

Laboratorium

PRZEGLĄD OGÓLNOPOLSKI 2024

BYRSKI POL
BYRSKI POL Wojciech Byrski
 Od ponad 30 lat z firmą IKA Werke GmbH

www.byrskipol.pl
www.ikapol.pl

s. 15

POLYGEN
 wszystko do chromatografii...



s. 3

MICROTRAC MEB
 PARTICLE CHARACTERIZATION



ANALIZATOR WIELKOŚCI I Kształtu CZĄSTEK
UNIKALNA CHARAKTERYZACJA 3D CZĄSTEK

www.microtrac.pl part of **VERDER scientific**

s. 32, 33

Promega



Odkryj świat urządzeń laboratoryjnych Promega

IV okt.

Identyfikuj próbki za pomocą technologii RFID i smartfona



BRADY
www.brady.pl

s. 13

ZEISS

Seeing beyond

s. 18, 19

PORADNIK ANALITYKA



TARGI
WYPOSAŻENIA I TECHNOLOGII
LABORATORYJNYCH

Do grona wystawców zapraszamy
producentów i dystrybutorów:

- wyposażenia dla laboratoriów
- sprzętu laboratoryjnego, akcesoriów, szkła laboratoryjnego
- aparatury analitycznej, kontrolnej i pomiarowej
- systemów informatycznych
- odzieży ochronnej
- sprzętu diagnostycznego
- aparatury i odczynników do wykonywania badań
- sprzętu optycznego, wag
- środków higienicznych, ochronnych.

19-20 MARCA 2024
Poznań Congress Center

www.LABSexpo.pl

Organizator:



POLYGEN

wszystko do chromatografii...

Thermo
SCIENTIFIC

WYATT
TECHNOLOGY

Advion Interchim
scientific

TOSOH BIOSCIENCE
TOSOH

RIGGTEK
Dissolution Test Systems

MN


www.shodex.de

RECIPÉ

La-Pha-Pack

S·C·A·T
europe

gonotec
AN ELITECHGROUP COMPANY



HPLC/UHPLC seria Vanquish



Osmometry krioskopowe



Flash seria PuriFlash



PuriFlash® R-Vap



Detektor Corona CAD



GPC seria EcoSEC



MALS DAWN Neon

Polygen Sp. z o.o.

ul. Portowa 16L/130, 44-100 Gliwice
tel.: 32 238 81 95, 725 725 373
e-mail: polygen@polygen.com.pl

www.polygen.com.pl

Rok założenia: 2001
Kwartalnik, Rejestr Prasowy PR 1029

MINISTERSTWO
EDUKACJI I NAUKI INDEX COPERNICUS
5 pkt MEIN 64,96 pkt

Liczba wydań w ciągu roku: 5. Nakład: 4000 egz. Podstawową wersją czasopisma jest wydanie drukowane. Czasopismo „Laboratorium – Przegląd Ogólnopolski” dostępne jest również w wersji elektronicznej (na www.laboratorium.elamed.pl – gwarantujemy pełny dostęp do artykułów). Informacja o warunkach publikacji i opis procedur recenzyjnych dostępne na www.laboratorium.elamed.pl.
Wszystkie artykuły naukowe opublikowane na łamach czasopisma zostały poddane recenzji. Czasopismo przeznaczone jest dla profesjonalistów działających w branży laboratoryjnej.

RADA NAUKOWA I RECENZENCI

prof. Rosa M. Alonso
University of the Basque Country/EHU, Bilbao, Hiszpania

prof. dr hab. Teresa Fortuna
Katedra Analizy i Oceny Jakości Żywności UR w Krakowie

prof. dr hab. med. Jerzy Janecki
Instytut Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej PAN w Warszawie

prof. dr hab. Andrzej Małecki
Katedra Chemii Nieorganicznej AGH w Krakowie

prof. Edward Muntean
University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine, Cluj Napoca, Rumunia

prof. dr hab. Tadeusz Tuszyński
Katedra Technologii Fermentacji i Mikrobiologii Technicznej UR w Krakowie

prof. Roxani Tzimou-Tsitouridou
University of Thessaloniki, Grecja

dr hab. Gabriela Bugla-Płoskońska, prof. UW
Instytut Genetyki i Mikrobiologii, UW

dr hab. Marcin Frankowski, prof. UAM
Zakład Analityki Chemicznej i Środowiskowej, Wydział Chemii UAM w Poznaniu

dr hab. Beata Grabowska, prof. AGH
Katedra Inżynierii Procesów Odlewniczych AGH w Krakowie

dr hab. Magdalena Jabłońska-Czapla
IPIS PAN w Zabrze

dr hab. Lesław Juszcak, prof. UR
Katedra Analizy i Oceny Jakości Żywności UR w Krakowie

dr hab. Anetta Ziola-Frankowska, prof. UAM
Zakład Chemii Analitycznej, Wydział Chemii, UAM w Poznaniu

dr Bożena Futoma-Koloch
Zakład Mikrobiologii, Instytut Genetyki i Mikrobiologii, UW

dr n. wet. Katarzyna Kosek-Paszowska
Katedra Higieny Żywności i Ochrony Zdrowia Konsumenta UP we Wrocławiu

dr n. wet. Tomasz Zaręba
Zakład Antybiotyków i Mikrobiologii Narodowego Instytutu Leków w Warszawie



Szanowni Państwo

Rozpoczynamy Nowy 2024 Rok tradycyjnie „Poradnikiem Analityka”, w którym poza informacjami, jakie powinny być dostępne w każdym laboratorium, zamieszczamy też kilka być może już Wam znanych prac. Dotyczą one zarówno praktycznych aspektów badań środowiskowych, nowych obszarów badawczych, jak i codziennej praktyki laboratoryjnej. Wersja papierowa ma dla nas duże znaczenie, ponieważ owszem, w Internecie jest „wszystko”, ale tradycja i przyzwyczajenia (wielu z nas) zobowiązują.

Staramy się wypełniać swoją misję, jaką jest stałe kształcenie i informowanie naszych Czytelników o tym, co nowego dzieje się w laboratoriach zarówno w Polsce, jak i na świecie. Zamieszczane informacje są przygotowane zarówno przez naukowców z laboratoriów uczelnianych, jak i praktyków z laboratoriów przemysłowych i usługowych. W ten sposób mamy nadzieję być dla Was przydatni.

W tym roku zapraszamy Państwa do aktywnego udziału w dwóch naszych tradycyjnych już konferencjach, tj.: „Perspektywy Rozwoju Laboratoriów Badawczych” (Kielce, 25-26 kwietnia 2024 r., połączone ze zwiedzaniem Świętokrzyskiego Kampusu Laboratoryjnego GUM) oraz „Badania jakości wód i ścieków” (25-25 października 2024 r.).

redaktor naczelny czasopisma
„Laboratorium – Przegląd Ogólnopolski”
prof. dr hab. Rajmund Michalski

Czasopismo wydrukowane jest na papierze ekologicznym wyprodukowanym w 100% z makulatury, bielonej bez użycia chloru gazowego. Papier ten może być poddany ponownemu procesowi recyklingu.

Do produkcji używamy certyfikowanych papierów: Cocoon Silk oraz Ibook Extra.



Razem w stronę eko!

Redakcja 40-203 Katowice
al. Różdzieskiego 188c
tel. 32 788 51 33
laboratorium@elamed.pl
www.laboratorium.elamed.pl

Redaktor naczelny prof. dr hab. Rajmund Michalski
r.michalski@elamed.pl

Redaktor zarządzająca Paulina Prencel
32 788 51 13, 795 401 285
p.prencel@elamed.pl

Redaktor statystyczny dr n. ekon. Marek Kangalis

Redaktor językowy Małgorzata Chuchla

Młodsza redaktor Małgorzata Ullmann
32 788 51 33, 606 849 163
m.ullmann@elamed.pl

Dział reklamy i marketingu Katarzyna Kamińska
32 788 51 03, 608 028 594
k.kaminska@elamed.pl
Dagmara Pochłopię
32 788 51 39, 668 216 351
d.pochlopien@elamed.pl

Skład i łamanie Marcin Korus

Korekta Maria Derejczyk-Zwierzyńska

Wydawca:



Wydawca jest członkiem

UZBA WYDAWCÓW PRASY



40-203 Katowice, al. Różdzieskiego 188c
tel. 32 788 51 01, fax 32 788 51 09
e-mail: elamed@elamed.pl, www.elamed.pl

Dział Obsługi Klienta – Prenumerata

Infolinia: 801 88 89 80, tel. +48 32 788 51 28
e-mail: dok@elamed.pl

Cena prenumeraty rocznej:
250 zł brutto (zawiera VAT oraz koszty pakowania i wysyłki)
Prenumerata pocztowa prowadzona jest na terenie całego kraju. Czasopismo dostępne jest także w sieciach kolporterских: Garmond Press SA, Kolporter SA, Ruch SA.

Druk: PoligrafiaPlus, www.dobredrukowanie.pl

Redakcja nie odpowiada za treść reklam, ogłoszeń i artykułów sponsorowanych oraz wszelkich materiałów powierzonych jej prezentacji, przeglądów itp. Prezentacje i przeglądy zostały stworzone na bazie ankiet przesłanych przez dystrybutorów i producentów sprzętu i aparatury. Wydawca ma prawo odmówić zamieszczenia reklam i ogłoszeń, jeżeli ich treść lub forma są sprzeczne z charakterem pisma lub interesem wydawcy. Przedruk, kopiowanie lub powielanie w jakiegokolwiek formie, w części lub całości bez pisemnej zgody Elamed Media Group są całkowicie zabronione.

Laboratorium

PRZEGLĄD OGÓLNOPOLSKI



ZAINWESTUJ W SWÓJ PROFESJONALNY ROZWÓJ!

- Sprawdź, jakie **rozwiązania optymalizują** funkcjonowanie Twojego laboratorium.
- Zyskaj **wiedzę ekspercką i skorzystaj** z niej w codziennej pracy.
- Poznaj **technologie XXI wieku** wykorzystywane w laboratoriach.
- Bądź na bieżąco z aktualną wiedzą prawną i **interpretacjami przepisów**.

Dołącz do grona prenumeratorów!

Prenumerata roczna

250 zł brutto

(zawiera VAT oraz koszty pakowania i wysyłki)

Zamów: www.dlaspecjalistow.pl, tel. 32 788 51 28, Infolinia: 801 888 980

Partnerzy wydania

ANCHEM PLUS , Warszawa, www.anchemplus.pl	str. 70
ANTON PAAR POLAND , Warszawa, www.anton-paar.com	str. 70
BIOGENET , Józefów, www.biogenet.pl	str. 70
BRADY S.R.O. , Bratislava, www.brady.pl	I okł., str. 13, 70
BYRSKI POL , Warszawa, www.byrskipol.pl	I okł., str. 15, 71
CARL ZEISS , Poznań, www.zeiss.pl	I okł., str. 18, 19, 71
CZYLOK , Jastrzębie-Zdrój, www.czylok.com.pl	str. 23
KERN & SOHN , Niemcy, www.kern-sohn.com	str. 31
LAB-EL , Reguły, www.label.pl	str. 71
LABSTAND , Poznań, www.labstand.com.pl	str. 72
MERAZET , Poznań, www.merazet.pl	str. 72
POLYGEN , Gliwice, www.polygen.com.pl	I okł., str. 3, 72
PROMEGA , Walldorf, www.promega.com	I, IV okł., 73
RHL-SERVICE , Poznań, www.rhl.pl	str. 29, 73
SIEĆ BADAWCZA ŁUKASIEWICZ - INSTYTUT METALI NIEZALEŻNYCH , Gliwice, www.imn.gliwice.pl	str. 25
SPECTRO POLAND , Józefów, www.spectro.pl	str. 73
TIGRET , Warszawa, www.tigret.eu	str. 73
UNI-EXPORT INSTRUMENTS POLSKA , Warszawa, www.uni-export.com.pl	str. 37, 74
UNIMARKET , Poznań, www.unimarket.net.pl	str. 74
VERDER POLSKA , Katowice, www.verder-scientific.pl	I okł., str. 32, 33, 74

**PORADNIK
ANALITYKA**

9

57

**INDEKS
PRODUKTÓW
I USŁUG
– UKŁAD
ALFABETYCZNY**

KALENDARIUM

51

69

INDEKS FIRM

W WYDANIU



E-book dla kierownika laboratorium

Kompendium niezbędnej wiedzy dla osób zarządzających laboratoriami naukowymi, badawczymi czy wzorcującymi.

TEMATYKA:

- Akredytacja, zarządzanie i organizacja pracy w laboratoriach.
- Nowoczesne rozwiązania aparaturowe i infrastrukturalne.
- Najlepsze praktyki w laboratoriach badawczych, pomiarowych i wzorcujących na terenie Polski.

ZAMÓW NA:

dla **Specjalistów**.pl



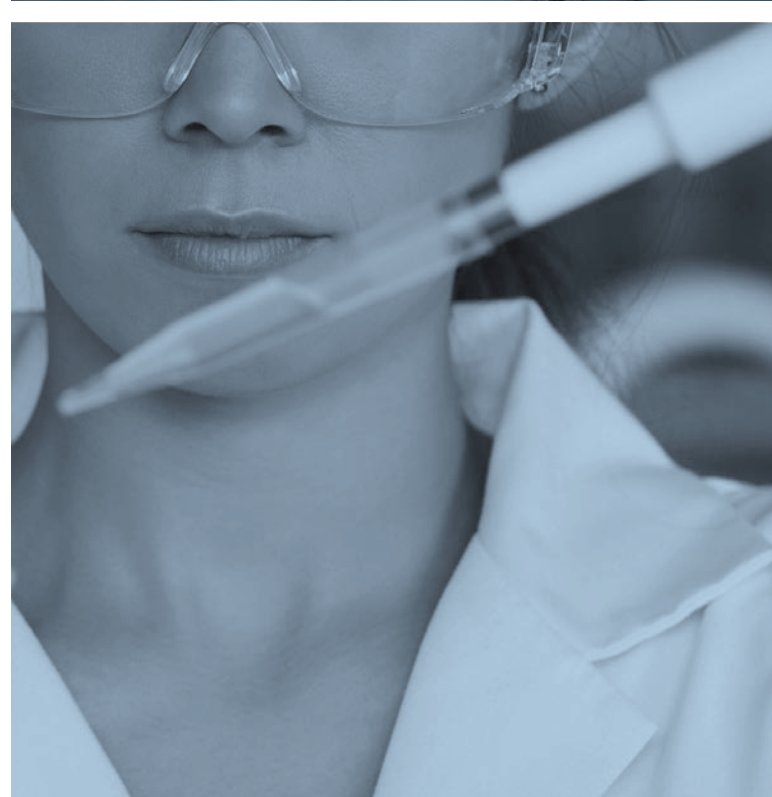
Tel. 32 788 51 28



Infolinia: 801 888 980



dok@elamed.pl



PORADNIK ANALITYKA

Laboratorium

PRZEGLĄD OGÓLNOPOLSKI

- 11 Kryminalistyk z Ramanem w ręku.
Na tropie śladów zbrodni
- 20 Zastosowanie ICP-MS
w jądrowej analizie kryminalistycznej
- 26 Niskie stężenia, skomplikowane matryce - oznaczanie
neonikotynoidów w próbkach środowiskowych i w żywności
- 34 Mikrobiologiczne zanieczyszczenia
produktów żywnościowych
- 39 Dezintegracja ultradźwiękowa jako skuteczna metoda intensyfikacji
procesu stabilizacji beztlenowej osadów ściekowych
- 46 Efektywne monitorowanie kompetencji personelu
w aspekcie zapewnienia wiarygodności wyników badań

Kryminalistyk z Ramanem w ręku

Na tropie śladów zbrodni

Wśród wielu technik stosowanych do oznaczania i identyfikacji materiału dowodowego wykorzystuje się spektroskopię Ramana. Metoda ta oferuje unikalny zestaw zalet i ma szeroki potencjał. Zapewnia także ważne uzupełnienie danych zbieranych przy użyciu innych technik analitycznych.

Kryminalistyka to wykorzystanie nauk biologiczno-technicznych w wykrywaniu przestępstw i przestępców. Kryminalistyk rozpoznaje, identyfikuje i ocenia dowody rzeczowe podczas dochodzenia [1].

Naukowcy sądowi pracujący w policji czerpią swoją wiedzę przede wszystkim z takich dziedzin nauki jak chemia, biologia i fizyka, aby rozpoznawać, identyfikować i oceniać dowody fizyczne podczas dochodzenia. Dowody poddawane analizie to szeroki zakres substancji (płyny ustrojowe), chemikaliów (farby, włókna, materiały wybuchowe, toksyny, narkotyki, leki), śladów tkankowych (krew, włosy, skóra), śladów odcisków (butów, palców, ślady narzędzi, ugryzień) oraz danych elektronicznych i urządzeń (ruch sieciowy, poczta elektroniczna, zdjęcia).

**Mateusz Kowalski¹, Natalia Walczak²,
dr Katarzyna Szwaczko³**

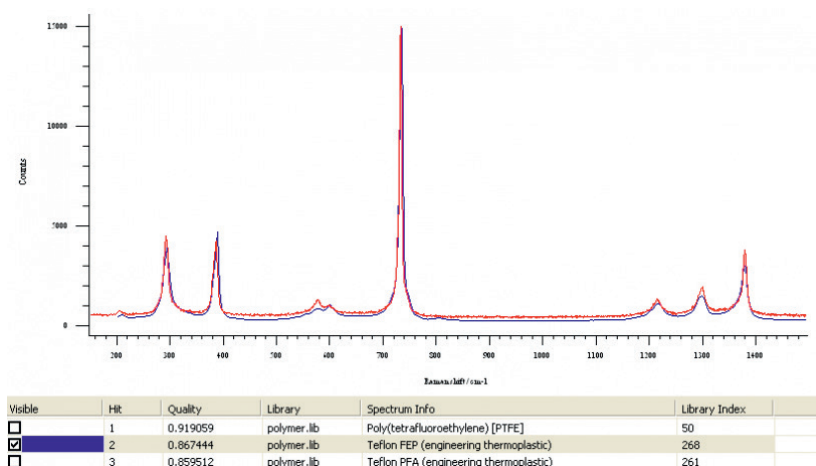
¹ student Wydziału Chemii UMCS w Lublinie
na kierunku chemia kryminalistyczna

² studentka Wydziału Chemii UMCS w Lublinie
na kierunku chemia środków bioaktywnych
i kosmetyków

³ adiunkt w Katedrze Chemii Organicznej
i Krystalochemii Instytutu Nauk Chemicznych
UMCS w Lublinie

Badaniom kryminalistycznym podlegają także pozostałości po pożarze, pojazdy, dokumenty oraz wzory fizjologiczne i behawioralne.

Różnorodność technik stosowanych w kryminalistyce jest równie duża jak liczba rodza- ▶



Rys. 1. Widmo ramanowskie teflonu i porównanie z biblioteką widm

► jów dowodów pozyskiwanych na miejscu zbrodni. W identyfikacji śladów fizykochemicznych kryminalistyki najczęściej wykorzystuje metody chromatograficzne, spektroskopowe, mikroskopię elektronową oraz metody łączone, jak chromatografia gazowa sprzężona ze spektrometrią masową (GC/MS). Wymienione techniki pomiarowe charakteryzują się wysoką czułością i umożliwiają badania niewielkich próbek materiału. Niestety w przypadku niektórych z tych metod proces przygotowania próbki do badań potrafi być skomplikowany i długi, a materiał poddawany analizie ulega nieodwracalnym zmianom i nie można go odzyskać. Tutaj wkracza spektroskopia Ramana, jako alternatywa i/lub uzupełnienie opisywanych powyżej technik pomiarowych [2]. Jest jak chemiczny „odcisk palca” badanego materiału dowodowego, który zapewnia szybki i rzetelny pomiar metodą nie niszczącą dla badanych materiałów.

Spektroskopia Ramana – jak to działa

Spektroskopia jest nauką zajmującą się oddziaływaniem promieniowania na materię. Metody

spektroskopowe opierają się na zjawiskach takich jak: emisja, absorpcja, fluorescencja i rozproszenie. Najczęściej stosowanymi metodami spektroskopii promieniowania elektromagnetycznego są techniki spektroskopii w podczerwieni (IR), spektroskopia magnetycznego rezonansu jądrowego (NMR), spektroskopia Ramana i UV-VIS.

Spektroskopia ramanowska opiera się na analizie nieelastycznego rozproszenia wiązki promieniowania przez badaną substancję [3]. Próbkę naświetlana jest światłem o określonej długości fali (wiązka monochromatyczna) i oddziałując z nią, powoduje rozproszenie, w efekcie czego obserwuje się trzy rodzaje pasm: pasma Rayleigha, stokesowskie i antystokesowskie. Graficznym obrazem analizy spektroskopowej jest widmo, które jest zależnością intensywności do odwrotności długości fali promieniowania. Dużą zaletą takiej analizy jest to, że jest ona metodą jakościową, czyli ujawnia, jaką mamy substancję, oraz ilościową, czyli ile tej substancji jest. Próbkę badaną tą metodą nie ulegają zniszczeniu, co jest dużą zaletą, gdy mamy ograniczoną ilość substancji, a także nie wymagają uprzedniego przygotowania, dzięki czemu analiza jest szybka. Analizie można poddawać

Materiał	Marihuana	Kokaina	Amfetamina	Ketamina	Alkohol	Heroina i inne opiaty
Włosy	Do 90 dni	Do 90 dni	Do 90 dni	7-10 dni	Do 90 dni	Do 90 dni
Ślina	Do 24 h	Do 36 h	Do 2 dni	Do 24 h	Do 2 dni	Do 36 h
Mocz	Do 30 dni	Do 3 dni	2-4 dni	Do 2 dni	Do 2 dni	2-5 dni
Krew	2-3 dni	Do 2 dni	Do 12 h	Do 24 h	Do 6 h	2-4 dni

Tab. 1. Okna czasowe, w których możliwe do wykrycia są wybrane substancje uzależniające w danej matrycy



Rys. 2. Mikroskop ramanowski inVia Reflex będący na wyposażeniu Laboratorium Analitycznego UMCS

ciała stałe, proszki i ciecze oraz roztwory wodne. Można porównać otrzymane widma z biblioteką widm Ramana i określić z dużym prawdopodobieństwem rodzaj badanej substancji (rys. 1).

Spektroskopia Ramana stanowi znakomite uzupełnienie spektroskopii w podczerwieni. Główną różnicą między tymi metodami jest

oddziaływanie materii z promieniowaniem. Podczas gdy w spektroskopii Ramana promieniowanie jest rozpraszane, spektroskopia IR opiera się na zjawisku absorpcji promieniowania, w efekcie czego cząsteczka przechodzi w stan wzbudzenia, a to z kolei daje obraz widma. Obie metody traktowane są jako metody uzupełniające się, ponieważ mają różną selektywność względem grup funkcyjnych związków organicznych [4].

Światło laserowe stosowane w spektroskopii Ramana znajduje się w zakresie widzialnym. Oznacza to, że może ono swobodnie przenikać przez szkło czy soczewki mikroskopowe. Możliwe zatem było zintegrowanie spektrometru Ramana z optyką standardowego mikroskopu (rys. 3). Komora mikroskopu umożliwia badanie próbek ciekłych, stałych i sproszkowanych oraz pozycjonowanie i manipulowanie próbką. Badany materiał umieszcza się pod soczewką obiektywu, celuje i przeprowadza pomiar.

Raman i ślady biologiczne

Identyfikacja i charakterystyki śladów biologicznych; analiza włosów, paznokci i płynów ustrojowych

reklama



5 prostych kroków do zautomatyzowanego systemu identyfikacji próbek

Zautomatyzowany proces identyfikacji próbek zintegrowany z LIMS i połączony z systemem tworzenia etykiet może łatwiej poradzić sobie z rosnącą liczbą próbek.

Automatycznie wydrukuje specjalistyczne etykiety identyfikacyjne, gdy próbki dotrą do laboratorium, korzystając z informacji z LIMS. Cały system identyfikacji próbek stanie się jeszcze bardziej zaawansowany dzięki wykorzystaniu technologii RFID.

Dowiedz się, jak zautomatyzować system identyfikacji próbek w 5 krokach.



Zamów bezpłatny przewodnik!



BRADY Polska

Tel. +48 22 104 6262
 poland@bradycorp.com
 www.brady.pl



► Pomimo znaczących postępów w dziedzinie chemii kryminalistycznej, do tej pory nie znaleziono uniwersalnej metody, którą można wykorzystać na miejscu zbrodni w celu zidentyfikowania szerokiej gamy śladów biologicznych. Aktualnie najczęściej używanymi metodami są testy chemiczne oraz chemiluminescencyjne, jak również alternatywne źródła światła, np. ultrafiolet. Każdy z wymienionych testów



Z pomocą spektroskopii Ramana we włosach można wykryć związki chemiczne, w tym psychoaktywne, jak: amfetamina, barbiturany, benzodiazepiny, kannabinoidy, kokaina, opioidy, fencyklidyna, LSD i inne.

można zaklasyfikować jako przypuszczający lub potwierdzający [5]. Test przypuszczający używa się w celu wstępnego określenia, z jakim związkiem mamy do czynienia. Te przypuszczenia muszą zostać potwierdzone przez test potwierdzający. Dzieje się tak, gdyż testy przy-

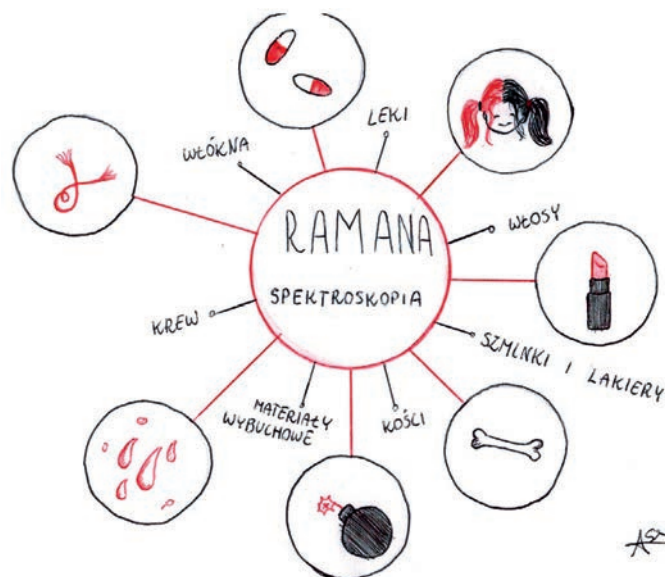
puszczające często mogą podać fałszywie pozytywny wynik. Testy potwierdzające są o wiele bardziej selektywne oraz wiarygodne względem przypuszczających. Dużym problemem związanym z obydwojema rodzajami testów jest fakt, iż w dużym stopniu uszkadzają badaną próbkę. Obecnie nie istnieje metoda analizy, która jest jednocześnie potwierdzająca, niedestrukcyjna oraz skuteczna dla wszystkich śladów biologicznych. Ostatnie prace nad spektroskopią Ramana wyszły naprzeciw tym problemom i udało się opracować szereg komercyjnych rozwiązań, w tym urządzenia pomiarowe rozmiarów mieszczących się w jednej ręce, które można zabrać ze sobą na badania terenowe [6].

Czas detekcji, tzw. „okno czasowe”, narkotyków, leków, dopalaczy i innych substancji w płynach ustrojowych, tj. krew, ślina, mocz, jest krótki i uwarunkowany stężeniem substancji oraz metabolizmem osoby, od której próbka została pobrana. Możliwa jest analiza obecności substancji psychoaktywnych we włosach. Okno czasowe pozwalające na wykrycie tych substancji we włosach jest o wiele dłuższe w porównaniu do standardowych matryc i waha się w przedziale od kilku tygodni do kilku miesięcy w zależności od długości włosa (tab. 1) [7].

Do badań wystarcza około 50–150 mg włosów ściętych tuż przy skórze i pobranych z czę-

ści potylicznej głowy. Z pomocą spektroskopii Ramana we włosach można wykryć związki chemiczne, w tym psychoaktywne, jak: amfetamina, barbiturany, benzodiazepiny, kannabinoide, kokaina, opioidy, fencyklidyna, LSD i inne. Co istotne, analiza włosów wykorzystywana jest w sprawach, w których niezbędne jest ustalenie szacowanej daty lub okresu, w którym badany był pod wpływem środków psychoaktywnych. Ma to swoje zastosowanie głównie w celu ustalenia przyczyny śmierci, w sprawach dotyczących napaści seksualnych z wykorzystaniem substancji odurzających (pigułki gwałtu) oraz w kontrolach antydopingowych.

Często badaną matrycą biologiczną za pomocą spektroskopii Ramana są paznokcie. Podobnie jak w przypadku włosów, paznokcie pozwalają na analizę w szerokim oknie czasowym. Zanieczyszczenie nieorganiczne, jak i organiczne można znaleźć zarówno na powierzchni paznokcia, jak i pod spodem. Kawałek paznokcia może być pobrany od ofiary lub denata w celu zidentyfikowania DNA osoby, która popełniła przestępstwo. Możliwe jest również przeprowadzenie badania DNA denata znajdującego



Rys. 3. Potencjał spektroskopii Ramana

się w różnych stadiach rozkładu [8]. Do tej pory w paznokciach osób uzależnionych skutecznie zidentyfikowano obecność szeregu narkotyków, takich jak np.: metamfetamina, amfetamina, opiaty, barbiturany, benzodiazepiny i marihuana [9-13].

reklama

BYRSKI POL

Od ponad 30 lat
z firmą IKA Werke GmbH

Działalność firmy obejmuje doradztwo techniczne, dystrybucję i handel sprzętem laboratoryjnym, pomiarowo-analitycznym i produkcyjnym:

- sprzęt laboratoryjny
 mieszadła magnetyczne, mieszadła mechaniczne, homogenizatory, wytrząsarki, młynki, łaźnie wodne, płyty grzewcze, pompy próżniowe i perystaltyczne, wyparki, ekstraktory substancji stałych, reaktory laboratoryjne
- sprzęt pomiarowo-analityczny
 zagniatarki, elektrolizery, termograwimetry, kalorymetry, analizatory laboratoryjne C, S, N, O, H, CO₂
- sprzęt produkcyjny
 - pojemnościowy – homogenizatory, turbotrony, rototrony
 - przepływowy – homogenizatory, dispax reaktory, młyny koloidalne
 - emulgatory – mieszalniki (o poj. 10-4000 l) – dla substancji o różnej lepkości

BYRSKI POL Wojciech Byrski
 02-793 Warszawa, ul. Przy Bażantami 4/6
 tel.: 22 649 24 05, fax: 22 859 14 39
 e-mail: info@byrskipol.pl, info@ikapol.pl
 www.byrskipol.pl, www.ikapol.pl

- Krew jest jednym z ważniejszych płynów ustrojowych poddawanych analizie. Jej identyfikacja jest niezbędna na każdym miejscu zbrodni. Ślady krwi są w większości przypadków poddawane testom utleniająco-redukującym (reakcja z luminolem oraz reakcja z zielenią leukomalachitową), jednakże wykazano, że obydwie analizy prowadzą do uszkodzenia DNA w próbce krwi. Zbadano więc, czy spektroskopia Ramana może być przydatna w analizie ze względu na nieinwazyjność metody. Po przeprowadzeniu badań wykazano, że nie tylko można z dużą dokładnością zidentyfikować obecność krwi ludzkiej na materiale dowodowym, ale także łatwo odróżnić ją od krwi innych gatunków zwierząt [14].

Kobieta – mężczyzna i Raman

Powszechnie wiadomo, że na miejscu zbrodni jednym z ważniejszych śladów zbieranych przez techników są odciski palców. Pierwsza sprawa rozwiązana dzięki analizie odcisków palców miała miejsce ponad 100 lat temu, w 1892 roku. Każdy człowiek ma indywidualny zestaw cech linii papilarnych, które są niepowtarzalne, niezmiennie i nieusuwalne. Nauka zajmująca się ich badaniem to daktyloskopia. Odciski palców identyfikuje się metodami fizycznymi, chemicznymi oraz fizykochemicznymi, w których reakcja zachodzi etapowo. Metody fizyczne polegają na ujawnieniu śladów. Aby ślady były widoczne gołym okiem, stosuje się np. proszki daktyloskopijne, dobierane w zależności od badanego podłoża. Metody chemiczne opierają się na reak-

cja potowo-tłuszczowa naniesiona na jakieś podłoże podczas dotyku, można je poddać analizie spektroskopią Ramana. Skład potowo-tłuszczowy każdego człowieka jest nieco inny; to głównie woda oraz substancje organiczne i nieorganiczne, takie jak: kwasy tłuszczowe, związki azotowe, lipidy i witaminy. Metoda Ramana różni się od wcześniej wymienionych technik tym, że nie jest analizą optyczną, lecz analizowany jest skład chemiczny śladu. Przeprowadzono badanie, w którym spektroskopia Ramana miała posłużyć do identyfikacji płci na podstawie analizy odcisków palców [16]. Uczestnikami badania było 21 kobiet i 21 mężczyzn. Bezpośrednio przed złożeniem odcisków palców badane osoby umyły dłonie neutralnym mydłem i wysuszyły na powietrzu. Od każdej z osób pobrano po dwie próbki i przeprowadzono analizy spektroskopowe w dniu pobrania próbek, po siedmiu dniach oraz po trzydziestu dniach. Badania pokazały, że można rozróżnić odciski palców kobiety i mężczyzny, pomimo tego, że różnice składu chemicznego są niewielkie. Dodatkowym czynnikiem pomagającym w rozróżnieniu kobiety od mężczyzny jest cykl miesięczny u kobiet, podczas którego w ciele zachodzą zmiany hormonalne mogące mieć wpływ na skład chemiczny potu. Wykorzystanie spektroskopii Ramana w badaniu odcisków palców może zatem być pomocne nie tyle w bezpośrednim wskazaniu winnego, co w wykluczeniu lub zawężeniu grupy podejrzanych.

Analiza materiałów wybuchowych

Materiały wybuchowe są substancjami metastabilnymi, które pod wpływem bodźca inicjującego uwalniają bardzo szybko ogromne ilości energii w procesie reakcji egzotermicznej. Większość substancji wybuchowych to związki zawierające grupę nitrową. Pod wpływem uwolnienia dużych ilości energii dochodzi do kompresji gazów, które mając wysoką temperaturę i ciśnienie, powodują eksplozję. Do najbardziej znanych materiałów wybuchowych należą: TNT, TATP, nitrogliceryna, RDX, PENT. Bodźce inicjujące mogą być mechaniczne (tarcie, uderzenie), cieplne (ogrzewanie), wybuchowe (bezpośrednia detonacja innego ładunku), elektromagnetyczne (promieniowanie), elektryczne (iskra elektryczna), a każdy materiał wybuchowy ma inną wrażliwość na bodźce [17]. Ze względu na zastosowanie materiały wybuchowe dzieli się na: wojskowe, komercyjne, improwizo-



Wykorzystanie spektroskopii Ramana w badaniu odcisków palców może być pomocne nie tyle w bezpośrednim wskazaniu winnego, co w wykluczeniu lub zawężeniu grupy podejrzanych.

cji chemicznej zachodzącej między odczynnikiem a odciskiem palca, dając w efekcie barwne ślady. Ujawnione ślady analizuje się, porównując ze śladami dostępnymi w bazach danych lub pobranymi od podejrzanych [15]. Z uwagi na fakt, że ślady daktyloskopijne to substan-

wane. Dwie pierwsze grupy są ściśle kontrolowane i nie da się ich kupić bez pozwolenia. Improvizowane materiały wybuchowe mogą być skonstruowane z substancji i materiałów powszechnie dostępnych, co stanowi poważny problem w walce z terroryzmem.

Analizę materiałów wybuchowych można prowadzić na różne sposoby (analiza chromatograficzna, metody elektrochemiczne, chemiluminescencja czy spektroskopia). Materiały wybuchowe bada się nie tylko pod kątem niebezpieczeństwa, ale również ich jakości, jeśli są to materiały komercyjne. Przeprowadza się także analizy środowiskowe, np. gleby, wody czy wód gruntowych, aby zapobiec ewentualnym zanieczyszczeniom związkami pochodzącymi z rozkładu materiałów wybuchowych. Wygodną metodą do analizy związków wybuchowych jest spektroskopia Ramana [18]. Do jej przeprowadzenia nie jest potrzebne specjalne przygotowanie próbki, wystarczy niewielka ilość materiału, a sama analiza jest bardzo szybka. Detekcję materiału wybuchowego można przeprowadzić na bardzo różnych matrycach, jak: nylon, polietylen czy część karoserii samochodowej. Dużą zaletą tej metody jest fakt, że można ją wykonać od razu na miejscu zdarzenia, używając przenośnego urządzenia. „Podręczne” spektrometry Ramana zaopatrzone w laser helowo-neonowy mogą służyć także do wykrywania śladów materiałów wybuchowych znajdujących się nawet w odległości 20 metrów w czasie rzeczywistym i w miejscach, gdzie szczególnie dba się o bezpieczeństwo ludzi (lotniska, granice państw, centra handlowe).

Podsumowanie

Kryminalistyka to zastosowanie nauk przyrodniczych w sprawach z zakresu prawa. W praktyce kryminalistyka czerpie swoją wiedzę z fizyki, chemii, biologii oraz innych zasad i metod naukowych. Wśród wielu technik stosowanych do oznaczania i identyfikacji materiału



„Podręczne” spektrometry Ramana zaopatrzone w laser helowo-neonowy mogą służyć do wykrywania śladów materiałów wybuchowych znajdujących się nawet w odległości 20 metrów w czasie rzeczywistym i w miejscach, gdzie szczególnie dba się o bezpieczeństwo ludzi.

dowodowego wykorzystuje się spektroskopię Ramana. Metoda ta oferuje unikalny zestaw zalet i ma szeroki potencjał. Zapewnia także ważne uzupełnienie danych zbieranych przy użyciu innych technik analitycznych. Technika ta udowodniła, że jest godną uwagi i znaczącą metodą dla współczesnego naukowca sądowego, pozwalającą na oznaczanie związków organicznych i nieorganicznych w matrycach biologicznych, jak również do oznaczania śladów materiałów wybuchowych. ■

Piśmiennictwo

- Hanausek T., Stawik K.: *Wprowadzenie do kryminalistyki i kryminologii*. Oficyna Wydawnicza BRANTA, Bydgoszcz 1995.
- Krafft C., Popp J.: *The many facets of Raman spectroscopy for biomedical analysis, analytical and bioanalytical chemistry*. „Anal Bioanal Chem”, 2015, 407, 699–717.
- Bumbrach G.S., Shrama R.N.: *Raman spectroscopy – Basic principle, instrumentation and selected applications for the characterization of drugs of abuse*. „Egypt. J. Forensic Sci.”, 2015, 209–215.
- Khandasammy S.R., Fikiet M.A., Mistek E. et al.: *Bloodstains, Paintings, and Drugs: Raman Spectroscopy Applications in Forensic Science*. „Forensic Chem.”, 2018, 111–133.
- Kobilinsky L.: *Forensic Chemistry Handbook*. 2012, John Wiley & Sons, Hoboken.
- Doty K.C., Muro C.K., Bueno J., Halámková L., Lednev I.K.: *What can Raman spectroscopy do for criminalistics?*. „J. Raman Spectrosc.”, 2016, 47, 39–50.
- Saito K., Saito R., Kikuchi Y., Iwasaki Y., Ito R., Nakazawa H.: *Analysis of drugs of abuse in biological specimens*. „J. Health Sci.”, 2011, 57, 472–487.
- Piccinini A., Cucurachi N., Betti F., Capra M., Coco S.: *Forensic DNA typing of human nails at various stages of decomposition*. „Int Congr Ser”, 2006, 1288, 586–588.
- Suzuki O., Hattori H., Asano M.: *Nails as useful materials for detection of methamphetamine or amphetamine abuse*. „Forensic Sci Int”, 1984, 24, 9–16.
- Lemos N.P., Anderson R.A., Valentini R., Tagliaro F., Scott R.T.A.: *Analysis of morphine by RIA and HPLC in fingernail clippings obtained from heroin users*. „J Forensic Sci”, 2000, 45 (2), 407–412.
- Willis J.N., Cook R.B., Jankow R.: *Raman spectroscopy of some common barbiturates*. „Anal Chem”, 1972, 44 (7), 1228–1234.
- Neville G.A., Shurvell H.F.: *Fourier transform Raman and infrared vibrational study of diazepam and four closely related 1,4-benzodiazepines*. „J Raman Spectrosc.”, 1990, 21, 9–19.
- Valente-Campos S., Yonamine M., Moreau R.L.: *Validation of a method to detect cocaine and its metabolites in nails by gas chromatography-mass spectrometry*. „Forensic Sci Int”, 2006, 159, 218–222.
- Fujihara J., Fujita Y., Yamamoto T.: *Blood identification and discrimination between human and nonhuman blood using portable Raman spectroscopy*. „Int J Legal Med.”, 2017, 131, 319–322.
- Kołek-Kaczanowska E.K., Kreczko J., Maćkiewicz Z.: *Metody wykorzystywane do wizualizacji śladów linii papilarnych*. „Wiadomości Chemiczne”, 2014, 68, 3–4.
- Souza M.A., Santos A.S., da Silva S.W., Braga J.W.B., Sousa M.H.: *Raman spectroscopy of fingerprints and chemometric analysis for forensic sex determination in humans*. „Forensic Chem.”, 2022, 27, 100395.
- Maranda A.: *Metody badań wrażliwości materiałów wybuchowych na bodźce zewnętrzne w aspekcie przepisów ADR oraz norm polskich i europejskich*. „Górnictwo i Geoinżynieria”, 2004, 28, 349–360.
- López-López M., García-Ruiz C.: *Infrared and Raman spectroscopy techniques applied to identification explosives*. „Trends Analyt. Chem.”, 2014, 36–44.

ZAUTOMATYZOWANE OBRAZOWANIE

W MIKROSKOPII



Seeing beyond

Firma MetaSystems

Od ponad 35 lat MetaSystems opracowuje i produkuje innowacyjne rozwiązania w zakresie zautomatyzowanego obrazowania opartego na mikroskopach firmy ZEISS. Siedziba firmy znajduje się w południowo-zachodnich Niemczech w regionie Ren-Neckar w pobliżu Heidelbergu. To globalna firma z międzynarodowym zespołem pracującym w Niemczech oraz w spółkach zależnych w Ameryce Północnej i Południowej, Europie, Indiach i Chinach. Naszych Użytkowników można znaleźć w instytucjach, szpitalach i uniwersytetach w ponad 100 krajach na całym świecie.

Chcesz dowiedzieć się więcej? Nie wahaj się skontaktować z nami przez stronę internetową: metasystems-international.com lub z naszym partnerem handlowym w Polsce: Carl Zeiss Sp. z o.o., ul. Naramowicka 76, 61-622 Poznań, www.zeiss.pl/mikroskopy.

Ikaros 6.3 – innowacyjne oprogramowanie do kariotypowania i obrazowania fluorescencyjnego

System do kariotypowania Ikaros prezentuje w czasie rzeczywistym obraz mikroskopowy wyhodowanych i odpowiednio wybarwionych komórek w ich metafazie. Przenoszenie obrazu chromosomów z mikroskopu na dysk komputera eliminuje pracochłonną ręczną obróbkę zdjęć. Kariotypy są składane przez operatora przy wsparciu oprogramowania do przetwarzania obrazu. Wyniki są dokumentowane w wersji papier-



rowej i archiwizowane do późniejszego wglądu.

Tryb wielokanałowej rejestracji barwnej umożliwia szybkie i łatwe pozyskiwanie, przetwarzanie, archiwizowanie i dokumentowanie obrazów z mikroskopii fluorescencyjnej. Wszystkie etapy od akwizycji obrazu do kolorowych wydruków można wykonać w ciągu zaledwie kilku minut. Obrazy można łatwo eksportować do innego oprogramowania graficznego i prezentacyjnego, co zwiększa elastyczność i wygodę.

Metafer 4.3 – wszechstronne oprogramowanie do skanowania slajdów

Metafer to oprogramowanie przeznaczone do: sterowania mikroskopem wraz z akcesoriami, pozyskiwania obrazów cyfrowych oraz wspomagania operatora w wykrywaniu, klasyfikacji i zliczaniu komórek ludzkich lub innego pochodzenia oraz innych obiektów w próbce mikroskopowej.

Metafer jest przeznaczony do stosowania w procedurach diagnostycznych *in vitro* przez laboratoria kliniczne i niekliniczne zgodnie z ustalonymi procedurami. Warunki skanowania i analizy preparatów można dostosować do różnych pró-

bek, w tym między innymi do hodowanych i barwionych komórek w stanie interfazy lub metafazy. Nie ustalono skuteczności analitycznej i klinicznej.

Na zdjęciu przedstawiono przykładowe wyposażenie systemu do automatycznego skanowania preparatów Metafer. Obejmuje ono badawczy mikroskop automatyczny ZEISS Axio Imager.Z2 wyposażony w dwie kamery. Aby zwiększyć możliwości skanowania, zestaw zawiera zautomatyzowany podajnik szkiełek (SlideFeeder x80) umieszczony po lewej stronie, który może dostarczyć do 800 szkiełek do stolika mikroskopu w jednym cyklu pracy. Dodatkowo posiada zintegrowany z systemem czytnik kodów kreskowych, który automatyzuje identyfikację preparatów i przydziela próbki do odpowiednich przypadków, co pozwala na łatwe wyszukiwanie plików. ■

Nota prawna
Ikaros 6.3 i Metafer 4.3 są klasyfikowane jako wyroby medyczne do diagnostyki *in vitro* (IVD) w Unii Europejskiej zgodnie z rozporządzeniem w sprawie diagnostyki *in vitro* (UE) 2017/746 oraz dyrektywą w sprawie wyrobów medycznych do diagnostyki *in vitro* 98/79/WE i posiadają oznakowanie CE, chyba że wskazano inaczej.

Używaj wszystkich produktów MetaSystems wyłącznie zgodnie z ich przeznaczeniem.

Produkty MetaSystems są używane w wielu krajach na całym świecie. W zależności od przepisów obowiązujących w danym kraju lub regionie, niektóre produkty mogą nie być używane do diagnostyki klinicznej. Niektóre komponenty sprzętowe dostarczane przez innych producentów nie wchodziły w skład produktów MetaSystems i dlatego nie są wyrobami medycznymi IVD.

Wysoka jakość – proste rozwiązania



ZEISS Axiovert 5

Axiovert 5 to inteligentny mikroskop w Twoim laboratorium. Prosty w obsłudze i niezawodny w działaniu. Wystarczy nacisnąć przycisk Snap, aby uzyskać wyraźne obrazy do dokumentacji. Możesz używać wszystkich standardowych technik obserwacji w świetle przechodzącym i połączyć je z wielokanałową fluorescencją w celu badania hodowli komórkowych lub tkankowych. A gdy jest mało miejsca w laboratorium, możesz go używać jako samodzielnego mikroskopu, a obrazy zapisywać na USB. Nie jest potrzebny dodatkowy komputer ani oprogramowanie.

zeiss.com/axiovert



Seeing beyond



for iStock

Zastosowanie ICP-MS w jądrowej analizie kryminalistycznej

Jądrowa analiza kryminalistyczna, zwana również kryminalistyką jądrową (ang. *nuclear forensics*), to stosunkowo młoda dziedzina badań naukowych. Bierze swój początek

dr Ewelina Chajduk

Instytut Chemii i Techniki Jądrowej

Ze względu na skomplikowaną naturę próbek wciąż poszukiwane są nowe rozwiązania analityczne związane z wydzielaniem i rozdzielaniem uranu i plutonu, możliwością uzyskiwania jak najdokładniejszych wyników pomiarów oraz przygotowaniem nowych certyfikowanych materiałów odniesienia dla potrzeb kryminalistyki jądrowej.

zanego z bezpieczeństwem jądrowym. Analiza materiałów jądrowych ma na celu określenie, jak, kiedy lub gdzie zostały one wytworzone, oraz jakie było ich zamierzone zastosowanie. „Analiza” w powyższej definicji obejmuje zarówno radiometryczne, jak i nieradiometryczne techniki pomiarowe. Analiza materiału jądrowego ma odpowiedzieć m.in. na pytania: jakie było pierwotne przeznaczenie materiału, jakie jest pochodzenie materiału, i wymaga wykonania między innymi: analizy pierwiastkowej i izotopowej materiału, nieorganicznej analizy śladowych zanieczyszczeń, badań analitycznych i mikroskopowych wymazów z opakowań, porównania wyników badań z bazą danych wybranych cech charakterystycznych materiałów etc. [2, 3].

ICP-MS w jądrowej analizie kryminalistycznej

Jedną z metod powszechnie stosowanych w jądrowej analizie kryminalistycznej jest spektrometria mas z plazmą wzbudzoną indukcyjnie (ang. *inductively coupled plasma mass spectrometry*, ICP-MS). Spośród metod analitycznych ICP-MS charakteryzuje się najlepszymi parametrami pomiarowymi: jest to szybka metoda odznaczająca się niskimi granicami wykrywalności przy jednocześnie wysokiej selektywności i dużej precyzji pomiarów; w jednym akcie analitycznym można wykryć kilkadziesiąt pierwiastków. W przypadku jądrowej analizy kryminalistycznej ICP-MS jest stosowana zarówno w analizach pierwiastkowych, jak i izotopowych.

Jedną z cech materiałów jądrowych jest obecność charakterystycznych pierwiastków śladowych pochodzących z rudy uranowej lub z procesu produkcyjnego. Zatem określenie zawartości wybranych pierwiastków na pozio- ▶

na przełomie lat osiemdziesiątych i dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku, kiedy wraz z rozpadem Związku Radzieckiego nastąpił gwałtowny wzrost przemytu i nielegalnego posiadania materiałów jądrowych i promieniotwórczych. Zgodnie z definicją Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej [1] jądrowa analiza kryminalistyczna to badanie materiałów jądrowych (rud, materiałów wyjściowych lub specjalnych materiałów rozszczepialnych) 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 zwią-

	NW Nigeria, ppm	NE Nigeria, ppm
ΣLREE	4,992	0,839
ΣHREE	1,187	0,092
ΣREE	6,179	0,931
ΣLREE/ΣHREE	4,206	9,119

Tab. 1. Zawartość pierwiastków ziem rzadkich w rudach uranowych pochodzących z dwóch różnych kopalni

Pierwiastek	Próbka 1	Próbka 2
Fe, wt. %	79,70 ± 2,39	80,60 ± 2,42
Mn, ppm	7070 ± 350	7220 ± 370
Cu, ppm	1190 ± 60	1260 ± 65
Cr, ppm	487 ± 40	530 ± 46
Ni, ppm	466 ± 30	410 ± 55
Mo, ppm	95 ± 5	93 ± 5

Tab. 2. Analiza pierwiastkowa dwóch fragmentów rury przeprowadzona w celu sprawdzenia ich wspólnego pochodzenia

- mach śladowych i ultraśladowych może być wykorzystane do identyfikacji pochodzenia materiału lub rodzaju procesów, którym materiał został poddany (tzw. chemiczny odcisk palca).

Kluczowym wskaźnikiem mogącym dać informację o pochodzeniu materiału jądrowego jest zawartość pierwiastków ziem rzadkich [4-7]. Uran, podobnie jak inne metale, jest wydobywany z rudy; 96% światowych zasobów uranu jest rozmieszczonych równomiernie na wszystkich kontynentach na terytorium 16 krajów. W zależności od miejsca wydobywania ruda uranowa różni się między sobą



ICP-MS jest stosowana do oznaczania pierwiastków śladowych, gdy konieczne jest porównanie różnych materiałów w celu ustalenia możliwego wspólnego pochodzenia lub historii

pod względem właściwości mineralogiczno-petrograficznych; zatem zawartość obecnych w niej pierwiastków śladowych również będzie charakterystyczna dla danej rudy. Niestety, skład chemiczny materiału może zostać zmo-

dyfikowany w procesie wydobywania (ługowanie) i przetwarzania rudy. Nie dotyczy to pierwiastków ziem rzadkich – ich zawartość nie ulega zmianom podczas przerobu, dlatego może dostarczać informacji dotyczących lokalizacji rudy, z której wytwarza się koncentrat uranowy. Przeprowadzone badania potwierdziły, że podczas procesu mielenia i przetwarzania nie występuje znaczące frakcjonowanie pierwiastków między pierwiastkami ziem rzadkich [2, 5]. Już nawet w przypadku złóż uranu na terenie jednego kraju, porównując zawartości REE, można znaleźć różnice między poszczególnymi kopalniami. Różna mineralizacja złóż uranu w północno-zachodniej (piaskowce) i północno-wschodniej (granity) części Nigerii skutkuje różnicami w zawartościach REE w każdym z wydobywanych złóż (tab. 1) [4].

ICP-MS jest stosowana do oznaczeń REE w rudach, produktach pośrednich (np. koncentraty uranowych, tzw. *yellow cake*), a także w materiałach jądrowych. W przypadku rud uranowych próbki są roztwarzane i po odpowiednim rozcieńczeniu następuje pomiar spektrometryczny. W przypadku koncentratów i materiałów jądrowych, gdy matrycą jest czysty uran lub U_3O_8 , konieczne jest zastosowanie etapu wydzielenia REE z próbki po jej rozтворzeniu. Do wydzielenia i zatężenia pierwiastków ziem rzadkich stosuje się chromatografię jonowymienną, chromatografię ekstrakcyjną, klasyczną ekstrakcję i inne [5-7].

ICP-MS jest stosowana do oznaczania pierwiastków śladowych, gdy konieczne jest porównanie różnych materiałów w celu ustalenia możliwego wspólnego pochodzenia lub historii. W jednym z badań porównawczych dla laboratoriów zajmujących się kryminalistyką jądrową należało ustalić, czy posiadane kawałki rury zanieczyszczone substancjami promieniotwórczymi pochodzą z tej samej rudy pierwotnej [8]. Obie próbki roztworzono w mieszaninie kwasów i zmierzono, na podstawie otrzymanych wyników wnioskowano, że oba kawałki były fragmentami tego samego większego elementu (tab. 2).

Rozwiązania zwiększające możliwości analityczne ICP-MS

Uran i pluton to główne materiały jądrowe, które są przedmiotem nielegalnego handlu, przemytu i posiadania; ich skład izotopowy jest bardzo cennym wskaźnikiem dla celów kryminalistyki jądrowej [2, 3]. Przykładowo obecność

^{236}U w ilościach większych niż te w próbkach naturalnych jest świadectwem wcześniejszego napromieniowania neutronami i ponownego przetworzenia uranu, a znając skład izotopowy plutonu, można wnioskować o typie reaktora, w którym został on wyprodukowany. Oznaczane są przede wszystkim stosunki izotopowe: ^{235}U , ^{236}U , ^{238}U i ^{238}Pu , ^{239}Pu , ^{240}Pu . W przypadku określenia stosunków izotopowych U i Pu, ICP-MS z pojedynczym kwadrupolem (Q-ICP-MS) ze względu na swoje ograniczenia analityczne (niską rozdzielczość) jest stosowana stosunkowo rzadko, najczęściej wykorzystuje się wielokolektorową spektrometrię mas MC-ICP-MS lub sektorową spektrometrię mas SF-ICP-MS. Niska rozdzielczość spektrometrów kwadrupolowych nie gwarantuje wystarczającego rozdzielania par jonów o tej samej masie, np. $^{239}\text{Pu}^+$ i $^{238}\text{UH}^+$, z drugiej strony zastosowanie wysokorozdzielczych lub wielokolektorowych spektrometrów wymaga ponoszenia dużych nakładów finansowych na ich zakup i utrzymanie. Uwarunkowania te wymuszają poszukiwanie rozwiązań zwiększających możliwości analitycznych Q-ICP-MS. Jest to moż-

liwe m.in. poprzez zastosowanie odpowiednich gazów reakcyjnych, które pozwolą na eliminację interferencji spektralnych. Prowadzone badania potwierdziły przydatność gazów NH_3 , CO_2 i O_2 w oznaczaniu izotopów Pu przy nadmiarze uranu [9, 10]. Amoniak, jako gaz reakcyjny, pozwala na oznaczanie śladowych ilości Pu (10 ppb Pu + 100 ppm U). Pluton nie reaguje z amoniakiem; uran tworzy poliatomowe jony UNH^+ , UNH_2^+ – jon UH^+ praktycznie nie tworzy się i jego wpływ na pomiar masy 239 może być pomijany. W przypadku stosowania O_2 i CO_2 w mieszaninie U i Pu tworzą się głównie jony UO^+ , UO_2^+ i PuO^+ . Wraz ze wzrostem szybkości przepływu gazów przez komorę reakcyjną gwałtownie maleje sygnał od ^{238}U ; jednocześnie pojawia się sygnał od UO^+ , a następnie od UO_2^+ . Przy przepływie CO_2 $V = 0,5 \text{ mL/min}$ praktycznie cały ^{238}U istnieje w postaci jonów poliatomowych. W tych warunkach około 30% plutonu tworzy PuO . Analogiczna sytuacja jest obserwowana w przypadku użycia tlenu. Jednak niezależnie od tego, jaki wariant spektrometrii mas będzie stosowany, bardzo często wymagane jest wprowadzenie do procedury ▶

reklama



NOWOCZESNE PIECE dla branży laboratoryjnej
I URZĄDZENIA SPECJALNE
do działalności badawczo-rozwojowej

- 2200°C** | Piece próżniowe
- 1800°C** | Piece do hodowli monokryształów
- 1500°C** | Piece do topienia metali
- 1350°C** | Piece do obróbki cieplnej druków 3D
- 1300°C** | Piece muflowe
- 1150°C** | Piece retortowe z atmosferą ochronną
- 1100°C** | Piece do obróbki cieplnej i termochemicznej
- 400°C** | Laboratoryjne płyty grzejne



CZYLOK SP. Z O.O.
44-335 Jastrzębie-Zdrój, ul. Pszczyńska 336

☎ tel. +48 32 47 07 495
✉ czylok@czylok.com.pl

🌐 www.czylok.com.pl

► analitycznej etapu rozdzielania. Połączenie elektroforezy kapilarnej (CE) z multikolektorową spektrometrią mas MC-ICP-MS w celu przeprowadzenia pomiarów stosunku izotopów aktynowców (U, Pu, Am i Cm) i lantanowców (Nd, Sm, Eu i Gd) w próbce wypalonego paliwa jądrowego obniżyło ilość próbek (w zakresie pg dla Pu, Am, Cm i lantanowców, w zakresie ng dla U) i ilość wytwarzanych odpadów (kilkaset μL) w porównaniu z powszechnie stosowanymi metodami chromatografii. CE-MC-

stosuje się pomiary stosunków izotopowych (radiochronometria). W wyniku rozpadu promieniotwórczego plutonu powstają cztery izotopy uranu (^{234}U - ^{238}Pu , ^{235}U - ^{239}Pu , ^{236}U - ^{240}Pu , ^{238}U - ^{242}Pu), a te cztery pary U-Pu mogą być wykorzystane razem do określenia daty wydzielenia czystego Pu z napromieniowanego paliwa uranowego. Również w przypadku radiochronometrii zastosowanie procedur rozdzielczych U/Pu pozwala na określenie wieku materiału z mniejszą niepewnością. Wzorec plutonu wyprodukowany w latach 70. ubiegłego wieku był przedmiotem porównań, w których badano prawidłowość wyznaczenia czasu powstania wzorca Pu (pomiar bezpośredni vs. pomiar po rozdzielaniu). W przypadku pary ^{236}U - ^{240}Pu nie obserwowano rozbieżności, jednak dla chronometru ^{235}U - ^{239}Pu w przypadku pomiarów bezpośrednich niepewność wynosiła 9 miesięcy, a dla pomiarów po rozdzielaniu – miesiąc.



ICP-MS jest obecnie jednym z najważniejszych narzędzi w analizach izotopowych, oferuje pomiary stosunków izotopowych na poziomach ultraśladowych, aż do fg g^{-1} , z precyzją poniżej 0,05%

-ICP-MS umożliwia jednocześnie wykrywanie do 12 izotopów bez konieczności wcześniejszej separacji chemicznej offline [11].

Wiek materiału jądrowego jest ważną sygnaturą kryminalistyczną, ponieważ może być wykorzystany do określenia czasu produkcji materiału jądrowego (sygnatura predykcja) oraz ustalenia lub wyeliminowania potencjalnych powiązań między różnymi próbkami materiałów jądrowych (sygnatura porównawcza) [2, 3]. Do określenia czasu, jaki minął od ostatniego wydzielenia radiochemicznego (tj. czasu, w którym nuklidy pochodne pochodzące z rozpadu macierzystych radionuklidów zostały oddzielone od macierzystych),

Podsumowanie

Powyższe przykłady jednoznacznie wskazują na znaczącą rolę spektrometrii mas z plazmą indukcyjnie sprzężoną w kryminalistyce jądrowej. ICP-MS jest obecnie jednym z najważniejszych narzędzi w analizach izotopowych, oferuje pomiary stosunków izotopowych na poziomach ultraśladowych, aż do fg g^{-1} , z precyzją poniżej 0,05%. Ze względu na skomplikowaną naturę próbek wciąż są poszukiwane nowe rozwiązania analityczne związane z wydzieleniem i rozdzielaniem uranu i plutonu, możliwością uzyskiwania jak najdokładniejszych wyników pomiarów oraz przygotowaniem nowych certyfikowanych materiałów odniesienia dla potrzeb kryminalistyki jądrowej; ICP-MS jest podstawową metodą analityczną stosowaną w tych pracach. ■

Piśmiennictwo

- IAEA: IAEA Nuclear Security Series No. 2-G: Nuclear Forensics in Support of Investigations. International Atomic Energy Agency, Vienna 2015.
- Moody K.J., Hutcheon I.D., Grant P.M.: Nuclear Forensic Analysis. Taylor & Francis, Boca Raton, FL 2005.
- Kristo M.J., Gaffney A.M., Marks N. et al.: Nuclear forensic science: Analysis of nuclear material out of regulatory control. „Annu Rev Earth Planet Sci”, 44, 555-579, 2016. doi:10.1146/annurev-earth-060115-012309.
- John S.O.O., Usman I.T., Akpa T.C. et al.: Rare earth elements in uranium ore for nuclear forensic application. 2021 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci., 655 012075.
- Baghaliannejad R., Aghahoseini M., Amini M.K.: Determination of rare earth elements in uranium materials by ICP-MS and ICP-OES after matrix separation by solvent extraction with TEHP. „Talanta”, Volume 222, 2021, 121509.
- He H., Zhao X., Zhang Y. et al.: Determination of rare earth elements in uranium ores by ICP-MS after total dissolution with NH_4F and matrix separation with TRU resin. „J Radioanal Nucl Chem”, 332, 1909-1916 (2023).
- Bradley V.C., Manard B.T., Roach B.D., Metzger S.C., Rogers K.T., Ticknor B.W., Wysor S.K., Brockman J.D., Hexel C.R.: Rare Earth Element Determination in Uranium Ore Concentrates Using Online and Offline Chromatography Coupled to ICP-MS. „Minerals”, 2020, 10, 55.
- Schwantes J.M., Corbey J.F., Marsden O.: Exercise Celestial Skónis: Part 1 – History, purpose, design and results of traditional forensic examinations of the 6th Collaborative materials exercise of the nuclear forensics International Technical Working Group. „Forensic Chemistry”, Volume 29, 2022, 100424.
- Childs D.A., Hill J.G.: The use of carbon dioxide as the reaction cell gas for the separation of uranium and plutonium in quadrupole inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) for nuclear forensic samples. „J Radioanal Nucl Chem”, 318, 139-148 (2018).
- ICH TJ. Badania własne.
- Dupuis E., Isnard H., Chartier F.: Separation and isotope ratio measurements of actinides and lanthanides in spent nuclear fuel samples by CE-MC-ICP-MS. „Journal of Analytical Atomic Spectrometry”, 2022, 37, 11, 2340-2350.
- Varga Z., Nicholl A., Wallenius M. et al.: Plutonium age dating (production date measurement) by inductively coupled plasma mass spectrometry. „J Radioanal Nucl Chem”, 307, 1919-1926 (2016).

POLSKO-NORWESKI PROJEKT BADAWCZY „DEVELOPMENT OF REFERENCE MATERIALS FOR SILICON INDUSTRY” – SILREF



Krzem to pierwiastek o dużym znaczeniu przemysłowym. Jest wykorzystywany m.in. do produkcji półprzewodników, elementów elektronicznych, ogniw fotowoltaicznych czy też do wytwarzania silikonów. Mikrokrzemionka jest wykorzystywana w budownictwie jako dodatek do betonu, z kolei stopy żelaza z krzemem wykorzystuje się w procesach metalurgicznych i przy produkcji stali. Nie można pominąć faktu, że metaliczny krzem jest na liście surowców o znaczeniu strategicznym dla Unii Europejskiej.

Producenci materiałów krzemowych muszą prowadzić ścisłą kontrolę jakości swoich surowców i produktów. Nowoczesna i innowacyjna technologia produkcji materiałów krzemowych wymaga m.in. wysokiej jakości informacji o składzie pierwiastkowym. Powszechnie wykorzystuje się w tym celu nowoczesne techniki instrumentalne, takie jak np. fluorescencyjna spektrometria rentgenowska. Poprawność wyników uzyskanych tymi metodami należy zweryfikować przy użyciu materiałów o znanym składzie, potwierdzonym i opisanym certyfikatem z wykazaną spójnością z jednostkami SI. Do tego celu można zastosować certyfikowane materiały odniesienia (CRM) wytworzone przez kompetentnego producenta, stosującego się do wymogów normy ISO 17034.

Centrum Chemii Analitycznej, działające w ramach Sieci Badawcza Łukasiewicz – Instytutu Metali Nieżelaznych, wspólnie z norweską firmą Elkem realizuje projekt o akronimie SILREF, finansowany w ramach programu „POLNOR 2019” dzięki Funduszom Norweskim. W ramach tego projektu opracowy-



Uczestnicy spotkania podsumowującego projekt SILREF

wanych jest osiem nowych CRM-ów: dwa dla krzemu metalicznego, trzy dla mikrokrzemionki oraz trzy dla stopu żelazokrzemu magnezowego. Firma Elkem to wiodący na świecie dostawca zaawansowanych materiałów na bazie krzemu, który, oprócz możliwości wytwórczych, posiada sieć laboratoriów analitycznych na całym świecie. Z kolei Centrum to producent CRM-ów, którego kompetencje w zakresie normy ISO 17034 potwierdza akredytacja Polskiego Centrum Akredytacji o numerze RM 006. Biorąc pod uwagę taki rozkład doświadczeń i możliwości, naturalny był podział zadań, w którym firma Elkem była odpowiedzialna za wytworzenie jednorodnych materiałów o założonym składzie pierwiastkowym i uczestniczyła w działaniach analitycznych, natomiast Łukasiewicz – IMN przyjął odpowiedzialność za systemowe przeprowadzenie całego procesu oraz badań jednorodności i stabilności, serii analiz parametrów charakterystycznych w swoich laboratoriach oraz organizację badań w laboratoriach zewnętrznych, a także przeprowadzenie odpowiednich obliczeń

statystycznych i opracowanie dokumentacji nowych CRM-ów.

Wytworzono ponad 4500 pojedynczych sztuk, w których certyfikowanych jest łącznie 37 parametrów. W badaniach wykorzystano zarówno techniki klasyczne, jak i instrumentalne, takie jak: ICP-OES, ICP-MS, FAAS, XRF, PGAA, NAA, IR, uzyskane w laboratoriach polskich, norweskich, francuskich, węgierskich oraz kanadyjskich.

Niebawem rozpoczną się działania mające na celu wpisanie nowych CRM-ów w zakres akredytacji Centrum Chemii Analitycznej. Ich wprowadzenie na rynek międzynarodowy jest planowane w 2024 roku – więcej szczegółów niebawem na www.materiały-odniesienia.pl.

Projekt SILREF jest finansowany w ramach Funduszy Norweskich, których operatorem jest Narodowe Centrum Badań i Rozwoju. Projekt korzysta z dotacji w wysokości 465 827,10 € z Norwegii oraz 82 204,78 € z budżetu państwa. Celem projektu jest opracowanie nowych certyfikowanych materiałów odniesienia dla przemysłu krzemowego. ■

Niskie stężenia, skomplikowane matryce

– oznaczanie neonikotynoidów w próbkach środowiskowych i w żywności

Artykuł podsumowuje krótko dostępne informacje na temat oznaczania neonikotynoidów w różnorodnych matrycach środowiskowych oraz w żywności.

Zgodnie z informacjami dostępnymi w literaturze, ze względu na skalę stosowania i właściwości insektycydy z grupy neonikotynoidów powszechnie występują w środowisku, gdzie wywołują liczne i często trudne do zauważenia efekty negatywne [1]. Ze względu na restrykcyjnie ograniczony zakres dozwolonego użycia neonikotynoidów starej generacji na terenie Unii Europejskiej, ich dopływ do środowiska jest w krajach UE stosunkowo niewielki. Inaczej sytuacja wygląda w krajach obu Ameryk oraz na terenie Azji, gdzie większa

dr hab. Łukasz Haliński, prof. UG,
dr Paulina Łukaszewicz

Katedra Analizy Środowiska, Wydział Chemii,
Uniwersytet Gdański

liczba związków nie jest poddana szczególnym restrykcjom, a skala zużycia tych związków jest znacznie większa. Z tego względu na terenie Stanów Zjednoczonych od końca lat 90. XX wieku prowadzony jest szeroko zakrojony monitoring zawartości neonikotynoidów w żywności.

Choć skala ich obecności nie jest na razie bardzo duża, to w wybranych typach warzyw i owoców wykrywalność imidaklopyrydu oraz acetamiprydu dotyczy 20–60% przebadanych partii, co wskazuje na bardzo powszechne ich użycie [2]. Maksymalne stężenia sięgały 4 mg/kg produktu, ale zazwyczaj były wielokrotnie niższe. Wprawdzie neonikotynoidy nie są szczególnie toksyczne dla ssaków, jednak niewiele do tej pory wiadomo na temat efektów długotrwałego narażenia organizmu na ich działanie.

Skala problemu występowania neonikotynoidów w środowisku naturalnym jest prawdopodobnie najlepiej odzwierciedlona w ich obecności w zbiornikach wodnych. Na podstawie licznych badań, dotyczących jednak głównie USA, Kanady, Chin, a w mniejszym stopniu Australii i Rumunii, ustalono, że najczęściej wykrywane w wodach powierzchniowych związki to imidaklopyryd oraz klotianidyna [3]. Dla imidaklopyrydu zanotowano także najwyższe stężenie maksymalne (blisko 9 µg/l; USA), podczas gdy średnie stężenie było najwyższe dla klotianidyny (ok. 0,2 µg/l). Brakuje danych dla Ameryki Południowej, gdzie zużycie neonikotynoidów jest najwyższe, niewiele też wiadomo o obecności tych związków w zbiornikach wodnych w Europie. Oznacza to, że nie mamy w tej chwili pełnego obrazu skali zanieczyszczenia środowiska naturalnego tymi substancjami, choć są one najczęściej stosowanymi insektycydami na świecie.

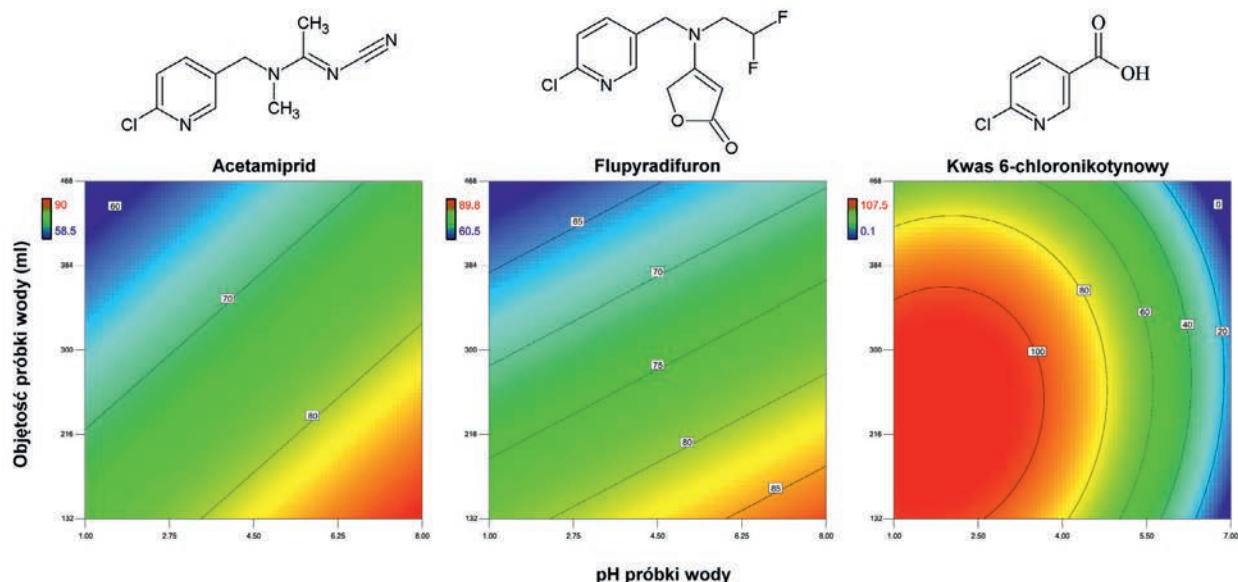
Artykuł podsumowuje krótko dostępne informacje na temat oznaczania neonikotynoidów w różnorodnych matrycach środowiskowych oraz w żywności. Szerokie omówienie tematu znaleźć można w pracach przeglądowych [4]. Już wstępne zapoznanie się z literaturą wskazuje, że – ze względu na zazwyczaj niskie stężenia badanych związków w próbkach – dominującą techniką analityczną jest wysoko- lub ultrasprawną chromatografię cieczową połączoną ze spektrometrią mas (LC-MS/MS).

Obecność i oznaczanie neonikotynoidów w środowisku

Ze względu na sposób stosowania oraz charakterystykę toksykologiczną początkowo skupiano się głównie na określaniu zawartości neonikotynoidów w glebie oraz tych częściach roślin, z którymi kontakt mają owady zapylające. Stosunkowo szybko oszacowano, że standardowe stosowanie tych pestycydów jako zaprawy do nasion w dawce 10–100 g/ha skutkuje ich

obecnością w kolejnych trzech latach na poziomie nawet 10–14 µg/kg gleby w przypadku imidaklopyrydu oraz klotianidyny [5]. Oznaczeń dokonano za pomocą techniki LC-MS/MS, po uprzedniej ekstrakcji metanolem bez stosowania oczyszczania ekstraktów. Bardziej szczegółowa analiza z terenu Chin wskazała, że najwyższe stężenia neonikotynoidów (średnia 252 µg/kg) notowano w szklarniach, niższe na pozostałych obszarach rolniczych oraz – co bardziej niepokojące – także na obszarach niewykorzystywanych rolniczo [6]. Obecność imidaklopyrydu oraz acetamiprydu stwierdzono w prawie wszystkich przebadanych próbkach. Analizę LC-MS/MS poprzedzała ekstrakcja w układzie acetonitryl-dichlorometan (1:2), a uzyskane ekstrakty oczyszczano techniką dyspersyjnej ekstrakcji do fazy stałej (dSPE) przy użyciu sorbentu PSA.

Obecność neonikotynoidów w glebie oraz duża zdolność tych związków do translokacji w organizmie roślinnym sprawiają, że kolejnym krytycznym obszarem badań jest określenie ich stężeń w pyłku oraz nektarze roślin uprawnych. Szeroko zakrojone badania, uwzględniające zmodyfikowaną ekstrakcję typu QuEChERS, oczyszczanie przy użyciu dSPE z zastosowaniem sorbentów PSA, C18 oraz sadzy grafityzowanej (GCB) i analizy LC-MS/MS, wykazały obecność neonikotynoidów w pyłku roślin w średnim stężeniu do blisko 20 ng/g [7]. Co bardziej niepokojące, tiametoksam i tiachlopyryd zostały wykryte we wszystkich badanych próbkach pyłku rzepaku. Podobna procedura pozwoliła wykazać, że w uprawach chronionych za pomocą neonikotynoidów zarówno pyłek, jak i nektar zawierają stężenia imidaklopyrydu, tiametoksamu oraz dinotefuranu potencjalnie toksyczne dla pszczoł [8]. Pewnym wyzwaniem w tego typu badaniach są bardzo małe wielkości uzyskanych prób, a co za tym idzie, konieczność opracowania metody analitycznej pozwalającej wykryć niewielkie ilości związków. Co ważne, ustalono także, że wpływ na całkowite narażenie owadów zapylających (co można oszacować poprzez analizy pyłku zebranego przez owady i przeniesionego do kolonii) ma zarówno zawartość neonikotynoidów w pyłku roślin uprawnych, jak i towarzyszących im roślin dzikich, rosnących w okolicy miejsca stosowania pestycydów [9]. Biorąc pod uwagę wcześniej opisane wysokie ich stężenia, wykryte np. w glebach na terenie Chin, zagrożenie dla zapylaczy jest skrajnie wysokie. ►



Rys. 1. Wyniki optymalizacji procedury ekstrakcji SPE neonikotynoidów przy użyciu złoża Oasis HLB z zastosowaniem metody powierzchni odpowiedzi (RSM; Design-Expert 10, Stat-Ease). Liczby oznaczają odzysk bezwzględny (%) danej substancji w zależności od objętości próbki wodnej oraz jej odczynu. Ciepłsze kolory oznaczają wyższe wartości odzysku

- ▶ Neonikotynoidy są substancjami dobrze lub bardzo dobrze rozpuszczalnymi w wodzie, przez co w sposób nieunikniony trafiają do środowiska wodnego, gdzie selektywnie oddziałują toksycznie wobec szczególnie wrażliwych grup organizmów. Co za tym idzie, ich oznaczanie w wodach powierzchniowych jest niezbędne. Ze względu na wspomniane już niskie stężenia (w granicach od ng/l do µg/l) oraz charakter próbek dominującą metodą ich wydzielenia z wody jest standardowa ekstrakcja do fazy stałej (SPE), a techniką oznaczania – ponownie połączenie LC-MS/MS. Najczęściej stosowane są obecnie uniwersalne sorbenty polimerowe o szerokim zakresie dopuszczalnych wartości pH próbki wodnej. Neonikotynoidy starszych generacji ekstrahowano w ten sposób np. przy użyciu złoża Strata-X (Phenomenex) oraz Oasis HLB (Waters) i elucji metanolem [10]. Podobna procedura dla pestycydów dopuszczonych obecnie do obrotu

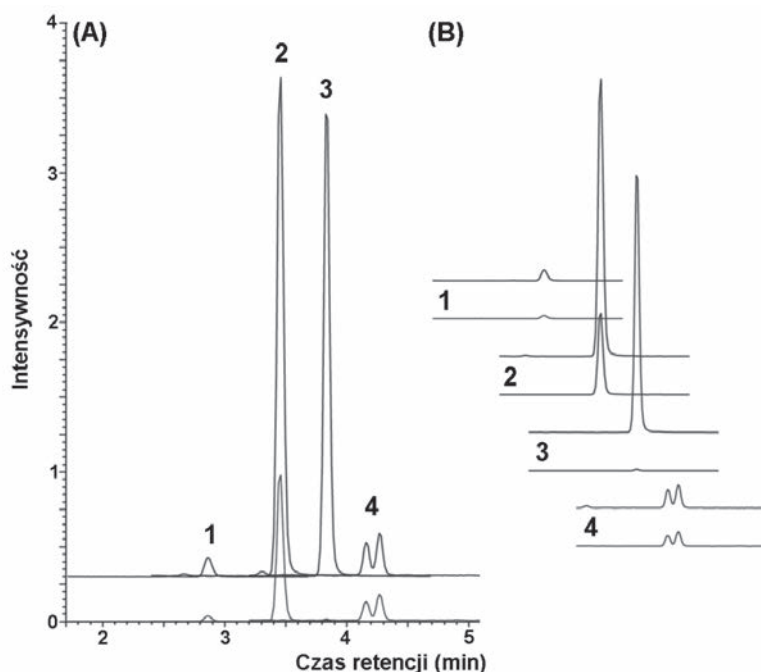
Matryca	Kolumna	Fazy ruchome	Źródło
Gleba	Waters Acquity UPLC HSS (C18)	A: H ₂ O, 5 mM CH ₃ COONH ₄ B: MeOH Gradient: od 2% do 98% B	[5]
Pyłek	Waters Acquity UHPLC BEH (C18)	A: 95% H ₂ O, 5% ACN, 5mM HCOONH ₄ , 0,1% HCOOH B: 5% H ₂ O, 95% ACN, 5mM HCOONH ₄ , 0,1% HCOOH Gradient: od 10% do 100% B	[7]
Woda	Kinetex biphenyl (Phenomenex)	A: H ₂ O, 2 mM CH ₃ COONH ₄ , 0,1% HCOOH B: MeOH Gradient: od 45% do 100% B	[10]
Woda	Hypersil Gold C18 (Thermo Scientific)	A: H ₂ O, 0,1% HCOOH B: ACN Gradient: od 15% do 50% B	[11]
Miód pitny	Agilent ZORBAX Eclipse XDB-C18	A: H ₂ O, 0,1% HCOOH B: ACN Gradient: od 10% do 40% B	[14]
Żywność (różne)	Waters Acquity UPLC HSS (C18)	A: H ₂ O, 0,1% HCOOH B: ACN Gradient: od 10% do 100% B	[17]

Tab. 1. Przykładowe warunki analiz LC-MS/MS neonikotynoidów (MeOH – metanol; ACN – acetonitryl)

na terenie UE (acetamipryd, flupyradifuron oraz sulfoksaflor) obejmowała zastosowanie złoża Oasis HLB i elucję acetonitrylem z dodatkiem kwasu mrówkowego [11]. W przypadku pracy [11] procedura ekstrakcji została poddana pełnej optymalizacji, która wykazała, że izolacja metabolitów neonikotynoidów (w tym przypadku kwasu 6-chloronikotynowego) we wspólnej procedurze ze związkami wyjściowymi może być niemożliwa. Znacząco wyższa polarność oraz właściwości kwasowo-zasadowe niektórych metabolitów sprawiają, że optymalne warunki do ich ekstrakcji są skrajnie odmienne niż dla neonikotynoidów. W tym przypadku związki wyjściowe wydajniej ekstrahowały się przy pH wody lekko zasadowym, podczas gdy metabolit w środowisku skrajnie kwaśnym (rys. 1). Dodatkowo, odzysk bezwzględny wszystkich związków spadał wraz ze wzrostem objętości próbki wodnej, co wskazuje na silny wpływ matrycy na uzyskane wyniki. Wspólna analiza wspomnianych związków była możliwa dopiero przy użyciu bezpośredniej analizy LC-MS/MS próbek wodnych bez ekstrakcji [12]. Inne źródła wskazują jednak, że technika ta nie jest odpowiednia do oznaczeń śladowych w próbkach wód powierzchniowych, wykazując wartości granicy oznaczalności i wykrywalności nawet kilkudziesięciokrotnie wyższe niż procedura z zastosowaniem SPE [10].

Oznaczanie neonikotynoidów w żywności

Analiza neonikotynoidów w żywności zazwyczaj poprzedzona jest, jak było już opisywane dla próbek pyłku, ekstrakcją QuEChERS oraz oczyszczaniem ekstraktów przy użyciu dSPE, choć procedury ekstrakcji dostosowuje się do charakteru próbki. Takie podejście wykazało, że przynajmniej imidaklopryd jest wykrywany we wszystkich próbkach miodu oraz w zdecydowanej większości owoców i warzyw w krajach, w których jest on stosowany [13]. W tym przypadku istnieje jednak większe pole do wprowadzania nowych, bardziej zaawansowanych metod ekstrakcji. Przykładowo, neonikotynoidy w miodzie pitnym oznaczane były także przy użyciu dyspersyjnej mikroekstrakcji ciecz – ciecz (DLLME), z zastosowaniem acetonitrylu jako rozpuszczalnika dyspergującego oraz dichlorometanu jako rozpuszczalnika ekstrahującego [14]. Z kolei próbki miodu w formie roztworu wodnego były poddawane ekstrakcji przy użyciu kolumny typu ChemElut, ▶



Rys. 2. Przykładowy chromatogram uzyskany w analizie LC-MS/MS w trybie MRM dla równego stężenia neonikotynoidów dopuszczonych na terenie UE wraz z powszechnym metabolitem (A): 1 – kwas 6-chloronikotynowy, 2 – acetamipryd, 3 – flupyradifuron, 4 – sulfoksaflor; przejścia MRM zgodnie z tab. 2 dla każdego ze związków (B). Obecność dwóch sygnałów dla sulfoksafloru wiąże się z występowaniem tego związku w formie dwóch diastereoizomerów

reklama

OFERUJEMY PRODUKTY ThermoScientific BRUKER BioSpin

- wiskozymetry
- reometry
- lepkościomierze
- łożnie wodne
- kriostaty
- układy do pomiaru lotności
- wyciączarki jedno- i dwuślakowe
- miniaturowe wyciączarki i wtryskarki
- spektrometry NMR i EPR
- obrazowanie przedkliniczne MRI i NMI



RHLSERVICE

DYSTRYBUTOR
Thermo
SCIENTIFIC

BRUKER

POSIADAMY CERTYFIKAT ISO 9001:2015

ul. Budziszewska 74, 60-179 Poznań
tel. +48 61 868 91 36
e-mail: sekretariat@rhl.pl, www.rhl.pl

► zawierających ziemię okrzemkową, a elucję prowadzono przy użyciu mieszaniny cykloheksan – octan etylu (1:1) [15]. Flupyradifuron oraz sulfoksaflor były oznaczane w próbkach miodu, owoców i warzyw przy użyciu różnych modyfikacji metody QuEChERS [16]. Wykazano, że podobnie jak imidaklopryd, flupyradifuron często jest obecny w miodzie. Ekstrakcja acetonitrylem, połączona z oczyszczaniem ekstraktów techniką SPE na złożu Oasis HLB, pozwoliła na analizę neonikotynoidów w różnych produktach [17]. Można znaleźć także przykłady metod mniej typowych i opracowanych w konkretnych celach. Analiza neonikotynoidów w herbacie obejmowała wprawdzie dość standardową ekstrakcję QuEChERS z oczyszczaniem dSPE, ale w celu usunięcia występujących w tej matrycy polifenoli zastosowano nietypowy sorbent – poliwinylolipirolidon (PVPP) [18]. Z kolei oznaczanie tych związków w nasionach słonecznika przepro-

wadzono z zastosowaniem modyfikowanego metyloaminą grafenu jako złoża do SPE [19]. Jak widać, możliwości opracowywania nowych metod oznaczania są tu dość znaczne, a liczba publikacji na ten temat stale rośnie. Cechą wspólną większości opracowań dotyczących obecności neonikotynoidów w żywności jest konkluzja, że związki te są wykrywane bardzo często, choć praktycznie zawsze poniżej dopuszczalnych stężeń. Wpływ długotrwałego narażenia na takie ilości tych pestycydów nie jest wciąż do końca poznany.

Techniczne aspekty analiz

Podstawowe parametry pracy układu LC-MS/MS są w większości dostępnych prac dość zbliżone i obejmują rozdzielenie substancji w odwróconym układzie faz, prawie zawsze przy użyciu fazy stacjonarnej C18. Fazy ruchome to zazwyczaj woda zawierająca dodatki kwasu mrówkowego, octanu amonu lub mrówczanu

Związek	Jon prekursor (m/z)	Jon fragmentacyjny (m/z)	Ilościowe (Q)/ potwierdzające (C)
Acetamipryd	223 223	126 56	Q C
Dinotefuran	203 203 203	129 157 113	Q C C
Imidaklopryd	256 256	209 175	Q C
Klotianidyna	250 250	169 132	Q C
Nitenpyram	271 271 271 271	126 225 189 56	Q C C C
Tiachlopryd	253 253 253	90 126 186	Q Q/C C
Tiametoksam	292 292 292	211 181 132	Q C C
Flupyradifuron	289 289	126 90	Q C
Sulfoksaflor	278 278	174 154	Q C
Kwas 6-chloronikotynowy	158 158	122 78	Q C


Tab. 2. Jony-prekursory oraz przejścia stosowane w analizie ESI-LC-MS/MS (MRM) neonikotynoidów [10-12, 14, 19]

amonu oraz metanol lub acetonitryl, a stosowane gradienty różnią się w zależności od charakteru analizy (tab. 1). Współcześnie większość systemów wykorzystuje kolumny typu UPLC, o drobnym uziarnieniu i niewielkich rozmiarach. Poza nielicznymi przypadkami wykorzystywana jest jonizacja metodą elektrorozpraszania (ESI).

Jak już wcześniej sygnalizowano, w przypadku analiz neonicotynoidów w wodach powierzchniowych dało zauważyć się znaczny wpływ składu matrycy na uzyskane wyniki [11]. Według doświadczeń autorów wykorzystanie identycznej procedury dla celowo zanieczyszczonych próbek wody powierzchniowej z różnych partii może skutkować uzyskaniem odzysków bezwzględnych metody na poziomie od 40 do blisko 100%. Odpowiedzialne za ten fakt mogą być zarówno interferencje na etapie ekstrakcji SPE, jak i tzw. efekty matrycowe, związane z wpływem składników matrycy na jonizację związków analizowanych. W przypadku matryc innych niż woda takie efekty z pewnością także są obecne, ale jednocześnie są także trudniejsze w badaniu, dlatego rzadko są uwzględniane przez autorów prac eksperymentalnych.


Biorąc pod uwagę niskie stężenia neonicotynoidów w większości próbek, a także wymaganą selektywność analiz pomiaru LC-MS/MS prowadzi się w trybie monitorowania reakcji fragmentacji (MRM). Jako że są to związki o niskiej masie cząsteczkowej i dość słabo fragmentujące, liczba dostępnych przejść (reakcji), które można wykorzystać do analizy, jest niewielka (tab. 2). Dodatkowo niektóre neonicotynoidy jonizują w źródle jonów ESI w niewielkim stopniu, przez co odpowiedź detektora może być skrajnie różna dla identycznych mas substancji (przykład na rys. 2), co wymusza uważną kalibrację lub stosowanie znakowanych izotopowo wzorców wewnętrznych, jeśli jest to możliwe. Uwzględniając wszystkie wymienione w artykule trudności, należy uznać analitykę neonicotynoidów za wymagającą i podatną na błędy oraz niedoskonałości zastosowanych procedur. Dalszy rozwój metod analitycznych jest zatem niezbędny, by w sposób wiarygodny monitorować obecność i zachowanie tych związków w środowisku i w żywności. ■


Pismienictwo dostępne na stronie:
laboratorium.elamed.pl



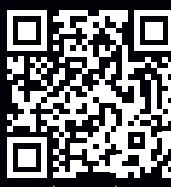
180 YEARS
since 1844
KERN & SOHN

TECHNOLOGIA POMIARU I WAŻENIA DLA TWOJEGO LABORATORIUM

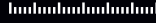




precyzyjna
wydajna
niezawodna



www.kern-sohn.com



PROFESSIONAL MEASURING



CAMSIZER 3D

ANALIZATOR WIELKOŚCI I KSZTAŁTU CZĄSTEK

UNIKALNA CHARAKTERYZACJA 3D CZĄSTEK

Nowy sposób dynamicznej analizy obrazu zastosowany w CAMSIZER 3D pozwala z niezwykłą precyzją określać rozkłady dla szerokości, grubości i długości cząstek we wszelkich materiałach sypkich. Dwie szybkie kamery wielokrotnie rejestrują każdą cząstkę w różnym jej położeniu i orientacji, ujawniając ich rzeczywistą morfologię cząstek i umożliwiając dokładniejszą analizę kształtu niż jest to możliwe w przypadku tradycyjnej dwuwymiarowej analizy obrazu.

ANALIZA CZĄSTEK 3D

UJAWNIA ICH PRAWDZIwą WIELKOŚĆ I KSZTAŁT

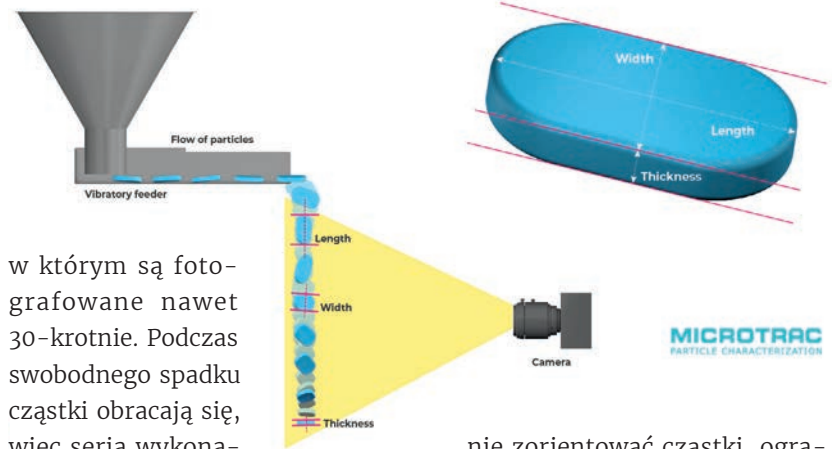
Przemysław Nalepka, Product Manager w Verder Polska Sp. z o.o.

„Wszystko, co widzimy, jest punktem widzenia, nie prawdą”. Ten cytat przypisuje się rzymskiemu cesarzowi Markowi Aureliuszowi i choć zapewne miał on na myśli coś zupełnie innego, to w pewnym sensie można również odnieść te słowa do efektu, który ma miejsce podczas pomiaru wielkości i kształtu cząstek.

Dynamiczna analiza obrazu to uznana, sprawdzona i coraz bardziej popularna metoda charakteryzacji materiałów sypkich. Osoby, które z niej korzystają, doceniają fakt, że wyniki otrzymuje się bardzo szybko, analizy są powtarzalne i reprezentatywne, bo w czasie zaledwie kilku minut można zmierzyć setki tysięcy czy wręcz miliony cząstek. Otrzymane obrazy cząstek są jednak migawkami trwającymi zaledwie przez ułamek sekundy i ukazują każdą z cząstek tylko w jednej z wielu możliwych perspektyw. Dla wielu naturalnych materiałów, takich jak piaski, kruszywa, cukier czy materiały ściernicze, takie ujęcie jest wystarczająco dobre i pozwala na dokładny pomiar. Jest jednak sporo materiałów o specyficznej i ściśle zdefiniowanej geometrii, dla których konieczne staje się precyzyjne wyznaczenie wszystkich ich parametrów – szerokości, grubości i długości.

Jak mierzyć cząstki 3D?

Analizator Camsizer 3D łączy w sobie wszystkie zalety Dynamicznej Analizy Obrazu (ISO 13322-2) w zaprojektowanym na nowo układzie pomiarowym. Urządzenie wyposażono w kamery o wysokiej rozdzielczości i o dużym polu widzenia. Wszystkie cząstki opadają swobodnie w obszarze pomiarowym,



w którym są fotografowane nawet 30-krotnie. Podczas swobodnego spadku cząstki obracają się, więc seria wykonanych zdjęć pozwala na stworzenie tzw. śladu cząstki, na którym każdą z nich widać wielokrotnie i z różnej perspektywy. Analiza takiego śladu pozwala dostrzec prawdziwą szerokość, długość i grubość, a także precyzyjnie określić parametry kształtu, np.: proporcje, okrągłość, wypukłość, symetryczność i wiele innych.

Zastosowania

Oto kilka przykładowych zastosowań analizy 3D, w których sprawdzi się ona lepiej niż tradycyjna analiza obrazu metodą 2D:

- Pomiar długości cząstek (katalizatory, materiały ściernicze, ekstrudaty, pelet itp.). Do takiego pomiaru można oczywiście wykorzystać suwmiarkę, ale trudno wtedy o reprezentatywność. Można też użyć prowadnic szczelinowych, tak by precyzyj-

nie zorientować cząstki, ograniczyć ich obracanie i wykonać pomiar 2D. Analiza 3D jest tu jednak nieporównanie skuteczniejsza – zachowuje dokładność suwmiarki, mierząc ogromną ilość cząstek w krótkim czasie.

- Identyfikacja uszkodzonych cząstek (np. nawozy, szklane sfery itp.). Chodzi o sytuacje, w których proces produkcji zakłada wytwarzanie idealnie sferycznych cząstek, a pierwszym objawem nieprawidłowości jest wydłużenie cząstek. Nie da się tego wykryć za pomocą analizy sitowej, za to podczas analizy obrazu 3D będzie to doskonale widoczne.
- Ocena grubości powłok w procesie powlekania (np. w branży farmaceutycznej). Analiza optyczna pozwala bezbłędnie dostrzec zmianę grubości powłoki o zaledwie 2-3 μm .

Nazwa Camsizer jest od wielu lat synonimem precyzyjnych i wiarygodnych pomiarów w niezwykle szerokim zakresie pomiarowym. Analizator Camsizer 3D łączy w sobie wszystkie cechy poprzednich wersji tego urządzenia, dodając nowe, zaawansowane możliwości dostrzeżenia czegoś więcej niż tylko jeden „punkt widzenia”.

www.microtrac.pl





Mikrobiologiczne zanieczyszczenia produktów żywnościowych

Kluczem w dążeniu do poprawy zdrowia społeczeństwa są dwa elementy: kontrola i nadzór nad produkcją żywności oraz profilaktyka związana z ograniczaniem czynników ryzyka zakażeń, czyli między innymi higiena pracy w procesie przygotowywania żywności i innych sektorach przemysłu, np. farmacji.

Niezależnie od produkowanych wyrobów wszyscy ich producenci zobowiązani są do zapewnienia jasno określonego poziomu jakości, który bezpośrednio zaświadcza o ich bezpieczeństwie dla konsumentów. Zgodnie z *Rozporządzeniem Komisji (WE) nr 178/2002* żywność stanowiąca niebezpieczeństwo dla zdrowia lub życia nie

Damian Sztucki
PPF Hasco-Lek S.A.

może znajdować się w obrocie handlowym. Z mikrobiologicznego punktu widzenia *Rozporządzenie Komisji (WE) nr 1441/2007* z dnia

5 grudnia 2007 r. [1] zawiera dokładny wykaz mikroorganizmów niepożądanych w analizowanej żywności i tym samym podlegających badaniu mikrobiologicznemu. Należą do nich m.in.: *Salmonella*, *Listeria* spp., *Escherichia coli*, gronkowce koagulazo – dodatnie *Staphylococcus aureus*, rodzaj *Enterobacteriaceae*, bakterie tlenowe (ogólna liczba) oraz przypuszczalnie *Bacillus cereus*. Analiza mikrobiologiczna produktów żywnościowych wykorzystuje różne techniki i rodzaje stosowanych podłoży hodowlanych ze względu na dużą różnorodność i możliwość wykrywania drobnoustrojów w takich wyrobach (tab. 1).

Wykrywanie bakterii *Salmonella* w żywności

Bakterie przynależne do rodzaju *Salmonella* są Gram – ujemnymi pałeczkami należącymi do rodziny *Enterobacteriaceae*. Mikroorganizmy te dobrze rozwijają się w warunkach tlenowych i beztlenowych oraz w szerokim zakresie temperatur (5–45°C). Podstawową cechą ich identyfikacji na podłożach mikrobiologicznych jest fermentacja glukozy, a także brak rozkładu laktozy lub sacharozy. Rodzaj *Salmonella*, obejmujący dwa gatunki: *S. enterica* i *S. bongori*, to bakterie wewnątrzkomórkowe, które po wnikięciu do organizmu człowieka przedostają się do komórek nabłonka jelita cienkiego (enterocytów) i namnażając się w nich, produkują toksyny odpowiedzialne za objawy chorobowe [2, 3].

Źródłem potencjalnego zakażenia tą bakterią są zwierzęta domowe, drób, ptaki i gryzoni, ponieważ drobnoustroje te zasiedlają ich przewody pokarmowe. Ponadto elementem sprzyjającym rozpowszechnianiu *Salmonella* w środowisku naturalnym są rośliny, do których nawożenia wykorzystywano naturalne nawozy bazujące na odchodach zwierząt. Jako patogen dobrze radzący sobie zarówno wewnątrz organizmu człowieka, jak i poza nim posiada szereg czynników chorobotwórczych umożliwiających przetrwanie w różnych warunkach otoczenia. Z tego względu najczęściej izolowane są z produktów suszonych, mięsa, a także lodów [3].

Obecność tych bakterii w badanym materiale (żywność, suplement diety, lek) potwierdza się, wykonując szereg posiewów mikrobiologicznych. Typowe kolonie bakterii *Salmonella* na podłożu XLD (Agar XLD, z ang. *xylose, lysine, deoxycholate*) występują w postaci okrągłych, przezroczystych kolonii z jasnoróżowym brzegiem i charakterystycznym czarnym środkiem. Cecha ta wiąże się przede wszystkim z brakiem zachodzenia fermentacji laktozy. Czynnikiem wspomagającym zdolność różnicowania podłoża jest system wskaźnikowy kwasu H₂S składający się z tiosiarczanu sodu oraz cytrynianu amonu żelaza. Obecność tych związków pozwala na uwidocznienie produkowanego przez te bakterie siarkowodoru w postaci czarnych punktów na środku kolonii. Są to charakterystyczne cechy biochemiczne ▶

Patogen	Zakres temperatur (°C)	Zakres pH	Przykłady produktów żywnościowych stanowiących źródło zakażeń
<i>Salmonella</i>	35-43	7-7,5	Jajka, mięso, niepasteryzowane mleko, nasiona, owoce, warzywa
<i>Listeria monocytogenes</i>	30-37	Ok. 7	Mrożone, gotowe do spożycia jedzenie
<i>Campylobacter jejuni/coli</i>	42-43	6,5-7,5	Mięso drobiowe, nabiał
<i>Bacillus cereus</i>	30-40	6-7	Ugotowany ryż, przyprawy, kasza, makarony
<i>Staphylococcus aureus</i>	40-45	7-8	Jajka, drób, sałaty, kanapki
<i>Clostridium botulinum</i>	35-40	Ok. 7	Puszkowane jedzenie, pakowane próżniowo

Tab. 1. Przykłady najpowszechniejszych patogenów żywności i ich zakresów fizykochemicznych – warunków hodowlanych

- ▶ tych Gram-ujemnych pałeczek, odróżniające je od innych bakterii należących do rodziny *Enterobacteriaceae* [2, 3].

Wykrywanie *Listeria monocytogenes* w żywności

Pałeczki *Listeria monocytogenes* to bakterie mogące wywołać groźne w skutkach zakażenia układu pokarmowego, nerwowego oraz posocznicy. W obrazie mikroskopowym można zaobserwować je jako drobne, Gram-dodatnie pałeczki należące do rodziny *Listeriaceae*. W obrębie rodzaju *Listeria* wyróżnia się sześć gatunków, spośród których głównie jeden jest chorobotwórczy dla człowieka: *Listeria monocytogenes*. Wszystkie sześć gatunków cechują zdolność do hydrolizy eskuliny, aktywność katalazy oraz ujemny wynik na obecność oksydazy cytochromowej. Mimo to istnieją metody i testy biochemiczne pozwalające na precyzyjną i łatwą identyfikację oraz odróżniające gatunek *L. monocytogenes* od pozostałych [4, 5].

Podobnie jak w przypadku *Salmonella*, *Listeria* także cechuje się dużą plastycznością tolerancji na warunki otoczenia. Jest w stanie przetrwać nawet krótkotrwałą pasteryzację i proces mrożenia. Do najczęściej wymienianych źródeł zakażeń zalicza się: sery, kiełki warzyw, wyroby garnażeryjne i wszelkie wyroby poddane nieprawidłowej obróbce termicznej. Główną jednostką chorobotwórczą, która ma zdolność do rozwoju infekcji i objawów chorobowych u człowieka, jest *Listeria monocytogenes*. Zarówno na świecie, jak i w Polsce odnotowuje się systematyczny wzrost liczby zakażeń tym drobnoustrojem – w postaci sporadycznych zachorowań oraz ognisk epidemiologicznych [5, 6].

Procedura próby wyizolowania i identyfikacji *L. monocytogenes* rozpoczyna się od podania hodowli oraz inkubacji próbki badanej żywności. Otrzymane 25 g lub 25 ml próbki poddaje się hodowli w 225 ml płynnego podłoża selektywnego Half-Fraser (ang. *Half-Fraser Broth*) w celu dziesięciokrotnego rozcieńczenia materiału oraz jego ewentualnej homogenizacji (w przypadku produktów innych niż w formie płynnej). Tak przygotowaną próbkę inkubuje się przez 25 ± 1 h w temperaturze 30°C . Po zakończonej inkubacji należy daną objętość powstałej mieszaniny przenieść do innego, selektywnie namnażającego podłoża, które

w swoim składzie zawiera czynniki umożliwiające wzrost pożądanym *Listeria*, a także hamujące wszelkie inne. Antybiotyki oraz chlorek litu działają selektywnie, silnie ograniczając wzrost bakterii Gram-ujemnych oraz innych niż *Listeria* spp. bakterii Gram-dodatnich. Chlorek litu jako sól jest też czynnikiem wybiórczym ze względu na tolerancję jego wyższych stężeń przez *Listeria monocytogenes* [4–6].

Aby móc uwidocznnić i rozpoznać typowe kolonie tych bakterii, stosuje się podłoża stałe wybiórcze, do których należą Oxford-Agar i PALCAM-Agar. W przypadku podłoża PALCAM, które jest klarowne oraz czerwone, po wzroście pałeczek *Listeria monocytogenes* widoczne są szare kolonie z zielonym odcieniem otoczone mniejszą lub większą strefą czarnego podłoża. Na podstawie analizy fenotypowej kolonii obecnych na powierzchni obu podłoży po zakończonej inkubacji określana jest potrzeba kontynuowania badań w celu potwierdzenia domniemanych kolonii, w tym celu wykorzystuje się kilka prostych testów biochemicznych.

Wykrywanie *Bacillus cereus* w żywności

Grupa bakterii określana jako *Bacillus cereus sensu lato* to zbiór dziewięciu gatunków bakterii względnie beztlenowych, zdolnych do wytwarzania form przetrwalnikowych. Zdolność ta znacznie wyróżnia je na tle pozostałych patogenów żywnościowych ze względu na ogromną tolerancję na skrajne warunki, w tym temperaturę i wilgotność. Szeroko rozpowszechnione w przyrodzie wykazują ogromny wpływ na wiele obszarów aktywności człowieka. Naturalnym miejscem bytowania tych bakterii (podobnie zresztą jak wielu innych gatunków bakterii produkujących formy przetrwalne, w tym należących do rodzaju *Bacillus*) w środowisku jest gleba, z której mogą trafić jako zanieczyszczenie pierwotne lub wtórne na surowce roślinne bądź zwierzęce wykorzystywane do produkcji i przetwórstwa żywności. Najczęstszymi produktami, z których można wyizolować bakterie *B. cereus*, są: dania mięsne, sosy, zupy i przede wszystkim smażony bądź ugotowany ryż [7, 8].

Wiele szczepów *B. cereus* odpowiada za produkcję toksyn stanowiących potencjalną przyczynę zatruc pokarmowych spowodowanych ich obecnością w żywności. Do tej pory dokładnie

poznano i opisano kilka z nich, przede wszystkim: enterotoksynę hemolityczną, cytotoksynę i cereulidynę. Obecność tak poważnych w skutkach czynników wirulencji kwalifikuje bakterie z grupy *Bacillus cereus* do statusu patogenów żywnościowych o charakterze alarmowym. Zagrożenie płynące ze strony tych bakterii jest zbyt często bagatelizowane, co może wraz z rozwojem przemysłu i intensyfikacji rolnictwa przynieść liczne, niepożądane efekty.

Z mikroskopowego punktu widzenia *Bacillus cereus* to przetrwalnikujące laseczki Gram-dodatnie. Aby móc wykryć je w badanym materiale i oznaczyć ich przypuszczalną ilość, należy dokonać posiewu materiału na podłożu MYP (ang. *mannitol yolk polymyxin*). Jak sama nazwa wskazuje, w swoim składzie posiada ono mannitol jako główne źródło węgla, polimyksynę, czyli antybiotyk peptydowy hamujący rozwój mikroflory towarzyszącej, oraz żółtko jaja bogate w lecytynę, która ulega rozkładowi pod wpływem aktywności enzymu – lecytynazy. Rozkład lecytyny powoduje powstawanie nierozpuszczalnych związków, które wytwarzają dookoła wyrosłej kolonii strefę przejaśnienia. Dodatkowo, ze względu na niezdolność tych bakterii do fermentacji mannitolu, będą one występowały w postaci różowych bądź niekiedy czerwonych kolonii [7–9].

Przypuszczalne kolonie *B. cereus* są nieregularne, duże (często „rozlane”), różowe i zazwyczaj otoczone strefą zmętnienia. Niektóre ze szczepów mogą produkować niewielkie ilości lecytynazy lub wcale jej nie wytwarzać, dlatego kolonie takich szczepów mogą nie posiadać strefy precypitacji lub może być ona słaba. Jak w przypadku każdego innego badania opierającego się na wykrywaniu specyficznego drobnoustroju, wszelkie kolonie, które uważa się za podejrzane, należy poddać analizom potwierdzającym. W tym przypadku wykorzystuje się podłożo agarowe zawierające w swoim składzie krwinki, dzięki którym możliwa będzie obserwacja i interpretacja typu hemolizy. Hemoliza to nic innego jak rozpad krwinek czerwonych na skutek działania enzymu hydrolitycznego. Po całonocowej inkubacji w 30°C za pozytywne uważa się kolonie, które oprócz swojego charakterystycznego wzrostu na podłożu MYP prezentują na agarze z krwią hemolizę typu β , czyli całkowity rozkład obecnych w pożywce mikrobiologicznej krwinek [7, 9].

Wykrywanie *Campylobacter* w żywności

Bakterie z rodzaju *Campylobacter* spp. to Gram-ujemne pałeczki zdolne do swobodnego ruchu dzięki obecności rzęsek. Cechują się wysoką tolerancją wobec środowisk ubogich w zawartość tlenu. Chociaż uznawane są za pałeczki, ich kształt nierzadko przypomina spiralę, przecinek bądź literę S. Jako patogeny bytują w środowisku jelit zwierząt, a u ludzi są czynnikiem etiologicznym zoonozy, czyli choroby odzwierzęcej nazywanej kampylobakteriozą. Rodzaj *Campylobacter* jest kluczowy zarówno z mikrobiologicznego punktu widzenia, jak i z perspektywy zdrowia publicznego. Należą do jednych z najczęściej izolowanych u ludzi czynników etiologicznych zatruć pokarmowych poprzez ich szerokie rozpowszechnienie w przyrodzie, szczególnie gatunki *Campylobacter jejuni* oraz *Campylobacter coli*. Źródłem zakażenia człowieka jest żywność pochodzenia zwierzęcego, woda lub bezpośredni kontakt ze zwierzętami, głównie domowymi. Nieprzypadkowo grupy zawodowe najbardziej narażone na infekcje to pracownicy ubojni, ►

reklama



- Mikroskopia elektronowa SEM, STEM, FIB
- Systemy analityczne do mikroskopii: EDX, WDX, EBSD, TOF-SIMS, AFM, RAMAN
- Preparatyka: napyłarki, polerki jonowe
- Mikroskopia holograficzna i konfokalna
- Mikrotomografia rentgenowska
- Wykrywanie i pomiar szczelności
- Analiza właściwości materiałów porowatych
- Technologie próżniowe – pompy i systemy
- Pomiar wielkości i analiza kształtu cząstek
- Stabilność fizyczna i pomiar potencjału zeta
- Kontrola i pomiar przepływu gazów
- Spektrometria i analiza gazów



UNI-EXPORT
Instruments Polska

uni-export.com.pl

[linkedin.com/company/ueip](https://www.linkedin.com/company/ueip)

[fb.com/ueinstrumentspl](https://www.facebook.com/ueinstrumentspl)

- ▶ weterynarze oraz hodowcy bydła. Za główny rezerwuuar bakterii z rodzaju *Campylobacter* uważa się ptaki, szczególnie drób, a więc produkty pochodzenia drobiowego oraz mleko [10, 13].

Badanie mikrobiologiczne żywności w kierunku obecności *Campylobacter* wykonuje się poprzez posiew powierzchniowy 0,1 ml przygotowanej próbki na podłoże mCCD oraz inkubację tak wykonanych posiewów w temperaturze 41,5°C przez okres 40–48 h. Wspomniane podłoże hodowlane należy do selekcyjnych, czyli ukierunkowanych przede wszystkim na wykrycie obecności poszukiwanego patogenu. W swoim składzie zawiera między innymi: węgiel drzewny, NaCl, pirogronian sodu oraz antybiotyki: cefopozaron zapobiegający wzrostowi innych jelitowych bakterii Gram-ujemnych oraz amfoterycynę B służącą jako inhibitor wzrostowy dla grzybów. Typowe kolonie, których obecność może świadczyć o wykryciu w badanej próbce bakterii *Campylobacter* spp., mają barwę szarą, z częstym metalicznym połyskiem [12].

Niebezpieczeństwo wynikające z infekcji pałeczkami *Campylobacter jejuni/coli* związane jest także z ich występowaniem na urządzeniach wykorzystywanych w przemyśle spożywczym. Bakterie te potrafią formować biofilm bakteryjny nie tylko w jelitach zwierząt, ale także na strukturach abiotycznych, takich jak szkło i stal – materiałach chętnie wykorzystywanych w warunkach przemysłowych. Biofilm to swoista powłoka zbudowana z kilku do kilkunastu warstw różnego rodzaju drobnoustrojów, powstająca w odpowiedzi na niesprzyjające warunki otoczenia, odporna na działanie wielu czynników zewnętrznych, w tym m.in. środków

dezynfekcyjnych czy antybiotyków. Pomimo tego, że zdolność ta jest nierzadko cechą szeregową, wiele badań wskazuje na biofilm pałeczek *Campylobacter* jako jedną z głównych przyczyn występowania infekcji, po skażonej żywności [10–13].

Podsumowanie

Współczesna diagnostyka mikrobiologiczna obejmuje metody izolacji bakterii z materiału klinicznego i identyfikacji za pomocą standardowych metod mikrobiologicznych, a także technik serologicznych i molekularnych. Kluczem w dążeniu do poprawy zdrowia społeczeństwa są dwa elementy: kontrola i nadzór nad produkcją żywności oraz profilaktyka związana z ograniczaniem czynników ryzyka zakażeń, czyli między innymi higiena pracy w procesie przygotowywania żywności i innych sektorach przemysłu, np. farmacji.

Głównymi patogenami żywności, których obecność w próbce jest niepożądana, są: *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter* spp. oraz *Escherichia coli*. Dotychczasowe badania naukowe pozwoliły zidentyfikować wiele mechanizmów związanych z chorobotwórczością mikroorganizmów patogennych. Stosowanie polityki zapewnienia jakości systemu HACCP w przedsiębiorstwach produkujących żywność minimalizuje ryzyko zanieczyszczenia produktów, a tym samym zwiększa prawdopodobieństwo pomyślnego zakończenia badań trwałości żywności. Najbardziej istotnym źródłem wszelkich zoonoz są: mięso, szczególnie drobiowe, oraz produkty takie jak jaja i mleko, z tego powodu grupę ryzyka stanowią także osoby zajmujące się hodowlą, produkcją oraz konsumpcją. ■

Piśmiennictwo

1. Rozporządzenie Komisji (WE) NR 1441/2007 z dnia 5 grudnia 2007 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 2073/2005 w sprawie kryteriów mikrobiologicznych dotyczących środków spożywczych (Dz.U. L 322 z 7.12.2007 r.).
2. PN-EN ISO 6579-1:2017. Mikrobiologia łańcucha żywnościowego. Horyzontalna metoda wykrywania, oznaczania liczby i serotypowania *Salmonella*. Część 1: Wykrywanie *Salmonella* spp.
3. Wilkanowska A.: Salmonelloza – kontrola i źródła zakażeń. „Hodowca Drobiu”, 2017, 2, 40–43.
4. PN-EN ISO 11290-1:2017 Mikrobiologia łańcucha żywnościowego. Horyzontalna metoda wykrywania i oznaczania liczby *Listeria monocytogenes* i innych *Listeria* spp.
5. Farber J.M., Peterkin P.: *Listeria monocytogenes* a food-borne pathogen. „Microbiological Reviews”, 1991, 55, 3, 476–511.
6. Kołakowska A., Madejczak G.: Pałeczki *Listeria monocytogenes* w zakażeniach u ludzi. „Przegląd Epidemiologiczny”, 2011, 65, 57, 57–62.
7. PN-EN ISO 7932-05. Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda oznaczania liczby przypuszczalnych *Bacillus cereus*. Metoda liczenia kolonii w temperaturze 30 stopni C.
8. Bartoszewicz M., Świecicka I., Buczek J.: Cereulidyna i enterotoksyny *Bacillus cereus* sensu lato. „Medycyna Wet”, 2006, 62.
9. Bartoszewicz M., Czyżewska U.: Taksonomia, wirulencja i cykle życiowe *Bacillus cereus* sensu lato. „Postępy Mikrobiologii”, 2017, 56.
10. PN-ISO 10272-2:2017-10 Mikrobiologia żywności i pasz – Horyzontalna metoda wykrywania obecności i oznaczania liczby *Campylobacter* spp. – Część 2: Metoda liczenia kolonii.
11. Rokosz N., Rastawicki W., Wołkowicz T.: Mikrobiologiczna diagnostyka zakażeń wywoływanych przez pałeczki *Campylobacter jejuni* i *Campylobacter coli* u ludzi. „Postępy Hig Med Dośw”, 2014, 68, 48–56.
12. Konkel M., Monteville M., Rivera-Amill V., Joens A.: The Pathogenesis of *Campylobacter jejuni* - Mediated Enteritis. „Curr Issues Intest Microbiol”, 2001, 2, 55–71.

Dezintegracja ultradźwiękowa

jako skuteczna metoda intensyfikacji procesu stabilizacji beztlenowej osadów ściekowych

Dezintegracja ultradźwiękowa, m.in. ze względu na fakt braku powstawania produktów ubocznych, jest procesem przyjaznym środowisku, posiadającym istotne znaczenie w kontekście konieczności zwiększenia produkcji energii ze źródeł odnawialnych, zarówno w kraju, jak i za granicą.

fot. iStock



Biologiczna stabilizacja beztlenowa, zwana także fermentacją beztlenową, jest złożonym i powolny procesem biochemicznym, będącym najważniejszym z procesów przeróbki osadów ściekowych [1, 2]. Jednocześnie jest to najczęściej stosowany sposób stabilizacji osadów w dużych i średnich oczyszczalniach ścieków. W procesie tym mikroorganizmy rozkładają materię organiczną zawartą w osadzie, w warunkach beztlenowych, dzięki czemu powstaje biogaz będący źródłem energii odnawialnej. Stabilizacja beztlenowa umożliwia również redukcję masy osadów przeznaczonych do zagospodarowania, zmniejsza udział patogenów oraz eliminuje uciążliwe odory [1, 3]. Celem tego procesu jest generowanie bezpiecznego dla środowiska odpadu, który można następnie wykorzystać, np. do celów rolniczych lub do rekultywacji [2]. Jednakże na skutek stosowania nowoczesnych technologii oczyszczania ścieków powstające w procesach biologicznych osady nadmierne składają się głównie z mikroorganizmów, które wykształciły mechanizmy adaptujące je do życia w różnych warunkach środowiskowych. Ponadto osady te przed procesem stabilizacji poddawane są zagęszczaniu mechanicznemu z dodatkiem polielektrolitu, co skutkuje tworzeniem się dużych skupisk kłaczków (floków). Wszystko to sprawia, że znaczna część materii organicznej zawartej w osadach staje się niedostępna i trudno biodegradowalna w procesie fermentacji metanowej. W związku z tym konieczne jest stosowanie metod mających na celu wstępną obróbkę osadów nadmiernych przed stabilizacją beztlenową, która pozwoli na przyspieszenie fazy hydrolitycznej oraz poprawi uzyskiwane w procesie efekty. Można to osiągnąć dzięki zastosowaniu procesów dezintegracji [3-5].

Metody dezintegracji można podzielić na: mechaniczne, termiczne, chemiczne, biochemiczne oraz hybrydowe (połączenie różnych metod) [3, 5, 6]. W praktyce najczęściej wykorzystywane są metody mechaniczne, do których należy m.in. proces dezintegracji ultradźwiękowej. Proces ten opiera się na zjawisku kawitacji, w efekcie którego dochodzi do rozerwania ściany komórkowej mikroorganizmów, a następnie uwalniania do cieczy nadosadowej organicznych składników, które stają się potencjalnie dostępnym substratem dla bakterii biorących udział w procesie beztlenowej stabilizacji, przyspiesza-

dr inż. Malwina Tytła

Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska,
Polska Akademia Nauk

jąc tym samym fazę hydrolityczną [1, 2, 7]. Skutkuje to m.in. zmniejszeniem objętości osadów do zagospodarowania, zwiększeniem redukcji substancji organicznych w procesie stabilizacji oraz wzrostem produkcji biogazu [4, 6]. Kwestia zwiększenia produkcji biogazu w wyniku intensyfikacji procesu stabilizacji beztlenowej jest istotnym aspektem z uwagi na *Dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/2001 z dnia 11 grudnia 2018 r.* [8], która ustanawia wiążący unijny cel osiągnięcia co najmniej 32% udziału energii odnawialnej w końcowym zużyciu energii brutto w Unii Europejskiej w 2030 r. Polska zadeklarowała osiągnięcie od 21 do 23% udziału odnawialnych źródeł energii (OZE) w finalnym zużyciu energii brutto [9].

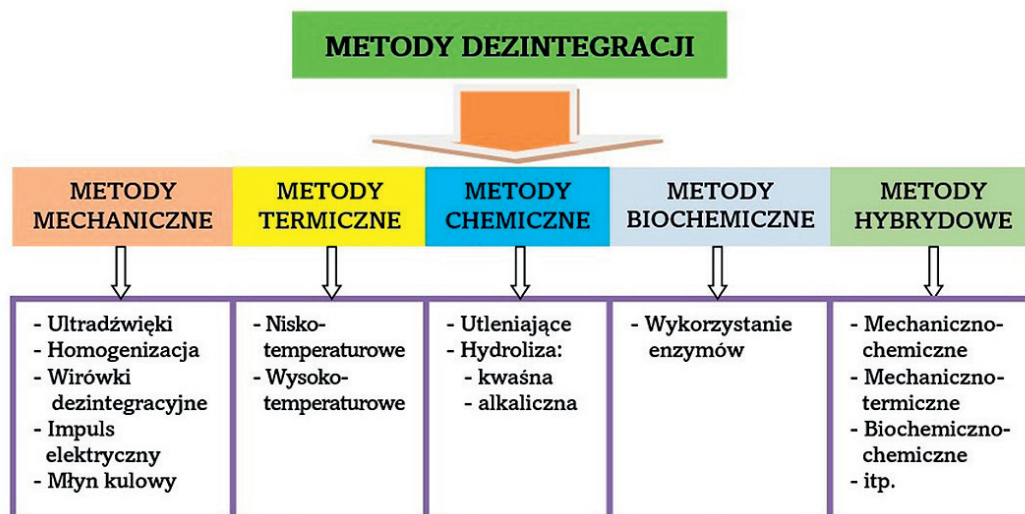
Jak dotąd stosowanie procesu dezintegracji ultradźwiękowej osadów ściekowych w Polsce nie było tak powszechne jak za granicą, jednakże metoda ta zdobywa coraz większe zainteresowanie. Proces dezintegracji ultradźwiękowej w celu intensyfikacji stabilizacji beztlenowej osadów ściekowych stosowany jest m.in. w: Rzeszowie, Poznaniu, Garwolinie, Gorzowie Wielkopolskim, Lublinie i Chełmie.

Metody dezintegracji

Metody dezintegracji wykorzystywane w odniesieniu do osadów ściekowych w ogólnym ujęciu można podzielić na: mechaniczne, termiczne, chemiczne, biochemiczne i hybrydowe (kombinacja różnych metod) [1, 3, 4]. Podział metod dezintegracji przedstawiono na rys. 1.

Metody mechaniczne – dezintegracja ultradźwiękowa

W praktyce oczyszczalnie ścieków najczęściej wykorzystują mechaniczne metody dezintegracji. Wynika to z faktu, że w porównaniu do pozostałych metod cechują się one brakiem konieczności dodatkowego wspomaganie procesu, np. poprzez dozowanie odczynników, zmianę temperatury czy też ciśnienia. Ponadto mechaniczne metody dezintegracji osadów ściekowych zapewniają możliwość ingerowania w proces, w każdym momencie jego trwania. Dodatkowym, a zarazem pozy-



Rys. 1. Podział metod dezintegracji osadów ściekowych. Opracowane w oparciu o Tytła (2018) oraz Podędworna i Umiejewska (2008)

tywnym aspektem stosowania tych metod jest brak powstawania produktów ubocznych [2, 6].

Do najczęściej stosowanych metod mechanicznej obróbki osadów ściekowych przed procesami beztlenowej stabilizacji należy dezintegracja ultradźwiękowa. Procesowi temu poddawane są głównie osady nadmierne, wynoszone z komory biologicznej (jako nadmiar) do osadnika wtórnego. Osady te składają się w głównej mierze z mikroorganizmów odpornych na warunki beztlenowe, jak również dużej ilości patogenów. Stanowią one również przyczynę problemów z nieprzyjemnymi odorami. Dlatego też osady te poddawane są stabilizacji. Zagęszczanie osadów nadmiernych z dodatkiem różnego rodzaju polielektrolitów (w celu zmniejszenia ich uwodnienia) sprawia, że osady te tworzą duże skupiska kłaczków (złożona struktura), które w efekcie utrudniają rozkład biochemiczny [1, 4, 11]. Stanowi to główny powód, dla którego osady nadmierne zagęszczone poddawane są procesowi dezintegracji ultradźwiękowej. Procent strumienia osadów nadmiernych poddawanego dezintegracji zależy od układu danej oczyszczalni ścieków oraz stosowanych technologii (najczęściej jest to od 30% do nawet 100% strumienia osadów).

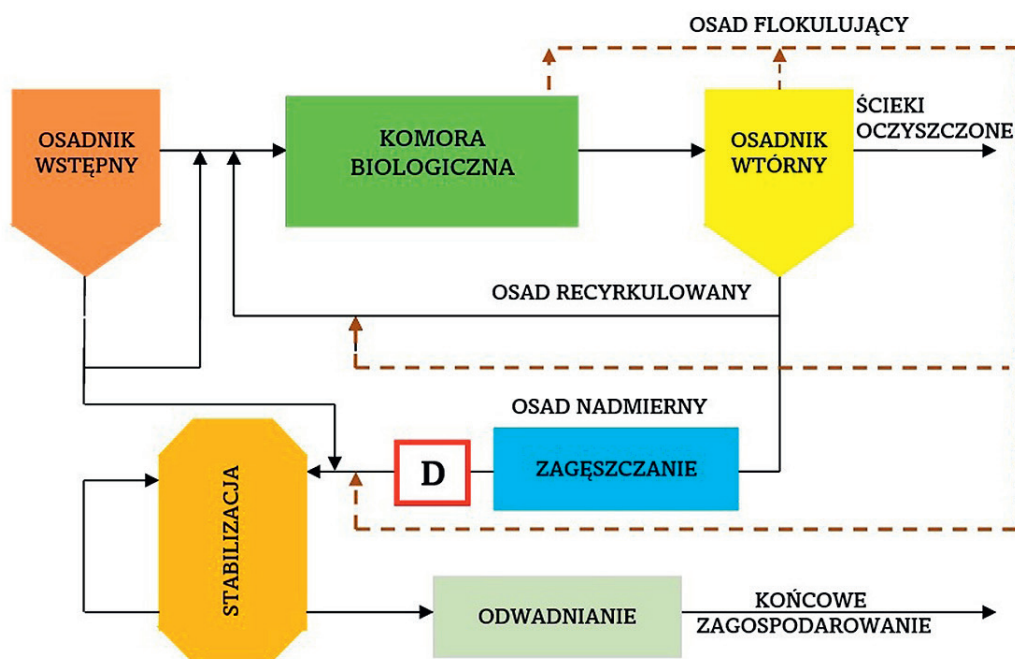
Proces dezintegracji ultradźwiękowej opiera się na zjawisku kawitacji. Polega ono na tworzeniu się i zanikaniu pęcherzyków wypełnionych cieczą lub gazem (w obszarach obniżonego ciśnienia) w wyniku przejścia fali ultradźwiękowej przez badane medium. W efekcie opisanego zjawiska dochodzi

do rozerwania ściany komórkowej mikroorganizmów będących częścią osadów, a następnie uwalniania do cieczy nadosadowej organicznych składników będących częścią wewnątrzkomórkowej materii. Uwolnione substancje stają się potencjalnie dostępnym substratem dla bakterii biorących udział w procesie beztlenowej stabilizacji. Wszystko to skutkuje przyspieszeniem fazy hydrolitycznej, która limituje szybkość stabilizacji beztlenowej, jak również poprawą uzyskiwanych w procesie efektów, głównie redukcją obję-



Metody dezintegracji można podzielić na: mechaniczne, termiczne, chemiczne, biochemiczne oraz hybrydowe. W praktyce najczęściej wykorzystywane są metody mechaniczne, do których należy m.in. proces dezintegracji ultradźwiękowej

tości osadów oraz wzrostem produkcji biogazu (nawet do 30%) [1, 2, 7]. Można zatem stwierdzić, że opisany powyżej mechanizm stanowi istotę dezintegracji ultradźwiękowej osadów ściekowych. Na rys. 2 wskazano punkt w ciągu technologicznym klasycznej oczyszczalni ścieków, w którym umieszcza się instalację do dezintegracji ultradźwiękowej osadów nadmiernych zagęszczonych. ▶



Rys. 2. Miejsce procesu dezintegracji ultradźwiękowej osadów nadmiernych zagęszczonych w ciągu technologicznym oczyszczalni ścieków. Opracowane w oparciu o prace Le i in. (2015) oraz Zielewicz (2016)

► **Najważniejsze parametry prowadzenia dezintegracji ultradźwiękowej**

Do charakterystyki procesu dezintegracji ultradźwiękowej wykorzystuje się znajomość mocy elektrycznej generatora ultradźwiękowego P (W lub kW) oraz czasu nadźwiękawiania osadów nadmiernych t (s; min; h). Są to parametry niezbędne do uzyskania założonego efektu, przy określonej objętości osadu ściekowego V (ml, l). Istotnym parametrem jest również częstotliwość fali (f), która dla osadów ściekowych wynosi 20–40 kHz. Koszty energii dostarczanej w procesie można kontrolować poprzez prowadzenie dezintegracji osadów w określonym zakresie gęstości energii E_v (energia objętościowa – odniesionej do objętości osadu; kWh/m³) lub energii właściwej E_s (energia specyficzna – odniesionej do stężenia suchej masy osadu; kWh/kg_{sm} lub kJ/kg_{sm}) [1, 4, 6]. W praktyce najważniejszym parametrem, który powinien podlegać ciągłej kontroli, jest stężenie suchej masy osadów. Powinno ono mieścić się w przedziale 2,3–3,2% [2, 7], co pozwala uniknąć zmniejszenia wydajności procesu dezintegracji oraz umożliwia jednocześnie zmniejszenie zużycia energii. Do innych sposobów określenia ilości energii dostarczanej w procesie należą natężenie pola ultradźwiękowego I_N – wyrażone względem pola powierzchni komory nadźwiękawiania (W/cm²) lub gęstość mocy U_G – wyrażona

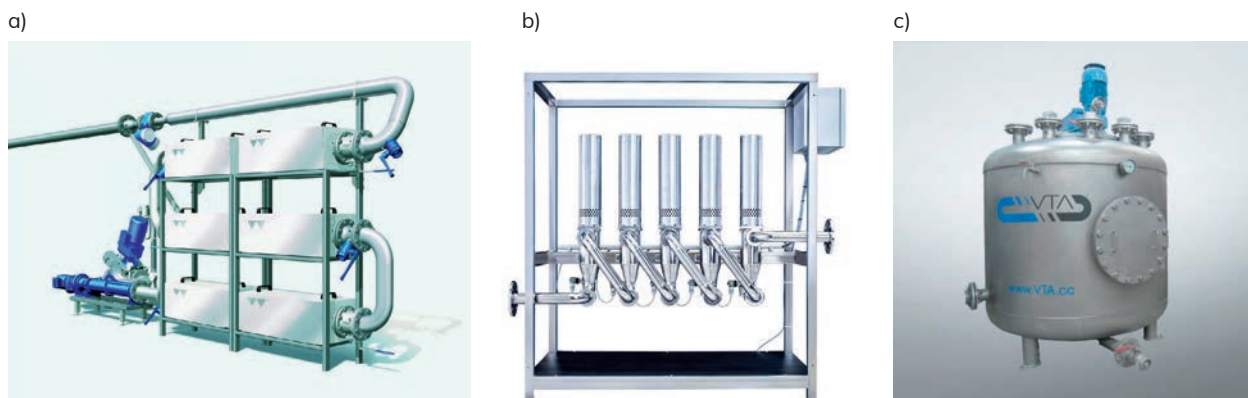
w odniesieniu do objętości dezintegrowanego osadu (W/ml) [4, 6].

Zalety i wady stosowania dezintegracji ultradźwiękowej

Głównym sposobem osiągnięcia jak najlepszych efektów intensyfikacji procesu stabilizacji beztlenowej osadów nadmiernych zagęszczonych jest właściwy wybór metody ich dezintegracji. Wybór ten powinien zatem uwzględniać zarówno wady, jak i zalety danego rozwiązania technicznego. Ponadto biorąc pod uwagę fakt, że w praktyce nie istnieją dwa takie same osady ściekowe, wybór ten powinien być dokonywany indywidualnie, z uwzględnieniem charakterystyki danego osadu. Jest to szczególnie ważne w przypadku stosowania dezintegracji w pełnej skali technicznej, tj. w rzeczywistej oczyszczalni ścieków. Zalety i wady procesu dezintegracji ultradźwiękowej osadów nadmiernych zagęszczonych przedstawiono poniżej.

Zalety stosowania dezintegracji ultradźwiękowej

- Wzrost redukcji substancji organicznych, a tym samym wzrost produkcji biogazu (korzystny wpływ na bilans energetyczny oczyszczalni ścieków) [1, 3, 6],
- redukcja objętości osadów przeznaczonych do końcowego zagospodarowania [1, 5],
- brak powstawania produktów ubocznych [2],



Rys. 3. Przykładowe systemy do dezintegracji ultradźwiękowej osadów ściekowych: a) producent Weber Entec GmbH & Co. KG [14], b) Ultrawaves GmbH i Sonotronic GmbH [15], c) VTA Technologie GmbH [16]

- zwiększenie podatności osadów ustabilizowanych na odwadnianie [4],
- zmniejszenie zjawiska pienienia osadów w komorze stabilizacji [12],
- brak konieczności wspomaganie procesu przez stosowanie dodatkowych reagentów, ciśnienia czy temperatury [6],
- łatwość aplikacji procesu w ciągu technologicznym oczyszczalni ścieków [13].

Wady stosowania dezintegracji ultradźwiękowej

- Dość wysokie zużycie energii, które wiąże się z wysokimi kosztami operacyjnymi. * Koszty te można znacząco zredukować, monitorując stężenie suchej masy osadów i utrzymując je na odpowiednim poziomie [13],
- pogorszenie podatności osadów nadmiernych zagęszczonych na odwadnianie (bezpośrednio po zakończeniu procesu dezintegracji) [2, 13],
- uwalnianie do cieczy nadosadowej znacznych ilości substancji biogennej po procesie stabilizacji beztlenowej oraz odwadnianiu osadów. * Może być to również postrzegane jako pozytywne zjawisko w kontekście możliwości odzyskiwania substancji biogennej z powstających odcieków [11].

Przykładowe systemy do dezintegracji ultradźwiękowej

Na międzynarodowym rynku istnieją firmy, które proponują gotowe rozwiązania do dezintegracji ultradźwiękowej osadów ściekowych w pełnej skali technicznej, należą do nich m.in.: Weber Entec GmbH & Co. KG, Ultrawaves GmbH, VTA Technologie GmbH, Sonotronic

GmbH i in. Niestety w dalszym ciągu przeważająca liczba urządzeń do dezintegracji osadów ściekowych jest projektowana z przeznaczeniem do prowadzenia badań w warunkach laboratoryjnych.

Na rys. 3 zaprezentowano przykładowe systemy do dezintegracji osadów, które stosowane są w rzeczywistych oczyszczalniach ścieków. Pierwsze rozwiązanie to system DesiUS (*Disintegration Ultrasound System*) stworzony przez firmę Weber Entec GmbH & Co. KG (Niemcy). System ten eliminuje problemy związane ze stosunkowo wysoką zawartością suchej masy oraz lepkością osadów ściekowych poddawanych dezintegracji. W jego skład wchodzi reaktor BioPush Ultrasound oraz macerator. W reaktorze BioPush osady prowadzone są w polu ultradźwiękowym z określoną prędkością, co zapewnia energię niezbędną do obróbki osadów. Reaktory ładowane są za pomocą pompy śrubowej. Żywotność reaktora BioPush jest kilkukrotnie dłuższa niż klasycznych sonotrod prętowych. Macerator chroni maszynę przed ciałami obcymi i zapewnia wstępną homogenizację osadów ściekowych celem uzyskania optymalnego sprzężenia ultradźwięków. Prezentowane rozwiązanie posiada system sterowania wspierany przez PLC (ang. *programmable logic controller*), który umożliwi niezawodną i bezawaryjną pracę urządzenia. Dodatkowo system jest wyposażony w czujniki monitorujące temperaturę, ciśnienie oraz przepływ objętościowy [14]. Kolejne rozwiązanie dostępne na rynku to system ultradźwiękowy o dużej mocy BIOSONATOR opracowany przez firmę Ultrawaves GmbH (Niemcy) we współpracy z Sonotronic GmbH (Niemcy). Ze względu na swoją konstrukcję urządzenie ►

Oczyszczalnia ścieków	Kraj	Producent instalacji do dezintegracji	Źródło
Kaunas	Litwa	Weber Entec GmbH & Co. KG	[14]
Ahrensburg	Niemcy	Ultrawaves GmbH	[15]
Bamberg	Niemcy	Ultrawaves GmbH	[15]
Yanzhou	Chiny	Ultrawaves GmbH	[15]
Shek Wu Hui	Honkong	Ultrawaves GmbH	[15]
Dąbrowa Górnicza	Polska	Ultrawaves GmbH	[15]
Rzeszów	Polska	VTA Technologie GmbH	[1]
Lublin	Polska	VTA Technologie GmbH	[16]
–	Rumunia	VTA Technologie GmbH	[16]
Roth	Niemcy	VTA Technologie GmbH	[17]
Villach	Austria	VTA Technologie GmbH	[17]
Garwolin	Polska	VTA Technologie GmbH	[17]
Gorzów Wielkopolski	Polska	VTA Technologie GmbH	[17]
Chełm	Polska	VTA Technologie GmbH	[18]

Tab. 1. Instalacje do dezintegracji ultradźwiękowej osadów ściekowych w Polsce i na świecie

► zwiększa efektywność produkcji energii przyjaznej dla środowiska (biogaz). Ponieważ osady ściekowe przebywają w systemie ultradźwiękowym tylko przez krótki czas, urządzenie to ma bardzo kompaktowe rozmiary. Można je łatwo zintegrować z istniejącymi instalacjami za pomocą rury wlotowej i wylotowej, bez żadnych komplikacji (*plug & play*). Z reguły system składa się z trzech do pięciu kolejno ułożonych modułów – w zależności od strumienia objętości osadów, który ma być poddawany obróbce, a także pompy i szafy sterowniczej. W każdym z modułów osady prowadzone są tak, aby stykały się z częścią przednią sonotrody, od lewej

mniej konserwacji, gdyż osady nie przylegają do końcówek sonotrody [15]. Ostatnie z prezentowanych rozwiązań to reaktor do dezintegracji ultradźwiękowej VTA-GSD zaproponowany przez firmę VTA Technologie GmbH (Austria). To prosta w eksploatacji i sprawdzona technologia, którą można w łatwy sposób włączyć w ciąg technologiczny oczyszczalni ścieków, bez konieczności budowy nowych obiektów. W technologii tej strumień osadów przepływa przez reaktor w kształcie zbiornika, w którym jest mieszany i poddawany działaniu energii emitowanej przez odpowiednią liczbę oscylatorów. Następnie strumień osadów kierowany jest z powrotem do ciągu technologicznego oczyszczalni ścieków. Rozwiązanie zapewnia możliwość regulowania czasu zatrzymania osadów w reaktorze, prędkości przepływu, obrotów mieszadła, a także energii emitowanej przez oscylatory. Główne zalety technologii VTA-GSD to: prosta i bezobsługowa eksploatacja (brak zagrożeń od strony wysokich ciśnień i temperatur), niskie nakłady energetyczne, eliminacja problemów z wtórnym obciążeniem oczyszczalni ścieków odciekami, charakteryzującymi się m.in. wysokim stężeniem związków azotu (dzięki denaturacji białek zachodzącej podczas termohydrolyzy osadów), brak problemów z zatykaniem się instalacji, jak również brak dodatkowych kosztów eksploatacji (poza energią elektryczną) [16, 17].



W dalszym ciągu przeważająca liczba urządzeń do dezintegracji osadów ściekowych jest projektowana z przeznaczeniem do prowadzenia badań w warunkach laboratoryjnych

do prawej, przepływając w pętli. Z jednej strony zapobiega to odkładaniu się osadów w poszczególnych komorach, z kolei z drugiej, struktury drgające mogą działać wydajniej i wymagają



Dezintegracja ultradźwiękowa w praktyce

W tab. 1 zaprezentowano przykłady zastosowania procesu dezintegracji ultradźwiękowej do intensyfikacji procesu beztlenowej stabilizacji osadów ściekowych w pełnej skali.

Podsumowanie

W niniejszej pracy przedstawiono metody wykorzystywane do dezintegracji osadów ściekowych. Szczegółowo omówiono zagadnienia dotyczące zastosowania jednej z metod mechanicznych, tj. dezintegracji ultradźwiękowej osadów nadmiernych zagęszczonych,

której celem jest intensyfikacja biologicznej beztlenowej stabilizacji. W pracy zaprezentowano zarówno zalety, jak i wady stosowania procesu dezintegracji ultradźwiękowej. Ponadto przedstawiono przykłady wykorzystania tego procesu w rzeczywistych oczyszczalniach ścieków (w pełnej skali). Podsumowując, dezintegracja ultradźwiękowa, m.in. ze względu na fakt braku powstawania produktów ubocznych, jest procesem przyjaznym środowisku, który posiada istotne znaczenie w kontekście zwiększenia produkcji energii ze źródeł odnawialnych, zarówno w kraju, jak i za granicą. ■

Piśmiennictwo

- Le N.T., Julcour-Lebigue C., Delmas H.: *An executive review of sludge pretreatment by sonication*. „Journal of Environmental Sciences”, 2015, 37, 139-153.
- Tytła M., Widziejewicz-Rzońca K., Kernert J., Bernaś Z., Słaby K.: *First Comprehensive Analysis of Potential Ecological Risk and Factors Influencing Heavy Metals Binding in Sewage Sludge from WWTPs Using the Ultrasonic Disintegration Process*. „Water”, 2023, 15 (4), 666.
- Zubrowska-Sudol M., Sytek-Szmeichel K., Krawczyk P., Bisak A.: *Energy-Positive Disintegration of Waste Activated Sludge – Full Scale Study*. „Energies”, 2022, 15, 555.
- Zielewicz E.: *Effects of ultrasonic disintegration of excess sewage sludge*. „Topics in Current Chemistry”, 2016, 374 (5), 67.
- He H., Xin X., Qiu W., Li D., Liu Z., Ma J.: *Waste sludge disintegration, methanogenesis and final disposal via various pretreatments: comparison of performance and effectiveness*. „Environmental Science and Ecotechnology”, 2021, 8, 100132.
- Tytła M.: *The Effects of Ultrasonic Disintegration as a Function of Waste Activated Sludge Characteristics and Technical Conditions of Conducting the Process – Comprehensive Analysis*. „International Journal of Environmental Research and Public Health”, 2018, 15 (10), 2311.
- Mitraka G.C., Kontogiannopoulos K.N., Batsioulas M., Baniyas G.F., Zouboulis A.I., Kougias P.G.: *A Comprehensive Review on Pretreatment Methods for Enhanced Biogas Production from Sewage Sludge*. „Energies”, 2022, 15 (18), 6536.
- Dyrektorywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/2001z dnia 11 grudnia 2018 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych.
- Ministerstwo Aktywów Państwowych: *Krajowy plan na rzecz energii i klimatu na lata 2021-2030*. Warszawa 2019.
- Podedworna J., Umiejewska K.: *Technologia osadów ściekowych*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2008.
- Tytła M., Zielewicz E.: *The impact of temporal variability of excess sludge characteristics on the effects obtained in the process of its ultrasonic disintegration*. „Environmental Technology”, 2018, 39 (23), 3020-3032.
- Neczaj E., Grosser A.: *Najnowsze trendy w fermentacji metanowej osadów ściekowych*. III Ogólnopolska Konferencja Szkołeniowa Metody zagospodarowania osadów ściekowych, Chorzów 2012, 97-109.
- Cimochowicz-Rybicka M.: *Minimization of sewage sludge production – European trends and selected technologies*. Joint Polish – Swedish – Ukrainian Reports. Kungliga Tekniska Högskolan (KTH), Stockholm 2013, 99-107.
- <https://www.weber-entec.com/en/wwtp/>.
- <https://ultrawaves.de/en/wastewater-treatment-plants/>.
- <https://vta.cc/en/news/every-sludge-different>.
- <https://www.igwp.org.pl/eurotechefektynne-rozwiazania-dla-gospodarki-osadowej/>.
- <https://vta.cc/en/news/ultrasound-highlight>.



Efektywne monitorowanie kompetencji personelu w aspekcie zapewnienia wiarygodności wyników badań

Tylko świadome zrozumienie, czemu ma służyć monitorowanie, oraz odpowiedzialne podejście do niego z wykorzystaniem ciekawych narzędzi doprowadzi do tego, że jego efekt będzie zapewniony.

Podstawą efektywnego monitorowania kompetencji pracowników jest zrozumienie idei oraz celu, który dotyczy danego działania.

Zakres normy ISO/IEC 17025 wskazuje ogólne wymagania dotyczące:

- kompetencji,
- bezstronności,
- spójnego działania.

Obszary te są podstawowymi filarami charakteryzującymi laboratorium, które deklaruje skuteczne wdrożenie i utrzymanie systemu zarządzania.

Ewelina Siwek

audytor, konsultant w zakresie systemu zarządzania jakością

Biorąc pod uwagę wspierającą rolę systemu zarządzania, działalności technicznej, kluczową rolę odgrywa transparentne zrozumienie znaczenia wymagania wskazanego w punkcie 8.2 normy ISO/IEC 17025, tj. konieczność ustanowienia, udokumentowania i utrzymywania polityk i celów, które dotyczą realizacji działań

przez kompetentny personel w sposób bezstronny i zapewniający w każdej sytuacji spójne działanie. Wymaganie to w pełni koresponduje z zakresem normy.

W związku z tym wszystkie działania realizowane w zadeklarowanym zakresie działalności laboratoryjnej, objętej systemem, należy realizować w taki sposób, aby ustanowione polityki i wyznaczone cele były zapewnione oraz znane i wdrożone na wszystkich poziomach organizacyjnych laboratorium.

Należy zatem pamiętać, że zarówno kierownictwo, jak i personel: przygotowujący próbki, wykonujący badania, pobierający próbki, jak i ten, który odpowiedzialny jest za obsługę klienta czy zarządzanie danymi, powinien znać ustanowione cele i realizować przyjęte polityki.

Bardzo często w natłoku codziennych obowiązków o tym zapominamy. Jak w związku z tym realizować je każdego dnia pracy?

W niniejszym artykule skupimy się na pierwszym ze wskazanych filarów, tj. kompetencjach oraz ich monitorowaniu.

Kompetencje personelu

Kompetencje to połączenie trzech atrybutów: wiedzy, umiejętności i odpowiedzialności. Wyróżniają one daną osobę łatwością sprawną, skuteczną, odpowiadającą oczekiwaniom jakościowym realizacji danych zadań.

Pierwszym krokiem w dobrze opracowanej procedurze postępowania z personelem jest określenie wymagań kompetencyjnych, które odnoszą się do stanowisk i funkcji mających wpływ na działalność laboratoryjną. Powinny one obejmować wymagania dotyczące: wykształcenia, doświadczenia, kwalifikacji, szkoleń, umiejętności oraz wiedzy technicznej.

W praktyce czynności te zmierzają do tego, abyśmy zastosowali się do podstawowych zasad, wskazanych poniżej, które zapewnią nam prawidłowość postępowania oraz umożliwią w następnym etapie efektywne monitorowanie kompetencji.

1. Określenie stanowisk oraz funkcji w laboratorium, mających znaczenie w działalności laboratoryjnej.
2. Określenie zakresu upoważnień i uprawnień, co do których należy wyspecyfikować kompetencje.
3. Zrozumienie celu bezpośredniego i pośredniego podejmowanego działania.

4. Ustalanie wymagań, które są adekwatne dla danego laboratorium – nie należy sugerować się tymi, które zostały przyjęte w innej placówce.

Przykład: W laboratorium X, którego profil działalności związany jest z badaniami fizykochemicznymi, zostały ustalone wymagania kompetencyjne dla kierownika laboratorium, tj.: wykształcenie wyższe chemiczne, doświadczenie min. 5 lat pracy w laboratorium akredytowanym o takim samym profilu działalności.

Laboratorium Y, którego profil działalności obejmuje zarówno badania fizykochemiczne, biologiczne oraz mikrobiologiczne, konsultuje sposób wyspecyfikowania wymagań kompetencyjnych z laboratorium X i w konsekwencji przyjmuje te same wymagania dla kierownika laboratorium. W ten sposób ogranicza możliwości zajęcia danego stanowiska np. przez osobę, która posiada wykształcenie biologiczne (również zgodne z profilem działalności) lub narzuca konieczność rozważenia odstępstwa.

5. Nie należy specyfikować takich samych wymagań w odniesieniu do danego stanowiska, funkcji oraz posiadanych upoważnień i uprawnień. Wyspecyfikowanie takich samych wymagań może doprowadzić do tego, że dane działania będą wykonywane przez niekompetentny personel.

PRZYKŁAD:

Laborant (osoba upoważniona do wykonywania badań)

Wykształcenie: średnie lub wyższe chemiczne/pokrewne.

Doświadczenie: min. 6 miesięcy w obszarze wykonywanych badań.

Szkolenia:

- Wymagania normy ISO/IEC 17025,
- Wymagania norm metodycznych dotyczących wykonywanych badań,
- Nadzór nad wyposażeniem oraz zapewnienie spójności pomiarowej,
- Monitorowanie ważności wyników badań.

Ekspert badań fizykochemicznych (osoba upoważniona do autoryzacji sprawozdań z badań oraz dokonywania stwierdzenia zgodności z wymaganiami)

Wykształcenie: średnie lub wyższe chemiczne/pokrewne. ▶

- ▶ Doświadczenie: min. 2 lata w obszarze wykonywanych badań.

Szkolenia:

- Wymagania normy ISO/IEC 17025,
- Wymagania norm metodycznych dotyczących wykonywanych badań,
- Nadzór nad wyposażeniem oraz zapewnienie spójności pomiarowej,
- Monitorowanie ważności wyników badań.

Wskazany sposób specyfikacji wymagań, w którym jedyna różnica dotyczy doświadczenia, jest podstawowym i najczęściej spotykanym błędem. Nadanie upoważnień osobie, która jest odpowiedzialna za autoryzację sprawozdań z badań czy stwierdzenie zgodności z wymaganiami bazujące na szkoleniach ogólnych, tożsamy z szkoleniami, które odbywa laborant, jest podstawą do stwierdzenia z dużym prawdopodobieństwem, iż dana osoba nie posiada odpowiednich kompetencji.

Prawidłowe wyspecyfikowanie wymagań dotyczących odbytych szkoleń powinno obejmować co najmniej:

- Wymagania normy ISO/IEC 17025 podstawowe oraz doskonalące,
- Wymagania norm metodycznych dotyczących wykonywanych badań,
- Wymagania dokumentów PCA, w tym DA-02, DA-05, DA-06, DA-08, DA-10, DAB-07,
- Wymagania dokumentów ILAC oraz EA, w tym ILAC G-8, ILAC G-17,



Nadanie upoważnień osobie, która jest odpowiedzialna za autoryzację sprawozdań z badań czy stwierdzenie zgodności z wymaganiami, bazujące na szkoleniach ogólnych, niesie ze sobą duże prawdopodobieństwo, iż osoba ta nie posiada odpowiednich kompetencji

- Wymagania przepisów prawa odnoszących się do danego obszaru badań,
- Szczegółowe wymagania procesów: przegląd zapytań, ofert i umów, ocena niepewności, monitorowanie ważności wyników badań, raportowanie wyników,

- Nadzór nad wyposażeniem oraz zapewnienie spójności pomiarowej.

Analogiczny sposób postępowania dotyczy pozostałych kryteriów wskazanych w wymaganiach kompetencyjnych (wiedzy technicznej, umiejętności, kwalifikacji) dla wszystkich określonych stanowisk i funkcji.

Kolejne kroki, które należy opisać w procedurze postępowania z personelem, dotyczą:

- sposobu wyboru personelu, który będzie najlepszy w odniesieniu do wyspecyfikowanych kompetencji,
- szkoleń personelu (wstępnych oraz doskonalących) realizowanych w oparciu o ustalone harmonogramy oraz pozaplanowych.

Przy planowaniu szkolenia zasadne jest uwzględnienie co najmniej poniższych aspektów:

- ocena skuteczności poprzednich szkoleń wewnętrznych i zewnętrznych,
- wyniki audytów wewnętrznych oraz zewnętrznych,
- podjęte działania i ich ocena skuteczności w odniesieniu do zidentyfikowanych ryzyk,
- wnioski (dane wyjściowe) z przeglądu zarządzania (skuteczności systemu zarządzania i jego procesów, doskonalenia działalności laboratoryjnej dotyczącej spełnienia wymagań normy ISO 17025, zapewnienia wymaganych zasobów, potrzeby wprowadzenia zmian),
- wyniki monitorowania kompetencji personelu,
- wyniki analizy programów monitorowania ważności wyników badań oraz pobierania próbek wewnętrzne i zewnętrzne,
- ponowna ocena metod zwalidowanych/zweryfikowanych,
- informacje zwrotne od klientów i personelu,
- działania związane z posiadanym zakresem działalności laboratoryjnej objętym systemem (rozszerzenie lub aktualizacja),
- zakres posiadanej akredytacji, stały oraz elastyczny.

Podczas zgłębiania meandrów wymagań normy dotyczących personelu dochodzimy do meritum tematu, tj. monitorowania kompetencji.

Monitorowanie kompetencji personelu

Monitorowanie kompetencji to określony sposób postępowania związany z obserwacjami potwierdzającymi spełnienie/utrzymanie określonych wymagań kompetencyjnych przez pracownika.

Podejmowane działania	Obszar potwierdzenia kompetencji
Korzystanie z materiałów odniesienia lub materiałów do kontroli jakości	Wykorzystanie CRM/RM/HRM, w tym identyfikacja i rozróżnianie poszczególnych rodzajów materiałów odniesienia. Poprawność metody z uwzględnieniem etapu przygotowania próbek (materiały odniesienia matrycowe). Analizowanie wyników. Przyjmowanie kryteriów akceptacji wyniku. Umiejętność weryfikowania certyfikatów materiałów odniesienia.
Stosowanie wzorców kontrolnych lub roboczych z kartami kontrolnymi	Prawidłowość wykonania kalibracji. Realizacja wymagań dotyczących sposobu postępowania i oceny próbek kontrolnych, w tym analiza wyników Kart Shewharta (karta do karty). Przyjmowanie i weryfikacja kryteriów akceptacji wyniku.
Próbki powtórzone	Ocena pracownika w odniesieniu do precyzji w warunkach powtarzalności. Aktualizacja danych walidacji/weryfikacji. Weryfikacja błędów systematyczne popełnianego przez pracownika.
Porównania wewnątrzlaboratoryjne	Ocena np. precyzji dwóch pracowników w warunkach odtwarzanych. Potwierdzenie kompetencji pracownika nowo zatrudnionego. Aktualizacja danych walidacji/weryfikacji.
Sprawdzenie działania wyposażenia, w tym zapewnienie spójności pomiarowej oraz dokonywanie sprawdzeń pośrednich	Potwierdzenie znajomości wymagań związanych z nadzorem (norma ISO 17025, normy metodyczne, DA-06, ILAC G-24) i interpretacją wyników. Określenie kryteriów akceptacji dla wyników wzorcowania oraz sprawdzeń pośrednich. Analizy świadectw wzorcowania. Ocena liniowości krzywych w oparciu m.in. o dane walidacyjne metody.
Korelacja wyników dotyczących różnych właściwości obiektu	Znajomość metod badawczych i właściwości oznaczanych analitów.
Przegląd uzyskanych wyników	Znajomość wymagań oraz działanie w sytuacjach wątpliwych lub niezgodnych.
Badanie próbki ślepej	Staranność przygotowania próbek. Czystość użytych odczynników. Warunki wykonania analizy, przestrzeganie innych szczególnych wymagań, np. związanych z czynnikami przeszkadzającymi.
Uczestnictwo w PT/ILC (kompetentny organizator badań PT spełniający wymagania ISO 17043)	Najwyższe rangą potwierdzenie kompetencji pracownika do wykonywania badań (wynik z-score < 2). Analiza wyników pod kątem informacji zawartych w walidacji/weryfikacji, np. s_R (odchylenie standardowe odtwarzalności międzylaboratoryjnej). CV% (współczynnik zmienności), U% (niepewność).
Analiza danych z monitorowania	Znajomość wymagań normy. Podejmowanie działań odpowiednich do wyciągniętych wniosków, wykorzystanie wyników z analizy danych do opracowania programów audytów, wzorcowań, badań PT/ILC, programów monitorowania ważności wyników.

Tab. 1. Przykłady zastosowania wyników monitorowania do oceny kompetencji pracowników

Strategia postępowania obejmuje wykorzystanie wskazanych narzędzi:

- bezpośrednio rozmowy,
- przegląd dokumentów (m.in. prowadzenie zapisów, ustalenia z klientem, raporty z badań, plany walidacji/weryfikacji wraz z kartami itp.),

- analiza rezultatów programu potwierdzenia ważności wyników badań,
- ocena skuteczności szkoleń wraz z uzasadnieniem,
- prowadzenie kart kompetencji pracownika,
- testy wiedzy,
- inne spełniające zamierzony cel. ▶

- ▶ Narzędzia te prowadzą w każdym przypadku do wyciągnięcia konstruktywnych wniosków i planowania efektywnych działań. Działania te zawsze planowane są stosownie do rangi zdarzenia.

Monitorowania kompetencji nie należy traktować jako działań podejmowanych *ad hoc*, a jako te, które odbywają się w sposób ciągły na przestrzeni dłuższego okresu czasu pracy. Prześledźmy drogę postępowania wykorzystania jednego z narzędzi – analizy rezultatów programu potwierdzenia ważności wyników badań.

Potwierdzenie ważności wyników badań w normie PN-EN ISO/IEC 17025:2018-02 zostało sklasyfikowane jako jeden z procesów. W myśl podejścia procesowego każdy proces powinien mieć tak opracowaną procedurę postępowania, która jest jednoznaczna, przejrzysta i logicznie uporządkowana, a tym samym prowadząca do osiągnięcia zamierzonego celu. Dla nas ma to być realizacja celu nadrzędnego wskazanego w zakresie normy oraz celu związanego z taką realizacją zapewnienia monitorowania wyników badań, aby wydany wynik był wynikiem ważnym.

Podejście procesowe realizowane zgodnie z cyklem PDCA wymusza na nas postępowanie w sposób cykliczny, w przypadku którego następują po sobie kolejno etapy: planowania (P), wykonania (D), kontroli (C) oraz podejmowanie działań pokontrolnych (A).

Co oznaczają w praktyce?

Procedura postępowania opisana na etapie tworzenia dokumentacji systemowej (procedura ogólna, instrukcja, schemat postępowania etc.) jest na co dzień realizowana przez personel laboratorium. Następnie wykonywane są czynności związane z kontrolą, które mogą być realizowane poprzez: audyty wewnętrzne, zewnętrzne, analizę SWOT, analizę wyników z monitorowania oraz występujących kierunków zmian bądź też tam, gdzie zostały opracowane „Karty procesów” – kontrola oparta na wskazanych w nich parametrach procesu.

Całość cyklu spinana jest działaniami pokontrolnymi, które zawsze powinny być adekwatne do rangi wyników kontroli.

Poza podejściem procesowym, podczas monitorowania ważności wyników badań działamy w taki sposób, aby możliwe było śledzenie kierunków zmian oraz analizowa-

nie uzyskanych wyników. Nie ma więc nic prostszego, niż wykorzystać uzyskane dane do monitorowania kompetencji pracowników – przecież to nie roboty ani sztuczna inteligencja wykonują badania.

W tab. 1 podane zostały przykłady zastosowania wyników z monitorowania do oceny kompetencji pracowników.

W każdym wskazanym przypadku dążymy do tego, aby wyniki naszego monitorowania służyły doskonaleniu pracy personelu. Konsekwencją prowadzonego monitorowania są podejmowane działania w sytuacjach niezgodnych z przyjętymi kryteriami, m.in. zapisanie niezgodności (zaplanowanie korekcji oraz działań korygujących) i/lub zidentyfikowanie ryzyka (zarządzanie ryzykiem).

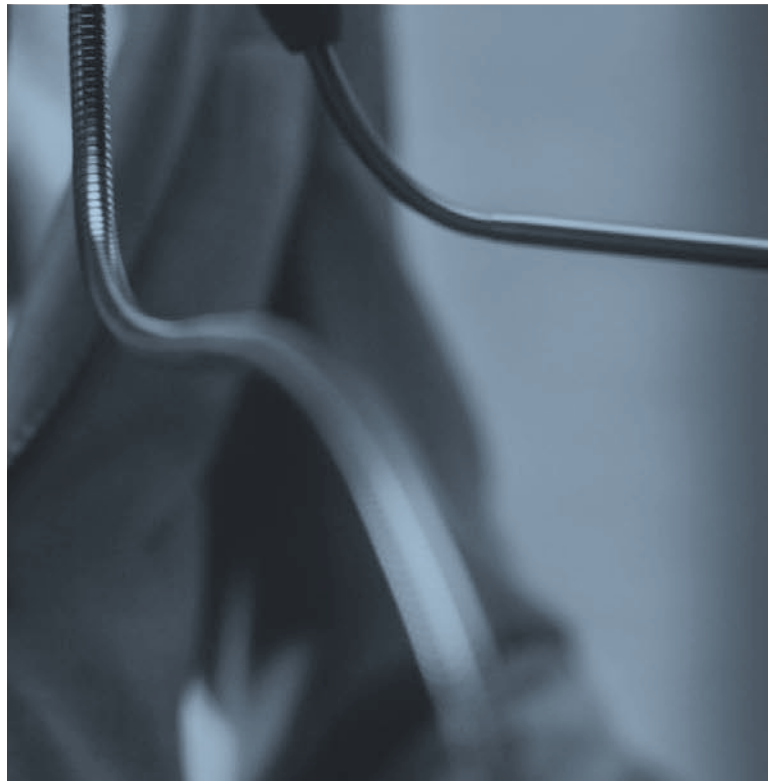
Narzędzia, które możemy wykorzystać, aby ustalić przyczyny sytuacji niezgodnych oraz zaplanować odpowiednie działania w odniesieniu do uzyskanych wyników monitorowania kompetencji, to m.in.:

- burza mózgów,
- ankiety,
- analiza przyczyn (RCA – *Root Cause Analysis*), w tym wykres Ishikawy,
- metoda 5WHY,
- analiza SWOT,
- metoda SWIFT (scenariusze zdarzeń „co, jeśli”).

Każde działanie należy objąć nadzorem, w tym ustalić osoby odpowiedzialne, wyznaczyć termin, a po jego realizacji ocenić skuteczność w odniesieniu do danego obszaru.

Podsumowanie

Podsumowując rozważania dotyczące efektywnego monitorowania kompetencji personelu, w jednoznaczny sposób można zająć stanowisko, iż tylko świadome zrozumienie, czemu ma służyć monitorowanie, oraz odpowiedzialne podejście do niego z wykorzystaniem ciekawych narzędzi doprowadzi do tego, że jego efekt będzie zapewniony. Zastosowanie metody małych kroków, czyli zasady doskonalenia KAIZEN w laboratorium, stanowi skuteczny sposób na ciągłe doskonalenie i podnoszenie kompetencji personelu. Dzięki temu podejściu personel jest stale zaangażowany w rozwijanie swoich umiejętności i wiedzy, co przekłada się na poprawę jakości pracy oraz wiarygodności wyników badań. ■



KALENDARIUM

A composite image featuring a microscope in the background, a small green seedling in the foreground, and a digital screen on the right displaying a DNA double helix, a line graph, and chemical structures.

VII Konferencja

Perspektywy Rozwoju Laboratoriów Badawczych

TECHNOLOGIE • JAKOŚĆ • ZARZĄDZANIE

25-26 kwietnia 2024 r., Cedzyna



Jeśli jesteś...

- ✓ kierownikiem laboratorium;
- ✓ kierownikiem technicznym;
- ✓ kierownikiem ds. jakości;
- ✓ analitykiem, którego działania wpływają na jakość prowadzonych badań;
- ✓ reprezentantem środowiska naukowego

...nie może Cię tu zabraknąć!

Szczegóły na stronie: perspektywylaboratoriow.elamed.pl



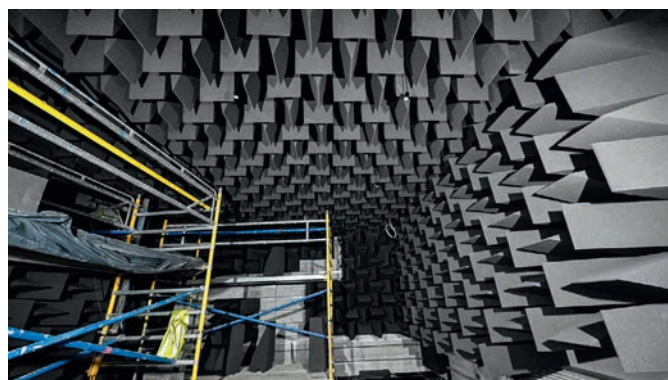
W PROGRAMIE

Wizyta w Świętokrzyskim Kampusie Laboratoryjnym Głównego Urzędu Miar

Kampus to **nowoczesny ośrodek badawczo-rozwojowy**, w skład którego wchodzi: **6 laboratoriów** (Akustyki, Czasu i Częstotliwości, Masy, Długości, Termometrii, Informatyki Metrologicznej), zaplecze konferencyjno-edukacyjne oraz powierzchnie biurowo-usługowe.

► Unikatowe rozwiązania technologiczne

- **najdłuższe pomieszczenie laboratoryjne** – most łączący budynki Laboratorium Czasu i Częstotliwości oraz Laboratorium Długości – 76,35 m
- **komory bezechowe**
- **ekranowanie EM** – stanowisko pomiarowe do pomiarów dużych obiektów 3D oraz stanowisko pomiarowe nanometrologii wymiarowej ekranowane elektromagnetycznie





VII Konferencja

Badania Jakości Wód i Ścieków

24-25 października 2024 r.



POGŁĘB WIEDZĘ

Omówione zostaną tematy związane z szeroko rozumianym zakresem bezpieczeństwa wody oraz analityki wód i ścieków.



WYMIENIĆ DOŚWIADCZENIA

Skorzystaj z okazji do rozmowy z uznanymi praktykami, którzy odpowiedzą na nurtujące Cię pytania.



TRENUJ UMIEJĘTNOŚCI

Udział w warsztatach pozwoli Ci wykorzystać w praktyce wiedzę zdobytą podczas wykładów.

Do udziału w konferencji zapraszamy:

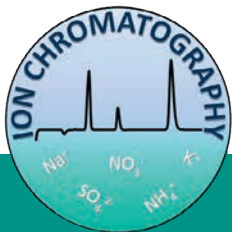
- ✓ kierowników i pracowników laboratoriów oraz środowiska naukowego,
- ✓ reprezentantów laboratoriów badań środowiskowych oraz laboratoriów badań wód i ścieków,
- ✓ przedstawicieli stacji sanitarno-epidemiologicznych, stacji uzdatniania wody, oczyszczalni ścieków, zakładów wodociągów i kanalizacji,
- ✓ reprezentantów zakładów i inspektoratów ochrony środowiska oraz gospodarki wodnej.

Szczegóły na stronie: konferencjalaboratorium.pl



Zobacz wideorelację
z VI edycji konferencji





XIV Międzynarodowa Konferencja Naukowa **Chromatografia Jonowa** i Techniki Pokrewne



9-10 kwietnia 2024 r., Katowice

Szanowni Państwo,

Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska PAN w Zabrzu we współpracy z firmą Metrohm Polska mają zaszczyt zaprosić Państwa do udziału w **XIV Międzynarodowej Konferencji Naukowej „Chromatografia Jonowa i Techniki Pokrewne 2024”**, która odbędzie się w Katowicach 9 i 10 kwietnia 2024 roku. Miejsce konferencji to Park EkoEnergia Silesia SA. W ramach Konferencji zostaną wygłoszone wykłady i komunikaty dotyczące chromatografii jonowej oraz technik pokrewnych, sesje posterowe oraz odbędzie się wystawa odczynników i sprzętu pomiarowego.

Konferencja jest adresowana w szczególności do:

- pracowników jednostek naukowo-badawczych,
- uczelni wyższych,
- stacji uzdatnia wód,
- pracowników laboratoriów przemysłowych.

W imieniu Komitetu Organizacyjnego

prof. dr hab. Rajmund Michalski

Więcej informacji na stronie:
www.ipis.pan.pl/ipispan/pl/konferencje

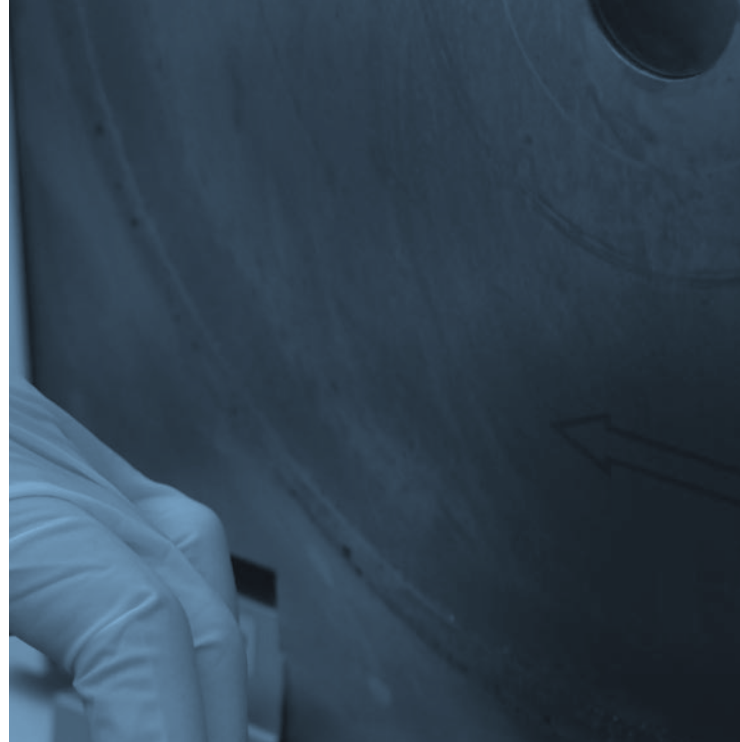
Organizatorzy



Patronat medialny

Laboratorium

PRZEGLĄD OGÓLNOPOLSKI



INDEKS PRODUKTÓW I USŁUG



AGREGATY GRZEWczo-CHŁODZĄCE

ANCHEM PLUS, str. 70
BYRSKI POL, I okł., str. 15, 71
RHL-SERVICE, str. 29, 73

AKCESORIA DO SPEKTROSKOPII

RHL-SERVICE, str. 29, 73

**AKREDYTOWANE LABORATORIUM
BADAWCZE AB 679**

LAB-EL, str. 71

**AKREDYTOWANE LABORATORIUM
WZORCUJĄCE AP 067**

LAB-EL, str. 71

ALKOHOLOMIERZE

ANTON PAAR POLAND, str. 70
MERAZET, str. 72

ALKOMATY

LABSTAND, str. 72
MERAZET, str. 72

AMYLOGRAF

ANTON PAAR POLAND, str. 70

ANALIZA MIKROBIOLOGICZNA WODY

PROMEGA, I, IV okł., str. 73
TIGRET, str. 73

ANALIZATORY BIOCHEMICZNE

BYRSKI POL, I okł., str. 15, 71
PROMEGA, I, IV okł., str. 73

ANALIZATORY CHNSO

ANCHEM PLUS, str. 70
BYRSKI POL, I okł., str. 15, 71

ANALIZATORY GAZÓW

ANTON PAAR POLAND, str. 70
MERAZET, str. 72
TIGRET, str. 73
UNI-EXPORT INSTRUMENTS POLSKA,
str. 37, 74

**ANALIZATORY GRANULOMETRYCZNE
SEDMENTACYJNE**

MERAZET, str. 72
UNI-EXPORT INSTRUMENTS POLSKA,
str. 37, 74

ANALIZATORY MEZO- I MIKROPORÓW

ANTON PAAR POLAND, str. 70
UNI-EXPORT INSTRUMENTS POLSKA,
str. 37, 74

ANALIZATORY ONLINE

ANTON PAAR POLAND, str. 70
MERAZET, str. 72
PROMEGA, I, IV okł., str. 73
TIGRET, str. 73
UNI-EXPORT INSTRUMENTS POLSKA,
str. 37, 74

**ANALIZATORY POWIERZCHNI
WŁAŚCIWEJ**

ANTON PAAR POLAND, str. 70
MERAZET, str. 72
UNI-EXPORT INSTRUMENTS POLSKA,
str. 37, 74
VERDER POLSKA, I okł., str. 32, 33, 74

ANALIZATORY SORPCJI GAZÓW I PAR

ANTON PAAR POLAND, str. 70
UNI-EXPORT INSTRUMENTS POLSKA,
str. 37, 74
VERDER POLSKA, I okł., str. 32, 33, 74

ANALIZATORY SPALIN

MERAZET, str. 72
UNI-EXPORT INSTRUMENTS POLSKA,
str. 37, 74

ANALIZATORY TABLETEK

ANTON PAAR POLAND, str. 70

ANALIZATORY WYDECHU

ANCHEM PLUS, str. 70
LABSTAND, str. 72
POLYGEN, I okł., str. 3, 72

ANALIZATORY ZAPACHU/SMAKU

ANCHEM PLUS, str. 70

ANALIZATORY ZAPYLENIA

VERDER POLSKA, I okł., str. 32, 33, 74

ANALIZY BIOCHEMICZNE

PROMEGA, I, IV okł., str. 73

ANEMOMETRY

LAB-EL, str. 71
MERAZET, str. 72

APARATURA DO ANALIZY OBRAZU

BIOGENET, str. 70
UNI-EXPORT INSTRUMENTS POLSKA,
str. 37, 74
VERDER POLSKA, I okł., str. 32, 33, 74

**APARATURA DO BADANIA JAKOŚCI
PALIW PŁYNNYCH**

ANTON PAAR POLAND, str. 70
BYRSKI POL, I okł., str. 15, 71
POLYGEN, I okł., str. 3, 72
RHL-SERVICE, str. 29, 73
SPECTRO POLAND, str. 73

**APARATURA DO BADANIA WŁAŚCIWOŚCI
OLEJÓW**

ANTON PAAR POLAND, str. 70
BYRSKI POL, I okł., str. 15, 71
MERAZET, str. 72
POLYGEN, I okł., str. 3, 72
RHL-SERVICE, str. 29, 73
SPECTRO POLAND, str. 73

**APARATURA DO BADANIA WŁAŚCIWOŚCI
POWIERZCHNIOWYCH**

ANTON PAAR POLAND, str. 70
MERAZET, str. 72

**APARATURA DO BADAŃ
UWALNIANIA LEKÓW**

POLYGEN, I okł., str. 3, 72
UNI-EXPORT INSTRUMENTS POLSKA,
str. 37, 74

APARATURA DO MIARECZKOWANIA

UNIMARKET, str. 74
VERDER POLSKA, I okł., str. 32, 33, 74

APARATURA DO POBORU PRÓB

ANCHEM PLUS, str. 70
ANTON PAAR POLAND, str. 70
MERAZET, str. 72
UNIMARKET, str. 74

**APARATURA DO POMIARU
TEMPERATURY ZAPŁONU**

ANTON PAAR POLAND, str. 70
UNIMARKET, str. 74

**APARATURA DO PRAC
PREPARATYWNYCH**

ANCHEM PLUS, str. 70
POLYGEN, I okł., str. 3, 72
UNI-EXPORT INSTRUMENTS POLSKA,
str. 37, 74

APARATURA DO ULTRAFILTRACJI

UNIMARKET, str. 74

APOPTOZA

PROMEGA, I, IV okł., str. 73
UNIMARKET, str. 74

AREOMETRY

ANTON PAAR POLAND, str. 70
MERAZET, str. 72

ARMATURA LABORATORYJNA

ANTON PAAR POLAND, str. 70
MERAZET, str. 72

AUTOKLAWY

BIOGENET, str. 70
MERAZET, str. 72
UNIMARKET, str. 74

AUTOMAT PIPETUJĄCY

ANCHEM PLUS, str. 70
PROMEGA, I, IV okł., str. 73

AUTOMATYZACJA LABORATORIÓW

ANCHEM PLUS, str. 70
BRADY S.R.O., I okł., str. 13, 70
PROMEGA, I, IV okł., str. 73

B**BADANIA GENETYCZNE**

BRADY S.R.O., I okł., str. 13, 70
PROMEGA, I, IV okł., str. 73

BADANIA KRYMINALISTYCZNE

ANTON PAAR POLAND, str. 70
BRADY S.R.O., I okł., str. 13, 70
PROMEGA, I, IV okł., str. 73
UNI-EXPORT INSTRUMENTS POLSKA,
str. 37, 74

BADANIA LABORATORYJNE

ANTON PAAR POLAND, str. 70
BRADY S.R.O., I okł., str. 13, 70
PROMEGA, I, IV okł., str. 73

BADANIA MOLEKULARNE

BRADY S.R.O., I okł., str. 13, 70
PROMEGA, I, IV okł., str. 73

BADANIA NOWYCH LEKÓW

ANTON PAAR POLAND, str. 70
PROMEGA, I, IV okł., str. 73

**BADANIA ODDZIAŁYWAŃ
TYPU BIAŁKO-BIAŁKO**

PROMEGA, I, IV okł., str. 73

BADANIA SYGNAŁÓW KOMÓRKOWYCH

PROMEGA, I, IV okł., str. 73

BADANIE WIELKOŚCI CZĄSTEK

ANTON PAAR POLAND, str. 70
MERAZET, str. 72
SPECTRO POLAND, str. 73
UNI-EXPORT INSTRUMENTS POLSKA,
str. 37, 74
VERDER POLSKA, I okł., str. 32, 33, 74

BAROMETRY

LAB-EL, str. 71
LABSTAND, str. 72
MERAZET, str. 72

BIOBANKOWANIE

BIOGENET, str. 70
PROMEGA, I, IV okł., str. 73

BIURETY ELEKTRONICZNE

BRADY S.R.O., I okł., str. 13, 70
MERAZET, str. 72

BLATY DYGESTORYJNE

MERAZET, str. 72

BLATY LABORATORYJNE

MERAZET, str. 72

BLATY ZLEWOWE

MERAZET, str. 72

BUFOROWE ROZTWORY

LABSTAND, str. 72
MERAZET, str. 72
PROMEGA, I, IV okł., str. 73
UNIMARKET, str. 74

C**CERTYFIKOWANE
MATERIAŁY ODNIESIENIA**

BYRSKI POL, I okł., str. 15, 71
LABSTAND, str. 72
SPECTRO POLAND, str. 73

CHEMIKALIA

PROMEGA, I, IV okł., str. 73
UNIMARKET, str. 74

CHILLERY LABORATORYJNE

ANCHEM PLUS, str. 70
BYRSKI POL, I okł., str. 15, 71
MERAZET, str. 72
RHL-SERVICE, str. 29, 73

CHŁODZIARKI LABORATORYJNE

BIOGENET, str. 70
MERAZET, str. 72
RHL-SERVICE, str. 29, 73
UNIMARKET, str. 74

CHROMATOGRAFY CIECZOWE

ANCHEM PLUS, str. 70
POLYGEN, I okł., str. 3, 72

CHROMATOGRAFY CIENKOWARSTWOWE

ANCHEM PLUS, str. 70

CHROMATOGRAFY GAZOWE

ANCHEM PLUS, str. 70

**CHROMATOGRAFY W SKALI NANO,
KAPILARNEJ I MIKRO**

ANCHEM PLUS, str. 70
POLYGEN, I okł., str. 3, 72

CHROMATOGRAFY ŻELOWE

ANCHEM PLUS, str. 70
POLYGEN, I okł., str. 3, 72

CIEPLARKI

BIOGENET, str. 70
MERAZET, str. 72
UNIMARKET, str. 74

CIŚNIENIOMIERZE RÓŻNICOWE

LAB-EL, str. 71

CYTOMETRIA PRZEPŁYWOWA

UNIMARKET, str. 74

CZUJNIKI GAZÓW

CO_2 , O_2 , NO_2 , CO , SO_2 , O_3
LAB-EL, str. 71
MERAZET, str. 72

CZUJNIKI KONDUKTOMETRYCZNE

LABSTAND, str. 72
MERAZET, str. 72

CZUJNIKI METEOROLOGICZNE

LAB-EL, str. 71

CZUJNIKI PYŁÓW PM2.5

LAB-EL, str. 71

CZUJNIKI RUCHU

LAB-EL, str. 71

CZUJNIKI ZALANIA WODĄ

LAB-EL, str. 71

CZYTNIKI ELISA

BIOGENET, str. 70
PROMEGA, I, IV okł., str. 73
TIGRET, str. 73

**CZYTNIKI MIKROPŁYTEK
WIELOMODUŁOWE**

BIOGENET, str. 70
PROMEGA, I, IV okł., str. 73

D**DEJONIZATORY**

MERAZET, str. 72
UNIMARKET, str. 74

DEMINERALIZATORY

MERAZET, str. 72
UNIMARKET, str. 74

DENSYTOMETRY

ANTON PAAR POLAND, str. 70
BIOGENET, str. 70
UNI-EXPORT INSTRUMENTS POLSKA,
str. 37, 74

DESTYLARKI

ANTON PAAR POLAND, str. 70
MERAZET, str. 72
UNIMARKET, str. 74

DESTYLATORY

MERAZET, str. 72
UNIMARKET, str. 74

DETEKTOR CORONA CAD DO HPLC

POLYGEN, I okł., str. 3, 72

DETEKTORY MALS

POLYGEN, I okł., str. 3, 72

DEWARY

BIOGENET, str. 70
MERAZET, str. 72
UNIMARKET, str. 74
VERDER POLSKA, I okł., str. 32, 33, 74

DEZYNFEKCJA

BIOGENET, str. 70

DEZYNFEKTORY

BIOGENET, str. 70

DIAGNOSTYKA MOLEKULARNA

PROMEGA, I, IV okł., str. 73

UNIMARKET, str. 74

DOZOWNIKI

ANCHEM PLUS, str. 70

BIOGENET, str. 70

MERAZET, str. 72

UNIMARKET, str. 74

VERDER POLSKA, I okł., str. 32, 33, 74

DRUKARKI DO OZNACZEŃ LABORATORYJNYCH

BRADY S.R.O., I okł., str. 13, 70

POLYGEN, I okł., str. 3, 72

DRUKARKI KODÓW KRESKOWYCH

BRADY S.R.O., I okł., str. 13, 70

DYGESTORIA

BIOGENET, str. 70

MERAZET, str. 72

DZIELNIKI PRÓB

MERAZET, str. 72

VERDER POLSKA, I okł., str. 32, 33, 74

E

EKSPRESJA BIAŁEK

PROMEGA, I, IV okł., str. 73

EKSTRAKCJA DNA, RNA I BIAŁEK

PROMEGA, I, IV okł., str. 73

TIGRET, str. 73

EKSTRAKCJA NA FAZIE STAŁEJ

ANCHEM PLUS, str. 70

BYRSKI POL, I okł., str. 15, 71

POLYGEN, I okł., str. 3, 72

EKSTRUDERY

ANTON PAAR POLAND, str. 70

EKSYKATORY

MERAZET, str. 72

UNIMARKET, str. 74

ELEKTROCHEMIA

BYRSKI POL, I okł., str. 15, 71

ELEKTRODY

LABSTAND, str. 72

MERAZET, str. 72

UNIMARKET, str. 74

ELEKTRODY PH

LABSTAND, str. 72

MERAZET, str. 72

ELEKTRODY REDOKS

LABSTAND, str. 72

MERAZET, str. 72

ENZYMY RESTRYKCYJNE

PROMEGA, I, IV okł., str. 73

EPIGENETYKA

PROMEGA, I, IV okł., str. 73

ETYKIETY LABORATORYJNE

BRADY S.R.O., I okł., str. 13, 70

UNIMARKET, str. 74

ETYKIETY RFID – WILGOTNOŚĆ, TEMPERATURA

BRADY S.R.O., I okł., str. 13, 70

EZY

UNIMARKET, str. 74

F

FARINOGRAF

ANTON PAAR POLAND, str. 70

FILTRY HEPA I ULPA

BIOGENET, str. 70

FILTRY MEMBRANOWE, STRZYKAWKOWE I INNE MATERIAŁY DO FILTRACJI

ANCHEM PLUS, str. 70

POLYGEN, I okł., str. 3, 72

UNIMARKET, str. 74

FIOLKI, FILTRY I AKCESORIA DO HPLC I GC

ANCHEM PLUS, str. 70

POLYGEN, I okł., str. 3, 72

FLASHCHROMATOGRAFIA

ANCHEM PLUS, str. 70

POLYGEN, I okł., str. 3, 72

FLUORYMETRY

BIOGENET, str. 70

PROMEGA, I, IV okł., str. 73

FOTOBIOREAKTORY

MERAZET, str. 72

FOTOMETRY

BIOGENET, str. 70

MERAZET, str. 72

PROMEGA, I, IV okł., str. 73

TIGRET, str. 73

G

GENERATOR CIEKŁEGO AZOTU

POLYGEN, I okł., str. 3, 72

GENERATORY (AZOTU, WODORU, SPRĘŻONEGO POWIETRZA)

ANCHEM PLUS, str. 70

POLYGEN, I okł., str. 3, 72

GENERATORY AZOTU, WODORU, POWIETRZA

ANCHEM PLUS, str. 70

POLYGEN, I okł., str. 3, 72

GENY REPORTEROWE

PROMEGA, I, IV okł., str. 73

GĘSTOŚCIOMIERZE

ANTON PAAR POLAND, str. 70

MERAZET, str. 72

UNI-EXPORT INSTRUMENTS POLSKA,

str. 37, 74

UNIMARKET, str. 74

GNIoTOWNIKI

ANTON PAAR POLAND, str. 70

GONIOMETRY – MIERNIKI KĄTA ZWILŻANIA

MERAZET, str. 72

GRUBOŚCIOMIERZE

ANTON PAAR POLAND, str. 70

MERAZET, str. 72

UNIMARKET, str. 74

H

HIGROMETRY

LAB-EL, str. 71

LABSTAND, str. 72

MERAZET, str. 72

UNIMARKET, str. 74

HOMOGENIZATORY

BIOGENET, str. 70

BYRSKI POL, I okł., str. 15, 71

MERAZET, str. 72

UNIMARKET, str. 74

VERDER POLSKA, I okł., str. 32, 33, 74

I

INHIBITORY RYBONUKLEAZ

PROMEGA, I, IV okł., str. 73

INKUBATORY

BIOGENET, str. 70

BYRSKI POL, I okł., str. 15, 71

MERAZET, str. 72

UNIMARKET, str. 74

INKUBATORY CO₂
BIOGENET, str. 70
MERAZET, str. 72

**INSTALACJA I SERWIS
SYSTEMÓW POMIAROWYCH**
LAB-EL, str. 71
UNI-EXPORT INSTRUMENTS POLSKA,
str. 37, 74

IZOLACJA DNA, RNA
PROMEGA, I, IV okł., str. 73
TIGRET, str. 73

IZOLATORY FARMACEUTYCZNE
BIOGENET, str. 70
MERAZET, str. 72

J

JONOMIERZE
MERAZET, str. 72
UNIMARKET, str. 74

K

KALIBRACJA IQ, OQ
MERAZET, str. 72
RHL-SERVICE, str. 29, 73
VERDER POLSKA, I okł., str. 32, 33, 74

KALIBRACJA URZĄDZEŃ
ANTON PAAR POLAND, str. 70
RHL-SERVICE, str. 29, 73
UNI-EXPORT INSTRUMENTS POLSKA,
str. 37, 74
VERDER POLSKA, I okł., str. 32, 33, 74

KALORYMETRY
BYRSKI POL, I okł., str. 15, 71
MERAZET, str. 72
UNIMARKET, str. 74

KAMERY MIKROSKOPOWE
CARL ZEISS, I okł., str. 18, 19, 71
MERAZET, str. 72
UNIMARKET, str. 74

KAPILARY
ANCHEM PLUS, str. 70
POLYGEN, I okł., str. 3, 72
PROMEGA, I, IV okł., str. 73
UNIMARKET, str. 74

KLONOWANIE I TRANSFORMACJA
PROMEGA, I, IV okł., str. 73

KOLORYMETRY
MERAZET, str. 72

KOLUMNY CHROMATOGRAFICZNE
ANCHEM PLUS, str. 70
POLYGEN, I okł., str. 3, 72

**KOLUMNY DO CHROMATOGRAFII
GAZOWEJ GC**
ANCHEM PLUS, str. 70
POLYGEN, I okł., str. 3, 72

KOMORY DO BADAŃ STARZENIOWYCH
MERAZET, str. 72

**KOMORY DO HODOWLI ROŚLIN
(FITOTRONY)**
BIOGENET, str. 70
MERAZET, str. 72

**KOMORY DO NAWAŻANIA/PRACY
Z PYLISTYMI SUBSTANCJAMI**
MERAZET, str. 72

KOMORY KLIMATYCZNE
BIOGENET, str. 70
MERAZET, str. 72

KOMORY LAMINARNE
BIOGENET, str. 70
MERAZET, str. 72
UNIMARKET, str. 74

KOMORY RĘKAWICOWE
BIOGENET, str. 70
MERAZET, str. 72

KOMÓRKI KOMPETENTNE
PROMEGA, I, IV okł., str. 73

KOMPRESORY
ANCHEM PLUS, str. 70

KOMPUTEROWE SYSTEMY REJESTRACJI
BIOGENET, str. 70

KONCENTRATORY
ANCHEM PLUS, str. 70

KONDUKTOMETRY
LABSTAND, str. 72
MERAZET, str. 72
UNIMARKET, str. 74

**KONTROLA JAKOŚCI
ŻYWNOŚCI I WODY**
BRADY S. R. O., I okł., str. 13, 70
PROMEGA, I, IV okł., str. 73

KONTROLERY PRÓŻNI
BYRSKI POL, I okł., str. 15, 71
MERAZET, str. 72
UNI-EXPORT INSTRUMENTS POLSKA,
str. 37, 74

KONTROLERY PRZEPŁYWU
ANTON PAAR POLAND, str. 70
UNI-EXPORT INSTRUMENTS POLSKA,
str. 37, 74

KONTROLOWANA ATMOSFERA
BIOGENET, str. 70

KOŃCÓWKI DO PIPET
ANCHEM PLUS, str. 70
BIOGENET, str. 70
BYRSKI POL, I okł., str. 15, 71
MERAZET, str. 72
PROMEGA, I, IV okł., str. 73
UNIMARKET, str. 74

KRIOSTATY
MERAZET, str. 72
RHL-SERVICE, str. 29, 73

KUBKI DO GĘSTOŚCI
LABSTAND, str. 72
MERAZET, str. 72
UNIMARKET, str. 74

KUWETY
MERAZET, str. 72
PROMEGA, I, IV okł., str. 73
UNIMARKET, str. 74

KWALIFIKACJA IQ, OQ
ANTON PAAR POLAND, str. 70
BIOGENET, str. 70
LAB-EL, str. 71
MERAZET, str. 72
POLYGEN, I okł., str. 3, 72
RHL-SERVICE, str. 29, 73
UNI-EXPORT INSTRUMENTS POLSKA,
str. 37, 74
VERDER POLSKA, I okł., str. 32, 33, 74

**KWALIFIKACJA, WALIDACJA
SYSTEMÓW POMIAROWYCH**
LAB-EL, str. 71
RHL-SERVICE, str. 29, 73

L

**LABORATORIUM WZORCUJĄCE
WILGOTNOŚCI, TEMPERATURY,
POWIETRZA I GAZU**
LAB-EL, str. 71
LABSTAND, str. 72
MERAZET, str. 72

**LAMPY BAKTERIOBÓJCZE
PRZEPŁYWOWE**
BIOGENET, str. 70
MERAZET, str. 72

LAMPY UV
BIOGENET, str. 70
MERAZET, str. 72

LASEROWE MIERNIKI CZĄSTECZEK
ANTON PAAR POLAND, str. 70
MERAZET, str. 72
UNI-EXPORT INSTRUMENTS POLSKA,
str. 37, 74
VERDER POLSKA, I okł., str. 32, 33, 74

LEPKOŚCIOMIERZE

ANTON PAAR POLAND, str. 70
LABSTAND, str. 72
MERAZET, str. 72
RHL-SERVICE, str. 29, 73
SPECTRO POLAND, str. 73
UNI-EXPORT INSTRUMENTS POLSKA,
str. 37, 74

LICZNIKI KOLONII BAKTERII

MERAZET, str. 72
UNIMARKET, str. 74

LITERATURA LABORATORYJNA

UNIMARKET, str. 74

LUMINOMETRY

BIOGENET, str. 70
PROMEGA, I, IV okł., str. 73
TIGRET, str. 73

LUPY

MERAZET, str. 72
UNIMARKET, str. 74



ŁĄŻNIE OLEJOWE

MERAZET, str. 72
RHL-SERVICE, str. 29, 73

ŁĄŻNIE ULTRADŹWIĘKOWE

MERAZET, str. 72
UNIMARKET, str. 74
VERDER POLSKA, I okł., str. 32, 33, 74

ŁĄŻNIE WODNE

ANCHEM PLUS, str. 70
ANTON PAAR POLAND, str. 70
BIOGENET, str. 70
BYRSKI POL, I okł., str. 15, 71
MERAZET, str. 72
RHL-SERVICE, str. 29, 73
UNIMARKET, str. 74



MARKERY

PROMEGA, I, IV okł., str. 73

MASKI

UNIMARKET, str. 74

MASZYNY DO BADAŃ WYTRZYMAŁOŚCI MATERIAŁÓW

ANTON PAAR POLAND, str. 70
MERAZET, str. 72

MATERIAŁY ODNIESIENIA

ANCHEM PLUS, str. 70
BYRSKI POL, I okł., str. 15, 71
LABSTAND, str. 72
VERDER POLSKA, I okł., str. 32, 33, 74

MATERIAŁY ODNIESIENIA KONDUKTOMETRYCZNE

LABSTAND, str. 72

MATERIAŁY ODNIESIENIA PEHAMETRYCZNE

LABSTAND, str. 72

MATERIAŁY ODNIESIENIA REDOKS

LABSTAND, str. 72

MATERIAŁY ODNIESIENIA WISKOZYMETRYCZNE

BYRSKI POL, I okł., str. 15, 71
LABSTAND, str. 72
RHL-SERVICE, str. 29, 73

MEBLE LABORATORYJNE

MERAZET, str. 72
UNIMARKET, str. 74

MEMBRANY

UNIMARKET, str. 74

METABOLIZM KOMÓREK

PROMEGA, I, IV okł., str. 73

MĘTNOŚCIOMIERZE

ANTON PAAR POLAND, str. 70
MERAZET, str. 72
UNIMARKET, str. 74

MIERNIKI GĘSTOŚCI I STĘŻENIA

ANTON PAAR POLAND, str. 70
MERAZET, str. 72

MIERNIKI GRUBOŚCI I GRAMATURY

MERAZET, str. 72
UNIMARKET, str. 74

MIERNIKI NAPIĘCIA POWIERZCHNIOWEGO

ANTON PAAR POLAND, str. 70
MERAZET, str. 72

MIERNIKI POROWATOŚCI

ANTON PAAR POLAND, str. 70
MERAZET, str. 72
UNI-EXPORT INSTRUMENTS POLSKA,
str. 37, 74

MIERNIKI POZIOMU

MERAZET, str. 72

MIERNIKI WIELOPARAMETROWE

BIOGENET, str. 70
MERAZET, str. 72
UNIMARKET, str. 74

MIESZADŁA

ANCHEM PLUS, str. 70
BIOGENET, str. 70
BYRSKI POL, I okł., str. 15, 71
MERAZET, str. 72
UNIMARKET, str. 74

MIKROSKOPY BIOLOGICZNE BADAWCZE

CARL ZEISS, I okł., str. 18, 19, 71
MERAZET, str. 72
UNI-EXPORT INSTRUMENTS POLSKA,
str. 37, 74

MIKROSKOPY ELEKTRONOWE

CARL ZEISS, I okł., str. 18, 19, 71
UNI-EXPORT INSTRUMENTS POLSKA,
str. 37, 74

MIKROSKOPY HOLOGRAFICZNE

CARL ZEISS, I okł., str. 18, 19, 71
UNI-EXPORT INSTRUMENTS POLSKA,
str. 37, 74

MIKROSKOPY KONFOKALNE

CARL ZEISS, I okł., str. 18, 19, 71

MIKROSKOPY ODWRÓCONE

CARL ZEISS, I okł., str. 18, 19, 71
MERAZET, str. 72

MIKROSKOPY POLARYZACYJNE

CARL ZEISS, I okł., str. 18, 19, 71
MERAZET, str. 72

MIKROSKOPY SPECJALIZOWANE

CARL ZEISS, I okł., str. 18, 19, 71
UNI-EXPORT INSTRUMENTS POLSKA,
str. 37, 74

MIKROSKOPY STEREOSKOPOWE

CARL ZEISS, I okł., str. 18, 19, 71
MERAZET, str. 72

MIKROWAGI

MERAZET, str. 72
UNIMARKET, str. 74

MIKSY LABORATORYJNE

RHL-SERVICE, str. 29, 73

MINERALIZATORY

ANCHEM PLUS, str. 70
ANTON PAAR POLAND, str. 70

MŁYNKI LABORATORYJNE

ANTON PAAR POLAND, str. 70
BYRSKI POL, I okł., str. 15, 71
MERAZET, str. 72
UNIMARKET, str. 74
VERDER POLSKA, I okł., str. 32, 33, 74

MŁYNY KOLOIDALNE

BYRSKI POL, I okł., str. 15, 71
VERDER POLSKA, I okł., str. 32, 33, 74

MONOCHROMATORY

BIOGENET, str. 70

MYJNIE

VERDER POLSKA, I okł., str. 32, 33, 74

N**NARZĘDZIA PREPARACYJNE**

UNIMARKET, str. 74

NEBULIZERY

SPECTRO POLAND, str. 73

O**OCZOMYJKI**

MERAZET, str. 72

**OCZYSZCZANIE
KWAŚÓW NUKLEINOWYCH**

PROMEGA, I, IV okł., str. 73

ODCZYNNIKIANCHEM PLUS, str. 70
PROMEGA, I, IV okł., str. 73
UNIMARKET, str. 74**ODCZYNNIKI DO MIKROSKOPII
ELEKTRONOWEJ**UNI-EXPORT INSTRUMENTS POLSKA,
str. 37, 74
UNIMARKET, str. 74**ODWAŻNIKI KALIBRACYJNE**

MERAZET, str. 72

ODWROTNA TRANSKRYPCJA

PROMEGA, I, IV okł., str. 73

ODZIEŻ OCHRONNA

BIOGENET, str. 70

**OKRESOWE PRZEGLĄDY SERWISOWE
SPRZĘTU LABORATORYJNEGO**ANTON PAAR POLAND, str. 70
PROMEGA, I, IV okł., str. 73
VERDER POLSKA, I okł., str. 32, 33, 74**OLFAKTOMETRY – SYSTEMY
DO POMIARU SIŁY ODORÓW**

TIGRET, str. 73

**OPROGRAMOWANIE
DLA LABORATORIÓW**ANTON PAAR POLAND, str. 70
BRADY S.R.O., I okł., str. 13, 70**OSMOMETRY KRIOSKOPOWE**

POLYGEN, I okł., str. 3, 72

OSMOMETRY PAROWE

POLYGEN, I okł., str. 3, 72

**OZNACZANIE IŁOŚCIOWE DNA, RNA
I BIAŁEK**

PROMEGA, I, IV okł., str. 73

**OZNAKOWANIE SPRZĘTU
LABORATORYJNEGO**

BRADY S.R.O., I okł., str. 13, 70

P**PALNIKI**BIOGENET, str. 70
MERAZET, str. 72
UNIMARKET, str. 74**PAPIERKI WSKAŹNIKOWE**

UNIMARKET, str. 74

PCRBIOGENET, str. 70
PROMEGA, I, IV okł., str. 73**PEHAMETRY**LABSTAND, str. 72
MERAZET, str. 72
UNIMARKET, str. 74**PIEC DO OZNACZANIA CZĘŚCI LOTNYCH**BYRSKI POL, I okł., str. 15, 71
MERAZET, str. 72
VERDER POLSKA, I okł., str. 32, 33, 74**PIEC DO OZNACZANIA POPIOŁU**BYRSKI POL, I okł., str. 15, 71
MERAZET, str. 72
VERDER POLSKA, I okł., str. 32, 33, 74**PIEC DO OZNACZANIA SIARKI**BYRSKI POL, I okł., str. 15, 71
VERDER POLSKA, I okł., str. 32, 33, 74**PIEC DO OZNACZANIA TEMPERATUR
ZAPŁONU**

VERDER POLSKA, I okł., str. 32, 33, 74

PIEC DO TOPIENIA POPIOŁU

VERDER POLSKA, I okł., str. 32, 33, 74

**PIEC DO WZORCOWANIA
CZUJNIKÓW TEMPERATURY**MERAZET, str. 72
VERDER POLSKA, I okł., str. 32, 33, 74**PIEC RUROWY**MERAZET, str. 72
UNIMARKET, str. 74
VERDER POLSKA, I okł., str. 32, 33, 74**PIEC WYSOKOTEMPERATUROWY**BIOGENET, str. 70
MERAZET, str. 72
UNIMARKET, str. 74
VERDER POLSKA, I okł., str. 32, 33, 74**PIECE DO OBRÓBKII CIEPLNEJ**MERAZET, str. 72
VERDER POLSKA, I okł., str. 32, 33, 74**PIECE I SUSZARKI PRÓŻNIOWE,
PRZEMYSŁOWE**MERAZET, str. 72
UNI-EXPORT INSTRUMENTS POLSKA,
str. 37, 74
UNIMARKET, str. 74
VERDER POLSKA, I okł., str. 32, 33, 74**PIECE KOMOROWE**MERAZET, str. 72
VERDER POLSKA, I okł., str. 32, 33, 74**PIECE LABORATORYJNE**BIOGENET, str. 70
BYRSKI POL, I okł., str. 15, 71
MERAZET, str. 72
UNIMARKET, str. 74
VERDER POLSKA, I okł., str. 32, 33, 74**PIECE MUFLOWE**BIOGENET, str. 70
MERAZET, str. 72
UNIMARKET, str. 74
VERDER POLSKA, I okł., str. 32, 33, 74**PIECE PRÓŻNIOWE**MERAZET, str. 72
UNI-EXPORT INSTRUMENTS POLSKA,
str. 37, 74
VERDER POLSKA, I okł., str. 32, 33, 74**PIECE TYGLOWE**

MERAZET, str. 72

PIKNOMETRYANTON PAAR POLAND, str. 70
LABSTAND, str. 72
MERAZET, str. 72
UNI-EXPORT INSTRUMENTS POLSKA,
str. 37, 74
UNIMARKET, str. 74**PIPETORY**ANCHEM PLUS, str. 70
BIOGENET, str. 70
UNIMARKET, str. 74**PIPETY**ANCHEM PLUS, str. 70
BIOGENET, str. 70
BYRSKI POL, I okł., str. 15, 71
MERAZET, str. 72
UNIMARKET, str. 74**PIROMETRY**LAB-EL, str. 71
LABSTAND, str. 72
MERAZET, str. 72
UNIMARKET, str. 74**PLASTIKI LABORATORYJNE**

UNIMARKET, str. 74

PŁUCZKI ELISA

BIOGENET, str. 70

PŁYTY GRZEJNE

ANCHEM PLUS, str. 70
 BIOGENET, str. 70
 BYRSKI POL, I okł., str. 15, 71
 MERAZET, str. 72
 UNIMARKET, str. 74

PŁYTY GRZEWCZE

ANCHEM PLUS, str. 70
 BIOGENET, str. 70
 BYRSKI POL, I okł., str. 15, 71
 MERAZET, str. 72
 UNIMARKET, str. 74

PODAJNIKI PRÓBEK

ANCHEM PLUS, str. 70
 ANTON PAAR POLAND, str. 70
 MERAZET, str. 72

POLARYMETRY

ANTON PAAR POLAND, str. 70
 BIOGENET, str. 70
 MERAZET, str. 72
 UNIMARKET, str. 74

POŁYSKOMIERZE

MERAZET, str. 72

POMPY I SYSTEMY DOZUJĄCE

ANCHEM PLUS, str. 70
 POLYGEN, I okł., str. 3, 72
 VERDER POLSKA, I okł., str. 32, 33, 74

POMPY PERYSTALTYCZNE

MERAZET, str. 72
 POLYGEN, I okł., str. 3, 72
 VERDER POLSKA, I okł., str. 32, 33, 74

POMPY PRÓŻNIOWE

BYRSKI POL, I okł., str. 15, 71
 MERAZET, str. 72
 POLYGEN, I okł., str. 3, 72
 PROMEGA, I, IV okł., str. 73
 UNI-EXPORT INSTRUMENTS POLSKA,
 str. 37, 74
 VERDER POLSKA, I okł., str. 32, 33, 74

POROZYMETRIA GAZOWA

ANTON PAAR POLAND, str. 70
 UNI-EXPORT INSTRUMENTS POLSKA,
 str. 37, 74
 VERDER POLSKA, I okł., str. 32, 33, 74

POROZYMETRIA RTĘCIOWA

ANTON PAAR POLAND, str. 70
 UNI-EXPORT INSTRUMENTS POLSKA,
 str. 37, 74
 VERDER POLSKA, I okł., str. 32, 33, 74

POŻYWKI

UNIMARKET, str. 74

PROBÓWKI

ANCHEM PLUS, str. 70
 POLYGEN, I okł., str. 3, 72
 PROMEGA, I, IV okł., str. 73
 UNIMARKET, str. 74

PROBÓWKI DO HODOWLI KOMÓRKOWEJ

UNIMARKET, str. 74

PROBÓWKI ODCZYNNIKOWE

ANCHEM PLUS, str. 70
 PROMEGA, I, IV okł., str. 73
 UNIMARKET, str. 74

PRODUKTY DLA BIOLOGII MOLEKULARNEJ

PROMEGA, I, IV okł., str. 73

PRODUKTY DO MIKROBIOLOGII

PROMEGA, I, IV okł., str. 73
 UNIMARKET, str. 74

PROTEAZY

PROMEGA, I, IV okł., str. 73

PRZECINARKI METALOGRAFICZNE

VERDER POLSKA, I okł., str. 32, 33, 74

PRZEMYSŁOWE KOMORY LAMINARNE

MERAZET, str. 72

PRZESIEWACZE

MERAZET, str. 72
 UNIMARKET, str. 74
 VERDER POLSKA, I okł., str. 32, 33, 74

PUNKTY POBORU GAZÓW

MERAZET, str. 72



QPCR

PROMEGA, I, IV okł., str. 73
 TIGRET, str. 73



REAKTORY CHEMICZNE

BYRSKI POL, I okł., str. 15, 71

REAKTORY LABORATORYJNE

BYRSKI POL, I okł., str. 15, 71

REDESTYLARKI

MERAZET, str. 72
 UNIMARKET, str. 74

REDESTYLATORY

MERAZET, str. 72
 UNIMARKET, str. 74

REDUKTORY GAZOWE

BIOGENET, str. 70

REFRAKTOMETRY

ANTON PAAR POLAND, str. 70
 MERAZET, str. 72
 UNIMARKET, str. 74

REGULATORY

LAB-EL, str. 71
 MERAZET, str. 72

REJESTRATORY

BIOGENET, str. 70
 LAB-EL, str. 71
 MERAZET, str. 72

REJESTRATORY DANYCH

LAB-EL, str. 71

REOMETRY

ANTON PAAR POLAND, str. 70
 MERAZET, str. 72
 RHL-SERVICE, str. 29, 73
 UNI-EXPORT INSTRUMENTS POLSKA,
 str. 37, 74
 UNIMARKET, str. 74

RĘKAWICE KRIOGENICZNE

BIOGENET, str. 70
 UNIMARKET, str. 74

RĘKAWICZKI FOLIOWE

UNIMARKET, str. 74

RĘKAWICZKI KWASOOCHRONNE

UNIMARKET, str. 74

RĘKAWICZKI LABORATORYJNE

UNIMARKET, str. 74

RĘKAWICZKI LATEKSOWE BĘZPUDROWE

UNIMARKET, str. 74

RĘKAWICZKI LATEKSOWE PUDROWANE

UNIMARKET, str. 74

RĘKAWICZKI NITRYLOWE

UNIMARKET, str. 74

RĘKAWICZKI WINYLOWE (PVC)

UNIMARKET, str. 74

RÓZWIĄZANIA RFID - ŚLEDZENIE

PROBĘK LABORATORYJNYCH
 BRADY S.R.O., I okł., str. 13, 70
 PROMEGA, I, IV okł., str. 73

RUROCIĄGI PRÓŻNIOWE

UNI-EXPORT INSTRUMENTS POLSKA,
 str. 37, 74

**SĄCZKI, BIBUŁY**

UNIMARKET, str. 74

SEKWENCJONOWANIE DNA

PROMEGA, I, IV okł., str. 73

SEKWENCJONOWANIE GENOMÓW

PROMEGA, I, IV okł., str. 73

**SEKWENCJONOWANIE
NOWEJ GENERACJI**

PROMEGA, I, IV okł., str. 73

**SEKWENCJONOWANIE
PRÓBEK METAGENOMOWYCH
(ŚRODOWISKOWYCH)**

PROMEGA, I, IV okł., str. 73

SIEDZISKA LABORATORYJNE

UNIMARKET, str. 74

SIŁOMIERZE

MERAZET, str. 72

SITA

MERAZET, str. 72

UNIMARKET, str. 74

VERDER POLSKA, I okł., str. 32, 33, 74

SITA ANALITYCZNE

MERAZET, str. 72

UNIMARKET, str. 74

VERDER POLSKA, I okł., str. 32, 33, 74

SITA LABORATORYJNE

MERAZET, str. 72

UNIMARKET, str. 74

VERDER POLSKA, I okł., str. 32, 33, 74

SKANERY

BRADY S.R.O., I okł., str. 13, 70

SONDY POMIAROWE

ANTON PAAR POLAND, str. 70

MERAZET, str. 72

SPEKTROFOTOMETRY

ANCHEM PLUS, str. 70

BIOGENET, str. 70

MERAZET, str. 72

PROMEGA, I, IV okł., str. 73

TIGRET, str. 73

UNIMARKET, str. 74

SPEKTROMETRIA MASOWA

ANCHEM PLUS, str. 70

POLYGEN, I okł., str. 3, 72

PROMEGA, I, IV okł., str. 73

UNI-EXPORT INSTRUMENTS POLSKA,

str. 37, 74

SPEKTROMETRY

ANCHEM PLUS, str. 70

BIOGENET, str. 70

PROMEGA, I, IV okł., str. 73

RHL-SERVICE, str. 29, 73

SPECTRO POLAND, str. 73

UNI-EXPORT INSTRUMENTS POLSKA,

str. 37, 74

UNIMARKET, str. 74

**SPEKTROMETRY EPR (ELEKTRONOWY
REZONANS PARAMAGNETYCZNY)**

RHL-SERVICE, str. 29, 73

SPEKTROMETRY NMR – STOŁOWE

RHL-SERVICE, str. 29, 73

**SPEKTROMETRY NMR
Z MAGNESEM NADPRZEWODZĄCYM**

RHL-SERVICE, str. 29, 73

SPEKTROMETRY RENTGENOWSKIE

SPECTRO POLAND, str. 73

SPEKTROMETRY UV-VIS

BIOGENET, str. 70

MERAZET, str. 72

PROMEGA, I, IV okł., str. 73

SPEKTROMETRY XRF

SPECTRO POLAND, str. 73

SPRZĘT DO BADAŃ BEHAVIORALNYCH

BIOGENET, str. 70

SPRZĘT DO BADAŃ GEOTECHNICZNYCH

MERAZET, str. 72

SPRZĘT KRIOGENICZNY

POLYGEN, I okł., str. 3, 72

VERDER POLSKA, I okł., str. 32, 33, 74

STACJE UZDATNIANIA WODY

MERAZET, str. 72

UNIMARKET, str. 74

STANOWISKA DO MYCIA

MERAZET, str. 72

STANOWISKA LABORATORYJNE

MERAZET, str. 72

STATYWY DO PIPET

BIOGENET, str. 70

MERAZET, str. 72

**STELAŻE DO STOŁÓW
LABORATORYJNYCH**

MERAZET, str. 72

STERYLIZATORY PAROWE

ANCHEM PLUS, str. 70

BIOGENET, str. 70

MERAZET, str. 72

STERYLIZATORY POWIETRZNE

BIOGENET, str. 70

MERAZET, str. 72

STOŁY APARATUROWE

MERAZET, str. 72

STOŁY PRZYŚCIENNE

MERAZET, str. 72

STOŁY WAGOWE

MERAZET, str. 72

UNIMARKET, str. 74

STOŁY WYSPOWE

MERAZET, str. 72

STRZYKAWKI CHROMATOGRAFICZNE

ANCHEM PLUS, str. 70

POLYGEN, I okł., str. 3, 72

SUROWCE CHEMICZNE

UNIMARKET, str. 74

SUSZARKI LABORATORYJNE

BYRSKI POL, I okł., str. 15, 71

MERAZET, str. 72

UNIMARKET, str. 74

VERDER POLSKA, I okł., str. 32, 33, 74

SUSZARKI PRÓŻNIOWE

BIOGENET, str. 70

MERAZET, str. 72

UNI-EXPORT INSTRUMENTS POLSKA,

str. 37, 74

VERDER POLSKA, I okł., str. 32, 33, 74

SUSZARKI ROZPYŁOWE

VERDER POLSKA, I okł., str. 32, 33, 74

SYNTEZA OLIGONUKLEOTYDÓW

PROMEGA, I, IV okł., str. 73

SYNTEZA SOND MOLEKULARNYCH

PROMEGA, I, IV okł., str. 73

**SYSTEMY CYFROWEJ DOKUMENTACJI
I ANALIZY OBRAZU**

BIOGENET, str. 70

SYSTEMY DO OCENY TOKSYCZNOŚCI

TIGRET, str. 73

SYSTEMY ELEKTROFOREZY

BIOGENET, str. 70

PROMEGA, I, IV okł., str. 73

UNIMARKET, str. 74

SYSTEMY ELEKTROFOREZY KAPILARNEJ

BIOGENET, str. 70

PROMEGA, I, IV okł., str. 73

SYSTEMY GC/MS

ANCHEM PLUS, str. 70

SYSTEMY GROMADZENIA DANYCH

BIOGENET, str. 70
BRADY S.R.O., I okł., str. 13, 70
LAB-EL, str. 71

SYSTEMY IDENTYFIKACJI

BRADY S.R.O., I okł., str. 13, 70
PROMEGA, I, IV okł., str. 73

SYSTEMY KONTROLI JAKOŚCI

BRADY S.R.O., I okł., str. 13, 70
PROMEGA, I, IV okł., str. 73

SYSTEMY LC/MS

ANCHEM PLUS, str. 70
POLYGEN, I okł., str. 3, 72
PROMEGA, I, IV okł., str. 73

SYSTEMY MIKROSKOPOWE DO KARIOTYPOWANIA

CARL ZEISS, I okł., str. 18, 19, 71

SYSTEMY OBRAZOWANIA PRZEDKLINICZNEGO MRI

RHL-SERVICE, str. 29, 73

SYSTEMY OCZYSZCZANIA WODY

BIOGENET, str. 70
MERAZET, str. 72
UNIMARKET, str. 74

SYSTEMY ODPAROWANIA

ANCHEM PLUS, str. 70
POLYGEN, I okł., str. 3, 72

SYSTEMY POMIAROWE IOT BEZPRZEWODOWE 433 MHZ

LAB-EL, str. 71

SYSTEMY POMIAROWE IOT BEZPRZEWODOWE BLUETOOTH

LAB-EL, str. 71

SYSTEMY POMIAROWE IOT BEZPRZEWODOWE GSM

LAB-EL, str. 71

SYSTEMY POMIAROWE IOT BEZPRZEWODOWE WI-FI

LAB-EL, str. 71

SYSTEMY POMIAROWE IOT MOBILNE

LAB-EL, str. 71

SYSTEMY POMIAROWE IOT PRZEWODOWE

LAB-EL, str. 71

SYSTEMY POMIAROWE IOT STACJONARNE

LAB-EL, str. 71

SYSTEMY PRÓŻNIOWE

MERAZET, str. 72
POLYGEN, I okł., str. 3, 72
UNI-EXPORT INSTRUMENTS POLSKA, str. 37, 74

SYSTEMY RÓWNOLEGŁEGO ZATĘŻANIA

ANCHEM PLUS, str. 70
POLYGEN, I okł., str. 3, 72

SZAFKI LABORATORYJNE

MERAZET, str. 72

SZAFY BEZPIECZEŃSTWA

MERAZET, str. 72

SZAFY BEZPIECZEŃSTWA NA BUTLE GAZOWE

MERAZET, str. 72

SZAFY CHŁODNICZE I MROŹNICZE

MERAZET, str. 72
PROMEGA, I, IV okł., str. 73

SZAFY LABORATORYJNE

MERAZET, str. 72
PROMEGA, I, IV okł., str. 73

SZAFY NA BUTLE GAZOWE

MERAZET, str. 72

SZAFY NA CHEMIKALIA

MERAZET, str. 72

SZAFY NA KWASY I ZASADY

MERAZET, str. 72

SZAFY NA SUBSTANCJE ŁATWOPALNE

MERAZET, str. 72

SZALKI PETRIEGO

UNIMARKET, str. 74

SZKIEŁKA MIKROSKOPOWE

UNIMARKET, str. 74

SZKŁO LABORATORYJNE

ANCHEM PLUS, str. 70
POLYGEN, I okł., str. 3, 72
UNIMARKET, str. 74

SZKOLENIA DLA LABORATORIÓW

PROMEGA, I, IV okł., str. 73
RHL-SERVICE, str. 29, 73

Ś

ŚWIATŁOMIERZE

LAB-EL, str. 71
MERAZET, str. 72

T

TACE STERYLIZACYJNE

UNIMARKET, str. 74

TACHOMETRY

MERAZET, str. 72

TENSJOMETRY

MERAZET, str. 72

TERMOCYKLERY

BIOGENET, str. 70
BYRSKI POL, I okł., str. 15, 71
UNIMARKET, str. 74

TERMOGRAWIMETRY

BYRSKI POL, I okł., str. 15, 71
UNI-EXPORT INSTRUMENTS POLSKA, str. 37, 74

TERMOHIGROMETRY

LAB-EL, str. 71
LABSTAND, str. 72
MERAZET, str. 72

TERMOMETRY

LAB-EL, str. 71
LABSTAND, str. 72
MERAZET, str. 72
RHL-SERVICE, str. 29, 73
UNIMARKET, str. 74

TERMOMETRY BATERYJNE REJESTRATORY NISKICH TEMPERATUR DO DYSTRYBUCJI SZCZEPIONEK

LAB-EL, str. 71
LABSTAND, str. 72
MERAZET, str. 72

TERMOMETRY BEZKONTAKTOWE DO WALKI Z EPIDEMIĄ COVID-19

LAB-EL, str. 71

TERMOMETRY BEZRTĘCIOWE

LAB-EL, str. 71
LABSTAND, str. 72
MERAZET, str. 72

TERMOMETRY ELEKTRONICZNE

LAB-EL, str. 71
LABSTAND, str. 72
MERAZET, str. 72

TERMOMETRY ELEKTRYCZNE

LAB-EL, str. 71
LABSTAND, str. 72

TERMOMETRY NA PODCZERWIĘĆ

LAB-EL, str. 71
LABSTAND, str. 72
MERAZET, str. 72

TERMOMIKSERY

BYRSKI POL, I okł., str. 15, 71
MERAZET, str. 72

TERMOREAKTORY

POLYGEN, I okł., str. 3, 72

TERMOSTATY

BIOGENET, str. 70
BYRSKI POL, I okł., str. 15, 71
LABSTAND, str. 72
MERAZET, str. 72
RHL-SERVICE, str. 29, 73
UNIMARKET, str. 74

TERMOWAGI

UNIMARKET, str. 74

TESTERY SZCZELNOŚCI

MERAZET, str. 72
UNI-EXPORT INSTRUMENTS POLSKA,
str. 37, 74

TESTERY ZARYSOWAŃ

ANTON PAAR POLAND, str. 70

TESTY DIAGNOSTYCZNE

PROMEGA, I, IV okł., str. 73
UNIMARKET, str. 74

**TESTY DO BADAŃ CZYSTOŚCI
MIKROBIOLOGICZNEJ**

PROMEGA, I, IV okł., str. 73

TESTY ELISA

PROMEGA, I, IV okł., str. 73
TIGRET, str. 73

TESTY ENZYMATYCZNE

PROMEGA, I, IV okł., str. 73

**TESTY IMMUNOFLUORESCENCJI
POŚREDNIEJ**

PROMEGA, I, IV okł., str. 73
UNIMARKET, str. 74

TESTY IN VITRO DLA KOSMETOLOGII

PROMEGA, I, IV okł., str. 73

TESTY KOLORYMETRYCZNE

PROMEGA, I, IV okł., str. 73

TESTY KOMÓRKOWE

PROMEGA, I, IV okł., str. 73

TESTY MIKROBIOLOGICZNE

PROMEGA, I, IV okł., str. 73
TIGRET, str. 73

TESTY NA OBECNOŚĆ GMO

PROMEGA, I, IV okł., str. 73

TLENOMIERZE

LAB-EL, str. 71
LABSTAND, str. 72
MERAZET, str. 72
UNIMARKET, str. 74

TOMOGRAFY DO BADANIA SKAŁ

UNI-EXPORT INSTRUMENTS POLSKA,
str. 37, 74

TRANSFEKCJA

PROMEGA, I, IV okł., str. 73

TRANSILUMINATORY

BIOGENET, str. 70
UNIMARKET, str. 74

**TRANSPORT W TEMPERATURZE
KONTROLOWANEJ**

BIOGENET, str. 70

TWARDOŚCIOMIERZE

ANTON PAAR POLAND, str. 70
MERAZET, str. 72
UNIMARKET, str. 74

**UKŁADY CHŁODZĄCE**

ANCHEM PLUS, str. 70
RHL-SERVICE, str. 29, 73

URZĄDZENIA CHŁODNICZE

BIOGENET, str. 70
MERAZET, str. 72

**URZĄDZENIA DO OZNACZANIA AZOTU
I BIAŁKA**

BYRSKI POL, I okł., str. 15, 71

URZĄDZENIA DO OZNACZANIA CH.Z.T.

UNIMARKET, str. 74

URZĄDZENIA GRZEWCZE

BIOGENET, str. 70
BYRSKI POL, I okł., str. 15, 71
MERAZET, str. 72
RHL-SERVICE, str. 29, 73
UNIMARKET, str. 74

USŁUGI INSTALACYJNO-SERWISOWE

BIOGENET, str. 70
RHL-SERVICE, str. 29, 73

**WAGI**

BIOGENET, str. 70
MERAZET, str. 72
UNIMARKET, str. 74

WAGI ANALITYCZNE

BIOGENET, str. 70
MERAZET, str. 72
UNIMARKET, str. 74

WAGI PRECYZYJNE

BIOGENET, str. 70
MERAZET, str. 72
UNIMARKET, str. 74

WAGOMIESZARKI

UNIMARKET, str. 74

WAGOSUSZARKI

MERAZET, str. 72

WANNY

BIOGENET, str. 70
MERAZET, str. 72
RHL-SERVICE, str. 29, 73

WEKTORY

PROMEGA, I, IV okł., str. 73

WILGOTNOŚCIOMIERZE

LAB-EL, str. 71
MERAZET, str. 72
UNIMARKET, str. 74

WIRÓWKI LABORATORYJNE

ANCHEM PLUS, str. 70
BIOGENET, str. 70
BYRSKI POL, I okł., str. 15, 71
MERAZET, str. 72
UNIMARKET, str. 74

WISKOZYMETRY

ANTON PAAR POLAND, str. 70
LABSTAND, str. 72
MERAZET, str. 72
RHL-SERVICE, str. 29, 73
SPECTRO POLAND, str. 73
UNIMARKET, str. 74

WSTRZAŚARKI-WIBRATORY

BIOGENET, str. 70
BYRSKI POL, I okł., str. 15, 71
MERAZET, str. 72

WYCHWYT GLUKOZY

PROMEGA, I, IV okł., str. 73

WYCIĄGI LABORATORYJNE

BIOGENET, str. 70
MERAZET, str. 72
UNIMARKET, str. 74

WYPARKI

ANCHEM PLUS, str. 70
BYRSKI POL, I okł., str. 15, 71
MERAZET, str. 72
POLYGEN, I okł., str. 3, 72
UNIMARKET, str. 74

WYPOŻYCZANIE SPRZĘTU POMIAROWEGO DO MONITORINGU WARUNKÓW ŚRODOWISKOWYCH

LAB-EL, str. 71

WYŁĄCZARKI

ANTON PAAR POLAND, str. 70

WYŁĄCZARKI LABORATORYJNE

RHL-SERVICE, str. 29, 73

WYTRZAŚARKI

BIOGENET, str. 70
BYRSKI POL, I okł., str. 15, 71
MERAZET, str. 72
UNIMARKET, str. 74

WZORCE ANALITYCZNE

BYRSKI POL, I okł., str. 15, 71
POLYGEN, I okł., str. 3, 72
PROMEGA, I, IV okł., str. 73

WZORCE KONDUKTOMETRYCZNE

LABSTAND, str. 72
MERAZET, str. 72
UNIMARKET, str. 74

WZORCE MASY

MERAZET, str. 72
POLYGEN, I okł., str. 3, 72
PROMEGA, I, IV okł., str. 73

WZORCE NIESZCZELNOŚCI

UNI-EXPORT INSTRUMENTS POLSKA, str. 37, 74

WZORCE PEHAMETRYCZNE

LABSTAND, str. 72
MERAZET, str. 72
UNIMARKET, str. 74

WZORCE REDOKS

LABSTAND, str. 72

WZORCE WISKOZYMETRYCZNE

LABSTAND, str. 72
RHL-SERVICE, str. 29, 73

WZORCOWANIE ALKOTESTÓW, ALKOMATÓW

LABSTAND, str. 72

WZORCOWANIE ANEMOMETRÓW

LAB-EL, str. 71

WZORCOWANIE BAROMETRÓW

LAB-EL, str. 71
LABSTAND, str. 72

WZORCOWANIE CZUJNIKÓW KONDUKTOMETRYCZNYCH

LABSTAND, str. 72

WZORCOWANIE CZUJNIKÓW TERMoeLEKTRYCZNYCH

LABSTAND, str. 72

WZORCOWANIE ELEKTROD PEHAMETRYCZNYCH

LABSTAND, str. 72

WZORCOWANIE ELEKTROD PH

LABSTAND, str. 72

WZORCOWANIE ELEKTROD REDOKS

LABSTAND, str. 72

WZORCOWANIE HIGROMETRÓW

LAB-EL, str. 71
LABSTAND, str. 72
MERAZET, str. 72

WZORCOWANIE KOMÓR KLIMATYCZNYCH

LAB-EL, str. 71
LABSTAND, str. 72
MERAZET, str. 72

WZORCOWANIE KOMÓR KLIMATYCZNYCH, TERMOSTATYCZNYCH

LAB-EL, str. 71
LABSTAND, str. 72
MERAZET, str. 72

WZORCOWANIE KOMÓR TERMOSTATYCZNYCH

LABSTAND, str. 72
MERAZET, str. 72

WZORCOWANIE KONDUKTOMETRÓW

LABSTAND, str. 72

WZORCOWANIE PEHAMETRÓW

LABSTAND, str. 72

WZORCOWANIE PIECÓW

LABSTAND, str. 72
MERAZET, str. 72
VERDER POLSKA, I okł., str. 32, 33, 74

WZORCOWANIE PIKNOMETRÓW

LABSTAND, str. 72

WZORCOWANIE PIROMETRÓW

LAB-EL, str. 71
LABSTAND, str. 72

WZORCOWANIE PSYCHROMETRÓW

LAB-EL, str. 71
LABSTAND, str. 72

WZORCOWANIE TERMOHIGROMETRÓW

LAB-EL, str. 71
LABSTAND, str. 72

WZORCOWANIE TERMOMETRÓW

LAB-EL, str. 71
LABSTAND, str. 72
MERAZET, str. 72

WZORCOWANIE TERMOMETRÓW Z SONDAMI PENETRACYJNYMI

LAB-EL, str. 71

WZORCOWANIE TERMOSTATÓW

LAB-EL, str. 71
LABSTAND, str. 72
MERAZET, str. 72
RHL-SERVICE, str. 29, 73

WZORCOWANIE TLENOMIERZY W CIECZY

LABSTAND, str. 72

WZORCOWANIE WISKOZYMETRÓW ROTACYJNYCH

LABSTAND, str. 72
RHL-SERVICE, str. 29, 73

WZORCOWANIE WISKOZYMETRÓW SZKLANYCH, KAPILARNYCH

LABSTAND, str. 72
RHL-SERVICE, str. 29, 73



ZAMRAŻARKI

BIOGENET, str. 70
MERAZET, str. 72
UNIMARKET, str. 74

ZBIORNIKI NA CIEKŁY AZOT

BIOGENET, str. 70
MERAZET, str. 72
VERDER POLSKA, I okł., str. 32, 33, 74

ZESTAWY

DO OZNACZEŃ MEDYCZNYCH

BRADY S.R.O., I okł., str. 13, 70
POLYGEN, I okł., str. 3, 72
PROMEGA, I, IV okł., str. 73
UNIMARKET, str. 74

ZNAKI BEZPIECZEŃSTWA

BRADY S.R.O., I okł., str. 13, 70

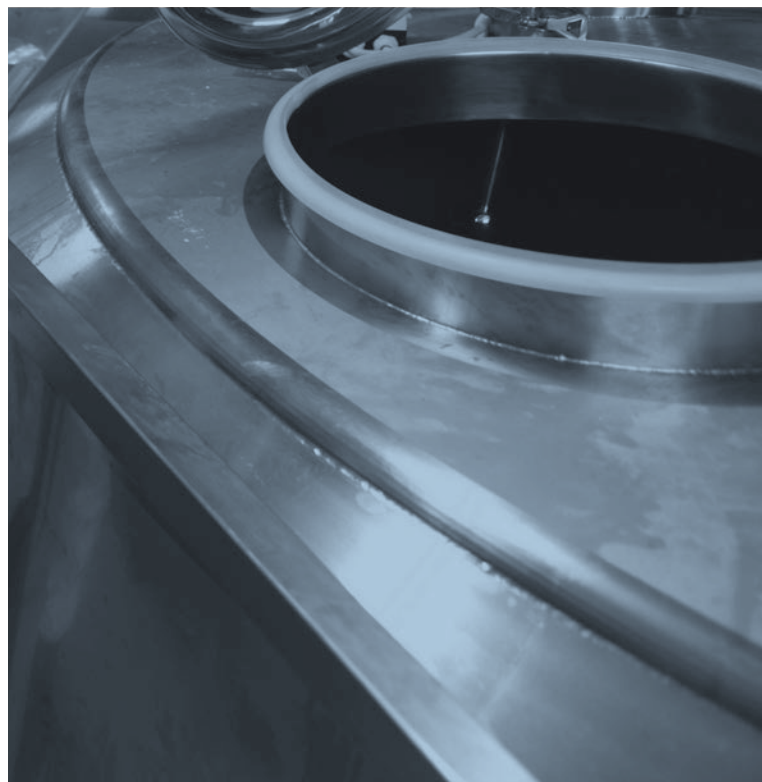
ZNAKOWANIE BIAŁEK

PROMEGA, I, IV okł., str. 73







ŻYWOTNOŚĆ KOMÓREK




PROMEGA, I, IV okł., str. 73
UNI-EXPORT INSTRUMENTS POLSKA, str. 37, 74







INDEKS FIRM

NAZWA I ADRES FIRMY	CHARAKTERYSTYKA DZIAŁALNOŚCI
 <p>ANCHEM PLUS MARIUSZ MALCZEWSKI 03-982 Warszawa, ul. Bora-Komorowskiego 56 tel. +48 22 350 77 07 e-mail: bm@anchemplus.pl www.anchemplus.pl</p> <p>Kontakt handlowy: Mariusz Malczewski – Właściciel tel. kom. +48 602 214 239 e-mail: mm@anchemplus.pl</p>	<p>Anchem Plus jest firmą handlową skoncentrowaną na odbiorcach zainteresowanych produktami z zakresu chromatografii i przygotowania próbek do analizy chemicznej. Jesteśmy przedstawicielem znanych producentów akcesoriów i wyposażenia laboratoriów. Jesteśmy przedstawicielem takich firm, jak: Restek, Hamilton czy Thermo Scientific, Macherey-Nagel, La-Pha-Pack, HTA, LABTECH, Claind, Shodez, ale staramy się też propagować nowe, mniej znane marki. Chcemy zapewnić Państwu szybki dostęp do najczęściej używanych produktów, oferując towary z naszego magazynu lub zapewniając możliwie szybką dostawę od producentów.</p>
 <p>ANTON PAAR POLAND Sp. z o.o. 02-854 Warszawa, ul. Hołubcowa 123 tel. +48 22 395 53 90 e-mail: info.pl@anton-paar.com, www.anton-paar.com</p> <p>Kontakt handlowy: Piotr Kubas e-mail: info.pl@anton-paar.com</p>	<p>Firma Anton Paar tworzy nowe rozwiązania i produkuje urządzenia pomiarowe wykorzystywane w badaniach, rozwoju i procesach kontroli jakości na całym świecie, jak również zapewnia użytkownikom wsparcie techniczne i doradztwo aplikacyjne. Firma Anton Paar jest światowym liderem w dziedzinach pomiaru gęstości i oznaczania stężenia rozpuszczonego CO₂, a także analizy właściwości przepływu i płynięcia oraz odkształcalności materiałów. Do klientów Anton Paar należą między innymi: najwięksi producenci napojów bezalkoholowych, browary, przedsiębiorstwa branży petrochemicznej, producenci żywności, podmioty działające na rynku chemicznym i farmaceutycznym.</p>
 <p>BIOGENET Sp. z o.o. 05-420 Józefów k. Otwocka, ul. Parkingowa 1 tel. +48 22 463 80 40, fax +48 22 417 31 98 e-mail: biogenet@biogenet.pl, www.biogenet.pl</p> <p>Kontakt handlowy: Iwona Nowak – kierownik sprzedaży tel. +48 22 463 80 42, fax +48 22 417 31 98 tel. kom. +48 512 867 845 e-mail: i.nowak@biogenet.pl</p>	<p>Sprzedaż i serwis urządzeń laboratoryjnych takich jak: komory laminarne BIOHAZARD, komory laminarne z pionowym i poziomym przepływem powietrza, komory do zwierzętarń, komory do pracy czystej, komory do PCR, inkubatory CO₂/O₂, inkubatory z wytrząsaniem, stacje robocze do prac na komórkach macierzystych, zamrażarki niskotemperaturowe, zamrażarki i chłodziarki laboratoryjne, urządzenia do dekontaminacji, zbiorniki LN₂, wirówki laboratoryjne, wortecky, wytrząsarki, rotatory, kołyski laboratoryjne, homogenizatory ultradźwiękowe, pipety i pipetory, czytniki wielodetekcyjne, czytniki ELISA, płuczki mikroplytek, termocyklery, urządzenia do elektroforezy, systemy dokumentacji żeli, systemy do IVF, agregometry i odczynniki do agregometrów, wyposażenie zwierzętarń, wagi laboratoryjne, systemy monitorowania parametrów pracy urządzeń wraz z powiadamianiem o zdarzeniach. Produkcja nowoczesnych komór klimatycznych i fitotronowych.</p>
 <p>BRADY POLSKA Sp. z o.o., I okł., str. 13 02-801 Warszawa, ul. Puławska 405 tel. +48 22 104 62 62, tel. kom. +48 691 130 100 e-mail: poland@bradycorp.com, www.brady.pl</p> <p>Kontakt handlowy: Daniel Betlej – Key Account Manager tel. +48 22 104 62 62, tel. kom. +48 691 130 100 e-mail: poland@bradycorp.com</p>	<p>Firma Brady jest globalnym dostawcą rozwiązań z zakresu identyfikacji – tworzy produkty do identyfikacji i ochrony ludzi, produktów oraz miejsc. Nasze rozwiązania identyfikacyjne osiągają bardzo wysokie parametry trwałości dzięki zastosowaniu zrównoważonych procesów produkcyjnych. Dogłębna znajomość materiałów i ekspercka wiedza w zakresie chemii umożliwiają firmie Brady tworzenie trwałych etykiet o stabilnych parametrach w całym cyklu przechowywania i analizy próbek. Etykiety do identyfikacji próbek są zgodne z istniejącymi rozmiarami probówek, płytek i stojaków na probówki; zachowują czytelność; umożliwiają identyfikację w formie kodu kreskowego zawierającego szeroki zakres danych na potrzeby przechowywania nawet najmniejszych próbek; są odporne na warunki ekstremalne, w tym na umieszczanie w zamrażarce, autoklawie, w płynnym azocie lub we wrzącej wodzie, a także na rozpuszczalniki, w tym na ksylen, dimetylosulfoksyd i etanol.</p>

NAZWA I ADRES FIRMY	CHARAKTERYSTYKA DZIAŁALNOŚCI
<p>BYRSKI POL</p> <p>BYRSKI POL WOJCIECH BYRSKI, I okł., str. 15</p> <p>02-793 Warszawa, ul. Przy Bażantarni 4/6 tel. +48 22 649 24 05 fax +48 22 859 14 39 tel. kom. +48 602 772 212 e-mail: info@ikapol.pl www.ikapol.pl</p> <p>Kontakt handlowy: Wojciech Byrski tel. +48 22 649 24 05 fax +48 22 859 14 39 e-mail: info@ikapol.pl</p>	<p>Przedstawiciel firm IKA WERKE GmbH i ELTRA GmbH w Polsce. Działalność firmy obejmuje: doradztwo techniczne, dystrybucję i handel sprzętem laboratoryjnym, pomiarowo-analitycznym i produkcyjnym:</p> <ul style="list-style-type: none"> - sprzęt laboratoryjny: mieszadła magnetyczne, mieszadła mechaniczne, homogenizatory, wytrząsarki, młynki, łaźnie wodne, płyty grzewcze, pompy próżniowe i perystaltyczne, wyparki, ekstraktry substancji stałych, reaktory laboratoryjne; - sprzęt pomiarowo-analityczny: gniotowniki/zetowniki, elektrolizery, kalometry, termograwimetry, analizatory C, S, N, O, H, CO₂; - sprzęt produkcyjny – pojemnościowy: homogenizatory, turbotrony, rototrony; - sprzęt przepływowy: homogenizatory, dispax reaktory, młyny koloidalne; - emulgatory – mieszalniki (o poj. 10-4000 l) – dla substancji o różnej lepkości. <p>Od 2023 roku producent ceramicznych wyrobów laboratoryjnych w ramach działalności firmy CERMET.</p>
<p>ZEISS</p> <p>CARL ZEISS Sp. z o.o., I okł., str. 19</p> <p>61-622 Poznań, ul. Naramowicka 76 tel. +48 61 820 93 60, +48 22 205 55 55 fax +48 61 820 93 70 e-mail: mikroskopy.pl@zeiss.com www.zeiss.pl/mikroskopy</p> <p>Kontakt handlowy: Natalia Napieralska - Starszy specjalista ds. handlowych tel. +48 61 820 93 60 fax +48 61 820 93 70 tel. kom. +48 691 477 836 e-mail: mikroskopy.pl@zeiss.com</p>	<p>Firma Carl Zeiss to światowy lider w produkcji zaawansowanych technologicznie rozwiązań z zakresu optyki, mechaniki i elektroniki. W naszej ofercie znajdziecie Państwo: mikroskopy optyczne, mikroskopy fluorescencyjne, mikroskopy konfokalne, systemy do analizy obrazu oraz mikroskopy elektronowe i systemy rentgenowskie. Firma Carl Zeiss została założona w 1846 roku w Jenie jako warsztat mechaniki precyzyjnej i optyki, a obecnie jest światowym liderem w przemyśle optycznym i optoelektronicznym. Firma posiada biura w ponad 30 krajach i przedstawicielstwa w ponad 100, włącznie z centrami produkcyjnymi w Europie, Ameryce Płn. i Środkowej oraz Azji, a główna siedziba firmy znajduje się w Niemczech. Nasze najważniejsze zadanie postrzegamy w umożliwieniu nauce i technologii rozpoznania tego, co dotychczas było niewidoczne. Nasze motto: „<i>We make it visible</i>”, jest wyrażeniem obietnicy poprowadzenia naszych klientów w obszary dotychczas niedostępne.</p>
<p>LAB-EL</p> <p>LAB-EL ELEKTRONIKA LABORATORYJNA SP. J.</p> <p>05-816 Reguły, ul. Herbaciana 9 tel. +48 22 753 61 30, +48 22 753 60 32 tel. kom. +48 575 343 313 fax +48 22 753 61 35 e-mail: info@label.pl www.label.pl</p> <p>Kontakt handlowy: Tomasz Debski – handlowiec tel. +48 22 724 44 95 tel. kom. +48 513 875 258 e-mail: tdebski@label.pl</p>	<p>Oferujemy: Systemy Monitoringu Warunków Środowiskowych: przewodowe, bezprzewodowe, Wi-Fi, Bluetooth, GSM, 433 MHz, stacjonarne, mobilne, rejestratory danych, oprogramowanie SCADA – archiwizacja i wizualizacja, instalacja, kwalifikacja, walidacja i serwis systemów, świadectwa wzorcowania z akredytowanego laboratorium. Przyrządy pomiarowe: termometry, higrometry, pirometry – bezkontaktowy pomiar temperatury – profilaktyka COVID, anemometry, barometry, ciśnieniomierze różnicowe, czujniki pyłów PM2.5, czujniki gazów: CO₂, O₂, NO₂, CO, SO₂, O₃, światłomierze, czujniki zalania wodą, czujniki ruchu, czujniki meteorologiczne. AKREDYTOWANE LABORATORIUM WZORCUJĄCE AP 067. AKREDYTOWANE LABORATORIUM BADAWCZE AB 679.</p>

NAZWA I ADRES FIRMY	CHARAKTERYSTYKA DZIAŁALNOŚCI
 <p>LABSTAND SP. Z O.O. 60-308 Poznań, ul. Grunwaldzka 114 tel. +48 61 867 28 47, +48 61 639 58 25 tel. kom. +48 726 701 700 e-mail: biuro@labstand.com.pl www.labstand.com.pl</p>	<p>Firma LabStand jest akredytowanym producentem materiałów odniesienia oraz laboratorium wzorującym. Posiadamy certyfikaty akredytacji nr RM 002 oraz nr AP 021 wydane przez Polskie Centrum Akredytacji, sygnatariusza porozumień EA MLA i ILAC MRA dotyczących wzajemnego uznawania świadectw wzorcowania oraz certyfikatów materiałów odniesienia – uznawane w kraju i na świecie – potwierdzające spełnienie wymagań międzynarodowych norm PN-EN ISO/IEC 17025:2018 oraz PN-EN ISO 17034:2017. Od 2000 roku zajmujemy się produkcją certyfikowanych materiałów odniesienia oraz wzorcowaniem (kalibracją) przyrządów pomiarowych. Z naszych usług korzystają klienci z Polski oraz z Europy i ze świata z różnych branż (laboratoria przemysłu chemicznego, ochrona środowiska, przemysł farmaceutyczny, rafineryjny, samochodowy, spożywczy, kosmetyczny, rolnictwo i przemysł energetyczny oraz wiele innych).</p>
 <p>MERAZET S.A. 60-203 Poznań, ul. Krauthofera 36 tel. +48 61 864 46 00, +48 61 864 46 22 e-mail: poczta@merazet.pl www.merazet.pl</p> <p>Kontakt handlowy: Renata Wałowska – kierownik działu laboratoryjnego tel. +48 61 864 46 22 tel. kom. +48 698 676 899 e-mail: laboratorium@merazet.pl</p>	<p>Firma Merazet S.A. działa na rynku aparatury kontrolno-pomiarowej od 1952 roku. Jesteśmy autoryzowanym partnerem i dystrybutorem urządzeń wielu krajowych oraz zagranicznych producentów. Współpracujemy z ośrodkami naukowo-badawczymi, instytucjami państwowymi, uczelniami oraz zakładami produkcyjnymi w całej Polsce. Handlowcy Merazet S.A. posiadają szeroką wiedzę techniczną, zapewniają profesjonalne wsparcie podczas zakupów, by dostosować ofertę do wymagań Klienta. Mamy wieloletnie doświadczenie w obsłudze zamówień publicznych. Dysponujemy własnym magazynem, dzięki czemu termin realizacji zamówień jest wyjątkowo krótki. Posiadamy także serwis oraz laboratorium pomiarowe, które świadczą usługi kalibracji, przeglądów oraz napraw gwarancyjnych i pogwarancyjnych. Wysoki poziom naszych usług potwierdza certyfikat ISO 9001.</p>
 <p>POLYGEN SP. Z O.O. I okł., str. 3 44-100 Gliwice, ul. Górnych Wałów 46/1 tel. +48 32 238 81 95 tel. kom. +48 725 725 373 e-mail: polygen@polygen.com.pl www.polygen.com.pl</p> <p>Kontakt handlowy: Karol Bujak – Chromatography Sales Manager tel. +48 322 38 8195 tel. kom. +48 603 133 783 e-mail: polygen@polygen.com.pl</p>	<p>Polygen – wszystko do chromatografii... Firma rozpoczęła działalność na polskim rynku w 1995 r. i od początku specjalizuje się w dostawie aparatury, kolumn i innych akcesoriów do chromatografii cieczowej (HPLC/UHPLC, FLASH, GPC/SEC), a także prowadzi instalacje, szkolenia oraz doradztwo techniczne i aplikacyjne. Polygen dysponuje własnym autoryzowanym serwisem oferowanej aparatury oraz ma uprawnienia do przeprowadzania procesów kwalifikacji IQ, OQ/PQ. Polygen jest przedstawicielem renomowanych producentów aparatury, jak: Thermo Scientific, Wyatt Technology, Advion Interchim Scientific, Tosoh Bioscience, Resonac Europe (Shodex), Macherey-Nagel, Recipe, La-Pha-Pack, Chrom4, oraz Bohlender. W ofercie znajdują się również: osmometry firmy Gonotec an ELITechGroup Company, aparatura do mikrodializy firmy CMA Microdialysis AB, generatory gazów firmy F-DGSi oraz zestawy do badań uwalniania, autosamplery, a także zestawy do przygotowania mediów do uwalniania firmy Riggtek.</p>

NAZWA I ADRES FIRMY	CHARAKTERYSTYKA DZIAŁALNOŚCI
 <p>PROMEGA GmbH, I okł., IV okł. 69190 Walldorf, Niemcy, Gutenberggring 10 tel. +48 22 531 06 67 fax +48 22 531 06 69 e-mail: pl_marketing@promega.com, www.promega.com</p>	<p>Zainspirowani badaniami naukowymi i napędzani ciekawością wspieramy Twoje sukcesy w nauce od ponad 40 lat. Promega wspiera badania i rozwój technologii biochemicznych na całym świecie dzięki innowacyjnym produktom, fachowym poradom i wszechstronnej ofercie usług. Różnorodność produktów obejmuje sprawdzone odczynniki i aparaturę do analizy genów, białek i komórek. Zatrudniając prawie 2000 pracowników, zaopatrujemy naszych klientów w ponad 100 krajach. Współpraca z nimi jest naszym najwyższym priorytetem. Wspólnie chcemy w pełni wykorzystać potencjał nauk biomedycznych i ich aplikacji, a tym samym przyczynić się do ogólnej poprawy jakości życia. Chcemy maksymalnie ułatwić pracę naszym klientom, oferując skoordynowane produkty i usługi. Nasz zakres usług obejmuje: fachowe doradztwo w zakresie produktów i ich zastosowania, produkcję niestandardowych produktów, rezerwację partii, serwis sprzętu i różnorakie szkolenia. Promega posiada certyfikaty ISO 9001:2008, Euro Hub ISO 12385:2003.</p>
 <p>RHL-SERVICE, str. 29 60-179 Poznań, ul. Budziszynska 74 tel. +48 61 868 91 36 e-mail: sekretariat@rhl.pl www.rhl.pl</p>	<p>Specjalizujemy się w wykonywaniu pomiarów i dostawie sprzętu reologicznego firmy Thermo Scientific, a także spektrometrów NMR i EPR oraz systemów obrazowania przedklinicznego firmy BRUKER BioSpin. Zajmujemy się sprzedażą oraz serwisem gwarancyjnym i pogwarancyjnym sprzętu przeznaczonego do badań i rozwoju oraz kontroli jakości. Organizujemy szkolenia reologiczne, które zawierają elementy obsługi oferowanych przez nas przyrządów i metodyki pomiarowej. Oferujemy polskie tłumaczenie książki G. Schramma <i>Reologia. Podstawy i zastosowania</i>. Oferujemy: wiskozymetry (ze spadającą kulką, rotacyjne); reometry; termostaty (układy regulacji temperatury, wanny, układy chłodzące); układy do pomiaru lotności (fogging tester); wyłaczarki jedno- i dwuślimakowe (polimery); wtryskarki laboratoryjne; spektrometry NMR (wersje nabiurkowe i stacjonarne); spektrometry EPR (wersje nabiurkowe i stacjonarne); systemy obrazowania przedklinicznego MRI i NMI. Posiadamy certyfikat ISO 9001:2015.</p>
 <p>SPECTRO POLAND Sp. z o.o. 05-420 Józefów, ul. Wiślana 28 tel. +48 22 789 20 62, fax +48 22 789 23 16 e-mail: info@spectro.pl; www.spectro.pl</p> <p>Kontakt handlowy: Ewelina Wnuk – kierownik biura tel. +48 22 789 20 62, fax +48 22 789 23 13 e-mail: ewelina.wnuk@spectro.pl</p>	<p>SPECTRO POLAND Sp. z o.o. jest przedstawicielstwem firm SPECTRO ANALYTICAL INSTRUMENTS GmbH i SPECTRO SCIENTIFIC, światowych liderów w branży aparatury spektralnej i analitycznej. Naszym celem jest dostarczenie Państwu spektrometrów oraz innych urządzeń analitycznych spełniających wszystkie wymagania odnośnie do programu analitycznego, hardware'u i software'u, o wysokim stopniu niezawodności i najniższych kosztach eksploatacji. Zatrudniamy wysoko wykwalifikowaną kadrę o dużym doświadczeniu, gwarantującą szybką i fachową obsługę naszych klientów w zakresie: sprzedaży, serwisu, doradztwa technicznego i analitycznego.</p> <p>W swojej ofercie posiadamy: stacjonarne spektrometry iskrowe; mobilne spektrometry emisyjne; spektrometry ED-XRF; optyczne spektrometry emisyjne ICP OES. Tribologia: przenośne analizatory stanu oleju; analizatory do pomiaru kształtu i wielkości cząstek; wiskozymetry kinematyczne; lepkościomierze; wzorce spektralne.</p>
 <p>TIGRET Sp. z o.o. 02-495 Warszawa, ul. Warszawska 27 tel. +48 22 867 05 28 e-mail: gp@tigret.eu; www.tigret.eu</p> <p>Kontakt handlowy: Grzegorz Piętowski tel. +48 22 867 05 28 e-mail: gp@tigret.eu</p>	<p>Firma zajmuje się dystrybucją i produkcją systemów do pomiaru siły odorów. Drugim obszarem działania jest dystrybucja produktów do monitoringu środowiska, zwłaszcza pod kątem sumy zanieczyszczeń chemicznych – ocena toksyczności wód i ścieków, sumy zanieczyszczeń mikrobiologicznych – metoda ATP, oceny substancji aktywnych hormonalnie, oceny mutagenności i genotoksyczności.</p>

NAZWA I ADRES FIRMY	CHARAKTERYSTYKA DZIAŁALNOŚCI
 <p>UNI-EXPORT INSTRUMENTS POLSKA Sp. z o.o. str. 37</p> <p>04-369 Warszawa, ul. Ludwika Kickiego 4A lok. 50 tel. +48 22 626 87 86, +48 22 810 80 13 fax +48 22 626 87 85 e-mail: office@uni-export.com.pl www.uni-export.com.pl</p> <p>Kontakt handlowy: Miroslaw Fordon – technical manager tel. +48 22 626 87 86 fax +48 22 626 87 85 e-mail: office@uni-export.com.pl</p>	<p>Dostarczamy aparaturę naukowo-badawczą i pomiarową od ponad 20 lat. Zapewniamy wsparcie techniczne i aplikacyjne oraz serwis w Polsce. Integrujemy różne systemy, przystosowując je do specjalnych wymagań.</p> <p>Nasza oferta obejmuje:</p> <ul style="list-style-type: none"> - pompy i systemy próżniowe; - detektory i stanowiska do kontroli szczelności (detekcja He i metody ciśnieniowe); - kontrolery przepływu (MFC), próżni i ciśnienia oraz spektrometry masowe (RGA); - mikroskopy elektronowe SEM oraz STEM wraz z wyposażeniem analitycznym: EDX, WDX, EBSD, RAMAN, FIB, TOFSIMS, AFM; - urządzenia do przygotowywania próbek dla mikroskopii: napyłarki, polerki jonowe; - mikroskopy holograficzne i konfokalne; - analityczne mikrotomografie rentgenowskie, które umożliwiają obserwację procesów dynamicznych oraz analizę chemiczną; - urządzenia do pomiaru powierzchni właściwej i porowatości, gęstości rzeczywistej, sorpcji gazów i par (także mieszanin), analizy własności proszków; - aparaty do pomiaru wielkości i analizy kształtu cząstek oraz potencjału zeta.
 <p>UNIMARKET ALDONA LEWANDOWSKA</p> <p>61-612 Poznań, ul. Rubież 46 tel. +48 61 822 04 50, fax +48 61 822 04 40 e-mail: unimarket@home.pl www.unimarket.net.pl</p> <p>Kontakt handlowy: Aldona Lewandowska – właścicielka tel. +48 61 822 04 50 fax +48 61 822 04 40 tel. kom. +48 606 609 099 e-mail: unimarket@home.pl</p>	<p>Jesteśmy firmą, która od ponad 25 lat zajmuje się dostarczaniem sprzętu laboratoryjnego oraz materiałów eksploatacyjnych i specjalistycznych odczynników chemicznych, jak również testów diagnostycznych dla placówek naukowo-badawczych, laboratoriów, zakładów hodowlanych oraz doświadczalnych, a także dla gospodarstw rolnych czy ogrodniczych. Jako dostawcy wyposażenia laboratoriów współpracujemy ze sprawdzonymi producentami takich produktów, jak pożywki do hodowli roślin, odczynniki i akcesoria do mikroskopii elektronowej, pudełka i boksy do wzrostu roślin oraz wiele innych. Nasz zespół składa się z wykwalifikowanych pracowników, którzy zawsze służą fachową poradą w zakresie doboru odpowiednich odczynników chemicznych czy specjalistycznego sprzętu laboratoryjnego i materiałów eksploatacyjnych. W naszej pracy najważniejsza jest dla nas satysfakcja Klientów, dlatego, wychodząc naprzeciw rosnącemu zapotrzebowaniu na produkty laboratoryjne, systematycznie rozwijamy naszą ofertę.</p>
 <p>VERDER POLSKA Sp. z o.o. I okł., str. 32, 33</p> <p>40-246 Katowice, ul. Porcelanowa 23 tel. +48 32 781 50 32, +48 32 781 50 33 fax +48 32 781 50 34 tel. kom. +48 607 746 552 e-mail: retsch@retsch.pl www.verder-scientific.pl</p> <p>Kontakt handlowy: Przemysław Nalepka – dyrektor handlowy tel. +48 32 781 50 32 fax +48 32 781 50 34 tel. kom. +48 607 746 552 e-mail: przemyslaw.nalepka@verder.com</p>	<p>Verder Scientific to grupa firm dostarczających rozwiązania oraz sprzęt laboratoryjny w następujących głównych dziedzinach:</p> <p>RETSCH: urządzenia do preparatyki próbki: kruszarki, młyny kulowe i kriogeniczne, młyny nożowe i tnące, homogenizatory, przesiewacze, sita laboratoryjne itd.</p> <p>MICROTRAC MRB: specjalizuje się w analizie parametrów cząstek; oferuje m.in. urządzenia wykorzystujące dyfrakcję laserową, dynamiczną i statyczną analizę obrazu oraz DLS. Mierzymy zarówno cząstki nano, jak i te wielkości mikro- czy milimetrów. Zakres pomiarowy sięga 135 mm, a oferowane urządzenia mierzą zarówno w skali laboratoryjnej na sucho i na mokro, jak i w warunkach produkcyjnych jako mierniki online.</p> <p>CARBOLITE-GERO: to producent pieców i suszarek w zakresie temperatur od 30°C do 3000°C, w tym pieców próżniowych oraz z atmosferą specjalną. Wykonujemy piece spełniające standardy AMS/Nadcap.</p> <p>VERDER LIQUIDS: produkuje pompy przemysłowe i laboratoryjne, w tym pompy perystaltyczne oraz dozujące.</p>

Bądź na bieżąco!

➤ Czytaj **online**

➤ Zapisz się do **newslettera**

➤ Daj lajka na **Facebooku**



Odkryj świat urządzeń

to czego potrzebujesz w Twoim laboratorium



Spectrum CE Systems
Sekwenator DNA/
Analizator DNA



Glomax®
Wielomodułowy
czytnik płytek



Maxwell® and Maxprep™
Systemy do zautomatyzowanego
oczyszczania kwasów
nukleinowych

