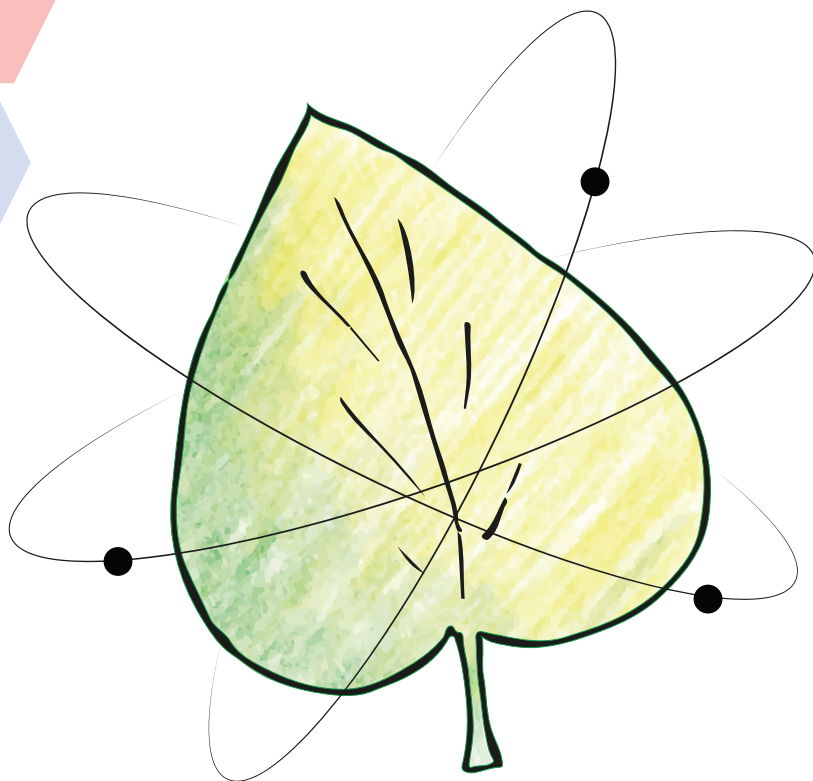


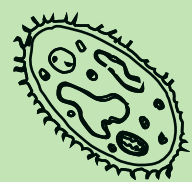
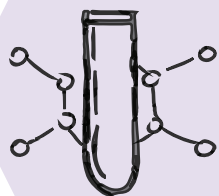
IX Interdyscyplinarna Akademicka Konferencja Ochrony Środowiska



IAKOŚ 2026

23-25. września

Politechnika Gdańska



Książka streszczeń

IX Interdyscyplinarna Akademicka
Konferencja Ochrony Środowiska

Gdańsk, 23-25 września 2026 r.

**Wydawca**

Anna Kuczyńska-Łażewska

Projekt okładki

Anna Kuczyńska-Łażewska

Redakcja, skład i korekta

Anna Grzegórska

ISBN: 978-83-947159-7-7

Nakład: 150 szt.

© 2026 Uczestnicy IX Interdyscyplinarnej Akademickiej Konferencji Ochrony Środowiska. Prawa autorskie należą do autorów odpowiednich abstraktów i to oni ponoszą wyłączną odpowiedzialność za zawartą w nich treść.

Spis treści

Podziękowania.....	7
O Konferencji.....	8
Komitet Naukowy i Organizacyjny	9
Komunikaty ustne.....	10
Conductive HHTP-Based MOF Thin Films as High-Performance Electrocatalysts for Ammonia Oxidation Reaction Ayaz Ahmad	11
Nanocząstki srebra stabilizowane w matrycach biopolimerowych jako nowoczesny materiał o właściwościach przeciwbakteryjnych Julia Bielicka	12
Ocena efektywności usuwania zanieczyszczeń organicznych i biogennych w roślinnych systemach filtracyjnych modyfikowanych biowęglem z pomiotu kurzego Karolina Bukowska	13
UP-S! – Upcycling odpadów biologicznych do węglowych nano- i mikromateriałów do elektrochemicznego wykrywania farmaceutyków w wodzie i ściekach Amelia Czerwińska.....	14
Ciężki metal, lekka detekcja: innowacyjne elektrody jonoselektywne do wykrywania ołowiu w badaniach środowiskowych Martyna Drużyńska	15
Zastosowanie agro-odpadów jako funkcjonalnych bionapełniaczy w kompozycjach polimerowych Aleksandra Drzazga	16
NiB-Modified NiCu Electrocatalyst for High-Performance Ammonia Oxidation in Alkaline Media Afaq Hassan	17
Synteza nanocząstek TiO ₂ i ZnO i charakterystyka ich właściwości Miłosz Jakim.....	18
Pokrywanie ceramicznej struktury filtracyjnej cząstkami o właściwościach fotokatalitycznych Zuzanna Kupniewska	19
Popiół z biomasy alg jako źródło reaktywnych składników w popiołach ze spalania osadów ściekowych Anna Kaczmarzyk	20
Zielona analityka w badaniach metabolizmu leków: EC/MS wobec modeli biologicznych w świetle metryk AGREE i GAPI Dominik Kołek, Agata Lewandowska.....	21
Rola zieleni miejskiej w kształtowaniu jakości powietrza na tle morfologii zabudowy: wytyczne projektowe dla kampusu uczelni Bartosz Łaniosz, Karolina Ruśniak, Mateusz Kraszewski.....	22
Wpływ jakości diety na kondycję fizjologiczną, ekspresję genów stresu i efektywność konwersji pokarmowej u larw mącznika młynarka (<i>Tenebrio molitor</i>) eksponowanych na polistyren Samantha Makrocka, Karolina Kowalska, Aleksander Izdebski	23
Optymalizacja procesu produkcji biodegradowalnego oraz przeciwdrobnoustrojowego filtra do wody na bazie celulozy bakteryjnej modyfikowanej chitozanem, cz. 1 Alina Zwolińska.....	24
Analiza właściwości fizykochemicznych oraz właściwości przeciwdrobnoustrojowych filtrów na bazie celulozy bakteryjnej modyfikowanych chitozanem cz.2 Martyna Mielniczuk	25
Ocena biodegradowalnych i antybakteryjnych filtrów do wody na bazie celulozy bakteryjnej w warunkach rzeczywistych cz. 3 Julia Łuczak.....	26

Riding the Plastic Wave: A multi-output in silico framework for predicting organic pollutant adsorption on microplastics	
<i>Kinga Nimz</i>	27
Ocena potencjału adaptacyjnego roślin <i>Dianthus superbus</i> L. pozyskanych metodami <i>in vitro</i> w kontekście odbudowy naturalnych populacji	
<i>Lidia Pluta, Małgorzata Mroczek, Jakub Krawczyk</i>	28
Wytwarzanie i charakterystyka porowatych struktur filtracyjnych na bazie tlenku cyrkonu metodą <i>slipcastingu</i>	
<i>Kamil Pruchniak</i>	29
Evaluation of Granule-Based Biopreparations for Enhancing Cereal Grain Germination	
<i>Patrycja Rowińska</i>	30
Potencjał inwazyjny łubinu trwałego (<i>Lupinus polyphyllus</i>) – mechanizmy ekspansji i wpływ na rodzimą bioróżnorodność ekosystemów otwartych	
<i>Karol Sarnecki</i>	31
Olejki eteryczne jako ekologiczna alternatywa dla środków ochrony roślin w zwalczaniu <i>Geotrichum candidum</i>	
<i>Klaudia Strus</i>	32
Zastosowanie markerów cpSSR do oceny różnorodności genetycznej wybranych gatunków z rodzaju pierwiosnek (<i>Primula sp.</i>) w kontekście ochrony siedlisk	
<i>Gabriela Sulkowska</i>	33
Wydajność i ekonomia membranowej separacji azotu z powietrza	
<i>Michalina Miller</i>	34
Synteza i charakterystyka nanohydroksypatytu jako nośnika doksorubicyny w terapii przeciwnowotworowej	
<i>Lena Szustak</i>	36
Kontrolowane uwalnianie nanocząstek srebra (AgNPs) z hydrożeli pochodzenia naturalnego	
<i>Karolina Rojek</i>	37
Plasti-trail: Bakterie w podróży	
<i>Kinga Przychodna, Karolina Skonieczna, Oliwia Reglińska</i>	38
Fiordy Zachodniego Spitsbergenu z pokładu r/v „Oceania” – badania, obserwacje i wrażenia z rejsu AREX 2026	
<i>Magdalena Murawa</i>	39
Ocena jakości wód strefy przybrzeżnej Zalewu Wiślanego i wybranych dopływów w latach 2023–2026	
<i>Dawid Lisewicz, Ekaterina Bochkova, Piotr Klinkosz</i>	40
PolarGeoQuest: interdyscyplinarne badania jezior proglacialnych równiny Kaffiøyra podczas III Wyprawy Polarnej Studentów Politechniki Gdańskiej na Spitsbergen	
<i>Natalia Dudzińska, Cezary Strugliński, Dominika Krawczyk</i>	41
Plakaty naukowe	42
Synthesis and Characterization of Photoactive Si-Based Materials for Treatment of Emergent Contaminants	
<i>Adugna Ayu</i>	43
Electrochemical Metabolism Simulation–Mass Spectrometry: A Green Approach to Explore Environmental Contaminant Transformations	
<i>Jakub Dąbrowski, Natalia Glińska, Marta Chyła</i>	44
Pomiary terenowe naturalnego promieniowania tła na przykładzie małego miasta	
<i>Michał Frajtag</i>	45
NiCu-based metal-organic framework thin films (SURMOFs) for ammonia oxidation reactions (AOR)	
<i>Santosh Kumar</i>	46
Noble-metal-free MoB/g-C ₃ N ₄ photocatalysts for solar-driven H ₂ O ₂ production	
<i>Dahar Janwari</i>	47

Ocena różnych metod ekstrakcji farmaceutyków i ich metabolitów z próbek wód Wisły <i>Martyna Kaliszewska</i>	48
Analiza zawartości ^{210}Po i izotopów uranu w składnikach środowiska poeksploatacyjnego w Sudetach <i>Klaudia Lanczewska-Bejenka</i>	49
Biomateriały polimerowe modyfikowane odpadami z przemysłu kawowego <i>Weronika Łupińska</i>	50
Wpływ jakości diety na kondycję fizjologiczną, ekspresję genów stresu i efektywność konwersji pokarmowej u larw mącznika młynarka (<i>Tenebrio molitor</i>) eksponowanych na polistyren <i>Samantha Makrocka, Karolina Kowalska, Aleksander Izdebski</i>	51
Ocena super-rozdzielczości Sentinel-2 w detekcji linii brzegowej z wykorzystaniem danych LiDAR jako benchmarku geometrycznego <i>Dawid Megger, Dagmara Jurzynek</i>	52
From Fragments to Fighters: Combinatorial Design of Antibacterial Candidates Against Drug-Resistant Salmonella <i>Kinga Nimz</i>	53
Regionalna mapa korozyjności - Opracowanie mapy korozyjności atmosfery terenów Miasta Gdańska w celu optymalizacji zabezpieczeń przeciwkorozyjnych konstrukcji <i>Kacper Protasiewicz, Filip Puciński, Kinga Kamińska, Agata Lipke</i>	54
Głębia Trójmiejskich Lasów – małe zagłębienia, wielki wpływ <i>Anastazja Mastylak</i>	55
Funkcjonalne i zrównoważone opakowania w przemyśle farmaceutycznym <i>Ada Miłek</i>	56
Analiza zawartości ^{210}Po w mleku modyfikowanym dla dzieci <i>Emilia Modrzyńska</i>	57
Recykling bezpośredni zużytego tlenu litowo-niklowo-manganowo-kobaltowego - wpływ obróbki wstępnej i metody relitacji na właściwości elektrochemiczne <i>Jakub Olszewski</i>	58
Optymalizacja procesu regeneracji topnika <i>Michalina Ossowska</i>	59
Effect of the purification method on the antioxidant potential of poultry feather keratin hydrolysates <i>Łukasz Myszk</i>	60
Autonomiczny rój jednostek pływających do oczyszczania wód z zakwitów sinic i zanieczyszczeń ropopochodnych <i>Sebastian Parzych</i>	61
Wytwarzanie i charakterystyka porowatych struktur filtracyjnych na bazie kaolinu metodą slipcastingu <i>Jędrzej Wałęga</i>	62
Upcykling grafitu ze zużytych ogniw litowo-jonowych z wykorzystaniem zasad zielonej chemii <i>Inga Werecka</i>	63
Ocena obecności nowo pojawiających się zanieczyszczeń w wodach powierzchniowych z terenu województwa pomorskiego <i>Wiktoria Wójcik</i>	64
Wpływ mieszanin bisfenolu A i jego alternatyw na wybranych przedstawicieli organizmów wodnych <i>Daria Wróbel</i>	65
Wielosezonowa analiza jakości wód powierzchniowych na terenie Nadmorskiego Parku Krajobrazowego w latach 2020–2026 <i>Filip Zinkowski</i>	66
Alginian jako biodegradowalna alternatywa dla ścierniw stosowanych w przemyśle kosmetycznym <i>Wiktoria Żelazny, Sara Piechula</i>	67
A Low-Cost Programmable Platform for Automated Plasma Surface Modification <i>Krzysztof Wojno</i>	68

From Leaves to Nanostructures: Anodized Ti-Based Coatings on Bio-Derived Scaffolds	
<i>Jakub Szarmach</i>	69
Kompleksowa ocena środowiskowa kosmetyków w kostce: redukcja śladu wodnego, węglowego i odpadów opakowaniowych	
<i>Lena Orzechowska, Aleksandra Symko</i>	70

Podziękowania

Interdyscyplinarna Akademicka Konferencja Ochrony Środowiska IAKOŚ, która odbywa się już po raz dziewiąty, od lat stanowi miejsce spotkań młodych naukowców pragnących dzielić się swoimi spostrzeżeniami, badaniami, i pasją do nauki. Tegoroczna edycja nie mogłaby się odbyć bez zaangażowania i pracy wielu osób oraz instytucji, którym pragniemy serdecznie podziękować.

Przede wszystkim dziękujemy wszystkim członkom kół naukowych i organizacji studenckich, których wspólny wysiłek od miesięcy kształtował to wydarzenie. To dzięki Waszemu zaangażowaniu, pomysłowości i poświęconemu czasowi konferencja mogła nabrać ostatecznego kształtu.

Wyrazy wdzięczności kierujemy również do naszych partnerów i sponsorów, bez których wsparcia realizacja tego przedsięwzięcia nie byłaby możliwa. Dziękujemy za zaufanie, jakim nas Państwo obdarzyli, oraz za wiarę w wartość inicjatyw tworzonych przez młodych naukowców.

Szczególne podziękowania składamy władzom Politechniki Gdańskiej za nieustające wsparcie merytoryczne i organizacyjne, a także za stworzenie przestrzeni, w której zarówno studenci naszej uczelni, jak i przyjezdni goście mogą rozwijać swoje zainteresowania badawcze i wymieniać się doświadczeniem.

Na koniec i przede wszystkim, dziękujemy Wam, drodzy Uczestnicy. To Wasza obecność, pomysły, i badania są sercem tej konferencji. Wierzimy, że zaprezentowane podczas IX edycji konferencji IAKOŚ wyniki prac znajdą swoje miejsce nie tylko na kartach tej książki, lecz również w praktycznych rozwiązaniach na rzecz ochrony środowiska.

Dziękujemy Państwu za wspólnie spędzony czas i już dziś zapraszamy do udziału w kolejnej, jubileuszowej edycji konferencji za rok.

O Konferencji

Interdyscyplinarna Akademicka Konferencja Ochrony Środowiska, zapoczątkowana przez koła naukowe Politechniki Gdańskiej, w tym roku odbywa się już po raz dziewiąty, na stałe wpisując się w kalendarz wydarzeń, na które warto przyjechać do Gdańska. Ta edycja konferencji jest wyjątkowa, po raz pierwszy jest ona organizowana wspólnie przez trzy uczelnie – Politechnikę Gdańską, Uniwersytet Gdański oraz Gdański Uniwersytet Medyczny, rozwijając tym samym założenia Związku Uczelni Fahrenheita (FarU) i wzmacniając międzyuczelnianą współpracę naukową w regionie.

Wydarzenie skierowane jest przede wszystkim do osób stawiających pierwsze kroki w świecie nauki, jednak młodzi naukowcy z roku na rok podnoszą poprzeczkę, prezentując badania na coraz wyższym poziomie. W gronie uczestników znajdują się zarówno uczestnicy czynni i bierni, jak i sponsorzy oraz goście, zainteresowani najnowszymi trendami w ochronie środowiska.

Interdyscyplinarność konferencji widoczna jest w każdej sesji, zarówno w komunikatach ustnych, jak i podczas sesji posterowych, gdzie różne dziedziny nauki przeplatają się, tworząc spójne spojrzenie na tematykę ochrony środowiska. Wśród poruszanych tematów znajdują się jedne z najbardziej innowacyjnych kierunków współczesnej myśli proekologicznej. Prowadzone dyskusje pozwalają badaczom spojrzeć na omawiane problemy z innej perspektywy i inspirują do poszukiwania nowych rozwiązań oraz kierunków dalszych badań.

Możliwość spotkania młodych naukowców z różnych uczelni w Polsce sprzyja nawiązywaniu międzyuczelnianej współpracy badawczej, która w przyszłości może zaowocować wspólnymi, przełomowymi publikacjami. Jako konferencja otwarta na współpracę z biznesem, dbamy o to, by każda ze stron mogła czerpać z tego spotkania realną korzyść. Dla przedstawicieli biznesu jest to szansa na odnalezienie niszy, w którą warto inwestować, dla naukowców natomiast – możliwość lepszego poznania potrzeb rynku i przemysłu.

W imieniu całego komitetu organizacyjnego życzymy wszystkim Uczestnikom aby czas spędzony wspólnie na konferencji zaowocował nowymi znajomościami, inspirującymi rozmowami, ciekawymi pomysłami, oraz motywację do dalszego rozwoju swojej ścieżki naukowej.

Komitet Naukowy i Organizacyjny

Komitet Naukowy:

prof. dr hab. inż. Anna Dołęga
dr hab. inż. Agnieszka Pladzyk
dr hab. inż. Justyna Łuczak
dr hab. Katarzyna Jankowska
dr hab. inż. Beata Bochentyn
dr hab. inż. Teresa Olszewska
dr hab. inż. Eliza Kulbat
dr inż. Rafał Ossowski
dr inż. Bartłomiej Cieślak
dr inż. Martyna Mroczyńska-Szeląg
dr inż. Joanna Wysocka
dr inż. Tomasz Dymerski

dr inż. Krzysztof Formela
dr inż. Anna Kuczyńska-Łażewska
dr inż. Anna Grzegórska
dr inż. Agata Sommer
dr inż. Małgorzata Szopińska
dr inż. Wojciech Artichowicz
dr inż. Karolina Fitobór
dr inż. Roksana Licow
dr inż. Agnieszka Kalinowska
dr Joanna Drzeżdżon
mgr inż. Emilia Bączkowska
mgr inż. Dominika Kalinowska

Komitet Organizacyjny:

Naukowe Koło Chemików Studentów Politechniki Gdańskiej (Politechnika Gdańska)
Koło Naukowe Studentów Politechniki Gdańskiej „Mikrobiologia w Inżynierii Środowiska” (Politechnika Gdańska)
Koło Naukowe RedOx (Politechnika Gdańska)
Koło Naukowe Technologii Polimerów TECH-POL (Politechnika Gdańska)
Koło Studentów Biotechnologii (Politechnika Gdańska)
Astrofizyczne Koło Naukowe (Politechnika Gdańska)
Koło Naukowe Studentów Fizyki (Politechnika Gdańska)
Koło Naukowe Biznesu Chemicznego (Uniwersytet Gdański)
Wydziałowej Rady Studentów Wydziału Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej (Politechnika Gdańska)
Studenckie Koło Naukowe Geografów (Uniwersytet Gdański)
Studenckie Koło Naukowe Zdrowia Środowiskowego (Gdański Uniwersytet Medyczny)

W szczególności:

Anna Grzegórska
Anna Kuczyńska-Łażewska
Emilia Bączkowska
Ekaterina Bochkova
Kinga Przychodna
Natalia Dudzińska

Magdalena Murawa
Karolina Skonieczna
Alan Kreft
Cezary Strugliński
Jakub Nurkiewicz
Afaq Hassan

Komunikaty ustne

Conductive HHTP-Based MOF Thin Films as High-Performance Electrocatalysts for Ammonia Oxidation Reaction

Ayaz Ahmad*, Justyna Łuczak

Department of Process Engineering and Chemical Technology, Faculty of Chemistry, Gdansk University of Technology, ul. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdansk

*ayaz.ahmad@pg.edu.pl

KEYWORDS: ammonia oxidation reaction, conductive metal-organic frameworks, electrocatalysis

Two-dimensional conductive metal-organic frameworks (cMOFs) have emerged as a promising class of functional materials for electrocatalytic applications. We present the fabrication of thin films of 2,3,6,7,10,11-hexahydroxytriphenylene (HHTP)-based cMOFs grown on nickel foam via a layer-by-layer (LbL) deposition strategy. Ni, Cu, and Co were employed as metal nodes to synthesize mono- and bimetallic HHTP frameworks. Among the monometallic systems, Ni-HHTP showed the highest activity toward ammonia oxidation reaction (AOR). The bimetallic system consisting of a top layer of Ni-HHTP and a bottom layer of Cu-HHTP exhibited the highest AOR performance in terms of current density ($174 \text{ mA}\cdot\text{m}^{-2}$ at 1.55V vs. RHE), which was approximately 1.5 times higher than that of the monometallic Ni-HHTP system and the bimetallic system with the reversed layer sequence. The inclusion of Cu-based cMOF also resulted in an increase in turnover frequency (to 1.26 s^{-1}) and a reduced charge transfer resistance (to 0.38Ω). Furthermore, the catalyst exhibited 92% N_2 selectivity and 79% NH_3 oxidation efficiency over 24 h. DFT results showed that a higher oxidation state of the ligand leads to a larger interplanar distance and shifts the electronic structure towards metallic behavior. Another finding suggests that a higher protonation of the ligands also leads to a larger interplanar distance and causes deviations from the planarity that may result in an amorphous structure.

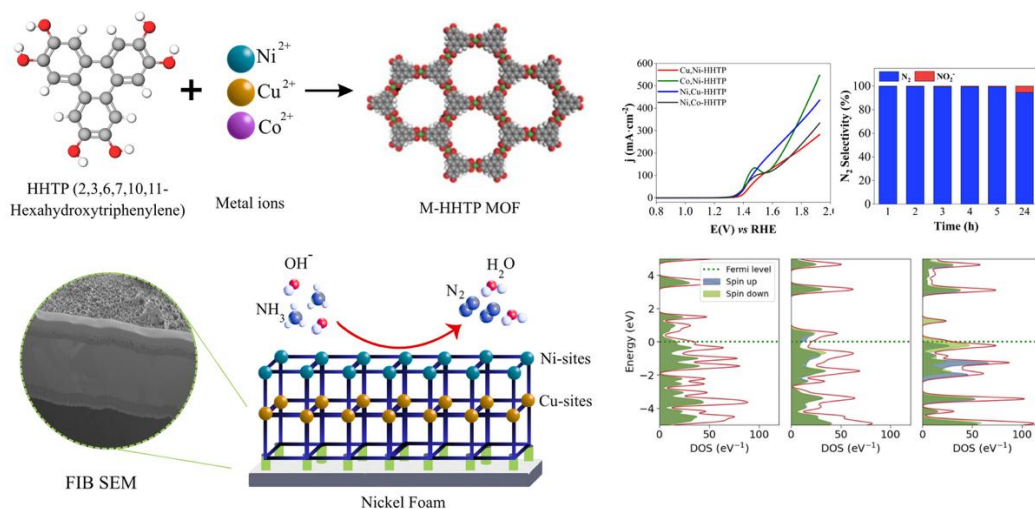


Fig. 1. Graphical abstract of the research

Nanocząstki srebra stabilizowane w matrycach biopolimerowych jako nowoczesny materiał o właściwościach przeciwbakteryjnych

Julia Bielicka^{1*}, Karolina Rojek¹, Szymon Mania², Tomasz Swebocki¹

¹Politechnika Gdańska, Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej, Instytut Inżynierii Materiałowej i Nanotechnologii, G. Narutowicza 11/12, 80-233, Gdańsk, Polska

²Politechnika Gdańska, Wydział Chemiczny, G. Narutowicza 11/12, 80-233, Gdańsk, Polska

*s204358@student.pg.edu.pl

SŁOWA KLUCZOWE: antybiotykooporność, aktywność przeciwdrobnoustrojowa, nanomateriały, naturalne polimery

Narastająca oporność mikroorganizmów na antybiotyki, uznawana za jedno z kluczowych wyzwań zdrowotnych i środowiskowych XXI wieku, zwiększa zapotrzebowanie na alternatywne strategie przeciwdrobnoustrojowe [1]. Szczególne miejsce w tej dziedzinie zajmują nanocząstki srebra (AgNPs), których skuteczność oraz szerokie spektrum aktywności sprawiają, że są one obiecującym składnikiem nowoczesnych materiałów biomedycznych. Istotnym wyzwaniem pozostaje jednak znalezienie kompromisu między metodami ich otrzymywania, zapewniającymi odpowiednią stabilność układu koloidalnego, wysoką powtarzalność procesu oraz minimalizację jego negatywnego wpływu na środowisko [2]. Odpowiedzią na to wyzwanie może być synteza chemiczna z wykorzystaniem borowodoru sodu oraz biopolimerów, takich jak chitozan czy żelatyna. Podejście to pozwala połączyć wysoką wydajność i powtarzalność procesu redukcji z właściwościami stabilizującymi i biokompatybilnymi charakterystycznymi dla materiałów polimerowych pochodzenia naturalnego.

W ramach pracy przeprowadzono syntezę AgNPs redukowanych NaBH_4 , stabilizowanych w matrycach chitozanowo-żelatynowych. Otrzymane układy poddano charakterystyce fizykochemicznej oraz ocenie aktywności przeciwdrobnoustrojowej wobec szczepów *Escherichia coli* oraz *Staphylococcus aureus* opornego na metycylinę (MRSA), oznaczając wartości minimalnego stężenia hamującego oraz bakteriobójczego (MIC/MBC), a także przeprowadzając testy kinetyki zabijania.

Uzyskane wyniki wskazują, że AgNPs stabilizowane w matrycach chitozanowo-żelatynowych wykazują wysoką aktywność przeciwbakteryjną, zarówno wobec bakterii Gram-ujemnych, jak i Gram-dodatnich, przy jednoczesnym utrzymaniu stabilności fizykochemicznej układu. Otrzymane materiały stanowią obiecującą platformę do projektowania funkcjonalnych materiałów przeciwdrobnoustrojowych do zastosowań biomedycznych.

Literatura

[1] World Health Organization, 2025, Global call to action to address antimicrobial resistance, World Health Organization

[2] Noguti F.S., et al., 2025, Sustainable Synthesis of Silver Nanoparticles (Chemical vs Biological) and Their Antimicrobial Activity against Clinical Pathogens, ACS Omega, 10, 45656-45670

Badania zostały sfinansowane przez Narodowe Centrum Nauki w ramach projektu MINIATURA 9 (2025/09/X/ST11/00066) oraz współfinansowane przez Politechnikę Gdańską ze środków programu IDUB w ramach programu NOBELIUM (5/1/2024/IDUB/I.1a/No).

Ocena efektywności usuwania zanieczyszczeń organicznych i biogenych w roślinnych systemach filtracyjnych modyfikowanych biowęgłem z pomiotu kurzego

Karolina Matej-Lukowicz^{1*}, Karolina Bukowska^{1*}, Jacek Kluska², Adam Szymkiewicz¹, Ewa Wojciechowska¹

¹Politechnika Gdańska, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska, ul. Gabriela Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk

²Instytut Maszyn Przepływowych im. Roberta Szewalskiego Polskiej Akademii Nauk, ul. Generała Józefa Fiszer 14, 80-231 Gdańsk

*karolina.lukowicz@pg.edu.pl

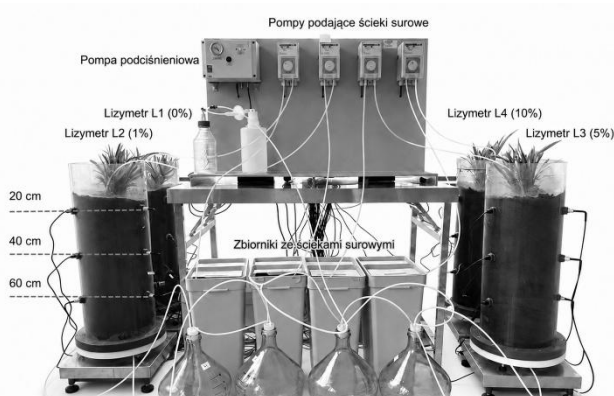
SŁOWA KLUCZOWE: biowęgiel z pomiotu kurzego, Nature-Based Solutions, oczyszczanie ścieków, systemy filtracyjne

Zaostrzające się wymagania dotyczące usuwania zanieczyszczeń ze ścieków, w tym mikrozanieczyszczeń organicznych, zwiększają znaczenie badań nad efektywnymi i ekonomicznymi technologiami doczyszczania ścieków. Celem pracy była ocena efektywności oczyszczania ścieków w systemach filtracyjnych typu Nature-Based Solutions (NBS) z wykorzystaniem złoża piaskowego z dodatkiem biowęgla otrzymanego z pomiotu kurzego. Analizowano wpływ biowęgla na usuwanie materii organicznej, związków azotu i fosforu. Dodatkowo oceniono skuteczność usuwania mikrozanieczyszczeń organicznych w postaci Ibuprofenu i Diclofenacu, które nie są efektywnie eliminowane w konwencjonalnych oczyszczalniach ścieków.

Badania przeprowadzono w układzie z czterema lizymetrami, gdzie od góry podawano ścieki które po przepływie przez kolumnę od dołu odpływały do zbiorników, według schematu przedstawionego na Rys. 1. Kolumny obsadzone Turzycą zwisłą (*Carex pendula*), której system korzeniowy umożliwiał transport tlenu do głębszych warstw złoża i tworzenie aktywnych stref tlenowych w ryzosferze. Badano warianty podłoży zawierające 0%, 1%, 5% i 10% objętościowego udziału biowęgla względem medium filtracyjnego – piasku 0-2 mm.

Wyniki wykazały istotny wpływ biowęgla na właściwości sorpcyjne i katalityczne podłoża oraz skuteczność doczyszczania ścieków. Najwyższą efektywność usuwania ChZT uzyskano dla złoża z 10% dodatkiem biowęgla (usunięcie 97% ChZT). Najlepsze usuwanie azotu całkowitego osiągnięto przy 1% udziale biowęgla (usunięcie 37% TN). Systemy wykazały również odporność na zmiany obciążenia zanieczyszczeniami.

Zakres badań obejmował również analizę stanu roślin i wpływu dodatku farmaceutyków na rośliny. Badania fluorymetryczne prowadzone w warunkach jasnych i ciemnych potwierdziły większą odporność na stres roślin rosnących w podłożach z dodatkiem biowęgla. W próbie kontrolnej bez biowęgla część wyników wskazywała na występowanie stresu roślin, co może być wynikiem niedoboru związków biogenych, czy wody, która z większą skutecznością zatrzymywana była w lizymetrach z biowęgłem. Uzyskane rezultaty potwierdzają potencjał wykorzystania biowęgla jako dodatku do filtrów piaskowych, czy złoż hydrofitowych, jako wspomaganie procesów oczyszczania ścieków.



Rys.1. Schemat stanowiska

zbiorniki odbierające ścieki podczyszczane z L1, L2, L3 i L4

UP-S! – Upcycling odpadów biologicznych do węglowych nano- i mikromateriałów do elektrochemicznego wykrywania farmaceutyków w wodzie i ściekach

Amelia Czerwińska*

Koło Naukowe „RedOx”, Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej, Politechnika Gdańska, ul. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk

*s194148@student.pg.edu.pl

SŁOWA KLUCZOWE: biomasa, farmaceutyki, materiały węglowe, sensory elektrochemiczne, upcycling

Rosnące zanieczyszczenie środowiska farmaceutykami oraz stale zwiększająca się ilość odpadów biologicznych należą do najważniejszych wyzwań współczesnej ochrony środowiska. Substancje farmaceutyczne obecne w wodach powierzchniowych i ściekach mogą negatywnie wpływać na organizmy żywe nawet w bardzo niskich stężeniach, dlatego niezbędny jest rozwój czułych, szybkich i ekonomicznych metod ich oznaczania. Jednocześnie biomasa odpadowa stanowi wartościowe źródło prekursorów materiałów węglowych, których właściwości mogą zostać wykorzystane w nowoczesnych układach sensorowych. Projekt UP-S! (Upcycling Biowaste into Nanomaterials) odpowiada na oba te wyzwania, łącząc ideę gospodarki o obiegu zamkniętym z projektowaniem zaawansowanych materiałów funkcjonalnych.

Celem projektu jest opracowanie innowacyjnych nano- i mikromateriałów węglowych otrzymywanych z odpadów biologicznych oraz wykorzystanie ich do konstrukcji elektrochemicznych czujników przeznaczonych do wykrywania śladowych ilości farmaceutyków w wodzie i ściekach. Jako prekursory materiałów zastosowano m.in. łuski ryb oraz odpady kapusty. Biomasa poddawana jest procesowi pirolizy w atmosferze obojętnej, prowadzącemu do powstania przewodzących materiałów węglowych zachowujących charakterystyczną, hierarchiczną mikro- i nanostrukturę odziedziczoną po naturalnych tkankach.

Otrzymane materiały są szczegółowo charakteryzowane z wykorzystaniem skaningowej mikroskopii elektronowej z analizą składu chemicznego (SEM+EDX) oraz spektroskopii Ramana, co pozwala określić ich morfologię, skład chemiczny oraz stopień uporządkowania struktury węglowej. Analizowany jest również wpływ parametrów pirolizy oraz dalszych etapów modyfikacji powierzchni na właściwości strukturalne i elektrochemiczne otrzymanych materiałów.

Opracowywanie platformy elektrochemicznej ma umożliwić oznaczanie śladowych stężeń farmaceutyków w próbkach środowiskowych, wspierając monitoring jakości wód oraz ocenę skuteczności procesów oczyszczania ścieków. Jednocześnie projekt pokazuje, że odpady biologiczne mogą stanowić cenny surowiec do wytwarzania zaawansowanych materiałów o wysokiej wartości dodanej, zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju i gospodarki o obiegu zamkniętym. Praca odbywa się pomiędzy Politechniką Gdańską - a szczególnie kołem naukowym RedOx i Instytutem Maszyn Przepływowych PAN. Wyniki projektu mogą przyczynić się do rozwoju ekologicznych technologii monitorowania środowiska oraz efektywnego wykorzystania odpadów biologicznych jako źródła nowoczesnych materiałów funkcjonalnych.

Cieężki metal, lekka detekcja: innowacyjne elektrody jonoselektywne do wykrywania ołowiu w badaniach środowiskowych

Martyna Drużyńska*, Nikola Lenar, Beata Paczosa-Bator

Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki, Katedra Chemii Analitycznej i Biochemii, al. A. Mickiewicza 30 30-059 Kraków

*druzynska@agh.edu.pl

SŁOWA KLUCZOWE: elektroda jonoselektywna, ołów, grafen, potencjometria

Ołów jest metalem ciężkim, który stanowi zagrożenie zarówno dla środowiska, jak i ludzkiego zdrowia. Ze względu na wysoką toksyczność, ekspozycja na ten pierwiastek może prowadzić do rozwoju nowotworów, zaburzeń pracy nerek, czy opóźnień w rozwoju dzieci. Główną przyczyną gromadzenia się ołowiu w środowisku naturalnym jest działalność przemysłowa człowieka.

Konwencjonalne metody oznaczania ołowiu w próbkach środowiskowych, charakteryzują się wysoką dokładnością, jednak często wymagają one złożonej aparatury, wykwalifikowanego personelu oraz czasochłonnego przygotowania próbek, co może ograniczać ich zastosowanie w warunkach terenowych lub w rutynowym monitoringu. [1-4]

Niezawodnym narzędziem podczas analizy śladów są elektrody jonoselektywne. Popularnym rozwiązaniem konstrukcyjnym są elektrody typu *all-solid-contact*, których budowa opiera się na polimerowych membranach jonoselektywnych, bez obecności roztworu wewnętrznego. Na szczególną uwagę zasługują elektrody typu *single-piece*, w takim rodzaju elektrody materiały przewodzące są umieszczone bezpośrednio w membranie. Wpływa to bezpośrednio na skrócenie czasu przygotowania czujnika oraz na aspekt ekonomiczny, dzięki niskiemu zużyciu materiałów. [5-7]

Zaprojektowana elektroda, oparta na wprowadzeniu nanocząstek grafenu bezpośrednio do membrany PVC, została poddana procedurze walidacji w celu określenia jej parametrów analitycznych oraz elektrycznych.

Badania wykazały, że dodatek grafenu znacząco poprawia stabilność wskazań sygnału, a odpowiedź elektrody jest bliska odpowiedzi nernstowskiej. Zaprezentowana elektroda jonoselektywna odznacza się wysoką selektywnością oraz szybką odpowiedzią. Czujnik z powodzeniem może zostać zastosowany w analizie próbek środowiskowych pod kątem zawartości ołowiu. Dodatek nanomateriałów węglowych otwiera drogę do dalszego rozwoju w dziedzinie modyfikacji czujników potencjometrycznych stosowanych w detekcji metali ciężkich.

Literatura

- [1] Sanders T. et al. 2009. Neurotoxic Effects and Biomarkers of Lead Exposure: A Review. *Rev. Environ. Health*, 24: 15–45.
- [2] Tang X. et al. 2018. Ion-Selective Electrodes for Detection of Lead (II) in Drinking Water: A Mini-Review. *Environments*, 5: 95.
- [3] Wani A.L. et al. 2015. Lead toxicity: A review. *Interdiscip. Toxicol.*, 8: 55–64.
- [4] Boskabady M. et al. 2018. The effect of environmental lead exposure on human health and the contribution of inflammatory mechanisms, a review. *Environ. Int.*, 120: 404–420.
- [5] Bakker E. 2019. *Encyclopedia of Analytical Science*, 3rd ed. Elsevier: 231–251.
- [6] Bakker E. et al. 1999. Polymer membrane ion-selective electrodes-what are the limits? *Electroanalysis*, 11: 915–933.
- [7] Bobacka J. et al. 1995. Single-piece all-solid-state ion-selective electrode. *Anal. Chem.*, 67: 3819–3823.

Badania realizowane w ramach projektu „Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia Badawcza” dla Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie

Zastosowanie agro-odpadów jako funkcjonalnych bionapełniaczy w kompozycjach polimerowych

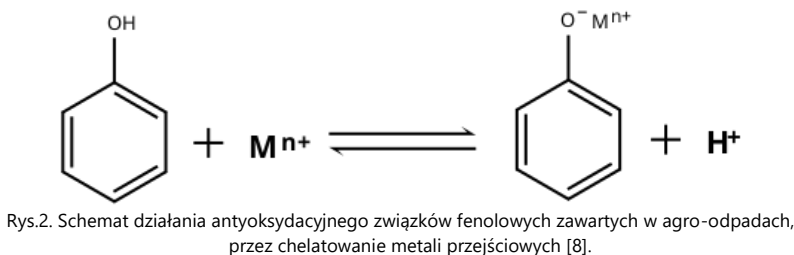
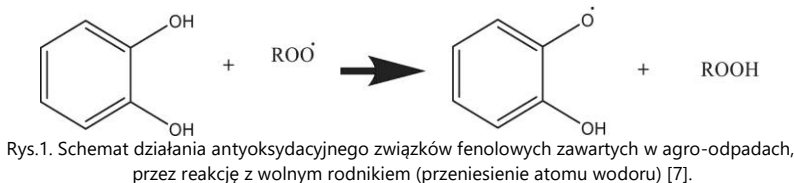
Aleksandra Drzazga, Małgorzata Latos-Brózio*, Anna Masek**

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

*malgorzata.latos@p.lodz.pl, **anna.masek@p.lodz.pl

SŁOWA KLUCZOWE: agro-odpady, antyoksydacja, bio-napełniacze, kompozyty polimerowe.

Agro-odpady zyskują coraz większą popularność w obszarze przetwórstwa polimerów, jako ekologiczne dodatki funkcjonalne [1,2]. Zainteresowanie ich wykorzystaniem jest związane zarówno z aspektem ekonomicznym, jak i środowiskowym [3]. Zastosowanie tego typu napełniaczy umożliwia otrzymywanie kompozytów o podwyższonych walorach ekologicznych, poprawiając ich podatność na kompostowanie oraz biodegradację po zakończeniu okresu użytkowania [4]. Ponadto, związki aktywne obecne w dodatkach naturalnych mogą pełnić funkcję stabilizatorów materiałów polimerowych, dzięki zdolności do reakcji z wolnymi rodnikami (Rys. 1) oraz jonami metali przejściowych (Rys. 2), co przyczynia się do zwiększenia odporności na działanie czynników środowiskowych, takich jak termo-oksydacja lub promieniowanie UV [5,6]. Wskazuje to na istotny potencjał funkcjonalny agro-odpadów, jako nowoczesnych dodatków do materiałów polimerowych. W czasie wystąpienia zaprezentowane zostaną wyniki badań dotyczące agro-odpadów w postaci wyłóków owocowych oraz ich wpływu na właściwości biokompozytów polimerowych. Ponadto omówione zostaną związki aktywne zawarte w bio-napełniaczach, ich właściwości fizyko-chemiczne oraz wpływ na stabilizację kompozycji polimerowych.



Literatura

- [1] Gaikwad K. i in. 2016. Development of polyvinyl alcohol and apple pomace bio-composite film with antioxidant properties for active food packaging application. Springer: 1608-1619.
- [2] Takács, K. i in. 2024. Stabilization of polyethylene with grape pomace extract: Effect of natural oil content. Elsevier Ltd: 1-8.
- [3] Otoni C. i in. 2021. The Food-Materials Nexus: Next Generation Bioplastics and Advanced Materials from Agri-Food Residues. John Wiley and Sons Inc: 1-41.
- [4] Mastalygina, E. i in. 2017. Effect of biobased fillers nature on biodeterioration of hybrid polyethylene composites by mold fungi. Institute of Physics Publishing: 1-8.
- [5] Kirschweng, B. i in. 2017. Natural antioxidants as stabilizers for polymers. Elsevier Ltd: 25-40.
- [6] Nicácio, P. i in. 2023. Photodegradation Investigation Points to Aloe Vera as a Photoprotector for Poly(Lactic Acid). Springer: 3583-3550
- [7] Ahmad, Z. i in. 2025. Antioxidant Potential of Polyphenolic Compounds, Sources, Extraction, Purification and Characterization Techniques: A Focused Review. John Wiley and Sons Inc: 1-19
- [8] Hider, R. i in. 2001. Metal chelation of polyphenols. Elsevier Ltd (Academic Press): 190-203

NiB-Modified NiCu Electrocatalyst for High-Performance Ammonia Oxidation in Alkaline Media

Afaq Hassan*, Justyna Łuczak

Faculty of Chemistry, Department of Process Engineering and Chemical Technology, Gdańsk University of Technology, ul. Narutowicza 11/12 80-233 Gdańsk, Poland

**afaq.hassan@pg.edu.pl*

KEYWORDS: Ammonia electrooxidation, Amorphous nickel boride, Electronic structure modulation, Energy, Hydrogen production,

The electrochemical oxidation of ammonia (AOR) is a promising route for both nitrogen-contaminated wastewater treatment and green hydrogen production, yet achieving simultaneously high activity, N₂ selectivity, and long-term stability with non-noble electrocatalysts remains a critical challenge. Here we report a non-noble NiB₁₀@NiCu electrocatalyst, constructed by sequential hydrothermal NiCu deposition followed by amorphous NiB overlayer formation via NaBH₄ dip-coating, which delivers outstanding AOR performance in alkaline media.

The catalyst design exploits two coupled electronic effects. First, Cu incorporation into the Ni(OH)₂ framework induces interfacial electron withdrawal from Ni via bridging hydroxide networks, thereby facilitating the Ni²⁺/Ni³⁺ redox transition essential for AOR and increasing the intrinsic turnover frequency from 0.052 to 0.111 s⁻¹. Second, the amorphous NiB overlayer establishes Ni–B covalent bonds — confirmed by B 1s XPS at 188.70 eV and B K-edge EELS — which further enrich the Ni electronic environment, lower the work function to 5.305 eV, and reduce the charge-transfer resistance to 0.28 Ω.

The synthesized NiB₁₀@NiCu catalyst reaches 244.5 mA·cm⁻² at 1.55 V vs RHE with an onset potential of 1.30 V vs RHE, a Tafel slope of 66.8 mV·dec⁻¹, a TOF of 0.200 s⁻¹, and an ECSA of 569 cm². Over 90 hours of continuous operation, the current output remains stable at ~240 mA·cm⁻², with post-stability XRD and XPS confirming full preservation of the active phase. Product analysis over 24 hours demonstrates 96.9% NH₃ removal, 87.2% N₂ selectivity, and undetectable NO₃⁻, confirming a dominant 3-electron oxidation pathway. This work establishes sequential electronic modulation as an effective and scalable strategy for engineering high-performance AOR electrocatalysts.

Work carried out as a doctoral student.

Synteza nanocząstek TiO_2 i ZnO i charakterystyka ich właściwości

Miłosz Jakim*, Zuzanna Kupniewska, Kamil Pruchniak, Zuzanna Jarząbek, Barbara Ćwiek, Julia Domowicz, Jędrzej Wałęga, Kacper Szaliński, Paweł Skałbania, Adrianna Worosilak, Łukasz Werner, Andrzej Krasieński

Koło Naukowe Inżynierii Chemicznej i Procesowej "Venturi", Waryńskiego 1, 00-645 Warszawa

*miłosz.jakim.stud@pw.edu.pl

SŁOWA KLUCZOWE: fotokataliza, morfologia cząstek, nanocząstki, tlenek cynku, tlenek tytanu,

Wraz ze wzrostem zanieczyszczeń chemicznych w ściekach, rośnie potrzeba opracowania skutecznych i tanich materiałów wspomagających degradację zanieczyszczeń biologicznych i chemicznych. W tym kontekście szczególne zainteresowanie budzą nanocząstki o zdolnościach fotokatalitycznych. Inicjują one utlenianie zanieczyszczeń w obecności światła ultrafioletowego, a w mniejszym stopniu również widzialnego. W procesie tym następuje rozkład szkodliwych związków organicznych na prostsze i mniej toksyczne substancje. Reakcja ta może zachodzić także przy udziale światła słonecznego, bez konieczności stosowania dodatkowych reagentów chemicznych, co upraszcza proces i stanowi potencjalną, bardziej przyjazną środowisku metodę oczyszczania wody. Wymaga jednak opracowania odpowiednich materiałów zdolnych do wzbudzenia w wyniku absorpcji światła o niższej energii (większej długości fali).

Tlenek tytanu (IV) (TiO_2) oraz tlenek cynku (ZnO) to jedne z najszerzej stosowanych półprzewodników szerokopasmowych o ugruntowanych i dobrze rozpoznanym potencjale fotokatalitycznym. Łączą one niską toksyczność i przystępną cenę z wysoką skutecznością, warunkowaną odpowiednią morfologią i strukturą, które z kolei silnie zależą od parametrów syntezy. Z tego powodu kluczowe jest poznanie, jak warunki syntezy tych nanocząstek wpływają na ich charakterystykę i właściwości oraz jak w kontrolowany sposób można tymi właściwościami sterować aby otrzymać produkt o pożądanym właściwościach.

W ramach niniejszej pracy wykorzystano metodę hydrotermalną do syntezy nanocząstek tlenku tytanu(IV) oraz tlenku cynku. Ich strukturę i morfologię zbadano z wykorzystaniem dyfrakcji rentgenowskiej (XRD) oraz skaningowej mikroskopii elektronowej (SEM), a właściwości optyczne otrzymanych materiałów określono za pomocą spektroskopii odbiciowej (DRS) w zakresie UV-Vis. Zebrane dane pozwolą na optymalizację warunków syntezy hydrotermalnej tych nanomateriałów i pomogą w wytwarzaniu nanocząstek najlepiej spełniających wymagania stawiane przez branżę wodno-kanalizacyjną.

Pokrywanie ceramicznej struktury filtracyjnej cząstkami o właściwościach fotokatalitycznych

Zuzanna Kupniewska*, Kamil Pruchniak, Zuzanna Jarząbek, Barbara Ćwiek, Julia Domowicz, Jędrzej Wałęga, Kacper Szaliński, Paweł Skałbana, Adrianna Worosilak, Miłosz Jakim, Andrzej Krasieński, Łukasz Werner

Koło Naukowe Inżynierii Chemicznej i Procesowej "Venturi", Waryńskiego 1, 00-645 Warszawa

**zuzanna.kupniewska.stud@pw.edu.pl*

SŁOWA KLUCZOWE: fotokataliza, uzdatnianie wody, rozkład zanieczyszczeń organicznych, zrównoważone technologie, ochrona środowiska

Obecność farmaceutyków oraz zanieczyszczeń biologicznych w środowisku wodnym stanowi jedno z istotnych wyzwań współczesnej inżynierii środowiska. Ograniczona skuteczność konwencjonalnych metod oczyszczania ścieków sprzyja przedostawaniu się biologicznie czynnych zanieczyszczeń do wód powierzchniowych, co uzasadnia rozwój innowacyjnych technologii ich usuwania. Jednym z najbardziej obiecujących rozwiązań jest fotokataliza, umożliwiająca rozkład trwałych związków organicznych do prostych substancji mineralnych przy wykorzystaniu energii promieniowania ultrafioletowego, oraz docelowo światła słonecznego.

Choć materiały fotokatalityczne są szeroko opisane w literaturze, ich praktyczne zastosowanie w przepływowych układach uzdatniania wody nadal stanowi wyzwanie. Kluczowym zagadnieniem jest trwała immobilizacja fotoaktywnych cząstek na nośniku, zapewniająca wysoką aktywność fotokatalityczną, odporność mechaniczną oraz możliwość prowadzenia procesu w sposób ciągły.

W ramach projektu opracowano porowate ceramiczne struktury filtracyjne na bazie tlenku cyrkonu i kaolinu oraz przeprowadzono ich charakterystykę pod względem porowatości i właściwości mechanicznych. Następnie na powierzchni wyselekcjonowanych struktur osadzono cząstki o właściwościach fotokatalitycznych (między innymi tlenek tytanu (IV) oraz tlenek cynku), optymalizując metodę ich trwałej immobilizacji z zachowaniem aktywności materiału.

Prezentacja przedstawia wyniki dotyczące doboru materiałów, opracowania metody pokrywania ceramicznych struktur filtracyjnych oraz oceny stabilności i aktywności fotokatalitycznej otrzymanych kompozytów. Opracowane rozwiązanie stanowi podstawę do dalszych badań nad skalowaniem technologii i jej zastosowaniem w przepływowych systemach uzdatniania wody oraz ochroną środowiska.

Popiół z biomasy alg jako źródło reaktywnych składników w popiołach ze spalania osadów ściekowych

Anna Kaczmarzyk^{1*}, Tomasz Bajda¹, Elżbieta Hyncar¹, Justyna Dreżewska²

¹Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, Polska

²Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Wydział Energetyki i Paliw, paw. D-4, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, Polska

*aniakaczm@student.agh.edu.pl

SŁOWA KLUCZOWE: biomasa alg, gospodarka odpadami, osady ściekowe, popioły, zeolity

Algi pojawiają się w zbiornikach wodnych w wyniku naturalnych procesów samooczyszczania, również na różnych etapach oczyszczania ścieków, gdzie często są uznawane za organizmy niepożądane. Jednocześnie biomasa alg charakteryzuje się korzystnym składem chemicznym i mineralogicznym, obejmującym znaczne ilości mikro- i makroskładników oraz faz potencjalnie reaktywnych [1]. Może zatem stanowić wartościowy dodatek do współspalania z osadami ściekowymi, wpływając na właściwości powstających popiołów i ich większy potencjał aplikacyjny [1,2].

Osady ściekowe stanowią istotny problem środowiskowy, a ich ilość stale rośnie. Jedną z metod ich zagospodarowania jest termiczne przekształcanie, jednak skład chemiczny i mineralogiczny powstających popiołów często ogranicza możliwości ich dalszego wykorzystania. W związku z tym poszukuje się rozwiązań umożliwiających poprawę właściwości tych materiałów [2,3].

W pracy przeprowadzono analizę porównawczą popiołów pochodzących ze spalania biomasy alg oraz osadów ściekowych. Oceniono ich właściwości chemiczne, mineralogiczne i morfologiczne na podstawie analiz XRF, XRD i SEM-EDS. Szczególną uwagę zwrócono na zawartość składników reaktywnych i półreaktywnych, udział faz inertnych oraz stosunek Si/Al. Dodatkowo wykonano próby zeolityzacji w celu oceny możliwości otrzymania wtórnych produktów glinokrzemianowych.

Wyniki wykazały, że popiół z biomasy alg zawiera więcej składników potencjalnie reaktywnych, takich jak wapno, basanit, anhydryt oraz amorficzne fazy Si–Al–Ca–P–Fe, a także faz półreaktywnych reprezentowanych przez minerały węglanowe. Popiół z osadów ściekowych charakteryzuje się natomiast dominacją faz fosforanowych, kwarcu oraz słabo reaktywnych minerałów ilastych i skałeni. Oba materiały wykazują wysoki stosunek Si/Al, mieszczącym się w zakresie 4–6.

Próby zeolityzacji wskazały na powstawanie wtórnych produktów o charakterze glinokrzemianowym, jednak ich jednoznaczna identyfikacja jako faz zeolitowych wymaga dalszych badań. Uzyskane wyniki sugerują, że popiół z biomasy alg może stanowić źródło reaktywnych składników poprawiających właściwości popiołów ze spalania osadów ściekowych.

Współspalanie biomasy alg z osadami ściekowymi może być rozważane jako element gospodarki obiegu zamkniętym w stacjach utylizacji osadów ściekowych.

Literatura

- [1] Vassilev, S. V., & Vassileva, C. G. (2016). Composition, properties and challenges of algae biomass for biofuel application: An overview. *Fuel*, 181, 1–33. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2016.04.106>
- [2] Fini, E. H., Kazemi, M., Poulikakos, L., Lazorenko, G., Akbarzade, V., Lamanna, A., & Lammers, P. (2024). Perspectives on innovative non-fertilizer applications of sewage sludge for mitigating environmental and health hazards. *Communications Engineering*, 3(1). <https://doi.org/10.1038/s44172-024-00298-x>
- [3] Ministerstwo Środowiska. (2018). *Strategia postępowania z komunalnymi osadami ściekowymi na lata 2019–2022*. Warszawa.

Serdecznie chciałabym podziękować dr Elżbiecie Hyncar za nieocenione wsparcie w realizacji analiz i interpretacji uzyskanych wyników. Jestem wdzięczna za wspólnie spędzony czas, który przyczynił się do poszerzenia mojej wiedzy, zdobycia cennego doświadczenia naukowego oraz rozwoju umiejętności badawczych

Zielona analityka w badaniach metabolizmu leków: EC/MS wobec modeli biologicznych w świetle metryk AGREE i GAPI

Dominik Kołek*, Agata Lewandowska, Agnieszka Potęga

Katedra Technologii Leków i Biochemii, Wydział Chemiczny, Politechnika Gdańska

*s198437@student.pg.edu.pl

SŁOWA KLUCZOWE: metabolizm leków, zielona chemia analityczna, elektrochemiczna symulacja metabolizmu, modele symulacji metabolizmu *in vitro* i *in vivo*, metryki oceny zieloności metod analitycznych

Predykcja metabolizmu leków jest niezbędnym i niezwykle istotnym elementem poszukiwania oraz doskonalenia nowych form terapii. Badanie ścieżek metabolicznych pozwala przewidywać efekt działania leku w organizmie, identyfikować możliwe produkty jego przemian, a także ocenić potencjalne efekty niepożądane. Dotychczas opracowano kilka klasycznych podejść do przewidywania metabolizmu potencjalnych leków, wśród których najważniejsze są metody *in vitro*, *in vivo* oraz *in silico*. Obiecującą pod wieloma względami alternatywą wydaje się być symulacja metabolizmu w układach elektrochemicznych (ang. *electrochemistry*, EC). Z uwagi na specyfikę analizy i abiotyczny charakter metoda ta może stanowić bardziej „zielone” rozwiązanie w stosunku do pozostałych metod predykcyjnych. W związku z tym celem naszego projektu było zbadanie i porównanie „zieloności” różnych form badań metabolizmu dwóch leków – paracetamolu oraz niesymetrycznej bisakrydyny C-2028. Porównanie objęło metody *in vitro*, *in vivo* oraz układ elektrochemiczny. Analizę przeprowadzono na podstawie danych literaturowych dotyczących badań w układzie elektrochemicznym oraz *in vivo*, a także wyników własnych uzyskanych w układach *in vitro* z wykorzystaniem frakcji mikrosomalnej ludzkich komórek wątroby (ang. *human liver microsomes*, HLM). Do oceny prośrodowiskowego aspektu procedur zastosowano dwie metryki: AGREE (ang. *Analytical Greenness Metric*) oraz GAPI (ang. *Green Analytical Procedure Index*), które umożliwiają ocenę technik analitycznych pod kątem zgodności z zasadami zielonej chemii analitycznej w oparciu o różne kryteria. Otrzymane wyniki wykazały, że elektrochemiczna symulacja metabolizmu leków stanowi bardziej „zieloną” alternatywę w porównaniu z klasycznymi modelami biologicznymi *in vitro* oraz *in vivo*. Podobne wnioski wyciągnięto przy zastosowaniu metryki AGREE, jak i GAPI, co pozwala jednoznacznie potwierdzić proekologiczny charakter badań metabolizmu leków w układzie elektrochemicznym.

Literatura

- [1] Pelkonen O., Turpeinen M., Uusitalo J., Rautio A., Raunio H., Prediction of drug metabolism and interactions on the basis of *in vitro* investigations, *Basic & Clinical Pharmacology & Toxicology*, vol. 96, no. 3, pp. 167–175
- [2] Potęga A., Paczkowski S., Paluszkiwicz E., Mazerska Z., Electrochemical simulation of metabolic reduction and conjugation reactions of unsymmetrical bisacridine antitumor agents, C-2028 and C-2053, *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, vol. 197, pp. 113970
- [3] Lohmann W., Karst U., Simulation of the detoxification of paracetamol using on-line electrochemistry/liquid chromatography/mass spectrometry, *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, vol. 386, pp. 1701–1708
- [4] Xu Y., Li X., Liu Z., Zhang T., Wang H., Simultaneous quantitative determination of paracetamol and its glucuronide conjugate in human plasma and urine by liquid chromatography coupled to electrospray tandem mass spectrometry: Application to a clinical pharmacokinetic study, *Journal of Chromatography B*, vol. 893–894, pp. 162–167

Rola zieleni miejskiej w kształtowaniu jakości powietrza na tle morfologii zabudowy: wytyczne projektowe dla kampusu uczelni

Bartosz Łaniosz*, Karolina Ruśniak, Mateusz Kraszewski

Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska, Politechnika Gdańska, ul. Gabriela Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk

*s204886@student.pg.edu.pl

SŁOWA KLUCZOWE: zanieczyszczenia, powietrze, dyspersja, roślinność, transport

Jakość powietrza na terenach zurbanizowanych jest podstawą komfortu użytkowania przestrzeni publicznych. Zróżnicowana struktura zabudowy (zabytkowa i nowoczesna) kampusu Politechniki Gdańskiej oraz niejednorodny układ zieleni może prowadzić do lokalnych stref stagnacji zanieczyszczeń. Celem prowadzenia badań jest określenie, w jakim stopniu morfologia zabudowy i obecność roślinności wpływają na stężenia PM_{2.5}, PM₁₀, NO₂ i lotnych związków organicznych (LZO) na wysokości 1.5 m n.p.g.

W obszarach zwartej zabudowy oraz pozbawionej roślinności dochodzi do kumulacji wszystkich zanieczyszczeń przy ograniczonym przewietrzeniu – w miejscach dużego natężenia ruchu przy braku przewietrzenia obserwuje się wzrost stężeń wszystkich parametrów. Tereny zadrzewione wykazują znaczną redukcję pyłów (PM) oraz stężenia gazów.

Tab.1. Wartości zanieczyszczeń w zależności od miejsca pomiarowego

	Skrzyżowanie Traugutta i Sobieskiego	Park akademicki
PM _{2.5}	0.51	0.002
PM ₁₀	0.226	0.008
NO ₂	0.43	0
LZO	0	0

Pomiary rozpoczęto 18.05.2026r i będą trwały co najmniej do 30.09.2026r. Badania prowadzone są z wykorzystaniem przenośnego i poręcznego systemu pomiarowego Aeroqual S500 (głowice PM, NO₂, LZO) w 4 stałych punktach pomiarowych na terenie kampusu. W celu określenia zależności oddziaływania zadrzewienia udział objętościowy zieleni określono na podstawie Geoportalu.

Końcowo wyniki pozwolą zweryfikować lokalne mechanizmy dyspersji zanieczyszczeń w mikroklimacie kampusu, odróżnić rolę zieleni jako filtra od potencjalnego negatywnego wpływu na przewiew oraz poprzez wykonanie mapy jakości powietrza wskazać „pułapki” zanieczyszczenia się zanieczyszczeń.

Praktycznym produktem badania będą mapy kumulacji zanieczyszczeń oraz wytyczne planistyczne dla uczelni, umożliwiające optymalizację geometrii zabudowy i rozmieszczenia roślinności pod kątem poprawy jakości powietrza.



Rys.1. Pomiary terenowe z użyciem miernika

Literatura

- [1] Badach J., Szczepański J., Bonenberg W., Gębicki J., Nyka L. 2022 Developing the Urban Blue-Green Infrastructure as a Tool for Urban Air Quality Management. Sustainability: 9688-, Vol.14
- [2] Janhäll S. 2015 Review on urban vegetation and particle air pollution – Deposition and dispersion. Elsevier.

Praca realizowana w ramach programu grantowego „TURBOgrant” Fundacji ORLEN im. Ignacego Łukasiewicza

Wpływ jakości diety na kondycję fizjologiczną, ekspresję genów stresu i efektywność konwersji pokarmowej u larw mącznika młynarka (*Tenebrio molitor*) eksponowanych na polistyren

Samantha Makrocka*, Karolina Kowalska, Aleksander Izdebski, Paweł Rusin

Uniwersytet Kardynała Stefana Wyszyńskiego w Warszawie, Wydział Biologii i Nauk o Środowisku
Kazimierza Wóycickiego 1/3, 01-938 Warszawa

*makrockasamantha@gmail.com

SŁOWA KLUCZOWE: *Tenebrio molitor*, polistyren, konwersja biomasy, biodegradacja tworzyw sztucznych

Mącznik młynarek (*Tenebrio molitor*) to istotny gatunek gospodarski o wysokiej wartości odżywczej i plastyczności fenotypowej. Zainteresowanie budzi jego zdolność do biodegradacji polistyrenu. Trwałe spożywanie tworzyw sztucznych wiąże się jednak z dużym kosztem biologicznym, prowadząc między innymi do zaburzeń rozwoju larw oraz obniżenia efektywności konwersji pokarmu. Pomimo rosnącego zainteresowania wykorzystaniem *Tenebrio molitor* w badaniach nad przetwarzaniem polistyrenu, mechanizmy molekularne i fizjologiczne związane z długotrwałą ekspozycją na tworzywa sztuczne pozostają słabo poznane. Nasze badania koncentrowały się na analizie fizjologicznych i molekularnych konsekwencji stosowania diet wzbogacanych o polistyren u larw *Tenebrio molitor*. Owady utrzymywano na substratach opartych na mące pszennej, pełnoziarnistej, ekologicznej oraz mące wysoko przetworzonej (wybielanej), gdzie dla każdego rodzaju podłoża przygotowano osobną próbę kontrolną oraz wzbogaconą o polistyren. Oceniono zmiany masy ciała, efektywność konwersji pokarmu (ECI) oraz kondycję fizjologiczną. Zastosowanie metody RT-qPCR umożliwiło porównanie ekspresji genów związanych z odpowiedzią na stres między badanymi grupami. Przeanalizowane geny obejmowały geny stresu komórkowego, w tym *hsp70*, *CYP4BN28*, *POX-iso1* oraz geny syntezy chityny i metabolizmu lipidów. Uzyskane wyniki wskazują na różnice w tempie rozwoju larw, efektywności przemiany biomasy, ekspresji markerów stresu w zależności od zastosowanej diety. Badania podkreślają wpływ jakości pożywienia na dobrostan mącznika młynarka, oraz dostarczają informacji dotyczących fizjologicznej adaptacji owadów do diet zawierających polistyren. Uzyskane wyniki mogą przyczynić się do lepszego zrozumienia procesów konwersji biomasy z udziałem owadów oraz ich potencjalnych zastosowań w zrównoważonej biotechnologii środowiskowej.

Optymalizacja procesu produkcji biodegradowalnego oraz przeciwdrobnoustrojowego filtra do wody na bazie celulozy bakteryjnej modyfikowanej chitozanem, cz. 1

Alina Zwolińska*, Martyna Mielniczuk, Anna Żywicka

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Wydział Biotechnologii i Nauk o Zwierzętach, Katedra Mikrobiologii i Biotechnologii, Al. Piastów 17, 70-310, Szczecin

*zwolinska.alina04@gmail.com

SŁOWA KLUCZOWE: celuloza bakteryjna, chitozan, przeciwdrobnoustrojowe filtry, biodegradowalność, filtracja wody

Woda jest niezbędna do życia, jednak w ostatnich latach jej jakość spada przez zanieczyszczenia z chemiczne oraz biologiczne. Mikrobiologiczne zanieczyszczenie wody stanowi poważne zagrożenie dla zdrowia, dlatego konieczne jest opracowywanie alternatywnej, ekologicznej technologii uzdatniania wody. Innowacyjnym rozwiązaniem jest wykorzystanie celulozy bakteryjnej (CB). Jest ona obecnie wykorzystywana w wielu gałęziach przemysłu, takich jak medycyna, przemysł spożywczy, papierniczy, chemiczny i włókienniczy. CB posiada wiele unikalnych właściwości - wysoka wytrzymałość na rozciąganie, porowatość, niepowtarzalna mikro- i nanostruktura oraz doskonała biodegradowalność i biokompatybilność.

Celem badań była optymalizacja produkcji biodegradowalnych filtrów do wody na bazie CB modyfikowanych chitozanem.

Do produkcji CB wykorzystano referencyjny szczep z rodzaju *Komagataeibacter xylinus*. Oczyszczoną CB homogenizowano, odwadniano, modyfikowano poprzez dodatek chitozanu, mrożono, a następnie liofilizowano. Optymalizacja produkcji filtrów obejmowała parametry takie jak ilość i gęstość pulpy, temperatura mrożenia oraz stężenie chitozanu. Efektywność filtracji mikroorganizmów oceniono z wykorzystaniem zawiesiny *Staphylococcus aureus* metodą ilościowego posiewu na podłożu agarowym BHI.

Badania wykazały, że ilość i gęstość pulpy celulozowej, temperatura mrożenia oraz stężenie chitozanu wpływa na jednorodność powierzchni, wytrzymałość mechaniczną oraz porowatość filtrów. Za optymalne parametry uznano mrożenie w temperaturze -80°C wykorzystując 25 g pulpy rozcieńczonej 1:1 z 0,5% dodatkiem chitozanu. Niższa temperatura mrożenia oraz pulpa o zmniejszonej zawartości wody sprawia, że filtry posiadały bardziej jednorodną strukturę. Chitozan poprawił wytrzymałość oraz porowatość materiału. Potwierdzono również, że filtry CB z 0,5% chitozanu znacząco redukują liczbę bakterii. Opracowane filtry stanowią ekologiczną i bezpieczną alternatywę dla filtracji wody zanieczyszczonej mikrobiologicznie.

Analiza właściwości fizykochemicznych oraz właściwości przeciwdrobnoustrojowych filtrów na bazie celulozy bakteryjnej modyfikowanych chitozanem cz.2

Martyna Mielniczuk¹, Alina Zwolińska, Anna Żywicka

Studenckie Koło Naukowe „BioReaktor”, Katedra Mikrobiologii i Biotechnologii, Wydział Biotechnologii i Nauk o Zwierzętach, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Aleja Piastów 45, 70-310 Szczecin

*mm56798@zut.edu.pl

SŁOWA KLUCZOWE: celuloza bakteryjna, chitozan, materiał filtracyjny, właściwości przeciwdrobnoustrojowe

Mikrobiologiczne zanieczyszczenie wody stanowi jedno z najpoważniejszych zagrożeń dla zdrowia publicznego. W celu utrzymania odpowiedniej czystości i jakości wód stosuje się różnego rodzaju metody filtracji. Coraz częściej zwraca się uwagę, że nowoczesne filtry do wody powinny wykazywać właściwości przeciwdrobnoustrojowe oraz być bardziej przyjazne środowisku. Filtry antybakteryjne są stosowane głównie w celu ochrony całego systemu przed zanieczyszczeniem biologicznym (biofoulingiem). Naturalne biopolimery takie jak celuloza bakteryjna (CB), czy chitozan mogą mieć potencjalnie zastosowanie w nowoczesnych filtrach wodnych. CB posiada szereg unikalnych właściwości takich jak porowatość, czystość chemiczna czy biokompatybilność, natomiast chitozan wykazuje właściwości antybakteryjne.

Celem badań była analiza właściwości fizykochemicznych oraz przeciwdrobnoustrojowych filtrów na bazie CB modyfikowanych chitozanem (F-CB-CH).

Pierwszy etap badań obejmował optymalizację procesu produkcji F-CB oraz procedurę modyfikacji chitozanem. Drugi etap obejmował ocenę makro- i mikrostruktury F-CB-CH oraz analizę ich właściwości wodnych i mechanicznych. Testowano również właściwości przeciwdrobnoustrojowe zgodnie z normą: ISO 20743:2013 względem *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* i *Candida albicans*.

Zaobserwowano, że zastosowana modyfikacja chitozanem wpłynęła na większą jednorodność i homogenność filtrów oraz poprawiła ich właściwości mechaniczne. Wyniki potwierdziły, że F-CB-CH wykazywały silne właściwości przeciwdrobnoustrojowe wobec wszystkich testowanych mikroorganizmów. Potwierdzono także, że F-CB-CH posiadały niższy współczynnik absorpcji i stopień retencji wody w porównaniu do filtrów na bazie czystej CB, co świadczy o tym, że zastosowana modyfikacja zmniejszyła porowatość materiału. Wyniki badań wskazują na to, że powstałe filtry na bazie CB modyfikowane chitozanem stanowią obiecujący materiał filtracyjny oraz mogą ograniczać zjawisko biofoulingu.

Ocena biodegradowalnych i antybakteryjnych filtrów do wody na bazie celulozy bakteryjnej w warunkach rzeczywistych cz. 3

Julia Łuczak*, Martyna Mielniczuk, Alina Zwolińska, Anna Żywicka

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Centrum Dydaktyczno-Badawcze Nanotechnologii ZUT, Al. Piastów 45, 71-899 Szczecin

*julia1900@gmail.com

SŁOWA KLUCZOWE: celuloza bakteryjna, filtracja, zanieczyszczenia mikrobiologiczne, chitozan, właściwości przeciwdrobnoustrojowe

Woda będąca jednym z najważniejszych zasobów naturalnych warunkujących życie na Ziemi podlega narastającej presji zanieczyszczeń środowiskowych. Szczególne zagrożenie dla zdrowia publicznego stanowi obecność mikroorganizmów patogennych, które mogą prowadzić do rozwoju licznych chorób zakaźnych. W związku z tym istotne znaczenie ma rozwój skutecznych metod uzdatniania wody, zwłaszcza technologii filtracji membranowej. Obecnie dominują membrany pochodzenia syntetycznego, których produkcja i utylizacja obciążają środowisko naturalne. Z tego względu coraz większe zainteresowanie budzą biodegradowalne materiały alternatywne. Jednym z najbardziej obiecujących biomateriałów jest celuloza bakteryjna, charakteryzująca się biodegradowalnością, unikalną nanostrukturą oraz korzystnymi właściwościami mechanicznymi.

Celem badań było testowanie w warunkach rzeczywistych filtrów do wody na bazie celulozy bakteryjnej (CB) modyfikowanych chitozanem.

Pierwszy etap badań obejmował optymalizację procesu produkcji filtrów na bazie CB oraz procedurę modyfikacji chitozanem. Drugi etap projektu obejmował ocenę właściwości fizykochemicznych otrzymanego materiału. Ostatnim trzecim etapem była ocena efektywności filtracji. W doświadczeniach zastosowano bakterie Gram-dodatnie *Staphylococcus aureus* oraz Gram-ujemne *Escherichia coli*. Dodatkowo oceniono możliwość wielokrotnego wykorzystania opracowanych filtrów. W końcowym etapie badań przeprowadzono filtrację próbek wody pobranych z różnych zbiorników wodnych na terenie Szczecina.

Wyniki badań wykazały, że filtry do wody na bazie CB modyfikowanych chitozanem stanowią idealną biodegradowalną alternatywę dla syntetycznych membran filtracyjnych. Wyniki badań potwierdziły wysoką skuteczność filtracji opracowanych filtrów. Potwierdzono również możliwość ich wielokrotnego wykorzystania. Opracowane filtry mogą znaleźć swoje zastosowanie nie tylko w uzdatnianiu wody w warunkach domowych, ale również w oczyszczalniach ścieków czy zakładach przemysłowych.

Riding the Plastic Wave: A multi-output *in silico* framework for predicting organic pollutant adsorption on microplastics

Kinga Nimz*, Agnieszka Gajewicz-Skretna

Department of Physical Chemistry, Faculty of Chemistry, Gdańsk University of Technology

*kinga.nimz@pg.edu.pl

KEYWORDS: microplastics, adsorption modeling, machine learning, QSPR, environmental risk assessment

Microplastics traveling through aquatic environments do more than just pollute– they can also carry hydrophobic organic contaminants, acting as a kind of “Trojan horse” vector. However, translating this qualitative concern into a quantitative risk estimate has proven difficult since existing adsorption data remain scattered across different polymers, pollutant types, and water conditions.. We developed an *in silico* framework that can predict microplastic-water partition coefficients (*LogK_d*) for organic pollutants across three widely used polymers (polyethylene, polypropylene, and polystyrene) within a single, multi-output model. We assembled a comprehensive dataset from published *LogK_d* measurements spanning diverse pollutant structures, polymer types, and aqueous matrices. Because the numerical encoding of a pollutant’s can strongly influence model performance, two independent descriptor strategies were tested: quantum-mechanical (QM) descriptors, and simpler, conformation-independent descriptors computed directly from a SMILES string using the open access software RDKit [REF]. A gradient boosting regressor was trained in multi-output model to predict *LogK_d* values for three polymers simultaneously from either descriptor set. Both approaches achieved strong predictive accuracy – the QM-based model performed marginally better, while the RDKit-based model offered a more computationally accessible alternative with comparable reliability. Model interpretation revealed that hydrophobicity is the dominant driver of pollutant partitioning onto microplastics, with polarizability and size related descriptors contribute in a polymer-specific manner. To translate these models into a usable tool, both versions were deployed within POPA (Polymer-Organic Pollutant Adsorption), a freely accessible web platform that predicts the microplastic adsorption potential of previously untested pollutants. This framework enables the rapid, structure-based screening of chemicals likely to absorb onto microplastics, supporting the prioritization of exposure assessment and environmental risk evaluation.

Ocena potencjału adaptacyjnego roślin *Dianthus superbis* L. pozyskanych metodami *in vitro* w kontekście odbudowy naturalnych populacji

Lidia Pluta*, Małgorzata Mroczek, Jakub Krawczyk

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Wydział Biologii i Biotechnologii, Naukowe Koło Botaników

*186474@student.uwm.edu.pl

SŁOWA KLUCZOWE: goździk pyszny, aklimatyzacja, mikrorozmnażanie

Mikrorozmnażanie roślin w kulturach *in vitro* umożliwia uzyskanie dużej liczby osobników z niewielkiej ilości materiału wyjściowego, co stanowi cenne narzędzie czynnej ochrony gatunków zagrożonych. Kluczową rolę w procesie organogenezy odgrywa uzupełnienie pożywek hodowlanych o egzogenne regulatory wzrostu [1]. Wraz ze wzrostem stężenia cytokinin na etapie mikrorozmnażania, eksplanty pędowe zawiązują na ogół więcej pędów przybyszowych. Jednocześnie wysokie dawki cytokinin mogą prowadzić do powstawania pędów o odmiennym pokroju [2,3]. Różnice morfometryczne pędów mogą wpływać negatywnie na dalsze losy rośliny, w tym na proces aklimatyzacji do warunków *ex vitro* i ich rozwój [3,4].

Przykładem gatunku wykazującego zróżnicowaną odpowiedź na stężenie cytokininy jest goździk pyszny (*Dianthus superbis* L.) – bylina objęta w Polsce ochroną gatunkową. Postawiono hipotezę, że stężenie cytokininy zastosowane podczas mikrorozmnażania oddziałuje na późniejszy wzrost, przebieg aklimatyzacji oraz sprawność fotosyntetyczną w warunkach *ex vitro*.

Analizowano cechy morfometryczne pędów przybyszowych otrzymanych z eksplantatów hodowanych na pożywkach zawierających różne stężenia kinetyny (1–3 mg/L) przy stałej zawartości auksyny. W kolejnym etapie oceniono przebieg aklimatyzacji roślin, tempo ich wzrostu oraz wybrane parametry fotosyntetyczne po przeniesieniu do warunków *ex vitro*. Wykazano między innymi, że wraz ze wzrostem stężenia cytokinin dochodzi do wydłużania międzywęźli w pędach *D. superbis* oraz powstawania mniejszych liści. Uzyskane wyniki pozwalają określić, w jakim stopniu warunki mikrorozmnażania wpływają na późniejszy wigor i potencjał adaptacyjny roślin, a tym samym ułatwić opracowanie skuteczniejszych protokołów rozmnażania na potrzeby restytucji i wzmacniania naturalnych populacji *D. superbis*.

Literatura

- [1] George E.F., Hall M.A., De Klerk G.-J. 2008. *Plant Propagation by Tissue Culture. Volume 1. The Background*. Springer: 1–501. (klasyczna książka o mikrorozmnażaniu, regulatorach wzrostu i organogenezie)
- [2] Fraga M., Alonso M., Ellul P., Borja M. 2004. Micropropagation of *Dianthus gratianopolitanus*. *HortScience*, 39(5): 1083–1087.
- [3] Farkas D., Csabai J., Kolesnyk A., Szarvas P., Dobránszki J. 2025. In vitro micropropagation protocols for two endangered *Dianthus* species – via in vitro culture for conservation and recultivation purposes. *Plant Methods*, 21: 13.
- [4] Grzelak M., Pacholczak A., Nowakowska K. 2024. Challenges and insights in the acclimatization step of micropropagated woody plants. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 159: 72.

Wytwarzanie i charakterystyka porowatych struktur filtracyjnych na bazie tlenku cyrkonu metodą *slipcastingu*

Kamil Pruchniak*, Zuzanna Kupniewska, Zuzanna Jarząbek, Barbara Ćwiek, Julia Domowicz, Jędrzej Wałęga, Kacper Szaliński, Paweł Skałbania, Adrianna Worosilak, Miłosz Jakim, Łukasz Werner, Andrzej Krasieński

Koło Naukowe Inżynierii Chemicznej i Procesowej „Venturi”, Waryńskiego 1, 00-645 Warszawa

*kamil.pruchniak.stud@pw.edu.pl

SŁOWA KLUCZOWE: Slip casting, tlenek cyrkonu

Rosnące wymagania dotyczące trwałości oraz efektywności materiałów filtracyjnych powodują wzrost zainteresowania porowatymi materiałami ceramicznymi, których właściwości mogą być precyzyjnie kształtowane na etapie procesu technologicznego. Do tej grupy zalicza się tlenek cyrkonu, którego struktury są bardzo trwałe i łatwe w oczyszczaniu, dzięki wysokiej stabilności chemicznej, termicznej i wytrzymałości mechanicznej, co jest niezwykle istotne przy długiej pracy urządzeń (koszty inwestycyjne). Przy kształtowaniu materiałów filtracyjnych kluczowym wyzwaniem pozostaje opracowanie technologii umożliwiającej uzyskanie odpowiedniej mikrostruktury o wysokiej przepuszczalności i jednocześnie wytrzymałości materiału porowatego.

Celem badań jest opracowanie technologii wytwarzania porowatych struktur ceramicznych na bazie tlenku cyrkonu metodą slipcastingu oraz określenie wpływu parametrów procesu na właściwości użytkowe otrzymanych struktur. Badania obejmowały dobór składu zawiesiny ceramicznej, zawartości fazy stałej, rodzaju i ilości dodatków dyspergujących oraz porotwórczych, a także optymalizację parametrów suszenia i spiekania. Zakłada się, że odpowiedni dobór parametrów technologicznych umożliwi kontrolowanie właściwości mikrostruktury oraz udziału i rozkładu porów, determinujących właściwości filtracyjne materiału.

Charakterystyka obejmuje analizę morfologii mikrostruktury, porowatości, gęstości pozornej oraz właściwości mechanicznych otrzymanych struktur. Dodatkowo przeprowadzone badania parametrów przepływowych, pozwalające określić zależność pomiędzy architekturą porów a oporami przepływu medium przez materiał filtracyjny. Uzyskane wyniki umożliwiły wyznaczenie optymalnych warunków wytwarzania porowatych struktur ceramicznych stanowiących bazę do dalszej funkcjonalizacji, między innymi poprzez modyfikację ich powierzchni dodatkami o właściwościach fotokatalitycznych lub biostatycznych, przeznaczonych do zastosowań w nowoczesnych systemach oczyszczania wody i cieczy technologicznych.

Evaluation of Granule-Based Biopreparations for Enhancing Cereal Grain Germination

Patrycja Rowińska^{1,2*}, Tomasz Grzyb^{1,2}, Justyna Szulc²

¹Interdisciplinary Doctoral School of Lodz University of Technology, Stefana Żeromskiego 116, 90-543 Łódź

²Department of Environmental Biotechnology, Faculty of Biotechnology and Food Sciences, Lodz University of Technology, Wólczarska 171/173, 90-530 Łódź, Poland

*patrycja.rowinska@dokt.p.lodz.pl

KEYWORDS: biopreparation, spores, granulate, maize, soil microbiome

Soil degradation and excessive chemical fertilizer dependence are key agricultural challenges. Microbial biopreparations offer a sustainable alternative addressing both soil health and environmental concerns. [1, 2].

This study developed granulated biopreparations containing five spore-forming bacterial strains (*B. subtilis*, *P. megaterium*, *B. velezensis*, *B. licheniformis*, and *P. amylolyticus*) to enhance maize and rye germination.

The research evaluated physical properties of granulate formulations (particle size, bulk density, compressive strength, solubility) and microbial viability over 12 months. The effect on maize and rye was compared with chemical fertilizers through ten-day cultivation, measuring plant height, root length, chlorophyll content, dry biomass, and soil microbial communities via 16S rRNA gene sequencing.

Physical properties were dependent on carrier type (chalk or bentonite) and molasses addition. Bentonite granules showed high moisture content (up to 65.4%) and lower bulk density; chalk-based granules exhibited better compressive strength (>80 N with molasses as binder). Microbial survival was high but varied with granulate composition. Chalk-based granulates dissolved faster in laboratory and field conditions; bentonite-based granules persisted 20–28 hours (laboratory conditions). Chalk application elevated soil pH while bentonite did not, indicating carrier type as the primary factor influencing pH. Alpha-diversity differed between plants (Shannon: $\chi^2 = 12.09$, $p = 0.002$): rye 5.54 vs maize 5.18. Beta-diversity was significantly differentiated (PERMANOVA, $R^2 = 0.53$ – 0.54 , $p = 0.001$). Pseudomonadota dominated rhizospheres (53.7–68.0%). Minimal differences in soil metagenome composition appeared between maize and rye depending on fertilization type.

The tested granulated biopreparation positively influenced maize and rye growth without disrupting soil microbiological balance, demonstrating potential for sustainable agriculture.

References

- [1] Rowińska, P., Gutarowska, B., Janas, R., Szulc, J., 2024. Biopreparations for the decomposition of crop residues. Microb. Biotechnol. 17.
- [2] Rowińska, P., Sypka, M., Białkowska, A.M., Stryjek, M., Nowak, A., Janas, R., Gutarowska, B., Szulc, J., 2025. Evaluating Soil Bacteria for the Development of New Biopreparations with Agricultural Applications. Applied Sciences 15, 6400.

This research was funded by the "FU²N – Fund for Improving Young Scientists' Competencies" program supporting scientific excellence at Łódź University of Technology (contract no. 3/2025).

Potencjał inwazyjny łąbin trwałego (*Lupinus polyphyllus*) – mechanizmy ekspansji i wpływ na rodzimą bioróżnorodność ekosystemów otwartych

Karol Sarnecki*, Krzysztof Kowalewski

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Naukowe Koło Botaników

*krlsarnecki@gmail.com

SŁOWA KLUCZOWE: gatunki obcego pochodzenia, łąbin trwały, mikrobiom, ekosystem, bioróżnorodność

Łąbin trwały (*Lupinus polyphyllus* Lindl.) jest gatunkiem rodzimym dla Ameryki Północnej. Na terenie Eurazji takson ten wykazuje wysoką zdolność do ekspansji i kolonizacji siedlisk półnaturalnych. Sukces ekologiczny *L. polyphyllus* wynika przede wszystkim ze zdolności do wiązania azotu atmosferycznego w symbiozie z bakteriami brodawkowymi[1]. W wyniku obecności *L. polyphyllus* dochodzi do wzrostu zasobności gleb w azot, zmian warunków siedliskowych oraz przesunięcia składu zbiorowisk w kierunku gatunków nitrofilnych. W konsekwencji obserwuje się uproszczenie struktury zbiorowisk roślinnych oraz zmiany w funkcjonowaniu komponentów glebowych, w tym mikrobiomu[2,3]. Intensywność ekspansji oraz charakter oddziaływania wielu gatunków inwazyjnych różni się pomiędzy regionami Europy i są ściśle powiązane z warunkami klimatycznymi oraz lokalną strukturą siedlisk[1]. Dotychczas na terenie Polski nie przeprowadzono szczegółowych badań dotyczących wpływu *L. polyphyllus* na skład gatunkowy zajmowanych przez niego płatów roślinności[4]. Pod tym względem szczególnie niedostatecznie rozpoznane pozostają obszary północno-wschodniej części kraju. Celem podjętych badań była ocena wpływu inwazji łąbin trwałego na bioróżnorodność lokalnych zbiorowisk roślinnych. Wstępne badania terenowe przeprowadzono w sezonie wegetacyjnym 2026 r. na wybranych stanowiskach zlokalizowanych na terenie Warmii. Analizę różnorodności gatunkowej i struktury roślinności oparto na zdjęciach fitysocjologicznych wykonanych metodą Braun-Blanqueta. Reprezentatywne powierzchnie badawcze wyznaczono zarówno w płatach zdominowanych przez łąbin, reprezentujących zróżnicowany stopień inwazji, jak i na bezpośrednio do nich przylegających stanowiskach kontrolnych o analogicznych warunkach siedliskowych. Wstępne wyniki analiz wskazują na spadek bogactwa gatunkowego na powierzchniach zajętych przez łąbin w porównaniu do powierzchni kontrolnych.

Literatura

- [1] Eckstein L., Welk E., Klinger Y.P., Lennartsson T. 2022. Biological Flora of Central Europe – *Lupinus polyphyllus* Lindley. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*: 125715.
- [2] Pass M., Ramula S., Jauni M., Setälä H., Kotze D. 2021. The invasive herb *Lupinus polyphyllus* can reduce plant species richness independently of local invasion age. *Biological Invasions*, 24: 425–436.
- [3] Valtonen A., Jantunen J., Saarinen K. 2006. Flora and lepidoptera fauna adversely affected by invasive *Lupinus polyphyllus*. *Biological Conservation*, 133(3): 389–396.
- [4] Tokarska-Guzik B. 2005. *The establishment and spread of alien plant species (kenophytes) in the flora of Poland*. Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego: 1–458.

Olejki eteryczne jako ekologiczna alternatywa dla środków ochrony roślin w zwalczaniu *Geotrichum candidum*

Klaudia Strus, Martyna Mroczyńska-Szeląg*

Katedra Biotechnologii i Mikrobiologii, Wydział Chemiczny, Politechnika Gdańska, ul. G. Narutowicza 11/12, 80-223 Gdańsk

*martyna.mroczyńska-szeląg@pg.edu.pl

SŁOWA KLUCZOWE: olejki eteryczne, fungicydy, środki ochrony roślin, *Geotrichum candidum*

Kwaśna zgnilizna owoców, wywołana przez *Geotrichum candidum*, stanowi istotny problem w przechowywaniu i dystrybucji owoców oraz warzyw [1]. *G. candidum* jest drożdżopodobnym grzybem strzępkowym odpowiedzialnym za kwaśną zgniliznę owoców i warzyw, szczególnie owoców cytrusowych [1], brzoskwiń i nektarynek jak również pomidorów, marchwi oraz zmienników [2]. Infekcje rozwijające się podczas przechowywania i transportowania owoców oraz warzyw skutkują pogorszeniem jakości sensorycznej oraz obniżeniem wartości handlowej produktów. Pomimo skuteczności stosowanych fungicydów syntetycznych, ich użycie budzi coraz większe kontrowersje ze względu na ryzyko akumulacji toksycznych pozostałości w żywności oraz negatywny wpływ na środowisko, w tym organizmy glebowe i owady zapylające.

Celem badania była ocena wrażliwości *G. candidum* na wybrane olejki eteryczne (oregano, tymiankowy, rozmarynowy i herbaciany) jako potencjalne, przyjazne środowisku alternatywy dla fungicydów syntetycznych. Badania przeprowadzono metodą mikrorozcieńczeń w podłożu RPMI zgodnie z wytycznymi Europejskiej Komisji ds. Lekowrażliwości (EUCAST). Minimalne stężenia hamujące wzrost (MIC) oznaczono w zakresie 0,02 – 10 % (v/v) i zdefiniowano jako stężenie ograniczające wzrost grzybni powyżej 90 %. Najwyższą aktywność przeciwgrzybiczą wykazały olejki z oregano i tymianku, dla których wartości MIC mieściły się w zakresie 0,04 – 0,63 % (v/v). Olejek herbaciany charakteryzował się umiarkowaną skutecznością (MIC 0,08 – 1,25 % (v/v)), natomiast olejek rozmarynowy wykazał najniższą aktywność (MIC 0,31 – 5,00 % (v/v)). Wszystkie analizowane izolaty *G. candidum*, niezależnie od pochodzenia, wykazywały zbliżony profil wrażliwości. Zaobserwowano wyraźną zależność efektu od zastosowanego stężenia.

Uzyskane wyniki potwierdzają potencjał olejków eterycznych jako biofungicydów wspierających zrównoważoną ochronę roślin i ograniczenie stosowania syntetycznych środków chemicznych.

Literatura

- [1] François G.A., de Moraes Pontes J.G., Pereira A.K., Fill T.P. 2022. Exploring the citrus sour rot pathogen: biochemical aspects, virulence factors, and strategies for disease management – a review. *Fungal Biol Rev*: 70–83.
- [2] Kim Y.-K. 2011. *First Report of Sour Rot on Post-harvest Oriental Melon, Tomato, Cucumber, Potato, Pumpkin and Carrot Caused by Geotrichum candidum*. *Research in Plant Disease*: 232–234.

Zastosowanie markerów cpSSR do oceny różnorodności genetycznej wybranych gatunków z rodzaju pierwiosnek (*Primula sp.*) w kontekście ochrony siedlisk

Gabriela Sulkowska*

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Wydział Biologii i Biotechnologii ul. Oczapowskiego 1A 10-719 Olsztyn
Naukowe Koło Botaników

*176390@student.uwm.edu.pl

SŁOWA KLUCZOWE: ochrona siedlisk, pierwiosnek lekarski, pierwiosnek wyniosły, genetyka populacyjna, markery cpSSR

Pierwiosnek lekarski (*Primula veris* L.) oraz pierwiosnek wyniosły (*Primula elatior* (L) Hill) to blisko spokrewnione gatunki bylin hemikryptofitycznych, szeroko rozpowszechnionych w Europie. Taksony te wykazują odmienne preferencje siedliskowe: heliofilny *P. veris* występuje na glebach oligotroficznym i kalcyfilnym, [4], natomiast *P. elatior* zasiedla półcieniste, wilgotne lasy liściaste. Chociaż rośliny te są szeroko badane pod kątem heterostylizacji – zjawiska zapobiegającego samozapyleniu i ograniczającego krzyżowanie się osobników o tej samej morfii [5] to literatura dotycząca zmienności genetycznej populacji tych gatunków wciąż prezentuje się skromnie. W ostatnich dekadach, w wyniku postępujących przekształceń środowiska, naturalne populacje obu gatunków uległy znacznej fragmentacji i uszczupleniu.

Aby poszerzyć wiedzę o strukturze genetycznej tych taksonów podjęto badania, których celem była ocena zróżnicowania genetycznego wybranych populacji *Primula*. W analizach wykorzystano markery mikrosatelitarne genomu chloroplastowego (cpSSR) *P. veris* [1, 3, 6], które ze względu na matczyny sposób dziedziczenia pozwalają na śledzenie historycznych wzorców kolonizacji i dyspersji nasion. Warto podkreślić, że markery opracowane dla *P. veris* z powodzeniem zastosowano również u *P. elatior*. Do analiz wytypowano naturalne populacje z europejskiego zasięgu obu gatunków, co pozwoliło na oszacowanie podstawowych parametrów zmienności wewnątrz- i międzypopulacyjnej.

Literatura

- [1] Abdel-Mawgood, Ahmed. (2012). DNA Based Techniques for Studying Genetic Diversity. 10.5772/33509. Genetic Diversity in Microorganisms; 98-99.
- [2] Ravi, V., Khurana, J.P., Tyagi, A.K. et al. (2008) An update on chloroplast genomes. *Plant Syst Evol* 271, 101–122.
- [3] Provan J, Powell W, Hollingsworth P. (2001) Chloroplast microsatellites: new tools for studies in plant ecology and evolution *Trends in Ecology & Evolution*, 16, 142–147
- [4] Brys, R. and Jacquemyn, H. (2009), Biological Flora of the British Isles: *Primula veris* L.. *Journal of Ecology*, 97: 581–600. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2009.01495.x>
- [5] Taylor, K. and Woodell, S.R.J. (2008), Biological Flora of the British Isles: *Primula elatior* (L.) Hill. *Journal of Ecology*, 96: 1098–1116. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2008.01418.x>
- [6] Sarnecki K. (2026), Opracowanie i ocena polimorfizmu markerów mikrosatelitarnych chloroplastowego DNA dla pierwiosnika lekarskiego (*Primula veris* L.), praca magisterska Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Wydział Biologii i Biotechnologii

Wydajność i ekonomia membranowej separacji azotu z powietrza

Michalina Miller^{1*}, Maja Wybierała¹, Karol Nowacki¹, Nicola Michalczyzyn¹, Szymon Woźniowski², Piotr Mitkowski²

¹Koło Naukowe Inżynierii Chemicznej, Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska;
ul. Berdychowo 4, 60-965 Poznań

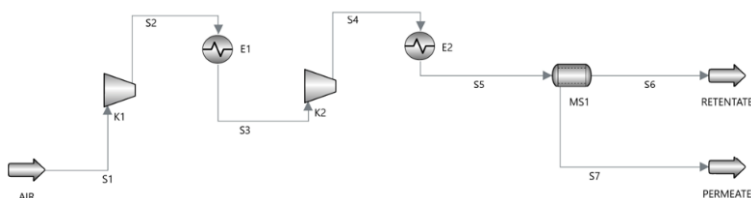
²Instytut Technologii i Inżynierii Chemicznej, Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska;
ul. Berdychowo 4, 60-965 Poznań

*michalina.miller@student.put.poznan.pl

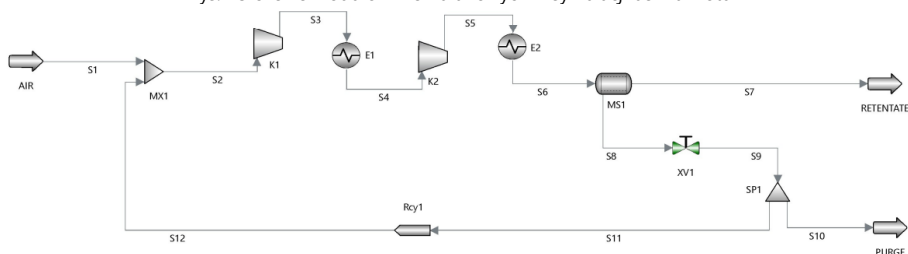
SŁOWA KLUCZOWE: Azot, analiza ekonomiczna, metody membranowe, projekt procesowy, symulacja procesowa.

W świetle narastającego kryzysu energetycznego i rosnących nakładów na energooszczędne alternatywy tradycyjnych metod przemysłowych, separacją membranową okazuje się być obiecującą technologią do mniej kosztownej energetycznie separacji płynów [1]. Szczególnie interesująca jest technologia separacji azotu z powietrza, w związku ze wzrastającym zainteresowaniem jego pozyskiwaniem w celu m.in. syntezy amoniaku jako sposobu na magazynowanie wodoru. Krytycznym punktem analizy procesów w kontekście ich wydajności i energetyki jest analiza wpływu zmiany wybranych parametrów na jego przebieg. W tym kontekście symulatory procesowe okazują się być przydatnym narzędziem, umożliwiającym ocenę wpływu parametrów operacyjnych na efektywność procesu oraz optymalizację jego działania bez konieczności wykonywania kosztownych i czasochłonnych eksperymentów w warunkach rzeczywistych.

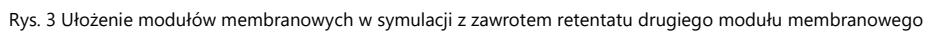
Celem pracy jest wykonanie analizy ekonomicznej oraz określenie energooszczędności procesu membranowej separacji azotu z powietrza w oparciu o utworzoną symulację procesową. Badania obejmują ocenę wpływu wybranych parametrów operacyjnych, takich jak ciśnienie robocze, natężenie przepływu oraz konfiguracja zawrotów strumieni, na efektywność procesu. Jako główne kryteria oceny przyjęto stopień odzysku azotu, czystość produktu oraz jednostkowe zużycie energii. Przeprowadzono również analizę wpływu parametrów pracy na koszty inwestycyjne i eksploatacyjne instalacji. Analiza pozwala na identyfikację optymalnych warunków prowadzenia procesu oraz określenie ograniczeń technologii membranowej w kontekście zastosowań przemysłowych. Uzyskane wyniki wskazują na potencjał separacji membranowej jako efektywnej energetycznie i ekonomicznie niskoskalowej metody produkcji azotu, szczególnie dla aplikacji wymagających elastycznej pracy instalacji.



Rys.1 Ułożenie modułów membranowych w symulacji bez zawrotu



Rys. 2 Ułożenie modułów membranowych w symulacji z zawrotem permeatu



[1] Castel C. 2018 Membrane separations and energy efficiency, *Journal of Membrane Science* Volume 548, 15 February 2018, Pages 345-357

Synteza i charakterystyka nanohydroksyapatytu jako nośnika doksorubicyny w terapii przeciwnowotworowej

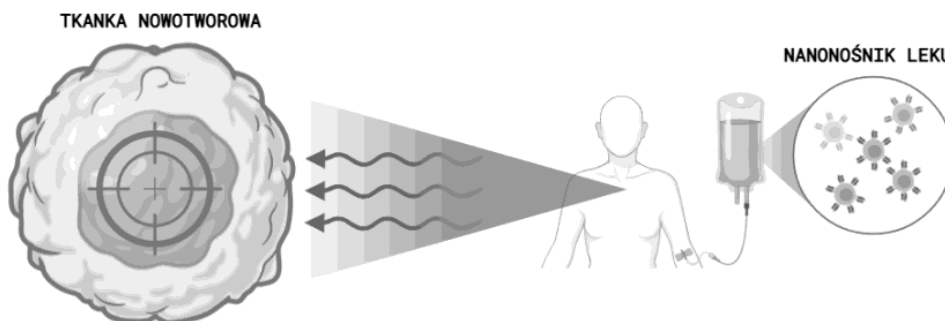
Lena Szustak*, Ewa Mijowska, Karolina Wenelska

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny, al. Piastów 17, 70-310 Szczecin

*lszustak888@gmail.com

SŁOWA KLUCZOWE: nanohydroksyapatyt, doksorubicyna, system dostarczania leków, nanomateriały, celowana terapia nowotworowa

Badania poświęcone są opracowaniu i wstępnej ocenie systemu dostarczania leków opartego na nanohydroksyapatycie (nHA), pełniącego rolę nośnika doksorubicyny - cytostatyku szeroko stosowanego w terapii nowotworowej. Otrzymany materiał poddano funkcjonalizacji z wykorzystaniem 3-aminopropylotrietoksylanu (APTES-u), wprowadzającego grupy aminowe, oraz kwasu foliowego, umożliwiającego potencjalne ukierunkowanie układu na komórki nowotworowe. Celem modyfikacji było zwiększenie zdolności nośnika do utrzymania leku oraz stworzenie podstaw dla bardziej selektywnej terapii. Zaproponowana metoda syntezy nie jest skomplikowana - opiera się na ogólnodostępnych, stosunkowo tanich substratach oraz nieskomplikowanej aparaturze laboratoryjnej, a zatem wykazuje potencjał do relatywnie prostego podniesienia skali wytwarzania. W ramach pracy przeprowadzono szczegółową charakterystykę fizykochemiczną otrzymanych materiałów oraz analizę profilu uwalniania doksorubicyny. Szczególny nacisk położono na porównanie właściwości próbek niesfunkcjonalizowanych i sfunkcjonalizowanych pod kątem ich potencjału jako nośników leków. Opracowane podejście może stanowić punkt wyjścia do dalszych badań nad wykorzystaniem nanomateriałów w terapii celowanej nowotworów. [1]



Rys.1. Schemat poglądowy terapii celowanej przy pomocy nanosystemu dostarczania leku. [2]

Literatura

- [1]Sun, W., et al. "Biodegradable Drug-Loaded Hydroxyapatite Nanotherapeutic Agent for Targeted Drug Release in Tumors." ACS Applied Materials & Interfaces, vol. 10, no. 9, 2018, pp. 7832 -7840, <https://doi.org/10.1021/acsami.7b19281>.
[2]Szustak, Lena. Opracowanie własne - schemat BioRender.

Tematyka pracy wpisuje się w założenia i cele projektu „Centrum Zaawansowanych Materiałów i Inżynierii Procesów Wytwarzania (CZMIPW)” realizowanego w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014 – 2020. Priorytet IV. Zwiększenie potencjału naukowo – badawczego, Działanie 4.2 Rozwój nowoczesnej infrastruktury badawczej sektora nauki, Konkurs 4/4.2/2020.

Badania wykonane w ramach pracy zostały przeprowadzone m. in. na zakupionej w ramach projektu aparaturze badawczej.

Wykaz aparatury:

1. Centrum Zaawansowanych Materiałów i Inżynierii Procesów Wytwarzania - Laboratorium Mikroskopii: Wysokorozdzielczy transmisyjny mikroskop elektronowy.

Kontrolowane uwalnianie nanocząstek srebra (AgNPs) z hydrożeli pochodzenia naturalnego

Karolina Rojek*, Tomasz Swebocki

Instytut Nanotechnologii i Inżynierii Materiałowej, Politechnika Gdańska, G. Narutowicza 11/12, 80-233, Gdańsk, Polska

*s194246@student.pg.edu.pl

SŁOWA KLUCZOWE: nanocząstki srebra, hydrożele, żelatyna, kontrolowane uwalnianie, spektroskopia UV-Vis

Nanocząstki srebra (AgNPs) należą do najlepiej poznanych nanomateriałów funkcjonalnych. Jedną z ich najbardziej charakterystycznych właściwości jest aktywność przeciwbakteryjna [1]. Ich zastosowanie nie pozostaje jednak obojętne zarówno dla organizmów żywych, jak i środowiska naturalnego, dlatego efektywne i bezpieczne wykorzystanie AgNPs wymaga opracowania systemów kontrolowanego uwalniania. Jednym z podejść umożliwiających realizację tego celu jest enkapsulacja nanocząstek w matrycach hydrożelowych [2]. Kluczowym zagadnieniem pozostaje jednak wpływ takiej enkapsulacji na proces uwalniania i dyfuzji AgNPs do otoczenia.

W ramach pracy otrzymano AgNPs poprzez optymalizację stosunku (α) reduktora (NaBH_4) do prekursora srebra (AgNO_3) oraz stężenia stabilizatora – poliwinylpirolidonu (PVP). Wykazano, że niższe wartości α prowadzą do powstawania większych nanocząstek, natomiast zastosowanie PVP w stężeniu 0,3% zapewnia ich wysoką stabilność, której nie zaobserwowano przy wyższych stężeniach stabilizatora. Następnie przygotowano kompozyty hydrożelowe zawierające wybrane AgNPs i różne stężenia żelatyny (20, 40 oraz 80 mg/ml). Proces uwalniania nanocząstek monitorowano w temperaturze pokojowej, 30°C oraz 35°C. Uzyskane wyniki wskazują, że obniżenie stężenia żelatyny przyspiesza dyfuzję AgNPs, podczas gdy niższa temperatura ogranicza ten proces. Najbardziej efektywny profil uwalniania zaobserwowano dla próbek zawierających 20 mg/ml żelatyny inkubowanych w 35°C, natomiast najmniejszą efektywność wykazały próbki o najwyższym stężeniu żelatyny (80 mg/ml). W temperaturze pokojowej nie odnotowano uwalniania nanocząstek. Otrzymane wyniki potwierdzają przyjęte założenia badawcze i stanowią podstawę do dalszego rozwoju inteligentnych systemów kontrolowanego uwalniania.

Literatura

- [1] Wei L, et al. 2015. Silver nanoparticles: synthesis, properties, and therapeutic applications. *Drug Discov Today*: 595–601.
- [2] Ezike TC, et al. 2023. Advances in drug delivery systems, challenges and future directions. *Heliyon*: 1-17.

Plasti-trail: Bakterie w podróży

Kinga Przychodna*, Karolina Skonieczna, Oliwia Reglińska

Koło Naukowe Studentów Politechniki Gdańskiej „Mikrobiologia w Inżynierii Środowiska”
Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska, Politechnika Gdańska, ul. G. Narutowicza 11/12

* s199632@student.pg.edu.pl,

SŁOWA KLUCZOWE: plastisfera, tworzywa sztuczne, biofilm, Arktyka, Morze Bałtyckie

Zanieczyszczenie środowiska morskiego tworzywami sztucznymi stanowi nie tylko problem estetyczny i fizyczny, lecz także zagrożenie związane z rozwojem i rozprzestrzenianiem mikroorganizmów. Powierzchnie odpadów plastikowych są szybko kolonizowane, pokrywając się biofilm określanym mianem plastisfery.

W ramach projektu PLASTI-TRAIL analizowana jest rola odpadów z tworzyw sztucznych jako nośników plastisfery w środowisku morskim, z uwzględnieniem porównania obszarów o zróżnicowanej presji antropogenicznej w rejonie Morza Bałtyckiego i Arktyki. Podczas kampanii bałtyckiej próbki pobrano w punktach zlokalizowanych w rejonie Zatoki Gdańskiej (tereny portowe, mariny, obszary o wysokiej antropopresji) oraz w rejonie otwartego wybrzeża Łeba- Stilo (obszar o ograniczonej presji turystycznej). W Arktyce próbki pobierano na wybrzeży wyspy Spitsbergen Zachodni położonej w Archipelagu Svalbard. Jako rejon o silnej antropopresji wybrano plaże i nabrzeża portowe w mieście Longyearbyen, natomiast jako obszar jej pozbawiony wybrano wybrzeże równiny Kaffiøya. Na każdym stanowisku pobrano 10 fragmentów makro- i mezoplastiku, wykonano dokumentację fotograficzną i opis środowiska (GPS, typ wybrzeża, charakter presji). Z powierzchni próbek przygotowano zawiesiny biofilmu, na podstawie których zostanie oznaczona liczba bakterii metodami hodowlanymi i mikroskopowymi. Część materiału zabezpieczono na filtrach membranowych do analiz molekularnych, obejmujących izolację DNA i sekwencjonowanie 16S rRNA dla reprezentatywnej grupy próbek.

Uzyskane badań wyniki pozwolą określić stopień kolonizacji odpadów plastikowych przez mikroorganizmy, porównać intensywność zasiedlenia plastiku w środowiskach o odmiennej antropopresji oraz ocenić, czy plastik może pełnić funkcję trwałego podłoża i wektora transportu drobnoustrojów. Dane te stanowią podstawę do dalszych porównań z kampanią arktyczną oraz oceny znaczenia plastisfery w analizie ryzyka środowiskowego.

Literatura

- [1] Li, C., Gillings, M. R., Zhang, C., Chen, Q., Zhu, D., Wang, J., Zhao, K., Xu, Q., Leung, P. H., (2023). Ecology and risks of the global plastisphere as a newly expanding microbial habitat. *The Innovation*, 5(1), 100543. <https://doi.org/10.1016/j.xinn.2023.100543>
- [2] Wright, R. J., Langille, M. G. I., Walker, T. R., & Wright, R. J. (2021). Food or just a free ride ? A meta-analysis reveals the global diversity of the Plastisphere. *The ISME Journal*, 15, 789–806. <https://doi.org/10.1038/s41396-020-00814->

Praca realizowana w ramach programu Turbogrant Fundacji Orlen im. Ignacego Łukasiewicza

Fiordy Zachodniego Spitsbergenu z pokładu r/v „Oceania” – badania, obserwacje i wrażenia z rejsu AREX 2026

Magdalena Murawa*

Koło Naukowe Studentów Politechniki Gdańskiej „Mikrobiologia w Inżynierii Środowiska”
Wydział Inżynierii Łądowej i Środowiska, Politechnika Gdańska, ul. G. Narutowicza 11/12

*s199730@student.pg.edu.pl

SŁOWA KLUCZOWE: Arktyka, rejs badawczy, śnieg morski, analiza mikrobiologiczna

Fiordy Zachodniego Spitsbergenu, jednej z wysp w archipelagu Svalbard, charakteryzują się dużym zróżnicowaniem warunków hydrologicznych, fizykochemicznych i biologicznych, kształtowanych m.in. przez dopływ wód roztopowych, sezonowość oraz lokalne uwarunkowania środowiskowe [1, 2]. Jednym z elementów łączących procesy biologiczne i biogeochemiczne jest śnieg morski – agregaty materii organicznej i mineralnej uczestniczące w pionowym transporcie węgla i innych składników z powierzchniowych do głębszych warstw oceanu [3, 4]. Ich właściwości mogą odzwierciedlać lokalne warunki środowiskowe oraz procesy zachodzące w ekosystemach fiordowych [1].

Rejs badawczy na r/v „Oceania”, należącego do Instytutu Oceanologii PAN w Sopocie, w ramach AREX 2026 był III etapem III Wyprawy Polarnej Studentów Politechniki Gdańskiej na Spitsbergen. Podczas 10 dni rejsu przeprowadzono badania wody morskiej w trzech fiordach: Isfjorden, Kongsfjorden i Magdalenefjorden. W każdym punkcie pomiarowym próbki wody pobierano z kilku głębokości przy użyciu batometru. Materiał zabezpieczono do dalszych analiz laboratoryjnych, które obejmą określenie ogólnej liczby, średniej wielkości i biomasy komórek prokariotycznych z zastosowaniem mikroskopii fluorescencyjnej. Badania pozwolą na porównanie pomiędzy fiordami oraz określenie zmian zachodzących wraz z głębokością.

Równolegle prowadzono obserwacje śniegu morskiego, który może stanowić specyficzne mikrośrodowisko dla mikroorganizmów i miejsce intensywnych procesów mikrobiologicznych [5]. Zestawienie jego występowania z parametrami fizykochemicznymi toni wodnej oraz informacjami dotyczącymi planktonu i bentosu umożliwi szerszą charakterystykę warunków panujących w badanych fiordach. Wcześniejsze badania wskazują, że poszczególne fiordy, a nawet części tego samego systemu fiordowego, mogą istotnie różnić się pod względem warunków biogeochemicznych i struktury planktonu [1]. Połączenie danych mikrobiologicznych, fizykochemicznych i obserwacji śniegu morskiego pozwoli ocenić zróżnicowanie środowiska wodnego Zachodniego Spitsbergenu oraz zależności pomiędzy warunkami fizycznymi a procesami biologicznymi zachodzącymi w toni wodnej.

Literatura

- [1] Trudnowska E., Koziorowska K., Dąbrowska A.M., Boehnke R., Szymczycha B., Dragańska-Deja K., Stachnik Ł., Hawkings J., Korhonen M., Kitowska M., Kuliński K., Moskalik M. 2026. *Seen in flakes & drops: local heterogeneity of marine snow, biogeochemistry, and plankton in Svalbard's glacial bays*. EGUsphere [preprint]. <https://doi.org/10.5194/egusphere-2026-2515>
- [2] Trudnowska E., Lacour L., Ardyna M., Rogge A., Irisson J.O., Waite A.M., Babin M., Stemmann L. 2021. *Marine snow morphology illuminates the evolution of phytoplankton blooms and determines their subsequent vertical export*. Nature Communications, 12: 2816. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-22994-4>
- [3] Simon M., Grossart H.P., Schweitzer B., Ploug H. 2002. *Microbial ecology of organic aggregates in aquatic ecosystems*. Aquatic Microbial Ecology, 28: 175–211. <https://doi.org/10.3354/ame028175>
- [4] Turner J.T. 2015. *Zooplankton fecal pellets, marine snow, phytodetritus and the ocean's biological pump*. Progress in Oceanography, 130: 205–248. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2014.08.005>
- [5] Hopwood M.J., Carroll D., Dunse T., Hodson A., Holding J.M., Iriarte J.L., Ribeiro S., Achterberg E.P., Cantoni C., Carlson D.F., Chierici M., Clarke J.S., Cozzi S., Fransson A., Juul-Pedersen T., Winding M.H.S., Meire L. 2020. *Review article: How does glacier discharge affect marine biogeochemistry and primary production in the Arctic?* The Cryosphere, 14: 1347–1383. <https://doi.org/10.5194/tc-14-1347-2020>

Praca realizowana we współpracy z Instytutem Oceanologii PAN w Sopocie

Ocena jakości wód strefy przybrzeżnej Zalewu Wiślanego i wybranych dopływów w latach 2023–2026

Dawid Lisewicz*, Ekaterina Bochkova, Piotr Klinkosz

Koło Naukowe Studentów Politechniki Gdańskiej „Mikrobiologia w Inżynierii Środowiska”
Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska, Politechnika Gdańska, ul. G. Narutowicza 11/12

*s199393@student.pg.edu.pl,

SŁOWA KLUCZOWE: Zalew Wiślaný, analizy mikrobiologiczne, analizy fizykochemiczne, monitoring środowiskowy

Zalew Wiślaný jest ekosystemem wód słonawych, którego funkcjonowanie kształtowane jest zarówno przez warunki naturalne, jak i wieloletnią presję antropogeniczną [1]. W miejscowościach położonych bezpośrednio nad Zalewem obszary przybrzeżne są wykorzystywane do celów rekreacyjnych, głównie do uprawiania sportów wodnych, natomiast możliwość kąpieli jest ograniczana przez okresowe zakwity sinic. Regularna ocena jakości wód pozwala na identyfikację miejsc o pogorszonych parametrach oraz zmian zachodzących w kolejnych latach.

Celem badań była ocena zmienności jakości fizykochemicznej i mikrobiologicznej wód w rejonie Zalewu Wiślanego na podstawie wyników monitoringu prowadzonego w latach 2023–2026. Próbkę pobierano w punktach zlokalizowanych w rejonie kąpielisk i miejscowości położonych nad Zalewem Wiślanym: we Fromborku, Tolkmicku, Kadynach i Suchaczu, w portach w Krynicy Morskiej i Kątach Rybackich, a także w rzekach uchodzących do Zalewu, w tym Wiśle Królewieckiej i rzece Elbląg.

Zakres badań obejmował ocenę parametrów fizykochemicznych i mikrobiologicznych wód. Pomiaru in situ obejmowały temperaturę, przewodność elektrolityczną, pH oraz stężenie tlenu rozpuszczonego. Analizy laboratoryjne obejmowały oznaczenie chemicznego zapotrzebowania tlenu oraz związków biogenych. Stan sanitarny wód oceniano metodami hodowlanymi na podstawie liczby bakterii *E. coli* oraz enterokoków kałowych.

Porównanie wyników uzyskanych w latach 2023–2026 pozwoliło na ocenę zmienności parametrów fizykochemicznych i mikrobiologicznych pomiędzy punktami pomiarowymi oraz latami badań. Wieloletni monitoring umożliwił identyfikację powtarzalnych wzorców zmian jakości wód oraz lokalizacji potencjalnie bardziej narażonych na presję antropogeniczną. Uzyskane wyniki wskazują na znaczenie regularnego monitoringu stref przybrzeżnych wykorzystywanych rekreacyjnie oraz rzek uchodzących do Zalewu Wiślanego, uzupełniając wyniki wieloletniego monitoringu środowiska tego akwenu prowadzonego w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska [2].

Literatura

- [1] Paturej, E.; Gutkowska, A.; Mierzejewska, J. A. 2012 Review of Biological Research in the Vistula Lagoon. *Oceanol. Hydrobiol. Stud.* 41, 81–88, doi:10.2478/s13545-012-0042-y.
- [2] GIOŚ 2025. Ocena stanu środowiska polskich obszarów morskich Bałtyku w 2024 r. na tle dziesięciolecia 2014–2023. Główny Inspektorat Ochrony Środowiska

Projekt realizowany w ramach działalności Koła Naukowego SPG „Mikrobiologia w Inżynierii Środowiska”.
Badania zrealizowano dzięki dofinansowaniu od Samorządu Studentów Politechniki Gdańskiej.

PolarGeoQuest: interdyscyplinarne badania jezior proglacialnych równiny Kaffiøyra podczas III Wyprawy Polarnej Studentów Politechniki Gdańskiej na Spitsbergen

Natalia Dudzińska^{1*}, Cezary Strugliński¹, Dominika Krawczyk¹, Paweł Rocławski², Judyta Polak²

¹Koło Naukowe Studentów Politechniki Gdańskiej „Mikrobiologia w Inżynierii Środowiska”

²Geodezyjne Koło Naukowe „Hevelius”

Wydział Inżynierii Łądowej i Środowiska, Politechnika Gdańska, ul. G. Narutowicza 11/12

* s199394@student.pg.edu.pl

SŁOWA KLUCZOWE: jeziora proglacialne; Kaffiøyra; Spitsbergen; właściwości fizykochemiczne wód; dane geoprzestrzenne

Jeziora proglacialne są ważnym i charakterystycznym elementem krajobrazu polarnego, a ich właściwości fizykochemiczne pozostają silnie związane z oddziaływaniem lodowców oraz zmianami zachodzącymi w ich zlewniach [1]. W warunkach postępującej recesji lodowców zbiorniki te mogą zmieniać swoją morfometrię, warunki hydrologiczne i właściwości wód, dlatego stanowią czułe wskaźniki zmian środowiska proglacialnego. Jednocześnie ekosystemy Svalbardu podlegają intensywnym zmianom klimatycznym oraz oddziaływaniu zanieczyszczeń lokalnych i transportowanych na duże odległości, co zwiększa znaczenie systematycznego monitoringu środowiskowego [2]. Szczególnie interesującym obszarem badań jest równina Kaffiøyra w północno-zachodniej części Spitsbergenu, gdzie recesja lodowców prowadzi do rozwoju licznych zbiorników proglacialnych [3].

Badania przeprowadzono w ramach interdyscyplinarnego projektu PolarGeoQuest, realizowanego przez studentów dwóch kół naukowych Politechniki Gdańskiej. Celem badań była charakterystyka warunków środowiskowych wybranych jezior proglacialnych położonych na przedpolach lodowców Elisebreen, Aavatsmarkbreen, Irenebreen i Andreasbreen oraz ocena ich zróżnicowania przestrzennego z wykorzystaniem metod fizykochemicznych i geodezyjnych. W terenie pobierano próbki wody oraz wykonywano pomiary temperatury, pH, przewodności elektrolitycznej i stężenia tlenu rozpuszczonego. Analizy laboratoryjne obejmowały oznaczenie wybranych parametrów chemicznych, w tym związków biogennych.

Równolegle wykonano statyczne pomiary GNSS oraz naloty dronem wyposażonym w kamerę multispektralną. Pozyskane dane umożliwiły opracowanie przestrzennej charakterystyki badanych zbiorników i ich otoczenia oraz ocenę zróżnicowania cech powierzchniowych rejestrowanych w obrazach multispektralnych. Integracja wyników analiz fizykochemicznych z danymi geoprzestrzennymi pozwoliła kompleksowo scharakteryzować jeziora proglacialnych równiny Kaffiøyra i ocenić zależności pomiędzy właściwościami wód a lokalnymi uwarunkowaniami środowiskowymi.

Literatura

- [1] R Liu, K.; Yan, Q.; Guo, X.; Wang, W.; Zhang, Z.; Ji, M.; Wang, F.; Liu, Y. 2024. Glacier Retreat Induces Contrasting Shifts in Bacterial Biodiversity Patterns in Glacial Lake Water and Sediment. *Microb. Ecol.*, 87, 128, doi:10.1007/s00248-024-02447-3.
- [2] Rizzo C., Zaborska A., Marathe N.P., Pearce D.A., Øvreås L., Caruso G., Lo Giudice A. 2025. Microbial communities as sentinels of environmental changes in Svalbard (MicroSIOS). *SESS Report 2024 – The State of Environmental Science in Svalbard*. Svalbard Integrated Arctic Earth Observing System: 152–181.
- [3] Sobota I., Nowak M. 2011. Charakterystyka warunków batymetrycznych i termicznych kompleksu jezior na przedpolu Lodowca Aavatsmarka, Svalbard. *Problemy Klimatologii Polarnej*, 21: 187–196.

Plakaty naukowe

Synthesis and Characterization of Photoactive Si-Based Materials for Treatment of Emergent Contaminants

Aduḡna Ayu*, Aleksandra Pieczyńska, Adriana Zaleska-Medynska

University of Gdansk, Faculty of Chemistry, Department of Environmental Technology, ul. Wita Stwosza 63, 80-308 Gdansk

*adugnaabera.yyu@phdstud.ug.edu.pl

KEYWORDS: absorption, efficiency, nanocomposite, PFAS, photocatalysis

The application of photocatalytic materials in batch and continuous-flow systems is a high-priority for tackling environmental emerging contaminants. So, developing silica-based material as destructive technologies for remediations of PFAS and other recalcitrant substances from different contaminant sources is crucial nowadays. The other study also relies on silica-based TiO_2 nanocomposite material with the addition of nucleophiles ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) in a packed column reactor system showed a great efficiency on photocatalytic degradation of PFAS[1].

This research fills the gap in the use of photocatalytic nanocomposite materials based on silica and titanium dioxide, where the formation of oxane bridges (Si-O-Ti) is expected to ensure chemical stability and overcome the kinetic barriers to complete degradation emergency contaminants such as PFAS and PFSA precursors. Additionally, modification of these materials with MOF structures is planned to enhance their sorption properties and photocatalytic activity.

Nowadays, experimental research activity started by synthesizing Ti-O-Si through sol-gel process and calcinated in different temperature conditions. The characterization of obtained materials with SEM (to identify the porous morphology) and BET (absorption surface area) was performed. For the coming experimental activity, and forwarded objectives of research see Figure 1, as a full schemes and it shows the simulation of synthesis of nanocomposite materials based on surface functionalized ZIF-MOF in Si-Ti matrix, through the molecular transition from a liquid mixture to a solid ceramic cage.

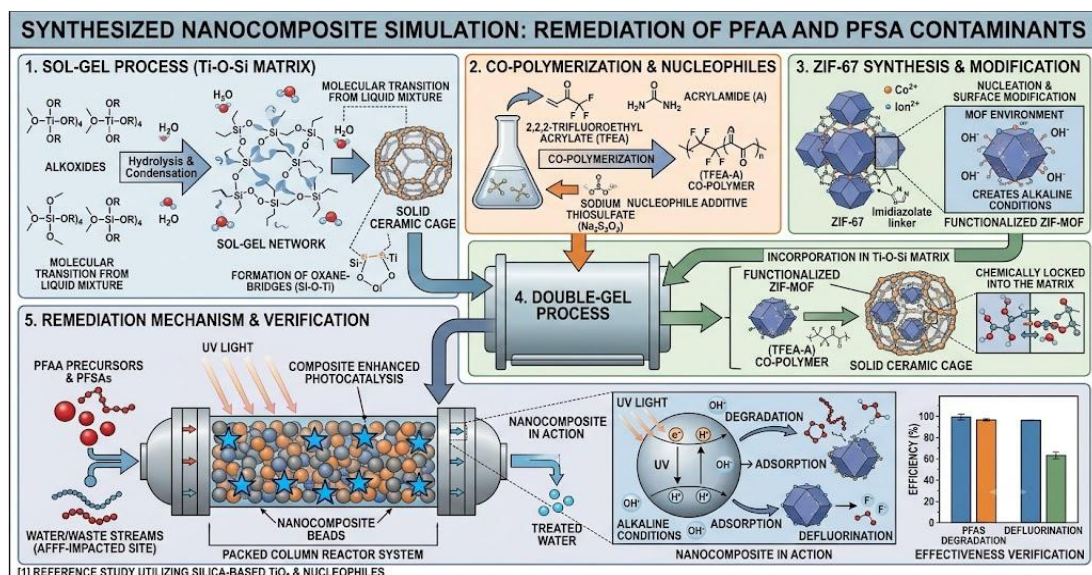


Fig. 1. AI-generated full schemes of synthesis process, characterization and application of the nanocomposites

References:

[1] Crimi, M. L., Holsen, T. A., & Bell, C. D. (2022). Coupled photocatalytic alkaline media as a destructive technology for per- and polyfluoroalkyl substances in aqueous film-forming foam-impacted stormwater. *Chemosphere*, 287, 132262.

Electrochemical Metabolism Simulation–Mass Spectrometry: A Green Approach to Explore Environmental Contaminant Transformations

Jakub Dąbrowski¹, Natalia Glińska¹, Marta Chył¹, Agata Kot-Wasik¹, Agnieszka Potęga^{2*}

¹Gdańsk University of Technology, Faculty of Chemistry, Department of Analytical Chemistry, Gdańsk, Poland

²Gdańsk University of Technology, Faculty of Chemistry, Department of Pharmaceutical Technology and Biochemistry, Gdańsk, Poland

*agnieszka.potega@pg.edu.pl

KEYWORDS: Electrochemical Metabolism Simulation (EC), Mass Spectrometry (MS), Green Analytical Chemistry, Pharmaceutical Pollutants, Environmental Contaminants

The emergence of novel organic pollutants, particularly pharmaceuticals, has become a critical environmental concern [1]. These compounds undergo chemical and biochemical transformations, generating products with diverse persistence and toxicity profiles [2]. Identifying these transformation products is essential for accurate environmental risk assessment and for evaluating the efficiency of water treatment strategies. However, conventional approaches to studying such processes are often time-consuming and reagent-intensive.

Electrochemical simulation of redox reactions coupled with mass spectrometry (EC–MS) offers a rapid and sustainable alternative for modelling redox-driven transformations [3]. High-resolution mass spectrometry enables highly sensitive and selective detection based on mass-to-charge ratios (m/z), facilitating the identification of trace-level transformation products and their structural elucidation through fragmentation analysis [4]. Electrochemical techniques, in turn, allow precise control over oxidation and reduction processes via the application of defined electrode potentials [5]. This combined approach enables the simulation of environmentally and biologically relevant reactions, including oxygen-mediated oxidation in aquatic systems and phase I metabolic transformations [6]. In EC–MS setups, reaction products are transferred directly to the mass spectrometer, enabling real-time monitoring. This allows the detection of short-lived intermediates and highly unstable species without prior isolation, as well as their quantification and preliminary assessment of potential toxicity.

References

- [1] K. Ślósarczyk, S. Jakóbczyk-Karpierz, J. Rózkowski, A. J. Witkowski. (2021) „Occurrence of Pharmaceuticals and Personal Care Products in the Water Environment of Poland: A Review”, *Water*, 1–22.
- [2] Y. Luo, W. Guo, H. H. Ngo, L. D. Nghiem, F. I. Hai, J. Zhang, S. Liang, X. C. Wang. (2014) „A review on the occurrence of micropollutants in the aquatic environment and their fate and removal during wastewater treatment”, *Sci. Total Environ.*, 473–474.
- [3] J. Gun, S. Bharathi, V. Gutkin, D. Rizkov, A. Voloshenko, R. Shelkov, S. Sladkevich, N. Kyi, M. Rona, Y. Wolanov, D. Rizkov, M. Koch, S. Mizrahi, P.V. Pridkhochenko, A. Modestov, O. Lev. (2010) „Highlights in Coupled Electrochemical Flow Cell–Mass Spectrometry, EC/MS”, *Isr. J. Chem.*, 360–373.
- [4] P. L. Urban. (2016) „Quantitative mass spectrometry: an overview” *Philos Trans A Math Phys Eng Sci*, 374.
- [5] R. C. T. Temgoua, I. K. Tonlé, M. Boujtita, (2023) „Electrochemistry coupled with mass spectrometry for the prediction of the environmental fate and elucidation of the degradation mechanisms of pesticides: current status and future prospects” *Environ. Sci.: Processes Impacts*, 340–350.
- [6] U. Bussy, R. Boisseau, C. Thobie-Gautier, M. Boujtita, (2015) „Electrochemistry–mass spectrometry to study reactive drug metabolites and CYP450 simulations”, *Trends in Analytical Chemistry*, 67–73.

Pomiary terenowe naturalnego promieniowania tła na przykładzie małego miasta

Michał Frajtag^{1*}, Grzegorz Olszewski²

¹Uniwersytet Gdański, Wydział Matematyki Fizyki i Informatyki, ul. prof. Marii Janion 7

²Uniwersytet Gdański, Wydział Chemii, Katedra Chemii i Radiochemii Środowiska, ul. prof. Marii Janion 7

**m.frajtag.907@studms.ug.edu.pl*

SŁOWA KLUCZOWE: promieniowanie tła, ochrona radiologiczna

Naturalne promieniowanie tła stanowi nieodłączny element środowiska. Zawiera ono promieniowanie kosmiczne, ale także to pochodzące od radionuklidów obecnych w skorupie Ziemskiej. Ich rozkład na kuli Ziemskiej nie jest jednorodny, więc lokalne pomiary stanowią istotny element monitoringu środowiska.

Celem pracy było określenie przestrzennego rozkładu mocy dawki promieniowania tła oraz ocena wynikającego z niego narażenia dla mieszkańców 13 tysięcznego miasta w województwie kujawsko pomorskim. Nie ma tam przesłanek do występowania promieniowania tła ponad średnią krajową. Na podstawie siatki ok. 100 punktów pomiarowych wykonano mapę mocy dawki promieniowania tła na terenie miasta. Ze względu na to, że mierzone wartości są niewielkie dla każdego z punktów przeprowadzono analizę statystyczną, by ocenić błąd pomiaru. Z zebranych danych wyznaczono średnią dawkę roczną otrzymywaną przez mieszkańców, ze względu na promieniowanie tła. Wyjaśniono również przyczyny występowania punktów o wartościach znacząco przewyższających średnią.

Uzyskane wyniki wskazują, że mieszkańcy miasta nie otrzymują dawki promieniowania zagrażającej ich zdrowiu. Zastosowana metoda pomiarowa pozwala stworzyć mapę mocy dawki na dużym obszarze stosunkowo niewielkim nakładem pracy. Tak więc daje ona możliwość zbudowania aktualnej mapy promieniowania tła na terenie całej Polski.

NiCu-based metal-organic framework thin films (SURMOFs) for ammonia oxidation reactions (AOR)

Santosh Kumar, Justyna Łuczak*

Department of Process Engineering and Chemical Technology, Faculty of Chemistry, Gdańsk University of Technology, 80-233, Gdańsk, Poland

**justyna.luczak@pg.edu.pl*

KEYWORDS: Ammonia oxidation reaction (AOR), SURMOFs, Electrocatalysis, N₂ Production.

The transition towards climate-neutral energy systems requires sustainable and energy-efficient hydrogen production technologies. Although water electrolysis is a clean route for hydrogen generation, its efficiency is limited by the sluggish and energy-intensive oxygen evolution reaction (OER). Replacing OER with the ammonia oxidation reaction (AOR) offers a promising alternative by lowering energy demand while simultaneously enabling hydrogen production and ammonia-rich wastewater treatment. However, efficient and selective AOR requires electrocatalysts with effective charge transfer, accessible active sites, and high stability.

Conductive metal-organic frameworks (MOFs), particularly surface-mounted MOFs (SURMOFs), provide a promising platform due to their structural tunability and favorable charge-transfer properties. In this work, Ni(OH)₂-supported conductive Ni/Cu SURMOF hybrid electrodes are developed through hydrothermal growth of Ni(OH)₂ followed by layer-by-layer SURMOF deposition. The influence of metal composition, linker chemistry, film architecture, morphology, and framework conductivity on the structural and electrochemical properties of the hybrid electrodes is systematically investigated. The Ni(OH)₂/SURMOF interface is expected to facilitate charge transfer while providing electroactive sites and a stable platform for controlled MOF growth. The resulting structure-property-performance relationships will provide insights into the design of durable and efficient electrocatalysts for ammonia oxidation, contributing to energy-efficient ammonia-assisted hydrogen production.

Noble-metal-free MoB/g-C₃N₄ photocatalysts for solar-driven H₂O₂ production

Dahar Janwari, Kishore Sridharan*, Anna Zielińska-Jurek

Department of Process Engineering and Chemical Technology, Faculty of Chemistry, Gdańsk University of Technology, G. Narutowicza 11/12 Street, 80-233, Gdansk, Poland

*kishore.sridharan@pg.edu.pl

KEYWORDS: molybdenum boride, photocatalyst, oxygen reduction reaction, H₂O₂ production, graphitic carbon nitride

Hydrogen peroxide (H₂O₂) is an important green oxidant widely used in environmental, chemical, and medical applications [1–2]. Conventional industrial production of H₂O₂ is energy intensive and environmentally challenging, creating a need for sustainable alternatives [3]. Solar-light-driven photocatalytic H₂O₂ production has emerged as a promising approach because it uses solar energy to selectively reduce oxygen under mild conditions. Graphitic carbon nitride (g-C₃N₄) is an attractive photocatalyst owing to its metal-free composition, visible-light activity, chemical stability, and suitable electronic structure. However, its practical performance is limited by rapid recombination of photogenerated charge carriers and inefficient electron utilization. To overcome these limitations, bromine modification and cocatalyst loading can improve charge separation and interfacial electron transfer.

In this work, bromine-modified g-C₃N₄ was coupled with a conductive molybdenum boride (MoB), to form a metal-semiconductor composite with enhanced photocatalytic H₂O₂ production. MoB/gCN-Br metal-semiconductor composites containing 1–10 wt% MoB were prepared by mechanically grinding commercial MoB with pre-synthesized gCN-Br, followed by probe and bath ultrasonication to promote intimate interfacial contact. The resulting suspensions were dried, ground into fine powders, and designated according to MoB loading. The photocatalysts were characterized using XRD, FTIR, Raman spectroscopy, TEM, and XPS. Photocatalytic H₂O₂ production was evaluated under simulated solar irradiation using a 300 W xenon lamp, and the generated H₂O₂ concentration was quantified by the standard iodometric calorimetric method.

The TEM micrograph of gCN-Br (Fig. 1a) shows its typical layered morphology. After loading 2 wt% MoB (Fig. 1b), the lamellar structure is well preserved, while small high-contrast regions on the nanosheets indicate the successful anchoring of MoB. Fig. 1c compares the photocatalytic H₂O₂ production of pristine gCN, gCN-Br, and MoB/gCN-Br composites. Control experiments confirmed that both light and dissolved oxygen are essential for H₂O₂ generation. Pristine gCN produced approximately 38 $\mu\text{mol g}^{-1}$ of H₂O₂ after 120 min, whereas Br-modification increased the yield to about 43 $\mu\text{mol g}^{-1}$ due to improved charge separation and reduced electron-hole recombination. The optimized 2MoB/gCN-Br photocatalyst exhibited the highest H₂O₂ production of 68 $\mu\text{mol g}^{-1}$, demonstrating the beneficial role of MoB/gCN-Br metal-semiconductor interface in promoting efficient electron transfer and photocatalytic activity.

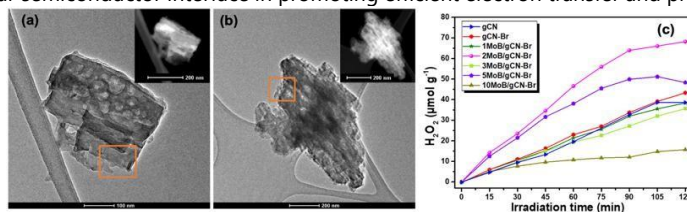


Fig. 1. TEM images of (a) gCN-Br, (b) 2MoB/gCN-Br, and (c) plot depicting the solar-driven photocatalytic H₂O₂ production in the presence of the synthesized photocatalysts.

A noble-metal-free MoB/gCN-Br metal-semiconductor photocatalyst was successfully developed by for efficient simulated solarlight-driven H₂O₂ production. The optimized 2 wt% MoB/gCN-Br photocatalyst achieved the highest H₂O₂ yield, significantly outperforming pristine gCN and gCN-Br. Spectroscopic studies confirmed strong electronic interaction between MoB and gCN-Br and efficient suppression of charge recombination. These results demonstrate that engineering metal-semiconductor interfaces is an effective strategy for designing efficient, noble-metal-free photocatalysts for sustainable solar-driven H₂O₂ production.

References

- [1] Ciriminna, R.; Albanese, L.; Meneguzzo, F.; Pagliaro, M. Hydrogen Peroxide: A Key Chemical for Today's Sustainable Development. *ChemSusChem* 2016, 9 (24), 3374–3381. <https://doi.org/10.1002/CSSC.201600895>.
- [2] Lewis, R. J.; Ueura, K.; Liu, X.; Fukuta, Y.; Davies, T. E.; Morgan, D. J.; Chen, L.; Qi, J.; Singleton, J.; Edwards, J. K.; Freakley, S. J.; Kiely, C. J.; Yamamoto, Y.; Hutchings, G. J. Highly Efficient Catalytic Production of Oximes from Ketones Using in Situ-Generated H₂O₂. *Science* (1979). 2022, 376 (6593), 615–620. <https://doi.org/10.1126/SCIENCE.ABL4822>.
- [3] Yu, F. Y.; Zhou, Y. J.; Tan, H. Q.; Li, Y. G.; Kang, Z. H. Versatile Photoelectrocatalysis Strategy Raising Up the Green Production of Hydrogen Peroxide. *Adv. Energy Mater.* 2023, 13 (14), 2300119. <https://doi.org/10.1002/AENM.202300119>.

Ocena różnych metod ekstrakcji farmaceutyków i ich metabolitów z próbek wód Wisły

Martyna Kaliszewska*, Katarzyna Jarzemińska, Aleksandra Bielicka-Giełdoń, Artur Giełdoń, Monika Paszkiewicz

Uniwersytet Gdański, Wydział Chemii, 80-308 Gdańsk, ul. Wita Stwosza 63

*m.kaliszewska.744@studms.ug.edu.pl

SŁOWA KLUCZOWE: zanieczyszczenia antropologiczne, Wisła, farmaceutyki, PPCP, ekstrakcja

Farmaceutyki i środki higieny osobistej (PPCP, ang. *Pharmaceuticals and Personal Care Products*) stanowią grupę zanieczyszczeń, których występowanie w różnych środowiskach wodnych budzi coraz większe zainteresowanie. Należą do nich substancje powszechnie stosowane zarówno przez ludzi, jak i zwierzęta. Stąd też głównymi przyczynami obecności tych związków w ściekach jest ich wydalanie przez organizmy, nieprawidłowa utylizacja oraz działalność przemysłu farmaceutycznego i kosmetycznego. Niestety nie zawsze PPCP są skutecznie usuwane we współczesnych oczyszczalniach, czego potwierdzeniem jest ich obecność w próbkach środowiskowych, w tym wodzie powierzchniowej i wodociągowej [1,2].

Celem niniejszych badań jest wytypowanie najefektywniejszej metody ekstrakcji do fazy stałej (SPE) związków o różnorodnych właściwościach fizykochemicznych, co posłuży następnie do oznaczenia zanieczyszczeń pochodzenia antropologicznego w wodach dolnego biegu Wisły. Eksperymenty przeprowadzono dla 39 przedstawicieli farmaceutyków i ich metabolitów, w tym związków z grupy sulfonamidów, beta-blokerów, niesteroidowych leków przeciwzapalnych (NLPZ), hormonów, tricyklicznych leków przeciwdepresyjnych (TLPD). Ocenie poddano skuteczność 5 metod ekstrakcji tych związków z próbek wodnych pobranych z różnych punktów, z wykorzystaniem dwóch rodzajów kolumn SPE (Oasis HLB i UCT). Oznaczenia przeprowadzono z zastosowaniem chromatografii cieczowej sprzężonej ze spektrometrią mas (LC-MS) w trybie monitorowania wybranych reakcji fragmentacji (MRM, ang. *multiple reaction monitoring*).

Wyniki eksperymentów dowiodły uzyskania wysokich wartości odzysku analitów głównie w przypadku ekstrakcji za pomocą Oasis HLB z elucją MeOH czy też elucją sekwencyjną metanol/octan etylu. W przypadku elucji metanolem wartości odzysku sulfonamidów mieściły się w zakresie 42,8-76,2%, dla beta-blokerów od 22,6% do 64,2%, zaś dla NLPZ od 101,3% do 119,8%. W przypadku elucji sekwencyjnej metanol/octan etylu wartości odzysku bezwzględnego sulfonamidów i beta-blokerów były wyższe. Z kolei dla pozostałych grup związków (tj. hormonów i TLPD) wyniki nie różniły się znacząco między sobą. Na podstawie uzyskanych danych stwierdzono, że opracowane metody mogą być z powodzeniem stosowane do oznaczania badanych związków w próbkach wód powierzchniowych.

Literatura

- [1] Ślósarczyk K, Jakóbczyk-Karpierz S, Rózkowski J, Witkowski AJ. Occurrence of Pharmaceuticals and Personal Care Products in the Water Environment of Poland: A Review. *Water*. 2021; 13(16):2283. DOI: 10.3390/w13162283
- [2] Cizmas L, Sharma VK, Gray CM, McDonald TJ. Pharmaceuticals and personal care products in waters: occurrence, toxicity, and risk. *Environmental Chemistry Letters*. 2015;13(4):381-394. DOI: 10.1007/s10311-015-0524-4

Badania zrealizowane w ramach projektu „Wisła pod mikroskopem molekularnym: nowoczesne technologie analityczne w służbie bioróżnorodności – WISMOL” sfinansowano ze środków Fundacji ORLEN DLA POMORZA w ramach programu Wiślany Grant Bioróżnorodności zgodnie z umową nr 2/FOdP/2026.

Analiza zawartości ^{210}Po i izotopów uranu w składnikach środowiska poeksploatacyjnego w Sudetach

Klaudia Lanczewska-Bejenka*, Alicja Boryło, Bogdan Skwarzec

Wydział Chemii, Uniwersytet Gdański, ul. Wita Stwosza 63, 80-308 Gdańsk

*klaudia.lanczewska@ug.edu.pl

SŁOWA KLUCZOWE: polon, uran, Kowary, izotopy naturalne

W pracy przedstawiono wyniki analizy zawartości izotopów uranu oraz polonu w próbkach roślin i gleb pobranych z rejonu dawnej kopalni uranu w Kowarach (Sudety, Polska). Tereny pogórnice w Kowarach charakteryzują się podwyższonym potencjałem występowania naturalnych radionuklidów w środowisku, co związane jest z prowadzoną tam w przeszłości intensywną eksploatacją rud uranu. Pomimo że od zakończenia działalności górniczej minęło kilkadziesiąt lat, procesy migracji radionuklidów w środowisku, ich akumulacja w organizmach roślinnych oraz potencjalny wpływ na lokalne biocenozy pozostają istotnym przedmiotem badań. Analiza zawartości radionuklidów w komponentach środowiska jest kluczowa dla oceny stopnia skażenia, identyfikacji potencjalnych zagrożeń ekologicznych oraz planowania działań rekultywacyjnych i monitoringu radiologicznego.

Celem badań była ocena stopnia zanieczyszczenia środowiska naturalnego w rejonie dawnych wyrobisk uranowych oraz określenie możliwości bioakumulacji radionuklidów przez wybrane gatunki roślin występujące w ich bezpośrednim sąsiedztwie. Próbki roślinne i glebowe zostały pobrane w wybranych lokalizacjach zlokalizowanych w różnej odległości od historycznych miejsc eksploatacji. Materiał badawczy poddano odpowiedniemu przygotowaniu obejmującemu suszenie, mineralizację oraz radiochemiczną separację analizowanych izotopów. Oznaczenia wykonano metodą spektrometrii alfa.

Na podstawie uzyskanych widm alfa obliczono stężenia izotopów ^{210}Po , ^{234}U i ^{238}U w analizowanych próbkach oraz wyznaczono zakresy ich najwyższych i najniższych wartości. Dodatkowo oszacowano roczne dawki efektywne dla osób dorosłych wynikające z potencjalnej ekspozycji na badane radionuklidy. Uzyskane wyniki pozwalają na ocenę stopnia obecności naturalnych radionuklidów w środowisku pogórnym oraz wskazują na możliwość wykorzystania wybranych organizmów roślinnych jako bioindykatorów zanieczyszczenia radiologicznego.



Rys.1. Mapa poboru materiału badawczego

Literatura

- [1] Atwood D.A., Radionuclides in environment, Wiley, UK, 2010
- [2] Burns P.C., Finch P., Uranium: Mineralogy, Geochemistry and the Environment, MSA, Washington 1999
- [3] Skwarzec B., Radiochemical methods for the determination of polonium, radiolead, uranium and plutonium in the environmental samples, Chemia Analityczna (Warsaw), 42:107-115, 1997

Biomateriały polimerowe modyfikowane odpadami z przemysłu kawowego

Anna Masek*, Weronika Łupińska

Instytut Technologii Polimerów i Barwników, Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka, Stefanowskiego 16, 90-537, Łódź

*anna.masek@p.lodz.pl

SŁOWA KLUCZOWE: bionapełniacze, kopolimer etylenowo-norbornenowy, starzenie ultrafioletowe, degradacja, materiały odpadowe

Produkcja tworzyw sztucznych zwiększa się z roku na rok. Od 1950 roku zostało wyprodukowanych ponad 8 miliardów ton tworzyw sztucznych. [1] W 2019 roku produkcja wyniosła 353 miliony ton odpadów. W 2020 roku nastąpił wzrost do 367 milionów ton śmieci. [2] Przedstawione wartości wskazują na problem, który jest istotny w skali światowej i należy podejmować działania, które mu zapobiegą. Jedną z kilku możliwości jest zmiana materiałów, z których wytwarza się tworzywa. Użycie surowców odnawialnych może się wydawać niewielką zmianą, jednakże bardzo ważną, dzięki której możliwe jest zmniejszenie toksycznego wpływu petrochemicznych tworzyw, które rozkładają się w bardzo długim czasie. [3] Samo zastąpienie biodegradowalnych tworzyw może być jednak nie wystarczające i będą potrzebować one dodatkowych funkcji - barierowości oraz wydłużenia trwałości produktów. Realizowane badania w tym zakresie skupiają się na analizie wpływu bionapełniaczy na właściwości fizykochemiczne wytworzonych kompozytów polimerowych. Szczegółowa ocena obejmowała badanie goniometryczne, kolorymetryczne oraz chemiczne, a także symulację fotostarzenia. Istotną kwestią badań jest zastosowanie materiałów pochodzenia odnawialnego, które dodatkowo stanowią również odpad z przemysłu spożywczego, a dokładniej są nimi łuski kawy.

Literatura

- [1] Anwar M., Konnova M.E., Dastgir S. (2025), Circular plastic economy for sustainable development: current advances and future perspectives, Royal Society of Chemistry, 3, s. 3617-4172
- [2] Kubíková L., Rudý S. (2024), The Current Global Situation of Plastics and Forecast of Plastic Waste, Chemické Listy, 2023, s. 128-137
- [3] Hossain I., Tuha A.S.M (2020), Biodegradable plastic production from daily Household waste materials and Comparison the decomposing time with synthetic polyethylene plastic, International Journal of Advancement in Life Sciences Research, 3(3), s. 16-19

Wpływ jakości diety na kondycję fizjologiczną, ekspresję genów stresu i efektywność konwersji pokarmowej u larw mącznika młynarka (*Tenebrio molitor*) eksponowanych na polistyren

Samantha Makrocka*, Karolina Kowalska, Aleksander Izdebski, Paweł Rusin

Uniwersytet Kardynała Stefana Wyszyńskiego w Warszawie, Wydział Biologii i Nauk o Środowisku
Kazimierza Wóycickiego 1/3, 01-938 Warszawa

*makrockasamantha@gmail.com

SŁOWA KLUCZOWE: *Tenebrio molitor*, polistyren, konwersja biomasy, biodegradacja tworzyw sztucznych

Mącznik młynarek (*Tenebrio molitor*) to istotny gatunek gospodarski o wysokiej wartości odżywczej i plastyczności fenotypowej. Zainteresowanie budzi jego zdolność do biodegradacji polistyrenu. Trwałe spożywanie tworzyw sztucznych wiąże się jednak z dużym kosztem biologicznym, prowadząc między innymi do zaburzeń rozwoju larw oraz obniżenia efektywności konwersji pokarmu. Pomimo rosnącego zainteresowania wykorzystaniem *Tenebrio molitor* w badaniach nad przetwarzaniem polistyrenu, mechanizmy molekularne i fizjologiczne związane z długotrwałą ekspozycją na tworzywa sztuczne pozostają słabo poznane. Nasze badania koncentrowały się na analizie fizjologicznych i molekularnych konsekwencji stosowania diet wzbogacanych o polistyren u larw *Tenebrio molitor*. Owady utrzymywano na substratach opartych na mące pszennej, pełnoziarnistej, ekologicznej oraz mące wysoko przetworzonej (wybielanej), gdzie dla każdego rodzaju podłoża przygotowano osobną próbę kontrolną oraz wzbogaconą o polistyren. Oceniono zmiany masy ciała, efektywność konwersji pokarmu (ECI) oraz kondycję fizjologiczną. Zastosowanie metody RT-qPCR umożliwiło porównanie ekspresji genów związanych z odpowiedzią na stres między badanymi grupami. Przeanalizowane geny obejmowały geny stresu komórkowego, w tym *hsp70*, *CYP4BN28*, *POX-iso1* oraz geny syntezy chityny i metabolizmu lipidów. Uzyskane wyniki wskazują na różnice w tempie rozwoju larw, efektywności przemiany biomasy, ekspresji markerów stresu w zależności od zastosowanej diety. Badania podkreślają wpływ jakości pożywienia na dobrostan mącznika młynarka, oraz dostarczają informacji dotyczących fizjologicznej adaptacji owadów do diet zawierających polistyren. Uzyskane wyniki mogą przyczynić się do lepszego zrozumienia procesów konwersji biomasy z udziałem owadów oraz ich potencjalnych zastosowań w zrównoważonej biotechnologii środowiskowej.

Ocena super-rozdzielczości Sentinel-2 w detekcji linii brzegowej z wykorzystaniem danych LiDAR jako benchmarku geometrycznego

Dawid Megger*, Dagmara Jurzynek, Paweł Tysiąc

Politechnika Gdańska, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska, ul. Gabriela Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk

*s195141@student.pg.edu.pl

SŁOWA KLUCZOWE: linia brzegowa, głębokie uczenie, Sentinel-2, skaniny laserowe, teledetekcja

Monitorowanie dynamiki linii brzegowej jest kluczowym elementem zarządzania obszarami morskimi w kontekście postępujących zmian klimatycznych oraz procesów erozyjnych. Tradycyjne źródła danych o wysokiej dokładności geometrycznej, takie jak lotniczy skaniny laserowe i naloty fotogrametryczne, zapewniają szczegółową reprezentację strefy brzegowej, lecz są kosztowne i zwykle aktualizowane z mniejszą częstotliwością niż obserwacje satelitarne. Z drugiej strony, dane Sentinel-2 oferują wysoką częstotliwość obserwacji i szeroką dostępność przestrzenną, jednak ich rozdzielczość przestrzenna ogranicza precyzyjne odwzorowanie wąskiej i dynamicznej strefy przejściowej ląd-woda.

Celem pracy jest opracowanie i walidacja workflow opartego na super-rozdzielczości pojedynczego obrazu Sentinel-2 z użyciem sieci SRCNN w celu poprawy geometrycznej ekstrakcji granicy ląd-woda. Projekt zakłada implementację metody Single-Image Super-Resolution (SISR) z wykorzystaniem architektury spłotowych sieci neuronowych (SRCNN). Podejście to ma na celu zwiększenie szczegółowości obrazu satelitarnego oraz sprawdzenie, czy rekonstrukcja super-rozdzielcza przekłada się na mniejszy błąd położenia linii brzegowej względem referencji LiDAR. Po odpowiedniej rasteryzacji i harmonizacji przestrzennej dane LiDAR posłużą do przygotowania masek referencyjnych ląd-woda dla treningu i walidacji modelu.

Badania zostaną zrealizowane na wybranych odcinkach wybrzeża w obszarze Zatoki Gdańskiej. Wyniki zostaną porównane z linią brzegową wyznaczoną bez procedury super-rozdzielczości, co pozwoli ocenić rzeczywisty zysk dokładności wynikający z zastosowania SRCNN. Wyniki pozwolą ocenić, czy metody super-rozdzielczości mogą stanowić kosztowo efektywne uzupełnienie klasycznych pomiarów lotniczych, szczególnie w monitoringu przesiewowym i częstszej aktualizacji informacji o zmianach przebiegu linii brzegowej

From Fragments to Fighters: Combinatorial Design of Antibacterial Candidates Against Drug-Resistant Salmonella

Kinga Nimz*, Agnieszka Gajewicz-Skretna

Department of Physical Chemistry, Faculty of Chemistry, Gdańsk University of Technology

*kinga.nimz@pg.edu.pl

KEYWORDS: antibacterial discovery, QSAR modeling, BRICS fragment enumeration, MIC prediction, chemoinformatics

Every hour, drug-resistant bacteria claim lives that first-line antibiotics can no longer save. Gram-negative pathogens such as Salmonella are becoming increasingly difficult to treat with existing drugs. In the era of digital transformation, computational methods are becoming widely utilized in drug discovery. However, the discovery of new for antibacterial leads is often hindered by scarce experimental data: most academic discovery programs start with only a few of characterized compounds, which is not enough to train the deep generative models that are now popular in drug design. To address this limitation, we present a computational workflow built specifically for small-data sets, which can be used across antibacterial discovery projects regardless of chemotype. The workflow starts with a small set of structurally characterized reference compounds with experimentally determined minimum inhibitory concentration (MIC) values against Salmonella (wild-type and resistant strains). Using RDKit BRICS fragment-based combinatorial enumeration [1], it generates a large virtual library of novel analogues. Unlike deep generative models, which require large training corpora and struggle with unusual chemotypes, fragment recombination guarantees chemical validity while preserving pharmacophoric features specific to the compound class. This process permanently ensures the presence of charged nitrogen centers and their counterions. Physicochemical descriptors (e.g., lipophilicity, polar surface area, formal charge, and Bertz complexity index) are computed for the reference and generated compounds. Prior to modeling, the descriptors are screened for pairwise collinearity, ranked by correlation with the experimental MIC, and a feature selection algorithm retains a compact, non-redundant subset suited to the limited size of training set. A kernel weighted local polynomial regression (KwLPR) model [2] is then trained on the reference compounds and applied to rank the generated candidates by their predicted MIC. This enables data-efficient prioritization for future synthesis. The resulting pipeline which spans fragment-based generation, descriptor selection, and quantitative structure-activity relationship (QSAR)-based ranking, offers a transparent and reproducible alternative to deep generative approaches.

References

- [1] Degen J., Wegscheid-Gerlach C., Zalini A., Rarey M. 2008. On the Art of Compiling and Using "Drug-Like" Chemical Fragment Spaces. *ChemMedChem*: 3(1):1503-1507
- [2] Gajewicz-Skretna A., Furuhashi A., Yamamoto H., Suzuki N. 2021. The kernel-weighted local polynomial regression (KwLPR) approach: an efficient, novel tool for development of QSAR/QSAAR toxicity extrapolation models. *Journal of Cheminformatics*: 13(1):9

Work carried out within AURUM+ program

Regionalna mapa korozyjności - Opracowanie mapy korozyjności atmosfery terenów Miasta Gdańska w celu optymalizacji zabezpieczeń przeciwkorozyjnych konstrukcji

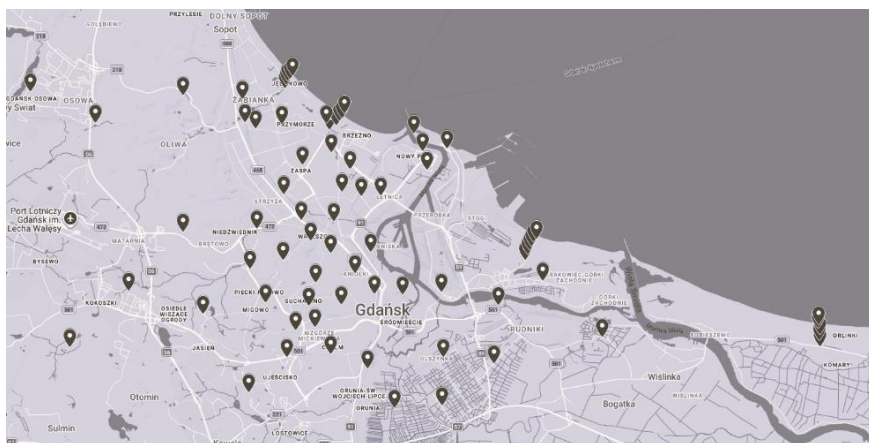
Kacper Protasiewicz*, Filip Puciński, Kinga Kamińska, Agata Lipke

Wydział Chemiczny, Politechnika Gdańska, ul. Gabriela Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk

*s193916@student.pq.edu.pl

SŁOWA KLUCZOWE: korozja atmosferyczna, szybkość korozji, stal węglowa, stal ocynkowana, Gdańsk

Szybkość procesów korozji atmosferycznej w obszarach miejskich i nadmorskich wykazuje silną zmienność lokalną, zależną od stężenia zanieczyszczeń (np. tlenków siarki i azotu) oraz aerozolu morskiego. Celem badania jest wyznaczenie szybkości korozji atmosferycznej w zależności od lokalizacji na terenie miasta Gdańska, a następnie zaprezentowanie wyników w postaci mapy stosując interpolację przestrzenną. W ramach podjętych działań, w każdej z dzielnic miasta rozmieszczono stanowiska ekspozycyjne zawierające po dwa kupony korozyjne wykonane ze stali węglowej oraz stali ocynkowanej elektrolitycznie (dwóch najpowszechniej stosowanych materiałów konstrukcyjnych). Proces badawczy polega na ekspozycji kuponów o znanej masie i wymiarach na warunki atmosferyczne przez okres dwunastu miesięcy w uprzednio wytypowanych lokalizacjach. Po upływie założonego czasu, zostaną one poddane procedurze chemicznego usuwania produktów korozji, a następnie zważone, w celu wyznaczenia ubytku masy, co bezpośrednio przekłada się na wyznaczenie szybkości korozji[1]. Porównanie wyników w różnych lokalizacjach Gdańska pozwoli na identyfikację stref o podwyższonym ryzyku korozyjnym. Projekt dostarczy cenne dane na temat sposobów zastosowania zabezpieczeń materiałów konstrukcyjnych przy ich projektowaniu. Umożliwi także zaplanować remonty w ciągu dalszej eksploatacji co również będzie miało wpływ na ochronę środowiska.



Rys.1. Siatka punktów pomiarowych monitorowania korozji atmosferycznej w poszczególnych dzielnicach Gdańska. Opracowanie własne na podstawie: BIP – Urząd Miejski w Gdańsku oraz Google My Maps.

Literatura

- [1] Miszczyk A., Szociński M., Darowski K., 2017, Corrosivity of environment and the current state of the steel elements at the former Auschwitz concentration camp, *STUDIES IN CONSERVATION*, 62(8), 456-464.

Głębia Trójmiejskich Lasów – małe zagłębienia, wielki wpływ

Anastazja Mastylak^{1*}, Barbara Biały¹, Magdalena Bolek¹, Jagoda Arendt³, Karolina Cieścińska³, Natalia Dudzińska², Magdalena Murawa², Aleksandra Orłowska¹, Kinga Przychodna², Karolina Skonieczna², Pola Mielewczyk³, Maurycy Żarczyński¹

¹Uniwersytet Gdański, Wydział Oceanografii i Geografii, ul. prof. Marii Janion 3, Gdańsk

²Politechnika Gdańska, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska, ul. Gabriela Narutowicza 11/12, Gdańsk

³Gdański Uniwersytet Medyczny, Zakład Zdrowia Publicznego i Medycyny Społecznej, ul. Dębinki 7, Gdańsk

**a.mastylak.061@studms.ug.edu.pl*

SŁOWA KLUCZOWE: zagłębienia bezodpływowe, torf, edukacja, degradacja środowiska, GIS

Zagłębienia bezodpływowe w ekosystemach leśnych, mimo niewielkiej skali przestrzennej, mogą istotnie wpływać na lokalne procesy środowiskowe, w tym obieg materii organicznej oraz bilans gazów cieplarnianych. Celem pracy była analiza zagłębień w Trójmiejskim Parku Krajobrazowym z wykorzystaniem narzędzi GIS oraz ich weryfikacja w warunkach terenowych. W pierwszym etapie przeprowadzono analizę numerycznego modelu terenu w środowisku GIS w celu identyfikacji potencjalnych zagłębień bezodpływowych oraz określenia ich rozmieszczenia przestrzennego. Następnie wykonano prace terenowe, obejmujące weryfikację wskazanych obiektów oraz pobór materiału.

Analizy laboratoryjne wykazały, że badane zagłębienia, pomimo występowania okresowej pokrywy śnieżnej w sezonie zimowym, nie zawierają warstwy torfu, lecz dominuje w nich mursz. Taki stan wskazuje na przekształcenie warunków oraz obniżoną zdolność do akumulacji materii organicznej i wody. Uzyskane wyniki sugerują, że badane formy terenu mogą sprzyjać zwiększonej emisji dwutlenku węgla w wyniku intensyfikacji procesów mineralizacji materii organicznej.

Istotnym elementem prowadzonych badań jest również aspekt edukacyjny i społeczny. Wyniki analiz wykorzystano do zwrócenia uwagi na znaczenie tych form rzeźby terenu jako ważnych komponentów ekosystemów leśnych, które często są pomijane w świadomości społecznej, w tym w edukacji środowiskowej uczniów. Podkreślono, że obszary te nie zawsze pełnią funkcję stabilnych i korzystnych elementów krajobrazu miejskiego, lecz mogą być podatne na degradację wynikającą z presji antropogenicznej. W konsekwencji zamiast stanowić element wzmacniający funkcjonowanie środowiska miejskiego, wykazują one oznaki osłabienia, co wskazuje na niekorzystny wpływ działalności człowieka na ich stan ekologiczny.

Funkcjonalne i zrównoważone opakowania w przemyśle farmaceutycznym

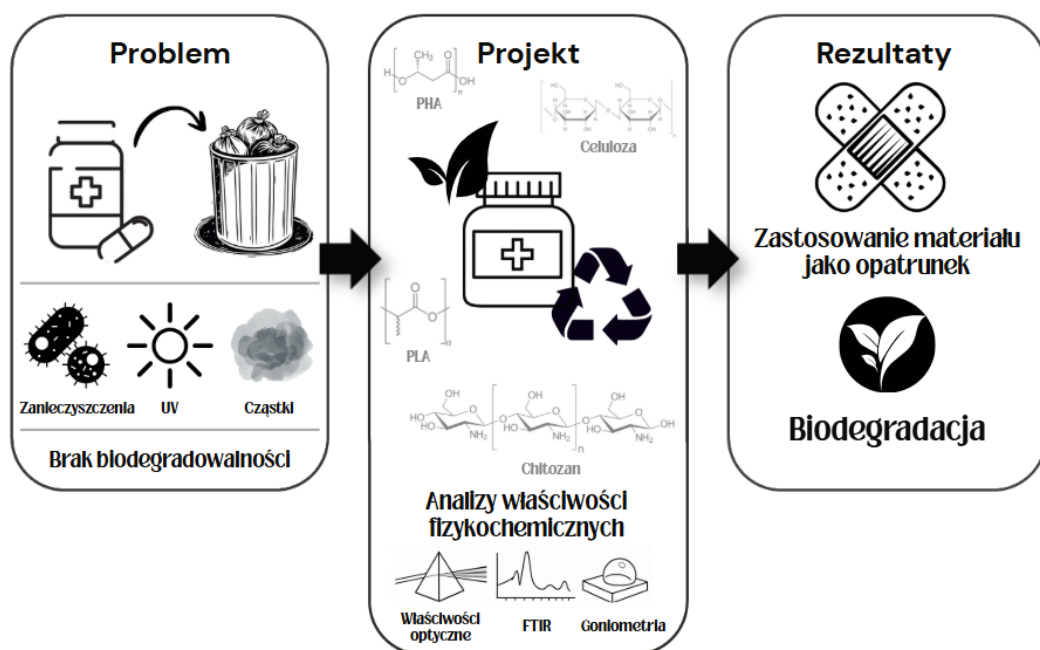
Anna Masek*, Ada Miłek

Politechnika Łódzka, Instytut Technologii Polimerów i Barwników, Wydział Chemii, ul. Stefanowskiego 16, A8, 90-537 Łódź

*anna.masek@p.lodz.pl

SŁOWA KLUCZOWE: biokompozyty, opakowania farmaceutyczne, inteligentne opakowania

Opakowania w przemyśle farmaceutycznym pełnią ważną rolę w utrzymaniu trwałości oraz bezpieczeństwa leków. Pełnią one funkcję zabezpieczającą przed zanieczyszczeniami mechanicznymi, działaniem mikroorganizmów oraz promieniowaniem słonecznym [1]. Po zużyciu leku opakowanie staje się odpadem, co negatywnie wpływa na środowisko naturalne. Rozwiązaniem jest zastosowanie biodegradowalnych tworzyw polimerowych do produkcji inteligentnych opakowań [2-3]. Realizowane badania wpisują się w poszukiwania innowacyjnych i zrównoważonych rozwiązań ograniczających ilość odpadów opakowaniowych. Ważnym aspektem jest ocena możliwości ponownego przetwarzania ekologicznych opakowań farmaceutycznych, co będzie zgodne z celem gospodarki o obiegu zamkniętym, a także wartością dodaną będzie funkcjonalność opakowań, np. jako środków pomocy medycznej tj. opatrunków, lub kontroli świeżości farmaceutyków. W pracach badawczych skupiono się na charakterystyce fizykochemicznej wytworzonych biokompozytów polimerowych. Zakres badań obejmował m.in. analizę widm w podczerwieni (FTIR), analizę właściwości mechanicznych oraz pomiary goniometryczne służące do określenia właściwości powierzchniowych materiałów. Planowane są także przyspieszone testy starzeniowe (UV, temperatura) do oceny trwałości i czasu degradacji badanych biomateriałów.



Rys.1. Graficzna wizualizacja projektu

Literatura

- [1] Katyal G., Pathak A., Rao N.G.R., et al.: *Materials Today: Proceedings* 2024, 103, 423–431,
- [2] Lyashenko V., Svitina S., Baker M.A., et al.: *Saudi Journal of Medical and Pharmaceutical Sciences* 2018,
- [3] Plota-Pietrzak A., Pęsko M., Fotiadou R., et al.: *Sustainable Materials and Technologies* 2025, 45, e01543.

Praca realizowana w ramach programu E²TOP.

Analiza zawartości ^{210}Po w mleku modyfikowanym dla dzieci

Emilia Modrzyńska*, Karolina Szymańska, Martyna Miotk, Dagmara Strumińska-Parulska

Katedra Chemii i Radiochemii Środowiska, Wydział Chemii, Uniwersytet Gdański, ul. Wita Stwosza 63, 80-308 Gdańsk

*e.modrzynska.933@studms.ug.edu.pl

SŁOWA KLUCZOWE: mleko modyfikowane, bezpieczeństwo radiologiczne, ^{210}Po

Radioaktywne pierwiastki stanowią naturalny element środowiska i występują zarówno w naszym otoczeniu, jak i w żywności. W zależności od natury promieniowania emitowanego przez niestabilne izotopy będzie ono inaczej oddziaływało z materią, przez którą przechodzi. W przypadku ciężkich cząstek, takich jak promieniowanie α , dominującym mechanizmem przekazywania energii jest jonizacja. Z tego względu spożycie radionuklidów emitujących promieniowanie α może stanowić istotne źródło narażenia wewnętrznego, szczególnie w przypadku niemowląt, które należą do grup najbardziej wrażliwych na działanie promieniowania jonizującego.

Celem badań była ocena zawartości alfa emitera ^{210}Po w mleku modyfikowanym dla dzieci w Polsce. Jest to pokarm zastępczy dla niemowląt, wytwarzany zazwyczaj przy użyciu białka krowiego. Analiza zawartości radionuklidów w tego typu produktach ma szczególne znaczenie ze względu na ich powszechne spożycie przez niemowlęta. Oznaczenie zawartości izotopów promieniotwórczych w żywności stanowi podstawę do wyznaczania dawek skutecznych związanych z wewnętrznym narażeniem człowieka na promieniowanie jonizujące. Uzyskane wyniki umożliwiają ocenę ryzyka radiologicznego oraz monitorowanie bezpieczeństwa produktów spożywczych.

Wyznaczona na podstawie pomiarów średnia aktywność właściwa ^{210}Po wynosi $A_w = (0,095 \pm 0,002) \text{ Bq/kg}$, a jej wartości mieszczą się w zakresie od $(0,074 \pm 0,004)$ do $(0,197 \pm 0,018) \text{ Bq/kg}$. Średnia dawka skuteczna pochłonięta z badanych mleku modyfikowanych wynosi $E = (77,35 \pm 1,84) \text{ nSv}$. Przebadano i porównano produkty firm: Bebiko i Bebilon (produkowane przez Nutricia Polska Sp. z o.o.), od których pochodząca średnia dawka jest mniej więcej dwa razy mniejsza niż od Kendamil (wytwarzane przez Kendal Nutricare Ltd. w Wielkiej Brytanii). Uzyskane wyniki wskazują, że zawartość ^{210}Po w badanych produktach jest zróżnicowana w zależności od producenta, jednak oszacowane dawki skuteczne pozostają na bardzo niskim poziomie.

Recykling bezpośredni zużytego tlenku litowo-niklowo-manganowo-kobaltowego - wpływ obróbki wstępnej i metody relitacji na właściwości elektrochemiczne

Jakub Olszewski^{1*}, Abubak Siddiq², Rob Sommerville², Sam Gray², Emma Kendrick², Monika Wilamowska-Zawłocka¹

¹Politechnika Gdańska, Wydział Chemiczny, Katedra Konwersji i Magazynowania Energii

²University of Birmingham, School of Metallurgy and Materials

*jakub.olszewski@pg.edu.pl

Baterie litowo-jonowe odgrywają kluczową rolę w transformacji energetycznej i rozwoju elektromobilności. Prognozy wskazują, że globalne zapotrzebowanie na baterie litowo-jonowe wzrośnie z niespełna 2500 GWh w 2025 roku do ponad 8000 GWh w 2050 roku¹. Jednocześnie w perspektywie kolejnych dekad przewidywane jest pogłębianie się luki między popytem a podażą litu, niklu i kobaltu² - pierwiastków stanowiących kluczowe składniki materiałów katodowych stosowanych w większości współczesnych baterii litowo-jonowych. Ograniczone zasoby powodują znaczną zależność od importu tych surowców krytycznych spoza Europy, natomiast geograficzna koncentracja ich wydobycia i przetwarzania zwiększa podatność łańcuchów dostaw na zakłócenia gospodarcze i geopolityczne³. Równocześnie strumień zużytych baterii litowo-jonowych może osiągnąć ponad 1400 GWh w 2030⁴. Rozwiązaniem adresującym zarówno ograniczoną dostępność surowców, jak i narastającą ilość odpadów, może być recykling bezpośredni. Polega on na odzyskaniu i regeneracji materiału aktywnego przy zachowaniu jego złożonej struktury, bez rozkładu do prostych związków metali i ponownej syntezy. Mniejsza liczba etapów procesu ogranicza zapotrzebowanie na energię i surowce, dzięki czemu recykling bezpośredni wykazuje korzystniejszy potencjał redukcji emisji gazów cieplarnianych niż metody hydro- i pirometalurgiczne, co potwierdzają analizy cyklu życia⁴.

Pomimo licznych zalet recykling bezpośredni nadal wymaga rozwiązania szeregu problemów technologicznych ograniczających jego wdrożenie na skalę przemysłową. Jednym z najistotniejszych jest opracowanie skutecznych metod usuwania materiału wiążącego - polifluorku winilidenu (PVDF). Zapewnia on trwałe połączenie materiału aktywnego z kolektorem prądowym przez cały okres eksploatacji ogniwa, jednak jego usunięcie bez degradacji odzyskiwanego materiału oraz z wykorzystaniem metod przyjaznych środowisku stanowi istotne wyzwanie technologiczne. W niniejszej pracy przeprowadzono bezpośrednią regenerację zużytego materiału katodowego - tlenku litowo-niklowo-manganowo-kobaltowego (NMC). Porównano metody obróbki wstępnej obejmujące usuwanie spoiwa PVDF za pomocą acetonu, N-metylopirolidonu (NMP), wodorotlenku sodu oraz obróbki termicznej. Następnie zastosowano reinsercję jonów litu metodami: hydrotermalną, termiczną w ciele stałym oraz wariant łączący obie metody. Wpływ poszczególnych wariantów procesu na skład pierwiastkowy, morfologię i strukturę krystaliczną materiałów oceniono metodami ICP-OES, SEM i XRD. Właściwości elektrochemiczne zbadano na podstawie testów stabilności oraz ładowania i wyładowania przy różnych gęstościach prądu.

Literatura:

1. Wood Mackenzie, Electric Vehicle and Battery Supply Chain Service, 2023.
2. International Energy Agency, Global Critical Minerals Outlook 2024, IEA Publications, Paris, 2024.
3. Regulation (EU) 2024/1252 of the European Parliament and of the Council, OJ L 2024/1252, 2024.
4. Deloitte & CAS, Lithium-ion battery recycling: Market & innovation trends for a green future, Deloitte Insights, 2025.

Niniejsza praca została sfinansowana przez Narodowe Centrum Nauki w ramach programu SONATA BIS, grant nr UMO-2022/46/E/ST8/00395.

Optymalizacja procesu regeneracji topnika

Andrzej Urbańczak¹, Michał Zmyślony^{1*}, Michalina Ossowska¹, Szymon Woźniowski², Piotr T. Mitkowski²

¹Koła Naukowe Technologii i Inżynierii Chemicznej, Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska;
ul. Berdychowo 4, 60-965 Poznań

²Instytut Technologii i Inżynierii Chemicznej, Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska;
ul. Berdychowo 4, 60-965 Poznań

*michal.zmyslony@student.put.poznan.pl

SŁOWA KLUCZOWE: regeneracja topnika, symulacja procesowa, gospodarka obiegu zamkniętego, cynkowanie ogniowe

Korozja i skutki jej występowania są problemem ogólnoswiatowym, a koszty bezpośrednie jak i pośrednie (np. usuwanie skutków awarii) w krajach uprzemysłowionych stanowią ok. 3-4% PKB [1]. Znaczną część z tych strat kosztów można ograniczyć. Problem korozji we współczesnym świecie dotyka wielu gałęzi przemysłu m.in. budownictwo, transport, rolnictwo czy przemysł spożywczy i wydobywczy. Jedną z najskuteczniejszych metod walki z korozją są metody oparte na wykorzystaniu powłok ochronnych, takie jak cynkowanie ogniowe.

Proces cynkowania ogniowego polega na zanurzeniu metalowego elementu w stopionym cynku. Powierzchnia takiego elementu powinna zostać odpowiednio przygotowana poprzez zanurzenie w szeregu różnych roztworów. Jednym z nich jest topnik, który ma na celu aktywację powierzchni elementu. Ze względu na wysoką cenę soli używanych w topniku, zaleca się używanie stacji regeneracji w celu uniknięcia dodatkowych kosztów utylizacyjnych. Regeneracja polega na podniesieniu pH do wartości optymalnej, strąceniu jonów żelaza i zawrócenia roztworu do wanny. Odwołując się do decyzji wykonawczej Komisji UE strącanie żelaza i ponowne użycie roztworu topnika zostało uznane za najlepszą dostępną technikę BAT [2].

Stosowanie topników na bazie chlorku cynku i chlorku amonu w procesie cynkowania generuje szereg udokumentowanych zagrożeń środowiskowych, obejmujących zarówno emisje do powietrza, jak i zanieczyszczenie wód i gleby co dodatkowo potęguje potrzebę unikania częstej utylizacji wanny. W projekcie postanowiono stworzyć symulację stacji regeneracji topnika, przedstawiając jej bilans masowy i energetyczny. W tym celu skorzystano z oprogramowania Aveva Process Simulation. Z uwagi na ograniczoną dostępność baz danych termodynamicznych w oprogramowaniu, opracowano autorską bibliotekę substancji, opartą na równaniach korelacyjnych opisujących ich właściwości termofizyczne.

Literatura

- [1] World Corrosion Organization. b.d. Corrosion Resources Publications. Dostępne online: <https://corrosion.org/Corrosion+Resources/Publications.html> dostęp: 12.07.2026.
- [2] Komisja Europejska. 2022. Decyzja wykonawcza (UE) 2022/2110 ustanawiająca konkluzje dotyczące najlepszych dostępnych technik (BAT) dla przemysłu przetwórstwa metali żelaznych na podstawie dyrektywy 2010/75/UE (notyfikowana jako dokument C(2022) 7054). Dziennik Urzędowy UE, L 284: 69-133

Effect of the purification method on the antioxidant potential of poultry feather keratin hydrolysates

Łukasz Myszko*, Agata Sommer, Antoni Taraszkiewicz

Department of Food Chemistry, Technology and Biotechnology, Faculty of Chemistry, Gdansk University of Technology, Gdansk, Narutowicza Street 11/12, 80-233, Poland

*s189289@student.pg.edu.pl

KEYWORDS: keratin hydrolysates, alkaline hydrolysis, antioxidant activity, feather keratin

Poultry feathers are a significant agricultural waste product rich in keratin [1]. Dialysis, a common purification step following alkaline hydrolysis, effectively removes salts but may also lead to losses of low-molecular-weight peptides responsible for antioxidant activity. This study aimed to evaluate the effect of the purification method on the antioxidant potential of poultry feather keratin hydrolysates. Keratin was extracted via alkaline hydrolysis at room temperature. Nine protocols were evaluated by systematically varying the volume ratio of 1M NaOH to feather mass, the shaking speed, and the reaction time of feather hydrolysis [2]. The obtained hydrolysates were filtered to obtain crude filtrates, which were then subjected to either dialysis or isoelectric precipitation, yielding supernatants and precipitates. All samples were analysed for antioxidant capacity using the Folin–Ciocalteu reducing capacity (FCR) and 2,2'-azinobis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS) radical scavenging assays. Additionally, HPSEC coupled with ABTS was employed to assess molecular weight and localise fractions exhibiting antiradical activity. Results demonstrated that intensifying hydrolysis parameters (higher NaOH-to-feather ratio, shaking speed, and reaction time) decreased antioxidant capacity but significantly enhanced extraction yield, thereby maximising total recovered antioxidant activity. Purification methods significantly affected antioxidant activity. Dialysed hydrolysates showed a substantial decrease in antioxidant capacity compared to both fractions obtained from isoelectric precipitation. Furthermore, HPSEC-ABTS analysis revealed that low-molecular-weight peptides exhibited the strongest radical scavenging activity. Ultimately, optimised alkaline hydrolysis of feather keratin yields low-molecular-weight peptides with strong antioxidant potential, offering a viable pathway for recycling poultry waste.

References

- [1] I. Sinkiewicz, A. Śliwińska, H. Staroszczyk, I. Kołodziejka Waste Biomass Valor. 2017, 8, 1043–1048.
- [2] M. Dąbrowska, A. Sommer, I. Sinkiewicz, et al. Environ. Sci. Pollut. Res. 2022, 29, 24145–24154

Work carried out by the National Science Centre, Poland under the MINIATURA 9 call, grant no. DEC-2025/09/X/NZ9/00909.

Autonomiczny rój jednostek pływających do oczyszczania wód z zakwitów sinic i zanieczyszczeń ropopochodnych

Sebastian Parzych^{1*}, Patryk Rybicki², Marek Chmielewski², Adam Augustyniak³

¹Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki, Politechnika Gdańska, ul. Gabriela Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk

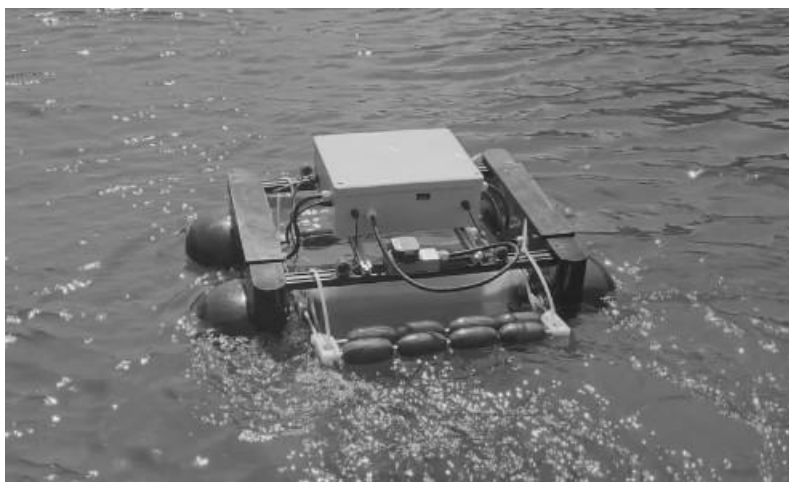
²Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej, Politechnika Gdańska, ul. Gabriela Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk

³NNT sp. z o.o., ul. Trzy Lipy 3, 80-172 Gdańsk

*s188609@student.pg.edu.pl

SŁOWA KLUCZOWE: USV, autonomia, zanieczyszczenia wodne, sorbenty, algorytmy rojowe

Zanieczyszczenie powierzchniowe wód oraz zakwity sinic stanowią poważne zagrożenie dla ekosystemów i zdrowia publicznego. Tradycyjne metody usuwania tych zanieczyszczeń są często kosztowne i mało efektywne w dynamicznych środowiskach. W odpowiedzi na ten problem opracowano autonomiczny, pływający system oczyszczający typu skimmer, przeznaczony do usuwania substancji ropopochodnych i sinic poprzez specjalnie przygotowane filtry. Konstrukcja jednostki opiera się na ramie wykonanej w technologii druku 3D z materiału PLA, co zapewnia ekologiczność i redukcję kosztów. Układ sterowania i nawigacji wykorzystuje platformę Raspberry Pi 4B oraz kontrolery Durandal/Pixhawk komunikujące się poprzez protokół MAVLink. Autonomiczną ścieżkę ruchu oraz omijanie przeszkód realizowane są dzięki fuzji danych z GPS i czujników LIDAR. Kluczowym elementem systemu jest modułowość: narzędziowo wymienne kartridże umożliwiają szybkie dostosowanie jednostki do bieżącego zagrożenia. W ramach badań przetestowano wkłady z matą filtracyjną dedykowane usuwaniu cyjanobakterii *Nodularia spumigena*, a także cztery typy sorbentów (węgiel aktywny, korek, Spikeleen, absorbent drogowy) pod kątem ich pojemności sorpcyjnej dla parafiny i olejów. Przeprowadzone testy laboratoryjne i basenowe potwierdziły wysoką skuteczność oczyszczania oraz stabilność nawigacji autonomicznej, otwierając drogę do skalowania systemu w formie zintegrowanych rojów bezzałogowych jednostek pływających (USV).



Rys.1. Jednostka pływająca z zamontowanym filtrem.

Literatura

- [1] Dai, Hanyi (2009) "Adaptive Control in Swarm Robotic Systems," The Hilltop Review: Vol. 3: Iss. 1, Article 7.
- [2] S. R. S. Shrudhi, S. Mohanty, and S. Elias, "Control and Coordination of a SWARM of Unmanned Surface Vehicles using Deep Reinforcement Learning in ROS," arXiv preprint arXiv:2304.08189, 2023.
- [3] B. Shi, Z. Liu, Z. He, C. Wang, and J. Guo, "Enhanced USV Path Planning Based on Pair Barracuda Swarm Optimization," J. Mar. Sci. Eng., vol. 12, p. 2189, 2024.

Praca realizowana w ramach projektu badawczo-rozwojowego firmy NNT sp. z o.o., współfinansowanego przez Unię Europejską z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Pomorskiego.

Wytwarzanie i charakterystyka porowatych struktur filtracyjnych na bazie kaolinu metodą slipcastingu

Jędrzej Wałęga*, Kamil Pruchniak, Zuzanna Jarząbek, Barbara Ćwiek, Julia Domowicz, Kacper Szaliński, Paweł Skatbania, Adrianna Worosilak, Miłosz Jakim, Łukasz Werner, Andrzej Krasiński

Koło Naukowe Inżynierii Chemicznej i Procesowej "Venturi", Waryńskiego 1, 00-645 Warszawa

**jedrzej.walega.stud@pw.edu.pl*

SŁOWA KLUCZOWE: struktura filtracyjna, slipcasting, kaolin, porowata struktura, materiały ceramiczne

Większość filtrów ceramicznych dostępnych na rynku jest wytwarzanych poza granicami naszego kraju z użyciem tlenku glinu, który choć jest materiałem dobrze poznanym pod względem technologii wytwarzania różnorodnych struktur porowatych, to jednak jego koszt jest na tyle wysoki, że nierzadko podważa rentowność produktów. Dostępność do struktur filtracyjnych pozwalających na uzdatnianie wody pitnej jest kluczowa, lecz kosztowna, dlatego w tym badaniu zbadane zostały właściwości filtracyjne oraz metoda wytwarzania struktur przygotowanych na bazie kaolinu, jako iż jest on jedną z obiecujących i ekonomicznych alternatyw wśród materiałów ceramicznych. Sprawdza się jako łatwy technologicznie materiał, dający integralne struktury w relatywnie niskich temperaturach spiekania. W jego przypadku wyzwaniem pozostaje uzyskanie zadowalającej przepuszczalności i stabilności w środowisku wodnym.

W pracy przedstawiono badania dotyczące opracowania i charakterystyki porowatych struktur ceramicznych na bazie kaolinu, przeznaczonych do zastosowań filtracyjnych wytwarzanych metodą slipcastingu. Celem badań było określenie wpływu parametrów przygotowania slipu, składu surowcowego, dodatków zwiększających porowatość oraz warunków suszenia i spiekania na mikrostrukturę porowatość oraz właściwości wytrzymałościowe otrzymanych materiałów. W dalszych etapach projektu, po uzyskaniu zadowalających parametrów opracowanych struktur, rozpatrywane będzie zastosowanie struktur filtracyjnych jako podłoże do immobilizacji na ich powierzchni nanocząstek o właściwościach fotokatalitycznych, nadających materiałowi dodatkowych cech funkcjonalnych, polegających na zdolności do absorpcji promieniowania. Ta dodatkowa cecha kompozytu filtracyjnego pozwoli na realizację procesu inhibicji rozwoju mikroorganizmów (lub ich zabijania) i/lub rozkładu związków organicznych w zintegrowanym procesie filtracyjno-fotokatalitycznym.

Upcykling grafitu ze zużytych ogniw litowo-jonowych z wykorzystaniem zasad zielonej chemii

Inga Werecka^{1*}, Magdalena Graczyk-Zając^{2,3}, Monika Wilamowska-Zawłocka¹

¹Katedra konwersji i magazynowania energii, Wydział Chemiczny, Politechnika Gdańska, ul. Gabriela Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk

² Institute of Materials Science Darmstadt University of Technology, 64287 Darmstadt, Germany

³ EnBW Energie Baden-Württemberg AG 76131 Karlsruhe, Germany

*inga.werecka@pg.edu.pl

SŁOWA KLUCZOWE: grafit anodowy, recykling baterii, zielona chemia, kwasy organiczne, upcykling

Rosnące zapotrzebowanie na baterie litowo-jonowe zwiększa znaczenie opracowania skutecznych i zrównoważonych metod zagospodarowania ich zużytych komponentów. Obecne procesy recyklingu koncentrują się głównie na odzysku metali katodowych, podczas gdy grafit naturalny, uznawany w Unii Europejskiej za surowiec krytyczny, jest nadal odzyskiwany w ograniczonym zakresie [1]. Celem pracy była ocena możliwości regeneracji grafitu pochodzącego ze zużytych ogniw 18650 z wykorzystaniem zasad zielonej chemii.

Odzyskane folie anodowe poddano obróbce termicznej w temperaturze 500 °C, a następnie ługowaniu kwasem octowym, askorbinowym, cytrynowym, jabłkowym oraz siarkowym, zastosowanym jako odczynnik porównawczy. Otrzymane materiały scharakteryzowano metodami XRD, SEM, BET, FTIR i ICP-OES. Ich właściwości elektrochemiczne oceniono w półogniwach z wykorzystaniem cyklicznej woltamperometrii, cykli galwanostatycznych oraz testów obciążalności prądowej.

Obróbka termiczna umożliwiła usunięcie części składników warstwy SEI (ang. *Solid Electrolyte Interphase*), natomiast rodzaj zastosowanego kwasu istotnie wpływał na stopień usunięcia zanieczyszczeń, morfologię powierzchni i stabilność elektrochemiczną grafitu. Najkorzystniejsze wyniki uzyskano dla kwasów cytrynowego i askorbinowego, przy czym zastosowanie kwasu askorbinowego pozwoliło otrzymać materiał o czystej powierzchni i stabilnym zachowaniu podczas cyklicznej pracy. Kwas siarkowy wykazywał najwyższą skuteczność usuwania zanieczyszczeń, jednak regenerowany z jego użyciem grafit charakteryzował się znaczną niestabilnością elektrochemiczną. Wyniki potwierdzają potencjał kwasów organicznych jako bardziej zrównoważonej alternatywy dla konwencjonalnych kwasów mineralnych w regeneracji grafitu anodowego.

Literatura

[1] European Commission. Critical Raw Materials Resilience: Charting a Path towards greater Security and Sustainability n.d. <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/42849> (accessed July 25, 2025).

Praca realizowana w ramach programu SONATA BIS-12 Narodowego Centrum Nauki pt.: "Opracowanie procesów odzyskiwania surowców krytycznych ze zużytych ogniw litowo-jonowych" o numerze UMO-2022/46/E/ST8/00395

Ocena obecności nowo pojawiających się zanieczyszczeń w wodach powierzchniowych z terenu województwa pomorskiego

Wiktoria Wójcik*, Anna Rojewska, Klaudia Godlewska, Magda Caban, Anna Białk-Bielińska

Uniwersytet Gdański, Wydział Chemii, Katedra Analizy Środowiska, 80-308 Gdańsk, ul. Wita Stwosza 63

*w.wojcik.736@studms.ug.edu.pl

SŁOWA KLUCZOWE: nowo pojawiające się zanieczyszczenia, wody powierzchniowe, LC-MS/MS, ocena jakości wody

Nowo pojawiające się zanieczyszczenia (ECs) w środowisku wodnym stanowią rosnące wyzwanie ze względu na ich różnorodność, szerokie zastosowanie oraz potencjalny wpływ na zdrowie ludzi i ekosystemy, obejmujący m.in. powodowanie zaburzeń hormonalnych i utratę bioróżnorodności [1]. Związki takie jak farmaceutyki, pestycydy i chemikalia przemysłowe są coraz częściej wykrywane w wodach powierzchniowych. Skuteczny monitoring oraz ograniczenie ich przedostawania się do środowiska są kluczowe dla ochrony zasobów wodnych oraz poprawy stanu wód [2,3].

Celem podjętych badań była ocena obecności wybranych nowo pojawiających się zanieczyszczeń w próbkach wód powierzchniowych pobranych z regionu Pomorza z wykorzystaniem chromatografii cieczowej sprzężonej z tandemową spektrometrią mas (LC-MS/MS). Próbkę pobrano z obszarów w pobliżu potencjalnych źródeł zanieczyszczeń, takich jak punkty zrzutów ścieków z oczyszczalni, terenów zurbanizowanych oraz turystycznych. Ze względu na różnorodne właściwości fizykochemiczne wybranych analitów jak i złożoność matryc środowiskowych, w procesie przygotowania próbek wykorzystano ekstrakcję do fazy stałej (SPE) z sorbentami mieszanymi, aby umożliwić efektywną retencję szerokiego spektrum zanieczyszczeń. Analiza celowana objęła 77 związków należących do różnych grup, w tym farmaceutyków, pestycydów oraz związków pochodzących z opon. Zastosowane podejście wykazuje wysoki potencjał do efektywnego monitorowania różnorodnych zanieczyszczeń w wodach powierzchniowych. Wyniki umożliwiają zrozumienie występowania nowo pojawiających się zanieczyszczeń w odniesieniu do ich źródeł i migracji w środowisku, a także wspierają rozwój skuteczniejszych strategii monitoringu jakości wód.

Literatura

- [1] Li X, Shen X, Jiang W, et al. Comprehensive review of emerging contaminants: Detection technologies, environmental impact, and management strategies. *Ecotoxicol Environ Saf* 2024;278:116420.
- [2] Ślósarczyk K, Jakóbczyk-Karpierz S, Rózkowski J, et al. Occurrence of Pharmaceuticals and Personal Care Products in the Water Environment of Poland: A Review. *Water (Basel)* 2021;13:2283.
- [3] Pandey A, Kasuga I, Furumai H, et al. Priority list of emerging contaminants in domestic wastewater treatment plants and their removal by different secondary treatment methods. *Journal of Hazardous Materials Advances* 2026;21:100969.

Wpływ mieszanin bisfenolu A i jego alternatyw na wybranych przedstawicieli organizmów wodnych

Daria Wróbel*, Anna Białk-Bielińska

Katedra Analizy Środowiska, Wydział Chemii, Uniwersytet Gdański, ul. Wita Stwosza 63, 80-308 Gdańsk

*d.wrobel.664@studms.ug.edu.pl

SŁOWA KLUCZOWE: bisfenol A, alternatywy BPA, ekotoksyczność, rzęsa wodna, *Lemna minor*

Bisfenol A (BPA) stosowany jest w produkcji poliwęglanów i żywic epoksydowych stosowanych do produkcji m.in. pojemników na żywność i napoje, materiałów budowlanych czy kompozytów stomatologicznych. Bisfenol A, ze względu na podobieństwo w budowie do estrogenów, jest ksenoestrogenem oraz uznawany za substancję kancerogenną. Ponadto wpływa negatywnie na układ nerwowy oraz na przebieg ciąży i rozwój płodu. Negatywne działanie BPA spowodowało wprowadzenie regulacji zakazujących stosowania tego związku w produktach dla dzieci i w pojemnikach mających kontakt z żywnością. W konsekwencji wprowadzonych regulacji zaczęto stosować alternatywy BPA m.in. bisfenol B, bisfenol E czy bisfenol F, które również wykazują podobnie szkodliwe właściwości co BPA. Ze względu na szerokie zastosowanie i powszechne występowanie w życiu codziennym, substancje te obecne są w środowisku naturalnym. Stan wiedzy na temat ich toksyczności wobec organizmów znajdujących się w środowisku jest nadal niewystarczający, szczególnie mając na uwadze wpływ obecności mieszanin tych związków. Dlatego też, zasadniczym celem badań była ocena wpływu mieszanin bisfenoli wobec przedstawiciela roślin wyższych - rzęsy wodnej (*Lemna minor*). W badaniach uwzględniono mieszany dwu- oraz czteroskładnikowe wybranych analogów BPA.

Wielosezonowa analiza jakości wód powierzchniowych na terenie Nadmorskiego Parku Krajobrazowego w latach 2020–2026

Filip Zinkowski*

Politechnika Gdańska, Wydział Chemiczny, ul. G. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk

*s198467@student.pg.edu.pl

SŁOWA KLUCZOWE: monitoring wód, Nadmorski Park Krajobrazowy, chemia środowiska, biogeny, wskaźniki fizykochemiczne

Monitoring jakości wód powierzchniowych stanowi fundament ochrony ekosystemów wrażliwych, do których należą tereny Nadmorskiego Parku Krajobrazowego. W niniejszej pracy przedstawiono wyniki systematycznych badań prowadzonych w latach 2020–2026. Badania obejmowały cykliczne, kwartalne wyjazdy terenowe, podczas których pobierano próbki wód z kluczowych cieków, takich jak m.in. Czarna Wda, Piaśnica czy Płutnica. Program badawczy zakładał integrację pomiarów terenowych z zaawansowaną analizą laboratoryjną. W warunkach in situ dokonywano pomiarów temperatury, przewodności elektrolitycznej właściwej, pH oraz stężenia tlenu rozpuszczonego. Analiza laboratoryjna skupiała się na spektrofotometrycznym oznaczaniu jonów pierwiastków biogennych, w tym jonów amonowych, azotanowych(III) oraz fosforanowych(V), a także ocenie mikrobiologicznej z wykorzystaniem metody Colilert-18. Celem podjętych działań była ocena zmienności sezonowej jakości wód oraz identyfikacja długookresowych trendów w obciążeniu ekosystemów ładunkiem biogenów. Uzyskane wyniki wskazują na istotne zróżnicowanie parametrów w cyklu rocznym, co pozostaje w ścisłym związku z presją antropogeniczną na obszarach zlewni. Praca ta podsumowuje sześcioletni wysiłek badawczy, dostarczając danych niezbędnych do optymalizacji działań ochronnych w regionie oraz doskonalenia warsztatu naukowego członków koła.

Alginyan jako biodegradowalna alternatywa dla ścierniw stosowanych w przemyśle kosmetycznym

Wiktorja Magdalena Żelazny^{1,2*}, Sara Piechula^{1,2}, Martyna Bogusławska², Patrycja Szumała^{1,2}

¹ Katedra Biotechnologii i Mikrobiologii, Wydział Chemiczny, Politechnika Gdańska, ul. Gabriela Narutowicza 11/12 80-233 Gdańsk, Polska

² Koło Naukowe CosLab, Wydział Chemiczny, Politechnika Gdańska, ul. Gabriela Narutowicza 11/12 80-233 Gdańsk, Polska

*s193947@student.pg.edu.pl

SŁOWA KLUCZOWE: alginian, mikroplastiki, peeling, kosmetyki spłukiwane, biodegradacja

W świetle rozporządzenia Komisji (UE) 2023/2055 ograniczającego wprowadzanie do obrotu celowo dodawanych syntetycznych mikrocząstek polimerowych, poszukiwanie biodegradowalnych ścierniw do kosmetyków spłukiwanych stało się aktualnym wyzwaniem technologicznym i środowiskowym [1]. Mikrogranulki polimerowe były wykorzystywane m.in. w peelingach ze względu na jednorodny kształt, powtarzalność działania i trwałość, jednak po użyciu trafiają do ścieków, a ze względu na małe rozmiary, nierozpuszczalność i ograniczoną podatność na biodegradację mogły przechodzić przez systemy oczyszczania lub kumulować się w osadach i środowisku wodnym [2].

Celem badań jest ocena alginianu, tj. naturalnego polisacharydu pozyskiwanego z brunatnic, pod względem możliwości zastosowania jako funkcjonalne i środowiskowo bezpieczniejsza alternatywa dla obecnie stosowanych ścierniw, takich jak cząstki mineralne, roślinne i syntetyczne. Dane literaturowe wskazują, że alginianowe mikrocząstki mogą mieć gładki, regularny kształt, nie wykazywać działania drażniącego oraz ulegać degradacji w środowisku wodnym wskutek wymiany jonowej i rozpadu hydrożelowej matrycy [3-5]. Cechy te predysponują ten surowiec do zastosowań w kosmetykach peelujących. W pracy zostaną otrzymane mikrocząstki alginianowe metodą jonowego sieciowania z jonami Ca^{2+} , a następnie porównane pod względem wielkości, kształtu, stabilności w modelowej formułacji. Dodatkowo zbadana zostanie odporność na siły mechaniczne podczas masażu oraz efektywność złuszczenia. Równolegle ocenione zostanie ich zachowanie po spłukaniu, tj. pęcznienie, rozpad w wodzie, potencjalna biodegradacja oraz ryzyko akumulacji w warunkach środowiskowych.

Oczekiwany rezultatem projektu jest wskazanie, czy alginian może łączyć wymaganą skuteczność kosmetyczną ze zmniejszonym ryzykiem trwałego zalegania po użyciu. Badania mają charakter interdyscyplinarny, ponieważ łączą technologię kosmetyków, chemię biopolimerów oraz ocenę wpływu składników kosmetycznych na środowisko.

Alginyan sodu + Ca^{2+} → hydrożel / mikrocząstki alginianu wapnia

Rys. 1. Schemat jonowego sieciowania alginianu [3,4].

Literatura

- [1] Komisja Europejska. 2023. Commission Regulation (EU) 2023/2055 of 25 September 2023 amending Annex XVII to Regulation (EC) No 1907/2006 as regards synthetic polymer microparticles. Official Journal of the European Union L 238: 67-88
- [2] Bikiaris N., Nikolaidis N.F., Bampalexis P. 2024. Microplastics (MPs) in Cosmetics: A Review on Their Presence in Personal-Care, Cosmetic, and Cleaning Products (PCCPs) and Sustainable Alternatives from Biobased and Biodegradable Polymers. *Cosmetics* 11(5): 145, 1-20
- [3] Kozłowska J., Prus W., Stachowiak N. 2019. Microparticles based on natural and synthetic polymers for cosmetic applications. *International Journal of Biological Macromolecules* 129: 952-956.
- [4] Bae S.B., Nam H.C., Park W.H. 2019. Electrospinning of environmentally sustainable alginate microbeads for cosmetic additives. *International Journal of Biological Macromolecules* 133: 278-283.
- [5] Selvasudha N., Goswami R., Tamil Mani Subi M., Rajesh S., Kishore K., Vasanthi H.R. 2023. Seaweeds derived ulvan and alginate polysaccharides encapsulated microbeads - Alternate for plastic microbeads in exfoliating cosmetic products. *Carbohydrate Polymer Technologies and Applications* 6: 100342, 1-10.

Praca realizowana w ramach badań własnych Koła Naukowego Formułacji Kosmetycznych CosLab.

A Low-Cost Programmable Platform for Automated Plasma Surface Modification

Krzysztof Wojno^{1,2,3*}, Jakub Szarmach^{1,2,3}, Bartosz Hrycak¹, Dariusz Czyłkowski¹, Katarzyna Grochowska¹, Katarzyna Siuzdak¹, Jacek Ryl²

¹ Institute of Fluid Flow Machinery, Polish Academy of Sciences, Fiszerza 14, 80-231 Gdańsk, Poland

² Gdańsk University of Technology, Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk, Poland, kwojno@imp.gda.pl

³ The Electrochemical Society Gdańsk Tech Student Chapter "RedOx", Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk, Poland

*kwojno@imp.gda.pl

KEYWORDS: Surface engineering, plasma treatment, additive manufacturing, PLA-C, electrochemical sensors

Controlled surface modification is a critical strategy for tailoring the physico-chemical properties of materials employed in catalysis, sensing, and energy-related technologies. Methods such as plasma-based treatments and thermal processing are widely utilized to activate surfaces, modify conductive polymer composites, and process oxide structures including anodized titanium layers. Despite their broad applicability, achieving precise, spatially controlled, and reproducible exposure of material surfaces to treatment sources remains a significant technical challenge, particularly in the case of uniform processing over extended surface areas.

In this work, we report the development of a low-cost automated platform for controlled surface modification based on a repurposed 3D printer. By replacing the printing head with a plasma torch, the native motion control system of the printer is utilized to accurately position and translate the treatment source across the sample surface. The platform enables programmable control of key processing parameters, including the number of scan passes over a selected area, scanning velocity, spacing between adjacent plasma trajectories, and the plasma-sample separation distance. This approach provides reproducible and automated surface processing while retaining the accessibility, modularity, and cost-effectiveness of consumer-grade additive manufacturing hardware.

As a proof of concept, the system was applied to plasma modification of additively manufactured conductive electrodes composed of PLA containing carbon nanostructure additives. Plasma treatment induced selective etching of the polymer matrix, resulting in enhanced exposure of conductive carbon domains at the electrode surface. The resulting morphological changes were characterized using scanning electron microscopy. Electrochemical performance was evaluated by cyclic voltammetry employing a 5 mM [Ru(NH₃)₆]^{3+/2+} redox probe. The treated electrodes exhibited improved electron transfer characteristics relative to untreated samples and approached the performance of a gold disk electrode ($\Delta E = 0.09$ V vs. 0.08 V; $IA/IC = 0.83$ vs. 1.27 for the treated electrode and gold disk electrode, respectively). These results demonstrate that the proposed platform represents a versatile and cost-efficient tool for controlled surface modification and the development of functional materials.

From Leaves to Nanostructures: Anodized Ti-Based Coatings on Bio-Derived Scaffolds

Jakub Szarmach^{1,2,3*}, Krzysztof Wojno^{1,2,3}, Katarzyna Grochowska², Vipul Sharma⁴, Katarzyna Siuzdak²

¹Gdańsk University of Technology, Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk, Poland

²Department of Photophysics and Laser Technology, Institute of Flow Machinery Polish Academy of Sciences, Fiszerka 14, 80-231 Gdańsk, Poland

³The Electrochemical Society Gdańsk Tech Student Chapter "RedOx", Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk, Poland

⁴Department of Mechanical and Materials Engineering, Faculty of Technology, University of Turku, Vesilinnantie 5 - 20500, Turku, Finland

*s194239@student.pg.edu.pl

KEYWORDS: Leaftronics, surface modification, anodization, surface engineering, magnetron sputtering

The development of flexible, lightweight and sustainable functional materials is increasingly important for applications in sensing, electronics, and surface engineering. In this context, nature provides structurally optimized architectures that can be adapted for advanced material fabrication. Among these, plant leaves offer low weight, mechanical flexibility, and a highly organized, fractal-like vein network with a large accessible surface area. Such substrates have gained attention, leading to the emergence of leaftronics, which merges plant-based structures with electronic materials. Rather than building artificial supports entirely from scratch, the strategy and key principles of leaftronics propose the use of leaf skeletons as frameworks that are already optimized, as well as their enhancement through engineered coatings.

In this work, we report a successful surface modification of leaf skeletons used as bio-derived scaffolds for the fabrication of nanostructured materials. *Ficus religiosa* tree leaves were prepared by chemically etching them to expose their fractal-like structures, formed by naturally occurring veins. Such structures already generate a sizeable specific surface area and are flexible. Further modification consisted of magnetron sputtering of TiO₂ and Ti layers. The resulting substrates were then subjected to anodization in ethylene glycol, water and NH₄F based electrolyte. Anodization was performed at 40 V with controlled voltage ramps at the start and end. In the setup, Pt mesh was used as a cathode and leaf sample was directly used as an anode. During this process, competing electrochemical oxidation and chemical dissolution reactions promote the formation of nanostructures on the Ti-based surface.

The resulting morphology was examined using scanning electron microscope and showed the formation of nanostructures, their shape and distribution depended on the specific location on the sample – in some places it was spongy-like and in others, rod-like forms. The results demonstrate that naturally occurring, hierarchical plant structures can be effectively combined with electrochemical anodization to produce functional, high-surface-area materials. This approach, inspired by the emerging concept of leaftronics, offers a route toward the fabrication of flexible, hierarchical materials with potential applications in sensing, catalysis, and lightweight electronic systems.

Kompleksowa ocena środowiskowa kosmetyków w kostce: redukcja śladu wodnego, węglowego i odpadów opakowaniowych

Lena Orzechowska², Aleksandra Symko², Michalina Daria Razik^{1,2*}, Patrycja Szumała^{1,2}

¹ Katedra Biotechnologii i Mikrobiologii, Wydział Chemiczny, Politechnika Gdańska, ul. Gabriela Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk, Polska

² Koło Naukowe CosLab, Wydział Chemiczny, Politechnika Gdańska, ul. Gabriela Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk, Polska

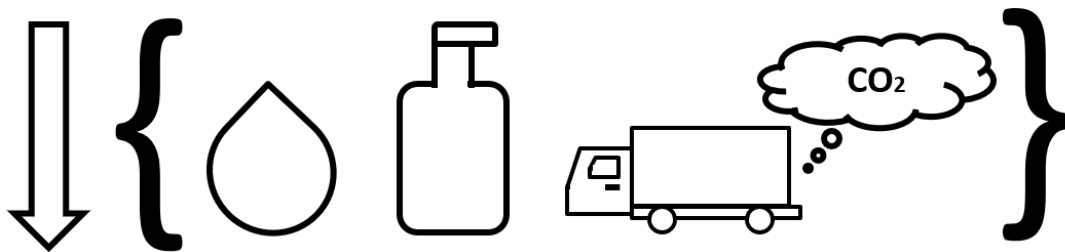
*s193254@student.pg.edu.pl

SŁOWA KLUCZOWE: kosmetyki bezwodne, LCA, ślad węglowy, zero waste, gospodarka obiegu zamkniętego

Przemysł kosmetyczny w swoich konwencjonalnych produktach do mycia opiera się na wodzie, która stanowi nierzadko 80-90% objętości takich produktów jak szampony czy żele pod prysznic. Skutkuje to ogromnym zapotrzebowaniem na zasoby wodne, koniecznością stosowania syntetycznych konserwantów oraz generowaniem miliardów trudnych w recyklingu opakowań z tworzyw sztucznych [1]. Dodatkowo szampony płynne dystrybuowane w dozownikach z pompką generują straty rzędu nawet 26% użytecznego ze względu na brak możliwości pełnego opróżnienia opakowania [2]. Odpowiedzią na te wyzwania inżynierskie jest dynamicznie rosnący trend kosmetyków bezwodnych (ang. waterless beauty).

Celem pracy jest kompleksowa ocena środowiskowa i użytkowa kosmetyków myjących w formie stałej w ujęciu analizy cyklu życia (LCA). W ramach badań przeprowadzono analizę porównawczą szamponu płynnego (stanowiącego próbę kontrolną) oraz dwóch rynkowych szamponów w kostce: komercyjnego bazującego na surowcach egzotycznych (globalny łańcuch dostaw) oraz rzemieślniczego, opartego na surowcach z rynków lokalnych. Weryfikacji poddano wymierny ślad wodny, wskaźnik obciążenia odpadami oraz podstawowe parametry użytkowe.

Zestawienie wyników empirycznych z literaturowymi danymi LCA dowodzi, że eliminacja fazy wodnej obniża ślad węglowy w transporcie ładunków i drastycznie redukuje odpady plastikowe (Rys.1). Badania wskazują jednak na konieczność unikania tzw. greenwashingu, ponieważ rzeczywisty optymalny, zrównoważony profil środowiskowy osiągają dopiero te produkty, które minimalizują ślad węglowy ukryty w transporcie surowców, poprzez zastosowanie krótkich, lokalnych łańcuchów dostaw [3]. Zmiana formatu kosmetyku na stały, przy przemysłowej formułacji, nie obniża komfortu konsumenta, oferując wysoce wydajną i ekologiczną alternatywę dla produktów tradycyjnych.



Rys.1. Główne obszary optymalizacji w cyklu życia kosmetyków bezwodnych: ślad wodny, odpady opakowaniowe, ślad węglowy

Literatura

- [1] Aguiar J. B. 2022. Water sustainability: A waterless life cycle for cosmetic products. Sustainable Production and Consumption: 1-13.
- [2] Klein M. 2025. Product Waste Resulting from Insufficient Emptiability of Cosmetic Packaging and Its Economic and Environmental Implications. Sustainability: 1-14.
- [3] Kröhnert H. 2021. Life Cycle Assessment of a Plant-Based, Regionally Marketed Shampoo and Analysis of Refill Options. Sustainability: 1-18.

Wykaz autorów

A

Ahmad Ayaz, 11
Arendt Jagoda, 55
Augustyniak Adam, 61
Ayu Adugna, 43

B

Bajda Tomasz, 20
Białk-Bielińska Anna, 64, 65
Biały Barbara, 55
Bielicka Julia, 12
Bielicka-Giełdoń Aleksandra, 48
Bochkova Ekaterina, 40
Bogusławska Martyna, 67
Bolek Magdalena, 55
Boryło Alicja, 49
Bukowska Karolina, 13

C

Caban Magda, 64
Chmielewski Marek, 61
Chyła Marta, 44
Cieścińska Karolina, 55
Czerwińska Amelia, 14
Czyłkowski Dariusz, 68

Ć

Ćwiek Barbara, 18, 19, 29, 62

D

Dąbrowski Jakub, 44
Domowicz Julia, 18, 19, 29, 62
Dreżewska Justyna, 20
Drużyńska Martyna, 15
Drzazga Aleksandra, 16
Dudzińska Natalia, 41, 55

F

Frajtag Michał, 45

G

Gajewicz-Skretna Agnieszka, 27, 53
Giełdoń Artur, 48
Glińska Natalia, 44
Godlewska Klaudia, 64
Graczyk-Zajac Magdalena, 63
Gray Sam, 58
Grochowska Katarzyna, 68, 69
Grzyb Tomasz, 30

H

Hassan Afaq, 17
Hrycak Bartosz, 68

Hycnar Elżbieta, 20

I

Izdebski Aleksander, 23, 51

J

Jakim Miłosz, 18, 19, 29, 62
Janwari Dahar, 47
Jarząbek Zuzanna, 18, 19, 29, 62
Jarzemińska Katarzyna, 48
Jurzynek Dagmara, 52

K

Kaczmarzyk Anna, 20
Kaliszewska Martyna, 48
Kamińska Kinga, 54
Kendrick Emma, 58
Klinkosz Piotr, 40
Kluska Jacek, 13
Kolek Dominik, 21
Kot-Wasik Agata, 44
Kowalewski Krzysztof, 31
Kowska Karolina, 23, 51
Kraśński Andrzej, 18, 19, 29, 62
Kraszewski Mateusz, 22
Krawczyk Dominika, 41
Krawczyk Jakub, 28
Kumar Santosh, 46
Kupniewska Zuzanna, 18, 19, 29

L

Lanczewska-Bejenka Klaudia, 49
Latos-Brózio Małgorzata, 16
Lenar Nikola, 15
Lewandowska Agata, 21
Lipke Agata, 54
Lisewicz Dawid, 40

Ł

Łaniosz Bartosz, 22
Łuczak Julia, 26
Łuczak Justyna, 11, 17, 46
Łupińska Weronika, 50

M

Makrocka Samantha, 23, 51
Mania Szymon, 12
Masek Anna, 16, 50, 56
Mastylak Anastazja, 55
Matej-Łukowicz Karolina, 13
Megger Dawid, 52
Michalczyzyn Nicola, 34
Mielewczyk Pola, 55

Mielniczuk Martyna, 24, 25, 26
Mijowska Ewa, 36
Miller Michalina, 34
Milek Ada, 56
Miotk Martyna, 57
Mitkowski Piotr T., 34, 59
Modrzyńska Emilia, 57
Mroczek Małgorzata, 28
Mroczyńska-Szeląg Martyna, 32
Murawa Magdalena, 39, 55
Myszk Łukasz, 60

N

Nimz Kinga, 27, 53
Nowacki Karol, 34

O

Olszewski Grzegorz, 45
Olszewski Jakub, 58
Orłowska Aleksandra, 55
Orzechowska Lena, 70
Ossowska Michalina, 59

P

Paczosa-Bator Beata, 15
Parzych Sebastian, 61
Paszkiewicz Monika, 48
Piechula Sara, 67
Pieczyńska Aleksandra, 23
Pluta Lidia, 28
Polak Judyta, 41
Potęga Agnieszka, 21, 44
Protasiewicz Kacper, 54
Pruchniak Kamil, 18, 19, 29, 62
Przychodna Kinga, 38, 55
Puciński Filip, 54

R

Razik Michalina Daria, 70
Reglińska Oliwia, 38
Rocławski Paweł, 41
Rojek Karolina, 12, 37
Rojewska Anna, 64
Rowińska Patrycja, 30
Rusin Paweł, 23, 51
Ruśniak Karolina, 22
Rybicki Patryk, 61
Ryl Jacek, 68

S

Sarnecki Karol, 31
Sharma Vipul, 69
Siddiq Abubak, 58

Siuzdak Katarzyna, 68, 69
Skalbania Paweł, 18, 19, 29, 62
Skonieczna Karolina, 38, 55
Skwarzec Bogdan, 49
Sommer Agata, 60
Sommerville Rob, 58
Sridharan Kishore, 47
Strugliński Cezary, 41
Strumińska-Parulska Dagmara, 57
Strus Klaudia, 32
Sulkowska Gabriela, 33
Swebocki Tomasz, 12, 37
Symko Aleksandra, 70
Szaliński Kacper, 18, 19, 29, 62
Szarmach Jakub, 68, 69
Szulc Justyna, 30
Szumała Patrycja, 67, 70
Szustak Lena, 36
Szymańska Karolina, 57
Szymkiewicz Adam, 13

T

Taraszkiewicz Antoni, 60
Tysiąc Paweł, 52

U

Urbańczak Andrzej, 59

W

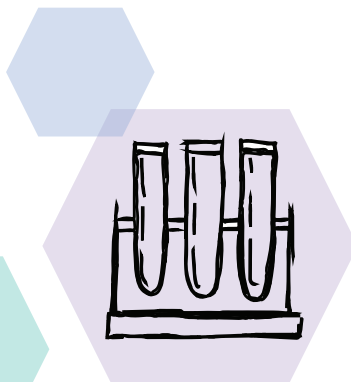
Wałęga Jędrzej, 18, 19, 29, 62
Wenelska Karolina, 36
Werecka Inga, 63
Werner Łukasz, 18, 19, 29, 62
Wilamowska-Zawłocka Monika, 58, 63
Wojciechowska Ewa, 13
Wojno Krzysztof, 68, 69
Worosilak Adrianna, 18, 19, 29, 62
Woźniowski Szymon, 34, 59
Wójcik Wiktoria, 64
Wróbel Daria, 65
Wybierała Maja, 34

Z

Zaleska-Medynska Adriana, 43
Zielińska-Jurek Anna, 47
Zinkowski Filip, 66
Zmyślony Michał, 59
Zwolińska Alina, 24, 25, 26

Ż

Żarczyński Maurycy, 55
Żelazny Wiktoria Magdalena, 67
Żywicka Anna, 24, 25, 26



Sponsorzy:



**SAMORZĄD
STUDENTÓW
POLITECHNIKI
GDAŃSKIEJ**



**SAMORZĄD DOKTORANTÓW
POLITECHNIKI GDAŃSKIEJ**



**Port
Czystej Energii**



**Gdańskie
Wodociągi**



Patroni medialni:

**FORUM
AKADEMICKIE**

Biotechnologia.pl

ACADEMIA

PWN

Radio Gdańsk

Patroni honorowi:

Rektor Politechniki Gdańskiej



oraz Dziekani Wydziałów



**WYDZIAŁ
CHEMICZNY**



**WYDZIAŁ INŻYNIERII
ŁĄDOWEJ I ŚRODOWISKA**



PATRONAT HONOROWY:



**MIECZYŚLAW STRUK
MARSZAŁEK
WOJEWÓDZTWA POMORSKIEGO**

Partnerzy:



Nadmorski Park Krajobrazowy
Pomorski Zespół Parków Krajobrazowych



**Instytucja Samorządu
Województwa Pomorskiego**

Organizatorzy:

Naukowe Koło Chemików
Studentów Politechniki Gdańskiej



Studenckie Koło Naukowe
Geografów Uniwersytetu Gdańskiego



Studenckie Koło Naukowe
Zdrowia Środowiskowego i Epidemiologii
Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego



Koło Naukowe RedOx



Koło Naukowe Studentów
Politechniki Gdańskiej
"Mikrobiologia w Inżynierii
Środowiska" (MIS)



Koło Studentów Biotechnologii
Politechniki Gdańskiej



Koło Naukowe Biznesu Chemicznego
Uniwersytetu Gdańskiego



Koło Naukowe Technologii
Polimerów „TECH-POL”



Koło Naukowe Studentów Fizyki
Politechniki Gdańskiej



Astrofizyczne Koło Naukowe "AKN"
Politechniki Gdańskiej



Wydziałowa Rada Studentów
Wydziału Fizyki Technicznej
i Matematyki Stosowanej



ISBN 978-83-947159-7-7



9 788394 715977