



**Wydział Chemii  
Uniwersytet w Białymstoku**

**Białystok, 29-30 maja 2026 r.**

**Redakcja:**

**dr Katarzyna Karwowska**

**dr Joanna Kotyńska**

**dr hab. Monika Naumowicz, prof. UwB**

**dr hab. Aneta Petelska, prof. UwB**

**Projekt i wykonanie okładki:**

**Patryk Kuczyński**

**Dr Katarzyna Karwowska**

**Wszelkie prawa zastrzeżone. Opracowanie w całości oraz z użyciem fragmentów nie może być powielane ani rozpowszechniane za pomocą wszelkich urządzeń elektronicznych oraz mechanicznych bez pisemnej zgody właścicieli praw autorskich.**

### **Komitet Naukowy:**

- prof. dr hab. Joanna Karpińska
- prof. dr hab. Beata Godlewska- Żyłkiewicz
- dr hab. Renata Wietecha-Postuszny, prof. UJ
- dr hab. Paweł Szpot, prof. UMW
- dr hab. Marcin Zawadzki, prof. PWr
- dr hab. Alina T. Dubis, prof. UwB
- dr hab. Aneta D. Petelska, prof. UwB

### **Komitet Organizacyjny:**

- dr hab. Aneta D. Petelska, prof. UwB – przewodnicząca
  - dr hab. Monika Naumowicz, prof. UwB
  - dr Adam Frankowski
  - dr Katarzyna Karwowska
  - dr Joanna Kotyńska
  - dr Anna Trynda
- oraz studenci kierunku Chemia Kryminalistyczna i Sądowa
- Kuczyński Patryk
  - Naumowicz Kacper
  - Owerczuk Agnieszka
  - Panasiewicz Natalia
  - Pigiel Anita
  - Sawicka Agata
  - Szafrąńska Katarzyna
  - Zdanuczyk Dominika
  - Żywno Julita

## Organizator



## Partner strategiczny



## Patronat honorowy



Honorowy Patronat  
Rektora  
Uniwersytetu w Białymstoku



HONOROWY PATRONAT  
MARSZAŁKA WOJEWÓDZTWA PODLASKIEGO



Krajowa Administracja  
Skarbowa



Komitet  
Chemii Analitycznej

## Patronat medialny



## Fundatorzy nagród



## **PROGRAM KONFERENCJI**

**Miejsce obrad:** Wydział Chemii Uniwersytetu w Białymstoku, ul. Ciołkowskiego 1K, s. 2001 (I piętro)

### **29.05.2026 PIĄTEK**

09.00 - 09.45 *Rejestracja uczestników konferencji (Wydział Chemii, parter – hol główny)*

09.45 - 10.00 *Rozpoczęcie konferencji – przywitanie uczestników*

**SESJA 1**      **Moderator: dr hab. Alina Dubis; dr hab. Aneta Petelska, prof. UwB**

10.00 - 10.30 **W1 Chemia sądowa - ciekawa pasja czy dziedzina naukowa?**

dr hab. Renata Wietecha-Postuszny, prof. UJ (Wydział Chemii UJ)

10.30-10.45 **K1 Sensor elektrochemiczny dedykowany do detekcji  $\Delta 9$ -THC  
Optymalizacja, parametry elektrochemiczne, walidacja**

mgr Anna Bonczyk (Wydział Chemii UJ)

10.45 - 11.00 **K2 Agoniści receptora GLP-1 jako potencjalny obiekt badań chemii sądowej**

mgr Klaudia Kuźniarska (Wydział Chemii UJ)

11.00 - 11.15 **K3 Zastosowanie detektora wyładowań koronowych (CAD) jako alternatywnego sposobu oznaczania półsyntetycznych kannabinoidów w produktach z konopi bez wykorzystania wzorców ilościowych**

Ilona Janik (Wydział Chemii UJ)

11.15 - 11.30 **K4 Preparaty gryzoniobójcze jako zagrożenie dla zdrowia ludzi:**

**charakterystyka, mechanizm działania oraz analiza toksykologiczna**

Maja Stach (Wydział Chemii UJ)

11.30 - 11.45 **Kula prawdę ci powie**

dr Robert Bachliński (CLKP)

11.45 - 12.00 **Oferta edukacyjna Wydziału Chemii UwB**

dr hab. Aneta Petelska, prof. UwB; dr Adam Frankowski (UwB)

12.00 - 12.30 Przerwa kawowa/Sesja posterowa

**SESJA 2**      **Moderator: dr hab. Marcin Zawadzki, prof. PWR; dr hab. Paweł Szpot, prof. UMW**

12.30 - 13.00 **W2 Alternatywne metody ustalania czasu zgonu w medycynie sądowej**

dr hab. Michał Szeremeta (UMB)

13.00 - 13.15 **K5 Wyzwania toksykologii pośmiertnej: wpływ procesów balsamowania na wykrywanie i stabilność ksenobiotyków** Amelia Prześlak (Wydział Chemii UJ)

13.15 - 13.30 **K6 Zastosowanie rozpuszczalników głęboko eutektycznych w analizie materiału roślinnego** inż. Katarzyna Konstany (Wydział Chemii UJ)

13.30 - 13.45 **K7 Analiza śliny z wykorzystaniem mikrospektroskopii w podczerwieni ( $\mu$ -FTIR) w badaniach sądowych** Aleksandra Majka (Wydział Chemii UJ)

13.45 - 14.00 **K8 Oznaczanie wybranych katynonów z wykorzystaniem materiałów kompozytowych zawierających nanocząstki magnetyczne oraz polimery wdrukowane molekularnie** mgr Anna Leśniewska (UwB)

- 14.00 - 14.15 **K9 Wpływ mefedronu na modelowe błony kardiomiocytów**  
Patrik Kuczyński (UwB)
- 14.15 - 15.00 Lunch
- 15.00 - 16.00 **Warsztaty: „Spektroskopia Ramana w służbie kryminalistyki”**  
Agnieszka Sozańska, RENISHAW oraz  
**„Chemia analityczna w praktyce: warsztaty z zakresu spektroskopii  
w podczerwieni FT-IR i Ramana”** Alicja Duda, PIK Instruments

### **30.05.2026 SOBOTA**

**SESJA 3 Moderator: dr hab. Renata Wietecha-Postuszny, prof. UJ; dr hab. Mariola Kuczer, prof. UWr**

- 10.30-11.00 **W3 Ujawnianie niezgodności. Jak laboratoria Krajowej Administracji Skarbowej wspierają postępowania karne i administracyjne**  
mgr Magdalena Grodzka, Izba Administracji Skarbowej w Białymstoku
- 11.00 - 11.15 **K10 Charakterystyka wydruków z drukarek na potrzeby badań kryminalistycznych** Katarzyna Szafrąńska (UwB)
- 11.15 - 11.30 **K11 Identyfikacja mikrośladów środków czyszczących i detergentów na różnych powierzchniach** Dominika Zdanuczyk (UwB)
- 11.30-12.00 Przerwa kawowa/Sesja posterowa/ Głosowanie na najlepszy poster

**SESJA 4 Moderator: dr Anna Trynda; dr Adam Frankowski**

- 12.00 - 12.15 **K12 Badania markerów degradacji drewna w próbkach kryminalistycznych**  
Anita Pigiel (UwB)
- 12.15 - 12.30 **K13 Ekstrakty z konopi wyzwaniem w opiniowaniu biegłych** Agata Sawicka (UwB)
- 12.30 - 12.45 **K14 Zastosowanie nanocząstek magnetytu w analizach kryminalistycznych**  
Julita Żywno (UwB)
- 12.45-13.00 **K15 Drewno jako materiał popożarowy - wyzwania w identyfikacji pozostałości cieczy łatwopalnych** Natalia Panasiewicz (UwB)
- 13.00 - 13.45 Lunch/ Głosowanie na najlepszy komunikat naukowy
- 13.45 - 14.00 Dyskusja i podsumowanie konferencji oraz wręczenie nagród

## Spis wystąpień ustnych:

- W1 dr hab. Renata Wietecha-Posłuszny, prof. UJ - **Chemia sądowa - ciekawa pasja czy dziedzina naukowa?**
- W2 dr hab. Michał Szeremeta (UMB) - **Alternatywne metody ustalania czasu zgonu w medycynie sądowej**
- W3 mgr Magdalena Grodzka, Izba Administracji Skarbowej w Białymstoku - **Ujawnianie niezgodności. Jak laboratoria Krajowej Administracji Skarbowej wspierają postępowania karne i administracyjne**
- K1 mgr Anna Bonczyk (Wydział Chemii UJ) - **Sensor elektrochemiczny dedykowany do detekcji  $\Delta^9$ -THC: Optymalizacja, parametry elektrochemiczne, walidacja**
- K2 mgr Klaudia Kuźniarska (Wydział Chemii UJ) - **Agoniści receptora GLP-1 jako potencjalny obiekt badań chemii sądowej**
- K3 Ilona Janik (Wydział Chemii UJ) - **Zastosowanie detektora wyładowań koronowych (CAD) jako alternatywnego sposobu oznaczania półsyntetycznych kannabinoidów w produktach z konopi bez wykorzystania wzorców ilościowych**
- K4 Maja Stach (Wydział Chemii UJ) - **Preparaty gryzoniobójcze jako zagrożenie dla zdrowia ludzi: charakterystyka, mechanizm działania oraz analiza toksykologiczna**
- K5 Amelia Prześlak (Wydział Chemii UJ) - **Wyzwania toksykologii pośmiertnej: wpływ procesów balsamowania na wykrywanie i stabilność ksenobiotyków**
- K6 inż. Katarzyna Konstany (Wydział Chemii UJ) - **Zastosowanie rozpuszczalników głęboko eutektycznych w analizie materiału roślinnego**
- K7 Aleksandra Majka (Wydział Chemii UJ) - **Analiza śliny z wykorzystaniem mikrospektroskopii w podczerwieni ( $\mu$ -FTIR) w badaniach sądowych**
- K8 mgr Anna Leśniewska (UwB)- **Oznaczanie wybranych katynonów z wykorzystaniem materiałów kompozytowych zawierających nanocząstki magnetyczne oraz polimery wdrukowane molekularnie**
- K9 Patryk Kuczyński (UwB) - **Wpływ mefedronu na modelowe błony kardiomiocytów**
- K10 Katarzyna Szafrńska (UwB) – **Charakterystyka wydruków z drukarek na potrzeby badań kryminalistycznych**
- K11 Dominika Zdanuczyk (UwB) – **Identyfikacja mikrośladów środków czyszczących i detergentów na różnych powierzchniach**

- K12 *Anita Pigiel (UwB)*-**Badania markerów degradacji drewna w próbkach kryminalistycznych**
- K13 *Agata Sawicka (UwB)*- **Ekstrakty z konopi wyzwaniem w opiniowaniu biegłych**
- K14 *Julita Żywno (UwB)*- **Zastosowanie nanocząstek magnetytu w analizach kryminalistycznych**
- K15 *Natalia Panasiwicz (UwB)*- **Drewno jako materiał popożarowy – wyzwania w identyfikacji pozostałości cieczy łatwopalnych**
- dr Robert Bachliński (CLKP)* - **Kula prawdę ci powie**

#### **Spis wystąpień posterowych:**

- P1 *Zuzanna Chorągwicka* - **Badania fizykochemiczne syntetycznych kannabinoidów - przypadek AM-1248.**
- P2 *mgr Beata Daniszewska* - **Orfiny - nowe syntetyczne opioidy pojawiające się na rynku europejskim. Przewidywanie procesów metabolicznych.**
- P3 *Dominik Gorzkowski* - **Substancje psychoaktywne w materiale roślinnym**
- P4 *Iga Grabowska* - **Modelowanie produktów przemian redoks wybranych racetamów z wykorzystaniem techniki EC-MS**
- P5 *Klaudia Janik* - **Falszowanie preparatów odchudzających**
- P6 *Roksana Kudła* - **Nie tylko w Darknecie – opublikowane metody syntezy narkotyków i nowych substancji psychoaktywnych**
- P7 *Anna Ładak* - **Profilowanie syntetycznych katynonów**
- P8 *Kacper Naumowicz* - **Wpływ kannabinoidów zawartych w produktach spożywczych na właściwości modelowych błon komórkowych**
- P9 *mgr Agnieszka Owerczuk* - **Waporyzatory a błony komórkowe: wpływ koncentratów na liposomy erytrocytarne**
- P10 *Katarzyna Różycka* - **Katynony pod mikroskopem – czy liposomy to klucz do zrozumienia ich toksyczności?**
- P11 *Maria Wszółek* - **Tatuaż: sztuka, trucizna czy ślad dowodowy?**

## Chemia sądowa - ciekawa pasja czy dziedzina naukowa?

Renata Wietecha-Posłuszny

*Uniwersytet Jagielloński, Wydział Chemii, Zakład Chemii Analitycznej, Pracownia Chemii Sądowej  
[renata.wietecha-posluszny@uj.edu.pl](mailto:renata.wietecha-posluszny@uj.edu.pl)*

Sprawy sądowe budzą duże zainteresowanie ogólnospołeczne, także poza środowiskiem ściśle naukowym, wiemy jak interesujące są publikowane materiały z prowadzonych postępowań dowodowych ale też jak ważna jest interpretacja okoliczności zdarzenia oraz chemiczna analiza dowodów rzeczowych przedstawiana przez biegłych sądowych i równych specjalistów. W każdym z nas wówczas rodzi się pasjonujące pytanie: *czy coś, co na ogół jest niewidzialne może stać się wiarygodnym dowodem?* Na to i inne pytania być może odpowie właśnie wiedza z zakresu chemii sądowej.

Chemia sądowa łączy zaawansowaną wiedzę chemiczną z praktycznym wykorzystaniem jej w analizie różnorodnego materiału dowodowego, toksykologii i kryminalistyce. Należy również dodać, że w chemii sądowej liczy się rzetelność naukowa, praktyczne umiejętności laboratoryjne, zdolności analityczne i krytyczne myślenie. Analiza substancji tj. różnych leków i trucizn, badanie włókien, szkła, lakierów, tworzyw sztucznych, pisma i druku, śladów powystrzałowych i powybuchowych, a także złożonych materiałów biologicznych i środowiskowych, począwszy od zabezpieczenia oraz przygotowywania materiału dowodowego do badań, interpretacji wyników, sporządzania dokumentacji - wymaga podejścia interdyscyplinarnego, niejednokrotnie unikatowej i zaawansowanej aparatury. Liczne zespoły badawcze oraz publikacje naukowe z zakresu chemii sądowej dowodzą, że jest to obszar wiedzy niezbędny oraz już bardzo dobrze ugruntowany.

### Literatura:

- [1] Stelmaszczyk, P., Białkowska, K., & Wietecha-Posłuszny, R. (2024). Paper-supported polystyrene membranes for micro-solid phase extraction of date-rape drugs from urine: a sustainable analytical approach. *Analytica Chimica Acta*, 1316, 342874.
- [2] Stelmaszczyk, P., Markiel, E., Sekuła, K., Stanaszek, R., & Wietecha-Posłuszny, R. (2025). Implementation of a miniaturized sensor system using screen-printed carbon electrodes for on-site detection of MDMA in seized drugs. *Forensic Science International*, 112514.
- [3] A. Majda, K. Mrochem, R. Wietecha-Posłuszny, S. Zapotoczny, M. Zawadzki, Fast and efficient analyses of the post-mortem human blood and bone marrow using DI-SPME/LC-TOFMS method for forensic medicine purposes, *Talanta*. 209 (2020)

## Alternatywne metody ustalania czasu zgonu w medycynie sądowej

Michał Szeremeta<sup>1</sup>, Aneta Petelska<sup>2</sup>, Joanna Kotyńska<sup>2</sup>,

Monika Naumowicz<sup>2</sup>, Anna Niemcunowicz-Janica<sup>1</sup>

1. Zakład Medycyny Sądowej Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku

2. Wydział Chemii Uniwersytetu w Białymstoku

[michalszeremeta@gmail.com](mailto:michalszeremeta@gmail.com)

Ustalenie czasu, jaki upłynął od zgonu, jest jedną z podstawowych czynności należących do zadań medyka sądowego obecnego na miejscu ujawnienia zwłok. W czasie prowadzenia oględzin zewnętrznych zwłok czas zgonu ustala się przede wszystkim w oparciu o dynamikę zmian wczesnych znamion śmierci (plamy opadowe, stężenie i oziębienie pośmiertne). Natomiast o ile od zgonu do ujawnienia zwłok upłynął dłuższy okres, do wskazania czasu zgonu przydatna jest ocena późnych znamion śmierci, w tym o charakterze rozkładowym, jak i utrwalającym. Jak pokazuje praktyka sądowo-lekarska, wnioski płynące z pośmiertnej oceny czasu zgonu mogą zależeć od wpływu różnorodnych czynników, w tym przede wszystkim zewnętrznych, takich jak wilgotność i temperatura otoczenia. Stąd też do dnia dzisiejszego, w ocenie czasu zgonu, poza oględzinami sądowo-lekarskimi, próbowano stosować liczne metody alternatywne, takie jak badania chemiczne i biochemiczne, badania molekularne, badania metabolomiczne.

Ograniczenia, które uwidoczniły się podczas praktycznych prób ustalania czasu zgonu przy użyciu różnego materiału oraz różnorodnych metod, wykazały, że w zakresie pośmiertnej diagnostyki sądowo-lekarskiej w pierwszej kolejności należy poszukiwać potencjalnego markera charakteryzującego się stosunkowo dużą strukturalną stabilnością pośmiertną, a także wyjściowo niskim poziomem metabolicznym.

W celu wskazania potencjalnego materiału referencyjnego w badaniach pośmiertnych przeprowadzono serię pomiarów eksperymentalnych, celem określenia zmian właściwości elektrycznych błon komórkowych erytrocytów i płytek krwi w przypadkach zgonów nagłych, w śmiertelnym zatruciu tlenkiem węgla, w śmiertelnej hipotermii, a także w śmiertelnym zatruciu alkoholem etylowym. Ponadto w ramach prac eksperymentalnych przeprowadzono próbę oceny przydatności ludzkich krwinek czerwonych i płytek krwi w ustalaniu czasu zgonu w oparciu o zmiany powierzchniowej gęstości ładunku błon komórkowych.

Podczas realizacji eksperymentu badawczego zmierzono ruchliwość elektroforetyczną ludzkich krwinek czerwonych i płytek krwi, co pozwoliło określić powierzchniową gęstość ładunku błon komórkowych. Natomiast wartości teoretyczne wyznaczono na podstawie modelu matematyczno-fizycznego. Przeprowadzone pomiary wykazały, że powierzchniowa gęstość ładunku jest przydatna w diagnostyce pośmiertnej, a pomiary eksperymentalne odzwierciedlały model teoretyczny obliczony na podstawie wzorów matematycznych. Oznacza to, że zmierzone wartości rzeczywiście odpowiadały zmianom powierzchniowej gęstości ładunku w błonach komórkowych. Tym samym możliwe jest, że zmiany zachodzące po śmierci w błonach komórkowych elementów morfotycznych krwi, odizolowanych od środowiska zewnętrznego, mają

stały przebieg, co może znaleźć zastosowanie w ocenie interwału pośmiertnego w warunkach laboratoryjnych.

Literatura:

- [1] Mojsak Patrycja, Samczuk Paulina, Klimaszewska Paulina, Burdukiewicz Michał, Chilimoniuk Jarosław, Grzesiak Krystyna, Pietrowska Karolina, Ciborowska Justyna, Niemcunowicz-Janica Anna, Krętowski Adam, Ciborowski Michał, Szeremeta Michał Comparative analysis of anticoagulant influence on PMI estimation based on porcine blood metabolomics profile measured using GC-MS. Frontiers in Molecular Biosciences 2025 : 11, 10 pp.
- [2] Szeremeta Michał, Samczuk Paulina, Pietrowska Karolina, Kowalczyk Tomasz, Przesław Katarzyna, Siemińska Julia, Krętowski Adam, Niemcunowicz-Janica Anna, Ciborowski Michał In vitro animal model for estimating the time since death with attention to early postmortem stage. Metabolites2023 : 13, 1, 15 pp
- [3] Szeremeta Michał, Petelska Aneta Dorota, Kotyńska Joanna, Pepiński Witold, Naumowicz Monika, Figaszewski Zbigniew Artur, Niemcunowicz-Janica Anna. Changes in surface charge density of blood cells in fatal accidental hypothermia. Journal of Membrane Biology 2015 : 248, 6, s. 1175-1180
- [4] Szeremeta Michał, Petelska Aneta D., Kotyńska Joanna, Niemcunowicz-Janica Anna, Figaszewski Zbigniew A. The effect of fatal carbon monoxide poisoning on the surface charge of blood cells. Journal of Membrane Biology 2013 : 246, 9, s. 717-722
- [5] Kotyńska Joanna, Petelska Aneta D., Szeremeta Michał, Niemcunowicz-Janica Anna, Figaszewski Zbigniew A. Changes in surface-charge density of blood cells after sudden unexpected death. Journal of Membrane Biology 2012 : 245, 4, s. 185-190

W3

**Ujawnianie niezgodności. Jak laboratoria Krajowej Administracji Skarbowej wspierają postępowania karne i administracyjne.**

Magdalena Grodzka

*Izba Administracji Skarbowej w Białymstoku, Podlaski Urząd Celno-Skarbowy w Białymstoku  
Magdalena.Grodzka2@mf.gov.pl*

Laboratoria Krajowej Administracji Skarbowej wykonują zadania statutowe oraz wspierają inne organy Państwa m. in. poprzez wykonywanie badań próbek towarów. Ich zadaniem jest nie tylko analiza składu towarów w obrocie międzynarodowym, lecz także dostarczanie wiarygodnych wyników badań, które mogą stać się podstawą decyzji administracyjnych, postępowań karnych oraz działań operacyjnych służb. W prezentacji omówiona zostanie rola Laboratoriów KAS jako narzędzi łączących chemię analityczną z praktyką prawną, ze szczególnym uwzględnieniem procesów identyfikacji i klasyfikacji towarów takich jak np. alkohol, paliwa, wyroby tytoniowe czy materiały objęte regulacjami Konwencji Waszyngtońskiej (CITES). Zaprezentowane zostaną przypadki niezgodności stwierdzone w trakcie badań.

## Sensor elektrochemiczny dedykowany do detekcji $\Delta^9$ -THC Optymalizacja, parametry elektrochemiczne, walidacja

Anna Bonczyk<sup>1,2</sup>, Radosław Porada<sup>2</sup>, Renata Wietecha-Posłuszny<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Szkoła Doktorska Nauk Ścisłych i Przyrodniczych, Uniwersytet Jagielloński, Łojasiewicza 11, 30-348 Kraków

<sup>2</sup> Pracownia Chemii Sądowej, Wydział Chemii, Uniwersytet Jagielloński, Gronostajowa 2, 30-387 Kraków

[anna.bonczyk@doctoral.uj.edu.pl](mailto:anna.bonczyk@doctoral.uj.edu.pl)

Według Agencji Unii Europejskiej ds. Narkotyków (ang. *European Union Drug Agency*, EUDA), konopie indyjskie pozostają jednym z najpowszechniej używanych nielegalnych narkotyków w Europie [1]. Ich główną substancją psychoaktywną jest  $\Delta^9$ -tetrahydrokannabinol ( $\Delta^9$ -THC), wśród użytkowników wywołujący efekty takie jak zaburzenia percepcji, funkcji poznawczych i mowy oraz koordynacji ruchowej, nasilenie stanów lękowych, euforia, utrata pamięci krótkotrwałej, a w ciężkich przypadkach psychozy i halucynacji [2]. Pomimo uznania właściwości medycznych powszechnego wyrobu konopnego, marihuany, jej negatywny wpływ na funkcje psychomotoryczne oraz zaburzenia układu nerwowego stanowią poważne zagrożenie dla zdrowia i życia, szczególnie w kontekście bezpieczeństwa ruchu drogowego, jak i kryminalistyki. W związku z tym rośnie zapotrzebowanie na szybkie, proste i przenośne urządzenia pozwalające na jakościowe i ilościowe wykrywanie  $\Delta^9$ -THC w próbkach roślinnych i biologicznych [3]. Współczesne metody analityczne oraz rozwój technologiczny oferują atrakcyjne rozwiązanie tego problemu w postaci połączenia miniaturyzacji, funkcjonalności i zasad Zielonej Chemii Analitycznej w prostym i niedrogim urządzeniu, jakim jest czujnik [4].

Celem badań było opracowanie metody analitycznej dedykowanej do wykrywania i oznaczania  $\Delta^9$ -THC w próbkach roślinnych przy użyciu czujnika elektrochemicznego opartego na wykonanych w laboratorium elektrodach sitodrukowanych (ang. *Screen-Printed Electrodes*, SPEs) z wykorzystaniem impulsowej voltamperometrii różnicowej (ang. *Differential Pulse Voltammetry*, DPV) jako techniki detekcji. Optymalizacja warunków pomiarowych i kluczowych parametrów metody przeprowadzona została przy użyciu podejścia jednoczynnikowego (ang. *One-Variable-At-Time*, OVAT) oraz strategii wieloczynnikowej (ang. *Design of Experiment*, DoE) [5]. Oceniono zachowanie elektrochemiczne  $\Delta^9$ -THC na SPE oraz wykonano walidację opracowanej metody analitycznej. Przedstawiona metodologia charakteryzuje się niską granicą wykrywalności i oznaczalności (odpowiednio 0,09  $\mu\text{M}$  i 0,25  $\mu\text{M}$ ), szerokim zakresem liniowości 0,25 – 75  $\mu\text{M}$  oraz akceptowalnymi poziomami precyzji i dokładności. Wyniki uzyskane dla powtarzalności i odtwarzalności potwierdziły stabilność metody w zmiennych warunkach eksperymentalnych. Opracowana metoda została wykorzystana do pomiarów próbek rzeczywistych, ekstraktów z suszu konopnego, a prezentowane wyniki były zgodne z wynikami uzyskanymi metodą referencyjną. Wykorzystanie czujnika elektrochemicznego do wykrycia i oznaczenia  $\Delta^9$ -THC stanowi szybkie, przenośne i ekonomiczne rozwiązanie dla wstępnego badania przesiewowego w analizach terenowych oraz może służyć jako uzupełnienie dla konwencjonalnych metod laboratoryjnych.

[1] Cannabis – the current situation in Europe (European Drug Report 2025). Available at: [https://www.euda.europa.eu/publications/european-drug-report/2025/cannabis\\_en](https://www.euda.europa.eu/publications/european-drug-report/2025/cannabis_en) (Accessed: 21.04.2026)

[2] Szafłarski M, Sirven JI. *Epilepsy and Behavior* 2017, 70, 280–287.

[3] T. Pholsiri, T., Lomae, A., Pungjunun, K., Vimolmangkang, S., Siangproh, W., Chailapakul, O. *Sensors and Actuators B: Chemical* 2022, 355, 131353.

[4] Yáñez-Sedeño, P., Agüí, L., Campuzano, S., Pingarrón, J.M. *Biosensors* 2019, 9(4), 127.

[5] G. Moro, G. Silvestri, A. Ulrici, A. Conzuelo, F. Zanardi, C. Journal of Solid State Electrochemistry 2024, 28(3), 1403-1415.

## Agoniści receptora GLP-1 jako potencjalny obiekt badań chemii sądowej

Klaudia Kuźniarska<sup>1,2</sup>, Renata Wietecha-Postuszny<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Pracownia Chemii Sądowej, Wydział Chemii, Uniwersytet Jagielloński w Krakowie

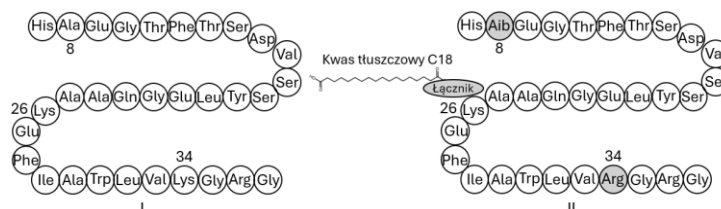
<sup>2</sup>Szkoła Doktorska Nauk Ścisłych i Przyrodniczych, Uniwersytet Jagielloński w Krakowie

[klaudia.kuzniarska@doctoral.uj.edu.pl](mailto:klaudia.kuzniarska@doctoral.uj.edu.pl)

Glukagonopodobny peptyd 1 (GLP-1) jest hormonem inkretynowym pełniącym istotną rolę w regulacji gospodarki węglowodanowej poprzez stymulację wydzielania insuliny oraz hamowanie wydzielania glukagonu. Na podstawie jego budowy i działania opracowano syntetyczne związki (rys. 1) - agonistów receptora GLP-1, takie jak m.in. semaglutyd, występujący w leku *Ozempic* czy tirzepatyd, zawarty w *Mounjaro*, które znajdują zastosowanie w leczeniu cukrzycy typu 2 i otyłości [1]. W literaturze pojawiają się także badania dotyczące możliwości zastosowania w leczeniu uzależnienia od narkotyków i alkoholu [2]. Dynamiczny wzrost ich popularności w ostatnich latach, a także informacje o pojawieniu się na rynku produktów pochodzących z niezweryfikowanych źródeł wskazują, że analogi GLP-1 mogą stać się istotnym obiektem zainteresowania chemii i toksykologii sądowej. Jednakże ich analiza wiąże się z trudnościami wynikającymi z peptydowego charakteru, złożonej struktury, dużej masy cząsteczkowej oraz potencjalnie niskiego stężenia w materiale biologicznym. Ponadto liczba dostępnych procedur analitycznych w tym zakresie jest ograniczona [2], co wskazuje na konieczność opracowania czułych i selektywnych metod niezbędnych dla dalszego rozwoju badań.

Celem badania jest próba opracowania metody oznaczania analogów GLP-1 w materiale biologicznym

z zastosowaniem techniki chromatografii cieczowej sprzężonej ze spektrometrią mas (LC-MS). W początkowym etapie badań skoncentrowano się przede wszystkim na semaglutydzie. Przedstawione zagadnienie wpisuje się w aktualne kierunki badań w obszarze chemii sądowej związane z analizą grup związków o rosnącym znaczeniu w kontekście klinicznym i toksykologicznym.



**Rys. 1** Sekwencja aminokwasowa ludzkiego GLP-1 (I) oraz semaglutylu (II)

[1] O'Keefe, J. H., Franco, W. G., & O'Keefe, E. L. (2025). Anti-consumption agents: Tirzepatide and semaglutide for treating obesity-related diseases and addictions, and improving life expectancy. *Progress in cardiovascular diseases*, 89, 102-112.

[2] Fagiola, M. (2025). Semaglutide and GLP-1 Agonists: Forensic and Medicolegal Implications. *The American Journal of Forensic Medicine and Pathology*, 46(3), 222-228

**Zastosowanie detektora wyładowań koronowych (CAD) jako alternatywnego sposobu oznaczania półsyntetycznych kannabinoidów w produktach z konopi bez wykorzystania wzorców ilościowych**

Ilona Janik<sup>a</sup>, Wioleta Wrzesień-Tokarczyk<sup>b</sup>, Roman Stanaszek<sup>b</sup>, Karolina Masier<sup>b</sup>, Paweł Stelmaszczyk<sup>b</sup>, Dariusz Zuba<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Wydział Chemii, Uniwersytet Jagielloński, ul. Gronostajowa 2, 30-387 Kraków

<sup>b</sup> Instytut Ekspertyz Sądowych, ul. Westerplatte 9, 31-033 Kraków

[ilona.janik@student.uj.edu.pl](mailto:ilona.janik@student.uj.edu.pl)

Dynamiczne tempo pojawiania się półsyntetycznych kannabinoidów powoduje trudności z dostosowywaniem metod instrumentalnych oraz dostępnością certyfikowanych wzorców podczas analiz materiałów pochodzących z nielegalnego rynku narkotykowego. W rozwiązaniu tego problemu można posłużyć się detektorem wyładowań koronowych (CAD). Detektor powinien zapewnić uniwersalną odpowiedź niezależnie od struktury analitów, co umożliwi zastosowanie go w analizach ilościowych nieznanymi substancjami, poprzez wykorzystanie krzywej kalibracyjnej wykonanej dla wybranego związku referencyjnego. Podczas badań przeanalizowano metodą UHPLC-CAD 11 kannabinoidów naturalnych i 20 półsyntetycznych, wyznaczając dla każdego indywidualną krzywą kalibracyjną. Na podstawie nachylenia krzywych obliczono współczynnik D jako procentowe odchylenie odpowiedzi analitu od średniej odpowiedzi dla badanej grupy. Jako związek referencyjny wybrano  $\Delta^9$ -THC, którego odpowiedź była zbliżona do średniej. Krzywą kalibracyjną wyznaczoną dla  $\Delta^9$ -THC wykorzystano do przeliczenia stężeń innych analitów, a wyniki porównano z wynikami opartymi na indywidualnej kalibracji. Uzyskane wartości współczynnika D mieściły się w zakresie od -46% do +21%, co sugeruje wpływ właściwości fizykochemicznych na sygnał detektora. Wyodrębnienie pochodnych octanowych i związków różniących się długością łańcucha bocznego i przeprowadzenie kalibracji dla bardziej jednorodnych strukturalnie grup poprawiło dokładność oznaczeń, a więc odpowiedź CAD nie jest całkowicie niezależna od struktury chemicznej, co wskazuje na przydatność podejścia opartego na kilku związkach referencyjnych.

## Preparaty gryzoniobójcze jako zagrożenie dla zdrowia ludzi: charakterystyka, mechanizm działania oraz analiza toksykologiczna

Maja Stach, Renata Wietecha-Postuszny

*Uniwersytet Jagielloński, Wydział Chemii, Zakład Chemii Analitycznej, Pracownia Chemii Sądowej  
maja.stach@student.uj.edu.pl*

Przeznaczeniem preparatów gryzoniobójczych jest zwalczanie gryzoni, jednocześnie stanowią one poważne zagrożenie dla ludzi i zwierząt domowych. Nieświadome przyjęcie rodentycydów przez dzieci stanowi największy odsetek przypadków zatruc tymi środkami, ale odnotowuje się także przypadki zatruc o charakterze celowym, w tym próby otrucia oraz spożycie w celach samobójczych. Wszystkie okoliczności wymagają znajomości właściwości chemicznych rodentycydów, ich mechanizmu działania oraz odpowiednich procedur analitycznych umożliwiających potwierdzenie ich obecności w materiale biologicznym. Wśród rodentycydów można wyróżnić trucizny o działaniu ostrym oraz chronicznym. Do pierwszej grupy należą m.in. fosforek cynku ( $Zn_3P_2$ ) oraz fosforek glinu (AIP). Do drugiej grupy zalicza się tzw. antykoagulanty I oraz II generacji. Mechanizm działania antykoagulantów polega głównie na blokowaniu cyklu witaminy K, skutkując zaburzeniami procesu krzepnięcia krwi. Objawami sugerującymi zatrucie tymi preparatami są krwawienia, bóle głowy oraz brzucha, a także omdlenia. Niespecyficzność tych objawów wymaga potwierdzenia zatrucia metodami analitycznymi. Najczęściej stosowaną techniką do analiz próbek sądowych na obecność antykoagulantów jest technika wysokosprawnej chromatografii cieczowej (HPLC) połączona z odpowiednimi detektorami, takimi jak: tandemowy spektrometr mas (LC-MS/MS), detektor z matrycą diod (HPLC-DAD), detektor spektrofotometryczny (HPLC-UV) czy spektrometr mas z jonizacją przez elektrorozpylanie (LC-ESI-MS), które to umożliwią rozdzielenie i oznaczenie wszystkich substancji z grupy antykoagulantów. Inną techniką stosowaną do analizy ilościowej antykoagulantów w materiale biologicznym jest GC-MS, jednak z uwagi na konieczność stosowania derywatywacji jest nieco bardziej złożona i kosztowna.

[1] Middleberg, R.A., Homan, J. (2012). Qualitative Identification of Rodenticide Anticoagulants by LC-MS/MS. In: Langman, L., Snozek, C. (eds) LC-MS in Drug Analysis. Methods in Molecular Biology, vol 902. Humana Press, Totowa, NJ. [https://doi.org/10.1007/978-1-61779-934-1\\_12](https://doi.org/10.1007/978-1-61779-934-1_12)

[2] Adamowicz, Piotr & Kala, Maria. (2005). Simple HPLC method for the identification of the most popular rodenticides used in Poland. Problems of Forensic Sciences. 64. 373-381.

[3] Lefebvre, Sébastien & Fourel, Isabelle & Queffélec, Stéphane & Vodovar, Dominique & Megarbane, Bruno & Benoit, Etienne & Siguret, Virginie & Lattard, Virginie. (2017). Poisoning by Anticoagulant Rodenticides in Humans and Animals: Causes and Consequences. 10.5772/intechopen.69955.

## Wyzwania toksykologii pośmiertnej: Wpływ procesów balsamowania na wykrywanie i stabilność ksenobiotyków

Amelia Prześlak, Renata Wietecha-Postuszny

Wydział Chemii Uniwersytetu Jagiellońskiego  
[amelia.przeslak@student.uj.edu.pl](mailto:amelia.przeslak@student.uj.edu.pl)

**Wprowadzenie.** Balsamowanie zwłok, będące powszechną procedurą sanitarną i administracyjną, polega na wprowadzaniu do układu naczyniowego płynów konserwujących, których głównym składnikiem aktywnym jest formaldehyd. Substancja ta jest niezwykle reaktywna chemicznie i łatwo wchodzi w interakcje ze związkami zawierającymi grupy aminowe, co może prowadzić do transformacji obecnych w organizmie ksenobiotyków [1].

**Cel niniejszej pracy.** Przegląd badań dotyczących wpływu balsamowania oraz utrwalania tkanek w formalinie na stabilność leków i trucizn oraz możliwości ich identyfikacji w celach sądowo-lekarskich.

**Przedmiot badań literaturowych.** Analiza objęła wpływ formaldehydu na stabilność i detekcję kluczowych ksenobiotyków, w tym: etanolu (zahamowanie pośmiertnej syntezy endogennej) [2], stymulantów (szybka degradacja MDMA i mefedronu poprzez metylowanie) [3], kokainy (całkowita hydroliza do benzoilokgoniny) [1, 4], a także opiatów (względna stabilność morfiny) [1, 4] oraz benzodiazepin (trwałość zróżnicowana zależnie od pH i struktury) [1, 4].

**Wnioski.** Należy podkreślić, że analiza materiału balsamowanego pozwala na uzyskanie wiarygodnych wyników jakościowych, lecz oznaczenia ilościowe są obarczone błędem i wymagają dużej ostrożności w interpretacji. Za najbardziej wartościowy materiał diagnostyczny uznaje się izolowane płyny ustrojowe, takie jak ciało szkliste gałki ocznej i płyn mózgowo-rdzeniowy, które cechują się najmniejszą podatnością na penetrację konserwantów [2]. Pełna analiza toksykologiczna powinna obejmować nie tylko tkanki, ale również próbki płynu balsamującego lub roztworu formaliny, w którym utrwalano materiał [1].

**Słowa kluczowe:** balsamacja, formaldehyd, toksykologia pośmiertna, stabilność ksenobiotyków, materiał pośmiertny

[1] Nikolaou, P., Papoutsis, I., Dona, A., Spiliopoulou, C., & Athanasis, S. (2013). Toxicological analysis of formalin-fixed or embalmed tissues: A review. *Forensic Science International*, 233(1–3), 312–319.

[2] Tomsia, M., Nowicka, J., & Chełmecka, E. (2022). Pośmiertna detekcja etanolu w zwłokach poddanych balsamacji – badania wstępne. *Annales Academiae Medicae Silesiensis*, 76, 140–146.

[3] Maskell, P. D., Seetohul, L. N., Livingstone, A. C., Cockburn, A. K., Preece, J., & Pounder, D. J. (2013). Stability of 3,4-Methylenedioxyamphetamine (MDMA), 4-Methylmethcathinone (Mephedrone) and 3-Trifluoromethylphenylpiperazine (3-TFMPP) in Formalin Solution. *Journal of Analytical Toxicology*, 37(7), 440–446.

[4] Butzbach, D. M. (2010). The influence of putrefaction and sample storage on post-mortem toxicology results. *Forensic Science, Medicine, and Pathology*, 6(1), 35–45.

[5] Kała, M., & Chudzikiewicz, E. (2003). The influence of post-mortem changes in biological material on interpretation of toxicological analysis results. *Problems of Forensic Sciences*, 54, 32–59.

## Zastosowanie rozpuszczalników głęboko eutektycznych w analizie materiału roślinnego

Katarzyna Konstany, Aneta Woźniakiewicz

*Wydział Chemii, Uniwersytet Jagielloński, ul. Gronostajowa 2, 30-387 Kraków*  
*katarzyna.1.konstany@student.uj.edu.pl*

Głównym celem pracy była ocena możliwości wykorzystania rozpuszczalników głęboko eutektycznych (DES, ang. *Deep Eutectic Solvents*), jako alternatywy dla klasycznych rozpuszczalników organicznych w procesie ekstrakcji wybranych alkaloidów z materiału roślinnego. Badaniom poddano nasiona dwóch matryc: wilca trójbarwnego (*Ipomoea tricolor*), w którym oznaczano alkaloidy ergolinowe (erginę, ergometrynę i lizergol) oraz bielunia dziesięciopalcowego (*Datura stramonium*), będącego źródłem alkaloidów tropanowych (atropiny i skopolaminy). Wybór analitów podyktowany był ich istotnym znaczeniem toksykologicznym, farmakologicznym oraz zmienną zawartością w surowcu roślinnym.

W ramach przeprowadzonych badań przygotowano łącznie 17 mieszanin DES, różniących się składem, stosunkiem molowym składników oraz stopniem uwodnienia. Wykorzystano m.in. glukozę, mentol, chlorek choliny oraz argininę jako akceptory wiązań wodorowych, natomiast jako donory zastosowano kwas mlekowy, kwas octowy, kwas jabłkowy oraz glicerol. Efektywność ekstrakcji wspomaganą ultradźwiękami (UAE, ang. *Ultrasonic-Assisted Extraction*) oraz ekstrakcji ciała stałe-ciecz (SLE, ang. *Solid Liquid Extraction*) przy użyciu DES porównano z klasycznym układem metanol/woda (7:3). Analizę jakościową i ilościową analitów przeprowadzono z wykorzystaniem opracowanej metody wysokosprawnej chromatografii cieczowej sprzężonej z tandemową spektrometrią mas (LC-QQQ-MS, ang. *Liquid Chromatography - Triple Quadrupole Mass Spectrometry*).

Uzyskane wyniki wykazały, że wybrane rozpuszczalniki eutektyczne charakteryzują się wyższą wydajnością ekstrakcji w porównaniu do tradycyjnych mieszanin rozpuszczalników. Zastosowanie DES wpisuje się w zasady zielonej chemii analitycznej, pozwalając na ograniczenie zużycia toksycznych odczynników przy zachowaniu wysokiej precyzji i wiarygodności oznaczania związków o znaczeniu biologicznym.

## **Analiza śladów śliny z wykorzystaniem mikrospektroskopii w podczerwieni ( $\mu$ -FTIR) w badaniach sądowych**

Aleksandra Majka, Paweł Sroga, Renata Wietecha-Postuszny

*Pracownia Chemii Sądowej, Wydział Chemii, Uniwersytet Jagielloński w Krakowie  
[aleksandra.2.majka@student.uj.edu.pl](mailto:aleksandra.2.majka@student.uj.edu.pl)*

Ślady śliny powszechnie występują na miejscu zdarzenia, a jej wyjątkowość wynika z faktu, że jest bezbarwna, co sprawia, że sprawcy rzadziej podejmują kroki w celu jej usunięcia niż w przypadku innych materiałów biologicznych wyróżniających się kolorem np. krwi.

Celem mojej pracy była analiza płynu z jamy ustnej, z wykorzystaniem mikrospektroskopii w podczerwieni. Badania obejmowały ocenę wpływu różnych czynników na właściwości i strukturę śliny, takich jak czas suszenia, temperatura oraz obecność substancji obcych. Zaobserwowano możliwość wykrywania zmian strukturalnych wywołanych zarówno działaniem podwyższonej temperatury, jak i obecnością ksenobiotyków. W szczególności skupiono się na witaminie C, gdzie różnice widmowe są wyraźne w zakresach  $3500\text{ cm}^{-1} - 2850\text{ cm}^{-1}$  oraz  $1750\text{ cm}^{-1} - 1000\text{ cm}^{-1}$ . Ponadto widma różnią się również intensywnością, szerokością, kształtem i rozmieszczeniem pasm, co dodatkowo podkreśla ich odmienny charakter. W przypadku próbek śliny suszonych w temperaturze  $50^{\circ}\text{C}$  obserwuje się pojawienie nowych dodatkowych pasm, które nie są widoczne dla niższych temperatur. Dotyczy to pasm w zakresie  $924\text{ cm}^{-1}$ , przypisanego do kwasów nukleinowych,  $1120\text{ cm}^{-1}$  związanego z węglowodanami oraz  $1743\text{ cm}^{-1}$ , charakterystycznego dla estrów, wskazujących na obecność lipidów. Istotnym wnioskiem z przeprowadzonych badań również jest fakt, że widma dla przedziałów czasowych suszenia od 0 minut do 5 tygodni są stabilne i nie zachodzą w nich modyfikacje, zarówno na wcześniejszym jak i późniejszym etapie suszenia. Świadczy to o tym, że ślina będąca materiałem dowodowym, może zachować swoje właściwości, pomimo czasu upływającego od zabezpieczenia, co podnosi jej wartość dowodową oraz wiarygodność w porównaniu z innymi, mniej trwałymi materiałami biologicznymi. Stwierdzono możliwość różnicowania osobniczego na podstawie profilu spektralnego śliny, potwierdzając jej potencjał identyfikacyjny i analityczny.

Otrzymane wyniki dowodzą, że spektroskopia w podczerwieni oraz analiza PCA w badaniach śliny znajdują zastosowanie oraz wskazują na wysoką przydatność tego materiału w analizach sądowych.

## Oznaczanie wybranych katynonów z wykorzystaniem materiałów kompozytowych zawierających nanocząstki magnetyczne oraz polimery wdrukowane molekularnie

Anna Leśniewska<sup>1</sup>, Anna Trynda,<sup>2</sup> Krzysztof Noworyta<sup>3</sup>, Krzysztof Winkler<sup>2</sup>, Emilia Grądzka<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Wydział Chemii, Szkoła Doktorska, Uniwersytet w Białymstoku, ul. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok*

<sup>2</sup>*Wydział Chemii, Uniwersytet w Białymstoku, ul. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok*

<sup>3</sup>*Instytut Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk w Warszawie, ul. Kasprzaka 44/52, 01-224 Warszawa*  
[a.lesniewska@uwb.edu.pl](mailto:a.lesniewska@uwb.edu.pl)

Czarny rynek narkotykowy jest szeroko rozwinięty. Stale ulega przemianom, gdyż reaguje na zmiany ekonomiczne, gospodarcze czy polityczne. W ostatnich latach w Polsce odnotowano rosnące zainteresowanie pochodnymi katynonów, takimi jak: mefedron, kiefedron czy klofedron. Mefedron nazywany jest „kokainą dla ubogich” i jest szczególnie popularny wśród nastolatków [1]. Z doniesień medialnych oraz raportów CBŚP wynika, że ilość zlikwidowanych nielegalnych laboratoriów zajmujących się produkcją tej substancji stale rośnie. Jednak walka z takimi laboratoriami jest trudna, ponieważ łatwy dostęp do prekursorów, ich niski koszt oraz brak potrzeby użycia specjalistycznej aparatury budzą duże zainteresowanie wśród przestępców [2]. Pojawia się więc potrzeba dostarczania służbom nowych narzędzi do wykrywania nielegalnych substancji nie tylko w płynach ustrojowych ale również w środowisku otaczającym miejsca nielegalnej produkcji (powietrze, ścieki itp.) substancji psychoaktywnych.

Do badania płynów ustrojowych wykorzystywane są metody bioanalityczne. W tego rodzaju czujnikach bardzo często stosuje się elektrody modyfikowane. Jednym z bardzo czułych i selektywnych rodzajów modyfikacji są cienkie warstwy polimerów wdrukowanych molekularnie (MIP-ów) osadzonych na elektrodzie [3]. Głównym celem badań jest stworzenie materiałów kompozytowych składających się z nanocząstek magnetytu ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) oraz MIP-ów. Nanocząstki  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  zostaną wykorzystane jako rusztowanie do osadzania polimerów wdrukowanych molekularnie na elektrodzie magnetycznej oraz będą zapewniały większą trwałość materiału kompozytowego osadzonego na powierzchni elektrody.

[1] <https://fakty.tvn24.pl/fakty-po-poludniu/coraz-wiecej-dzieci-zazywa-kokaine-dla-ubogich-st8376607> [dostęp 19.04.2026]

[2] <https://cbsp.policja.pl/cbs/do-pobrania/raporty-z-dzialalnosci/9890,Raporty-z-dzialalnosci.html> [dostęp 17.04.2026]

[3] Jyoti, C. Gonzato, T. Zołek, D. Maciejewska, A. Kutner, F. Merlier, K. Haupt, P. S. Sharma, K. R. Noworyta, W. Kutner, *Biosensors and Bioelectronics* 2021, 193, 113542.

## **Wpływ mefedronu na modelowe błony kardiomiocytów**

Patryk Kuczyński, Katarzyna Karwowska, Anna Trynda, Aneta Petelska

*Wydział Chemii, Uniwersytet w Białymstoku, ul. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok  
[patrykkuczyńskixd1@gmail.com](mailto:patrykkuczyńskixd1@gmail.com)*

W ciągu ostatniej dekady syntetyczne katynony, w tym mefedron (4-MMC), stały się popularnymi nowymi substancjami psychoaktywnymi (NPS), które stanowią poważne zagrożenie dla życia użytkowników. Jednym z najpoważniejszych skutków ubocznych ich zażywania są powikłania ze strony układu sercowo-naczyniowego, takie jak nadciśnienie tętnicze, zaburzenia rytmu serca, w tym tachykardia, a nawet nagłe zgony spowodowane zawałem serca. Mimo licznych doniesień klinicznych, komórkowe mechanizmy leżące u podstaw kardiotoxyczności tych związków nie zostały jeszcze w pełni poznane. Większość dotychczasowych badań skupiała się na neurotoksyczności, co pozostawiło lukę w wiedzy dotyczącą bezpośredniego oddziaływania tych substancji na podstawowe komórki mięśnia sercowego – kardiomiocyty. Głównym celem niniejszych badań jest ocena i zrozumienie bezpośredniego wpływu mefedronu na właściwości fizykochemiczne modelowych błon kardiomiocytów (sarkolemy) w warunkach *in vitro*. Stan fizykochemiczny sarkolemy ma krytyczne znaczenie dla prawidłowego funkcjonowania serca, ponieważ to w niej osadzone są kanały jonowe (m.in. wapniowe, sodowe, potasowe), które warunkują sprzężenie elektromechaniczne i odpowiadają za cykl skurczu i rozkurczu włókien mięśniowych. Obecność substancji takich jak mefedron w środowisku komórki stwarza ryzyko wnikania tych cząsteczek w płynną dwuwarstwę lipidową błony. Każde zaburzenie płynności sarkolemy wywołane przez substancje lipofilowe może również prowadzić do zdestabilizowania gospodarki wapniowej. W konsekwencji tego zjawiska komórki mogą doświadczać silnego stresu, który niezależnie od ogólnoustrojowej aktywacji układu współczulnego może indukować uszkodzenia, stres oksydacyjny lub prowadzić do apoptozy kardiomiocytów. Szczegółowe zrozumienie patomechanizmu uszkodzeń błon kardiomiocytów na poziomie komórkowym jest kluczowe dla rozwoju toksykologii sądowej oraz klinicznej.

## **Charakterystyka wydruków z drukarek na potrzeby badań kryminalistycznych**

Katarzyna Szafrńska

Wydział Chemii Uniwersytetu w Białymstoku

[kasia.szafranska1210@gmail.com](mailto:kasia.szafranska1210@gmail.com)

Fałszowanie dokumentów to przestępstwo polegające na nielegalnej zmianie, usunięciu lub uzupełnieniu treści w celu oszukania, wyrządzenia szkody prawnej lub wyłudzenia korzyści majątkowych. W związku z tym, charakterystyka dokumentów jest w kręgu zainteresowania kryminalistyki. Głównym celem kryminalistycznych badań dokumentów jest dostarczenie informacji na temat historii i pochodzenia dokumentu odpowiednim organom ścigania. W niniejszej pracy przedstawiono zastosowanie analitycznych technik badawczych takich jak mikroskopia optyczna, skaningowa mikroskopia elektronowa (SEM), spektroskopia w podczerwieni (IR) oraz spektroskopia Ramana do analizy autentyczności druku (dokumentów).

Mikroskopia optyczna została wykorzystana do wstępnej oceny powierzchni papieru oraz rodzajów druku. Za pomocą skaningowej mikroskopii elektronowej przeprowadzono analizę powierzchni materiału badawczego (mikroanaliza włókien papieru i druku). Techniki spektroskopowe (FTIR oraz Raman) umożliwiły porównanie składów chemicznych tuszy i atramentów drukarskich, które zostały użyte do sporządzenia dokumentów. Zastosowanie tych metod umożliwiło wszechstronną identyfikację fałszowanych dokumentów poprzez ujawnienie zmian zarówno mikroskopowych, jak i składu chemicznego druków.

## **Identyfikacja mikrośladów środków czyszczących i detergentów na różnych powierzchniach.**

Dominika Zdanuczyk

*Wydział Chemii Uniwersytetu w Białymstoku*  
*dominika.zdanuczyk@gmail.com*

Identyfikacja mikrośladów środków czyszczących i detergentów na powierzchniach ma istotne znaczenie w analizie kryminalistycznej. Substancje te mogą być wykorzystywane do usuwania śladów biologicznych i daktyloskopijnych, stanowić potencjalną przyczynę zatrucia oraz być wykorzystywane w działaniach o charakterze przestępczym. Z tego powodu ich specyfikacja może dostarczać istotnych informacji w toku postępowania dowodowego. Celem pracy była ocena możliwości wykrywania i identyfikacji pozostałości detergentów z wykorzystaniem technik mikroskopowych oraz spektroskopowych. Badaniom poddano mikroślady naniesione na powierzchnie szkła, metalu, ceramiki oraz materiałów drewnopodobnych. Mikroskopia umożliwiła ocenę morfologii śladów oraz obserwację zmian powierzchni powstałych pod wpływem działania badanych środków. Techniki spektroskopowe FTIR i Ramana wykorzystano do uzyskania widm badanych pozostałości środków czyszczących. Pozwoliło to na analizę charakteru chemicznego badanych związków oraz ocenę przydatności tych technik do ich różnicowania i identyfikacji. Uzyskane wyniki wskazują, że połączenie metod mikroskopowych i spektroskopowych umożliwia skuteczną, nieniszczącą analizę mikrośladów detergentów nawet w bardzo małych ilościach.

## **Badania markerów degradacji drewna w próbkach kryminalistycznych**

Anita Pigiel<sup>1</sup>, Marta Hryniewicka<sup>1</sup>, Jeannette Jacqueline Lucejko<sup>2</sup>, Barbara Leśniewska<sup>1</sup>

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

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

[ap82171@student.uwb.edu.pl](mailto:ap82171@student.uwb.edu.pl)

Drewno jest naturalnym materiałem biologicznym pochodzenia roślinnego, które charakteryzuje się złożoną, hierarchiczną strukturą oraz zróżnicowanym składem chemicznym. Ze względu na swoją powszechność ma szerokie zastosowanie w wielu dziedzinach życia np. w budownictwie, przemyśle meblarskim. Jednocześnie może pełnić rolę materiału dowodowego w badaniach kryminalistycznych. Szczególne znaczenie ma to w sprawach związanych z pożarami i podpaleniami, gdzie drewno często stanowi zarówno element konstrukcyjny obiektów, jak i potencjalne źródło materiału palnego.

Celem pracy jest charakterystyka chemiczna materiału drzewnego o różnym stopniu przeobrażenia termicznego (drewno świeże, półzwęglone i zwęglone), co umożliwi identyfikację i różnicowanie takiego materiału oraz jego pozostałości po spaleniu w kontekście badań kryminalistycznych. Analizie poddano próbki drewna iglastego (sosna) i liściastego (dąb). Badania koncentrowały się na określeniu składu substancji ekstrahowalnych, profilu związków lotnych oraz identyfikacji produktów degradacji ligniny, takich jak gwajakol, syringol, eugenol czy wanilina, stanowiących charakterystyczne markery chemiczne. W pracy zastosowano komplementarne techniki analityczne: wysokosprawną chromatografię ciekłą z detektorem fluorescencyjnym (HPLC-FLD), chromatografię gazową sprzężoną ze spektrometrią mas (GC-MS), mikroekstrakcję do fazy stałej połączoną z chromatografią gazową i spektrometrią mas (SPME-GC-MS), pirolityczną chromatografię gazową sprzężoną ze spektrometrią mas (Py-GC-MS) oraz analizę wydzielających się gazów sprzężoną ze spektrometrią mas (EGA-MS).

Uzyskane wyniki wykazały istotne zróżnicowanie składu chemicznego badanych próbek, zależne zarówno od typu drewna, jak i warunków termicznych. Stwierdzono, że profil markerów degradacji ligniny umożliwia skuteczne różnicowanie drewna iglastego i liściastego w próbkach świeżych i częściowo zwęglonych. Wykazano również, że analiza substancji ekstrahowalnych i związków lotnych dostarcza dodatkowych informacji diagnostycznych, szczególnie w przypadku materiałów poddanych działaniu wysokiej temperatury. Analiza markerów degradacji drewna jest istotna w kontekście badania próbek kryminalistycznych, materiałoznawczych oraz autentyczności obiektów drewnianych.

## **Ekstrakty z konopi wyzwaniem w opiniowaniu biegłych**

Agata Sawicka

*Wydział Chemii Uniwersytetu w Białymstoku*

[agata.sawicka@onet.eu](mailto:agata.sawicka@onet.eu)

Dynamiczny rozwój rynku produktów konopnych sprawia, że wciąż przybywa nowych wyrobów otrzymywanych z tej rośliny. Jednym z nich, stosunkowo nowym, są ekstrakty z różnych odmian konopi siewnych, które są również przedmiotem analiz w laboratoriach kryminalistycznych. W przeciwieństwie do surowca roślinnego, dla którego polskie ustawodawstwo precyzyjnie definiuje dopuszczalny limit zawartości THC na poziomie 0,3% w przeliczeniu na suchą masę, w przypadku ekstraktów i wyciągów konopnych brakuje jasno sprecyzowanych progów. Proces ekstrakcji prowadzi do naturalnego zatężenia kannabinoidów, co sprawia, że nawet produkty pochodzące z legalnych upraw mogą przekraczać limity THC przewidziane dla roślin. Celem niniejszego referatu jest przedstawienie trudności interpretacyjnych w opiniowaniu biegłych, dotyczących między innymi odróżniania ekstraktów z legalnych konopi włóknistych od ekstraktów z konopi indyjskich. Zaprezentowane zostaną zawartości wybranych kannabinoidów w ekstraktach uzyskanych z różnych odmian konopi włóknistych oraz dostępnych handlowo suszy reklamowanych jako legalne oraz możliwości kwalifikowania ich w kontekście obowiązującej Ustawy o przeciwdziałaniu narkomanii. W świetle uzyskanych wyników omówiona będzie potrzeba jasnego uregulowania prawnego dopuszczalnych stężeń kannabinoidów w ekstraktach, co pozwoliłoby na jednoznaczną ocenę materiału dowodowego przez biegłych wydających opinie w tym zakresie.

## Zastosowanie nanocząstek magnetytu w analizach kryminalistycznych

Julita Żywno, Katarzyna Mielech-Łukasiewicz, Beata Kalska-Szostko

*Uniwersytet w Białymstoku, Wydział Chemii, Katedra Chemii Analitycznej i Nieorganicznej  
[jz91487@student.uwb.edu.pl](mailto:jz91487@student.uwb.edu.pl)*

Współczesna toksykologia sądowa czy analiza śladów środowiskowych poszukuje szybszych, tańszych i bardziej mobilnych metod detekcji toksycznych metali ciężkich i związków organicznych. Mogą one stanowić kluczowy materiał dowodowy m.in. w badaniach pozostałości powystrzałowych (GSR) czy w sprawach dotyczących nielegalnych zrzutów odpadów. Zastosowanie metod woltamperometrycznych stanowi obiecującą alternatywę do laboratoryjnych analiz stacjonarnych, oferując możliwość prowadzenia wstępnych badań toksykologicznych bezpośrednio na miejscu zdarzenia. Coraz częściej do analiz elektrochemicznych stosowany jest magnetyt o rozmiarach nanometrycznych jako obiecujący modyfikator elektrod ze względu na swoje unikalne właściwości, niski koszt produkcji, łatwość przygotowania, nietoksyczność czy doskonałą zdolność adsorpcji.  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  wykorzystywany jest do oznaczania jonów metali ciężkich takich jak  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$  oraz do oznaczania związków organicznych np. dopaminy, bisfenolu A.

W pracy wykorzystano nanostrukturalny magnetyt ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) stabilizowany surfaktantami, pod kątem zastosowania w chemii kryminalistycznej. Przeprowadzono badania metodą woltamperometrii cyklicznej (CV) modelowego układu żelazocyjanków, zawierającego jonu  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$  i  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$  rozpuszczone w 0,1 mol/L chlorku potasu. Zbadano wpływ różnych surfaktantów na odpowiedź elektrochemiczną, wykorzystując surfaktanty kwasowe (tj. kwas oleinowy, kwas stearynowy, kwas laurynowy, kwas palmitynowy) oraz surfaktanty aminowe (tj. amina oleinowa, trietyloamina, dioktyloamina, trioktyloamina).

## **Drewno jako materiał popożarowy – wyzwania w identyfikacji pozostałości cieczy łatwopalnych**

Natalia Panasiewicz

*Wydział Chemii, Uniwersytet w Białymstoku,  
ul. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok  
e-mail: [natalkapan02@gmail.com](mailto:natalkapan02@gmail.com)*

Przedmiotem wystąpienia jest problematyka identyfikacji pozostałości cieczy łatwopalnych w specyficznym i wysoce zróżnicowanym materiale popożarowym, jakim jest drewno. W trakcie spalania ulega ono procesowi pirolizy, a ze względu na swoją złożoną strukturę wytwarza szereg lotnych związków chemicznych. Substancje te, dodatkowo wzbogacone o produkty termicznego rozkładu klejów lub lakierów obecnych w kompozytach, tworzą skomplikowane tło analityczne. W związku z czym mogą one maskować, bądź zakłócać ślady analizowanych substancji.

W ramach przeprowadzonych badań symulowano warunki rzeczywistego pożaru dla ośmiu rodzajów drewna i materiałów drewnopochodnych. W celu wyizolowania analitów z matrycy próbki, zastosowano dwie techniki badawcze: ekstrakcję rozpuszczalnikiem oraz mikroekstrakcję do fazy stałej (SPME). Analizę przeprowadzono przy użyciu techniki chromatografii gazowej z detektorem płomieniowo-jonizacyjnym (GC-FID). Uzyskane wyniki dowodzą, że drewno stanowi niezwykle złożoną matrycę dowodową. Sama struktura różnych rodzajów drewna, jak i czynniki zewnętrzne wpływają na możliwość identyfikacji pozostałości cieczy łatwopalnych w tym materiale popożarowym.

## **Kula prawdę ci powie**

Robert Bachliński

*Centralne Laboratorium Kryminalistyczne Policji, Al. Ujazdowskie 7, 00-583 Warszawa  
[robert.bachlinski@policja.gov.pl](mailto:robert.bachlinski@policja.gov.pl)*

Omówiony zostanie przypadek wydania opinii kryminalistycznej związanej z kradzieżą dokonaną w garażu samochodowym w miejscowości T. w Polsce południowej. Do badań chemicznych pozyskano drobinki substancji o wyglądzie gleby, wyizolowane ze śladu zabezpieczonego na powierzchni folii do mikrośladów w trakcie oględzin warsztatu samochodowego, z glebą pobraną z nadesłanych do badań podeszw butów podejrzanego. W Centralnym Laboratorium Kryminalistycznym Policji w Warszawie zastosowano badania typowe dla badań mikrośladów i gleb – badania mikroskopowe oraz badania drobin metodą skaningowej mikroskopii elektronowej z dyspersją energii (SEM/EDX). Podsumowując badania mikroskopowe można było stwierdzić niewielkie podobieństwo pomiędzy drobinami pozyskanymi w trakcie oględzin warsztatu samochodowego a próbką gleby pochodzącą z podeszw butów pod względem wielkości ziaren oraz ich cech optycznych. Dopiero badania metodą SEM/EDX i odkrycie w obydwu próbkach w składzie mineralnym mikrodrobin odmiany sferycznej tlenku żelaza (FeO) jako składnika obcego, antropogenicznego, czyli nie powstałego w sposób naturalny, pozwoliły na sformułowanie wniosku, że buty zabezpieczone w trakcie śledztwa mogły mieć kontakt z powierzchnią warsztatu samochodowego w T. skąd pobrano próbkę do badań kryminalistycznych.

## BADANIA FIZYKOCHEMICZNE SYNTETYCZNYCH KANNABINOIDÓW – PRZYPADK AM-1248

Zuzanna Chorągwicka,<sup>1</sup> Michał A. Dobrowolski<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> *Centrum Nauk Sądowych, Uniwersytet Warszawski*

<sup>2</sup> *Wydział Chemii, Uniwersytet Warszawski*  
[z.choraqwick@student.uw.edu.pl](mailto:z.choraqwick@student.uw.edu.pl)

W 2024 r. kraje europejskie zidentyfikowały 20 nowych kannabinoidów, z czego 18 było kannabinoidami półsyntetycznymi, co stanowiło ponad 40% nowych substancji zgłoszonych po raz pierwszy do europejskiego systemu wczesnego ostrzegania w tamtym roku.

Pomimo oznak znacznego spadku dostępności syntetycznych kannabinoidów w 2023 r. substancje te nadal stanowią zagrożenie dla zdrowia publicznego. Mają one często bardzo dużą siłę działania i niosą ze sobą ryzyko zatrucia [1].

Celem badań było określenie struktury AM-1248 za pomocą dyfrakcji promieniowania rentgenowskiego na monokryształach, porównanie z danymi uzyskanymi metodami proszkowymi oraz wskazanie różnic. Materiał do badań uzyskano dzięki uprzejmości Centralnego Laboratorium Kryminalistycznego Policji w Warszawie. Eksperymenty wykonano w Wydziałowym Laboratorium Zaawansowanej Inżynierii Kryształów im. Jana Chochrańskiego w Centrum Nauk Biologiczno-Chemicznych Uniwersytetu Warszawskiego. Przeprowadzono krystalizację próbki AM-1248 z etanolu i kryształy zbadano za pomocą dyfrakcji promieniowania rentgenowskiego. Zawartość próbki potwierdzono eksperymentem na materiale proszkowym.

Wykazano, iż w badana próbka AM-1248 jest chlorowodorkiem. Związek krystalizuje jako dihydrat. Wskazano różnice w dyfraktogramach: wygenerowanym z danych monokryształicznych i proszkowym.

[1] European Union Drugs Agency. (2025). *New psychoactive substances – the current situation in Europe (European Drug Report 2025)*. [https://www.euda.europa.eu/publications/european-drug-report/2025/new-psychoactive-substances\\_en](https://www.euda.europa.eu/publications/european-drug-report/2025/new-psychoactive-substances_en)

## **Orfiny – nowe syntetyczne opioidy pojawiające się na rynku europejskim. Przewidywanie procesów metabolicznych**

M. Popławska, B. Daniszewska, A. Błażewicz

*Zakład Leków Sfałszowanych i Wyrobów Medycznych, Narodowy Instytut Leków, Warszawa*  
*[b.daniszevska@nil.gov.pl](mailto:b.daniszevska@nil.gov.pl)*

Do niedawna wśród nowych substancji psychoaktywnych (NPS) grupę syntetycznych opioidów reprezentowały pochodne fentanylu, tzw. U-związki, benzimidazole lub piperazyny. W 2019 roku po raz pierwszy wykryto i zgłoszono do systemu wczesnego ostrzegania Biura Narodów Zjednoczonych ds. Narkotyków i Przystępczości (UNODC) brorfinę. Chociaż została ona objęta międzynarodową kontrolą trzy lata później, od 2024 roku na rynkach europejskich i amerykańskich zaczęły pojawiać się nowe analogi brorfiny. Ta nowo wyłaniająca się klasa związków, ogólnie określana jako „orfiny”, to agoniści receptora  $\mu$ -opiodowego, które mają siłę działania większą niż morfina i porównywalną lub nieznacznie mniejszą niż fentanyl. Strukturalnie mają one wspólny rdzeń, zazwyczaj piperydynylobenzimidazolony, podstawiony różnymi podstawnikami, często zawierającymi atomy halogenowe. Do 25 lutego 2026 roku jedenaście analogów orfin zostało zgłoszonych do systemu wczesnego ostrzegania UNODC przez 14 krajów. Pierwszym analogiem orfiny wykrytym w Europie była cychlorofina znaleziona w proszku, skonfiskowanym przez szwedzką policję w 2024 roku. Ze względu na wysoką siłę działania i mechanizm działania podobny do opioidów, orfiny niewątpliwie stanowią zagrożenie dla zdrowia publicznego. W Ameryce Północnej brorfinę potwierdzono w ponad 100 autentycznych próbkach toksykologicznych, zazwyczaj w połączeniu z innymi opioidami lub benzodiazepinami. W przypadku cyklochlofiny i spirochlofiny odnotowano przypadki zarówno przedawkowania bez skutku śmiertelnego, jak i zatrucia śmiertelne.

Z uwagi na ograniczone dane farmakologiczne i toksykologiczne dotyczące związków orfinopodobnych, przeprowadzono symulację biotransformacji metabolicznej *in silico* dla czterech najczęściej identyfikowanych orfin: cychlorofiny, spirochlofiny, SR-17018 i chlofiny. Następnie dla wygenerowanych metabolitów przygotowano listę teoretycznych wzorów chemicznych i wartości  $m/z$ , pozwalających na opracowanie metody LC-HRMS/MS, umożliwiającej wykrycie potencjalnego zatrucia związanego z orfinami w badaniach przesiewowych próbek biologicznych.

Podziękowania: Niniejsze badania zostały w całości sfinansowane przez Narodowe Centrum Nauki (numer grantu: 2020/39/D/NZ7/03091).

## Substancje psychoaktywne w materiale roślinnym

Dominik Gorzkowski, Aneta Woźniakiewicz

*Wydział Chemii, Uniwersytet Jagielloński, ul. Gronostajowa 2, 30-387 Kraków*  
[dominik.gorzkowski@student.uj.edu.pl](mailto:dominik.gorzkowski@student.uj.edu.pl)

Praca przedstawia przegląd wybranych roślin zawierających naturalne substancje psychoaktywne oraz ich wpływ na organizm człowieka. Omówiono charakterystykę związków biologicznie czynnych występujących w materiale roślinnym, ze szczególnym uwzględnieniem gałki muskatowej (*Myristica fragrans*), wilca (*Ipomoea L.*) oraz bielunia (*Datura L.*). Przedstawiono główne grupy substancji odpowiedzialnych za działanie psychoaktywne, w tym fenylpropanoidy, alkaloidy indolowe oraz alkaloidy tropanowe, a także ich właściwości farmakologiczne. Scharakteryzowano mechanizmy oddziaływania tych związków na ośrodkowy układ nerwowy, uwzględniając ich wpływ na układy neuroprzekątnikowe oraz różnice wynikające z odmiennej farmakokinetyki i powinowactwa receptorowego. Opisano typowe efekty fizjologiczne i psychiczne obserwowane po spożyciu, podkreślając jednocześnie wąski zakres bezpieczeństwa wielu naturalnych substancji psychoaktywnych.

Szczególną uwagę poświęcono zagadnieniom toksyczności oraz potencjalnym zagrożeniom zdrowotnym, takim jak zaburzenia świadomości, działania neurotoksyczne oraz skutki ogólnoustrojowe, które mogą występować nawet przy stosunkowo niewielkich dawkach.

Praca ma na celu syntetyczne ujęcie aktualnej wiedzy na temat substancji psychoaktywnych pochodzenia roślinnego, zwrócenie uwagi na ich złożone działanie oraz podkreślenie znaczenia świadomej oceny ryzyka związanego z kontaktem z tego typu związkami.

## MODELOWANIE PRODUKTÓW PRZEMIAN REDOKS WYBRANYCH RACETAMÓW Z WYKORZYSTANIEM TECHNIKI EC-MS

Iga Grabowska, Remigiusz Bąchor

*Uniwersytet Wrocławski, Wydział Chemii*

*igagrabowska1313@gmail.com*

Racetamy są grupą syntetycznych związków nootropowych o wspólnym szkielecie 2-okso-1-pirolidynowym, wykazujących aktywność biologiczną związaną m.in. z modulacją neuroprzebieżności [1]. Ze względu na dostępność, możliwe użycie pozamedyczne oraz nie w pełni poznany profil przemian stanowią istotny obiekt badań analitycznych i toksykologiczno-sądowych. Celem pracy jest określenie możliwości modelowania produktów przemian redoks wybranych racetamów z wykorzystaniem elektrochemii sprzężonej ze spektrometrią mas (EC-MS). Technika ta umożliwi kontrolowane generowanie produktów utleniania lub redukcji, imitując warunki przemian metabolicznych fazy I, oraz ich bezpośrednią detekcję, dlatego może wspierać wstępne przewidywanie potencjalnych przemian metabolicznych fazy I [2].

Badania prowadzone są dla wybranych przedstawicieli racetamów, z użyciem różnych materiałów elektrodowych, w tym elektrody platynowej oraz elektrody z diamentu domieszkowanego borem, przy zmiennych warunkach potencjału i środowiska reakcji. Wstępne wyniki wskazują, że profil produktów zależy zarówno od struktury związku, jak i od warunków elektrochemicznych. Obserwowane sygnały sugerują możliwość powstawania produktów hydroksylacji, hydrolizy lub otwarcia pierścienia, przy czym bardziej rozbudowane strukturalnie pochodne wykazują większą podatność na przemiany oksydacyjne. Dalsze badania obejmą rozszerzenie grupy analizowanych związków oraz potwierdzenie proponowanych struktur z wykorzystaniem eksperymentów MS/MS.

**Słowa kluczowe:** racetamy, EC-MS, spektrometria mas, przemiany redoks, toksykologia sądowa

### Literatura

- [1] F. Gualtieri, C. Ghelardini, M.N. Romanelli, D. Manetti, *Curr. Pharm. Des.*, 2002, 8, 125–138.
- [2] A.G. Malykh, M.R. Sadaie, *Drugs*, 2010, 70, 287–312.
- [3] K. Sahu et al., *Eur. J. Med. Chem.*, 2013, 65, 94–101.

## Falszowanie preparatów odchudzających

Klaudia Janik P, Klaudia Kuźniarska, Renata Wietecha-Posłuszny

*Uniwersytet Jagielloński*  
[k1.janik@student.uj.edu.pl](mailto:k1.janik@student.uj.edu.pl)

Otyłość stanowi jedno z najpoważniejszych wyzwań zdrowotnych XXI wieku i jest jednym z czynników rozwoju wielu chorób.<sup>1</sup> Rosnące zapotrzebowanie na skuteczne metody terapii przyczyniło się do zwiększonego wykorzystania preparatów zawierających semaglutyd, a tym samym pojawienia się na rynku jego sfalszowanych odpowiedników. Dostępne są one bez recepty w aptekach internetowych – około 42% z nich działa nielegalnie.<sup>2</sup> Najczęściej podrabianym lekiem jest *Ozempic*. Falszywe preparaty różnią się od autentycznych m.in. numerem seryjnym, jakością etykiet oraz sterylnością igieł.<sup>3,4</sup> Analizy z wykorzystaniem techniki LC-MS wykazały obecność semaglutylidu w falszowych preparatach, jednak o niższej czystości i wyższej jego zawartości.<sup>2,5</sup> Ponadto zidentyfikowano domieszki substancji takich jak m.in. sybutramina, kofeina i pseudoefedryna.<sup>6</sup> Stosowanie falszowych preparatów wiąże się z ryzykiem niepożądanych efektów ubocznych i zakażeń, co stanowi zagrożenie dla zdrowia publicznego i podkreśla konieczność działań kontrolnych oraz zwiększania świadomości publicznej.

[1] Sirwan Khalid Ahmed, Ribwar Arsalan Mohammed *Obesity: Prevalence, causes, consequences, management, preventive strategies and future research directions* Metabolism Open Volume 27, **2025/September**

[2] PAmir Reza Ashraf, PharmD; Tim K. Mackey, MAS, PhD; János Schmidt *Safety and Risk Assessment of No-Prescription Online Semaglutide Purchases* JAMA Netw Open **2024/August 2**

[3] *FDA warns consumers not to use counterfeit Ozempic (semaglutide) found in U.S. drug supply chain* **2025/May 12**

[4] Medical Product Alert N°2/2024: Falsified OZEMPIC (semaglutide) Falsified OZEMPIC (semaglutide) identified in the WHO Regions of Americas and Europe **2024/June 19**

[5] Alanazi S. *Recent Advances in Liquid Chromatography-Mass Spectrometry (LC-MS) Applications in Biological and Applied Sciences*. Anal Sci Adv. **2025/June 27**

[6] Khazan M, Hedayati M, Kobarfard F, Askari S, Azizi F. *Identification and determination of synthetic pharmaceuticals as adulterants in eight common herbal weight loss supplements*. Iran Red Crescent Med J. **2014/March 16**

[7] *Counterfeit weight loss products claiming to contain GLP-1* Australian Government Department of Health, Disability and Ageing Therapeutic Goods Administration **2026/March 2**

## Nie tylko w Darknecie – opublikowane metody syntezy narkotyków i nowych substancji psychoaktywnych

Roksana Kudła, Michał Woźniakiewicz

Pracownia Chemii Sądowej, Zakład Chemii Analitycznej, Wydział Chemii, Uniwersytet Jagielloński

[roksana.kudla@student.uj.edu.pl](mailto:roksana.kudla@student.uj.edu.pl)

Współcześnie, zastanawiając się nad metodami syntezy oraz otrzymywania narkotyków, bądź nowych substancji psychoaktywnych, poszukiwania rozpoczyna się od przeszukania zasobów internetowych. Jak się okazuje, Internet wraz ze swym tajemniczym kuzynem – Darknetem – jest jednym z najszybszych, jak i najprostszych sposobów na uzyskanie informacji o kompletnym procesie otrzymywania substancji psychoaktywnych.

Warto zauważyć, że duża część przepisów oraz wskazówek krążących w sieci, dotyczących syntezy substancji psychoaktywnych, pochodzi z działalności nielegalnych laboratoriów. Jednocześnie, wiele z tych procedur zostało opisanych w recenzowanych pracach naukowych i opublikowanych w renomowanych czasopismach. W efekcie czego wiedza tworzona z myślą o postępie nauki zostaje szeroko wykorzystywana przez osoby niezwiązane ze środowiskiem naukowym.

W niniejszej pracy dokonano przeglądu literatury prezentującej metody syntezy i otrzymywania narkotyków oraz nowych substancji psychoaktywnych. Uwagę poświęcono między innymi metodzie syntezy MDMA, pozwalającej na uzyskanie produktu o wysokiej czystości, odpowiedniej dla potrzeb farmaceutycznych<sup>[1]</sup>, a także opublikowanej w ostatnim czasie metody ekstrakcji N,N-dimetylotryptaminy (DMT) z rośliny *Mimosa tenuiflora*<sup>[2]</sup>. Przegląd literatury rozszerzono także o prace z zakresu syntezy nowych substancji psychoaktywnych, w tym metkatynonu z leków zawierających efedrynę lub pseudoefedrynę<sup>[3]</sup> oraz mefedronu (4-metylometkatynon)<sup>[4]</sup>.

[1] Nair, Jay B., Linda Hakes, Berra Yazar-Klosinski, i Kathryn Paisner. „Fully Validated, Multi-Kilogram cGMP Synthesis of MDMA”. *ACS Omega* 7, nr 1 (2022): 900–907. <https://doi.org/10.1021/acsomega.1c05520>.

[2] Oliveira, Lucas Cordeiro de, Taynah Pereira Galdino, Marcelo da Silva Pedro, et al. „Extraction and Characterization of N,N-Dimethyltryptamine from *Mimosa tenuiflora*: A Multivariate Approach”. *ACS Omega* 10, nr 38 (2025): 44475–88. <https://doi.org/10.1021/acsomega.5c06560>.

[3] Zuba, D. „Medicines Containing Ephedrine and Pseudoephedrine as a Source of Methcathinone”. *Problems of Forensic Sciences* 71 (2007): 323–33. [https://arch.ies.gov.pl/images/PDF/2007/vol\\_71/71\\_zuba.pdf](https://arch.ies.gov.pl/images/PDF/2007/vol_71/71_zuba.pdf)

[4] Santali, Eman Y., Anna-Karina Cadogan, Niamh Nic Daeid, Kathleen A. Savage, i Oliver B. Sutcliffe. „Synthesis, full chemical characterisation and development of validated methods for the quantification of (±)-4'-methylmethcathinone (mephedrone): A new “legal high””. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* 56, nr 2 (2011): 246–55. <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2011.05.022>.

## Profilowanie syntetycznych katynonów

Anna Ładak<sup>1</sup>, Alicja Kluczyk<sup>1</sup>, Robert Bachliński<sup>2</sup>, Sylwester Mazurek<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Uniwersytet Wrocławski, Wydział Chemii, ul. F. Joliot-Curie 14, 50-383 Wrocław; (AŁ)  
330630@uwr.edu.pl*

<sup>2</sup> *Centralne Laboratorium Kryminalistyczne Policji, al. Ujazdowskie 7, 00-583 Warszawa*

W 2025 roku na terenie Polski Policja zabezpieczyła 44,3 tony syntetycznych narkotyków oraz zlikwidowała 84 nielegalne laboratoria. Istotnym zjawiskiem w zakresie przestępczości narkotykowej jest wzrastająca popularność syntetycznych substancji z grupy katynonów, takich jak 4-metylometakatynon (mefedron) oraz 4-chlorometkatynon (klefedron) [1]. Wymienione syntetyczne katynony są pochodnymi katynonu, który jest naturalnym alkaloidem występującym w czuwalicze jadalnej (*Catha edulis*) [2]. Monitorowanie ośrodków produkcji i dystrybucji narkotyków możliwe jest m.in. dzięki ich profilowaniu, które polega na porównaniu próbek np. amfetaminy czy mefedronu poprzez określenie ich składu chemicznego zanieczyszczeń posyntezyzowanych. Umożliwia to ustalenie relacji między nimi i określenia np. czy próbki pochodzą z tego samego źródła nielegalnej produkcji [3]. Jedną z metod używanych w profilowaniu narkotyków jest chromatografia gazowa sprzężona ze spektrometrią mas (GC-MS). Otrzymane wyniki poddaje się analizie chemometrycznej i statystycznej w celu ustalenia podobieństwa lub różnorodności próbek [4].

[1] <https://policja.pl/pol/aktualnosci/271951,Zwalczanie-przestepczosci-kryminalnej.html> [dostęp 18.04.2026 rok].

[2] Kurpet K., Chwatko G., *Nowe substancje psychoaktywne katynon i jego pochodne*, Wiadomości Chemiczne 73 (2019), s. 461-489.

[3] Teresiński G. (red.), *Medycyna sądowa Tom 2*, PZWL Wydawnictwo Lekarskie, Warszawa 2020.

[4] Czyż A., Pawlak K., Waraksa E., Bieńkowski T., *Comprehensive Profiling of Illicit Amphetamines Seized in Poland: Insights from Gas Chromatography - Mass Spectrometry and Chemometric Analysis*, Molecules 30 (2025), s. 1-22.

## **Wpływ kannabinoidów zawartych w produktach spożywczych na właściwości modelowych błon komórkowych**

**Kacper Michał Naumowicz**, Joanna Kotyńska, Monika Naumowicz

*Uniwersytet w Białymstoku, Wydział Chemii  
[kacpern132@gmail.com](mailto:kacpern132@gmail.com)*

W latach 60. XX wieku Raphael Mechoulam, uznawany za ojca badań nad konopiami indyjskimi, jako pierwszy określił chemiczną strukturę kannabidiolu (CBD) i 9-tetrahydrokannabinolu (THC) - związków chemicznych znanych obecnie na całym świecie m.in. ze względu na ich zastosowanie w medycynie [1].

Pomimo tego, że oddziaływanie kannabinoidów na organizm człowieka zostało dobrze poznane i szeroko opisane w literaturze, obserwuje się stałą ewolucję sposobów ich konsumpcji. Tradycyjne palenie suszu konopnego ustępuje miejsca alternatywom, potencjalnie mniej szkodliwym dla układu oddechowego, takim jak waporyzacja, olejki, kremy, a także produkty spożywcze, w tym wyroby cukiernicze, np. pączki [2].

W związku z brakiem wyczerpujących badań dotyczących oddziaływania kannabinoidów zawartych w produktach spożywczych na struktury biologiczne, za cel niniejszej pracy obrano analizę składu pączków z dodatkiem konopi oraz ocenę ich wpływu na modelowe błony komórkowe – liposomy odzwierciedlające lipidowy skład erytrocytów.

Analiza jakościowa i ilościowa badanych próbek została przeprowadzona z wykorzystaniem chromatografii gazowej sprzężonej ze spektrometrią mas (GC-MS). Następnie przygotowano liposomy - grupę kontrolną zawierającą fosfolipidy, cholesterol i sfingomielinę (w stosunku wagowym 1;1;1) oraz próbki badawcze, do których wprowadzono ekstrakt z pączków zawierających mieszaninę kannabinoidów.

Wpływ obecnych w produkcie substancji na potencjał zeta liposomów analizowano w funkcji zmiennego pH. Obserwowana różnica potencjału zeta między analizowanymi próbkami a grupą kontrolną wskazuje na wpływ składników pączków na strukturę dwuwarstwy lipidowej, co może prowadzić do zmian właściwości elektrokinetycznych oraz funkcjonalnych błon komórkowych.

[1] Crippa J.A.S, Guimarães F.S., Zuardi A.W, Hallak J.E.C. Dr. Raphael Mechoulam, cannabis and cannabinoids research pioneer (November 5, 1930–March 9, 2023) and his legacy for Brazilian pharmacology. *Braz J Psychiatry*. 2023 Jun 8;45(3):201–2.

[2] <https://www.tophemp.pl/marihuana-medyczna/metody-przyjmowania-mm> (Data dostępu: 09.04.2026)

## Waporyzatory a błony komórkowe: wpływ koncentratów na liposomy erytrocytarne

**Agnieszka Owerczuk**<sup>1,2</sup>, Joanna Kotyńska<sup>2</sup>, Monika Naumowicz<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Uniwersytet w Białymstoku, Szkoła Doktorska*

<sup>2</sup> *Uniwersytet w Białymstoku, Wydział Chemii*

*[a.owerczuk@uwb.edu.pl](mailto:a.owerczuk@uwb.edu.pl)*

W ostatnich latach waporyzatory cieszą się rosnącą popularnością. Oprócz produktów zawierających nikotynę, na rynku dostępne są również preparaty zawierające substancje psychoaktywne, w tym kannabinoidy, takie jak HHC,  $\Delta 8$ -THC oraz  $\Delta 9$ -THC. Związki te mogą wywoływać szereg efektów psychoaktywnych, m.in. stany lękowe, zaburzenia koordynacji ruchowej czy objawy paranoidalne [1]. Pomimo rosnącego zainteresowania ich stosowaniem, wpływ tych substancji na struktury biologiczne pozostaje wciąż niedostatecznie poznany [2].

Celem pracy było zbadanie oddziaływania koncentratów z waporyzatorów na modelowe błony komórkowe w postaci liposomów odwzorowujących skład lipidowy erytrocytów.

W ramach badań formowano liposomy zawierające fosfolipidy, cholesterol oraz sfingomielinę w stosunku wagowym 1:1:1, odwzorowujące skład błony erytrocytarnej. Układy te stanowiły grupę kontrolną. Do pozostałych próbek, na etapie formowania liposomów, wprowadzano koncentrat pochodzący z waporyzatora, zawierający substancje psychoaktywne z grupy kannabinoidów w różnych stężeniach. Badania przeprowadzono w warunkach zróżnicowanego pH, analizując wpływ dodanego preparatu na potencjał zeta liposomów. Dodatkowo wykonano analizę składu koncentratu z wykorzystaniem metody GC-MS, umożliwiającej jakościową charakterystykę obecnych związków psychoaktywnych.

Uzyskane wyniki wskazują na istotne zmiany potencjału zeta w próbkach zawierających koncentrat z waporyzatora w porównaniu do układów kontrolnych, co może świadczyć o jego oddziaływaniu z powierzchnią liposomów. Różnice te sugerują wpływ badanych substancji na właściwości elektrokinetyczne oraz integralność błon lipidowych.

Zaobserwowane efekty mogą wskazywać na zaburzenie organizacji dwuwarstwy lipidowej, co potencjalnie przekłada się na zmiany funkcjonalne błon komórkowych, w szczególności erytrocytów.

[1] Volkow N.D., Baler R.D., Compton W.M., Weiss S.R.B. Adverse health effects of marijuana use. *N. Engl. J. Med.* 2014, 370, 2219-2227.

[2] Giroud C., de Cesare M., Berthet A., Varlet V., Concha-Lozano N., Favrat B. E-cigarettes: a review of new trends in cannabis use. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2015, 12, 9988–10008.

## KATYNONY POD MIKROSKOPEM – CZY LIPOSOMY TO KLUCZ DO ZROZUMIENIA ICH TOKSYCZNOŚCI?

Katarzyna Różycka, Joanna Kotyńska, Monika Naumowicz

*Uniwersytet w Białymstoku, Wydział Chemii,  
Katedra Chemii Fizycznej, Pracownia Bioelektrochemii,  
ul. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok  
[k.-rozycka@wp.pl](mailto:k.-rozycka@wp.pl)*

Katynony są zaliczane do tzw. nowych substancji psychoaktywnych, których działanie jest zbliżone

do powszechnie znanych narkotyków. Katynon uzyskiwany jest w sposób syntetyczny lub naturalny z młodych liści i pędów czuwaliczki jadalnej (łac. *Catha edulis*). Substancja ta jest określana jako „naturalna amfetamina”, ponieważ wykazuje podobieństwo struktury chemicznej oraz zbliżone efekty behawioralne do amfetaminy [1].

Badanie oddziaływań z błonami biologicznymi jest niezbędnym procesem do określenia toksyczności związków psychoaktywnych dla organizmu człowieka. Większość tego typu analiz opiera się na interpretacji interakcji substancji aktywnej z lipidowymi modelami błonowymi – liposomami – ze względu na wysoką złożoność błon naturalnych.

W ramach pracy analizowano wpływ stężenia katynonu na potencjał elektrokinetyczny dwuwarstwy modelującej błonę erytrocytów. Liposomy o składzie fosfatydylocholina:sfingomielina:cholesterol (1:1:1) otrzymane metodą hydratacji cienkowarstwowej i poddane sonikacji. Substancję psychoaktywną wprowadzano na etapie formowania układów. Pomiaru ruchliwości elektroforetycznej wykonano za pomocą aparatu Zetasizer Nano ZS w funkcji pH (0,9% NaCl), wyznaczając potencjał elektrokinetyczny oraz punkt izoelektryczny.

Badania dowiodły, że analizowany związek moduluje parametry fizykochemiczne i stabilność modelowych błon. Wykazana korelacja między stężeniem substancji psychoaktywnej a zmianami w strukturze dwuwarstwy jest kluczowa dla zrozumienia mechanizmów jej transportu i toksyczności komórkowej. Wyniki te mają istotne znaczenie dla toksykologii sądowej, pozwalając na lepszą ocenę oddziaływań katynonów na organizm człowieka oraz opracowanie nowych narzędzi analitycznych w badaniach nad mechanizmami odurzenia.

[1] Gabryel B. (2023) Neurotoksyczność syntetycznych katynonów. *Postępy Biochemii*, 69(3), 170-177.

## Tatuaż: sztuka, trucizna czy ślad dowodowy?

Maria Wszolek, Małgorzata Król

*Uniwersytet Jagielloński, Wydział Chemii, Zespół Analiz Sądowych i Klinicznych*  
[maria.wszolek@student.uj.edu.pl](mailto:maria.wszolek@student.uj.edu.pl)

Jedną z najbardziej rozpowszechnionych form modyfikacji ciała są tatuaże, których popularność w ostatnich latach systematycznie wzrasta. Pomimo rosnącego zainteresowania tą formą ekspresji, nadal pojawiają się liczne pytania dotyczące bezpieczeństwa stosowania tuszów oraz wpływu obecnych w nich związków chemicznych na organizm. Jednocześnie tatuaże stanowią obiekt zainteresowania chemii sądowej, oferując potencjalne możliwości wykorzystania tatuaży w analizie kryminalistycznej.

Celem pracy jest przedstawienie tatuażu jako zjawiska wieloaspektowego z jednej strony jako formy sztuki i ekspresji artystycznej, z drugiej jako potencjalnego źródła narażenia na substancje szkodliwe, a także jako materiału o znaczeniu dowodowym.

Chęć wykorzystania tuszu zachęca do poznania jego składu. Skład chemiczny tuszów do tatuażu obejmuje m.in. metale ciężkie, wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA) oraz aminy aromatyczne. Doniesienia literaturowe wskazują, że w tuszach mogą być obecne substancje toksyczne [1], niezależnie od wprowadzonych regulacji prawnych. Istotnym zagadnieniem są również procesy degradacji barwników, zachodzące pod wpływem promieniowania UV lub procesów metabolicznych, które mogą prowadzić do powstawania związków o wysokiej toksyczności, takich jak aminy aromatyczne lub cyjanowodór.

W pracy podkreślono także rolę tatuażu jako nośnika informacji o charakterze dowodowym. Indywidualny charakter wzorów, ich lokalizacja na ciele oraz skład chemiczny stosowanych tuszów mogą dostarczać istotnych danych przy identyfikacji osób lub rekonstrukcji przebiegu zdarzeń.

Przegląd literaturowy wskazuje, że tatuaż, choć postrzegany głównie jako forma ekspresji artystycznej, stanowi złożone zagadnienie badawcze, obejmujące elementy chemii, toksykologii oraz kryminalistyki, co podkreśla potrzebę dalszych badań oraz podejścia interdyscyplinarnego [2].

[1] Schreiber, I., et al. Synchrotron-based X-ray fluorescence mapping and  $\mu$ -FTIR microscopy enable to look into the fate and effects of tattoo pigments in human skin. *Scientific Reports* 7(1) (2017) 11395. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-11721-z>.

[2] Caplan, R.M., Tattoos and tattoo inks: Forensic considerations. *Forensic Science International* 269 (2016) 1–5. <https://wires.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/wfs2.1360>.