ów oraz jest to metoda, w której próbka analizowana jest bezpośrednio, bez konieczności przeprowadzania jej do roztworu.

W celu interpretacji uzyskanych wyników i podjęcia decyzji odnośnie akceptacji wyników pochodzących z poszczególnych metod, zawartość glinu w krzemie zbadano przy pomocy fluorescencyjnej spektrometrii rentgenowskiej (XRF). Metoda XRF, podobnie jak metoda PGAA, ma charakter nieniszczący i pozwala na bezpośredni pomiar z próbki. Wymaga jednak serii odpowiednich materiałów do kalibracji. Dodatkowo, do zapewnienia spójności pomiarowej, wymagany jest wzorzec klasy CRM. W przypadku braku odpowiednich wzorców, pomocne może być wykorzystanie metody dodatku wzorca. W niniejszej pracy zaproponowano oznaczenie glinu w krzemie metodą dodatku wzorca przy pomocy spektrometrii XRF. Uzyskane wyniki pozwoliły na ocenę wyników uzyskanych metodami ICP-OES, FAAS oraz PGAA.

Projekt SILREF finansowany jest w ramach Funduszy Norweskich, których operatorem jest Narodowe Centrum Badań i Rozwoju. Projekt korzysta z dotacji wysokości 444,930.14 € z Norwegii oraz 78517,08 € z budżetu państwa. Celem projektu jest opracowanie nowych certyfikowanych materiałów odniesienia dla przemysłu krzemowego.

OZNACZANIE CHROMU W WODACH PRZY UŻYCIU DYSERSYJNEJ EKSTRAKCJI DO MIKRO-FAZY STAŁEJ ORAZ RENTGENOWSKIEJ SPEKTROMETRII FLUORESCENCYJNEJ Z CAŁKOWITYM ODBICIEM PROMIENIOWANIA

Marcin Musielak^a, Maciej Serda^a, Anna Gągor^b, Rafał Sitko^a

^a *Uniwersytet Śląski w Katowicach, Instytut Chemii
ul. Szkolna 9, 40-006 Katowice*

^b *Instytut Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych, Polska Akademia Nauk
ul. Okólna 2, 55-422 Wrocław
e-mail: marcin.musielak@us.edu.pl*

Chrom jest pierwiastkiem powszechnie obecnym w środowisku wodnym, w którym najczęściej występuje w formie jonowej na +3 stopniu utlenienia oraz rzadziej na +6. Choć obecność tego drugiego jest zdecydowanie mniejsza, to wykazuje on silnie toksyczne właściwości nawet przy bardzo niskich stężeniach. Akumulując się w organizmie wykazuje kancerogenność oraz doprowadza do niewydolności wielu narządów wewnętrznych. W związku z tym, pierwiastek ten przykuwa szczególną uwagę naukowców, poszukujących nowych możliwości separacji jonów Cr(VI) oraz ich oznaczania w wodach.

W niniejszym wystąpieniu zostaną przedstawione wyniki badań, w których opracowano nowe zmodyfikowane nanomateriały węglowe oparte na tlenku grafenu. W badaniach tych podjęto próbę modyfikacji utlenionej powierzchni grafenu odpowiednimi ligandami, które zawierają w swojej strukturze aminowe grupy funkcyjne zwiększające selektywne właściwości adsorpcyjne w stosunku do jonów Cr(VI).

Otrzymane adsorbenty węglowe pozwoliły zastosować tlenek grafenu w analitycznej procedurze oznaczania form specjacyjnych chromu w wodach z zastosowaniem dyspersyjnej ekstrakcji do mikro-fazy stałej (DMSPE) w połączeniu z rentgenowską spektrometrią fluorescencyjną z całkowitym odbiciem promieniowania (TXRF). Wykorzystanie selektywnych adsorbentów w metodzie zateżania DMSPE pozwala efektywnie odseparować analit nawet od bardzo skomplikowanej matrycy, otrzymując tym samym bardzo wysokie współczynniki zateżania, a zastosowanie techniki TXRF pozwala obniżyć granice wykrywalności do poziomu pg mL^{-1} .

Badania finansowane w ramach grantu NCN 2018/31/B/ST4/00041 oraz NCN 2022/45/N/ST4/00704.

PIANKI GRAFENOWE JAKO ADSORBENTY W ZATĘŻANIU I OZNACZANIU ŚLADOWYCH ILOŚCI URANU TECHNIKAMI RENTGENOWSKIEJ SPEKTROMETRII FLUORESCENCYJNEJ

Karina Kocot, Marcin Musielak, Katarzyna Pytlakowska, Rafał Sitko

*Uniwersytet Śląski w Katowicach, Instytut Chemii
ul. Szkolna 9, 40-006 Katowice
e-mail: karina.kocot@us.edu.pl*

Zachowanie równowagi pomiędzy potrzebami współczesnego społeczeństwa a ochroną środowiska to jedno z najważniejszych wyzwań współczesnego świata. Jednym z głównych problemów jest zaspokojenie światowego zapotrzebowania na energię w najbardziej efektywny, a jednocześnie przyjazny dla środowiska sposób [1]. Podejmowane działania na rzecz ograniczenia emisji CO₂ i powstrzymania zmian klimatu opierają się głównie na wykorzystaniu czystych źródeł energii, takich jak odnawialne źródła energii czy energia jądrowa. Globalny kryzys energetyczny spowodowany inwazją Rosji na Ukrainę wywołał globalny kryzys energetyczny, rozpraszając antynuklearne nastroje społeczne wywołane katastrofą w Fukushima. Ograniczone zasoby uranu wyjaśniają wysiłki podejmowane w celu jego efektywnego pozyskiwania z wody morskiej, uważanej za jego największy zasób z około 4 miliardami ton tego pierwiastka o średnim stężeniu 3,3 μg L⁻¹ [2]. Głównym źródłem uranu w środowisku jest cykl paliwowy reaktorów jądrowych, który obejmuje jego wydobywanie, przerób i wzbogacanie. W ten sposób uran może być łatwo przenoszony do ekosystemów limnicznych, wody morskiej, roślin, nawozów i żywności, a przez to stwarza zagrożenie dla zdrowia ze względu na toksyczność chemiczną i radiologiczną [3].

Celem prowadzonych badań było zastosowanie pianki tlenku grafenu (GOF) jako adsorbentu do zateżenia jonów UO₂²⁺ w dyspersyjnej ekstrakcji do mikro-fazy stałej (DMSPE) przed ich oznaczeniem technikami rentgenowskiej spektrometrii fluorescencyjnej z dyspersją energii (EDXRF), oraz całkowitym odbiciem promieniowania (TXRF). Zweryfikowano parametry wpływające na adsorpcję UO₂²⁺ na powierzchni GOF, takie jak pH roztworu, masa adsorbentu, czas adsorpcji, wpływ siły jonowej oraz wpływ jonów potencjalnie przeszkadzających. Wyznaczona została maksymalna pojemność adsorpcyjna oraz podstawowe parametry walidacyjne opracowanych procedur DMSPE/EDXRF oraz DMSPE/TXRF.

Literatura:

- [1] Executive summary – World Energy Outlook 2022 – Analysis - IEA, <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022/executive-summary>.
- [2] K. Dungan, G. Butler, F.R. Livens, L.M. Warren, *Prog. Nucl. Energy* 99 (2017) 81–85.
- [3] R.R. Goulet, C. Fortin, D.J. Spry, *Fish Physiol.* 31 (2011) 391–428.



**KOMUNIKATY
MŁODYCH
SPEKTROSKOPISTÓW**

Konwersatorium Spektrometrii Atomowej, Białystok 11-13.09.2023

WYKORZYSTANIE ZAAWANSOWANYCH TECHNIK SPEKTROMETRII MAS W CELU WERYFIKACJI JAKOŚCI I AUTENTYCZNOŚCI PRODUKTÓW ŻYWNOŚCIOWYCH

Katarzyna Nalazek-Rudnicka, Andrzej Wasik

*Politechnika Gdańska, Wydział Chemiczny, Katedra Chemii Analitycznej
ul. G. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk
e-mail:katnalaz@gmail.com*

Kwestie jakości i autentyczności żywności wzbudzają duże zainteresowanie zarówno wśród konsumentów, jak i producentów. Konsumenci przestają kierować się wyłącznie ceną produktu, a ich uwaga skierowana jest na jego jakość i skład. Aby sprostać tym wymaganiom, analitycy ze zdwojoną siłą pracują nad nowymi metodami badawczymi, których zastosowanie w praktyce analitycznej umożliwi weryfikację jakości i autentyczności produktów spożywczych. Zadanie to stanowi poważne wyzwanie, ponieważ próbki żywności są zazwyczaj mieszankami o bardzo skomplikowanym składzie, a niepożądane dodatki występują często w znikomych ilościach.

Głównym celem pracy było opracowanie metod, które umożliwią weryfikację jakości i autentyczności żywności z wykorzystaniem zaawansowanych technik spektrometrii mas.

Opracowano dwie metody analityczne oparte na wykorzystaniu chromatografii cieczowej połączonej z tandemową spektrometrią mas (HPLC-MS/MS), służące ocenie jakości i autentyczności produktów żywnościowych. Pierwsza z metod umożliwia jednoczesne oznaczenie 17 amin biogennych w napojach alkoholowych (piwo, wino). Zastosowano ją do kontroli jakości piw różnego pochodzenia i określenia potencjalnego zagrożenia związanego z ich konsumpcją, wynikającego z zawartości amin biogennych. Druga z opracowanych metod pozwala na jakościową oraz ilościową ocenę składu produktów mięsnych, na podstawie obecności lub zawartości specyficznych markerów peptydowych. Metoda ta umożliwia weryfikację autentyczności produktów mięsnych zarówno surowych jak i tych poddanych obróbce cieplnej. W metodzie tej wykorzystany został algorytm uwzględniający zawartość markerów peptydowych charakterystycznych dla poszczególnych gatunków zwierząt będących źródłem mięsa. Dodatkowo, przeprowadzono badania w kierunku dystrybucji białek będących źródłem markerów peptydowych w poszczególnych częściach mięsa wieprzowego, wołowego oraz drobiowego.

Wystąpienie realizowane w ramach nagrody w konkursie Komitetu Chemii Analitycznej Polskiej Akademii Nauk na najlepszą pracę doktorską z zakresu chemii analitycznej w kategorii najlepsza praca doktorska w dziedzinie spektrometrii mas.

Nagroda sponsorowana przez firmę Anchem Sp. z o.o.

Konwersatorium Spektrometrii Atomowej, Białystok 11-13.09.2023

IDENTIFICATION OF THE ALKALOIDS N-OXIDE, USING LIQUID CHROMATOGRAPHY-QUADRUPOLE TIME-OF-FLIGHT MASS SPECTROMETRY AND VOLTAMMETRY

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

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

^b *Ivan Franko National University of Lviv, Faculty of Chemistry
Kyryla i Mefodiya 6, 79-005 Lviv, Ukraine
e-mail: o.dushna@chem.uw.edu.pl*

Alkaloids represent a large and diverse group of substances of both plant and synthetic origin. The most well-known alkaloids include nicotine, caffeine, morphine, quinine, atropine, and codeine. Alkaloids have a wide range of applications in medicine. Many of them possess anti-inflammatory, antiviral, antibacterial, and antitumor properties, making them valuable for the treatment of various diseases. For example, morphine and codeine are used as analgesics and antitussives, while compounds like vincristine and camptothecin are important anticancer agents used in the treatment of cancer. It is known that in the human body alkaloids are mostly metabolized to N-oxides by hepatic enzymes and are eliminated through biological fluids. N-oxides of alkaloids can exhibit completely different properties, so their identification is of crucial importance for studying the pharmacokinetics and pharmacodynamics of alkaloids in the human body.

N-oxides of alkaloids can be easily and quickly obtained in the laboratory, using an oxidation reaction. Potassium peroxydisulfate can be used as the oxidizing agent. We previously reported the application of the oxidation reaction and the optimal conditions for obtaining certain N-oxides of alkaloids, namely nefopam [1], atropine [2], platyphylline [3], and nicotine [4]. The Britton-Robinson buffer was used to maintain a stable pH value of the oxidation reaction medium and chloroform was employed for the extraction and obtaining of N-oxides of alkaloids in solid form.

Identification of the obtained reaction products of alkaloid oxidation and establishing their structure was carried out through liquid chromatography (Agilent 1290)-quadrupole time-of-flight mass spectrometry (Agilent 6450 QToF). Acetonitrile/water (50 %/50 %) was used as the mobile phase. Methanol was employed to dissolve the alkaloids and their metabolites. Mass spectra of the investigated alkaloids and their metabolites were registered in positive ionisation mode. The exact mass of the oxidation reaction products of the alkaloids was determined. Based on the obtained results, it can be concluded that the corresponding N-oxide of the alkaloid is formed during the oxidation reaction. The high-resolution fragmentation mass spectra were obtained for a more detailed elucidation of the molecular structure.

On the other hand, voltammetric investigations were carried out for the identification of the obtained N-oxides of alkaloids, as the redox processes occurring in the human body and under voltammetric conditions are similar. The electrochemical behaviour was studied, and the reduction mechanism of the obtained N-oxides of alkaloids was established.

Literatura:

- [1] L. Dubenska, O. Dushna, S. Pysarevska, M. Blazheyevskiy, *Electroanalysis* 32 (2020) 626–634.
- [2] L. Dubenska, O. Dushna, M. Blazheyevskiy, S. Pysarevska, I. Klymiuk, *Chem. Pap.* 75 (2021) 4147–4155.
- [3] L. Dubenska, O. Dushna, M. Plyska, M. Blazheyevskiy, *Methods Objects Chem. Anal.* 15 (2020) 83–92.
- [4] O. Dushna, L. Dubenska, S. Plotyca, M. Rydchuk, M. Blazheyevskiy, *J. Electrochem. Soc.* 169 (2022) 016513.

WYKORZYSTANIE RÓŻNYCH TECHNIK ANALITYCZNYCH DO OPRACOWANIA NOWEGO CERTYFIKOWANEGO MATERIAŁU ODNIESIENIA STOPU CYNKU

**Sonia Kasierot, Jacek Anyszkiewicz, Justyna Kostrzewa, Magdalena Knapik,
Sylwia Kozłowicz, Ewelina Musielak, Izabela Maj, Tadeusz Gorewoda**

*Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Metali Nieżelaznych, Centrum Chemii Analitycznej
ul. Sowińskiego 5, 44-121 Gliwice
e-mail: sonia.kasierot@imn.lukasiewicz.gov.pl*

Certyfikowane materiały odniesienia (CRM) stanowią jeden z elementów systemu kontroli jakości wyników pomiarów analitycznych. Ich główną rolą jest zapewnienie spójności pomiarowej otrzymywanych wyników badań. Stanowią także jedno z narzędzi służących ocenie parametrów walidacyjnych, takich jak dokładność i poprawność. Centrum Chemii Analitycznej Sieci Badawczej Łukasiewicza – IMN już od ponad 60 lat prowadzi prace badawcze, mające na celu opracowywanie oraz wytwarzanie CRM-ów dla nowych gatunków różnych materiałów z przemysłu metali nieżelaznych.

Projekt badawczy realizowany w ramach konkursu LIDER XI polega na opracowaniu nowych matrycowych CRM-ów dla wybranych stopów metali nieżelaznych, m.in. nowoczesnego stopu cynku wykorzystywanego do wykonywania powłok antykorozyjnych. Projekt składa się z kilku etapów: odlewniczo-produkcyjnego, badawczego oraz analitycznego. Część analityczna obejmuje m.in. etap charakteryzowania materiału, w którym wartości mierzonych są wyznaczane z wykorzystaniem różnych metod analitycznych w kilku laboratoriach badawczych. Określenie tych wartości można uzyskać wykorzystując różne techniki analityczne.

W Centrum Chemii Analitycznej materiały poddane zostały analizie z zastosowaniem trzech technik spektrometrycznych: atomowej spektrometrii absorpcyjnej z atomizacją w płomieniu (F-AAS), spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-OES) oraz spektrometrii mas z jonizacją w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-MS). Każda z tych technik posiada swoje charakterystyczne cechy, zalety oraz ograniczenia. Korzystając z ich zaangażowania do realizacji wspólnego celu, w ramach niniejszej prezentacji, postanowiono przybliżyć sam proces produkcji i charakteryzowania materiału kandydackiego na wzorce cynku, a także dokonać porównania wybranych parametrów walidacyjnych wspomnianych metod. Na podstawie uzyskanych wyników analiz oraz oceny wybranych obszarów metod analitycznych można również wybrać metodę o najbardziej korzystnym stosunku tych parametrów do szybkości wykonywania analizy oraz zużycia odczynników chemicznych, co pozwoli na zarekomendowanie jej do rutynowych analiz tego materiału.

Badania sfinansowano w ramach projektu Non-FerrousCRMs przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach konkursu LIDER XI zgodnie z umową nr 0110/L-11/2019.

OZNACZANIE PIERWIASTKÓW ŚLADOWYCH W OŁOWIU RAFINOWANYM

Ewelina Musielak, Jacek Anyszkiewicz, Justyna Kostrzewa, Tadeusz Gorewoda

*Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Metali Nieżelaznych
ul. Sowińskiego 5, 44-200 Gliwice
e-mail: ewelina.musielak@imn.lukasiewicz.gov.pl*

Wysokiej czystości surowce są pożądanym produktem dla przemysłu metali nieżelaznych. Ołów ze względu na swoją odporność chemiczną często bywa stosowany do produkcji specjalnej aparatury oraz jest ważnym materiałem w przemyśle elektrochemicznym [1]. Istotnym aspektem produkcji ołowiu jest kontrola jego składu chemicznego. Otrzymany w procesie rafinacji ołów wysokiej czystości musi spełniać wymagania normatywne pod kątem zawartości zanieczyszczeń m.in. Ag, As, Bi, Cd, Cu, Ni, Sb, Sn czy Zn [2].

W celu kontrolowania jakości materiałów oraz zapewnienia spójności pomiarowej stosowane są certyfikowane materiały odniesienia (Certified Reference Materials – CRM). W ramach projektu LIDER pt. Opracowanie, wytworzenie i atestacja nowych matrycowych certyfikowanych materiałów odniesienia dla wybranych stopów metali nieżelaznych (Non-FerrousCRMs), realizowanego w Centrum Chemii Analitycznej Łukasiewicz - IMN opracowywany jest CRM dla ołowiu rafinowanego.

Materiał o odpowiednio zaplanowanym składzie, sprawdzony pod kątem jednorodności i stabilności, wymaga wyznaczenia wartości odniesienia dla poszczególnych zawartości pierwiastków. W ramach etapu charakteryzowania, czyli atestacji międzylaboratoryjnej, materiał analizowany jest w wielu laboratoriach przy użyciu kilku technik analitycznych. Jedną z tych technik jest technika optycznej spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-OES), którą oznaczano Al, As, Ag, Bi, Cd, Tl, Te oraz Fe. Z uwagi na niskie zawartości tych pierwiastków, należało odpowiednio zoptymalizować procedurę analityczną: sprawdzono różne sposoby preparatyki próbek ołowiu, takie jak roztwarzanie kwasowe w układzie otwartym oraz metody z oddzieleniem matrycy; dobrano optymalne linie analityczne i warunki pomiarowe; wyznaczono parametry walidacyjne, takie jak granica wykrywalności i oznaczalności oraz oszacowano rozszerzoną niepewność opracowanej metody.

Badania sfinansowano w ramach projektu Non-FerrousCRMs przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach konkursu LIDER XI zgodnie z umową nr 0110/L-11/2019.

Literatura:

- [1] K. Schmit-Szałowski, M. Szafran, J. Sentek, E. Bobryk, *Technologia chemiczna. Przemysł nieorganiczny*, PWN Warszawa 2013.
- [2] PN-EN 12659:2002, *Ołów i stopy ołowiu*, Polski Komitet Normalizacyjny.

ZASTOSOWANIE TECHNIKI MIP-OES DO OZNACZANIA SZEROKIEGO SPEKTRUM PIERWIASTKÓW NA PRZYKŁADZIE EKSPERYMENTU ŁUGOWANIA METALI ORAZ FOSFORU Z POPIOŁÓW PO SPALANIU OSADÓW ŚCIEKOWYCH

Oskar Ronda^{a,b}, Bartłomiej Cieślik^a, Marcin Jaszczak^c

^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*

^c *Politechnika Gdańska, Wydział Chemiczny, Naukowe Koło Chemików SPG
ul. G. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk
e-mail: oskar.ronda@pg.edu.pl*

Technika optycznej spektrometrii emisyjnej z atomizacją w plazmie indukowanej mikrofalowo (MIP-OES) znajduje zastosowanie w oznaczaniu szerokiego spektrum pierwiastków chemicznych, włączając w to niemal wszystkie metale, a także wybrane półmetale i niemetale. Metody analityczne wykorzystujące technikę MIP-OES cechują się stosunkowo wysoką czułością (szczególnie w przypadku oznaczania metali) przy zachowaniu niskich kosztów i krótkiego czasu analizy. Technika ta stanowi zatem racjonalną alternatywę wobec posiadających wiele ograniczeń, starszych technik analitycznych, takich jak płomieniowa atomowa spektrometria absorpcyjna (F-AAS) czy atomowa spektrometria absorpcyjna z atomizacją w piecu grafitowym (GF-AAS), jak i również wobec technik nowoczesnych i efektywnych, lecz przy tym wysoce kosztownych (ICP-OES, ICP-MS). W prezentowanych badaniach technika MIP-OES wykorzystana została w celu oznaczania zawartości szeregu pierwiastków chemicznych o zróżnicowanych potencjałach wzbudzenia w ekstraktach otrzymanych w wyniku ługowania pierwiastków z popiołów po spalaniu osadów ściekowych przy użyciu mieszanin na bazie kwasu siarkowego. Badania te mają na celu poszukiwanie wydajnych oraz ekonomicznych procedur umożliwiających odzysk wybranych, cennych pierwiastków ze wspomnianych materiałów odpadowych. W opisanym zastosowaniu wykorzystanie techniki MIP-OES umożliwiło oznaczenie w badanych ekstraktach zarówno pierwiastków śladowych (np. Ag, Cd), jak i wielu metali występujących na zdecydowanie wyższym poziomie stężeń (rzędu kilkuset mg/kg, np. Zn, Cu, Mn). Z wykorzystaniem opisywanej techniki analitycznej oznaczono również fosfor, który stanowi jeden z głównych składników popiołów po spalaniu osadów ściekowych (nawet do kilkunastu % wagowych), co istotnie podwyższa ich potencjał jako surowca.

SCOBY – MAGICZNY „GRZYB”? BADANIE BIOAKUMULACJI WYBRANYCH PIERWIASTKÓW PRZEZ GRZYBY HERBACIANE WYKORZYSTYWANE W PRODUKCJI KOMBUCHY

**Ewelina Kowa^a, Simone Braeuer^b, David Clases^c, Raquel Gonzalez de Vega^c,
Anna Telk^a, Marcin Wieczorek^a**

^a *Uniwersytet Jagielloński, Wydział Chemii
ul. Gronostajowa 2, 30-382 Kraków*

^b *Uniwersytet Wiedeński, Wydział Chemii
Waehringner, A-1090 Wiedeń*

^c *Uniwersytet Karola i Franciszka, Instytut Chemii
Universitaetsplatz 3, 8010 Graz
e-mail: ewelina.kowa@doctoral.uj.edu.pl*

W ostatnich latach obserwuje się znaczny wzrost produkcji i konsumpcji fermentowanej herbaty o nazwie kombucha, której przypisuje się wiele prozdrowotnych właściwości. Uważa się m.in., że napój ten wykazuje działania antyoksydacyjne, bakteriobójcze i przeciwzapalne, a ponadto korzystnie wpływa na wątrobę i układ immunologiczny, zmniejsza ciśnienie i cholesterol, a nawet spowalnia rozwój nowotworów [1]. Wspomniane właściwości sprawiają, że wiele osób, chcąc mieć stały dostęp do tego niemal magicznego napoju, decyduje się na jego samodzielne przygotowywanie w domu.

Do produkcji kombuchy potrzebny jest napar herbaciany, cukier, niewielka ilość startera (niepasteryzowanej kombuchy) oraz symbiotyczna kultura bakterii i drożdży (ang. *symbiotic culture of bacteria and yeast*, scoby) potocznie nazywana grzybem herbacianym [2]. Napój jest gotowy do spożycia po około 5-7 dniach, a każdy cykl produkcyjny skutkuje otrzymaniem nowego grzyba herbacianego, unoszącego się na powierzchni kombuchy.

W literaturze można znaleźć wiele publikacji opisujących właściwości fermentowanej herbaty, jednak tylko kilka prac poświęcono grzybowi herbacianemu. Wykazano m.in., że zawiera on wiele protein, dzięki czemu może być dodawany do pasz [3]. Ponadto, w jednej z prac zbadano również potencjał scoby'ego do akumulacji wybranych metali ciężkich uzyskując obiecujące wyniki [4]. Potencjał ten określono jednak tylko na podstawie analizy składu pierwiastkowego herbaty z pierwszego i ostatniego dnia fermentacji, a wyhodowane grzyby nie zostały poddane badaniom.

W trakcie przeprowadzonego doświadczenia trwającego 22 dni zbadano zdolność grzybów herbacianych do bioakumulacji wybranych pierwiastków niezbędnych i metali ciężkich. Próbkę herbaty pobierano co 2-3 dni, a następnie zamrażano do czasu ich analizy za pomocą techniki ICP-MS, natomiast grzyby herbaciane zebrano ostatniego dnia eksperymentu. Grzyby dodane do kombuchy na początku doświadczenia zostały zliofilizowane i zmineralizowane w całości, zaś część nowo powstałych okazów przeznaczono do ilościowej analizy za pomocą LA-ICP-MS.

Wyniki przeprowadzonych badań potwierdziły, że scoby pochłania pierwiastki, którymi wzbogacono napar, zaś uzyskane mapy sugerują ich homogeniczny rozkład w obrębie grzyba.

Literatura:

- [1] J. Kapp, W. Summer, *Ann. Epidemiol.* 30 (2019) 66–70.
- [2] R. Jayabalan, K. Malini, M. Sathishkumar, K. Swaminathan, S-E. Yun, *Food Sci. Biotechnol.* 19 (2010) 843–847.
- [3] G. S. Murugesan, M. Sathishkumar, K. Swaminathan, *Bioresour. Technol.* 96 (2005) 1743–1748.
- [4] A. Najafpour, A. R. Khorrani, P. A. Azar, M. S. Tehrani, *J. Food Compos.* 86 (2020) 103359.

Konwersatorium Spektrometrii Atomowej, Białystok 11-13.09.2023

NOWA METODA PRZYGOTOWANIA PRÓBEK GEOLOGICZNYCH I BIOLOGICZNYCH DO ANALIZY IZOTOPOWEJ SELENU TECHNIKĄ MC ICP MS

Klaudia Tettejer^a, Jakub Karasiński^a, Andrii Tupys^a, Ludwik Halicz^{a,b}, Ewa Bulska^a

^a *Centrum Nauk Biologiczno-Chemicznych Uniwersytetu Warszawskiego
ul. Żwirki i Wigury 101, 02-089 Warszawa*

^b *Izraelski Instytut Geologiczny, Jerozolima, Izrael
e-mail: k.tettejer@student.uw.edu.pl*

Selen to pierwiastek cieszący się zainteresowaniem naukowców z wielu różnych dyscyplin, w tym chemii, biochemii, medycyny i farmacji [1]. Bardzo duże znaczenie, szczególnie w geologii, ma badanie stosunków izotopowych selenu, które dostarcza informacji o cyklach biogeochemicznych i zmianach środowiskowych w historii Ziemi. Selen posiada sześć naturalnych izotopów o masach 74, 76, 77, 78, 80, 82. Może występować na czterech stopniach utlenienia: Se^{IV} i Se^{VI} obecne w fazie wodnej, Se^0 w fazie stałej lub formie koloidalnej oraz Se^{II} występujący, m.in. w minerałach w warunkach redukcyjnych [2,3].

Stosowaną powszechnie techniką wydzielenia selenu z próbki jest adsorpcja tego pierwiastka na włóknach nasączonych kwasem tioglikolowym i desorpcja kwasem azotowym [4]. Procedura ta jest wieloetapowa, bardzo żmudna, wymaga warunków czystego laboratorium i wyjątkowo precyzyjnego doboru stężeń używanych odczynników. W celu uproszczenia sposobu wydzielenia Se zaproponowano jednoetapowe współstrącanie z wodorotlenkiem żelaza (III). Na podstawie wyników oznaczeń ilościowych (Q ICP MS) stwierdzono, że procedura ta pozwala na efektywne oczyszczenie próbek z takich pierwiastków jak: Mg, Co, Ni, Pb, Cu, Tl, Hg, Sr, Rb, U, Ba oraz Zn, przy jednoczesnym odzysku Se powyżej 99%. W przypadku próbek zawierających Si, dodatkowe odparowywanie z kwasem fluorowodorowym pozwala na niemal całkowitą eliminację krzemu jeszcze przed etapem współstrącania.

Oczyszczanie próbek poprzez jednoetapowe współstrącanie z $\text{Fe}(\text{OH})_3$ a następnie wprowadzenie selenu do układu pomiarowego w formie lotnego wodorku pozwoliło na uzyskanie dokładnych wyników izotopowych dla próbek o zróżnicowanej matrycy, w tym próbek geologicznych o zawartości Se na poziomie 3,5 mg/kg. Minimalna masa próbki potrzebna do analizy i wykonania 3 pomiarów to 150 mg, co odpowiada 525 ng Se. Dodatkowo, oszacowano niepewność pomiaru stosując metodę propagacji błędów i modelowania matematycznego metodą Monte Carlo.

Badania zostały sfinansowane w ramach projektu Narodowego Centrum Nauki Miniatura 6 „Nowe rozwiązania w pomiarach stosunków izotopowych Se techniką wielodetektorowej spektrometrii mas po wytwarzaniu lotnych wodorków”.

Literatura:

- [1] D.B.D. Simmons, D. Wallschlager, *Environ. Toxicol. Chem.* 24 (2005) 1331–1343.
- [2] A. Kyriakopoulos, D. Behne, *Rev. Physiol. Biochem. Pharmacol.* 145 (2002) 1–46.
- [3] Y.-W. Chen, L. Li, A. D’Ulivo, N. Belzile, *Anal. Chim. Acta* 577 (2006) 126–133.
- [4] O. Rouxel, J. Ludden, J. Carignan, L. Marin, Y. Fouquet, *Geochim. Cosmochim. Acta* 66 (2002) 3191–3199.

ZASTOSOWANIE TECHNIK SPRZĘŻONYCH SEC-ICP-MS I LC-MS/MS DO BADANIA SPECJACJI MIEDZI I CYNKU W ROŚLINACH LECZNICZYCH

Sylwia Sajkowska^a, Barbara Leśniewska^b, Marta Hryniewicka^b, Ilona Kiszkiel-Taudul^b

^aUniwersytet w Białymstoku, Szkoła Doktorska Nauk Ścisłych i Przyrodniczych
ul. K. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok

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

Wykorzystywanie technik sprzężonych w badaniu specjacji pierwiastków budzi duże zainteresowanie w ostatnich latach. Połączenie techniki rozdzielania ze spektrometrią mas z jonizacją w plazmie sprzężonej indukcyjnie (ICP-MS) jest jedną z najczęściej stosowanych metod w analizie specjacyjnej pierwiastków. Różne rodzaje chromatografii cieczowej (m.in. chromatografia wykluczania (SEC), jonowymienna (IEC), oddziaływań hydrofilowych (HILIC)) połączone z ICP-MS, dzięki jej niskim wartościom granic wykrywalności oraz wysokiej czułości i precyzji pomiarów, umożliwiają analizę wielopierwiastkową na poziomach stężeń pg/L. Identyfikacja form specjacyjnych pierwiastków w tym przypadku polega na porównaniu czasów retencji połączeń metali z dostępnymi wzorcami. W przypadku niedostępności odpowiednich wzorców często wykorzystywana jest technika komplementarna – chromatografia cieczowa sprzężona z tandemową spektrometrią mas LC-MS/MS, która umożliwia identyfikację organicznych połączeń metali [1].

W niniejszej pracy podjęto próbę zbadania specjacji miedzi i cynku w roślinach leczniczych ze względu na ich istotny wpływ na prawidłowe funkcjonowanie organizmu człowieka, m.in. na regulację pracy enzymów związanych z ochroną przed wolnymi rodnikami. W pierwszym etapie badań próbki roślin poddano działaniu ekstrahentów wykazujących powinowactwo do różnych grup związków, takich jak: bufor Tris o pH 7, rozpuszczalnik supramolekularny (SUPRAS) oraz naturalną ciecz głęboko eutektyczną (NADES). W następnym etapie, w celu scharakteryzowania połączeń metali w ekstraktach roślin zastosowano techniki sprzężone SEC-ICP-MS oraz LC-MS/MS. Zoptymalizowano warunki rozdzielania form specjacyjnych Cu i Zn w ekstraktach roślinnych na kolumnie Bio SEC-3 (100Å), która umożliwia rozdzielanie związków o masach od 100 do 100000 Da. Zastosowaną fazą ruchomą był 0,02 mol/L bufor fosforanowy o pH 7 z prędkością przepływu 0,8 mL/min. Na podstawie czasów retencji eluowanych połączeń Cu i Zn określono zakresy ich mas cząsteczkowych, natomiast dzięki monitorowaniu pierwiastków współwystępujących (siarka i węgiel) metodą ICP-MS uznano, że mogą to być połączenia białkowe. W celu określenia potencjalnych bioligandów, zoptymalizowano metodę LC-MS/MS stosując kolumnę Kinetex XB-C18 oraz 0,1% roztwór kwasu mrówkowego w wodzie i metanol w elucji gradientowej. Obecność związków z grupy polifenoli we frakcjach z kolumny Bio SEC-3 może świadczyć o występowaniu miedzi i cynku w postaci połączeń białkowo-cukrowo-fenolowych w roślinach.

Podziękowania: Badania prowadzono w ramach projektu Inkubator Innowacyjności 4.0, nr MNiSW/2020/321/DIR, sfinansowanego ze środków Ministerstwa Edukacji i Nauki.

Literatura:

[1] M.A.Z. Arruda, J.R. Jesus, C.A. Blindauer, A.J. Stewart, *J. Proteomics* 263 (2022) 104615.

ZASTOSOWANIE SORBENTÓW POLIMEROWYCH DO JEDNOCZESNEGO WYDZIELANIA PLATYNOWCÓW ZE ZUŻYTYCH KATALIZATORÓW SAMOCHODOWYCH PRZED ICH OZNACZANIEM TECHNIKĄ HR-CS FAAS

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

^aUniwersytet w Białymstoku, Szkoła Doktorska Nauk Ścisłych i Przyrodniczych
ul. K. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok

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

Metale z grupy platynowców (Pd, Pt, Rh, Ru) naturalnie występują w przyrodzie na bardzo niskim poziomie stężeń (0,1 – 10 µg/kg). Ze względu na unikalne właściwości katalityczne, wysokie temperatury topnienia i wrzenia oraz dużą odporność na działanie większości kwasów znalazły szerokie zastosowanie w przemyśle motoryzacyjnym i elektronicznym. Największe ilości Rh (91%), Pd (84%) zużywane są do produkcji katalizatorów samochodowych, których rolą jest zmniejszenie emisji CO, węglowodorów, związków siarki i azotu do środowiska. W zależności od producenta katalizatora zawartość Rh w tych urządzeniach waha się od 0,9 do 3,1 g, Pd 0,1 do 3,1 g, zaś Pt 0,1 do 0,5 g [1-2].

Aby zaspokoić rosnące zapotrzebowanie przemysłu na Rh, Pd i Ru prowadzi się ich recykling, głównie ze zużytych katalizatorów samochodowych. Do monitorowania stężeń platynowców w takich odpadach stosowanych jest wiele technik spektralnych (XRF, ASA, ICP MS). Jednak bezpośrednie oznaczanie platynowców wymienionymi technikami jest trudne z powodu licznych interferencji matrycowych. Nieraz konieczne jest wprowadzenie do procedury analitycznej etapu wydzielenia.

W pracy do wydzielenia platynowców z próbek zużytych katalizatorów samochodowych zaproponowano nowe, polimerowe materiały sorpcyjne o zaawansowanych właściwościach. W celu monitorowania stężeń platynowców w katalizatorach oraz podczas kontroli procesu odzyskiwania metali z odpadów opracowano sekwencyjną metodę oznaczania Rh, Pd i Ru techniką wysokorozdzielczej atomowej spektrometrii absorpcyjnej z ciągłym źródłem promieniowania i atomizacją w płomieniu (HR-CS FAAS). Opracowano warunki, w których efektywność zatrzymywania Pd(II) i Pt(IV) na badanych materiałach polimerowych była bliska 100%, zaś jonów Rh(III) i Ru(III) wynosiła ok. 70%. Wyznaczone zostały również maksymalne pojemności sorpcyjne. Użyteczność opracowanych materiałów potwierdzono stosując je do wydzielenia jonów Pd(II), Pt(IV), Rh(III) i Ru(III) z próbek zużytego katalizatora samochodowego.

Literatura:

- [1] Z. Wiecka, M. Rzelewska-Piekut, M. Regel-Rosocka, *Sep. Purif. Technol.* 280 (2022) 119933.
[2] A. E. Hughes, N. Haque, S. A. Northey, S. Giddey, *Resources* 10 (2021) 93.

OCENA ZALEŻNOŚCI POMIĘDZY STĘŻENIEM KADMU A WCZESNYMI BIOMARKERAMI USZKODZENIA KANALIKÓW NERKOWYCH W MOCZU

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

Uniwersytet Medyczny w Białymstoku, Zakład Toksykologii
ul. Adama Mickiewicza 2C, 15-222 Białystok
e-mail: nazar.smereczanski@umb.edu.pl

W związku z coraz większą liczbą doniesień mówiących o szkodliwych konsekwencjach dla zdrowia długotrwałego, nawet niskiego, narażenia na kadm (Cd), szczególne zainteresowanie naukowców skupia się na ustaleniu krytycznych poziomów narażenia na ten ksenobiotyk, zwłaszcza wobec nerki, będącej narządem tarczowym dla Cd.

Nerka, jako główny organ, w którym pierwiastek ten ulega kumulacji w organizmie, a jednocześnie narząd odpowiedzialny za jego detoksykację i eliminację z ustroju, jest szczególnie podatna na uszkodzenie. W związku z tym, że Cd kumuluje się w nabłonku kanalików nerkowych, kanaliki są uszkodzane jako pierwsze. Za najwcześniejsze biomarkery uszkodzenia kanalików nerkowych uważa się wzrost w moczu stężenia białek drobnocząsteczkowych takich jak białko β 2-mikroglobulina (β 2-MG) oraz aktywności enzymów takich jak N-acetylo- β -D-glukozaminidaza (NAG) oraz fosfataza alkaliczna (ALP).

Celem pracy było zbadanie, czy długotrwałe, niskie i umiarkowane narażenie na kadm wpływa na wartości wybranych biomarkerów uszkodzenia kanalików nerkowych w moczu oraz ocena zależności pomiędzy tymi parametrami a stężeniem kadmu.

Badanie przeprowadzono na samicach szczura szczepu Wistar w modelu niskiego i umiarkowanego narażenia środowiskowego człowieka na Cd (stężenia tego metalu w moczu, krwi i nerkach zwierząt mieściły się w zakresie wartości notowanych w populacji generalnej krajów uprzemysłowionych). Ksenobiotyk ten podawano w diecie w stężeniu 1 lub 5 mg/kg przez okres 24 miesięcy. Biomarkery uszkodzenia kanalików nerkowych i stężenie kadmu w moczu monitorowano co drugi miesiąc. Stężenie β 2-MG oraz aktywność NAG i ALP oznaczano za pomocą zestawów komercyjnych (firm EIAAB Science Inc oraz BioMaxima) a stężenie kadmu metodą atomowej spektrometrii absorpcyjnej z atomizacją elektrotermiczną w kuwecie grafitowej (Hitachi Z-5000, Japonia).

Ekspozycja na Cd prowadziła do wzrostu stężenia β 2-MG (2,3–7,6 razy) oraz aktywności NAG (6,8–210 razy) i ALP (3,6–11 razy) w moczu. Stężenie/aktywności biomarkerów uszkodzenia kanalików nerkowych korelowały dodatnio ze stężeniem Cd w moczu.

Wyniki badania pozwalają wnioskować, iż aktualne narażenie środowiskowe na Cd w krajach uprzemysłowionych może prowadzić do uszkodzenia kanalików nerkowych, a ryzyko to rośnie wraz ze wzrostem stężenia ksenobiotyku w moczu.

Literatura:

- [1] M.M. Brzóska, M. Galażyn-Sidorczuk, M. Jurczuk, M. Tomczyk, *Curr. Drug Targets*, 16 (2015) 1470–1487.
- [2] M.M. Brzóska, J. Rogalska, M. Galażyn-Sidorczuk, M. Jurczuk, A. Roszczenko, M. Tomczyk, *Chem. Biol. Interact.*, 229 (2015) 132–146.
- [3] M.M. Brzóska, A. Roszczenko, J. Rogalska, M. Galażyn-Sidorczuk, M. Mężyńska, *Nutrients*, 9 (2017) 543.
- [4] N.M. Smereczański, M.M. Brzóska, *Int. J. Mol. Sci.* 24 (2023) 8413.
- [5] N.M. Smereczański, M.M. Brzóska, J. Rogalska, T. Hutsch, *Int. J. Mol. Sci.* 24 (2023) 11647.

JEDNOCZESNE OZNACZENIA VEGF-A I FGF-2 W PŁYNACH USTROJOWYCH CZŁOWIEKA Z WYKORZYSTANIEM BIOSENSORA OPARTEGO NA SPEKTROMETRII SPR IMAGING

**Lukasz Oldak^a, Anna Leśniewska^a, Beata Żelazowska-Rutkowska^b,
Zenon Łukaszewski^c, Ewa Gorodkiewicz^a**

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

^b *Uniwersytet Medyczny w Białymstoku, Wydział Farmaceutyczny
z Oddziałem Medycyny Laboratoryjnej, Zakład Laboratoryjnej Diagnostyki Pediatrycznej
ul. J. Waszyngtona 17, 15-269 Białystok*

^c *Politechnika Poznańska, Wydział Technologii Chemicznej
ul. Berdychowo 4, 60-965 Poznań
e-mail: l.oldak@uwb.edu.pl*

Angiogeneza jest procesem biologicznym, który prowadzi do tworzenia nowych naczyń włosowatych z istniejących naczyń krwionośnych. Jest integralną częścią procesów fizjologicznych, takich jak rozwój embrionalny, gojenie się ran i owulacja. Występuje również w chorobach i stanach patologicznych, do których należą między innymi nowotwory, zapalenie stawów i retinopatia cukrzycowa. Regulują ją czynniki wzrostu, w tym czynnik wzrostu śródbłonna naczyniowego (VEGF-A) i czynnik wzrostu fibroblastów-2 (FGF-2) [1-3].

Celem badań była konstrukcja biosensora SPRi zdolnego do jednoczesnych oznaczeń ilościowych VEGF-A oraz FGF-2 w ludzkim materiale biologicznym.

W celu opracowania biosensora z detekcją powierzchniowego rezonansu plazmonów wykorzystano jako podstawę płytkę szklaną pokrytą 50 nm złota oraz odczynniki chemiczne i biochemiczne: EDC, NHS, bezwodny alkohol etylowy, PBS, chlorowodorek cysteaminy, L-glicynę, kwas chlorowodorowy, rekombinowane ludzkie białko VEGF-A i FGF-2 oraz przeciwciało specyficzne dla VEGF-A i FGF-2. Surowica dzieci ze stwierdzoną ostrą białaczką limfoblastyczną i surowica grupy kontrolnej pochodziły z Kliniki Onkologii i Hematologii Dziecięcej Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku.

Skonstruowano biosensor zdolny do jednoczesnych oznaczeń ilościowych VEGF-A i FGF-2 w ludzkim materiale biologicznym, który charakteryzuje się następującymi parametrami analitycznymi: $LOD_{VEGF-A} = 1.07$ pg/mL, $LOQ_{VEGF-A} = 3.21$ pg/mL, $LOD_{FGF-2} = 1.64$ pg/mL, $LOQ_{FGF-2} = 4.92$ pg/mL, precyzją nie przekraczającą wartości $CV = 12\%$, wartościami odzysku poniżej 103%, dobrą selektywnością i zgodnością wyników z metodą referencyjną (ELISA).

Skonstruowano selektywny biosensor SPRi czuły na VEGF-A oraz FGF-2 zdolny do jednoczesnych oznaczeń ilościowych tych białek w ludzkim materiale biologicznym. Charakteryzuje się on bardzo dobrymi parametrami analitycznymi, konkurencyjnymi w stosunku do wybranej metody referencyjnej.

Podziękowania: Autorzy składają podziękowania Erykowi Latochowi oraz Marynie Krawczuk-Rybak za dostarczenie biologicznego materiału badawczego (surowica).

Literatura:

- [1] A. Larsson, E. Sköldenberg, H. Ericson, *Angiogenesis* 5 (2002) 107–110.
- [2] J. Woolard, H.S. Bevan, S.J. Harper, D.O. Bates, *Microcirculation* 16 (2009) 572–592.
- [3] Z. Badr, W. AL-Moosawi, S.Ali, *Iraqi Natl. J. Med.* 3 (2021) 39–44.

KOSAT



PLAKATY

OPRACOWANIE PROCEDURY OZNACZANIA CAŁKOWITEJ ZAWARTOŚCI RTĘCI I METYLORTEĆCI W PRÓBKACH GRZYBÓW POCHODZĄCYCH Z RÓŻNYCH REGIONÓW ŚWIATA

Małgorzata Rutkowska, Piotr Konieczka

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

Intensywny rozwój zróżnicowanych gałęzi przemysłu, chemizacja rolnictwa i gwałtowny przyrost populacji sprawiają, że do poszczególnych elementów środowiska emitowane są coraz większe ilości ksenobiotyków, takich jak metale ciężkie, w tym rtęć (Hg). Ze względu na specyficzne właściwości rtęci oraz możliwość tworzenia nowych związków, które wykazują zdolność do bioakumulacji i biowzmacniania wzdłuż łańcucha pokarmowego, konieczne stało się uzyskanie szczegółowych informacji na temat źródeł emisji do środowiska oraz losu środowiskowego rtęci i jej form. Najczęściej spotykana, organiczna forma rtęci - metylortęć (MeHg) - jest silną neurotoksyną, a trwały charakter tego związku w organizmach i środowisku ma wpływ na zdrowie i rozwój ludzi oraz przyrody [1]. Grzyby są bogate w pierwiastki metaliczne i metaloidy, w tym także i te niepożądane w diecie człowieka [2].

Celem przeprowadzonych badań była walidacja i zastosowanie procedury oznaczania zarówno całkowitej zawartości rtęci (THg) jak i MeHg w próbkach grzybów.

Dla zaproponowanej procedury uzyskano niskie wartości współczynników zmienności (CV<10%) i oszacowanych niepewności, co potwierdza dobrą powtarzalność i precyzję opisanej metody. W odniesieniu do oznaczonych zawartości THg, ich zakres w wybranych materiałach grzybowych był stosunkowo szeroki - od 0,027 do 10,27 mg/kg s.m. w porównaniu z żywnością powszechnie dostępną w handlu detalicznym taką jak ryby czy mięso. W przypadku MeHg, zakresy wynosiły od 0,0062 do 0,17 mg/kg s.m.

Literatura:

- [1] M. Rutkowska, K. Dubalska, G. Bajger-Nowak, P. Konieczka, J. Namieśnik, *Crit. Rev. Environ. Sci. Technol.* 44 (2014) 638–704.
- [2] J. Falandysz, M. Mędyk, M. Saba, J. Zhang, Y. Wang, T. Li, *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 104 (2020) 9421–9432.

**OZNACZANIE POLICHLOROWANYCH BIFENYLI (PCB)
I POLICHLORODIBENZO-P-DIOKSYN (PCDD)
W JEDNORAZOWYCH PIELUCHACH DZIECIĘCYCH
Z ZASTOSOWANIEM NATURALNEGO ROZPUSZCZALNIKA
EUTEKTYCZNEGO**

**Magdalena Fabjanowicz^a, José Grau^b, Aneta Chabowska^a, Natalia Jatkowska^a,
Justyna Płotka-Wasyłka^c**

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

^b *University of Valencia, Department of Analytical Chemistry, GICAPC Research Group
46100 Burjassot, Valencia*

^c *Politechnika Gdańska, Wydział Chemiczny i Centrum BioTechMed,
Katedra Chemii Analitycznej, ul. G. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk
e-mail: magfabja@student.pg.edu.pl*

Polichlorowane bifenyle (PCB) i polichlorodibenzo-p-dioksyny (PCDD) to dwie grupy organicznych, toksycznych związków chemicznych, które mają zdolność do bioakumulacji [1]. Istnieją doniesienia literaturowe świadczące o obecności PCB i PCDD w jednorazowych pieluszkach dziecięcych, która wynika z procesu bielenia celulozy lub zanieczyszczeń surowców [2-3]. Ze względu na fakt, że skóra niemowlęcia jest w bezpośrednim kontakcie z pieluszką przez całą dobę, 7 dni w tygodniu, narażenie na niebezpieczne związki zawarte w tych produktach może być znaczne.

Celem prowadzonych badań było opracowanie metody do izolacji i oznaczania PCB oraz PCDD w jednorazowych pieluszkach dziecięcych opartej na wykorzystaniu techniki ekstrakcji rozpuszczalnikowej próbki stałej umieszczonej w polipropylenowej membranie porowatej (*ang. solvent extraction of porous membrane-packed solid samples, SE-PMSS*) na etapie przygotowania próbki do analizy oraz chromatografii gazowej sprzężonej ze spektrometrem mas (GC-MS) na etapie oznaczeń końcowych. W tym celu wykorzystano naturalny głęboko eutektyczny rozpuszczalnik na bazie terpenoidów (NADES) składający się z karwonu i kamfory w stosunku molowym 1:1. NADES z wyekstrahowanymi analitami został bezpośrednio nastrzyknięty do systemu GC-MS. Procedura została zoptymalizowana w oparciu o model Box-Behnken'a oraz poddana procesowi walidacji. Opracowana metoda charakteryzuje się niskimi granicami wykrywalności (0,1–0,8 µg/g) i granicami oznaczalności (0,2–2,8 µg/g). Względne odzyski mieszczą się w zakresie od 84 do 114 % i względne odchylenia standardowe (RSD) są poniżej 15 % dla wszystkich analitów. Na koniec oceniono ekologiczny charakter tej metody za pomocą narzędzi ComplexGAPI i AGREEprep. Zgodnie z dostępną literaturą oraz wiedzą autorów, jest to pierwsza próba zastosowania NADES jako rozpuszczalnika ekstrakcyjnego do SE-PMSS oraz do analizy jednorazowych pieluszek dziecięcych, co podkreśla innowacyjny charakter opracowanej procedury analitycznej.

Podziękowania: Badania finansowane przez NCN w ramach projektu OPUS (nr UMO-2020/37/B/ST4/02886).

Literatura:

- [1] D. Megson, E. Reiner, K. Jobst, F. Dorman, M. Robson, J. Focant, *Anal. Chem. Acta* 941 (2016) 10–25.
- [2] M.J. DeVito, A. Schechter, *Environ. Health Perspect.* 110 (2002) 23–28.
- [3] P. Makoś-Chelstowska, A. Kurowska-Susdorf, J. Płotka-Wasyłka, *Trends Anal. Chem.* 143 (2021) 116408.

PRZYGOTOWANIE GLEBY SKAŻONEJ JONOWYMI I METALICZNYMI FORMAMI PLATYNY DO ANALIZY ICP-MS – PROBLEMY METODYCZNE

**Katarzyna Kińska, Joanna Kowalska, Kamil Bortka, Monika Sadowska,
Beata Krasnodębska-Ostręga**

*Uniwersytet Warszawski, Wydział Chemii
ul. Pasteura 1, 02-093 Warszawa
e-mail: kkinska@chem.uw.edu.pl*

Głównym źródłem platyny, emitowanej do środowiska, pozostają nadal katalizatory samochodowe, z których metal ten uwalniany jest w postaci nanocząstek, a następnie przenika do gleb. Na skutek zachodzących w środowisku procesów biogeochemicznych, może ulegać przemianom w formy jonowe. W podjętych badaniach, których celem było śledzenie zmian, jakim formy zarówno metaliczne jak i jonowe platyny, ulegają w środowisku glebowym, a także sprawdzenie mobilności obu form specjacyjnych, zastosowano różne scenariusze analityczne przygotowania próbek do badań [1] oraz dwie metody detekcji: spektrometrię mas z plazmą indukcyjnie sprzężoną i woltamperometrię z adsorpcyjnym zateżaniem [2]. Roztworzenie gleby inkubowanej z dodatkiem platyny, w postaci jonowej oraz nanocząstek, prowadzono w różnych mieszaninach kwasów nieorganicznych w układzie zamkniętym, wspomaganym energią mikrofalową, jak również w układzie otwartym [3]. Do frakcjonowania zastosowano 45 minutową ekstrakcję w układzie ciecz – ciało stałe wspomaganą ultradźwiękami [4]. Szczególną uwagę zwrócono na aspekt projektowania układów modelowych gleby wzbogacanej metalicznymi formami platyny, jak również na efekty pamięci naczyń kwarcowych, stosowanych zarówno podczas roztwarzania w układzie otwartym jak i oznaczeń woltamperometrycznych [5].

Badania zostały wykonane w ramach projektu IDUB nr PSP 501-D112-20-1004310 Nowe Idee 2b w POB I, „Badania dla Ziemi” pt. Identyfikacja mikrozanieczyszczeń gleb – pierwiastki technologicznie krytyczne jako nowe wyzwania analityki środowiska”.

Literatura:

- [1] J. Kowalska, E. Biaduń, K. Kińska, M. Gniadek, B. Krasnodębska-Ostręga, *Sci. Total Environ.* 806 (2022) 151272.
- [2] S. Huszał, J. Kowalska, M. Sadowska, J. Golimowski, *Electroanalysis* 17 (2005) 1841–1846.
- [3] J. Kowalska, K. Kińska, J. Pałdyna, M. Czyżewska, K. Boder, B. Krasnodębska-Ostręga, *Talanta* 127 (2014) 250–254.
- [4] B. Krasnodębska-Ostręga, M. Kaczorowska, J. Golimowski, *Microchim. Acta* 154 (2006) 39–43.
- [5] J. Kowalska, M. Asztemborska, B. Godlewska-Żyłkiewicz, J. Golimowski, *Microchim. Acta* 150 (2005) 55–58.

OZNACZANIE METALI ZIEM RZADKICH W STAŁYCH POZOSTAŁOŚCIACH PO TERMICZNEJ UTYLIZACJI OSADÓW ŚCIEKOWYCH Z WYKORZYSTANIE ICP-MS

Bartłomiej Cieślik^a, Oskar Ronda^{a,b}, Satoki Okabayashi^c, Motohiro Tsuboi^c

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

^b *Politechnika Gdańska, Szkoła Doktorska, ul. G. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk, Polska*

^c *Kwansei Gakuin University, School of Science and Technology,
Department of Applied Chemistry for Environment, Gakuen 1, 669-1330 Sanda, Japan
e-mail: bartlomiej.cieslik@pg.edu.pl*

Technika spektrometrii mas sprzężonej z plazmą wzbudzoną indukcyjnie (ICP-MS) znajduje szerokie zastosowanie w oznaczaniu pierwiastków chemicznych w różnych dziedzinach, począwszy od nauk o Ziemi, poprzez badania przemysłowe, aż po analizy związane z ochroną środowiska. Największą przewagą ICP-MS nad innymi technikami plazmowymi sprzężonymi z optyczną spektroskopią emisyjną jest znacznie niższa granica oznaczalności. Dzięki temu ICP-MS jest jedną z niewielu technik spektrometrycznych, które umożliwiają ilościowe oznaczanie metali ziem rzadkich (Rare Earth Elements – REE) w próbkach, w których ich stężenie jest uznawane za śladowe. Odpady stałe powstające podczas procesów termicznej utylizacji osadów ściekowych zawierają szczególnie niskie stężenia pierwiastków z grupy REE. Nie przeprowadza się pełnej charakterystyki wszystkich frakcji odpadów generowanych w spalarniach osadów ściekowych. Spośród generowanych frakcji odpadowych w szczególności należy wymienić popioły po spalaniu osadów ściekowych (sewage sludge ash – SSA), pozostałości po oczyszczaniu spalin (Air Pollution Control - APC) oraz zużywane złożo fluidalne (Fluidized Bed – FB). Przeprowadzono oznaczenia wymienionych REE w próbkach SSA, APC oraz FB z trzech polskich instalacji termicznego przekształcania osadów ściekowych, a następnie przeprowadzono frakcjonowanie w celu oszacowania biodostępności oznaczanych związków chemicznych. Informacje uzyskane w ramach tych badań mogą posłużyć do przyszłego opracowania ekonomicznie uzasadnionych metod zagospodarowania odpadów z odzyskiem cennych surowców oraz do oceny bezpieczeństwa ich wprowadzania.

OCENA ZAWARTOŚCI MIKROELEMENTÓW, PIERWIASTKÓW ŚLADOWYCH ORAZ TOKSYCZNYCH W SUPLEMENTACH DIETY DLA KOBIET

Elżbieta Maćkiewicz, Aleksandra Pawlaczyk, Małgorzata Iwona Szynkowska

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

Dwie trzecie Polaków spożywa suplementy diety. Polacy bardzo chętnie sięgają po preparaty suplementacyjne, głównie te zawierające witaminy i minerały, które często stanowią dla nich podstawę nieprawidłowo zbilansowanej diety [1]. Co ważne, ale również niepokojące, wiele osób traktuje je jako główne, a czasami nawet jedyne źródło substancji odżywczych. Obecnie na rynku dostępny jest szereg różnych preparatów skierowanych na konkretne problemy zdrowotne i dolegliwości. Wśród nich możemy wyróżnić m.in. preparaty wspomagające proces odchudzania, wspomagające układ odpornościowy, nerwowy lub pokarmowy, suplementy skierowane dla sportowców, zmniejszające ryzyko osteoporozy, wpływające na opóźnienie procesów starzenia oraz poprawiające stan skóry, włosów i paznokci [1].

Rynek suplementów diety od lat boryka się z dwoma najważniejszymi problemami. Pierwszym z nich jest niewystarczająca świadomość konsumentów na temat przepisów prawnych dotyczących wypuszczania produktów na rynek oraz ich sprzedaży, drugi dotyczy różnic występujących pomiędzy lekami a suplementami diety (leki podlegają restrykcyjnym kontrolom składu) [2].

W obecnych czasach wiele kobiet marzy o gęstych i błyszczących włosach, świetlistej cerze oraz mocnych paznokciach. Producenci suplementów diety zdają sobie sprawę z oczekiwań kobiet, wobec czego nieustannie dostosowują swój asortyment do aktualnie panującej mody na młody, wręcz perfekcyjny wygląd. Dzięki temu apteczne oraz sklepowe półki oferują bogactwo preparatów skierowanych na najczęstsze problemy, z którymi borykają się kobiety. Przy nadmiernym wypadaniu włosów oferowane są głównie preparaty z biotyną, na łamliwe paznokcie lub problemy z cerą również bez trudu odnaleźć można specyfiki, chociażby te zawierające krzem czy cynk, które wydają się być idealnym rozwiązaniem na wszystkie problemy z urodą. Producenci dwoją się i troją, aby zadowolić swoje klientki i dostarczyć im produkt, który będzie sprawiał wrażenie tego wyjątkowego i idealnie dla nich skomponowanego.

W pracy zbadano bezpieczeństwo stosowania suplementów diety przeznaczonych dla kobiet pod kątem ich składu pierwiastkowego. Badane próbki (42) podzielono na odpowiednie grupy (m.in. multiwitaminy, preparaty z biotyną lub te zawierające wyciągi roślinne). Próbkę o masie 0,1-0,2 g zmineralizowano w układzie zamkniętym stosując stężone kwasy HNO₃ i HCl (UltraWave firmy Milestone), a następnie skład pierwiastkowy badanych próbek zanalizowano za pomocą spektrometru ICP-OES iCAP 7000 Series firmy Thermo Fisher Scientific. W badanych próbkach oznaczono zawartość takich pierwiastków jak: Ag, Al, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Ni, P, Pb, S, Sb, Sn, Sr, Ti oraz Zn.

Literatura:

[1] Jarosz M., *Suplementy diety a zdrowie*, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa. 2011.

[2] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 9 października 2007 r. w sprawie składu i oznakowania suplementów diety (Dz. U. z 2007 r. nr 196 poz. 1425 z późn. zm.).

BADANIE *IN-SITU* INTERAKCJI PIERWIASTKÓW FIZJOLOGICZNYCH W TKANKACH ZWIERZĘCYCH METODĄ LA-ICP-MS

Julia Frackowiak^a, Joanna Suliburska^b, Anetta Hanć^a

^a *Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Chemii, Zakład Analizy Śladowej
ul. Uniwersytetu Poznańskiego 8, 61-614 Poznań*

^b *Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Wydział Nauk o Żywności i Żywieniu
ul. Wojska Polskiego 28, 60-637 Poznań
e-mail: julfra6@st.amu.edu.pl*

Metoda LA-ICP-MS chętnie stosowana jest w badaniach interdyscyplinarnych, ze względu na szerokie spektrum możliwości. Ablacja laserowa (LA) w połączeniu z detektorem ICP-MS umożliwia wielopierwiastkową analizę z wysoką rozdzielczością, liniowością wskazań, a także niską granicą wykrywalności na poziomie ng/g [1]. Analiza *in situ* próbek stałych, bez konieczności przeprowadzania ich do roztworu, daje możliwości obrazowania rozmieszczenia pierwiastków, co jest cenne szczególnie w analizie próbek klinicznych.

W badaniach wykorzystano metodę LA-ICP-MS do bioobrazowania pierwiastków w tkankach miękkich pochodzących od szczurów hodowanych w warunkach kontrolowanych. Szczury przez sześć tygodni karmione były specjalnymi pożywkami, zawierającymi probiotyki, w skład których wchodziło dziewięć gatunków bakterii. Od zwierząt pobrano próbki krwi oraz organy m.in. nerki i jądra. Hodowla i badania na zwierzętach uzyskały zgodę Lokalnej Komisji Etycznej ds. Doświadczeń na Zwierzętach w Poznaniu.

W badanych próbkach metodą SN-ICP-MS oznaczono pierwiastki o znaczeniu fizjologicznym między innymi takie jak: Cu, Zn, Fe, Cr, Ca, Mg, Se, Mo, V. W celu oceny poprawności stosowanej metody analitycznej zastosowany został certyfikowany materiał odniesienia ERM-BB184 Bovine muscle. Metodę LA-ICP-MS zastosowano w celu rozszerzenia uzyskanych wyników o informacje na temat rozmieszczenia pierwiastków, miejsca ich bioakumulacji i współwystępowania. Mapowaniu poddano próbki narządów pocięte za pomocą kriomikrotomu na plastry o grubości 50 µm. Nerki zdecydowanie częściej stawały się przedmiotem badań metodą LA-ICP-MS [2] z uwagi na funkcje, jakie pełnią w organizmach, kompleksowy charakter nefrotoksyczności substancji, a także szczególną wrażliwość na metale. Prawidłowe funkcjonowanie jąder jest podstawą i punktem wyjścia rozwoju i rozmnażania się organizmów. Niedobór cynku może prowadzić do niszczenia komórek kanalików nasiennych, a także do zaburzeń procesu spermatogenezy [3]. Dzięki analizie *in-situ* określano rozmieszczenie pierwiastków w badanych tkankach, interakcję między pierwiastkami fizjologicznymi obecnymi w nerkach i jądrach w zależności od ich budowy anatomicznej oraz oszacowano wpływ probiotyków na występowanie pierwiastków w tkankach.

Badania finansowane w ramach projektu “Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia Badawcza”, konkurs study@research 096.

Literatura:

- [1] P.A. Doble, R. Gonzalez de Vega, D.P. Bishop, D.J. Hare, D. Clases, *Chem. Rev.* 121 (2021) 11769–11822.
- [2] P. Stepka, M. Kratochvilova, M. Kuchynka, M. Raudenska, H.H. Polanska, T. Vicar, T. Vaculovic, M. Vaculovicova, M. Masarik, *Biomed Res. Int.* (2021) 6800294.
- [3] L.C. Vandereli, M.C. Arruda Veiga, N.S. Reis, C.H. Tambeli, *Arch. Latinoam. Nutr.* 45 (1995) 193–197.

ZALEŻNOŚCI MIĘDZY PIERWIASTKAMI W KORZENIACH ZIÓŁ. WALIDACJA METODY ICP-MS I ANALIZA CHEMOMETRYCZNA WYNIKÓW

Adam Sajnog^a, Elwira Koko^a, Dariusz Kayzer^b, Danuta Barałkiewicz^a

^a *Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Chemii, Zakład Analizy Śladowej
ul. Uniwersytetu Poznańskiego 8, 61-614 Poznań*

^b *Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Katedra Metod Matematycznych i Statystycznych
ul. Wojska Polskiego 28, 60-637 Poznań
e-mail: adam.sajnog@amu.edu.pl*

Zioła są źródłem mikroelementów, witamin, białek i innych prozdrowotnych związków, takich jak przeciwutleniacze, polifenole, karotenoidy, flawonoidy czy terpenoidy. Szybka urbanizacja i rosnąca produkcja rolna i przemysłowa często prowadzą do zanieczyszczenia gleb i wód. W związku z tym toksyczne i potencjalnie rakotwórcze pierwiastki (np. Pb, Cd, As, Ni, Cr) są absorbowane przez rośliny uprawiane na skażonych obszarach. Zgodnie z europejską legislacją farmaceutyczną zioła nie są lekami, lecz suplementami diety, a przepisy bezpieczeństwa farmaceutyków nie mają do nich zastosowania. Światowa Organizacja Zdrowia zaproponowała strategię na lata 2014–2023 w celu uregulowania praktyk i produktów związanych z ziołami [1].

Celem badań było oznaczenie pierwiastków, zarówno toksycznych jak i fizjologicznych, w korzeniach ziół pochodzących z Chin techniką ICP-MS oraz ocena wielowymiarowych danych za pomocą narzędzi chemometrycznych: analizy regresji wielorakiej i analizy zmiennych kanonicznych (CVA) z efektami interakcji. Opracowano procedurę analityczną, która obejmowała przygotowanie i mineralizację ziół, kalibrację, walidację i analizę ilościową za pomocą ICP-MS. Procedura analityczna została zwalidowana, a spójność pomiarowa wyniku pomiaru została ustanowiona dzięki zastosowaniu certyfikowanych materiałów odniesienia (CRM) dopasowanych matrycowo [2].

Zioła zostały zakupione w dwóch partiach w odstępie roku, aby zweryfikować zmienność zawartości pierwiastków w czasie. Maksymalne dopuszczalne stężenie wg. WHO dla Cd ($0,3 \text{ mg kg}^{-1}$) zostało przekroczone w 7 korzeniach, co stanowi 13% wszystkich próbek, natomiast stężenie Pb (10 mg kg^{-1}) nie zostało przekroczone w żadnej próbce. Analiza regresji wielorakiej ujawniła istotne zależności pomiędzy pierwiastkami, w tym m.in. Mg z Sr, V z Pb, As i Ba, Mn z Pb. Analiza CVA wykazała, że wnioskowanie statystyczne nie powinno opierać się wyłącznie na rodzaju zioła lub partii towaru ze względu na potencjalne efekty interakcji między tymi dwiema zmiennymi, które mogą być źródłem zmienności zawartości pierwiastków [3]. Ponadto, CVA pozwoliło na ocenę wielkości różnic między dwiema partiami ziół, biorąc pod uwagę każdy oznaczany pierwiastek, i wykazało, że w przypadku niektórych ziół różnice były znacznie wyraźniejsze niż w innych.

Badania zostały sfinansowane przez: Projekt nr POWR.03.02.00-00-I020/17 w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój osi priorytetowej III i Narodowe Centrum Nauki, grant nr 2017/25/B/ST4/00374. Projekt NCN Opus nr 2017/25/B/ST4/00374.

Literatura:

- [1] WHO Traditional Medicine Strategy. 2014–2023. World Health Organization, 2013.
- [2] A. Sajnog, E. Koko, D. Kayzer, D. Barałkiewicz, *Sci. Rep.* 11 (2021) 20683.
- [3] D. Kayzer, *Biometrical Letters* 56 (2019) 89–104.

OCENA BIODOSTĘPNOŚCI CYNKU W ORZECHACH JADANYCH W SYMULOWANYM, ENZYMATYCZNYM MODELU TRAWIENIA *IN VITRO*

**Justyna Moskwa, Renata Markiewicz-Żukowska, Jolanta Soroczyńska,
Sylwia Katarzyna Naliwajko, Katarzyna Socha**

*Uniwersytet Medyczny w Białymstoku, Wydział Farmaceutyczny
z Oddziałem Medycyny Laboratoryjnej, Zakład Bromatologii
ul. Mickiewicza 2d, 15-222 Białystok
e-mail: justyna.moskwa@umb.edu.pl*

Orzechy jadalne znane są ze swojej bogatej wartości odżywczej i potencjału prozdrowotnego. Zawierają dużo związków bioaktywnych, takich jak: niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe, białko, błonnik pokarmowy, witaminy czy związki fenolowe [1]. Badania potwierdzają również, że są dobrym źródłem składników mineralnych, w tym cynku [2]. Znajomość całkowitej zawartości związków bioaktywnych w żywności nie dostarcza jednak wystarczających informacji na temat korzystnych efektów lub zagrożeń dietetycznych dla człowieka wynikających z jej spożycia. Konieczne są zatem informacje dotyczące ilości substancji, które po spożyciu docierają do krążenia systemowego i są dostępne w celu wywołania aktywności biologicznej (biodostępność).

Celem badania była ocena biodostępności cynku z różnego rodzaju orzechów (brazylijskie, włoskie, arachidowe, migdały, nerkowce, pekan, laskowe, makadamia, pistacje) z wykorzystaniem symulowanego enzymatycznego modelu trawienia *in vitro* (żołądek – jelito cienkie) z zastosowaniem enzymów żołądkowych i jelitowych, a następnie oznaczenie puli cynku uwolnionego przez enzymy metodą atomowej spektrometrii absorpcyjnej.

Przeprowadzone badania wykazały, że najwyższą średnią zawartością cynku charakteryzowały się orzechy nerkowca, brazylijskie oraz orzechy pekan, gdzie wartość ta wynosiła odpowiednio: 78,66±5,71 mg/kg, 63,36±6,17 mg/kg, 62,04±10,17 mg/kg. Natomiast najniższą średnią zawartość cynku wykazano w orzechach makadamia (17,57±3,58 mg/kg). Kolejny etap badań wykazał, że najwyższą biodostępność cynku zaobserwowano w pistacjach i orzechach makadamia (48,10±12,71 % i 39,44±7,87 %), a najniższą w orzechach brazylijskich (3,01±1,01%). Procent pokrycia zalecanego dziennego spożycia (RDA) cynku po konsumpcji średniej dziennej porcji orzechów (42g) szacował się od 6,7% (orzechy makadamia) do 41,3 % (orzechy nerkowca).

Podsumowując, wszystkie badane orzechy można uznać za dobre źródło cynku jednak biorąc pod uwagę biodostępność najbardziej odpowiednimi orzechami do uzupełniania niedoborów cynku będą pistacje.

Literatura:

- [1] M. Woźniak, A. Waśkiewicz, I. Ratajczak, *Molecules* 27 (2022) 4326.
- [2] R. Markiewicz-Żukowska, A. Puścion-Jakubik, M. Grabia, J. Perkowski, P. Nowakowski, J. Bielecka, J. Soroczyńska, G. Kańgowski, J.M. Boltryk, K. Socha, *Foods* 11 (2022) 3152.

OCENA ZALEŻNOŚCI POMIĘDZY STĘŻENIEM WAPNIA, KADMU I KALMODULINY W TKANCIE MÓZGOWEJ – BADANIA *IN VIVO*

Agnieszka Ruczaj, Małgorzata Galażyn-Sidorczuk, Małgorzata M. Brzóska

*Uniwersytet Medyczny w Białymstoku, Zakład Toksykologii,
ul. Adama Mickiewicza 2C, 15-222 Białystok
e-mail: agnieszka.ruczaj@sd.umb.edu.pl*

Biorąc pod uwagę wzrost zachorowalności na choroby cywilizacyjne, w tym choroby dotyczące układu nerwowego [1], istotne jest zrozumienie etiopatogenezy tych schorzeń. Wskazuje się na istotny udział w ich rozwoju czynników środowiskowych, w tym narażenia na ksenobiotyki, takie jak kadm [2, 3]. Mechanizm działania neurotoksycznego tego pierwiastka jest dotychczas słabo poznany, uważa się jednak, iż obejmuje on stres oksydacyjny oraz zaburzenie homeostazy biopierwiastków w tkance mózgowej [3].

Celem niniejszej pracy było zbadanie wpływu ekspozycji na kadm na stężenie wapnia (Ca) i kalmoduliny (CaM) w tkance mózgowej oraz ocena zależności pomiędzy tymi parametrami a stężeniem kadmu. Badania przeprowadzono w opracowanym w Zakładzie Toksykologii Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku modelu doświadczalnym *in vivo* dobrze odzwierciedlającym niskie i umiarkowane narażenie środowiskowe człowieka na ten pierwiastek toksyczny [4].

Samice szczura szczepu Wistar narażano na kadm w paszy w stężeniu 1 lub 5 mg/kg. Po 3, 10, 17 i 24 miesiącach narażenia w tkance mózgowej szczurów oznaczono stężenie kadmu (metodą atomowej spektrometrii absorpcyjnej z atomizacją elektrotermiczną w kuwecie grafitowej; Hitachi Z-5000, Japonia) [4], wapnia (metodą atomowej spektrometrii absorpcyjnej z atomizacją w płomieniu powietrze-acetylen; Hitachi Z-5000, Japonia) oraz CaM (przy użyciu zestawu ELISA Kit for Calmodulin firmy CloudClone). Wyniki poddano analizie statystycznej z wykorzystaniem programu Statistica.

Wykazano, że narażenie na kadm prowadziło do wzrostu stężenia wapnia oraz CaM w tkance mózgowej, a efekt ten był zależny od czasu trwania i stopnia ekspozycji. Odnotowano dodatnią korelację pomiędzy stężeniem wapnia a stężeniem kadmu po 17 miesiącach doświadczenia, stężeniem CaM i kadmu po 24 miesiącach oraz stężeniem CaM a stężeniem wapnia w tkance mózgowej po 17 i 24 miesiącach narażenia.

Wyniki przeprowadzonych badań pozwalają wnioskować, że nawet niska i umiarkowana ekspozycja na kadm może prowadzić do wzrostu stężenia wapnia i CaM w tkance mózgowej, a w konsekwencji do zaburzenia jej funkcjonowania.

Podziękowania: Praca zrealizowana z wykorzystaniem aparatury Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku, zakupionej ze środków PO RPW 2007-2013, Działania I.3, umowa nr POPW.01.03.00-20-001/12.

Literatura:

- [1] T.J. Huat, J. Camats-Perna, E.A. Newcombe, N. Valmas, M. Kitazawa, R. Medeiros, *J. Mol. Biol.* 431 (2019) 1843–1868.
- [2] Q. Peng, K.M. Bakulski, B. Nan, S.K. Park, *Environ. Res.* 157 (2017) 44–51.
- [3] A. Ruczaj, M.M. Brzóska, *J. Appl. Toxicol.* 43 (2023) 66–88.
- [4] M.M. Brzóska, M. Galażyn-Sidorczuk, M. Jurczuk, M. Tomczyk, *Curr. Drug Targets* 16 (2015) 1470–1487.

ZASTOSOWANIE METODY SINGLE PARTICLE ICP MS DO BADANIA MIGRACJI NANOCZĄSTEK TLENKU CYNKU Z PRODUKTÓW MEDYCZNYCH

**Julita Malejko, Anna Karpińska, Elżbieta Zambrzycka-Szelewa,
Beata Godlewska-Żyłkiewicz**

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

Nanocząstki tlenku cynku (ZnONPs), ze względu na zdolność do rozpraszania i odbijania promieni UV oraz właściwości przeciwdrobnoustrojowe, znalazły zastosowanie przede wszystkim w przemyśle kosmetycznym oraz materiałowym. ZnONPs są obecne głównie w mineralnych filtrach przeciwsłonecznych, opakowaniach żywności oraz tekstyliach medycznych. Główne zagrożenia związane ze stosowaniem takich produktów wynikają z potencjalnego narażenia użytkowników na migrujące z nich nanocząstki tlenku cynku. Niezbędne jest zatem prowadzenie badań dotyczących stopnia uwalniania nanocząstek z produktów użytkowych, a także ich transformacji (aglomeracji/agregacji, przechodzenia w formę jonową metalu) w roztworach migracyjnych. Jednoczesne oznaczanie nanocząstek oraz jonów metali umożliwia technika spektrometrii mas z plazmą indukcyjnie sprzężoną pracująca w trybie pomiarowym pojedynczej cząstki (sp ICP MS – ang. *single particle inductively coupled plasma mass spectrometry*).

Celem prezentowanych badań było opracowanie metody sp ICP MS do badania stopnia migracji cynku z produktów medycznych oraz specjacji cynku w roztworach migracyjnych (woda, sztuczny pot). Podczas optymalizacji metody zastosowano nanocząstki tlenku cynku zsyntezowane w naszym laboratorium. Metoda sp ICP MS charakteryzuje się niskimi granicami wykrywalności (1,3 ng/L Zn, $3,4 \cdot 10^5$ cząstek/L) oraz dobrą precyzją. Potwierdzono użyteczność metody do oznaczania ZnONPs i Zn(II) w ekstraktach wyrobów medycznych, takich jak maseczki ochronne, taśma opatrunkowa oraz włóknina stosowana do produkcji odzieży medycznej. Podczas badań zastosowano również skaningową mikroskopię elektronową (SEM) oraz transmisyjną mikroskopię elektronową (TEM) z przystawką do mikroanalizy rentgenowskiej (EDS), a także metodę dyfrakcji rentgenowskiej (XRD).

Badania zostały sfinansowane ze środków „Pilotażowego projektu dotyczącego rozwoju współpracy w zakresie B+R między biznesem i uczelniami” (WND-PRPD.01.02.01-20-0203/20).

BADANIE MOŻLIWOŚCI OZNACZANIA FLUORU W ŻUŻLACH I PYŁACH STALOWNICZYCH Z ZASTOSOWANIEM FLUORKOWEJ ELEKTRODY JONOSELEKTYWNEJ

Alicja Ryczko, Aleksandra Latacz

*Sieć Badawcza Łukasiewicz – Górnośląski Instytut Technologiczny
ul. Karola Miarki 12-14, 44-100 Gliwice
e-mail: alicja.ryczko@git.lukasiewicz.gov.pl*

Główny kierunek recyklingu żużli stalowniczych skupia się na możliwości ich zawracania i wykorzystania w procesach metalurgicznych. W związku z tym konieczna jest kontrola składu chemicznego materiałów odpadowych biorących udział w procesach hutniczych, zarówno w zakresie składników głównych jak i substancji śladowych, w tym pierwiastków szkodliwych. Jednym z pierwiastków szkodliwych, obecnych w odpadach hutniczych jest fluor [1, 2].

Jedną z technik umożliwiających oznaczanie fluoru w próbkach roztworowych jest technika potencjometryczna z elektrodą jonoselektywną. Istotnym atutem tej techniki jest jej specyficzne działanie, pozwalające zniwelować część błędów wynikających z wpływu związków matrycowych [3]. Badania z użyciem jonoselektywnej elektrody fluorkowej nie wymagają zastosowania skomplikowanej aparatury badawczej.

Zestaw pomiarowy do oznaczania jonów fluorkowych składał się z miernika laboratoryjnego Thermo Scientific Orion Star A214 oraz kombinowanej elektrody fluorkowej Thermo Scientific 9609BNWP. Kalibracja urządzenia pomiarowego wymagała wyznaczenia zależności pomiędzy stężeniem jonów fluorkowych w roztworze, a natężeniem sygnału analitycznego. W ramach badań, określono wpływ wybranych związków matrycowych na otrzymany sygnał analityczny w syntetycznych roztworach fluoru. Opracowano metodę przygotowania próbek zapewniającą całkowite rozтворzenie badanych materiałów. W związku z wysoką odpornością chemiczną badanych materiałów, konieczne było wykonanie ich przetopu w obecności topnika. Wykonano serię oznaczeń fluoru w następujących wzorcach składu chemicznego: żużel rafinacyjny, podstawowy, konwertorowy, pył stalowniczy oraz ruda żelaza. Na podstawie uzyskanych wyników, stwierdzono, że zastosowanie nadtlenku sodu jako topnika umożliwiło całkowite przeprowadzenie fluoru do roztworu, a zastosowanie fluorkowej jonoselektywnej elektrody pozwoliło na oznaczenie analitu w badanych materiałach. Badania były istotne ze względu na potrzebę kontroli składu chemicznego materiałów odpadowych, biorących udział w procesach metalurgicznych.

Celem pracy badawczej było zbadanie możliwości oznaczania fluoru w żużlach i pyłach stalowniczych z zastosowaniem fluorkowej elektrody jonoselektywnej.

Literatura:

- [1] Z. Luo, F. He, W. Zhang, Y. Xiao, J. Xie, R. Sun, M. Xie, *Mater. Chem. Phys.* 242 (2020) 12253, DOI: 10.1016/j.matchemphys.2019.122531.
- [2] J. Pogorzałek, P. Różański, *Prace Instytutu Metalurgii Żelaza*, 62 (2010) 281–285.
- [3] M.B. Rajković, I.D. Novaković, *J. Agric. Sci.* 52 (2007) 155–168, DOI: 10.2298/JAS0702155R.

OCENA GEOGRAFICZNEGO POCHODZENIA MIODU NA PODSTAWIE CHARAKTERYSTYKI PIERWIASTKOWEJ POPARTEJ WIELOWYMIAROWĄ ANALIZĄ DANYCH

**Magdalena Gajek, Igor Gabrych, 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 jest popularnym, naturalnym produktem spożywczym nie tylko ze względu na wartości odżywcze, ale także właściwości lecznicze, do których można zaliczyć działanie bakteriostatyczne i bakteriobójcze, stymulujące układ immunologiczny, pobudzające metabolizm, odtruwające i regenerujące. Naturalny miód pszczeleli powinien spełniać odpowiednie wymagania odnośnie możliwych zanieczyszczeń metalami ciężkimi. Ze względu na ewentualne zagrożenie zdrowia człowieka, a szczególnie małych dzieci, celowe jest monitorowanie stężenia tych pierwiastków w miodach pszczelich [1]. W wyniku działalności człowieka znacznie wzrosła podaż pierwiastków toksycznych do środowiska. Poważnym zagrożeniem stała się kumulacja niektórych pierwiastków o właściwościach toksycznych w tym środowisku. To spowodowało, że również w produktach pszczelich zawartość poszczególnych pierwiastków może stać się problemem. Tym bardziej, że pszczoły na swoje potrzeby pozyskują surowce z rejonu o ograniczonym zasięgu (do 2-3 km od ula) i są nierozdzielnie związane z danym środowiskiem, niezależnie od jego stanu. Dzięki temu pszczoły i ich produkty można wykorzystywać jako wskaźniki stanu zanieczyszczenia środowiska pierwiastkami o właściwościach toksycznych [2].

Celem pracy była ogólna charakterystyka pierwiastkowa naturalnych miodów pszczelich z uwzględnieniem oceny zawartości wybranych pierwiastków o właściwościach toksycznych. Ponadto sprawdzono możliwość rozróżnienia miodów ze względu na ich pochodzenie geograficzne oraz rodzaj. W tym celu zastosowano szereg technik analitycznych umożliwiających poznanie składu pierwiastkowego próbek w tym ICP-OES, ICP-MS, CV-AAS. Otrzymane dane ilościowe poddano opracowaniu i dalszej ocenie przy pomocy testów statystycznych i chemometrycznych z grupy analiz wielowymiarowych

Uzyskane wyniki badań dowodzą, że możliwe jest częściowe odróżnienie próbek miodów ze względu na lokalizację pasiek. Spośród badanych próbek, miody: wrzosowy, rzepakowy oraz słonecznikowy prezentowały najbardziej charakterystyczne profile pierwiastkowe, dzięki czemu możliwe było ich wzajemne rozróżnienie. Najbardziej zróżnicowany skład pierwiastkowy posiadały miody wielokwiatowe, co związane jest z dużą różnorodnością roślinności wykorzystanej do ich produkcji. Maksymalne dopuszczalne poziomy wybranych metali ciężkich (Cd, Pb) podawane w krajowych i międzynarodowych normach zostały przekroczone w kilku przypadkach.

Literatura:

- [1] M. H. Borawska, K. Socha, J. Soroczyńska, I. M. Winiarska, A. Pelszyńska, *Bromat. Chem. Toksykol.* 45 (2012) 775–779.
[2] A. Roman, *Żywność* 4 (37) Supl. (2003) 369–377.

KOMPLEMENTARNE ZASTOSOWANIE ICP-MS I INAA W ANALIZIE POPIOŁÓW ZE SPALANIA WĘGLA I BIOMASY

Paweł Kalbarczyk, Ewelina Chajduk

*Institut Chemii i Techniki Jądrowej, Laboratorium Jądrowych Techniki Analitycznych
ul. Dorodna 16, 03-195 Warszawa
e-mail: p.kalbarczyk@ichtj.waw.pl*

W literaturze można znaleźć wiele publikacji na temat oznaczania pierwiastków głównych i śladowych w węglach i popiołach. Większość z nich dotyczy raczej procesów technologicznych niż prac analitycznych; analityka jest uważana za narzędzie pomocnicze. W niniejszej pracy, spektrometria mas z plazmą indukcyjnie sprzężoną ICP-MS i instrumentalna neutronowa analiza aktywacyjna INAA zostały komplementarnie zastosowane do badania składu pierwiastkowego popiołów ze spalania węgla i biomasy w elektrociepłowniach miejskich. Porównano i podsumowano możliwości obu technik do analizy tego typu materiałów. Podkreślono korzyści stosowanie każdej z technik, i ich ograniczenia, zwłaszcza do oznaczania pierwiastków ziem rzadkich,

Aby ocenić potencjalny, niekorzystny wpływ na środowisko, przeprowadzono procedury ługowania wodnego i kwasowego pierwiastków toksycznych i oznaczono ich zawartość za pomocą ICP-MS. Podobnie, aby ocenić możliwości zastosowanie popiołów ze spalania węgla jako źródła lantanowców, przeprowadzono procedury ługowania kwasowego REE z popiołów, wykorzystując kwasy nieorganiczne (HNO_3 , HCl), zgodnie z [1].

Z uzyskanych wyników można wnioskować, że popiół ze spalania biomasy może być wykorzystywany jako nawóz (zawartości pierwiastków toksycznych poniżej dopuszczalnych poziomów). Biorąc pod uwagę całkowitą zawartość REE w popiołach – materiał nie wydaje się być perspektywiczny (np. w porównaniu do fosfogipsów). Jednak rozważając ilość popiołów zgromadzonych na hałdach, można założyć, że może być on wykorzystany w przyszłości jako źródło REE.

Literatura:

[1] M.K. Tiwari, S. Bajpai, U.K. Dewangan, R.K. Tamrakar, *J. Radiat. Res. Appl. Sci.* 8 (2015) 523–537.

OCENA ILOŚCI WYBRANYCH JONÓW UWOLNIONYCH Z MATERIAŁÓW STOSOWANYCH JAKO WYPEŁNIENIA W STOMATOLOGII

Piotr Wysocki^a, Joanna Nowak^b, Aleksandra Pawlaczyk^a, Elżbieta Maćkiewicz^a, Magdalena Gajek^a, Jadwiga Albińska^a, Krzysztof Sokółowski^c, Jerzy Sokółowski^d, Małgorzata Iwona Szynkowska-Jóźwik^a

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

^b *Uniwersytet Medyczny w Łodzi, Laboratorium Badań Materiałowych
ul. Pomorska 251, 92-213 Łódź*

^c *Uniwersytet Medyczny w Łodzi, Zakład Stomatologii Zachowawczej
Katedry Stomatologii Odtwórczej, ul. Pomorska 251, 92-213 Łódź*

^d *Uniwersytet Medyczny w Łodzi, Zakład Stomatologii Ogólnej
Katedry Stomatologii Odtwórczej, ul. Pomorska 251, 92-213 Łódź
e-mail: piotr.wysocki@p.lodz.pl*

Analiza materiałów szeroko stosowanych w stomatologii jako wypełnienia ubytków zębowych może mieć szczególne znaczenie ze względu na możliwość oceny ilości jonów uwolnionych do wybranych roztworów o różnym pH, co pozwala ocenić badany materiał pod kątem bezpieczeństwa jego stosowania dla pacjenta [1-3].

Niniejsza praca dotyczy pomiarów stężeń wybranych jonów uwolnionych do roztworu 0,9% NaCl o pH~ 5,5 z próbek wypełnień kompozytowych oraz szkłoionomerowych stosowanych w stomatologii. Analiza wykonana została z wykorzystaniem optycznej spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-OES) dla próbek roztworów o różnym czasie uwalniania jonów (1, 3, 5, 7, 30, 90 dni) w temperaturze 37°C. Dobór analizowanych pierwiastków oparto o widma emisyjne uzyskane dla badanych próbek wypełnień w formie stałej otrzymane techniką spektroskopii rozpadu indukowanej laserem (LIBS). Dodatkowo, przeprowadzona została analiza składu pierwiastkowego badanych materiałów techniką skaningowej mikroskopii elektronowej z przystawką do mikroanalizy rentgenowskiej (SEM-EDS) w celu weryfikacji zgodności informacji uzyskanych techniką LIBS.

Zastosowane techniki pozwoliły zarówno na ocenę składu pierwiastkowego, jak i określenie ilości wybranych jonów uwolnionych do roztworu. Ponadto, przeprowadzone badania pozwoliły potwierdzić wzrost stężeń jonów w roztworach w zależności od czasu przebywania próbek w 0,9% NaCl.

Literatura:

- [1] K. Sokółowski, M.I. Szynkowska, M. Łukomska-Szymańska, A. Pawlaczyk, Z. Kowalski, A. Sobczak, J. Sokółowski, *Przem. Chem.* 92, 6 (2013) 1032–1037.
- [2] K. Sokółowski, M.I. Szynkowska, A. Pawlaczyk, M. Łukomska-Szymańska, J. Sokółowski, *Acta Biochim. Pol.* 61 (2014) 317–323.
- [3] S. Garoushi, P. Vallittu, L. Lassila, *Dent. Mater.* 38 (2022) 1598–1609.

ANALIZA MIKROOKRUCHÓW SZKŁA POCHODZĄCEGO Z EKRAŃ URZĄDZEŃ MOBILNYCH Z WYKORZYSTANIEM TECHNIKI SEM-EDS DO CELÓW KRYMINALISTYCZNYCH

**Katarzyna Zielińska^a, Piotr Wysocki^a, Aleksandra Pawlaczyk^a, Grzegorz Zadora^{b,c},
Małgorzata Iwona Szyrkowska-Jóźwik^a**

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

^b Instytut Ekspertyz Sądowych im. Prof. dra Jana Sehna
ul. Westerplatte 9, 31-033 Kraków

^c Uniwersytet Śląski, Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych, Pracownia Chemii Sądowej
ul. Szkolna 9, 40-006 Katowice
e-mail: katarzyna.zielinska@dokt.p.lodz.pl

Pierwsze dowody świadczące o produkcji szkła pochodzą z około 3500 roku p.n.e. z terenów starożytnego Egiptu i Mezopotamii. Pierwotnie materiał ten stosowany był do produkcji biżuterii oraz naczyń. Obecnie, dzięki ogromnemu postępowi technologicznemu, szkło stosowane jest w szerokiej gamie różnorodnych produktów i stanowi nieodłączny element naszego życia codziennego [1]. W 2022 roku przemysł szklany w samej Unii Europejskiej i Wielkiej Brytanii odpowiadał za produkcję 39,5 milionów ton szkła [2].

W związku z tak szerokim rozpowszechnieniem tego materiału, odłamki szkła często spotykane są na licznych miejscach zdarzeń (np. wypadków komunikacyjnych, włamań czy bójek ulicznych). Analiza szklanych mikrookruchów może dostarczyć wielu cennych informacji, w tym pozwalających na potencjalne powiązanie osoby podejrzanej z miejscem zbrodni, ze względu na łatwość przeniesienia mikrookruchów z potłuczonych obiektów szklanych na odzież, buty czy włosy osób biorących udział w zdarzeniu [1, 3]. Coraz częściej technicy kryminalistyki ujawniają na miejscach zdarzeń mikrookruchy szkieł pochodzących z ekranów urządzeń mobilnych takich jak smartfony, laptopy, tablety czy iPod'y. Zgodnie z danymi zebranymi przez Bank Światowy i WHO w 2021 roku statystycznie 107 numerów komórkowych przypadało na 100 mieszkańców naszego globu [4]. Dane te potwierdzają, iż w obecnych czasach urządzenia mobilne stały się nieodłącznym elementem naszego życia.

Jednakże, do tej pory nie zostały przeprowadzone stosowne badania, które pozwoliłyby na opracowanie sposobu identyfikacji pochodzenia szkieł z ekranów smartfonów i powiązanie ich z konkretnymi modelami aparatów komórkowych. Z tego względu te mikrookruchy nie mają żadnej wartości dowodowej w sprawach związanych z wypadkami drogowymi czy innymi przestępstwami, w trakcie których doszło do rozbicia ekranu urządzenia mobilnego.

Celem niniejszych badań była analiza mikrookruchów szkła pochodzących z ekranów smartfonów pod kątem obecności O, Na, Mg, Al, Si, K, Ca i Fe przy pomocy skaningowego mikroskopu elektronowego z mikroanalizą rentgenowską (SEM-EDS, HITACHI S-4700, EDS Thermo NORAN). Otrzymane wyniki porównane zostały z przygotowanym zestawem mikrookruchów szkła pochodzącym z kategorii opakowań szklanych oraz szyb okiennych i samochodowych. Pozwoliło to na weryfikację hipotezy mówiącej o indywidualności składu pierwiastkowego szkieł stosowanych do wyrobu ekranów urządzeń mobilnych.

Literatura:

- [1] J. M. Curran, T. N. Hicks, J. S. Buckleton, *Forensic Interpretation of Glass Evidence*. CRC Press, USA 2000.
- [2] Glass Alliance Europe, *European Glass Industries. Statistical Report 2022-2023*. Bruksela 2023.
- [3] G. Zadora, *J. Chemometrics* 21 (2007) 174–186.
- [4] <https://data.worldbank.org/indicator/IT.CEL.SETS.P2>.

ARSEN – WRÓG CZY TEŻ PRZYJACIEL?

Izabela Komorowicz

*Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Chemii, Zakład Analizy Śladowej
ul. Uniwersytetu Poznańskiego 8, 61-614 Poznań
e-mail: iza.k@amu.edu.pl*

Arsen od wielu lat cieszy się dużym zainteresowaniem naukowców, jest szeroko rozpowszechnionym metaloidem w naszym ekosystemie, ze względu na dużą liczbę, zarówno naturalnych jak i antropogenicznych źródeł, z których może pochodzić. Arsen występuje w przyrodzie w postaci związków organicznych i nieorganicznych, na czterech stopniach utlenienia (-III, 0, +III, +V). Nieorganiczne formy arsenu są bardziej toksyczne niż związki organiczne. Duże zainteresowanie arsenem spowodowane jest przede wszystkim wysoką toksycznością niektórych związków arsenu, które występują nie tylko w środowisku, ale mogą również kumulować się w układach biologicznych ludzi i zwierząt. Problem ten dotyczy w szczególności organizmów żyjących w miejscach gdzie narażenie na arsen jest większe niż przeciętnie.

Jednak czy zawsze arsen kojarzy nam się wyłącznie z toksycznym wpływem na środowisko czy organizm ludzki? Najczęściej myślimy, chociażby o arseniku, jako o wysoce toksycznym, niebezpiecznym związku, którego należy unikać, ponieważ może powodować poważne problemy zdrowotne. Zresztą zdecydowana większość doniesień i artykułów na temat arsenu dotyczy konieczności jego oznaczania, opracowania w tym celu nowych procedur analitycznych lub też usuwania arsenu [1,2]. Wszystkie te działania wynikają z, zazwyczaj zbyt dużej, obecności arsenu w środowisku. W przeciwieństwie do powyższego, arsen może mieć również pozytywny wpływ na nasz organizm. Związki arsenu mogą być stosowane w medycynie, głównie do leczenia różnych typów nowotworów, a także mogą wykazywać działanie przeciwnowotworowe poprzez hamowanie namnażania się komórek nowotworowych. Trójtlenek arsenu (ATO) znalazł zastosowanie w nowoczesnych terapiach przeciwnowotworowych. ATO wcześniej stosowany był jako lek chemioterapeutyczny do leczenia ostrej białaczki promielocytowej, jednak jego zastosowanie nie przynosiło korzyści w leczeniu guzów litych. Najnowsze badania, obejmujące okres ostatnich kilku lat, wskazują jednak na ogromny potencjał w stosowaniu ATO w leczeniu różnego rodzaju guzów nowotworowych. Terapie te są skuteczne jednak tylko wtedy kiedy ATO umieszczony jest w specjalnym „nanonośniku” umożliwiającym dostarczenie leku do guza [3].

Na posterze zostaną przedstawione dwa kierunki badań dotyczących arsenu, jednoznacznie klasyfikujące ten pierwiastek jako wroga lub przyjaciela: i) badania dotyczące oznaczania ogólnej zawartości arsenu oraz jego form specyficznych w próbkach stałych. Ich potrzeba podyktowana jest toksycznością niektórych związków arsenu [1,2]; ii) potrzeba tworzenia nowoczesnych nośników dostarczania ATO w terapii onkologicznych guzów litych [3]. Zaprezentowane zostaną zarówno badania własne, jak i innych badaczy.

Literatura:

- [1] I. Komorowicz, A. Sajnog, D. Baralkiewicz, *Molecules* 24 (2019) 607.
- [2] I. Komorowicz, A. Hanć, W. Lorenc, D. Baralkiewicz, J. Falandysz, Y. Wang, *Chemosphere* 233 (2019) 223–233.
- [3] J. Shi, P.W. Kantoff, R. Wooster, O.C Farokhzad, *Nat. Rev. Cancer* 17 (2017) 20–37.

BADANIA NAD OCZYSZCZANIEM PRZEMYSŁOWEGO, EKSTRAKCYJNEGO KWASU FOSFOROWEGO ZE ZWIĄZKÓW KADMU Z ZASTOSOWANIEM TECHNIKI ICP-OES

Urszula Ryszko^a, Dorota Kołodyńska^b

^a Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Nowych Syntez Chemicznych,
Laboratorium Analityczne, Al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 13a, 24-110 Puławy

^b Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Wydział Chemii, Instytut Nauk Chemicznych,
Katedra Chemii Nieorganicznej, Pl. Marii Skłodowskiej-Curie 2, 20-031 Lublin
e-mail: urszula.ryszko@ins.lukasiewicz.gov.pl

Kadm jest pierwiastkiem stosunkowo słabo rozpowszechnionym w skorupie ziemskiej, jednak w wyniku antropogenicznej działalności człowieka stał się głównym zanieczyszczeniem chemicznym środowiska. W przemyśle Cd stosowany jest w produkcji galwanicznych powłok ochronnych, stabilizatorów tworzyw sztucznych, barwników, lutów i stopów oraz prętów kadmowych [1]. Głównym źródłem zanieczyszczenia gleby Cd są nawozy fosforowe wytwarzane z kwasu fosforowego powstającego w procesie ekstrakcyjnym (mokrym). Cd obecny w ekstrakcyjnym kwasie fosforowym (EKF) przechodzi przez procesy wzbogacania i zakwaszania towarzyszące produkcji nawozów fosforowych [2]. Łatwość przyswajania Cd z gleby przez rośliny związana jest z ryzykiem jego akumulacji w łańcuchu troficznym. Poza narażeniem zawodowym, podstawową drogą narażenia ludzi w Europie jest spożywanie zanieczyszczonej żywności, głównie produktów zbożowych, ryb oraz warzyw i owoców skażonych tym metalem [1]. Wśród metod usuwania Cd z EKF najczęściej wymieniane są kalcynacja, strącanie, ekstrakcja rozpuszczalnikowa, flotacja, adsorpcja, wymiana jonowa i procesy membranowe [3].

Celem badań było opracowanie skutecznej metody oczyszczania przemysłowego, ekstrakcyjnego kwasu fosforowego z jonów Cd(II) z zastosowaniem silnie kwaśnych wymienniczy jonowych. Sorpcję jonów Cd(II) prowadzono metodą statyczną badając wpływ masy jonitu (0,1-6g), stężenia kwasu fosforowego (1-5 M), czasu kontaktu faz (1-15 min), stężenia początkowego Cd ($0,5 \cdot 10^{-3}$ - $2,5 \cdot 10^{-3}$ M) oraz temperatury (293-333 K) na wydajność procesu. Wyznaczono parametry kinetyczne procesu sorpcji w oparciu o równania pseudo-pierwszego (PFO) i pseudo-drugiego rzędu (PSO) oraz modele Boyda i dyfuzji wewnątrzcząstkowej Webera i Morrisa (IPD). W celu uzyskania wiedzy na temat mechanizmu adsorpcji zastosowano modele adsorpcji Langmuira, Freundlicha i Temkina. Na podstawie izoterm adsorpcji wyznaczonych dla optymalnych warunków procesu określono maksymalne pojemności adsorpcyjne (q_{exp} , mg/g) kationitów. Uzyskane wyniki wpływu temperatury pozwoliły na wyznaczenie parametrów termodynamicznych (ΔH° , ΔS° i ΔG°) procesu sorpcji jonów Cd(II) z EKF. W celu oceny zdolności regeneracyjnych badanych kationitów przeprowadzono również proces desorpcji jonów Cd(II), z zastosowaniem kwasów HCl, HNO₃ i H₂SO₄ o stężeniach 0,5; 1,0 i 2,0 mol/dm³. Zawartość Cd oznaczono metodą ICP-OES z zastosowaniem spektrometru emisyjnego Agilent Technologies model 5900 przy długości fali 214.438 nm. Stężenia roztworów wzorcowych Cd do sporządzenia krzywych kalibracyjnych obejmowały zakres roboczy 0,25-20 mg/dm³.

Literatura:

- [1] H. Czeczot, M. Majewska, *Farm. Pol.* 66 (2010) 243–250.
- [2] T.L. Roberts, *Procedia Eng.* 83 (2014) 52–59.
- [3] S. Kouzbour, B. Gourich, F. Gros, Ch. Vial, F. Allam, Y. Stiriba, *Hydrometallurgy* 188 (2019) 222–247.

ROLA PRÓBEK PODWÓJNYCH W BADANIACH GEOCHEMICZNYCH – WERYFIKACJA POPRAWNOŚCI ETAPU OPRÓBOWANIA WÓD POWIERZCHNIOWYCH NA TERENIE GÓRNEGO ŚLĄSKA

Irena Wysocka, Agnieszka Konon, Angelika Szczypczyk

*Państwowy Instytut Geologiczny - Państwowy Instytut Badawczy,
Zakład Geologii Środowiskowej, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa
e-mail: irena.wysocka@pgi.gov.pl*

Skuteczna ocena stanu chemicznego środowiska przyrodniczego Ziemi wymaga odpowiednich informacji, między innymi o występowaniu, zawartościach i rozmieszczeniu przestrzennym pierwiastków i związków chemicznych. Takich informacji na terenie Polski dostarczają geochemiczne programy badawcze realizowane od połowy lat 80. XX w. przez Państwowy Instytut Geologiczny - PIB. Systematycznie prowadzone badania geochemiczne są ukierunkowane na rozpoznanie chemizmu i stopnia zanieczyszczenia gleb, osadów i wód powierzchniowych różnorodnych zbiorników i cieków wodnych. Dotychczas pobrano i poddano analizom chemicznym dziesiątki tysięcy próbek środowiskowych, a jednym z efektów tych badań są atlasy geochemiczne. Mapy geochemiczne przedstawiające rozkłady przestrzenne pojedynczych pierwiastków i związków chemicznych znajdują coraz szersze zastosowanie w dziedzinie ochrony środowiska, a także przy analizowaniu zależności między czynnikami środowiskowymi i zdrowiem ludzi. Dane geochemiczne mogą być także wykorzystane do wyznaczenia grup użytkowania powierzchni ziemi ocenianych według różnych kryteriów (wytycznych, wskazówek i rozporządzeń). Ponadto mogą one stanowić ważną informację dla organów państwowych zajmujących się zagadnieniami środowiskowymi (np. MKiŚ, GIOŚ, Urzędy Marszałkowskie). Uzyskane wyniki mają znaczenie przy tworzeniu rozporządzeń/legislacji, a szczególnie przy podejmowaniu decyzji wymagających działań naprawczych, np. rekultywacji.

Jednym z podstawowych narzędzi do monitorowania ważności wyników są próbki podwójne i ślepe stosowane na różnych etapach badań. O ile istnieją metodyki referencyjne wykonywania oznaczeń poszczególnych parametrów fizyko-chemicznych, o tyle nie istnieje obecnie żaden dokument, który wskazuje „uniwersalną” procedurę opróbowania wód powierzchniowych, dającą wiarygodne/ważne wyniki w każdych warunkach.

W związku z tym, że etap opróbowania stanowi istotny element procesu badawczego zmierzającego do poznania zawartości pierwiastków w danym środowisku, metodyka opróbowania wód wypracowana w PIG-PIB uwzględnia regularne stosowanie próbek podwójnych i ślepych. Analiza wyników dla próbek podwójnych i ślepych uzyskanych na etapie opróbowania wód umożliwia weryfikację kilku czynników, tj. powtarzalność procesu opróbowania, kompetencje personelu i potencjalną możliwość zanieczyszczenia próbek.

Prezentowane dane zostały uzyskane podczas realizacji projektu „Szczegółowa mapa geochemiczna Górnego Śląska w skali 1:25 000”. Sumaryczna liczba próbek wód powierzchniowych pobranych z różnorodnych zbiorników i cieków wodnych znajdujących się na badanym obszarze wyniosła 1172 (w tym około 4% to próbki podwójne).

Wszystkie prace sfinansowano ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej po akceptacji Ministerstwa Środowiska (obecnie Ministerstwa Klimatu i Środowiska).

WYKORZYSTANIE SPEKTROMETRII REZONANSU PLAZMONÓW W KONSTRUKCJI BIOSENSORA CZUŁEGO NA HIF-1 α

Zuzanna Zielińska^a, Łukasz Oldak^b, Ewa Gorodkiewicz^b

^a Szkoła Doktorska Nauk Ścisłych i Przyrodniczych Uniwersytetu w Białymstoku,
Wydział Chemii, Katedra Chemii Fizycznej, Pracownia Bioanalizy
ul. K. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok

^b Uniwersytet w Białymstoku, Wydział Chemii, Katedra Chemii Fizycznej,
Pracownia Bioanalizy, ul. K. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok
e-mail: z.zielinska@uwb.edu.pl

Angiogeneza jest procesem powstawania naczyń krwionośnych na bazie już istniejących. W niepatologicznych stanach organizmu rzadko dochodzi do angiogenezy, a szczególne znaczenie ma w przypadku chorób nowotworowych ze względu na udział we wzroście i progresji nowotworu [1]. Niedotlenienie jest stanem zawsze obecnym w środowisku nowotworu z powodu szybkiego wzrostu patologicznie zmienionych komórek, którym nie towarzyszy fizjologiczne, odpowiednie ukrwienie. Warunki hipoksji, a więc niedotlenienia komórkowego mogą wpływać na wytwarzanie czynnika HIF-1 α . Jest to jedna z izoform białka HIF o masie 92 kDa i bierze udział w kancerogenezie i wzroście guza przez regulację genów zaangażowanych w angiogenezę, metabolizm i inne mechanizmy biologiczne [2]. Jego obecność w środowisku guza może sprzyjać m.in. ekspresji VEGF, kolejnego czynnika biorącego udział w tworzeniu naczyń, ekspresji czynników indukujących degradację macierzy pozakomórkowej, oraz genu TWIST, który bierze udział w mechanizmach tworzenia przerzutów [3]. Podwyższoną ekspresję HIF-1 α można zaobserwować w przypadku wielu nowotworów, takich jak rak żołądka, okrężnicy, trzustki, nerek, jajnika czy mózgu [4]. W literaturze znaleźć można informacje o oznaczeniach tego związku w materiale biologicznym, takim jak osocze czy surowica krwi [5].

W niniejszej pracy wykorzystano nową metodę analityczną, jaką jest biosensor czuły na HIF-1 α z detekcją Powierzchniowego Rezonansu Plazmonów w wersji obrazowej (SPRi). W badaniach zastosowano nową procedurę immobilizacji przeciwciała opartą na kowalencyjnym sprzęganiu tiolu kwasu 11-merkaptoundekanowego (11-MUA). Wyznaczono parametry analityczne nowej metody opartej na bioczujniku. Opracowany bioczujnik charakteryzuje się lepszą czułością i większą dokładnością otrzymywanych wyników. Nową metodę analityczną zastosowano do oznaczeń ilościowych białka HIF-1 w różnorodnym materiale biologicznym (osocze, homogenaty tkanek) pochodzącym od chorych na choroby onkologiczne.

Literatura:

- [1] J. Kroon, A.E. Daniel, M. Hoogenboezem, J.D. van Buul, *J. Vis. Exp.* 90 (2014) 51766.
- [2] K.S. Choi, M.K. Bae, J.W. Jeong, H.E. Moon, K.W. Kim, *J. Biochem. Mol. Biol.* 36 (2003) 120–127.
- [3] A. Pezzuto, E. Carico, *Curr. Mol. Med.* 18 (2018) 343–351.
- [4] H. Zhong, A.M. De Marzo, E. Laughner, M. Lim, D.A. Hilton, D. Zagzag, P. Buechler, W.B. Isaacs, G.L. Semenza, J.W. Simons, *Cancer Res.* 59 (1999) 5830–5835.
- [5] S. Shorbagy, F. abuTaleb, H.A. Labib, *J. Gastrointest. Cancer* 52 (2021) 269–279.

ZASTOSOWANIE ATOMOWEJ SPEKTROMETRII ABSORPCYJNEJ DO OCENY STOPNIA ZANIECZYSZCZENIA SUPLEMENTÓW DIETY PIERWIASTKAMI TOKSYCZNYMI

Magdalena Gajewska, Iwona Kasprzyk

*Institut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. prof. Wacława Dąbrowskiego –
Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Jakości Żywności
Al. Marszałka J. Piłsudskiego 84, 92-202 Łódź
e-mail: magdalena.gajewska@ibprs.pl*

Suplementy diety stanowią najlepiej rozwijającą się na rynku grupę produktów **OTC** (*Over-the-counter*), czyli sprzedawanych bez recepty. Surowce stosowane do ich produkcji powinny charakteryzować się wysoką jakością i być wolne od zanieczyszczeń, w tym metali toksycznych. Produkty te, obok cennych witamin i minerałów, zawierają często różnego rodzaju komponenty pochodzenia roślinnego (np. zioła, wyciągi roślinne, wyizolowane składniki bioaktywne). Z uwagi na powszechne występowanie metali w środowisku, istnieje ryzyko nadmiernego zanieczyszczenia nimi roślin, a tym samym suplementów diety, które oprócz pożądanego efektu farmakologicznego mogą powodować intoksykację organizmu.

Z uwagi na powyższe, celem niniejszej pracy była ocena zanieczyszczenia kadmem, ołowiem i rtęcią wybranych suplementów diety dostępnych w sprzedaży detalicznej.

Badaniami objęto 85 suplementów diety zakupionych w sieci aptek na terenie Łodzi. Wśród nich znajdowały się preparaty witaminowe i witaminowo-mineralne, z których 48 zawierało w swoim składzie komponenty roślinne w połączeniu z innymi składnikami, 37 natomiast nie zawierało składników pochodzenia roślinnego. Preparaty posiadały różnorodną postać: tabletek, kapsułek, tabletek do ssania, syropów.

Zawartość Cd i Pb oznaczono metodą AAS z atomizacją w płomieniu, natomiast zawartość Hg z wykorzystaniem AAS z techniką amalgamacji (AMA-254, Leco). Poprawność stosowanych metod potwierdzono przy użyciu certyfikowanego materiału odniesienia – Mixed Polish Herbs (INCT-MPH-2).

W analizowanych suplementach diety zawartość metali ciężkich była zróżnicowana i kształtowała się w zakresie: 0,010 - 1,120 mg/kg dla kadmu, 0,01 - 1,75 mg/kg dla ołowiu oraz 0,0005 - 0,1870 mg/kg dla rtęci. W suplementach diety zawierających składniki pochodzenia roślinnego stwierdzono znacznie wyższą zawartość metali ciężkich w porównaniu do preparatów nie zawierających komponentów roślinnych. W sześciu preparatach zawierających surowce pochodzenia roślinnego zawartość rtęci przekraczała dopuszczalny poziom 0,10 mg/kg [1], natomiast maksymalne dozwolone zanieczyszczenie kadmem (1,0 mg/kg) zostało nieznacznie przekroczone w dwóch próbkach [2]. W żadnej z przebadanych próbek nie odnotowano przekroczenia dopuszczalnej zawartości ołowiu (3,0 mg/kg) [3].

Uzyskane wyniki wskazują na konieczność regularnego monitorowania zawartości metali toksycznych w suplementach diety.

Literatura:

- [1] Rozporządzenie Komisji (UE) 2022/617 z dnia 12 kwietnia 2022 r. w odniesieniu do najwyższych dopuszczalnych poziomów rtęci, 2022, L, 115/60.
- [2] Rozporządzenie Komisji (UE) 2021/1323 z dnia 10 sierpnia 2021 r. w odniesieniu do najwyższych dopuszczalnych poziomów kadmu w niektórych środkach spożywczych, 2021, L, 288/13.
- [3] Rozporządzenie Komisji (UE) 2021/1317 z dnia 9 sierpnia 2021 r. w odniesieniu do najwyższych dopuszczalnych poziomów ołowiu w niektórych środkach spożywczych, 2021, L, 286/1.

NANOCZĄSTKI FERRYTÓW JAKO DETEKTORY METALI CIĘŻKICH Z ROZTWORÓW WODNYCH

**Anna Wasilewska^a, Magda Bielicka^a, Justyna Maliszewska^b, Urszula Klekotka^b,
Elżbieta Zambrzycka-Szelewa^b, Beata Kalska-Szostko^b**

^a *Uniwersytet w Białymstoku, Szkoła Doktorska Nauk Ścisłych i Przyrodniczych
ul. K. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok*

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

Wszegobecne metale ciężkie stanowią zagrożenie dla zdrowia i życia człowieka [1]. Z tego powodu istotne jest skuteczne ich wykrywanie i zapobieganie zatruciom. W ostatnich latach opublikowano wiele badań dotyczących zastosowania nanocząstek do oznaczeń zawartości jonów metali ciężkich, takich jak kadm, kobalt czy ołów [2]. Odpowiednio zmodyfikowane powierzchniowo nanocząstki mogą wychwytywać je z różnego typu roztworów i być z powodzeniem zastosowane jako ich detektory [3]. Dlatego szczegółowe badania efektywności adsorpcji na domieszkowanych nanocząstkach magnetytu są bardzo interesujące i innowacyjne, aby zrozumieć znaczenie składu rdzenia i modyfikacji powierzchni [4]. Celem niniejszej pracy było opracowanie metody wychwytywania jonów metali ciężkich (ołowiu, kadmu i miedzi) z roztworów wodnych przy pomocy powierzchniowo zmodyfikowanych nanocząstek magnetytu oraz ferrytów domieszkowanych kobaltem, cynkiem lub galem. Cel ten osiągnięto przez otrzymanie nanocząstek magnetytu oraz odpowiednich ferrytów, następnie ich modyfikację wybranymi związkami organofosforowymi. Zmodyfikowane nanocząstki dodano do zanieczyszczonych metalami ciężkimi roztworów, po czym sprawdzono, z jaką efektywnością dany układ nanocząstka-związek organofosforowy wychwytywał jony. Otrzymane nanocząstki z różną skutecznością wiązały się z jonami metali ciężkich w roztworach wodnych. Wykazano, że efektywność adsorpcji metali zależy nie tylko od modyfikatora, ale również od rodzaju rdzenia.

Literatura:

- [1] S. Sawan, R. Maalouf, A. Errachid, N. Jaffrezic-Renault, *TrAC Trends Anal. Chem.* 131 (2020) 116014.
- [2] J.A. Buledi, S. Amin, S.I. Haider, M.I. Bhangar, A.R. Solangi, *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.* 28 (2021) 58994–59002.
- [3] H. Lin, H. Jiang, P. He, S.A. Haruna, Q. Chen, Z. Xue, C. Chan, S. Ali, *Sens. Actuators B: Chem.* 335 (2021) 129716.
- [4] U. Klekotka, E. Wińska, E. Zambrzycka-Szelewa, D. Satuła, B. Kalska-Szostko, *Beilstein J. Nanotechnol.* 9 (2018) 762–770.

DETEKCJA METALI CIĘŻKICH Z ZASTOSOWANIEM NANOCZĄSTEK Fe_3O_4 ORAZ CoFe_2O_4 MODYFIKOWANYCH WYBRANYMI KWASAMI ORGANOFOSFOROWYMI

**Urszula Klekotka^a, Magda Dobosz^b, Elżbieta Zambrzycka-Szelewa^a,
Justyna Maliszewska^a, Beata Kalska-Szostko^a**

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

^b *Szkoła Doktorska Nauk Ścisłych i Przyrodniczych, Uniwersytet w Białymstoku,
K. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok, Poland
e-mail: u.klekotka@uwb.edu.pl*

Nanocząstki ferrytowe zyskały znaczną uwagę ze względu na swoje unikalne właściwości magnetyczne i katalityczne, co czyni je obiecującymi kandydatami do różnych zastosowań w dziedzinie ochrony środowiska oraz analizy [1]. Poprzez wprowadzenie do struktury nanocząstek magnetytu domieszki kobaltu, można poprawić ich właściwości magnetyczne, zwiększając ich przydatność na przykład do procesów ekstrakcji i separacji śladowych ilości metali ciężkich. Ponadto, funkcjonalizacja takich nanocząstek za pomocą kwasów organofosforowych wprowadza selektywne miejsca wiązania, zwiększając powinowactwo i specyficzność adsorpcji metali ciężkich [2].

W badaniach zastosowano takie techniki charakteryzacji nanocząstek jak dyfrakcja rentgenowska, mikroskopia transmisyjna elektronów oraz spektroskopia podczerwieni z transformacją Fouriera, w celu wyjaśnienia cech strukturalnych, morfologicznych i chemicznych syntetyzowanych materiałów. Zastosowanie otrzymanych nanomateriałów w detekcji metali ciężkich było kontrolowane za pomocą spektroskopii absorpcji atomowej (AAS). Wysoka czułość i selektywność AAS czynią ją idealną techniką do określania stężeń śladowych metali. Zastosowanie opracowanych nanomateriałów jako sorbentów zwiększa prekoncentrację docelowych metali ciężkich, umożliwiając tym samym ich wykrycie nawet przy niewielkich stężeniach.

Niniejsza prezentacja skupia się na innowacyjnym zastosowaniu nanocząstek Fe_3O_4 i CoFe_2O_4 zmodyfikowanych powierzchniowo kwasami organofosforowymi w celu detekcji i ilościowej analizy istotnych środowiskowo metali ciężkich, a mianowicie ołowiu (Pb), miedzi (Cu) i kadmu (Cd) w sokach jabłkowych, pomidorowych i ziemniaczanych. Nowatorskie podejście tej pracy obejmuje wykorzystanie nanocząstek ferrytowych domieszkowanych kobaltem (Co) i zmodyfikowanych kwasami organofosforowymi jako efektywnych sorbentów do analizy metali ciężkich.

Literatura:

- [1] C.C. Berry, *J. Phys. D: Appl. Phys.* 42 (2009) 224003.
[2] S. Shariati, M. Faraji, Y. Yamini, A.A. Rajabi, *Desalination* 270 (2011) 160–165.

NANOCZĄSTKI $ZnFe_2O_4$ i $GaFe_2O_4$ JAKO DETEKTORY METALI CIĘŻKICH W SOKACH

**Magda Bielicka^{a,b}, Urszula Klekotka^b, Anna Wasilewska^{a,b},
Elżbieta Zambrzycka-Szelewa^b, Justyna Maliszewska^b, Beata Kalska-Szostko^b**

^a Uniwersytet w Białymstoku, Szkoła Doktorska Nauk Ścisłych i Przyrodniczych

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

Poszukiwanie nowych technik usuwania zanieczyszczeń ze środowiska jest obecnie jednym z głównych tematów zainteresowań badaczy zajmujących się zagadnieniami związanymi z ochroną środowiska lub nanotechnologią. Przykładem głównych zanieczyszczeń występujących w środowisku są metale do których zaliczamy m.in. nikiel, żelazo, miedź, srebro, a także toksyczne i rakotwórcze pierwiastki jak: tal, kadm, ołów, itp. Ich obecność w środowisku spowodowana jest działalnością antropogeniczną (składowiska odpadków, roboty drogowe, stosowanie sztucznych nawozów, itp.) [1]. Ze względu na to, że metale ciężkie nie ulegają biodegradacji i nie rozkładają się, kumulują się w środowisku i mogą przyczynić się do jego zanieczyszczenia, zwłaszcza zasobów wodnych. Dlatego też ważnym aspektem ochrony środowiska jest wykrywanie i usuwanie metali ciężkich m.in. z wody i produktów przetwórstwa spożywczego [2].

Do wykrywania obecności poszczególnych rodzajów metali stosowane są odpowiednie sensory, w tym: fluorescencyjne i elektrody modyfikowane nanomateriałami (nanomateriały węglowe, tlenki metali (żelazo (Fe), cynk (Zn), magnez (Mg), srebro (Ag) itp.) [3]. W celu uzyskania określonych właściwości nanomateriałów pokrywa się je dodatkową powłoką np. z: polimerów, materiałów biologicznie czynnych, itp. Pozwala to na poprawę ich właściwości m.in. zmniejszenie zdolności agregacji i utleniania, zwiększenie stabilności chemicznej, czy biokompatybilność, itp [4]. Obiecującymi modyfikatorami są związki fosforoorganiczne. Znajdujące się w nich mostki metal-tlen-fosfor (M-O-P) silnie wiążą się z powietrznią np. tlenku żelaza. Występujące natomiast w nanocząstkach powierzchnie tlenkowe tworzą wiązania wodorowe z grupami karboksylowymi i fosforanowymi [5]. Utworzenie dodatkowo zmodyfikowanej powłoki na powierzchni nanocząstek jest niezbędne dla zapewnienia ich wysokiej reaktywności, która umożliwi zastosowanie modyfikowanych nanocząstek jako detektorów metali ciężkich [6].

Celem pracy było zbadanie możliwości wykrywania metali ciężkich: ołowiu (Pb), kadmu (Cd) oraz miedzi (Cu) za pomocą modyfikowanych związkami fosforoorganicznymi nanocząstek ferrytów domieszkowanych galem (Ga) oraz cynkiem (Zn).

Literatura:

- [1] M. Jaishankar, T. Tseten, N. Anbalagan, B.B. Mathew, K.N. Beeregowda, *Interdiscip. Toxicol.* 7 (2014) 60–72.
- [2] P. Shrivastava, V.K. Jain, S. Nagpal, *Environ. Nanotechnol. Monit. Manag.* 17 (2022) 100667.
- [3] J. Yang, B. Hou, J. Wang, B. Tian, J. Bi, N. Wang, X. Li, X. Huang, *Nanomaterials* 9(3) (2019) 424.
- [4] I. Khan, K. Saeed, I. Khan, *Arab. J. Chem.* 12(7) (2019) 908–931.
- [5] B. Kalska-Szostko, M. Rogowska, D. Satuła, *Colloids Surf. B.* 111 (2013) 656–662.
- [6] Z. Gong, H.T. Chan, Q. Chen, H. Chen, *Nanomaterials (Basel)* 11(7) (2021) 1792.

BADANIE SPECJACJI KOMPLEKSÓW KWASU *p*-KUMAROWEGO I KAWOWEGO Z JONAMI LANTANOWCÓW W ROZTWORACH WODNYCH

Edyta Nalewajko-Sieliwoniuk^a, Sofia Gama^{a,b}, Żaneta Arciszewska^a, Paulina Bogdan^a, Gabriele Lando^c, Demetrio Milea^c, Beata Godlewska-Żyłkiewicz^a

^a *University of Białystok, Faculty of Chemistry, Department of Analytical Chemistry
K. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok*

^b *Universidade de Lisboa, Centro de Ciências e Tecnologias Nucleares, Instituto Superior Técnico, Estrada Nacional 10 (km 139.7), 2695-066, Bobadela LRS*

^c *Università degli Studi di Messina, Dipartimento di Scienze Chimiche, Biologiche, Farmaceutiche ed Ambientali, CHIBIOFARAM, V.le F. Stagno d'Alcontres, 31
98166 Messina
e-mail: e.nalewajko@uwb.edu.pl*

Kwasy kawowy (CFA) i *p*-kumarowy (*p*-CA) to związki biologicznie czynne powszechnie występujące w roślinach i żywności pochodzenia roślinnego. Kompleksy metali tych kwasów wykazują zróżnicowaną aktywność biologiczną (m.in. przeciwutleniającą, przeciwbakteryjną, przeciwnowotworową, przeciwzapalną, przeciwcukrzycową), dzięki czemu znajdują one zastosowanie w wielu gałęziach przemysłu [1,2]. Lantanowce (Ln) należą do metali, które są badane głównie pod kątem ich unikalnych właściwości optycznych i magnetycznych [3]. Z przeglądu literatury wynika, że niektóre kompleksy lantanowców posiadają cenne właściwości biologiczne i w wielu krajach znajdują zastosowanie w zootechnice i rolnictwie [4,5]. Celem niniejszej pracy było zbadanie specjacji CFA i *p*-CA z wybranymi jonami lantanowców ($\text{Ln}^{3+} = \text{Eu}^{3+}, \text{Gd}^{3+}$ i Dy^{3+}) w roztworze wodnym. Oceniono zdolność kompleksowania kationów Ln^{3+} przez kwasy fenolowe w szerokim zakresie wartości pH ($2 \leq \text{pH} \leq 8$) ($I = 0,2 \text{ mol dm}^{-3} \text{ KCl}_{(\text{aq})}$ i $T = 298,15 \pm 0,1 \text{ K}$). Zbadano również zdolność sekwestracji obu ligandów wobec badanych jonów lantanowców, wyznaczając wartości parametrów pM i pL_{0,5}. Badania prowadzono z wykorzystaniem technik: potencjometrycznej, spektrofotometrycznej i ¹H NMR.

Podziękowania: praca została częściowo sfinansowana ze środków Narodowego Centrum Nauki (nr projektu: 2018/29/B/NZ9/01997).

Literatura:

- [1] O. Taofiq, A.M. González-Paramás, M.F. Barreiro, I.C.F.R. Ferreira, *Molecules* 22 (2017) 281.
- [2] G. Granata, G.M.L. Consoli, R.L. Nigro, C. Geraci, *Food Chem.* 245 (2018) 551–556.
- [3] Ż. Arciszewska, S. Gama, B. Leśniewska, J. Małejko, E. Nalewajko-Sieliwoniuk, E. Zambrzycka-Szelewa, B. Godlewska-Żyłkiewicz, *Process Saf. Environ. Prot.* 168 (2022) 205–223.
- [4] L. Cai, Y.S. Park, S.I. Seong, S.W. Yoo, I.H. Kim, *Livest. Sci.* 172 (2015) 43–49.
- [5] D. Carpenter, C. Boutin, J.E. Allison, J.L. Parsons, D.M. Ellis, *PLoS One* 10 (2015) e0129936.

BADANIA W KIERUNKU UWIERZYTELNIANIA ŻYWNOŚCI NA PRZYKŁADZIE PRÓBEK RYŻU: WYKORZYSTANIE ANALIZY SKŁADU PIERWIASTKOWEGO W POŁĄCZENIU Z METODAMI WIELOWYMIAROWYMI

**Aleksandra Pawlaczyk, Magda Roguz, Jadwiga Albińska,
Małgorzata Iwona Szynkowska-Jóźwik**

*Politechnika Łódzka, Wydział Chemiczny, Instytut Chemii Ogólnej i Ekologicznej
ul. Żeromskiego 114, 90-543 Łódź
e-mail: aleksandra.pawlaczyk@p.lodz.pl*

W wyniku globalizacji handlu żywnością, zwiększyła się odległość, jaką artykuły spożywcze pokonują od producenta do konsumenta. Z tego względu utrzymanie bezpieczeństwa i jakości w całym łańcuchu żywnościowym stanowi dość duże wyzwanie. Żywność i produkty żywnościowe mogą być fałszowane, celowo lub nieumyślnie zastąpione składnikami o niższej jakości, co prowadzi do obniżenia bezpieczeństwa artykułów oraz świadczy o niezgodności produktu z deklaracjami producenta [1]. Ryż jest najpopularniejszym zbożem i podstawowym pożywieniem dla ponad połowy światowej populacji. Fałszowanie może obejmować różne poziomy, takie jak: pochodzenie botaniczne i geograficzne, zafałszowanie/zastąpienie, metoda uprawy, aromat/smak, zawartość mikroelementów [1,2]. Dlatego ważne jest rozszerzenie zakresu metod, które mogą być z powodzeniem wykorzystane do wykrywania nieoryginalnych produktów oraz wprowadzenie przepisów regulujących prawo dotyczące fałszowania żywności [2,3].

Celem podjętych badań była ocena zróżnicowania składu pierwiastkowego próbek ryżu dostępnych na polskim rynku. Do badań łącznie zebrano 82 próbki ryżu. Podczas analizy uwzględniono takie parametry jak typ próbki (ryż biały, brązowy, *Basmati*, jaśminowy, dziki). W kolejnym etapie dokonano podziału, w ramach którego wyszczególniono ryż jaśminowy biały, brązowy, czarny. Następnie podjęto próbę wyodrębnienia charakterystycznych składników dla ryżu *Basmati*, dla którego wyróżniono próbki zakupione w supermarketach oraz te pochodzące z innych źródeł. Całkowitą zawartość Hg w próbkach ryżu oznaczono techniką zimnych par w atomowej spektroskopii absorpcyjnej CVAAS przy użyciu automatycznego analizatora rtęci MA-3000 (NIC). Poziom As oraz Se zmierzono techniką atomowej spektroskopii absorpcyjnej z atomizacją w kuwecie grafitowej GFAAS (Solaar M6, *Unicam Atomic Absorption*). Pomiaru stężeń pozostałych pierwiastków (m.in. Ca, Cu, Fe, K, Mg, Mn, P, S, Zn) dokonano techniką optycznej spektroskopii emisyjnej ze wzbudzeniem w plazmie sprzężonej indukcyjnie ICP-OES (iCAP 7400, *Thermo*). Do oceny uzyskanych wyników względem wybranych parametrów przy podziale próbek na poszczególne grupy zastosowano testy statystyczne i analizy wielowymiarowe. Badania dowiodły, że poszczególne rodzaje badanych próbek cechują się zupełnie odmiennym składem pierwiastkowym, co może okazać się niezwykle pomocne przy potencjalnej identyfikacji zafałszowań.

Badania sfinansowano ze środków Fundacji Politechniki Łódzkiej (dotacja nr 2/DOT-U/2022).

Literatura:

- [1] M. Śliwińska-Bartel, D.T. Burns, C. Elliott, *Trends Food Sci. Technol.* 116 (2021) 36–46.
- [2] N. Tyagi, R. Raghuvanshi, M.K. Upadhyay, A.K. Srivastava, P. Suprasanna, S. Srivastava, *J. Food Compos. Anal.* 93 (2020) 103612.
- [3] S. Kongsri, P. Sricharoen, N. Limchoowong, C. Kukusamude, *Foods* 10 (2021) 2349.

Konwersatorium Spektrometrii Atomowej, Białystok 11-13.09.2023

WPLYW KADMU I/LUB EKSTRAKTU Z OWOCÓW ARONII CZARNOOWOCOWEJ NA STĘŻENIE JĄDROWEGO CZYNNIKA TRANSKRYPCYJNEGO KAPPA B (NF-κB) W WĄTROBIE SZCZURÓW

**Magdalena Kozłowska, Joanna Rogalska, Małgorzata Gałążyn-Sidoreczuk,
Małgorzata M. Brzóska**

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

Obecność kadmu (Cd) w środowisku naturalnym oraz środowisku pracy człowieka stwarza istotne zagrożenie dla zdrowia, a prognozy wskazują, iż ekspozycja populacji generalnej na ten metal w krajach uprzemysłowionych będzie wzrastać [1]. Owoce aronii czarnoowocowej (*Aronia melanocarpa* L.) będące bogatym źródłem związków biologicznie czynnych, w tym związków polifenolowych, mogą znaleźć zastosowanie w profilaktyce i leczeniu skutków zdrowotnych narażenia na kadm [2-4].

Celem badania była ocena wpływu podawania ekstraktu z owoców aronii czarnoowocowej (*A. melanocarpa* L.) na stężenie jądrowego czynnika transkrypcyjnego kappa B (NF-κB) w wątrobie szczurów eksponowanych chronicznie na kadm.

Doświadczenie przeprowadzono na 192 samicach szczura szczepu Wistar, którym podawano kadm („Morawski” Kcynia) w stężeniu 1 lub 5 mg Cd/kg paszy i/lub 0,1% wodny ekstrakt z owoców aronii czarnoowocowej (firmy Adamed) przez okres 3, 10, 17 i 24 miesięcy. Stężenie NF-κB oznaczono w nadsączach 10% homogenatów wątroby za pomocą zestawu diagnostycznego firmy Cloud-Clone Corp.

W przeprowadzonym badaniu wykazano, że ekspozycja szczurów na 1 mg Cd/kg paszy prowadziła do wzrostu stężenia NF-κB po 10 miesiącach, natomiast narażenie na 5 mg Cd/kg paszy skutkowało zwiększeniem stężenia tego czynnika po 3 i 24 miesiącach eksperymentu. Podawanie zwierzętom ekstraktu z owoców aronii zapewniało całkowitą ochronę przed indukowanym kadmem wzrostem stężenia NF-κB w wątrobie. Stężenie NF-κB było dodatnio skorelowane ze stężeniem kadmu w tym narządzie po 24 miesiącach doświadczenia.

Wyniki przeprowadzonego badania pozwalają stwierdzić, że spożywanie bogatego w związki polifenolowe ekstraktu z owoców *A. melanocarpa* może chronić przed wzrostem stężenia NF-κB w wątrobie w warunkach ekspozycji powtarzanej na kadm, a w związku z tym hamować rozwój procesów aktywowanych tym czynnikiem, wliczając procesy zapalne.

Literatura:

- [1] M. Mężyńska, M.M. Brzóska, *Environ. Sci. Pollut. Res.* 25 (2018) 3211–3232.
- [2] M.M. Brzóska, M. Kozłowska, J. Rogalska, *Nutrients* 14 (2022) 4080.
- [3] M. Kozłowska, M.M. Brzóska, J. Rogalska, A. Galicka, *Nutrients* 12 (2020) 2766.
- [4] M.M. Brzóska, M. Gałążyn-Sidoreczuk, M. Kozłowska, N. Smreczański, *Nutrients* 14 (2022) 477.

OZNACZANIE WYBRANYCH LANTANOWCÓW W ŻYWNOŚCI TECHNIKĄ ICP-MS PO WSTĘPNYM ZATĘŻENIU NA MEZOPOROWATYCH MATERIAŁACH KRZEMIONKOWYCH

Żaneta Arciszewska, Beata Godlewska-Żyłkiewicz

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

Lantanowce (Ln) ze względu na swoje unikalne właściwości magnetyczne, optyczne i chemiczne są coraz częściej stosowane w różnych gałęziach przemysłu, a także w rolnictwie i medycynie. W konsekwencji dostają się do środowiska i są pobierane przez organizmy żywe z atmosfery, wody i gleby [1]. Rosnąca liczba „antropogenicznych” anomalii Ln w różnych elementach środowiska wskazuje, że stały się one nowo pojawiającymi się zanieczyszczeniami. Ze względu na to, że mechanizmy środowiskowej i ludzkiej toksyczności lantanowców są nadal słabo poznane i wymagają dalszych badań, konieczne staje się monitorowanie stężeń Ln w różnych próbkach, w tym w żywności.

Bezpośrednie oznaczanie Ln w żywności jest zadaniem trudnym ze względu na ich niskie stężenie a także obecność dużego nadmiaru innych substancji chemicznych mogących wpływać na dokładność i wiarygodność wyników. Technika, która obecnie jest najczęściej wykorzystywana do oznaczenia niskich stężeń Ln w różnego typu próbkach jest spektrometria mas z jonizacją w plazmie sprzężonej indukcyjnie (ICP MS). Ze względu na liczne interferencje występujące podczas pomiarów w wielu przypadkach konieczne staje się wprowadzenie etapu oddzielenia lub wstępnego zatężania Ln. Ekstrakcja do fazy stałej (SPE) z zastosowaniem różnych sorbentów jest szeroko stosowana do wstępnego zatężania i oddzielania Ln z próbek żywności. W ostatnich latach nanosorbenty oparte na uporządkowanej mezoporowatej krzemionce (OMS) cieszą się ogromnym zainteresowaniem, a to za sprawą ich dużej powierzchni właściwej, dużej porowatości, regularnej organizacji i dużej objętości porów, stabilności termicznej oraz zdolności przyłączania do swojej powierzchni szerokiej gamy ugrupowań organicznych [2].

W pracy zostaną przedstawione wyniki dotyczące optymalizacji warunków oznaczania wybranych Ln z wykorzystaniem spektrometru ICP-QQQ-MS wyposażonego w komorę kolizyjno/reakcyjną. Zbadano efektywność usuwania interferencji podczas oznaczania Eu, Gd i Dy stosując hel i tlen jako gazy komorowe. Stwierdzono, że zastosowanie helu przy przepływie 5 mL/min (energia dyskryminacji 0 V) i tlenu przy przepływie 0,35 mL/min (energia dyskryminacji -10 V) nie pozwalało na pomiary Eu, Gd i Dy wolne od interferencji spektralnych. W związku z tym w kolejnym etapie zbadano przydatność materiałów OMS modyfikowanych 3-merkaptopropylotrimetoksylanem do wstępnego zatężania i wydzielania Eu, Gd i Dy z próbek żywności przed ich oznaczeniem techniką ICP-MS. Zoptymalizowano parametry wpływające na wydzielanie Eu, Gd i Dy na badanych sorbentach, tj. pH próbki, rodzaj, stężenie i objętość eluenta. Opracowaną metodę SPE-ICP-MS wykorzystano do oznaczania Eu, Gd, Dy w różnych próbkach żywności.

Podziękowania: Dla Pani dr Agaty Wawrzyńczak z Uniwersytetu in. Adama Mickiewicza za udostępnienie mezoporowatych materiałów krzemionkowych.

Literatura:

- [1] Ż. Arciszewska, S. Gama, B. Leśniewska, J. Malejko, E. Nalewajko-Sieliwoniuk, E. Zambrzycka-Szelewa, B. Godlewska-Żyłkiewicz, *Process Saf. Environ. Prot.* 168 (2022) 205–223.
[2] J. Florek, S. Giret, E. Juère, D. Larivièreac, F. Kleitz, *Dalton Trans.* 45 (2016) 14832.

Konwersatorium Spektrometrii Atomowej, Białystok 11-13.09.2023

OZNACZANIE KRZEMU W MATRYCY ROŚLINNEJ ZA POMOCĄ ICP-Q/MS

**Adrian Golebiowski^{a,c}, Małgorzata Szultka-Młyńska^a, Katarzyna Głowacka^b,
Bogusław Buszewski^{a,d}**

^a *Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Wydział Chemii
ul. Gagarina 7, 87-100 Toruń, Polska*

^b *Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Wydział Biologii i Biotechnologii, Polska*

^c *Interdyscyplinarne Centrum Nowoczesnych Technologii UMK w Toruniu, Polska*

^d *Kujawsko-Pomorskie Centrum Naukowo-Technologiczne im. prof. Jana Czochrańskiego
e-mail: adrian.golebiowski@doktorant.umk.pl*

Technika spektrometrii mas z indukcyjnie sprzężoną plazmą jest obecnie jednym z najczulszych dostępnych technik analitycznych wykorzystywanych do wykrywania i ilościowego oznaczania szerokiej grupy pierwiastków. W wyniku procesów elementarnych zachodzących w warunkach plazmy: odparowania, atomizacji oraz jonizacji pierwiastki przechodzą w formy zjonizowane. Jednakże, w wyniku jonizacji następuje powstawanie jonów kilkukrotnie dodatnich (M^{2+} , M^{3+} ...) oraz jonów wieloatomowych powstałych z połączeń kilku różnych atomów. Krzem występuje w przyrodzie jako mieszanina trzech izotopów ^{28}Si , ^{29}Si oraz ^{30}Si , z czego ten najlżejszy występuje najliczniej (92 %). W kontekście oznaczania tego pierwiastka za pomocą ICP-Q/MS przy m/z równym 28 występują dwie główne interferencje wieloatomowe pochodzące od: $^{12}\text{C}^{16}\text{O}$, $^{14}\text{N}_2$. Ze względu na bardzo powszechne występowanie tych pierwiastków w matrycy roślinnej (sygnał próby ślepej jest intensywny) należy przeprowadzić optymalizację procesu oznaczania krzemu za pomocą tej techniki. W prezentowanej pracy przedstawiono kroki poczynione w celu optymalizacji parametrów instrumentalnych spektrometru 1) minimalizowania poziomu tła 2) jednocześnie przy zachowaniu możliwie dużej czułości oznaczania krzemu oraz 3) zaproponowano metodologię przygotowania próbek roślinnych. Wykazano za pomocą testów liniowości oraz dokładności i precyzji względem materiału odniesienia, że zaproponowana metodologia może być stosowana do oznaczania krzemu w próbkach roślinnych.

Podziękowania: Praca została wykonana dzięki wsparciu finansowemu grantu NCN Opus 18 (2019/35/B/ST4/02791) (2020-2024), Narodowe Centrum Nauki NCN (Kraków, Polska).



INDEKS AUTORÓW

(W – Wykład, SZ – Sesja szkoleniowa - Zarządzanie jakością badań, K – Komunikat, KM – Komunikat Młodego Spektroskopisty, P – Plakat)

Albińska Jadwiga.....	P-14, P-25	Guldhav Alf Y	K-5
Anyszkiewicz Jacek	K-5, K-10, KM-3, KM-4	Halicz Ludwik.....	K-4, KM-7
Arciszewska Żaneta.....	P-24, P-27	Hanć Anetta	K-3, P-6
Babińska-Wensierska Weronika.....	W-10	Hryniewicka Marta	KM-8
Barańkiewicz Danuta.....	SZ-2, P-7	Jakóbiak-Kolon Agata	K-5
Bielicka Magda.....	P-21, P-23	Jamróz Piotr	W-9, W-10
Blandholl Kjell	K-5, K-10	Jaranowski Piotr.....	W-3
Bogdan Paulina.....	P-24	Jaszczak Marcin.....	KM-5
Bortka Kamil	P-3	Jatkowska Natalia	P-2
Braeuer Simone	KM-6	Jimenez-Laman Javier	W-7
Brzóska Małgorzata M	KM-10, P-9, P-26	Kalbarczyk Paweł	W-12, P-13
Bulska Ewa....	W-1, SZ-3, K-4, KM-2, KM-7	Kalska-Szostko Beata	P-21, P-22, P-23
Buszewski Bogusław.....	W-2, P-28	Karasiński Jakub.....	K-4, KM-2, KM-7
Caceres Isaura.....	K-2	Karpińska Anna	P-10
Chabowska Aneta	P-2	Kasierot Sonia.....	KM-3
Chajduk Ewelina.....	W-12, P-13	Kasprzyk Iwona	P-20
Cieślik Bartłomiej.....	KM-5, P-4	Kayzer Dariusz	P-7
Ciosek-Skibińska Patrycja.....	K-1	Kińska Katarzyna.....	K-2, P-3
Clases David	KM-6	Kiszkiel-Taudul Ilona	KM-8
Czarnecki Mateusz	K-1	Klekotka Urszula	P-21, P-22, P-23
Dobosz Magda.....	P-22	Kliś Tymoteusz	W-9
Dobrowolski Ryszard	W-6	Knapik Magdalena.....	K-10, KM-3
Dror Ishai.....	W-4	Kocot Karina.....	W-14, K-12
Dubenska Liliya	KM-2	Koko Elwira.....	P-7
Ducos Kilian.....	K-2	Kołodzyńska Dorota	P-17
Dulski Mateusz.....	K-8	Komorowicz Izabela	P-16
Dushna Olha	KM-2	Konieczka Piotr.....	SZ-1, P-1
Dzimitrowicz Anna.....	W-10	Konon Agnieszka.....	P-18
Fabjanowicz Magdalena.....	P-2	Kostrzewa Justyna .	K-5, K-10, KM-3, KM-4
Factor Cécile.....	W-5	Kowa Ewelina.....	KM-6
Feist Barbara.....	K-8	Kowalewska Zofia	W-11
Frąckowiak Julia.....	P-6	Kowalska Joanna	SZ-4, P-3
Gabrych Igor.....	P-12	Kozłowicz Sylwia	K-10, KM-3
Gajek Magdalena.....	P-12, P-14	Kozłowska Magdalena.....	P-26
Gajewska Magdalena.....	P-20	Krasnodębska-Ostręga Beata	SZ-4, P-3
Gałązyn-Sidorczuk Małgorzata	KM-10, P-9, P-26	Kusiorowski Robert	K-9
Gama Sofia	P-24	Lando Gabriele	P-24
Gawor Andrzej	SZ-3	Latacz Aleksandra.....	P-11
Gągor Anna	K-11	Leśniewska Anna.....	KM-11
Gerle Anna.....	K-9	Leśniewska Barbara.....	KM-8
Głowacka Katarzyna	P-28	Łobinski Ryszard	W-5, K-2
Godlewska-Żyłkiewicz Beata ...	KM-9, P-10, P-24, P-27	Łojkowska Ewa.....	W-10
Gołębiowski Adrian.....	P-28	Łukaszewski Zenon	KM-11
Gonzalez de Vega Raquel	KM-6	Maćkiewicz Elżbieta.....	P-5, P-14
Gorewoda Tadeusz .	K-5, K-10, KM-3, KM-4	Maj Izabela	KM-3
Gorodkiewicz Ewa	KM-11, P-19	Malejko Julita	P-10
Grau José	P-2	Maliszewska Justyna.....	P-21, P-22, P-23
Grimaud Régis.....	K-2	Markiewicz-Żukowska Renata	P-8
		Matczuk Magdalena.....	W-8
		Matusiak Jolanta.....	K-9

Milea Demetrio.....	P-24	Sokołowski Jerzy	P-14
Morlo Kinga	W-6	Sokołowski Krzysztof.....	P-14
Moskwa Justyna	P-8	Soroczyńska Jolanta.....	P-8
Motyka-Pomagruk Agata	W-10	Stec Katarzyna	K-9
Musielak Ewelina	K-5, K-10, KM-3, KM-4	Strzezińska Izabela	W-5
Musielak Marcin.....	W-14, K-11, K-12	Suliburska Joanna	P-6
Nalazek-Rudnicka Katarzyna.....	KM-1	Szczypczyk Angelika.....	P-18
Nalewajko-Sieliwoniuk Edyta.....	P-24	Szpunar Joanna	W-7, K-2
Naliwajko Sylwia K.	P-8	Szubka Magdalena.....	K-8
Nolivos Sophie	K-2	Szultka-Młyńska Małgorzata	P-28
Nowak Joanna	P-14	Szynkowska-Jóźwik Małgorzata I....	K-6, P-5, P-12, P-14, P-15, P-25
Okabayashi Satoki.....	P-4	Śledź Wojciech	W-10
Olchowski Rafał.....	W-6	Telk Anna	K-7, KM-6
Óldak Łukasz.....	KM-11, P-19	Terefinko Dominik.....	W-10
Ouerdane Laurent.....	K-2	Tetfejer Klaudia	K-4, KM-7
Pawlaczyk Aleksandra K-6, P-5, P-14, P-15, P-25		Topyła Ewa.....	W-12
Pietrzik Adrian.....	K-5, K-10	Tsuboi Motohiro	P-4
Płotka-Wasyłka Justyna.....	P-2	Tupys Andrii	K-4, KM-7
Pohl Paweł.....	W-9, W-10	Urbańczyk Michał.....	K-9
Pytlakowska Katarzyna	K-12	Wagner Barbara	W-13
Rogalska Joanna	KM-10, P-26	Wasik Andrzej	KM-1
Roguz Magda.....	P-25	Wasilewska Anna.....	P-21, P-23
Ronda Oskar	KM-5, P-4	Wieczorek Marcin.....	K-7, KM-6
Ruczaj Agnieszka	P-9	Wyciślik-Sośnierz Joanna	K-9
Rutkowska Małgorzata	P-1	Wysocka Irena	P-18
Ruzik Lena.....	K-1	Wysocki Piotr	K-6, P-12, P-14, P-15
Ryczko Alicja	P-11	Zabielska-Konopka Magda.....	KM-9
Ryszko Urszula.....	P-17	Zadora Grzegorz	P-15
Sadowska Monika	P-3	Zambrzycka-Szelewa Elżbieta.....	KM-9, P-10, P-21, P-22, P-23
Sajkowska Sylwia.....	KM-8	Zawisza Beata	W-14
Sajnóg Adam	P-7	Zdziebłowska Sylwia.....	K-1
Serda Maciej.....	K-8, K-11	Zielińska Katarzyna	P-15
Sitko Rafał	W-14, K-11, K-12	Zielińska Zuzanna.....	P-19
Smereczański Nazar	KM-10	Żelazowska-Rutkowska Beata.....	KM-11
Socha Katarzyna	P-8		

KOSAT



WARSZTATY

Konwersatorium Spektrometrii Atomowej, Białystok 11-13.09.2023

ANALIZA WIELOPIERWIASTKOWA W PRAKTYCZNYM UJĘCIU SPEKTROMETRY ICP-MS I ICP-OES AGILENT TECHNOLOGIES MOŻLIWOŚCI PROGRAMOWANIA METOD

Paulina Zych–Murawska

*Altium International Sp. z o. o.
ul. Puławska 303, 02-785 Warszawa
e-mail: pzych-murawska@perlan.com.pl*

Pierwiastki można podzielić na takie, które są niezbędne dla prawidłowego funkcjonowania organizmu żywego lub takie, które wykazują względem niego działanie toksyczne, teratogenne, rakotwórcze. Należy nadmienić, że powyższy podział jest bardzo uproszczony i nie uwzględnia formy występowania pierwiastka, która to może w radykalny sposób zmienić jego wpływ na organizm żywy. Nie mniej jednak, do celów oceny próbki pod względem zawartości pierwiastków, zarówno z grupy toksycznych, jak i pożądaných, najczęściej wykorzystuje się analizę całkowitej zawartości danego pierwiastka. Legislacja w tym zakresie nakazuje konieczność monitorowania, od kilku do kilkunastu pierwiastków w zależności od matrycy. Należałoby tu wymienić, co najmniej:

- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi oraz DYREKTYWA PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY (UE) 2020/2184 z dnia 16 grudnia 2020 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (*kilkanaście pierwiastków*)
- 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 – Pb, Cd, As, Hg, Sn (*także formy specyficzne dla As i Sn*)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 25 czerwca 2021 r. w sprawie klasyfikacji stanu ekologicznego, potencjału ekologicznego i stanu chemicznego oraz sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych, a także środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych
- ROZPORZĄDZENIE MINISTRA ŚRODOWISKA z dnia 1 września 2016 r. w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi oraz wiele innych wytycznych dla pasz, nawozów, paliw itd.

Z uwagi na powyższe, najbardziej zasadne wydaje się stosowanie technik wielopierwiastkowych, jak ICP-MS i ICP-OES, w celach oceny zgodności z wymaganiami legislacyjnymi.

Jak umiejętnie wybrać technikę? Jak właściwie zaprojektować metodę? Jakie możliwości posiadają oprogramowania spektrometrów ICP-MS i ICP-OES Agilent Technologies? Jakie izotopy i tryby pracy wykorzystać w odniesieniu do danego pierwiastka, czy matrycy (ICP-MS)? Jakiej techniki korekcji tła użyć w przypadku interferujących linii emisyjnych (ICP-OES)? Na te i wiele innych pytań postaramy się odpowiedzieć Państwu podczas Warsztatów.

POTĘGA KOMORY UCTTM – SPOSÓB NA USUNIĘCIE DOWOLNYCH INTERFERENCJI I DUŻO WIĘCEJ

Magdalena Muszyńska^{a,b}, Krzysztof Jankowski^a, Grzegorz Gołąb^a

^a *Pro-Environment Polska Sp. z o.o., ul. Żwirki i Wigury 101, 02-089 Warszawa*

^b *Centrum Nauk Biologiczno-Chemicznych UW, ul. Żwirki i Wigury 101, 02-089*

e-mail: magdalena.muszyńska@pepolska.pl

Rozwój instrumentów ICP-MS z komorami wypełnionymi gazem pomiędzy plazmą a kwadropolem analizującym okazał się niezwykle obiecujący w redukcji interferencji wieloatomowych [1], a tym samym doprowadził do znacznej poprawy osiągnięć analitycznych. Obecnie na rynku dostępnych jest kilka systemów ICP-MS wyposażonych w komorę [4]. Choć te instrumenty wydają się na pierwszy rzut oka podobne, różnią się znacznie pod względem zdolności eliminacji interferencji [3].

Budowa metod wykorzystujących reakcje jonowo-cząsteczkowe w oparciu o kwadropolową komorę reakcyjną wymaga wyboru odpowiedniego gazu reakcyjnego, wartości jego przepływu oraz szerokości pasma przechodzenia jonów przez kwadropol. Ostatnia z ustawianych wielkości zależy od parametrów Mathieu a i q , które z kolei są zależne od napięcia stałego i częstotliwości RF zastosowanych w kwadropolu komory reakcyjnej [2].

Warsztaty pokazują działanie komory UCTTM (Universal Cell Technology) stanowiącej standardowy element wyposażenia spektrometrów rodziny NexION. Do prezentacji wykorzystano praktyczne przykłady pomiarów z ukazaniem usuwania interferencji pochodzących od argonu (m.in. ^{80}Se ^{40}Ca ^{56}Fe) oraz usuwanie interferencji z przesunięciem masowym (^{75}As). Tryby reakcyjne (DRC) porównano również z trybem kolizyjnym (KED) oraz standardowym (STD) pomiarem.

Oprócz usuwania interferencji komorę UCTTM wykorzystać można również do wybiórczego rozcieńczania sygnału pochodzącego od ściśle określonych pierwiastków. Do tego celu służy tryb EDR (Extended Dynamic Range), którego działanie zaprezentowano na przykładzie (jednoczesny pomiar wysokiego stężenia Na oraz niskiego stężenia Pb w próbce).

Literatura:

- [1] T.W. May, R.H. Wiedmeyer, *At. Spectrosc.* 19 (1998) 150–155.
- [2] J.W. Olesik, D.R. Jones, *J. Anal. Atom. Spectrom.* 21 (2006) 141–159.
- [3] S.D. Tanner, V.I. Baranov, D.R. Bandura, *Spectrochim. Acta Part B* 57 (2002) 1361–1452.
- [4] S.D. Tanner, V.I. Baranov, *At. Spectrosc.* 20 (1999) 45–52.

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

Michał Baranowski, Marcin Nowicki

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

Warsztaty zostaną podzielone na dwie części, teoretyczną i praktyczną. Podczas warsztatów uczestnicy po zapoznaniu się z niezbędnymi informacjami i instruktorem, będą mogli wykonać ćwiczenia praktyczne z bezpiecznego transportu butli oraz podłączania do armatury gazowej takiej jak reduktory, węże ciśnieniowe i panele rozprężania.

W części teoretycznej zostaną omówione aspekty takie jak podział i klasyfikacja gazów, ich właściwości chemiczne oraz granice wybuchowości. W części tej omówiona zostanie również tematyka związana z armaturą do gazów sprężonych oraz mechanizmy redukcji ciśnienia. Zostaną także wykazane różnice między armaturą techniczną a specjalną. Omówione zostaną również stosowane standardy przyłączy i gwintów nabitowych.

W części praktycznej skupimy się na obsłudze armatury oraz butli gazowych. Szczegółowo zostanie omówiony proces transportu butli, jej przepinania wraz z częstymi nieprawidłowościami. Zostaną przeprowadzone ćwiczenia praktyczne w małych grupach w asyście prowadzących.

Literatura:

[1] Materiały własne firmy Air Liquide.

KOSAT



PREZENTACJE FIRM

MOŻLIWOŚCI I ZASTOSOWANIA TANDEMOWEJ SPEKTROMETRII ICP-QQQ AGILENT

Monika Stochaj-Yamani, Paulina Zych-Murawska, Piotr Sztompka

*Altium International Polska, sp. z o.o.,
ul. Puławska 303, 02-795 Warszawa
e-mail: mstochaj-yamani@perlan.com.pl*

Zanim wprowadzono na rynek pierwszy tandemowy spektrometr ICP-MS/MS (ICP-QQQ), od ponad trzech dekad do oznaczeń pierwiastków wykorzystywano kwadropolowe spektrometry ICP-MS.

Technika ICP-MS jest powszechnie wykorzystywana do analiz ultraśladowych, jednak nie jest ona wolna od interferencji spektralnych. Przez lata poczyniono postępy w zakresie wprowadzenia komór kolizyjno-reakcyjnych, które pozwoliły zminimalizować interferencje widmowe, na przykład poprzez wykorzystanie niereaktywnego gazu kolizyjnego, takiego jak hel. Sporym wyzwaniem dla tego typu układów były wciąż interferencje izobaryczne.

Krokiem milowym był pierwszy na świecie tandemowy spektrometr ICP-MS/MS (ICP-QQQ). Społeczność analityków po raz pierwszy mogła doświadczyć możliwości analitycznych ICP-QQQ Agilent w 2012 roku. Wykorzystanie w technice ICP-MS dwóch analizatorów kwadropolowych umożliwiło po raz pierwszy przekroczyć możliwości analiz za pomocą ICP-MS, które dotąd były nieosiągalne w typowych układach jednokwadropolowych.



Rys. Schemat budowy spektrometru ICP-QQQ 8900 Agilent

Agilent 8800 ICP-QQQ zasygnalizował znaczny postęp w technologii ICP-MS i na nowo zdefiniował śladową analizę pierwiastkową. W porównaniu z istniejącymi kwadropolowymi instrumentami ICP-MS, 8800 ICP-QQQ oferował znaczące korzyści analityczne w wielu zastosowaniach zarówno w przemyśle, jak i akademickich laboratoriach badawczych. Bazując na tym sukcesie, w 2016 roku wprowadzono na rynek model Agilent 8900 ICP-QQQ.

Od ponad 10 lat Agilent jest liderem w zakresie wykorzystania techniki ICP-QQQ. Niniejsza prezentacja jest przeglądem aplikacji i zastosowań techniki ICP-QQQ [1].

Dziękujemy Organizatorom Konwersatorium za możliwość wzięcia udziału w konferencji, która od wielu lat jest dla nas inspiracją do nieprzerwanej nauki i polem do wymiany doświadczeń.

Literatura:

[1] Handbook of ICP-QQQ Applications using the Agilent 8800 and 8900. 5th edition (5991-2802EN) July 2022.

40 LAT ICP-MS – RODZINA PRODUKTÓW DO ANALIZY PIERWIASTKOWEJ PerkinElmer

Krzysztof Jankowski^a, Magdalena Muszyńska^{a,b}, Grzegorz Gołąb^a

^a *Pro-Environment Polska Sp. z o.o., ul. Żwirki i Wigury 101, 02-089 Warszawa*

^b *Centrum Nauk Biologiczno-Chemicznych UW, ul. Żwirki i Wigury 101, 02-089 Warszawa*
e-mail: krzysztof.jankowski@pepolska.pl

40 lat temu zaprezentowano pierwszy komercyjny ICP-MS – ELAN 250 [1]. Wówczas chemicy analitycy otrzymali nowy przyrząd umożliwiający wykonywanie badań z zakresu analizy pierwiastkowej w zupełnie nowy sposób i na nieosiągalnych do tej pory poziomach.

Od tamtego czasu PerkinElmer jest liderem innowacji w dziedzinie ICP-MS, wprowadzając wiele rozwiązań technicznych, które zrewolucjonizowały tę dziedzinę, takie jak:

- 1994 r. – detektor pracujący w trybie impulsowym i analogowym, zwiększający zakres dynamiczny i czułość techniki.
- 1999 r. – komora DRC, doskonale eliminująca interferencje masowe, zmniejszająca zakłócenia oraz poprawiająca dokładność i precyzję pomiarów.
- 2007 rok – tryb EDR w 2007 roku, rozszerzający dynamiczny zakres liniowy pomiaru do ponad 12 rzędów wielkości.
- 2014 r. – Single Particle ICP-MS, pozwalający na pomiary pojedynczych nanocząstek.
- 2017 r. – Single Cell ICP-MS, pozwalający na analizy pierwiastkowe na poziomie pojedynczej komórki.
- 2020 – Pierwszy na świecie prawdziwy czterokwadrupolowy ICP-MS (NexION5000).

Portfolio aparatów z zakresu analizy pierwiastkowej uzupełniają jeszcze dwie linie produktów – równie potężne ICP-OES z rodziny Avio i spektrometry absorpcji atomowej rodziny PinAAcle.

Literatura:

[1] A.R. Date, *Trends Anal. Chem.* 2 (1983) 225 – 230.

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

Dominika Gajdzicka-Dutkowska (Michał Baranowski, Marcin Nowicki)

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

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

Jednym z kluczowych aspektów w produkcji i dostawach gazów technicznych i laboratoryjnych 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 oraz innych organizmów żywych. Zagrożenia mogą stanowić takie właściwości jak toksyczność, kumulowanie w zamkniętych pomieszczeniach, palność i tworzenie mieszanin wybuchowych, a także sama postać sprężania gazów. 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.

Literatura:

[1] Materiały własne firmy Air Liquide.



Szanowni Państwo,
informujemy, że zmieniliśmy nazwę
na **Altium International Sp. z o.o.**



Altium – Twój partner w analityce pierwiastków

Uzyskanie właściwych informacji o składzie pierwiastkowym we właściwym czasie może pomóc w przezwyciężeniu codziennych problemów związanych ze skomplikowanym składem próbek, jak również z potrzebami w zakresie urzędzeń, przepisami czy obszarem regulowanym. Najcenniejszą rzeczą, jaką może dostarczyć rozwiązanie analityczne, jest pewność, że otrzymane wyniki są właściwe.

Altium jest wiodącym dostawcą rozwiązań w zakresie systemów przygotowania próbek z wykorzystaniem technik mikrofalowych oraz rozwiązań analitycznych w zakresie spektroskopii atomowej.

Obejmowane przez nas rozwiązania uwzględniają:

- Mineralizatory mikrofalowe
- Spektrometry absorpcji atomowej
- Spektrometry emisyjne MP-AES i ICP-OES
- Spektrometry mas ICP-MS i ICP-QQQ
- Systemy sprzężone do analizy specjacyjnej i ablacji laserowej



Wzorce i odczynniki



System otrzymywania
wody czystszej VEOLIA



Materiały
ogólnolaboratoryjne



Mineralizatory mikrofalowe
Preekm Scientific



Akcesoria do spektroskopii



Spektrometry
AAS Agilent



Spektrometr
MP-AES 4210 Agilent



Spektrometry ICP-OES 5800
i 5900 Agilent



Spektrometry ICP-MS 7850
i 7900 Agilent



Spektrometr
ICP-QQ 8900 Agilent



Szkolenia Użytkowników
i wsparcie w rozwoju metod

Kontakt: [klient@perlan.com.pl](mailto: klient@perlan.com.pl)
www.perlan.com.pl





Zachowaj najwyższą jakość analiz i precyzję pomiarów - to takie proste!

Nasze rozwiązania do aplikacji analitycznych, pomiarowych i kalibracyjnych ALPHAGAZ oraz CRM ISO 17034 w zakresie gazów czystych i certyfikowanych mieszaniny gazowych zapewniają:

- najwyższą jakość
- precyzję wyników analiz
- spójność pomiarową
- rzetelną certyfikację
- długi czas przydatności do użytku

Zaufaj naszemu doświadczeniu.

gazyspecjalne.pl@airliquide.com

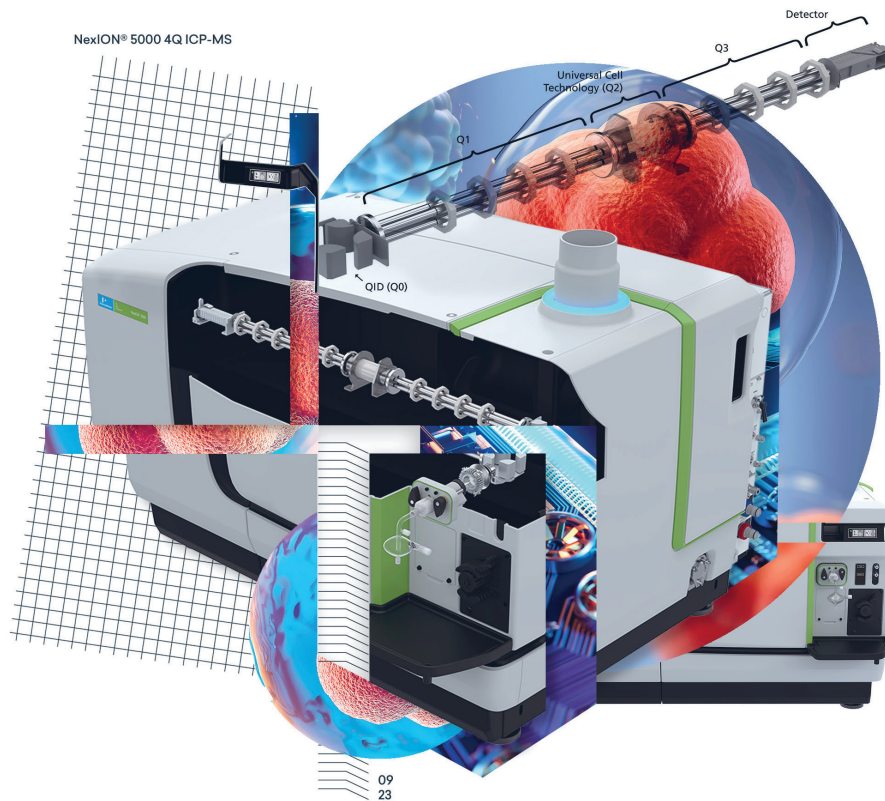
pl.airliquide.com



NexION® 5000 4Q ICP-MS

Nowe rozdzanie w plazmowej spektrometrii mas

Pierwszy system ICP-MS z czterema kwadrupolami



- Pierwszy system ICP-MS z czterema kwadrupolami. System umożliwi najlepszą kontrolę strumienia jonów, co obniża interferencje masowe, często spotykane w złożonych matrycach, oraz zapewnia osiągnięcie najlepszych granic wykrywalności w trybie gorącej plazmy
- Komora Universal Cell Technology™ (UCT) pracująca w trybach: standardowym, kolizyjnym, reakcyjnym oraz rozcieńczania elektronicznego w jednym pomiarze. Dzięki wyposażeniu w kwadrupol, komora pozwala aktywnie usuwać produkty pośrednie - dla jeszcze lepszej eliminacji interferencji
- Możliwość podłączenia aż czterech gazów do komory UCT, które dodatkowo można dowolnie mieszać w czasie rzeczywistym – poszerza to znacznie możliwości usuwania nawet najtrudniejszych interferencji

Serdecznie zapraszamy na szkolenia ze spektrometrii atomowej w naszym laboratorium demonstracyjnym! Terminy i szczegóły szkoleń: www.pepolska.pl/szkolenia-otwarte/



TH. GEYER

WSZYSTKO Z JEDNEGO ŹRÓDŁA

Kompleksowe zaopatrzenie Twojego laboratorium: materiały zużywalne, sprzęt, odczynniki, produkty life science, meble laboratoryjne.

CHROMATOGRAFIA

Czy znasz już naszą ofertę LABSOLUTE® i CHEMSOLUTE® do chromatografii? W naszym portfolio znajdują się fiolki i korki oraz inne akcesoria do HPLC/UHPLC, LC-MS i Headspace-GC.

Zachęcamy do skontaktowania się z nami w celu uzyskania próbki wybranego produktu, aby przetestować go pod kątem konkretnych zastosowań w laboratorium.

Th. Geyer Polska Sp. z o.o.

Czeska 22A · 03-902 Warszawa · Polska
sales@thgeyer.pl · +48 22 427 64 64

www.thgeyer.com



Gazy czyste i mieszaniny kalibracyjne dla laboratoriów

Air Products współpracuje z tysiącami firm z branży przemysłowej, energetycznej, technologicznej, analitycznej i ochrony zdrowia w Polsce i na całym świecie, dostarczając gazy techniczne, spożywcze, specjalne oraz medyczne i suchy lód. W Polsce działamy od 30 lat. Dzięki naszym kompleksowym rozwiązaniom, nasi Klienci mogą zwiększyć swoją wydajność, usprawnić procesy technologiczne i zapewnić wyższy poziom usług swoim odbiorcom.



Gazy ultra czyste

Dzięki zastosowaniu opatentowanego systemu filtracji wewnątrz butli z technologią BIP[®], gazy w nich dostarczane posiadają najniższe dostępne poziomy zanieczyszczeń krytycznych. Każda butla BIP[®] wypełniona azotem, helem czy argonem, zawiera tlen w stężeniu poniżej 10ppb i wodę w stężeniu poniżej 20ppb, czyli około 300 razy mniej niż typowe gazy Ultra High Purity (UHP). Parametry wodoru w butli BIP[®] to: tlen – poniżej 100ppb; woda – poniżej 20ppb; THC – poniżej 10ppb. Technologia BIP[®] ze względu na swoje unikatowe rozwiązania zapewnia dostęp do najczystszych gazów nośnych i atmosfer ochronnych z bardzo niskim punktem rosy; dodatkowo zapewnia wydłużenie życia detektorów zachowując ich wysoki poziom czułości.

Mieszaniny kalibracyjne

Gama gazów specjalnych Experis[®] firmy Air Products obejmuje w pełni certyfikowane mieszaniny gazów, produkowane w naszym własnym, nowoczesnym laboratorium zgodnie z międzynarodową normą ISO 17025. Nasza oferta mieszanin kalibracyjnych sprostą najbardziej surowym wymaganiom, aby zapewnić dokładność i identyfikowalność na różnych rynkach, takich jak: motoryzacja, przemysł chemiczny, farmaceutyczny, górnictwo gazu ziemnego i ochrona środowiska.

Gazy w butlach jednorazowych

Okresowe testy sprawności i kalibracja urządzeń do wykrywania gazów odgrywają kluczową rolę w zapewnieniu bezpieczeństwa zakładów i miejsc pracy. Odpowiedzią na te potrzeby jest seria gazów specjalnych Experis[®] firmy Air Products. To certyfikowane, identyfikowalne i stabilne mieszaniny dostępne w wielu rodzajach butli jednorazowych.

Zakres gazów Experis[®] obejmuje wszystkie zwykle stosowane mieszaniny kalibracyjne. Łatwość użytkowania i przenoszenia. Butla jednorazowa umożliwia przeprowadzanie testów w terenie z uwagą na łatwość użytkowania i przenoszenia.

Air Products Sp. z o.o.

Ul. Komitetu Obrony Robotników 48

02-146 Warszawa

airproducts.com.pl

infopl@airproducts.com

ANCHEM

SPEKTROMETRIA MAS I CHROMATOGRAFIA

+48 22 646 26 60
anchem@anchem.pl
ul. Międzyborska 23
04-041 Warszawa

Spektrometr mas
potrójny kwadrupol
TSQ 9610



Spektrometr mas
potrójny kwadrupol
TSQ Altis Plus

anchem.pl

thermo
scientific

Authorized Distributor

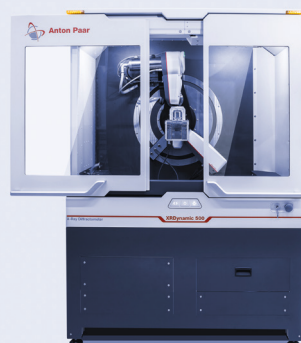


Automatyczne analizatory adsorpcji fizycznej i chemicznej Autosorb iQ i Nova 600/800

Te w pełni automatyczne aparaty dokonują precyzyjnych pomiarów izoterm fizysorpcji, chemisorpcji oraz adsorpcji par w celu ustalenia rozkładu wielkości porów w materiałach, powierzchni właściwej BET oraz specyficznych interakcji pomiędzy gazami i ciałami stałymi. Wszystkie te parametry są istotne dla optymalizacji szerokiego zakresu materiałów, w tym adsorbentów, katalizatorów, farmaceutyków, akumulatorów oraz innych materiałów porowatych wykorzystywanych w różnych dziedzinach przemysłu i nauki.

Na podstawie kilku dekad zdobywania doświadczeń w dziedzinie sorpcji gazów nabytych jeszcze przez firmę Quantachrome Instruments powstała seria Autosorb iQ zdolna wykonywać najtrudniejsze pomiary materiałów porowatych z dużą dokładnością i precyzją. W ostatnim okresie opracowaliśmy również najbardziej innowacyjny na rynku aparat Nova 600/800, który obecnie stał się najnowocześniejszym analizatorem powierzchni i rozkładu porów, głównie pod względem obsługi i oprogramowania dostosowanego do nowych cyfrowych realiów ostatnich lat. Autosorb iQ oraz Nova 600/800 to najprostsza droga do inteligentnej i bardzo szybkiej analizy powierzchni właściwej i rozkładu wielkości porów w zakresie nawet od 0,35nm średnicy, także zgodnie z ponad 20 znormalizowanymi metodami badawczymi ASTM, DIN i ISO. Co więcej, urządzenia mają w standardzie wbudowane, niezależnie pracujące stacje przygotowania próbki przed pomiarem, co znacznie redukuje miejsce i koszty zestawu badawczego.

Wysokiej klasy nowoczesny sprzęt do pomiaru powierzchni BET, makroporów, mezoporów, mikroporów, katalizatorów i kinetyki sorpcji par cieczy, a także sorpcji gazów w wysokich ciśnieniach do 200 bar.



Automatyczny, wielofunkcyjny Rentgenowski Dyfraktometr Proszkowy XRDynamic 500

Precyzyjne i elastyczne rozwiązania XRD firmy Anton Paar łączą najlepszą możliwą jakość otrzymywanych danych z bezkonkurencyjną wydajnością pomiarów. Nasze niezawodne systemy zostały zaprojektowane tak, aby korzystanie z nich było intuicyjne oraz oferują wysoki stopień automatyzacji, dzięki czemu każdy użytkownik odnosi korzyść w postaci zwiększonej przepustowości próbek i maksymalizacji czasu pracy urządzenia.

Dyfraktometr proszkowy XRDynamic 500 wyposażony jest w zaawansowaną optykę, goniometr nowej generacji i najnowocześniejsze detektory, a bogata oferta uchwytów na próbki do badań w warunkach otoczenia i poza nimi pozwala sprostać wymaganiom szerokiego zakresu zastosowań, dzięki czemu zawsze możliwe jest stworzenie optymalnego układu XRD.

Najlepszy w swojej klasie stosunek rozdzielczości i sygnału do szumu bez dodatkowych adiustacji.

Koncepcja TruBeam™: Szerszy promień goniometru, próżnia na ścieżce padania wiązki.

Pełna automatyzacja: Zmiana rentgenowskiego układu optycznego i geometrii wiązki.

Wydajność: Zwiększ czas pracy urządzenia nawet o 50%.

Samoczynne wyrównywanie układów przyrządu i pozycji próbki zapewnia maksymalną wygodę.



Kompaktowe Spektrometry Ramana Cora 5001

Szeroka oferta spektrometrów Ramana firmy Anton Paar obejmuje urządzenia do różnych zadań: identyfikacji nieznaną substancji, weryfikacji próbek w celu zapewnienia jakości, analizy składu chemicznego próbek lub monitorowania ich zmian.

Seria Cora obejmuje zarówno spektrometry laboratoryjne do celów kontroli jakości oraz badań akademickich, jak i analizatory ręczne do identyfikacji i weryfikacji substancji w warunkach terenowych.

Bezpieczeństwo: Laser klasy 1 zapewnia niezrównane bezpieczeństwo.

Automatyzacja: Autofokus urządzenia Cora 5001 w ciągu kilku sekund odnajduje miejsce z najlepszym sygnałem ramanowskim.

Wydajność: Akcesoria dostosowane do próbek ciekłych i stałych, pigulek, folii, szkiełek mikroskopowych i szalek Petriego.

**20
22**
**19
22**
YEARS

Firma Anton Paar tworzy nowe rozwiązania i produkuje urządzenia pomiarowe wykorzystywane w badaniach, rozwoju i procesach kontroli jakości na całym świecie. Anton Paar jest światowym liderem w dziedzinach pomiaru gęstości i oznaczania stężenia rozpuszczonego CO₂, a także analizy właściwości przepływu i płynięcia oraz odkształcalności materiałów. Nasi klienci to: największe uczelnie i uniwersytety, a także najwięksi producenci napojów bezalkoholowych, browary, przedsiębiorstwa branży petrochemicznej, producenci żywności, podmioty działające na rynku chemicznym i farmaceutycznym.

Anton Paar Poland Sp. z o.o.

ul. Hołubcowa 123 | 02-854 Warszawa, Polska-Europe

T: +48 22 395 53 90 | F: +48 22 395 53 96 | info.pl@anton-paar.com

SPEKTROSKOPIA FLUORESCENCJI RENTGENOWSKIEJ CAŁKOWITEGO ODBICIA TXRF JAKO CZUŁA I DOKŁADNA METODA OZNACZANIA PIERWIASTKÓW



Znajduje szerokie zastosowanie w analityce chemicznej (próbki środowiskowe i biologiczne, żywność), w laboratoriach kontroli jakości, w przemyśle petrochemicznym, i farmaceutycznym, na liniach badawczych w synchrotronach, przy konserwacji zabytków i w kryminalistyce. TXRF to wysoka czułość, łatwa i szybka preparatyka próbek i niskie koszty eksploatacji.

Próbkę ciekłą lub zawiesinę pipetuje się na dysk kwarcowy lub szafirowy i suszy, aby utworzyła bardzo cienką warstwę, a analizę ilościową wykonuje z użyciem wzorca wewnętrznego o znanym stężeniu.

Spektrometr TXRF – S4 T-STAR z dwoma lampami rentgenowskimi firmy Bruker pozwala na wykonanie analiz wielopierwiastkowych z bardzo dobrą czułością rzędu $\mu\text{g/l}$ (ppb) i może stanowić idealną alternatywę dla spektrometrów ICP-OES, nie wymagając przy tym ani mineralizacji próbki, ani stosowania kosztownych gazów.

Firma Labsoft oprócz spektrometrów TXRF dostarcza również unikatowe rozwiązania zawarte w takich technikach jak:

- Mikroskopia sił atomowych AFM
- Skaningowa i transmisyjna mikroskopia elektronowa SEM/TEM
- Kriomikroskopia elektronowa cryo-EM
- Dyfraktometria rentgenowska XRD
- Wysokorozdzielcza mikroskopia fluorescencyjna



dr Michał Kuźdzał
tel. 885 666 646

www.labsoft.pl



MS *Spektrum*

Twój partner w spektroskopii

aparatura | akcesoria | serwis

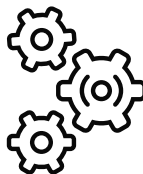
**Oferujemy kompleksowe rozwiązania z zakresu
analityki chemicznej**

Obszary działalności

1 Aparatura



2 Części zamienne



3 Serwis



NASI DOSTAWCY

analytikjena
An Endress+Hauser Company

BRUKER

Katanax
A Spex SamplePrep Company

HellmaAnalytics
High Precision in Spectro-Optics

SOLAR
LIGHT

protherm
FURNACES

SCP SCIENCE

APPLIED SPECTRA

SPEX SamplePrep
Laboratory Equipment for Sample Preparation & Handling

SPEX CertiPrep
Next Generation CertiPrep

SGE Analytical Science

By **TRAJAN**

PHOTRON PTY. LTD.

OXFORD
INSTRUMENTS

TELEFON

+48 22 810 01 28

ADRES

MS SPEKTRUM

04-002 Warszawa

ul. Lubomira 4

www.msspektrum.pl





shim-pol®

- Chromatografia: GC, GPC, SEC, SFC, UHPLC, LCxLC(MS), on-line SFE-SFC
- Spektrometria mas: GC-MS(MS), LC-MS(MS), QqQ, Q-TOF, HRMS, DDA/DIA-MS/MS, ambient MS (DPiMS, DART)
- Analiza biotechnologiczna: MALDI-TOF(TOF), obrazowanie tkanek iMS, identyfikacja mikroorganizmów, roboty do nanoszenia matryc i enzymów
- Analiza węgla organicznego: TOC, TC, TIC
- Spektrofotometria: UV-Vis, FTIR, RF
- Analiza pierwiastkowa: ICP-MS, ICP-OES, AAS
- Analiza powierzchni: XPS, Auger, UPS, ISS
- Analiza wielkości cząstek
- Fluorescencyjna spektrometria rentgenowska z dyspersją energii: EDX
- Obrazowanie i mikroskopia chemiczna: MS, FTIR, XPS, Auger, iMScope, MALDI-TOF-TOF
- Obrazowanie aktywności mózgu: fNIRS
- Przygotowanie próbek: zateżnienie, osuszenie: TurboVap, DryVap, ekstrakcja SPE i na dyskach
- Urządzenia do ekstrakcji w stanie nadkrytycznym: SFE
- Oprogramowanie chromatograficzne Quality by Design, Analytical Intelligence, Peak Intelligence, biblioteki widm UV-VIS oraz MS
- Maszyny wytrzymałościowe, twardościomierze, ultraszybkłe kamery
- Kolumny i akcesoria chromatograficzne



shim-pol®

SHIM-POL A.M. Borzymowski

E. Borzymowska-Reszka, A. Reszka, Spółka Jawna, ul. Lubomirskiego 5, 05-080 Izabelin

tel. 22 20 60 900, e-mail: biuro@shim-pol.pl

www.shim-pol.pl

Spectro-Lab®

Laboratoria Przyszłości

Firma **Spectro-Lab** od ponad 40 lat jest wyłącznym przedstawicielem i importerm sprzętu światowych producentów z branży laboratoryjnej oraz testowej.

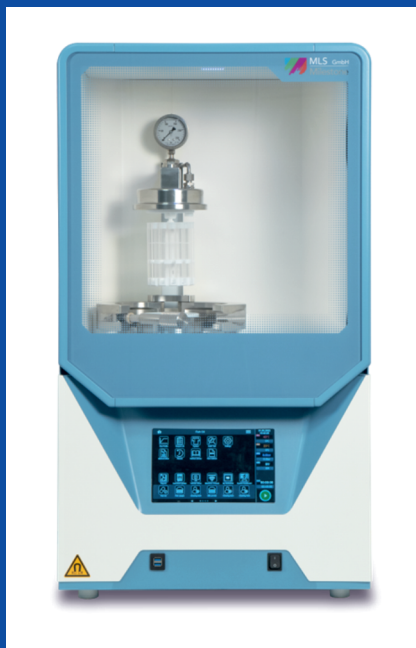
Oferujemy aparaturę oraz urządzenia: analityczne, laboratoryjne, badawcze i testowe znajdujące zastosowania w laboratoriach badawczo-naukowych i przemysłowych.

Prowadzimy szkolenia wsparcia technicznego oraz aplikacyjnego w kraju i zagranicą. Świadczymy pełny zakres usług serwisowych i doradczych.

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



SPECTROGREEN

Analizator ICP-OES



SPECTROGREEN – optyczny spektrometr emisyjny (ICP-OES) z plazmą sprzężoną indukcyjną wraz z rewolucyjną technologią Dual Side-On Interface (DSOI)

- Dostępny w trzech wersjach: Rewolucyjna technologia Dual Side-On Interface (DSOI), Twin Interface (TI), Side-On-Plasma (SOP)
- Nowy system odczytu GigE o zwiększonej prędkości skracający czas analizy oraz zwiększający przepustowość prób
 - Niezwykle wydajny generator mocy LDMOS eliminujący potrzebę stosowania zewnętrznego chłodzenia

W SWOJEJ OFERCIE POSIADAMY:

- Stacjonarne spektrometry iskrowe
- Mobilne spektrometry emisyjne
- Optyczne spektrometry emisyjne ICP OES
- Spektrometry fluorescencji rentgenowskiej ED-XRF
- Tribologia
 - Przenośne Analizatory Stanu Oleju
 - Analizatory do pomiaru kształtu i wielkości cząstek
 - Wiskozymetry kinematyczne
 - Dostarczamy również wzorce olejowe, do standaryzacji i kalibracji analizatorów oleju, w tym spektrometrów z rotacyjną elektrodą dyskową (RDE)
- Materiały referencyjne



Spectro Poland Sp. z o.o.
ul. Wiślana 28, 05-420 Józefów
e-mail: info@spectro.pl
www.spectro.pl

Reimagine Plasma™

Microwave Inductively Coupled Atmospheric Plasma – Optical Emission Spectrometer (MICAP-OES 1000) powered by Cerawave™, advanced plasma generation technology exclusive to Radom.



MICAP-OES 1000: The World's Smallest ICP



Smart. Fast. Efficient.

- ★ The next generation atomic spectroscopy instrument with robust plasma generation and simultaneous measurement
- ★ Nitrogen plasma source coupled to a research grade spectrometer
- ★ Low operating cost
- ★ Small footprint with lightweight design



Mobility possibility

- ★ Exploration – setup for evaluation
- ★ Production
- ★ Remediation
- ★ Heavy machinery maintenance



Cerawave technology

Radom's proprietary Cerawave™ technology sets a new standard for productivity. Cerawave, an advanced ceramic ring, replaces water cooled coils and traditional RF generators. MICAP-OES 1000 is a powerful analytical instrument with a simple design eliminating the need for a chiller and permanent installation location.



Nitrogen technology

- ★ Less expensive to operate
- ★ Readily available
- ★ Safe to use
- ★ Can be generated from air

Optimize your business performance and reimagine plasma with Radom.

radomcorp.com | 877-977-2366 | inquiries@radomcorp.com

RADOM™

Reimagine Plasma



Ertec Poland dr Edward Reszke

Mikrofale w laboratorium analitycznym i naukowym

1. Mineralizatory mikrofalowe 5-generacji.
2. Reaktory do syntez organicznych i nieorganicznych
3. Urządzenia plazmowe – FAPA/MIP
4. Mikro-strukturyzowanie cieczy polarnych
5. Elektryczne instrumenty muzyczne



PREZENTACJA FIRMY INTERTECH POLAND

*INTERTECH POLAND, Ul. Niedźwiedzia 18 lok.3. 03 -737 Warszawa
www.intertechpoland.pl, e-mail: jgrodowski@intertechpoland.pl*

Spektroskopia CRDS – (Cavity Ring-Down Spectrometry), nazywana Spektroskopią Strat we Wnęce Optycznej (SSWO), oparta jest na pomiarze czasu zaniku impulsu świetlnego odbijającego się od układu zwierciadeł we wnęce absorpcyjnej. Jest to bardzo czuła metoda pomiarów spektroskopowych (długość drogi optycznej ma wiele kilometrów), pozwalająca na precyzyjne pomiary słabych linii, a jednocześnie jedyna, która umożliwia otrzymywanie widm całkowicie niezależnych od fluktuującego w czasie natężenia światła wiązki pomiarowej (pomiar odbywa się po wyłączeniu lasera). W wielu przypadkach, może być alternatywą dla kosztownej i skomplikowanej techniki IRMS.



Spektrometr G2301- i do pomiarów izotopowych wody – H₂, D₂, O-16, O-17 i O-18

Innowacyjne (chronione ponad 30 patentami) spektrometry zaprojektowane przez firmę **PICARRO INC z USA**, tworzą nową klasę przenośnych spektrometrów CRDS przystosowanych do pracy w terenie. Otwiera to nowe możliwości dla zastosowań takich jak monitoring środowiska, monitoring emisji, wycieków gazu ziemnego, poszukiwania gazu łupkowego, technologii czystych pomieszczeń, a także monitorowanie procesu biofarmaceutycznych i badania oryginalności produktów. Analizator dostarcza wyników w czasie rzeczywistym, które mogą być transmitowane przez sieć GPRS, gwarantuje wysoką precyzję i czułość, zakres pomiarowy od ppt do %. Opcjonalny moduł do spopielenia pozwala na analizę próbek stałych.

Możliwość zdalnej, bezobsługowej pracy, trwałość i odporność na zmiany temperatury, ciśnienia i wibracje pozwalają na pracę w najtrudniejszych warunkach środowiskowych.

Pomiar stężenia izotopów węgla C-12 and C-13 , azotu N-14 i N-15, wodoru i deuteru oraz tlenu O-16, O-17 i O-18, pozwala na monitorowanie powietrza, wody oraz m. in. NH₃, CO₂, C₂H₄, H₂CO, HF, H₂S.

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

LC-MS

1 Przygotowanie próbek

Filtry strzykawkowe Millex®
 Produkty do SPE: Supel Swift HLB
 Supel BioSPME
 QuEChERS
 Odczynniki EMSURE®
 Materiały odniesienia
 Wzorce znakowane izotopowo
 Pipety Transferpette® S
 Fiolki & nakrętki
 Systemy do oczyszczania wody
 Milli-Q®



2 Przygotowanie zestawu HPLC

Eluenty Lichrosolv®
 Odczynniki Lichropur®
 Filtry membranowe
 Zestawy do filtracji
 Pompy laboratoryjne
 Akcesoria HPLC
 Adaptery do butelek HPLC



3 Analiza HPLC

Kolumny U/HPLC
 Prekolumny
 Prefiltry



Supelco
 Analytical Products

Millipore
 Preparation, Separation,
 Filtration & Monitoring Products

Sigma-Aldrich
 Lab & Production Materials

Milli-Q
 Lab Water Solutions

Magritek GmbH – to najnowsza oferta spektrometrów NMR - bez kriogeniki.
Spektrometry NMR do postawienia na stół laboratoryjny

Seria SPINSOLVE™ 60, 80 i 90 MHz

Spektrometry serii SPINSOLVE pracują w oparciu o magnesy stałe wykonane w technologii Halbacha, co eliminuje konieczność stosowania kriogeniki niezbędnej w przypadku magnesów nadprzewodzących i pól magnetycznych wysokich częstotliwości. Nieczuły na zewnętrzne zakłócenia z zaniechwalnym polem resztkowym na zewnątrz. Pozwala znacznie skrócić czas analizy.

- Kompaktowy aparat do postawienia na stole laboratoryjnym.
- Częstotliwość rezonansowa protonów 60, 80 lub 90 MHz (^1H).
- Pomiar ^1H oraz ^{19}F w każdym aparacie + możliwość pomiaru wybranego, dodatkowego jednego jądra: ^7Li , ^{11}B , ^{13}C , ^{15}N , ^{23}Na , ^{29}Si , ^{31}P .
- Dla każdego (nie tylko dla specjalistów) - bez kriogeniki, bez specjalnych wymagań, minimalne koszty eksploatacji.
- Bez deuterowanych rozpuszczalników.
- Dla edukacji i ćwiczeń, kontroli procesów syntezy i analizy.
- Standardowe próbki NMR 5 mm.
- Intuicyjne oprogramowanie. Łatwe w użyciu - nie tylko dla ekspertów i specjalistów.
- Pole rozproszone: $< 2\text{G}$ na zewnątrz aparatu.



60, 80 & 90 MHz
- magnesy stałe

^1H , ^{19}F oraz możliwość
 ^{13}C , ^{31}P , ^{15}N , ^{29}Si , ^{11}B , ^2H (jedno z tych jąder/ X)



Szybkie potwierdzenie struktury cząsteczek
- „mam to, co myślę że mam” (w syntezie i produkcji)



Zanieczyszczenia $\sim 0.1-1\%$



Pomiary przesiewowe i szybka analiza jakościowa,
potwierdzenie, że opis butelki jest prawdziwy



Próbki w rozpuszczalnikach zawierających protony



Monitoring przebiegu reakcji, możliwość pomiaru
NMR poza wyspecjalizowanym laboratorium nawet
w trudnych warunkach środowiskowych

Przykłady aplikacji

<https://magritek.com/applications/>

Przykładowe widma

<https://magritek.com/resources/spectra-library/>

KOSAT



LISTA UCZESTNIKÓW

Konwersatorium Spektrometrii Atomowej, Białystok 11-13.09.2023

1. **Albińska Jadwiga**, mgr inż.
Politechnika Łódzka, Wydział Chemiczny, ul. Żeromskiego 116, 90-924 Łódź
e-mail: jadwiga.albinska@p.lodz.pl
2. **Anyszkiewicz Jacek**, mgr inż.
Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Metali Nieżelaznych, Centrum Chemii Analitycznej
ul. Sowińskiego 5, 44-100 Gliwice
e-mail: jacek.anyszkiewicz@imn.lukasiewicz.gov.pl
3. **Arciszewska Żaneta**, mgr
Uniwersytet w Białymstoku, Wydział Chemii, ul. K. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok
e-mail: z.arciszewska@uwb.edu.pl
4. **Babut Tomasz**, mgr inż.
ANCHEM Sp. z o.o. Sp. K., ul. Międzyborska 23, 04-041 Warszawa
e-mail: anchem@anchem.pl
5. **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
6. **Baryłka Anna**, mgr
Uniwersytet w Białymstoku, Wydział Chemii, ul. K. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok
e-mail: a.barylka@uwb.edu.pl
7. **Berdyczko Paweł**, mgr inż.
Air Liquide Polska Sp. z o.o., Al. Piłsudskiego 92, 41-300 Dąbrowa Górnicza
e-mail: pawel.berdyczko@airliquide.com
8. **Bielicka Magda**, mgr
Uniwersytet w Białymstoku, Wydział Chemii, ul. K. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok
e-mail: m.bielicka@uwb.edu.pl
9. **Bieńkowski Piotr**, dr
Agencja Reklamowa Malamut, Al. Gen. Sikorskiego 13 lok. 27, 02-758 Warszawa
e-mail: analityka@malamut
10. **Brzóska Małgorzata Michalina**, prof. dr hab.
Uniwersytet Medyczny w Białymstoku, Zakład Toksykologii, ul. A. Mickiewicza 2C, 15-222 Białystok
e-mail: malgorzata.brzoska@umb.edu.pl
11. **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
12. **Buszewski Bogusław**, prof. dr hab.
Kujawsko-Pomorskie Centrum Naukowo-Technologiczne im. Jana Czochrańskiego
ul. Krasińskiego 4, 87-100 Toruń
e-mail: bbusz@umk.pl
13. **Chajduk Ewelina**, dr
Instytut Chemii i Techniki Jądrowej, Laboratorium Jądrowych Technik Analitycznych
ul. Dorodna 16, 03-195 Warszawa
e-mail: e.chajduk@ichtj.waw.pl
14. **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
15. **Czekaj Anna**
Air Products Sp. z o.o., ul. Kielecka 30, 42-470 Siewierz
16. **Dobrowolski Ryszard**, prof. dr hab.
Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Wydział Chemii, Instytut Nauk Chemicznych
Katedra Chemii Analitycznej, Pl. Marii Curie-Skłodowskiej 3, 20-031 Lublin
e-mail: ryszard.dobrowolski@mail.umcs.pl

17. **Dror Ishai**, dr
Weizmann Institute of Science, Department of Earth and Planetary Sciences, 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
Faculty of Chemistry, Ivan Franko National University of Lviv, Kyryla i Mefodiya 6, 79-005 Lviv, Ukraine
e-mail: o.dushna@chem.uw.edu.pl
19. **Dzimitrowicz Anna**, dr hab. inż., prof. PWr
Politechnika Wrocławska, Wydział Chemiczny, Katedra Chemii Analitycznej i Metalurgii Chemicznej
Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław
e-mail: anna.dzimitrowicz@pwr.edu.pl
20. **Fabjanowicz Magdalena**, mgr inż.
Politechnika Gdańska, Wydział Chemiczny, Katedra Chemii Analitycznej
ul. G. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk
e-mail: magfabja@student.pg.edu.pl
21. **Feist Barbara**, dr hab., prof. UŚ
Uniwersytet Śląski, Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych, Instytut Chemii, ul. Szkolna 9, 40-006 Katowice
e-mail: barbara.feist@us.edu.pl
22. **Fraćkowiak Julia**, lic.
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
23. **Gajdzicka-Dutkowska Dominika**, mgr
Air Liquide Polska Spółka z o. o., ul. Jasnogórska 9, 31-358 Kraków
e-mail: gazyspecjalne.pl@airliquide.com
24. **Gajek Magdalena**, mgr inż.
Politechnika Łódzka, Wydział Chemiczny, Instytut Chemii Ogólnej i Ekologicznej
ul. Żeromskiego 116, 90-924 Łódź
e-mail: magdalena.gajek@p.lodz.pl
25. **Gajewska Magdalena**, dr
Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. prof. Wacława Dąbrowskiego – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Jakości Żywności, Al. Marszałka J. Piłsudskiego 84, 92-202 Łódź
e-mail: magdalena.gajewska@ibprs.pl
26. **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
27. **Gawor Andrzej**, mgr
Uniwersytet Warszawski, Wydział Chemii, Centrum Nauk Biologiczno-Chemicznych
ul. Żwirki i Wigury 101, 02-093 Warszawa
e-mail: ag.gawor@chem.uw.edu.pl
28. **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
29. **Glaszcza 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
30. **Godlewska-Żyłkiewicz Beata**, prof. dr hab.
Uniwersytet w Białymstoku, Wydział Chemii, ul. K. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok
e-mail: bgodlew@uwb.edu.pl
31. **Gołębiowski Adrian**, mgr
Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Wydział Chemii, ul. Gagarina 7, 87-100 Toruń
e-mail: adrian.golebiowski@doktorant.umk.pl

32. **Gorodkiewicz Ewa**, prof. dr hab.
Uniwersytet w Białymstoku, Wydział Chemii, ul. K. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok
e-mail: ewka@uwb.edu.pl
33. **Grodowski Jarosław**, mgr. inż.
INTERTECH POLAND, ul. Niedźwiedzia 18 lok. 3, 03 -737 Warszawa
e-mail: jgrodowski@intertechpoland.pl
34. **Hanć Anetta**, dr hab., prof. UAM
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Chemii, Zakład Analizy Śladowej
ul. Uniwersytetu Poznańskiego 8, 61-614 Poznań
e-mail: anettak@amu.edu.pl
35. **Hryniewicka Katarzyna**, mgr
MS Spektrum, ul. Lubomira 4, 04-002 Warszawa
e-mail: kh@msspektrum.pl
36. **Jamróz Piotr**, dr hab. inż., prof. PWr
Politechnika Wrocławska, Wydział Chemiczny, Katedra Chemii Analitycznej i Metalurgii Chemicznej
Wyb. Stanisława Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław
e-mail: piotr.jamroz@pwr.edu.pl
37. **Jankowski Krzysztof**
Pro-Environment Polska Sp. z o.o., ul. Żwirki i Wigury 101, 02-089 Warszawa
e-mail: krzysztof.jankowski@pepolska.pl
38. **Jaranowski Piotr**, prof. dr hab.
Uniwersytet w Białymstoku, Wydział Fizyki, ul. K. Ciołkowskiego 1L, 15-245 Białystok
e-mail: p.jaranowski@uwb.edu.pl
39. **Jarosiewicz Adam**
SPECTRO POLAND Sp. z o.o., ul. Wiślana 28, 05-420 Józefów
e-mail: adam.jarosiewicz@spectro.pl
40. **Jurzyk Barbara**
Spectro-Lab, ul. Warszawska 100/102, 05-092 Łomianki
e-mail: barbara.jurzyk@spectro-lab.pl
41. **Kalbarczyk Paweł**, mgr
Instytut Chemii i Techniki Jądrowej, Laboratorium Jądrowych Technik Analitycznych
ul. Dorodna 16, 03-195 Warszawa
e-mail: p.kalbarczyk@ichtj.waw.pl
42. **Karasiński Jakub**, dr
Uniwersytet Warszawski, Wydział Chemii, Centrum Nauk Biologiczno-Chemicznych
ul. Żwirki i Wigury 101, 02-089 Warszawa
e-mail: jkarasinski@cncb.uw.edu.pl
43. **Kasierot Sonia**, mgr inż.
Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Metali Nieżelaznych, Centrum Chemii Analitycznej
ul. Sowińskiego 5, 44-121 Gliwice
e-mail: sonia.kasierot@imn.lukasiewicz.gov.pl
44. **Kasprzyk Iwona**, mgr
Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. prof. Wacława Dąbrowskiego – Państwowy Instytut
Badawczy, Zakład Jakości Żywności, Al. Marszałka J. Piłsudskiego 84, 92-202 Łódź
e-mail: iwona.kasprzyk@ibprs.pl
45. **Kawecki Mateusz**, mgr inż.
Anton Paar Poland Sp. z o.o. ul. Hołubcowa 123, 02-854 Warszawa
e-mail: info.pl@anton-paar.com
46. **Kińska Katarzyna**, dr
Uniwersytet Warszawski, Wydział Chemii, ul. Pasteura 1, 02-093 Warszawa
Institute of Analytical Sciences and Physico-Chemistry for Environment and Materials
(IPREM-UMR5254) UPPA / CNRS, Hélioparc 2, av. Pr. Angot, Pau, 64053, Francja
e-mail: kkinska@chem.uw.edu.pl

47. **Klekotka Urszula**, dr
Uniwersytet w Białymstoku, Wydział Chemii, ul. K. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok
e-mail: u.klekotka@uwb.edu.pl
48. **Kocot Karina**, dr
Uniwersytet Śląski w Katowicach, Instytut Chemii, ul. Szkolna 9, 40-006 Katowice
e-mail: karina.kocot@us.edu.pl
49. **Kojło Anatol**, prof. dr hab.
Uniwersytet w Białymstoku, Wydział Chemii, ul. K. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok
e-mail: kojlo@uwb.edu.pl
50. **Komorowicz Izabela**, dr hab.
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Chemii, Zakład Analizy Śladowej
ul. Uniwersytetu Poznańskiego 8, 61-614 Poznań
e-mail: iza.k@amu.edu.pl
51. **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
52. **Kostrzewa Justyna**, mgr
Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Metali Nieżelaznych, Centrum Chemii Analitycznej
ul. Sowińskiego 5, 44-100 Gliwice
e-mail: justyna.kostrzewa@imn.lukasiewicz.gov.pl
53. **Kowa Ewelina**, mgr
Uniwersytet Jagielloński, Wydział Chemii, ul. Gronostajowa 2, 30-382 Kraków
e-mail: ewelina.kowa@doctoral.uj.edu.pl
54. **Kowalewska Zofia**, dr hab. prof. UW
Politechnika Warszawska, Wydział Budownictwa, Mechaniki i Petrochemii, ul. Łukasiewicza 17, 09-400 Płock
e-mail: zofia.kowalewska@pw.edu.pl
55. **Kowieska Julia**, mgr
Uniwersytet w Białymstoku, Wydział Chemii, ul. K. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok
e-mail: j.kowieska@uwb.edu.pl
56. **Kozłowska Magdalena**, dr
Uniwersytet Medyczny w Białymstoku, Zakład Toksykologii, ul. A. Mickiewicza 2C, 15-222 Białystok
e-mail: magdalena.kozłowska@umb.edu.pl
57. **Krasnodębska-Ostręga Beata**, prof. dr hab.
Uniwersytet Warszawski, Wydział Chemii, ul. Pasteura 1, 02-093 Warszawa
e-mail: bekras@chem.uw.edu.pl
58. **Kruk Kamil**, mgr
Anton Paar Poland Sp. z o.o. ul. Hołubcowa 123, 02-854 Warszawa
e-mail: kamil.kruk@anton-paar.com
59. **Kubiak Mariusz**, mgr inż.
MS Spektrum, ul. Lubomira 4, 04-002 Warszawa
e-mail: mku@msspektrum.pl
60. **Kuźdzał Michał**
Labsoft Sp. z o.o., ul. Puławska 469, 02-844 Warszawa
e-mail: michal.kuzdzal@labsoft.pl
61. **Latacz Aleksandra**, mgr inż.
Sieć Badawcza Łukasiewicz – Górnośląski Instytut Technologiczny, ul. Karola Miarki 12-14, 44-100 Gliwice
e-mail: aleksandra.latacz@git.lukasiewicz.gov.pl
62. **Leśniewska Barbara**, dr hab.
Uniwersytet w Białymstoku, Wydział Chemii, ul. K. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok
e-mail: blesniew@uwb.edu.pl

63. **Łobiński Ryszard**, prof. dr hab.
Politechnika Warszawska, Katedra Chemii Analitycznej, ul. Noakowskiego 3, 00-664 Warszawa
CNRS, Institute of Analytical and Physical Chemistry for the Environment and Materials
(IPREM - UMR 5254), 64053 Pau, France
e-mail: Ryszard.Lobinski@cnrs.fr
64. **Maćkiewicz Elżbieta**, dr inż.
Politechnika Łódzka, Wydział Chemiczny, Instytut Chemii Ogólnej i Ekologicznej
ul. Żeromskiego 116, 90-924 Łódź
elzbieta.mackiewicz@p.lodz.pl
65. **Maksymiuk Katarzyna**, mgr
EGMAX Katarzyna Maksymiuk, ul. Wysoka 7, 15-523 Grabówka
e-mail: egmax@o2.pl
66. **Malejko Julita**, dr
Uniwersytet w Białymstoku, Wydział Chemii, ul. K. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok
e-mail: j.malejko@uwb.edu.pl
67. **Markiewicz Barbara**, dr
Wojewódzka Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna w Poznaniu, ul. Noskowskiego 23, 61-705 Poznań
e-mail: lbwipf.wssepoznan@sanepid.gov.pl
68. **Maśniak Filip**
Spectro-Lab, ul. Warszawska 100/102, 05-092 Łomianki
e-mail: filip.masniak@spectro-lab.pl
69. **Matczuk Magdalena**, dr hab. inż.
Politechnika Warszawska, Wydział Chemiczny, Katedra Chemii Analitycznej
ul. Noakowskiego 3, 00-664 Warszawa
e-mail: magdalena.matczuk@pw.edu.pl
70. **Moskwa Justyna**, dr
Uniwersytet Medyczny w Białymstoku, Wydział Farmaceutyczny z Oddziałem Medycyny Laboratoryjnej,
Zakład Bromatologii, ul. A. Mickiewicza 2d, 15-222 Białystok
e-mail: justyna.moskwa@umb.edu.pl
71. **Mróz Oliwia**, mgr
Altium International Sp. z o.o., ul. Puławska 303, 02-785 Warszawa
e-mail: omroz@perlan.com.pl
72. **Musielak Ewelina**, lic.
Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Metali Nieżelaznych, ul. Sowińskiego 5, 44-200 Gliwice
e-mail: ewelina.musielak@imn.lukasiewicz.gov.pl
73. **Musielak Marcin**, dr
Uniwersytet Śląski w Katowicach, Instytut Chemii, ul. Szkolna 9, 40-006 Katowice
e-mail: marcin.musielak@us.edu.pl
74. **Muszyńska Magdalena**, dr
Pro-Environment Polska Sp. z o.o., ul. Żwirki i Wigury 101, 02-089 Warszawa
Uniwersytet Warszawski, Wydział Chemii, Centrum Nauk Biologiczno-Chemicznych
ul. Żwirki i Wigury 101, 02-089 Warszawa
e-mail: magdalena.muszynska@pepolska.pl
75. **Nalazek-Rudnicka Katarzyna**, dr inż.
Politechnika Gdańska, Wydział Chemiczny, Katedra Chemii Analitycznej
ul. G. Narutowicza 11/12, 80-233, Gdańsk
e-mail: katmalaz@gmail.com
76. **Nalewajko-Sieliwoniuk Edyta**, dr hab.
Uniwersytet w Białymstoku, Wydział Chemii, ul. K. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok
e-mail: e.nalewajko@uwb.edu.pl
77. **Niedbalska Patrycja**
Air Products Sp. z o.o., ul. Komitetu Obrony Robotników 48, 02-146 Warszawa
e-mail: niedbap@airproducts.com

78. **Nowak Monika**, mgr
Altium International Sp. z o. o., ul. Puławska 303, 02-785 Warszawa
e-mail: mnowak@perlan.com.pl
79. **Nowicki Marcin**, mgr
Air Liquide Polska Spółka z o. o., ul. Jasnogórska 9 31-358 Kraków
e-mail: gazyspecjalne.pl@airliquide.com
80. **Oldak Łukasz**, mgr
Uniwersytet w Białymstoku, Wydział Chemii, ul. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok
e-mail: l.oldak@uwb.edu.pl
81. **Ostreęga Piotr**, mgr
Altium International Sp. z o. o., ul. Puławska 303, 02-785 Warszawa
e-mail: klient@perlan.com.pl
82. **Pakiela Anna**
Agencja Reklamowa Malamut, Al. Gen. Sikorskiego 13 lok. 27, 02-758 Warszawa
e-mail: a.pakiela@arMalamut.pl
83. **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
84. **Pochłopiń Dagmara**
Elamed Sp. z o.o. Sp. K., Al. Roździeńskiego 188C, 40-203 Katowice
e-mail: d.pochlopien@elamed.pl
85. **Podkowa Bartosz**
Radom Corporation, N27W23676 Paul Road, Pewaukee, WI 53072, US
86. **Reszke Edward**, dr inż.
ERTEC-Poland Edward Reszke, ul. Janiny Kłopotckiej 13, 54-530 Wrocław
e-mail: ertec@ertec.pl
87. **Ronda Oskar**, mgr inż.
Politechnika Gdańska, Wydział Chemiczny, Katedra Chemii Analitycznej
ul. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk
e-mail: oskar.ronda@pg.edu.pl
88. **Ruczaj Agnieszka**, mgr
Uniwersytet Medyczny w Białymstoku, Zakład Toksykologii, ul. A. Mickiewicza 2C, 15-222 Białystok
e-mail: agnieszka.ruczaj@sd.umb.edu.pl
89. **Rutkowska Małgorzata**, dr inż.
Politechnika Gdańska, Wydział Chemiczny, Katedra Chemii Analitycznej
ul. G. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk
e-mail: malgorzata.rutkowska@pg.edu.pl
90. **Ruzik Lena**, dr hab. inż.
Politechnika Warszawska, Wydział Chemiczny, Katedra Chemii Analitycznej
ul. Noakowskiego 3, 00-664 Warszawa
e-mail: lena.ruzik@pw.edu.pl
91. **Ryczko Alicja**, mgr inż.
Sieć Badawcza Łukasiewicz – Górnośląski Instytut Technologiczny, ul. Karola Miarki 12-14, 44-100 Gliwice
e-mail: alicja.ryczko@git.lukasiewicz.gov.pl
92. **Ryszko Urszula**, mgr
Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Nowych Syntezy Chemicznych, Laboratorium Analityczne
Al. Tysiąclecia PP 13A, 24-110 Puławy
e-mail: urszula.ryszko@ins.lukasiewicz.gov.pl
93. **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

94. **Sajnóg Adam**, dr hab.
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Chemii, Zakład Analizy Śladowej
ul. Uniwersytetu Poznańskiego 8, 61-614 Poznań
e-mail: adam.sajnog@amu.edu.pl
95. **Sitko Rafał**, prof. dr hab.
Uniwersytet Śląski w Katowicach, Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych, Instytut Chemii
ul. Szkolna 9, 40-006 Katowice
e-mail: rafal.sitko@us.edu.pl
96. **Smela Anna**, mgr
Radom Corporation, N27W23676 Paul Road, Pewaukee, WI 53072, US
e-mail: asmela@radomcorp.com
97. **Smereczański Nazar M.**, mgr
Uniwersytet Medyczny w Białymstoku, Zakład Toksykologii, ul. A. Mickiewicza 2C, 15-222 Białystok
e-mail: nazar.smereczanski@umb.edu.pl
98. **Socha Katarzyna**, dr hab.
Uniwersytet Medyczny w Białymstoku, Wydział Farmaceutyczny z Oddziałem Medycyny Laboratoryjnej,
Zakład Bromatologii, ul. A. Mickiewicza 2D, 15-222 Białystok
e-mail: katarzyna.socha@umb.edu.pl
99. **Stochaj-Yamani Monika**, mgr inż.
Altium International Sp. z o. o., ul. Puławska 303, 02-785 Warszawa
e-mail: mstochaj-yamani@perlan.com.pl
100. **Szpunar Joanna**, prof. dr hab. inż.
*Institute of Analytical and Physical Chemistry for the Environment and Materials
CNRS, IPREM UMR 5254, Pau, FRANCE*
e-mail: joanna.szpunar@univ-pau.fr
101. **Szkolmowski Mariusz**, mgr inż.
MS Spektrum, ul. Lubomira 4, 04-002 Warszawa
e-mail: ms@msspektrum.pl
102. **Szkutnik Wojciech**
ANCHEM Sp. z o.o. Sp. K., ul. Międzyborska 23, 04-041 Warszawa
e-mail: wojciech.szkutnik@anchem.pl
103. **Sztompka Piotr**, mgr inż.
Altium International Sp. z o. o., ul. Puławska 303, 02-785 Warszawa
e-mail: klient@perlan.com.pl
104. **Telk Anna**, dr
Uniwersytet Jagielloński, Wydział Chemii, ul. Gronostajowa 2, 30-387 Kraków
e-mail: anna.telk@uj.edu.pl
105. **Tetfejer Klaudia**, mgr
Uniwersytet Warszawski, Wydział Chemii, Centrum Nauk Biologiczno-Chemicznych
ul. Żwirki i Wigury 101, 02-089 Warszawa
e-mail: k.tetfejer@student.uw.edu.pl
106. **Ullmann Małgorzata**
Elamed Sp. z o.o. Sp. K., Al. Roździeńskiego 188C, 40-203 Katowice
e-mail: m.ullmann@elamed.pl
107. **Urbański Kamil**, mgr inż.
Anton Paar Poland Sp. z o.o., ul. Hołubcowa 123, 02-854 Warszawa
e-mail: info.pl@anton-paar.com
108. **Wagner Barbara**, dr hab., prof. UW
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

109. **Wasilewska Anna**, mgr
Szkoła Doktorska Nauk Ścisłych i Przyrodniczych, Uniwersytet w Białymstoku
ul. K. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok
e-mail: a.wasilewska@uwb.edu.pl
110. **Wołyniec Elżbieta**, dr
Uniwersytet w Białymstoku, Wydział Chemii, ul. K. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok
e-mail: elaw@uwb.edu.pl
111. **Wysocka Irena**, dr
Państwowy Instytut Geologiczny - Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Geologii Środowiskowej
ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa
e-mail: irena.wysocka@pgi.gov.pl
112. **Wysocki Piotr**, mgr inż.
Politechnika Łódzka, Wydział Chemiczny, Instytut Chemii Ogólnej i Ekologicznej
ul. Żeromskiego 116, 90-924 Łódź
e-mail: piotr.wysocki@p.lodz.pl
113. **Zabielska-Konopka Magda**, mgr
Uniwersytet w Białymstoku, Szkoła Doktorska Nauk Ścisłych i Przyrodniczych
ul. K. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok
e-mail: m.zabielska@uwb.edu.pl
114. **Zalewska Lidia**, mgr
Altium International Sp. z o. o., ul. Puławska 303, 02-785 Warszawa
e-mail: lzalewska@perlan.onmicrosoft.com
115. **Zambrzycka-Szelewa Elżbieta**, dr
Uniwersytet w Białymstoku, Wydział Chemii, ul. K. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok
e-mail: elazamb@uwb.edu.pl
116. **Zielińska Zuzanna**, mgr
Szkoła Doktorska Nauk Ścisłych i Przyrodniczych Uniwersytetu w Białymstoku
Wydział Chemii, Katedra Chemii Fizycznej, Pracownia Bioanalizy
ul. K. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok
e-mail: z.zielinska@uwb.edu.pl
117. **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
118. **Zych-Murawska Paulina**, mgr inż.
Altium International Sp. z o. o., ul. Puławska 303, 02-785 Warszawa
e-mail: pzych-murawska@perlan.com.pl



<https://www.kosat.pl/>