

**Politechnika Poznańska**

**Wydział Technologii Chemicznej**

# **XI KONGRES TECHNOLOGII CHEMICZNEJ**

**Materiały konferencyjne**

**16-19 września 2024 r.**

**Redakcja:**

dr inż. Robert Frankowski

**Recencenci:**

prof. dr hab. inż. Ewa Kaczorek

dr hab. inż. Sławomir Borysiak, prof. PP

dr hab. inż. Agnieszka Zgoła-Grzeškowiak, prof. PP

dr hab. inż. Filip Ciesielczyk, prof. PP

dr hab. Maciej Galiński, prof. PP

Książka zawiera streszczenia komunikatów i posterów zaprezentowanych podczas XI Kongresu Technologii Chemicznej, który odbył się 16-19 września 2024 roku w Poznaniu.

Streszczenia prac zakwalifikowanych do prezentacji podczas kongresu opublikowano w wersji dostarczonej przez autorów.

Streszczenia w tej książce prosimy cytować jako „XI Kongres Technologii Chemicznej, Materiały konferencyjne.” Wydział Technologii Chemicznej Politechniki Poznańskiej, Poznań 2024, ISBN 978-83-955437-6-0

Egzemplarz bezpłatny

Politechnika Poznańska, Wydział Technologii Chemicznej

ul. Berdychowo 4, 60-965 Poznań

Poznań 2024

**RP**

**Patronat Honorowy  
Prezydenta Rzeczypospolitej Polskiej  
Andrzeja Dudy**



## Komitet Honorowy



# Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

---

**prof. dr hab. inż. Maria Mrówczyńska** - Podsekretarz Stanu Ministerstwa Nauki  
i Szkolnictwa Wyższego



**WOJEWODA WIELKOPOLSKI**

**Agata Sobczyk** - Wojewoda Wielkopolska



**Marek Woźniak** - Marszałek Województwa Wielkopolskiego



Patronat Honorowy  
**Prezydenta  
Miasta Poznania**

**Jacek Jaśkowiak** - Prezydent Miasta Poznania



## **Komitet Honorowy**

**prof. dr hab. Bogumiła Kaniewska** - Rektor Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza  
w Poznaniu

**prof. dr hab. inż. Hieronim Maciejewski** - Dyrektor Poznańskiego Parku Naukowo-  
Technologicznego

**prof. dr hab. Bronisław Marciniak** - Dyrektor Centrum Zaawansowanych Technologii im.  
Adama Mickiewicza w Poznaniu

**prof. dr hab. Izabela Nowak** - Prezes Polskiego Towarzystwa Chemicznego

**prof. dr hab. Krzysztof Szoszkiewicz** - Rektor Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu

**prof. dr hab. Marek Świtoński** - Prezes Oddziału PAN w Poznaniu

**prof. dr hab. Andrzej Tykarski** - Rektor Uniwersytetu Medycznego im. Karola  
Marcinkowskiego w Poznaniu

**prof. dr hab. Maciej Żukowski** - Rektor Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu



## Komitet Stały Kongresu

**prof. dr hab. inż. Teofil Jesionowski** - czł. koresp. PAN - przewodniczący

**dr hab. inż. Łukasz Kłapiszewski, prof. PP** - sekretarz

**prof. dr hab. inż. Marcin Banach**

**prof. dr hab. inż. Paweł Chmielarz**

**prof. dr hab. inż. Katarzyna Chojnacka**

**prof. dr hab. inż. Anna Chrobok**

**prof. dr hab. Izabela Nowak**

**prof. dr hab. inż. Janusz Datta**

**dr hab. inż. Ewa Janus, prof. ZUT**

**prof. dr hab. inż. Ewa Kaczorek**

**prof. dr hab. Piotr Kuśtrowski**

**prof. dr hab. Wojciech Macyk**

**prof. dr hab. inż. Beata Michalkiewicz**

**prof. dr hab. Piotr Młynarz**

**dr inż. Cezary Możejński**

**prof. dr hab. inż. Mariusz Oleksy**

**prof. dr hab. inż. Krzysztof Pielichowski**

**prof. dr hab. Robert Pietrzak**

**dr hab. inż. Andrzej Plichta, prof. PW**

**prof. dr hab. inż. Wojciech Simka**

**prof. dr hab. inż. Małgorzata Szynkowska-Jóźwik**



## Komitet Naukowy Kongresu

- prof. dr hab. inż. Teofil Jesionowski** - Przewodniczący
- prof. dr hab. Maciej Kubicki** - Z-ca Przewodniczącego
- dr hab. inż. Sławomir Borysiak, prof. PP** - Politechnika Poznańska
- dr hab. inż. Filip Ciesielczyk, prof. PP** - Politechnika Poznańska
- dr hab. Renata Dobrucka, prof. UEP** - Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu
- dr hab. inż. Krzysztof Fic, prof. PP** - Politechnika Poznańska
- dr hab. inż. Maciej Galiński, prof. PP** - Politechnika Poznańska
- prof. dr hab. Marcin Hoffman** - Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu
- prof. dr hab. inż. Ewa Kaczorek** - Politechnika Poznańska
- prof. dr hab. Andrzej Katrusiak** - Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu
- dr hab. inż. Łukasz Kłapiszewski, prof. PP** - Politechnika Poznańska
- dr hab. inż. Katarzyna Materna, prof. PP** - Politechnika Poznańska
- prof. dr hab. Przemysław Niedzielski** - Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu
- prof. dr hab. Piotr Pawluć** - Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu
- dr hab. inż. Łukasz Piątkowski, prof. PP** - Politechnika Poznańska
- prof. dr hab. Robert Pietrzak** - Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu
- prof. dr hab. inż. Piotr Oleśkowicz-Popiel** - Politechnika Poznańska
- dr hab. Justyna Gornowicz-Porowska** - Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu
- prof. dr hab. inż. Krystyna Prochaska** - Politechnika Poznańska
- prof. dr hab. inż. Izabela Ratajczak** - Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
- dr hab. inż. Magdalena Regel-Rosocka, prof. PP** - Politechnika Poznańska
- dr hab. inż. Jacek Różański, prof. PP** - Politechnika Poznańska
- dr hab. inż. Agnieszka Zgoła-Grześkowiak, prof. PP** - Politechnika Poznańska





## Komitet Organizacyjny Kongresu

- prof. dr hab. inż. Ewa Kaczorek** - Przewodnicząca Komitetu Organizacyjnego
- prof. dr hab. inż. Maciej Kubicki** - Zastępca Przewodniczącej Komitetu Organizacyjnego
- dr inż. Przemysław Bartzak** - Wydarzenia kulturalne, Forum Młodych Technologów
- dr hab. inż. Sławomir Borysiak, prof. PP** - Współpraca z przemysłem i sponsorami
- dr hab. inż. Filip Ciesielczyk, prof. PP** - Program naukowy
- dr inż. Robert Frankowski** - Książka abstraktów
- dr inż. Aleksandra Grząbka-Zasadzińska** - Strona www
- dr hab. inż. Łukasz Klapiszewski, prof. PP** - Wydarzenia towarzyszące Kongresu
- dr hab. inż. Michał Niemczak, prof. PP** - Zakwaterowanie, patronaty medialne, Forum Młodych Technologów
- dr inż. Paulina Rewers** - Obsługa finansowa Kongresu, Fundacja na Rzecz Rozwoju Politechniki Poznańskiej
- dr hab. inż. Wojciech Smutek** - Forum Młodych Technologów
- dr inż. Agata Zdarta** - Patronaty
- dr hab. inż. Agnieszka Zgoła-Grzeškowiak, prof. PP** - Biuro Kongresu



## Sekcje

### S1: Procesy biotechnologiczne

**Przewodniczący:**

prof. dr hab. inż. Ewa Kaczorek  
prof. dr hab. inż. Piotr Oleśkiewicz-Popiel

### S2: Technologie obiegu zamkniętego

**Przewodniczący:**

dr hab. inż. Sławomir Borysiak, prof. PP  
dr hab. inż. Magdalena Regel-Rosocka, prof. PP

### S3: Praktyczne aspekty technologii chemicznej

**Przewodniczący:**

dr hab. inż. Agnieszka Zgoła-Grzeškowiak, prof. PP  
dr hab. inż. Katarzyna Materna, prof. PP  
dr hab. inż. Jacek Różański, prof. PP

### S4: Technologie funkcjonalnych materiałów i nanomateriałów

**Przewodniczący:**

dr hab. inż. Filip Ciesielczyk, prof. PP  
dr hab. inż. Adam Piasecki

### S5: Technologie konwersji i magazynowania energii - trendy i perspektywy

**Przewodniczący:**

dr hab. Maciej Galiński, prof. PP  
dr inż. Marek Baraniak

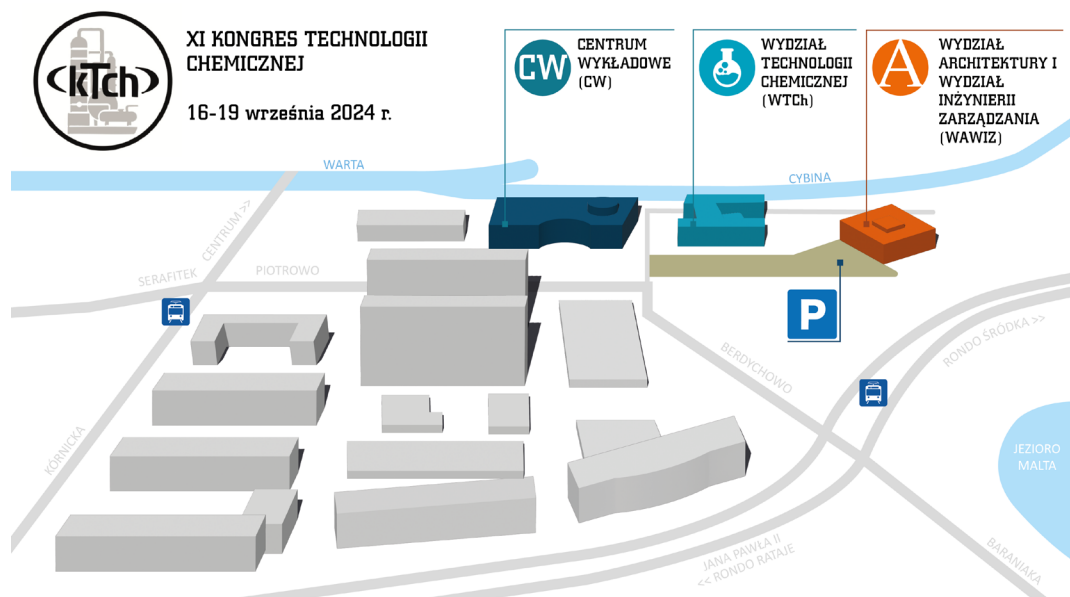
### S6: Forum młodych technologów

**Przewodniczący:**

dr inż. Przemysław Bartczak  
dr hab. inż. Michał Niemczak, prof. PP  
dr hab. inż. Wojciech Smutek



## Miejsce obrad Kongresu



### **Centrum Wykładowe (CW)**

Budynek A23  
Piotrowo 2, Poznań

### **Centrum Dydaktyczne Wydziału Technologii Chemicznej (CDWTCh)**

Budynek A28  
Berdychowo 4, Poznań

### **Wydział Architektury i Wydział Inżynierii Zarządzania (WAWiZ)**

Budynek A30  
Rychlewskiego 2, Poznań



## Sponsorzy Platynowi



ELSEVIER



Twój partner w **laboratorium**





## Sponsor Złoty

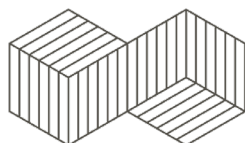


## Sponsorzy Srebrni





## Wystawcy



HAAS





|||||  
**MERAZET**

 **Metrohm**

**METTLER TOLEDO**

**NETZSCH**

Proven Excellence.

 **OEM AUTOMATIC**  
*more than components*

 **POLYGEN**

 **UNI-EXPORT**  
Instruments Polska



## Patroni medialni i partnerzy







## **Wykłady inauguracyjne**



## Fenomen nienaturalnych aminokwasów w poszukiwaniu nowych leków i narzędzi diagnostycznych

**Marcin Draj**

*Katedra Chemii Biologicznej i Bioobrazowania, Wydział Chemiczny, Politechnika Wrocławska, Wyb. Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław  
e-mail: marcin.draj@pwr.edu.pl*

Enzymy proteolityczne należą do hydrolaz, które kontrolują praktycznie wszystkie ścieżki metaboliczne ze względu na zdolność do hydrolizy wiązania peptydowego. Zaburzenia w ekspresji proteaz prowadzi do wielu chorób cywilizacyjnych, w tym do nowotworów, cukrzycy, chorób neurodegeneracyjnych czy powikłań wynikających z działania patogenów.

Cechą kluczową każdej proteazy jest jej specyficzność substratowa, czyli zdolność do rozpoznawania tylko określonych sekwencji aminokwasów. Do chwili obecnej opracowano wiele metod określania specyficzności substratowej enzymów proteolitycznych. Jedną z najbardziej rozpowszechnionych jest kombinatoryczna biblioteka substratów fluorogenicznych (z ang. Positional Scanning Substrate Combinatorial Library), która pozwala na dokładne określenie specyficzności substratowej większości proteaz. Do niedawna, wszystkie biblioteki do profilowania specyficzności substratowej proteaz zawierały w swojej strukturze wyłącznie naturalne aminokwasy (aminokwasy kodowane DNA) i tylko w bardzo nielicznych przypadkach stosowano aminokwasy nienaturalne. O ile wiedza ta była użyteczna w badaniach biologicznych, to w przypadku projektowania specyficznych substratów, inhibitorów czy markerów chemicznych, w wielu przypadkach okazywała się niewystarczająca. Nie istniały także strategie syntezy kombinatorycznych bibliotek substratów fluorogenicznych zawierających w swojej strukturze nienaturalne aminokwasy. W tym celu opracowaliśmy całkowicie nowy typ biblioteki kombinatorycznej zawierającej naturalne i nienaturalne aminokwasy i nazwaliśmy ją Hybrydowa Kombinatoryczna Biblioteka Substratów (z ang. Hybrid Combinatorial Substrate Library). Otrzymana biblioteka została wykorzystana do otrzymania ekstremalnie aktywnych oraz specyficznych struktur wiodących leków oraz narzędzi diagnostycznych.



Literatura: (Calibri, 10)

Drag & Salvesen, Nature Reviews Drug Discovery 2010

Kasperkiewicz et al. Proc. Natl. Acad. Sci. U S A. 2014

Poręba et al. Cell Death & Differentiation 2014

Poręba et al. Cell Chemical Biology 2016

Poręba et al, Scientific Reports 2017

Rut et al, Antiviral Research 2017

Kasperkiewicz et al., FEBS Journal 2017

Kasperkiewicz et al., Journal of the American Chemical Society 2017

Poreba et al., Nature Protocols, 2017

Rut et al, Nature Chemical Biology, 2021

Rut et al., Science Advances, 2020

Rut et al. Chemical Science, 2020



## TRZY OBlicZA MEZOPOROWATEJ KRZEMIONKI W KONSTRUKCJI NOWOCZESNYCH NANOMATERIAŁÓW KATALITYCZNYCH

**Piotr Kuśtrowski**

*Wydział Chemii, Uniwersytet Jagielloński, Gronostajowa 2, 30-387 Kraków  
piotr.kustrowski@uj.edu.pl*

Ze względu na amorficzny charakter i rozwiniętą porowatość, żele krzemionkowe i uporządkowane, mezoporowate materiały  $\text{SiO}_2$  wykorzystywane są szeroko jako nośniki faz aktywnych katalitycznie. Prekursor fazy aktywnej jest najczęściej deponowany na powierzchni  $\text{SiO}_2$  na drodze impregnacji, jednak obecność grup silanolowych i mostków siloksanowych umożliwia kontrolowane szczepienie ugrupowań formujących centra aktywne, pracujące w różnych procesach konwersji molekuł organicznych. Modyfikacja mezoporowatego nośnika  $\text{SiO}_2$  zostanie zaprezentowana na przykładzie różnych strategii graftingu struktur tworzących ugrupowania N-hydroksyftalimidowe (NHPI) aktywne w aerobowym utlenieniu węglowodorów.

Wykorzystanie mezoporowatych materiałów krzemionkowych w katalizie nie ogranicza się jednak tylko do roli nośnika. W prezentacji omówione zostaną dwie inne ścieżki konstrukcji nanomateriałów katalitycznych bazujące na użyciu mezoporowatego  $\text{SiO}_2$ . Z jednej strony,  $\text{SiO}_2$  można zastosować jako szablon strukturotwórczy do produkcji nanoreplik węglowych o zdefiniowanej strukturze i porowatości, jak również dystrybucji tlenowych i azotowych grup powierzchniowych, które mogą być przeznaczone do utleniającego odwodornienia alkanów oraz elektrochemicznej denitryfikacji. Z drugiej zaś strony, mezoporowaty  $\text{SiO}_2$  uformowany w kształcie sfer można wykorzystywać jako strukturę zabezpieczającą wrażliwe na dezaktywację cząstki fazy aktywnej (np. tlenkowej) zlokalizowane we wnętrzu otoczki  $\text{SiO}_2$ . Przykłady takiego podejścia zostaną przedstawione w odniesieniu do zamkniętych w mezoporowatych, sferycznych otoczkach  $\text{SiO}_2$ : (i) nanocząstek  $\text{Co}_3\text{O}_4$ , katalizujących całkowite utlenienie lotnych związków organicznych oraz (ii) nanocząstek  $\text{MoO}_x$  dedykowanych do zintegrowanych procesów dehydrogenacji i metatezy powstających olefin.



## **CHEMIA, BIOLOGIA I TECHNOLOGIA. TRIADA, KTÓRA TWORZY PRZYSZŁOŚĆ.**

**Teofil Jesionowski**

*Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska, Berdychowo 4, 60-965 Poznań  
teofil.jesionowski@put.poznan.pl*

Tematyka wykładu dotyczy aktualnych trendów w rozwoju technologii chemicznej, w szczególności projektowania funkcjonalnych materiałów hybrydowych.

Opisano metody ich wytwarzania, charakterystyki, jak i przede wszystkim wskazano najważniejsze obszary ich wykorzystania, m.in. w takich zastosowaniach jak: unieszkodliwianie związków organicznych czy metali szkodliwych dla środowiska, wytwarzanie materiałów do zastosowań w medycynie, formowanie zaawansowanych sensorów, immobilizacja enzymów, konwersja biomasy, elektrochemia, kataliza - w tym fotokataliza etc., a także jako unikalnych komponentów membran.

Podkreślono znaczenie materiałów tlenkowych, hybrydowych i układów typu związki nieorganiczne – biopolimery w opracowywaniu przyjaznych środowisku technologii i unikalnych materiałów oraz urządzeń.

Bardzo ważnym elementem ekosystemu akademickiego i technicznego są osobowości nauki i technologii, których potencjał jest niezbędny do budowania konkurencyjnej gospodarki opartej na wiedzy. Zatem podkreślono znaczenie wybitnych naukowców z zagranicy, jak i pracujących w kraju, których domeną jest rozwój interdyscyplinarnych badań na granicy trzech obszarów: chemii, biologii i technologii chemicznej. Przedstawiono ich wkład w rozwój szeroko rozumianej technologii chemicznej. Podkreślono związki tych wybitnych naukowców z Wydziałem Technologii Chemicznej Politechniki Poznańskiej.

Podziękowanie: Praca powstała w wyniku realizowanych badań w ramach projektu OPUS finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki nr 2021/43/B/ST8/01854.



## **Wykłady plenarne**

## W POSZUKIWANIU ZRÓWNOWAŻONYCH ROZWIĄZAŃ DLA PRODUKCJI ZWIĄZKÓW WYSOKOMARŻOWYCH: OD KATALIZY KWASOWEJ DO ENZYMATYCZNEJ

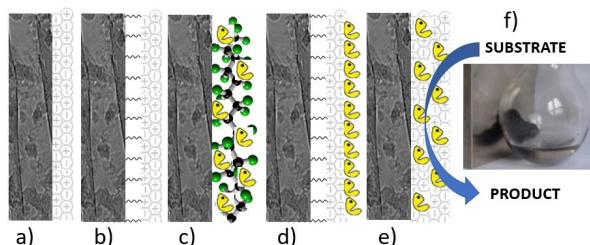
Anna Chrobok

Wydział Chemiczny, Politechnika Śląska, Krzywoustego 4, 44-100 Gliwice

\*anna.chrobok@polsl.pl

W niniejszym opracowaniu przedstawione zostaną badania dotyczące opracowania nowych, wyspecjalizowanych (bio)katalizatorów wymaganych przy projektowaniu czystych, nieszkodliwych dla środowiska technologii dedykowanych dla wytwarzania wysokomarżowych produktów.

Do projektowanie heterogenicznych (bio)katalizatorów wykorzystano jako fazy aktywne funkcjonalizowane (bio)ciecze jonowe i lipazy oraz nanomateriały węglowe, krzemionki czy inne materiały jako stałe nośniki (Rys. 1).



Rys. 1. Fig. 1. Katalizatory oparte o MWCNTs: (a) adsorpcja kwasowej IL; (b) wiązanie chemiczne kwasowej IL; (c) adsorpcja enzymu na modyfikowanej teflonem MWCNTs; (d) wiązanie chemiczne cieczy jonowej na MWCNTs połączone z adsorpcją enzymu; (e) adsorpcja enzymu na modyfikowanej IL MWCNTs; (f) separacja biokatalizatora za pomocą pola magnetycznego.

Podsumowując, przedstawione zostanie ogólne podejście do projektowania katalizatorów poprzez odpowiedni dobór właściwości fizyko-chemicznych nośników oraz faz aktywnych dla określonego procesu chemicznego.

Praca powstała w wyniku realizacji projektu badawczego o nr UMO-2022/45/B/ST8/02288 finansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki

Literatura:

- [1] A. Brzeczek-Szafran, et al. *Green Chem.* (2021) 23, 4421-4429.
- [2] K. Erfurt, et al. *ACS Sus. Chem. Eng.* (2020) 8, 10911-10919.
- [3] A. Szelwicka, et al. *Catal. Sci. Technol.*, (2020) 10, 3255-3264.
- [4] A. Wolny, et al. *Environ. Technol. Innov.* (2022) 28, 102936.



## „ZIELONE” POLIMERY PRZYSZŁOŚCIĄ TECHNOLOGII CHEMICZNEJ

**Mirosława El Fray**

*Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, Katedra Inżynierii Polimerów i Biomateriałów,  
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Al. Piastów 45, 70-310 Szczecin  
\*mirfray@zut.edu.pl*

Polimery wytwarzane z surowców odnawialnych, nazywane „zielonymi” polimerami, zyskują co raz większe zainteresowanie ośrodków akademickich i przemysłu. Jest to spowodowane co raz większą świadomością społeczną i rozumieniem zagrożeń związanych z rosnącym zanieczyszczeniem środowiska i niedoborem energii wynikającym z ogromnego zużycia ropy naftowej. Koncentrując się na ekologicznym podejściu w rozwoju technologii jutra, alifatyczne poliestry cieszą się co raz większym zainteresowaniem ze względu na ich szerokie spektrum potencjalnych zastosowań i zrównoważony rozwój gospodarki, zwłaszcza w sektorze materiałów opakowaniowych i wyrobów jednorazowego użytku. Co istotne, mogą być wytwarzane przy użyciu monomerów z biomasy i wykazują podatność na degradację, a ich cechy użytkowe mogą być projektowane na etapie syntezy poprzez dobór odpowiednich komonomerów tworzących segmenty sztywne i giętkie. Segmenty sztywne są odpowiedzialne za stabilność wymiarową, termiczną i mechaniczną polimeru, podczas gdy segmenty giętkie odpowiadają za elastyczność. Wiodącą grupą stają się kopolimery poli(bursztynianu butylenu)(PBS), które można syntezować stosując klasyczną polikondensację w masie lub polimeryzację katalizowaną enzymami [1]. Nie mniejszą rolę w technologii „zielonych” polimerów zaczynają odgrywać polimery na podstawie kwasu 2,5-furanodikarboksylowego [2], które mają w przyszłości zastąpić popularny poli(tereftalan etylenu)(PET). Podczas wykładu zostaną przedstawione wybrane zagadnienia syntezy i przetwórstwa nowych „zielonych” kopolimerów i perspektywy ich wykorzystania w sektorze opakowań i wyrobów medycznych.

### Podziękowania

Praca została sfinansowana z programu badań i innowacji Unii Europejskiej Horyzont 2020 w ramach umowy grantowej nr 872152 Marii Skłodowskiej-Curie (GREEN MAP). Projekt międzynarodowy współfinansowany z programu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego "PMW" w latach 2000-2023; umowa nr 5091/H2020/2020/2.





Literatura:

[1] M. Sokołowska et al. *Polym. Int.* (2021) 70, 514-526.

[2] M. Sokołowska et al. *RSC Adv.* (2023) 13, 22234-22249.

## Wykłady Sponsorów



**SZTUCZNA INTELIGENCJA, AKTYWNOŚĆ BIOLOGICZNA SUBSTANCJI,  
POKRYCIE LITERATURY I PATENTÓW ORAZ WSZYSTKO INNE, CO  
CHCIELIBYŚCIE WIEDZIEĆ O REAXYS, ALE BALIŚCIE SIĘ ZAPYTAĆ**

**Piotr Gołkiewicz**

*Elsevier Polska*  
*p.golkiewicz@elsevier.com*

Reaxys, czołowa baza danych chemicznych, nieustannie wprowadza nowe funkcje, które zwiększają efektywność i dokładność badań. Prezentacja przedstawi zaawansowany algorytm wyszukiwania, odświeżony interfejs użytkownika oraz zaawansowane możliwości analizy danych. Dzięki integracji modeli uczenia maszynowego, Reaxys oferuje możliwość prognozowania reakcji chemicznych nigdy nie opublikowanych w literaturze. Moduł biochemiczny pozwala na znalezienie zależności pomiędzy związkiem chemicznym a celem farmakologicznym. Uczestnicy poznają te funkcje poprzez skróconą prezentację oraz później na stoisku promocyjnym demonstracje na żywo, praktyczne przykłady i studia przypadków. Nowe możliwości Reaxys pozwalają badaczom przyspieszyć procesy badawcze i osiągnąć bardziej dokładne wyniki, przesuując granice nauk chemicznych.

## PROCESY WAŻENIA I ICH DOSKONALENIE

Sławomir Janas<sup>\*1</sup>, Martyna Roszowska-Jarosz<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centrum Metrologii Badań i Certyfikacji, Radwag Wagi Elektroniczne, Toruńska 5, 26-600 Radom  
<sup>\*</sup>janas@radwag.pl

W przeszłości pomiar masy w skali mili, tj.  $10^{-3}$  był wystarczający dla określenia stabilności lub zmian masy jakie zachodzą w procesach fizycznych i chemicznych. Obecnie oczekiwana dokładność analiz jest znacznie wyższa, a tym samym pomiary muszą być dokonywane z rozdzielczością co najmniej  $10^{-5}$ ÷ $10^{-6}$ . Pomiar masy jest dość prostą czynnością, ale należy zauważyć, że z metrologicznego, a zarazem praktycznego punktu widzenia o jego przydatności decyduje wartość błędu losowego oraz błędu systematycznego. Na wartość błędu losowego istotny wpływ ma dynamika zmian jakie zachodzą w miejscu pracy wagi oraz przyjęta metoda ważenia. Błąd systematyczny jest w znacznej mierze eliminowany przez tzw. adiustację wagi. Określenie masy substancji należy postrzegać raczej jako proces, w którym istotne znaczenie ma przygotowanie próbki do analizy, stabilność warunków pracy, stabilność analizowanej próbki, występowanie niezrównoważonych ładunków elektrostatycznych itd. Optymalizacja procesu pomiaru masy powinna zatem obejmować wszystkie te aspekty, mając na uwadze oczekiwaną dokładność pomiaru, którą należy okresowo weryfikować.



Rys. 1. Metrologia pomiarów masy - waga XA 82/220.5Y



## WYBRANE ASPEKTY WSPÓŁPRACY NAUKI Z BIZNESEM NA PRZYKŁADZIE DYSTRYBUCJI I PRODUKCJI MATERIAŁÓW LABORATORYJNYCH W POLSCE

**Dawid Stolec**<sup>\*1</sup>, Jarosław Worsowicz<sup>1</sup>, Julian Bielani<sup>1</sup>, Aleksander Gronner<sup>2</sup>, Jan Wielowiński<sup>1</sup>, Iwona Zielonka<sup>3</sup>, Katarzyna Suder<sup>1</sup>

<sup>1</sup>LABO24 Sp. z o.o., ul. Gen. Sowińskiego 5, 44-100 Gliwice

<sup>2</sup>DWK Life Sciences GmbH, GmbH, Hattenbergstr. 10, 55122 Mainz, Germany

<sup>3</sup>Wytwórnia Przyrządów Laboratoryjnych, ul. Gen. Sowińskiego 5, 44-100 Gliwice

\*[dawid.stolec@labo24.pl](mailto:dawid.stolec@labo24.pl)

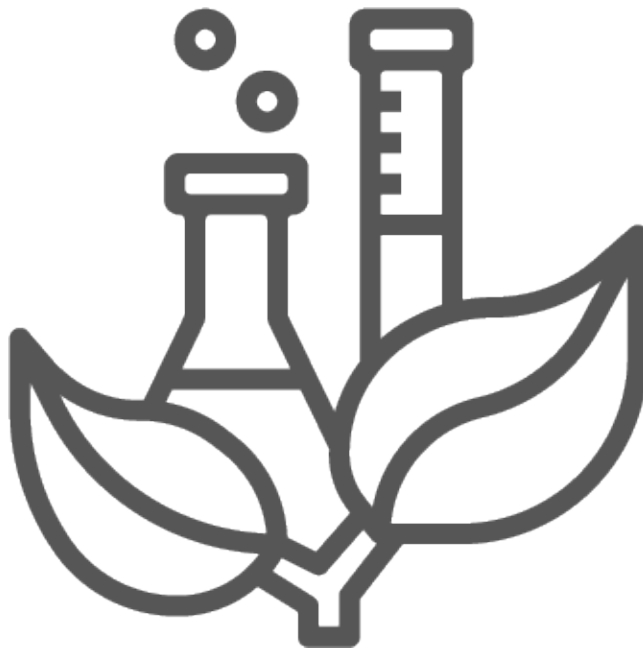
W wystąpieniu autor omawia wybrane zagadnienia na temat rynku dystrybucji i produkcji materiałów zużywalnych i sprzętu laboratoryjnego w Polsce. Przybliżona zostaje historia i obecne losy najstarszej polskiej fabryki brązowej Wytwórni Przyrządów Laboratoryjnych z Gliwic.

Autor przedstawia dzisiejsze wyzwania dotyczące obróbki szkła laboratoryjnego, a także różnice pomiędzy szkłem sodowym ogólnego zastosowania, a szkłem borokrzemowym – specjalistycznym.

W części dotyczącej sprzętu laboratoryjnego, główny nacisk zostaje postawiony na bezpieczeństwo pracy w laboratorium chemicznym i mikrobiologicznym. Omówione są zagrożenia związane z przechowywaniem materiałów łatwopalnych, z naciskiem na praktyczne aspekty trójkąta spalania i pięciokąta wybuchowości. Autor zaprasza uczestników na praktyczne wykłady na żywo. W dalszej części poruszony zostaje temat bezpieczeństwa mikrobiologicznego próbki, środowiska oraz operatora w pracowni mikrobiologicznej.

Kulminacyjnym punktem jest odsłonięcie rąbka tajemnicy o jednym z najnowszych projektów naukowo-konstrukcyjnych, stworzonego w latach 2023-2024 roku przez dział aparaturowy firmy Labo24. Ten unikatowy projekt jest przykładem możliwości konstrukcyjno-produkcyjnych, a także chęci i umiejętności współpracy z polskimi naukowcami oraz inżynierami.

# PROCESY BIOTECHNOLOGICZNE



WYKŁADY SEKCYJNE



## ZASTOSWANIE TECHNIK I METOD SZTUCZNEJ INTELIGENCJI W ANALIZIE WPŁYWU RÓŻNEGO TYPU PÓL ELEKTROMAGNETYCZNYCH NA TRANSDERMALNY TRANSPORT LEKÓW

**Rafał Rakoczy**<sup>\*1</sup>, Paula Ossowicz-Rupniewska<sup>1</sup>, Paulina Bedanrczyk<sup>1</sup>,  
Maciej Konopacki<sup>1</sup>, Marian Kordas<sup>1</sup>, Anna Nowak<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, ZUT w Szczecinie, al. Piastów 17, 70-310 Szczecin

<sup>2</sup>Wydział Nauk o Zdrowiu, PUM w Szczecinie, ul. Rybacka 1, 70-204 Szczecin

\*rrakoczy@zut.edu.pl

Sztuczna inteligencja i uczenie maszynowe są technologiami, które służą do opracowywania dużych ilości danych związanych z wynikami prac badawczych, w tym dostarczania i rozwoju systemu dostarczania leków [1]. Technologie te są stosowane w procesie projektowania leków; do monitorowania danych w systemach dostarczania leków oraz z powodzeniem mogą być użyte do predykcji parametrów farmakodynamicznych lub farmakokinetycznych [2]. W szczególności, sztuczne sieci neuronowe (SSN) są wykorzystywane do przewidywania profili uwalniania leków przy zmiennych warunkach procesowych [3].

Głównym celem pracy będzie pokazanie możliwości zastosowania technik i metod sztucznej inteligencji do opracowania wyników związanych z analizą wpływu różnego typu pól elektromagnetycznych na transdermalne systemy dostarczania substancji aktywnych. W ramach pracy zostanie przedstawiony wpływ parametrów procesowych na przenikalność wybranych leków przez skórę oraz przydatność zastosowanych technologii do określania wpływu pola elektromagnetycznego na wielkości charakteryzujących transport masy przez skórę.

Literatura:

[1] D. Amol et al. *Comput Biol Med* (2024) 108702.

[2] D.L. Galata et al. *Int J Pharm* (2021) 597, 120338.

[3] S.C. Basak et al. *Curr Comput Aided Drug Des* (2020) 16, 1-5.



## METODY ZWIĘKSZANIA PRZENIKALNOŚCI LEKÓW PRZEZ SKÓRĘ

Paula Ossowicz-Rupniewska<sup>\*1</sup>

<sup>1</sup>*Katedra Chemii Organicznej i Materiałów Polimerowych, Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, al. Piastów 42, 71-065 Szczecin*

*\*possowicz@zut.edu.pl*

W ostatnich latach przezskórne systemy dostarczania leków stały się istotnym tematem badań wśród naukowców. Systemy transdermalnego dostarczania leków stały się jednymi z najczęściej rozwijanych produktów farmaceutycznych na świecie. Metoda ta, uznawana za alternatywę dla konwencjonalnych metod, takich jak podawanie doustne czy pozajelitowe, zyskała popularność dzięki możliwości wyeliminowania wad związanych z innymi drogami podawania [1]. Zaletami tej metody są m.in. omijanie efektu pierwszego przejścia w wątrobie, nieinwazyjność podawania, wydłużony czas działania oraz zmniejszenie częstotliwości podawania [1,2]. Głównym wyzwaniem pozostaje jednak skuteczne zwiększenie przenikalności leków przez warstwę rogową naskórka, która stanowi główną barierę dla penetracji substancji [3].

Przedstawiony zostanie przegląd metod zwiększania przenikalności leków przez skórę, obejmujący zarówno podejścia chemiczne, fizyczne, jak i nowoczesne technologie. Omówione zostaną także wyniki eksperymentalne dotyczące modyfikacji struktury cząsteczki substancji aktywnej, opracowania formułacji farmaceutycznych oraz wykorzystania pola elektromagnetycznego.

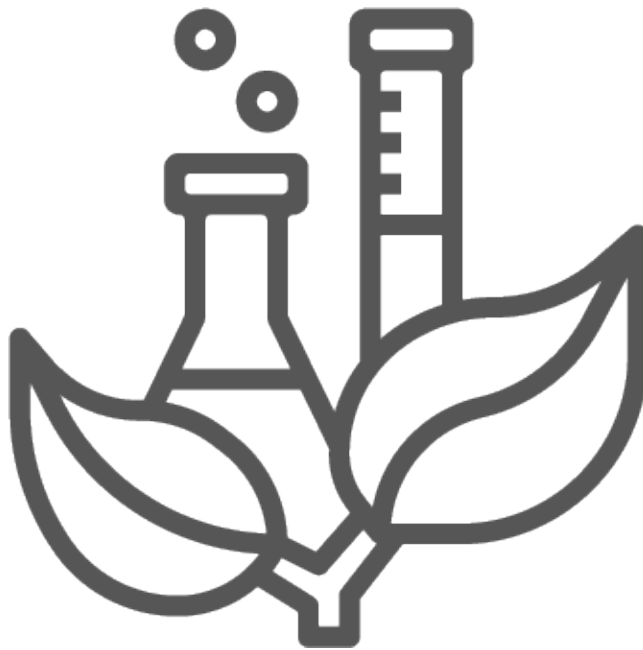
Badania finansowane w ramach projektu badawczego nr 2023/49/B/ST8/00605 przez Narodowe Centrum Nauki.

### Literatura:

- [1] D. Ramadon, M.T.C. McCrudden, A.J. Courtenay, R.F. Donnelly *Drug Deliv. and Transl. Res.* (2022) 12, 758–791.
- [2] P.K. Bolla, B.A. Clark, A. Juluri, H.S. Cheruvu, J. Renukuntla *Pharmaceutics* (2020) 12, 151, 1-19.
- [3] P.L. Lam, R. Gambari *J. Control. Release* (2014) 178, 25–45.



# PROCESY BIOTECHNOLOGICZNE



KOMUNIKATY



## POTENCJAŁ BIOGAZOWY ODPADÓW CELULOZOWYCH

Stanisław Cytawa<sup>1</sup>, **Jan Hupka**\*<sup>1</sup>, Aleksandra Grabowiec<sup>1</sup>, Mateusz Kotowski<sup>1</sup>,  
Piotr Rybarczyk<sup>1</sup>, Anna Dołęga<sup>2</sup>, Anna Ciborska<sup>2</sup>, Józef Haponiuk<sup>3</sup>, Anna  
Brillowska-Dąbrowska<sup>4</sup>, Beata Szatkowska<sup>6</sup>, Renata Tomczak-Wandzel<sup>6</sup>, Katarzyna  
Kibort<sup>7</sup>, Grzegorz Orzeszko<sup>7</sup>, Ryszard Arendt<sup>5</sup>, Andrzej Kopczyński<sup>5</sup>, Adam Kielak<sup>5</sup>,  
Jacek Gębicki<sup>1</sup>

*1 Katedra Inżynierii Procesowej i Technologii Chemicznej, 2 Katedra Chemii Nieorganicznej, 3  
Katedra Technologii Polimerów, 4 Katedra Biotechnologii i Mikrobiologii, Wydział Chemiczny,  
5 Katedra Automatyki, Wydział Elektrotechniki i Automatyki, Politechnika Gdańska; 6 Aquateam  
COWI AS, Oslo; 7 Zakład Utylizacyjny Spółka z o.o. Gdańsk\**

\* : [jan.hupka@pg.edu.pl](mailto:jan.hupka@pg.edu.pl)

Wykonane w ramach projektu Digest-Plast badania fermentacji beztlenowej w reaktorze cyklicznym wykazały wysoki potencjał metanowy odpadów celulozowych, również w kompozycji z innymi odpadami. Odpady celulozowe mogą stanowić niemal połowę komunalnych odpadów resztkowych, jako frakcja nieprzydatna do recyklingu makulaturowego. Wsad do bioreaktora badano metodą spektroskopii FT-IR i analizy termicznej, następnie poddano fermentacji beztlenowej termofilowej i mezofilowej z wykorzystaniem enzymów z grupy celulaz i bez enzymów, w połączeniu z odpadami kuchennymi i bez odpadów kuchennych. Rozkład celulozy w komorach fermentacyjnych następuje później niż odpadów kuchennych startując powoli, lecz w następnej fazie fermentacji po trzech dniach produkcja biogazu jest już na wysokim poziomie i kończy się po 14. dniach. Sumaryczna ilość biogazu jest większa niż w przypadku samych odpadów kuchennych. Skład biogazu był charakterystyczny dla surowców zawierających węglowodany, o zawartości metanu przekraczającej 60%. Odpady powstałe z celulozy nie miały negatywnego wpływu na proces metanogenezy, zarówno pod względem powstawania lotnych kwasów tłuszczowych, zasadowości, jak i składu biogazu. Większy potencjał biogazowy wykazywały odpady w fermentacji termofilowej. Uzyskane wyniki wskazują na bezemisyjną fermentację odpadów celulozowych w kierunku produkcji energii, biometanu, zielonych chemikaliów oraz nawozu organicznego z zachowaniem wymogów gospodarki cyrkularnej.

Research leading to these results has received funding from the Norway Grants 2014-2021 via the National Centre for Research and Development



## ZAGOSPODAROWANIE PŁYNÓW POFERMENTACYJNYCH JAKO SUROWCÓW W PRZEMYSŁE KOSMETYCZNYM

**Mateusz Szczygiełda**\*<sup>1</sup>, Ewa Kilian-Pięta<sup>2</sup>, Krystyna Prochaska<sup>1</sup>, Daria Szymanowska<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska, Berdychowo 4, 60-965 Poznań

<sup>2</sup>Laboratorium Symbiosis Sp. z o.o. Rubież 46H, 61-612 Poznań

<sup>3</sup>Uniwersytet Przyrodniczy, Katedra Biotechnologii i Mikrobiologii Żywności, Wydział Nauki o Żywności i Żywieniu Wojska Polskiego 48, 60-927 Poznań

\*[mateusz.szczygielda@put.poznan.pl](mailto:mateusz.szczygielda@put.poznan.pl)

Kwasy organiczne (bursztynowy, fumarowy, jabłkowy, 2,5 - furanodikarboksyłowy, 3-hydroksypropionowy, glukarowy, itakonowy, lewulinowy), aminokwasy (kwas asparaginowy, glutaminowy), laktony (3-hydroksybutyrylolakton) oraz poliole (glicerol, sorbitol, ksylitol, arabitol) stanowią przykłady małowcząsteczkowych metabolitów produkowanych na drodze mikrobiologicznej konwersji węgla [1]. Ich struktura oraz właściwości pozwalają, przy zachowaniu odpowiednich warunków procesu, na uzyskanie wielu, całkowicie nowych produktów, o niespotykanych dotąd właściwościach funkcjonalnych. Docelowo płyny pofermentacyjne poddawane są procesom oczyszczania i stanowią źródło metabolitów małowcząsteczkowych o znaczeniu funkcjonalnym m. in. do produkcji dodatków do żywności, suplementów diety, farmaceutyków, biodegradowalnych polimerów i preparatów stosowanych w rolnictwie [2]. Z drugiej strony, odfiltrowane płyny pofermentacyjne stosowane bezpośrednio w formie mieszaniny wieloskładnikowej mogą być stosowane jako alternatywa wody technologicznej i stanowić bazę nowych surowców w przemyśle kosmetycznym.

Badania zostały przeprowadzone w subwencji badawczej (SBAD) Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

Literatura:

[1] C. Perez-Rivero, J. P. Lopez-Gomez *Fermentation*. (2023) 9, 463.

[2] M. Szczygiełda, K. Prochaska *Proc. Biochem.* (2020) 96, 38-48.



## BIOPRODUKCJA ŚREDNIOŁAŃCUCHOWYCH KWASÓW TŁUSZCZOWYCH: FERMENTACJA, MIKROBIOLOGIA I EKONOMIA

Filip Brodowski<sup>1\*</sup>, Anna Duber<sup>1</sup>, Natalia Gutowska<sup>1</sup>, Roman Zagrodnik<sup>2</sup>, Mateusz Szczygiełda<sup>3</sup>, Mateusz Łężyk<sup>1</sup>, Piotr Oleśkiewicz-Popiel<sup>1\*\*</sup>

<sup>1</sup>Wydz. Inżynierii Środowiska i Energetyki, Politechnika Poznańska, Berdychowo 4, 60-965 Poznań

<sup>2</sup>Wydz. Chemii, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, Uniwersytetu Poznańskiego 8, 61-614 Poznań

<sup>3</sup>Wydz. Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska, Berdychowo 4, 60-965 Poznań

\*[filip.brodowski@put.poznan.pl](mailto:filip.brodowski@put.poznan.pl)

\*\*[piotr.oleskiewicz-popiel@put.poznan.pl](mailto:piotr.oleskiewicz-popiel@put.poznan.pl)

Bioprzetwarzanie odpadów bogatych w substancje organiczne w procesie fermentacji mieszanych kultur mikroorganizmów może odegrać kluczową rolę w gospodarce o obiegu zamkniętym, poprzez uniezależnienie od zasobów nieodnawialnych i minimalizację ilości odpadów. Proces ten wykorzystuje różnorodność mikroorganizmów do rozkładania złożonych odpadów organicznych, co daje potencjał do produkcji wartościowych związków chemicznych, biopaliw i energii. Jedną z obiecujących technologii jest bioprodukcja średniołańcuchowych kwasów karboksylowych (ŚKT), w szczególności kwasu kapronowego, który może być wykorzystywany w przemyśle farmaceutycznym, chemicznym i rolnictwie oraz jako prekursor do produkcji płynnych paliw. Badania laboratoryjne wykazały, że czynniki takie jak pH, temperatura i źródło węgla (donor elektronów do procesu) są kluczowe dla produkcji kwasu kapronowego. Analiza mikrobiologiczna pozwoliła zrozumieć wpływ warunków środowiskowych na strukturę mikrobiomu i przebieg bioprocessu, identyfikując potencjalnych producentów ŚKT oraz mikroorganizmy, które mogą zakłócać proces. Dodatkowo przeprowadzono analizę techniczno-ekonomiczną dla różnych scenariuszy operacyjnych biorafinerii przy użyciu oprogramowania SuperPro Designer. Analizy wrażliwości umożliwiły identyfikację czynników kosztotwórczych wpływających zarówno na procesy fermentacyjne, jak i końcową separację produktu.

Finansowanie:

Narodowe Centrum Nauki (NCN), OPUS 22, BioMINE 2021/43/B/ST8/00393

Fundusze norweskie i EOG, NCBR, WasteValue NOR/POLNOR/WasteValue/0002/2019-00



## Surfaktanty pochodzenia naturalnego jako odpowiedź na rosnącą antybiotykooporność mikroorganizmów

**Adam Grzywaczyk\*<sup>1</sup>**, Żaneta Polańska<sup>2</sup>, Monika Rojewska<sup>1</sup>, Wojciech Smutek<sup>1</sup>,  
Maciej Kozak<sup>2</sup>, Krystyna Prochaska<sup>1</sup>, Ewa Kaczorek<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska, ul. Berdychowo 4, 60-965 Poznań

<sup>2</sup>Wydział Fizyki, Uniwersytet Adama Mickiewicza, ul. Uniwersytetu Poznańskiego 2  
61-614 Poznań

*adam.grzywaczyk@doctorate.put.poznan.pl*

Nadmierne stosowanie antybiotyków jest kluczowym czynnikiem napędzającym rosnącą oporność mikroorganizmów na środki przeciwdrobnoustrojowe, co stanowi poważne, a często pomijane wyzwanie XXI wieku [1]. Zjawisko to prowadzi do rozwoju coraz skuteczniejszych mechanizmów jakimi dysponują drobnoustroje aby utrudnić działanie farmaceutyków. Saponiny, które mogą modyfikować przepuszczalność błon komórkowych, są w stanie potencjalnie zwiększać skuteczność działania antybiotyków poprzez zwiększanie ich biodostępności. W rezultacie jednoczesne stosowanie surfaktantów z grupy saponin i antybiotyków może wywoływać efekt synergistyczny, oferując korzyści terapeutyczne nawet przy zmniejszonych dawkach leków [2]. Stąd istotne jest poszukiwanie nowych formułacji antybiotykowych, które potencjalnie mogą przyczynić się do ograniczenia zjawiska oporności mikroorganizmów.

Celem niniejszych badań było zatem określenie wpływu ekstraktów roślinnych bogatych w związki z grupy saponiny na stabilność cząstek lipidowych przy jednoczesnym wykorzystaniu antybiotyków aminoglikozydowych oraz peptydowych. Badania wykazały, że ekstrakty te mają znaczący potencjał w zwiększaniu stabilności systemów dostarczania leków opartych na cząstkach lipidowych. Dodatek saponin może znacząco wpływać na przepuszczalność i ładunek powierzchniowy liposomów, co poprawia ich stabilność i jednorodność. Badania podkreślają potencjał zastosowania saponin w opracowywaniu zaawansowanych systemów dostarczania leków.

Literatura:

[1] G. Asokan, T. Ramadhan, E. Ahmed, H. Sanad OMJ, 34, 3, 184–193, 2019.

[2] A. Grzywaczyk, W. Smutek, A. Olejnik, U. Guzik, A. Nowak, E. Kaczorek, World J Microbiol Biotechnol, 39, 8, 221, 2023.



## UKŁADY KOLOIDALNE DO DOSTARCZANIA PROBIOTYKÓW

Natalia Burlaga\*, Ewa Kaczorek

*Wydział Technologii Chemicznej, Instytut Technologii i Inżynierii Chemicznej, Politechnika  
Poznańska, Berdychowo 4, 60-965 Poznań  
\*natalia.burlaga@doctorate.put.poznan.pl*

Preparaty probiotyczne przygotowywane są najczęściej w procesach liofilizacji i suszenia rozpyłowego. Metody te prowadzą jednak do znacznego zmniejszenia żywotności mikroorganizmów, poprzez znaczące zmiany w strukturze ich błon komórkowych, które zachodzą na skutek warunków, w jakich te procesy są przeprowadzane. Zmniejszenia to skuteczności terapeutyczną preparatów probiotycznych [1]. Układy koloidalne są już z powodzeniem stosowane w farmacji i medycynie do innych rodzajów leków i preparatów farmaceutycznych. Są łatwo przyswajalne ze względu na dużą powierzchnię układów, co zwiększa skuteczność takich preparatów [2,3]. Hydrożele to rodzaj układów koloidalnych, które ze względu na strukturę 3D, wysoką zawartość wody i regulowane właściwości fizykochemiczne/biologiczne, znalazły już szerokie zastosowanie w hodowli komórkowej i inżynierii tkankowej [4]. Co więcej, hydrożele posiadają szereg odrębnych właściwości, które mogą spełnić wymagania dotyczące dostarczania nie tylko składników bioaktywnych, ale także żywych bakterii.

Głównym celem przeprowadzonych badań było opracowanie funkcjonalnych i stabilnych układów koloidalnych zawierających bakterie probiotyczne. Określono stabilność fizykochemiczną przygotowanych probiotyków koloidalnych oraz oceniono wpływ komponentów wytworzonych układów na właściwości komórek bakteryjnych. Otrzymane wyniki rzucają nowe światło na potencjalne zastosowania układów koloidalnych w dostarczaniu probiotyków, otwierając interesujące perspektywy dla dalszych badań.

Badania zrealizowano przy wsparciu Narodowego Centrum Nauki, nr grantu  
2023/49/N/NZ9/02128.

### Literatura:

- [1] R. Rajam, P. Subramanian *Beni-Suef Univ J Basic Appl Sci* (2022) 11, 46
- [2] L. P. Kolluru, P. Atre, S. A. A. Rizvi *Pharmaceuticals* (2021) 14, 108
- [3] F. Din, S. Saleem, F. Aleem i in. *Cogent Medicine* (2018) 5, 1480572
- [4] P. Bertsch, M. Diba, D. J. Mooney i in. *Chem. Rev.* (2023) 123, 834–873



## ZASTOSOWANIE POLA ELEKTROMAGNETYCZNEGO W MEDYCYNIE I FARMACJI

**Maciej Konopacki<sup>\*1</sup>**, Anna Nowak<sup>2</sup>, Paula Ossowicz-Rupniewska<sup>1</sup>, Paulina Bednarczyk<sup>1</sup>, Marian Kordas<sup>1</sup>, Rafał Rakoczy<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, al. Piastów 42, 71-065 Szczecin*

<sup>2</sup>*Wydział Nauk o Zdrowiu, Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie, ul. Żołnierska 48, 71-210 Szczecin*

*\*mkonopacki@zut.edu.pl*

Pola elektromagnetyczne (PEM) mają szerokie zastosowanie w medycynie i farmacji. W medycynie wykorzystywane są w diagnostyce obrazowej (np. rezonans magnetyczny MRI czy tomografia komputerowa CT), monitoring pacjentów (telemetryczne systemy zdalnego monitorowania parametrów życiowych pacjentów, takich jak rytm serca czy ciśnienie krwi), neurostymulacji (np. przeczaszkowa stymulacja magnetyczna TMS) czy terapiach leczniczych takich jak radioterapia (promieniowanie elektromagnetyczne rentgenowskie lub gamma), hipertermia (generowanie ciepła wewnątrz tkanek za pomocą PEM), czy terapia elektromagnetyczna o niskiej częstotliwości.

W farmacji PEM wykorzystywane są w kontroli jakości do analizy składu farmaceutyków (np. za pomocą technik NMR) i detekcji zanieczyszczeń (np. za pomocą promieniowania rentgenowskiego), w badaniach i rozwoju nowych substancji (np. spektroskopia elektronowego rezonansu paramagnetycznego EPR używana do badania wolnych rodników), czy w biosensorach do detekcji biomarkerów w próbkach biologicznych, wspierając wczesną diagnozę i monitorowanie terapii.

Celem pracy jest analiza zastosowania PEM jako wspomaganie dostarczania leków i substancji aktywnych do organizmu człowieka. Projektowane są systemy dostarczania leków oparte na PEM do kontrolowanego uwalniania leków w organizmie oraz wspomaganie pracy systemów transdermalnych, w celu zwiększenia przenikalności substancji leczniczych przez skórę, co stanowi ciekawą alternatywę dla metod klasycznych.



## BIOKATALIZATOR DO SYNTEZY ESTRÓW KWASÓW KARBOKSYLOWYCH C8-C18 I ALKOHOLU FURFURYLOWEGO W SYSTEMIE PRZEPŁYWOWYM

Anna Wolny<sup>\*1</sup>, Jakub Zdarta<sup>2</sup>, Teofil Jesionowski<sup>2</sup>, Anna Chrobok<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Wydział Chemiczny, Politechnika Śląska, Bolesława Krzywoustego 4, 44-100 Gliwice

<sup>2</sup>Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska, Berdychowo 4, 60-965 Poznań

\*anna.wolny@polsl.pl

Wzrost zapotrzebowania na selektywne katalizatory i ekologiczne metody produkcji sprawia, że biokataliza jest kluczowym rozwiązaniem. Enzymy, dzięki biodegradowalności i wysokiej aktywności w łagodnych warunkach, są skuteczne i bezpieczne dla środowiska. Wciąż istnieją wyzwania związane z recyklingiem i stabilizacją enzymów. W odpowiedzi zbadaliśmy immobilizację lipazy z *Aspergillus oryzae* (LAO) na nośnikach krzemionkowych. Powierzchnie hydrofobowe i modyfikatory, takie jak grupy alkilowe, poprawiają aktywność katalityczną lipaz [1]. W ramach badań zmodyfikowaliśmy matrycę MgO·SiO<sub>2</sub> przy użyciu trietoksy(oktylo)silanu (C8), aby nadać hydrofobowe właściwości materiału. Łącząc wiedzę z zakresu projektowania biokatalizatorów i chemii powierzchni nośników, zastosowaliśmy system przepływowy do syntezy estrów furfurylowych przy użyciu opracowanego biokatalizatora MgO·SiO<sub>2</sub>-C<sub>8</sub>-LAO. Wstępne badania przeprowadzone w systemie okresowym wykazały doskonałą aktywność katalityczną MgO·SiO<sub>2</sub>-C<sub>8</sub>-LAO w estryfikacji alkoholu furfurylowego i kwasu kaprylowego, osiągając 90% konwersji po 45 minutach. Biokatalizator wykazywał również aktywność wobec innych kwasów (C8-C18), osiągając wysokie konwersje w krótkich czasach reakcji. Transformacja z syntezy okresowej na przepływową okazała się skuteczną strategią zwiększania produkcji estrów i umożliwiła osiągnięcie 97% konwersji alkoholu furfurylowego przy zoptymalizowanych parametrach przepływu. Wydajność przestrzenno-czasowa dla aktywnego MgO·SiO<sub>2</sub>-C<sub>8</sub>-LAO w systemie przepływowym wyniosła 458,4 (gh<sup>-1</sup>mL<sup>-1</sup>mg<sup>-1</sup>) [2].

Praca finansowana przez Narodowe Centrum Nauki, PRELUDIUM22, UMO-2023/49/N/ST8/01633.

Literatura:

[1] S. Arana-Peña, N.S. Rios, D. Carballares, L.R.B. Gonçalves, R. Fernandez-Lafuente, Catal. Today 362 (2021) 130–140.

[2] Zgłoszenie patentowe [WIPO ST 10/C PL447899].





## Biowzmocnienie: *Sapindus mukorossi* w walce z drobnoustrojami

Aleksandra Makiej<sup>\*1</sup>, Wojciech Smutek<sup>1</sup>, Ewa Kaczorek<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska, Berdychowo 4, 60-965 Poznań

<sup>\*</sup>aleksandra.makiej@doctorate.put.poznan.pl

W nieustannym dążeniu do zwalczania rosnącego zagrożenia związanego z opornością na środki przeciwdrobnoustrojowe obiecującym rozwiązaniem może być wnikliwe mikrobiologiczne zbadanie roślinnych ekstraktów o potencjalnych właściwościach przeciwdrobnoustrojowych [1-4]. Nasze badania zakładały, że środki powierzchniowo-czynne pochodzenia roślinnego, bogate w saponiny, zwiększają skuteczność antybiotyków poprzez zmiany właściwości powierzchniowych komórek bakteryjnych, co w odpowiedzi będzie skutkowało zaburzeniem struktury komórkowej i zwiększoną przepuszczalnością błon. Przeprowadzone badania wyjaśniły mikrobiologiczny aspekt mechanizmu działania ekstraktu *Sapindus mukorossi* (SM) w celu zwiększenia skuteczności antybakteryjnej polimyksyny B (PMB), oferując kompleksowy wgląd w mechanizmy działania dla różnych szczepów bakteryjnych. Wyniki badań wskazują, że połączenie PMB z ekstraktem z SM dało efekty synergiczne w blokowaniu aktywności metabolicznej testowanych mikroorganizmów, szczególnie poprzez zwiększenie przepuszczalności błony u wybranych szczepów. Analiza mikroskopowa dostarczyła dodatkowych informacji na temat reakcji bakterii na hodowlane warunki stresowe. Ponadto zmiany w profilach kwasów tłuszczowych wskazują na adaptacyjne reakcje bakterii na stres wywołany terapią, podkreślając złożone interakcje między środkami przeciwdrobnoustrojowymi a fizjologią bakterii.

Praca została sfinansowana ze środków Narodowego Centrum Nauki w ramach grantu nr 2020/39/B/NZ9/03196.

### Literatura:

- [1] B. George, S. Shanmugam, *Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci.*, 3 (2014) 604-611.
- [2] A. Sharma, C. S. Satish, O. P. Sati, M. D. Sati, S. K. Kothiyal, D. K. Semwal, A. Mehta, *J. Chem.*, 2013 (2013) 613190. DOI: 10.1155/2013/613190.
- [3] K. R. Aneja, R. Joshi, C. Sharma, *Ethnobotanical Leaflets*, 14 (2010) 402-412.
- [4] M. Wei, H. Yu, Y. Guo, Y. Cheng, Y. Xie, W. Yao, *Food Control*, 130 (2021) 108337.



## WPŁYW INSEKTYCYDÓW NA WZROST I ROZWÓJ BAKTERII

**Oliwia Rożnowska, Wojciech Smułek\***

<sup>1</sup>*Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska, Berdychowo 4, 60-965 Poznań*

*\*wojciech.smulek@put.poznan.pl*

Insektycydy są związkami chemicznymi, które mają ogromne znaczenie w ochronie roślin przed owadami. Należą do grupy agrochemikaliów razem z herbicydami, które zwalczają chwasty i fungicydów, które zwalczają niechciane grzyby. Agrochemikalia, które docierają do gleby, mogą niekorzystnie wpływać na metabolizm drobnoustrojów lub zmieniać aktywność enzymatyczną gleby. Enzymy, które znajdują się w glebie są wskaźnikami równowagi biologicznej. Główne zagrożenia związane z częstym stosowaniem pestycydów to pojawienie się odpornych szczepów chwastów i szkodników, zanieczyszczenie wody i gleby oraz toksyczność dla organizmów żywych [1].

W prezentowanej pracy zbadano wpływ insektycydów stosowanych w rolnictwie ekologicznym na mikroorganizmy glebowe. Zbadano zmiany w kinetyce wzrostu i aktywności metabolicznej bakterii glebowych w obecności insektycydów, a także ich wpływ na aktywność enzymów komórkowych i właściwości powierzchniowe komórek. Zebrane wyniki pokazały, że nawet w przypadku braku działania toksycznego, obecność insektycydów wpływa na metabolizm komórek i aktywność enzymów wewnątrzkomórkowych.

Badania zostały wykonane w ramach projektu "Naturalne środki insektobójcze stosowane w uprawach ekologicznych - wieloaspektowa ocena ich bezpieczeństwa mikrobiologicznego", nr 2021/43/D/NZ9/01201, finansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki.

Literatura:

- [1] Mandal, A., Sarkar, B., Mandal, S., Vithanage, M., Patra, A. K., & Manna, M. C. (2020). Impact of agrochemicals on soil health. In *Agrochemicals detection, treatment and remediation* (pp. 161-187). Butterworth-Heinemann.
- [2] Shahid, M., & Khan, M. S. (2022). Ecotoxicological implications of residual pesticides to beneficial soil bacteria: a review. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 188, 105272.



## STRES KOMÓRKI JAKO STYMULATOR PRODUKCJI BIOMASY BAKTERYJNEJ I METABOLITÓW WTÓRNYCH

**Adrian Augustyniak**<sup>\*1,2</sup>, Joanna Honselmann genannt Humme<sup>1</sup>, Kamila Dubrowska<sup>1</sup>, Bartłomiej Grygorcewicz<sup>1</sup>, Natalia Gurgacz<sup>1</sup>, Rafał Rakoczy<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Aleja Piastów 42, 71-065 Szczecin

<sup>2</sup> Centrum Zaawansowanych Materiałów i Inżynierii Procesów Wytwarzania, Aleja Piastów 42, 71-065 Szczecin

\*[adrian.augustyniak@zut.edu.pl](mailto:adrian.augustyniak@zut.edu.pl)

Nanomateriały często stosowane są w roli substancji przeciwdrobnoustrojowych. Badania dowodzą jednak, że w koncentracjach subletalnych mogą one wywoływać ekspresję mechanizmów odpowiedzi na stres komórkowy.

Dlatego celem badań była ocena wpływu wybranych nanomateriałów węglowych i nanocząstek tlenków metali na przyrost biomasy i wytwarzanie barwników przez pałeczki z gatunku *Pseudomonas aeruginosa*.

Materiał biologiczny stanowił szczep *P. aeruginosa* ATCC 27853, natomiast w grupie badanych nanomateriałów znalazły się struktury węglowe (nanorurki, grafen), a także tlenki metali (tlenek cynku lub ditlenek tytanu). Parametry fizjologii bakterii, w tym żywotność, zdolność formowania biofilmu, charakterystykę morfologii kolonii i komórki, wytwarzanie piocyjaniny i piowerdyny, oddychanie komórkowe i ekspresję genów oznaczano metodami spektrofotometrycznymi, oraz z wykorzystaniem mikroskopii konfokalnej, cytometrii przepływowej i qPCR.

Stwierdzono istotne zmiany fizjologii bakterii, które różniły się w zależności od zastosowanego materiału i jego koncentracji. Niektóre nanomateriały (w tym ZnO i TiO<sub>2</sub>) stymulowały u *P. aeruginosa* produkcję piocyjaniny lub piowerdyny. Inne, w tym tlenek grafenu stymulowały przyrost biomasy bakteryjnej.

Subletalne dawki nanomateriałów mogą w specyficzny sposób powodować stymulację metabolizmu pierwotnego i wtórnego *P. aeruginosa*, co może mieć zastosowanie w intensyfikacji biotechnologicznych procesów produkcji użytecznych metabolitów.

Badania wykonane w ramach grantu PRELUDIUM 20 (2021/41/N/ST8/01094, NCN) oraz LIDER XIV (LIDER14/0169/2023) finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju.

# **TECHNOLOGIE OBIEGU ZAMKNIĘTEGO**



**WYKŁADY SEKCYJNE**



**INNOWACYJNE TECHNOLOGIE WYTWARZANIA Z ODPADÓW  
RENIANÓW(VII) WYBRANYCH METALI,  
DEDYKOWANYCH DLA KATALIZY, ELEKTROMOBILNOŚCI,  
PRZEMYSŁU LOTNICZEGO I OBRONNEGO**

**Katarzyna Leszczyńska-Sejda**\*<sup>1</sup>, Dorota Kopyto<sup>1</sup>, Mateusz Ciszewski<sup>1</sup>, Arkadiusz Palmowski<sup>1</sup>, Joanna Malarz<sup>1</sup>, Karolina Goc<sup>1</sup>, Patrycja Kowalik<sup>1</sup>, Karolina Pianowska<sup>1</sup>, Aleksandra Turczyńska<sup>1</sup>, Grzegorz Benke<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Sieć Badawcza Łukasiewicz-Institut Metali Nieżelaznych, Sowińskiego 5, 44-100 Gliwice*  
*\*katarzyna.leszczyńska-sejda@imn.lukasiewicz.gov.pl*

W wystąpieniu przedstawiono wybrane wyniki uzyskane w pracy realizowanej w ramach projektu „Innowacyjne technologie hydrometalurgiczne produkcji związków renu z materiałów odpadowych poddanych recyklingowi dla katalizy, elektromobilności, lotnictwa i przemysłu obronnego” o akronimie RenMet. Wystąpienie dotyczy rezultatów uzyskanych w ramach realizacji projektu typu Small Grant z funduszy norweskich skierowanego, jako wsparcie polskich kobiet naukowców w tych dziedzinach nauki, gdzie udział kobiet jest najmniejszy, w szczególności w stosowanych naukach technicznych.

Celem projektu był rozwój technologii renowych oraz poszerzenie potencjału badawczego grupy z Centrum Hydroelektrometalurgii Łukasiewicz – Instytutu Metali Nieżelaznych. Projekt dotyczył opracowania hydrometalurgicznych technologii do produkcji związków z wykorzystaniem materiałów odpadowych, pozyskiwanych głównie z recyklingu, ale także z krajowego przemysłu Cu i Zn-Pb. W ramach projektu opracowano 8 technologii, które zostały skierowane jako oferta dla przemysłu renowego.

Praca stanowi element Norweskiego Mechanizmu Finansowego 2014-2021 - Small Grant 2020 NOR/SGS//RenMet/0049/2020-00 (11/PE/0146/21), pt. Innovative hydrometallurgical technologies for the production of rhenium compounds from recycled waste materials for catalysis, electromobility, aviation and defense industry



## INNOWACYJNA TECHNOLOGIA WYTWARZANIA NOWYCH KOMPONENTÓW RENU Z ODPADÓW POCHODZĄCYCH Z RECYKLINGU

**Dorota Kopyto**<sup>\*1</sup>, Joanna Malarz<sup>1</sup>, Karolina Goc<sup>1</sup>, Patrycja Kowalik<sup>1</sup>, Mateusz Ciszewski<sup>1</sup>, Michał Drzazga<sup>1</sup>, Szymon Orda<sup>1</sup>, Grzegorz Benke<sup>1</sup>, Krzysztof Kaleta<sup>2</sup>, Tadeusz Grabowski<sup>2</sup>, Filip Pająk<sup>2</sup>, Alicja Skoczylas<sup>2</sup>, Katarzyna Leszczyńska-Sejda<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Sieć Badawcza Łukasiewicz-Institut Metali Nieżelaznych, Sowińskiego 5, 44-100 Gliwice*

<sup>2</sup>*Zakład Działalności Innowacyjnej INNOVATOR Sp z o.o., Sowińskiego 5, 44-101 Gliwice*

*\*dorota.kopyto@imn.lukasiewicz.gov.pl*

W wystąpieniu zaprezentowano wyniki uzyskane w ramach projektu NanoRen, realizowanego przez naukowców z Łukasiewicz-IMN (lider projektu) w konsorcjum z partnerem przemysłowym – Zakładem Działalności Innowacyjnej INNOVATOR Sp. z o.o.

W ramach projektu opracowano innowację procesową, z elementami inowacji produktowej, która polega na odzysku z odpadów renu w postaci nowych komponentów renu. Przerabiane w ramach przedsięwzięcia odpady to katalizatory i/lub odpady superstopów renu zawierające cyrkon, które nie są obecnie przerabiane w Polsce.

Produktami technologii są wysokiej czystości nanokomponenty renu: sole - reniany(VII) amonu i srebra oraz proszki stopowe renu z kobaltem. Opracowano również metodykę zagospodarowania odpadów opracowanej technologii pod kątem odzysku innych cennych składników wchodzących w skład przerabianych odpadów, takich jak: Ni, Co, Pd, Pt, Zr czy inne metale trudnotopliwe.

Projekt NanoRen „Innowacyjna technologia wytwarzania nanokomponentów Re z odpadów pochodzących z recyklingu”, Działanie 4.1, Poddziałania 4.1.4 Projekty Aplikacyjne Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014-2020, współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego i NCBR, POIR.04.01.04-00-0008/20.



## RECYKLING CHEMICZNY BIOPIANEK POLIURETANOWYCH I ZASTOSOWANIE OTRZYMANYCH REBIOPOLIOLI W SYNTEZIE NOWYCH MATERIAŁÓW TERMOIZOLACYJNYCH

**Maria Kurańska<sup>\*1</sup>**, Elżbieta Malewska<sup>1</sup>, Michał Kucąła<sup>1</sup>, Marcin Zemła<sup>1</sup>, Sławomir Michałowski<sup>1</sup>, Aleksander Prociak<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Katedra Chemii i Technologii Polimerów, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska, Warszawska 24, 31-155 Kraków*

*\*maria.kuranska@pk.edu.pl*

Materiały poliuretanowe (PUR) na skalę przemysłową są obecnie produkowane głównie z surowców pochodzenia petrochemicznego, których wydobycie i przetwarzanie przyczynia się do emisji dużej ilości zanieczyszczeń. W związku z tym prowadzi się coraz więcej badań na temat możliwości stosowania surowców pochodzenia naturalnego, np. olejów roślinnych, w syntezach chemicznych.

Szukanie alternatyw dla surowców petrochemicznych oraz sposobów na zmniejszenie wydobycia i przetwarzania zasobów naturalnych wynika z Europejskiego Zielonego Ładu. Istotnym elementem strategii Unii Europejskiej dotyczącym Europejskiego Zielonego Ładu jest ekoprojektowanie wyrobu. Obecnie w fazie badań są termoizolacyjne pianki PUR otrzymywane z biopolioli. Zgodnie z ideą ekoprojektowania należy już na etapie tworzenia nowych produktów szukać metod ich recyklingu. Badania będące przedmiotem prezentacji dotyczą wpływu wybranych czynników prowadzenia procesu chemolizy biopianek PUR, takich jak rodzaj biopianki poddanej recyklingowi oraz rodzaj glikolu będącego czynnikiem upłynniającym piankę na właściwości otrzymanych rebiopolioli i możliwości zastosowania otrzymanych rebiopolioli w nowych materiałach termoizolacyjnych [1].

Badania realizowano w ramach projektu SONATA UMO-2021/43/D/ST5/01222

„Analiza możliwości chemolizy bio-materiałów poliuretanowych syntezowanych z bio-polioli o różnej strukturze chemicznej i analiza wpływu otrzymanych bio-recykatów na proces ekspansji i właściwości nowych bio-poliuretanów” finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki.

Literatura:

[1] M. Kurańska, H. Benes, O. Kockova, M. Kucąła, E. Malewska, B. Schmidt, S. Michałowski, M. Zemła, A. Prociak, *Chem. Eng. J.* (2024) 490, 151504.



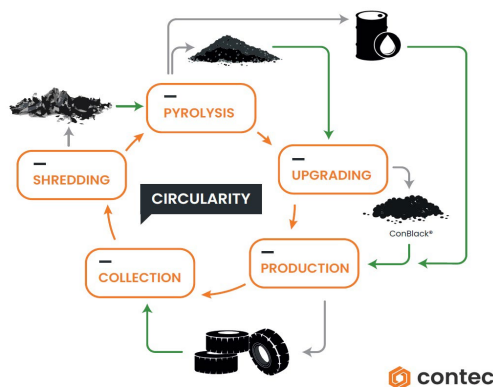
## WZROST ZNACZENIA CYRKULARNOŚCI W TRANSFORMACJI GOSPODARKI ODPADAMI ZUŻYTYCH OPON SAMOCHODOWYCH

Klaudia Końska<sup>\*1</sup>, Bronisława Sajek<sup>1</sup>, Daniel Dec<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Contec S.A. Al.Jerozolimskie 142a 02-305 Warszawa

\*k.konska@contec.tech

Prezentacja koncentruje się na transformacji przemysłu oponiarskiego w kierunku gospodarki o obiegu zamkniętym, w kontekście rosnącej świadomości środowiskowej i regulacji europejskich [1]. Główni producenci inwestują w zrównoważone metody produkcji, mierząc się z wyzwaniami na różnych etapach cyklu życia opony [2]. Omówienie recyklingu zużytych opon skupi się na pirolizie jako kluczowej metodzie. Technologia Molten, wykorzystująca stopioną sól jako medium grzewcze, innowacyjnie poprawia bezpieczeństwo procesu i jakość produktów. Przedstawione będą produkty Molten i ich rola w gospodarce o obiegu zamkniętym. 20% odzyskanej sadzy spełnia wymogi dyrektywy ELV. Końcowa część prezentacji będzie dotyczyć współpracy biznesu i nauki.



Rys. 1. Cykl życia opon w myśl gospodarki o obiegu zamkniętym

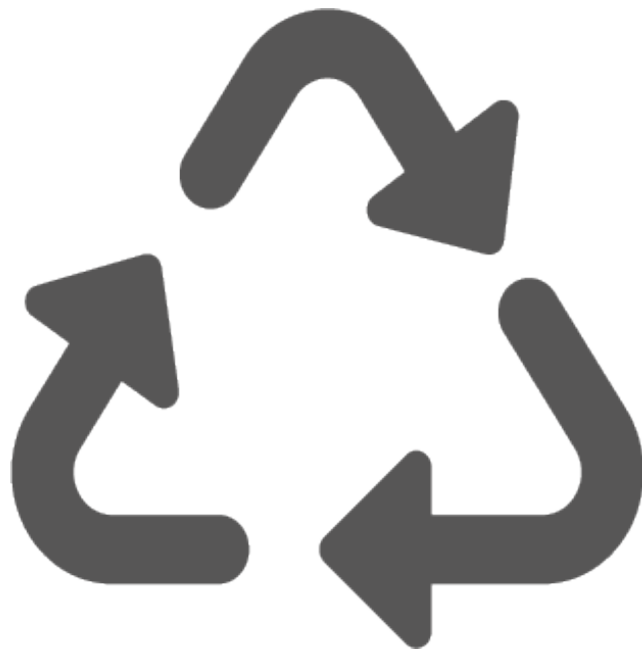
Literatura:

[1] <https://www.europarl.europa.eu/topics/pl/article/20151201STO05603/>

[2] <https://www.swiatopon.info/dzial/18-warto-wiedziec/artykuly/dlaczego-gospodarka-obiegu-zamknietego-zyskuje-na-,75186/2#>



# **TECHNOLOGIE OBIEGU ZAMKNIĘTEGO**



**KOMUNIKATY**



## ODZYSK GERMANU POPRZEZ ZAGOSPODAROWANIE ODPADÓW POCHODZĄCYCH Z PRODUKCJI CYNKU

**Michał Drzazga\***, Mateusz Ciszewski, Sylwia Kozłowicz, Sebastian Kulawik,  
Adrian Radoń, Izabela Maj, Sonia Kasierot, Patrycja Kowalik, Karolina Goc,  
Katarzyna Klejnowska, Wojciech Mikołajczak

*Sieć Badawcza Łukasiewicz-Institut Metali Nieżelaznych, Sowińskiego 5, 44-100 Gliwice*

*\*michal.drzazga@imn.lukasiewicz.gov.pl*

German jest pierwiastkiem stosowanym w ważnych sektorach gospodarki, m.in. włóknach światłowodowych, czy elementach optycznych do podczerwieni – noktowizorach. Jednakże, jego światowa produkcja jest ograniczona i nierównomierna w skali świata – około 2/3 produkcji przypada na Chiny. Szacuje się, że roczna światowa produkcja germanu wynosi 140 ton. Dlatego wiele państw uważa go za surowiec krytyczny. Jednym z jego potencjalnych źródeł jest metalurgia cynku. Szacuje się, że obecnie odzyskuje się tylko około 3% germanu zawartego w rudach cynku. W związku z tym kluczowe jest poszukiwanie nowych, bardziej wydajnych metod jego odzysku z produktów ubocznych i odpadów związanych z metalurgią cynku.

Jednym z etapów produkcji cynku elektrolitycznego jest oczyszczanie surowego elektrolitu cynkowego. Podczas tej operacji powstają produkty uboczne i odpady, m.in. gąbka miedziowa. Stwierdzono, że gąbka ta może zawierać zwiększone stężenie germanu (200-400 ppm Ge). W związku z tym zaproponowano proces mający na celu odzysk tego cennego pierwiastka. Składa się on z dwuetapowego ługowania (w warunkach nieutleniających i utleniających) oraz etapu wytrącania germanu w formie koncentratu germanowo-taninowego. Technologia ta umożliwia osiągnięcie odzysku germanu z gąbki miedziowej na poziomie 80-90%.

Badania zostały sfinansowane przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach programu Lider XI. Projekt pt. „Innowacyjna technologia odzysku germanu z odpadów polskiego hutnictwa cynku” - nr umowy 43/0159/L-11/19/NCBR/2020



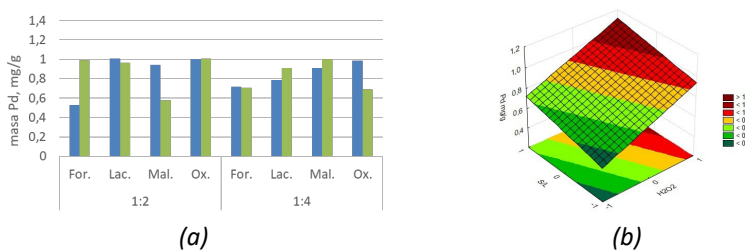
## ZIELONE CZYNNIKI ŁUGUJĄCE METALE SZLACHETNE Z SUROWCÓW WTÓRNYCH

Dawid Jaskólski, Marcin Wysokowski, Magdalena Regel-Rosocka, **Magdalena Emmons-Burzyńska\***

Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska, Berdychowo 4, 60-965 Poznań

\*[magdalena.emmons-burzynska@put.poznan.pl](mailto:magdalena.emmons-burzynska@put.poznan.pl)

Niestabilna sytuacja surowcowa oraz zasady gospodarki o obiegu zamkniętym, wymagają poszukiwania nowych sposobów odzysku metali ze źródeł wtórnych [1]. Zużyty katalizator samochodowy (SAC) stanowi bogate źródło metali szlachetnych (Pt, Pd, Rh) i nieszlachetnych (Cu, Ni, Zn) [2]. Ostatnie badania wskazują na skuteczność rozpuszczalników głęboko eutektycznych (DES) w odzyskiwaniu strategicznie ważnych metali [3]. Celem pracy jest określenie wpływu rodzaju i rozcieńczenia DES (czynnik ługujący), dodatku utleniacza (30% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), temperatury (23 - 70°C) oraz stosunku fazy stałej do ciekłej (S/L) na skuteczność ługowania cennych metali z SAC. Badania przeprowadzono w obecności DES-ów na bazie chlorku choliny, różniących się donorami wiązań wodorowych (HBD, np. mocznik, glikol etylenowy, kwasy: mrówkowy (For), szczawiowy (Ox), mlekowy (Lac), jabłkowy (Mal)). Ługowanie prowadzono w oparciu o całkowity plan eksperymentu czynnikowego na dwóch poziomach. Wyniki badań oraz analiza ANOVA potwierdzają wysoką skuteczność ługowania metali szlachetnych (Pd, Pt) DES-ami na bazie kwasów organicznych, szczególnie w środowisku utleniającym (Rys. 1).



Rys.1. (a) Skuteczność ługowania Pd(II) dla różnych S/L (■ 1/10 g/cm<sup>3</sup>; ■ 1/100 g/cm<sup>3</sup>)  
(b) Powierzchnia odpowiedzi wpływu parametrów ługowania na skuteczność ługowania Pd(II).

Finansowanie: Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego (0912/SBAD/2410, 0912/SBAD/2407)

Literatura:

[1] M. Gao, C.C. Shih, S.Y. Pan, C.C. Chueh, W.C. Chen *J. Mater. Chem. A* (2018) 6, 20546.



[2] Z. Yuan, H. Liu, W.F Yong, Q. She, J. Esteban *Green Chem.* (2022) 24, 1895.

## **PRZETWARZANIE ODPADÓW CUKROWNICZYCH METODAMI CHEMICZNO-BIOLOGICZNYMI W MODELU GOSPODARKI CYRKULARNEJ CUKROWNI**

**Izabela Witońska<sup>\*1</sup>, Justyna Żuberek<sup>1</sup>, Michał Binczarski<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka, Żeromskiego 116, 90-924 Łódź*

*\*izabela.witonska@p.lodz.pl*

Przemysł cukrowniczy charakteryzuje się przetwarzaniem ogromnych ilości biomasy (w kampanii cukrowniczej 2023/24 przetworzono w Polsce 16,966 mln ton buraków cukrowych) w krótkim czasie (średni czas trwania kampanii 2023/24 w cukrowniach w Polsce to 134 dni), generując tym samym duże ilości bioodpadów. Realizowane w latach 2012-2023 z partnerem przemysłowym projekty NCBiR pozwoliły na wskazanie potencjalnych strumieni odpadów cukrowniczych możliwych do przetworzenia w produkty chemiczne i energetyczne o znaczeniu gospodarczym. Wykazano, że możliwe jest przetwarzanie biomasy lignocelulozowej wyśtoków i liści buraczanych w furfural, glikol propylenowy, butanol i inne komercyjne produkty chemiczne w skojarzonych procesach biologiczno-chemicznych [1-5]. Hydrolizaty kwasowe wyśtoków i liści buraczanych, dotowane melasem, stanowią również medium fermentacyjne dla konsorcjum mikroorganizmów ukierunkowanych na produkcję biogazu bogatego w wodór, a tym samym przyczynić się do redukcji śladu węglowego i poprawić wydajność energetyczną cukrowni. Namnażanie wyselekcjonowanych szczepów drożdży i bakterii mlekowych pozwala, natomiast, na wzbogacanie pasz wyśtokowych w wysokowartościowe białko mikrobiologiczne [6]. W ramach projektów opracowano również innowacyjne metody suszenia wyśtoków buraczanych ciepłem odpadowym oraz granulacji wapna defekosaturacyjnego.

Literatura:

- [1] M. Modelska, *Molecules* (2017) 22, 1544.
- [2] J. Tomaszewska, *RSC Adv.* (2018) 8, 3161.
- [3] B. Kolesinska, *Materials* (2019) 12/3, 350.
- [4] Patent PL 227200 B1.
- [5] Patent PL 240647 B1.
- [6] Patent PL 431409 B1.



## POFERMENT JAKO ŹRÓDŁO SKŁADNIKÓW NAWOZOWYCH

Krzysztof Trzaska\*<sup>1</sup>, Dawid Skrzypczak<sup>1</sup>, Filip Gil<sup>1</sup>, Katarzyna Chojnacka<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Wydział Katedra Zaawansowanych Technologii Materiałowych, Wydział Chemiczny,  
Politechnika Wrocławska, Smoluchowskiego 25, 50-372 Wrocław, Polska

\*krzysztof.trzaska@pwr.edu.pl

Prowadzenie gospodarki odpadami do celów nawozowych jest korzystne zarówno ekonomicznie (ograniczenie kosztów surowców i utylizacji), jak i środowiskowo (zmniejszenie wydobycia surowców kopalnych) [1]. Fermentacja beztlenowa jest przykładem jednoczesnego recyklingu energetycznego i materiałowego, a powstały poferment jest cennym źródłem składników odżywczych. Właściwe zarządzanie odpadami pofermentacyjnymi ogranicza emisję resztkowego metanu i dwutlenku węgla podczas przechowywania. Przedstawione badania miały na celu opracowanie technologii produkcji granulowanych i płynnych nawozów na bazie pofermentu. Dodatkowym źródłem azotu i węgla organicznego była hemoglobina (N<sub>tot</sub>: 14,9±1,5%, C: 47,2±4,7%) i odpadowe drożdże browarnicze (N<sub>tot</sub>: 2,20±0,22%, C: 13,4±1,3%). Proponowana metoda obejmuje procesy jednostkowe: hydrolizę chemiczną surowców mieszaniną kwasu siarkowego (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) i kwasu fosforowego (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>), neutralizację stałym wodorotlenkiem potasu (KOH) i korektę składu, granulację mieszaniną ze spalania biomasy i torfu oraz suszenie produktu. Przygotowane preparaty spełniają wymagania Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego 2019/1009 i są klasyfikowane jako PFC 1(B)(I): stały nawóz organiczno-mineralny (N: 8,57±0,86%, C: 38,3±3,8%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 3,40±0,51%, K<sub>2</sub>O: 2,02±0,30%) oraz PFC 1(B)(II): płynny nawóz organiczno-mineralny (N: 2,33±0,23%, C: 4,84±0,48%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 2,16±0,32%, K<sub>2</sub>O: 5,02±0,75%).

Praca została sfinansowana przez Program Badań i Innowacji Horyzont 2020 Unii Europejskiej w ramach umowy o grant nr 696356.

Literatura:

[1] N. Soobhany, *J. Clean. Prod.* (2019) 241, 118413.



## PIGMENTY ŻELAZOWE NA BAZIE ODPADOWEGO SIARCZANU(VI) ŻELAZA(II)

Zofia Lendzion-Bieluń<sup>\*1</sup>, Kamila Splinter<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Pułaskiego 10, 70-322 Szczecin*

*\*zofia.lendzion-bielun@zut.edu.pl*

Pigmenty żelazowe są jednymi z najlepiej poznanych materiałów funkcjonalnych. Rocznie ich użycie wynosi ok. 1,5 miliona ton. Wraz z ciągle rosnącym zapotrzebowaniem na te pigmenty, poszukuje się nowych metod syntezy oraz surowców, z których można otrzymywać wyżej wymienione materiały.

Odpadowy siarczan(VI) żelaza(II) powstaje w trakcie syntezy ditlenku tytanu z ilmenitu, w procesie siarczanowym. Szacuje się, że na jedną tonę TiO<sub>2</sub> otrzymuje się od 3 do 5 ton siarczanu(VI) żelaza(II). Przedmiotem badań jest zdeponowany w latach 1976-2012 na składowisku na Grupie Azoty Zakłady Chemiczne "POLICE" S.A. siarczan żelaza, który ze względu na szereg zanieczyszczeń nie jest zagospodarowany oraz jest dużym problem środowiskowym.

Niniejsza praca prezentuje sposób oczyszczania odpadowego siarczanu(VI) żelaza(II) [1] oraz propozycję syntezy pigmentów żelazowych na jego bazie [2, 3]. W pracy zbadano wpływ takich czynników jak: temperatura, ciśnienie, stężenie roztworów i czas syntezy oraz rodzaj środków utleniających i strącających oraz pH na właściwości fizykochemiczne otrzymanych pigmentów. Otrzymane materiały charakteryzowano pod względem składu chemicznego (XSP, ICP-OES) i fazowego (XRD), tekstury (BET, SEM/HIM, DLS), a także parametrów takich jak barwa oraz liczba olejowa.

Pigmenty otrzymane w wyniku syntezy na bazie odpadu, charakteryzują się wysoką czystością i dobrymi parametrami fizykochemicznymi.

### Literatura:

- [1] K. Splinter, Z. Lendzion-Bieluń, A. Wojciechowska.; PL437851, 2021.
- [2] K. Splinter, D. Moszyński, Z. Lendzion-Bieluń, *Materials* (2023) 16(8), 3242.
- [3] K. Splinter, K., Z. Lendzion-Bieluń, *Chem. Process Eng.: New Frontiers* (2023) 44(2), e12.



## TECHNOLOGIE WYTWARZANIA RENIANU(VII) NIKLU(II) OPRACOWANE W ŁUKASIEWICZ-IMN

**Grzegorz Benke\***, Dorota Kopyto, Arkadiusz Palmowski, Patrycja Kowalik,  
Katarzyna Leszczyńska-Sejda

*Sieć Badawcza Łukasiewicz-Institut Metali Nieżelaznych, Sowińskiego 5, 44-100 Gliwice*

*\*Grzegorz.benke@imn.lukasiewicz.gov.pl*

W wystąpieniu przedstawiono wybrane wyniki uzyskane w pracy realizowanej w ramach projektu „Innowacyjne technologie hydrometalurgiczne produkcji związków renu z materiałów odpadowych poddanych recyklingowi dla katalizy, elektromobilności, lotnictwa i przemysłu obronnego” o akronimie RenMet. Zarówno ren, jak i jego związki wykorzystywane są do produkcji katalizatorów. Związki renu stanowią również surowiec do otrzymywania proszków stopowych wykorzystywanych do produkcji spieków ciężkich na bazie wolframu. Przykładem takiego związku jest renian(VII) niku(II) ( $\text{Ni}(\text{ReO}_4)_2$ ). W Centrum Hydroelektrometalurgii Łukasiewicz-IMN opracowano kilka sposobów otrzymywania tego związku z wykorzystaniem materiałów odpadowych, występujących w przemyśle metali nieżelaznych. Metody te wykorzystują stosowane w hydrometalurgii techniki, takie jak: wymiana jonowa, ekstrakcja rozpuszczalnikowa, precypitacja, elektrodializa. W wystąpieniu przedstawiono schematy technologiczne poszczególnych metod.

Praca stanowi element Norweskiego Mechanizmu Finansowego 2014-2021 - Small Grant 2020 NOR/SGS//RenMet/0049/2020-00 (11/PE/0146/21), pt. Innovative hydrometallurgical technologies for the production of rhenium compounds from recycled waste materials for catalysis, electromobility, aviation and defense industry



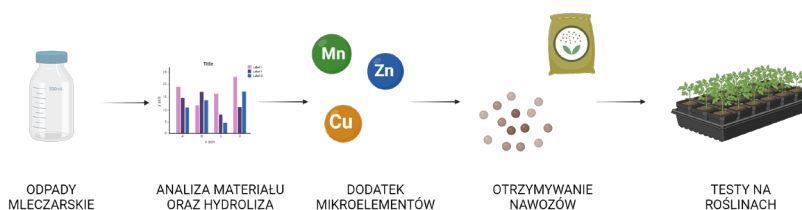
## OCENA WŁAŚCIWOŚCI UŻYTKOWYCH SERWATKI ODPADOWEJ DO CELÓW NAWOZOWYCH

Alicja Wijatkowska<sup>1</sup>, Grzegorz Izydorczyk<sup>1</sup>, Filip Gil<sup>1</sup>, Katarzyna Chojnacka<sup>\*1</sup>

<sup>1</sup>Katedra Zaawansowanych Technologii Materiałowych, Wydział Chemiczny,  
Politechnika Wroclawska, Smoluchowskiego 25, 50-373 Wrocław

\*katarzyna.chojnacka@pwr.edu.pl

Wykorzystanie odpadów mleczarskich zawierających serwatkę jest bogatym źródłem składników odżywczych potrzebnych do wzrostu roślin. Przetworzenie tego surowca do postaci nawozów polepsza również właściwości gleby. Serwatka jest bogata w substancje organiczne, co korzystnie wpływa na wzrost plonów i jakość upraw [1]. Celem badań była ocena potencjału nawozowego odpadów mleczarskich zawierających serwatkę. Surowiec został poddany analizie wielopierwiastkowej za pomocą techniki ICP-OES, analizie zawartości węgla i azotu oraz analizie specyjacyjnej jonów chromu. Odpady mleczarskie zostały poddane hydrolizie kwasem siarkowym(VI) w celu zwiększenia biodostępności składników odżywczych. Dodatkowo, aby spełnić wymogi dotyczące produktów nawozowych, dodano mikroelementy (Cu(II), Mn(II), Zn(II)). Przeprowadzono również testy kiełkowania na nasionach ogórka, aby ocenić wpływ nawozu na rośliny.



Rys. 1. Schemat procesu przetwarzania serwatki odpadowej na nawozy

Praca została sfinansowana z programu Komisji Europejskiej HORIZON-JU-CBE-2023 Innovation Actions, w ramach umowy o grant nr 10115763, LANDFEED: „Unlocking efficient bio-based fertilizers for soil sustainability from underutilized side streams”.

### Literatura:

[1] S. Durpekova, E. D. Bergerova, D. Hanusova, M. Dusankova, V. Sedlarik, Int. J. Biol. Macromol. (2022) 212, 85–96.





## **NAWOZY NA BAZIE POFERMENTU: BADANIA UŻYTKOWE W WARUNKACH RZECZYWISTYCH**

**Dawid Skrzypczak<sup>\*1</sup>, Krzysztof Trzaska<sup>1</sup>, Grzegorz Izydorczyk<sup>1</sup>, Filip Gil<sup>1</sup>, Katarzyna Chojnacka<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Katedra Zaawansowanych Technologii Materiałowych, Wydział Chemiczny, Politechnika*

*Wrocławska, ul. Smoluchowskiego 25, 50-372 Wrocław*

*\*dawid.skrzypczak@pwr.edu.pl*

Celem badań była weryfikacja użyteczności granulowanych (NGP) i płynnych (NPP) nawozów na bazie pofermentów z biogazowni, odpadów browarniczych i suszonej krwi w testach polowych. Doświadczenie przeprowadzono w Stacji Doświadczalnej IUNG-PIB w Jelcz-Laskowicach na nasionach kukurydzy (odmiana średniowczesna P8834 Pioneer). W schemacie doświadczenia uwzględniono obiekt kontrolny (bez nawożenia) oraz dwa obiekty porównawcze nawożone konwencjonalnymi nawozami mineralnymi (płynnym oraz granulowanym). Opracowane preparaty stosowano w dwóch dawkach (50% oraz 100%). Najwyższy plon ziarna odnotowano dla grup nawożonych nawozami referencyjnymi (11,30±0,13 t/ha oraz 11,08±0,24 t/ha, odpowiednio dla nawozu płynnego i stałego) oraz NGP w dawce 100% (10,46±0,13 t/ha). We wszystkich grupach z zastosowanymi nowymi preparatami zebrany plon był wyższy niż w grupie kontrolnej o 8–17%. Nawożenie preparatami NGP oraz NPP korzystnie zwiększyło zawartość białka i skrobi w porównaniu do ziarna kontrolnego. Zebrane plony testowano w żywieniu krów oraz kur niosek. Udowodniono, że stosowanie NGP oraz NPP nie wpływa negatywnie na jakość oraz właściwości organoleptyczne, takie jak smak czy zapach, produktów pochodzenia zwierzęcego (mleko, ser, jaja). Opracowane preparaty stanowią alternatywę dla tradycyjnych nawozów na bazie surowców nieodnawialnych i oferują obiecujące rozwiązania dla rolnictwa precyzyjnego oraz przyjaznej dla środowiska produkcji żywności.

Praca została sfinansowana przez Program Badań i Innowacji Horyzont 2020 Unii Europejskiej w ramach umowy o grant nr 696356, Agencję Wykonawczą ds. Szkolnictwa Wyższego, Badań, Rozwoju i Finansowania Innowacji (UEFISCDI, Rumunia), Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBR, Polska), AEI (Hiszpania) oraz Ministerstwo Rolnictwa i Leśnictwa (MMM, Finlandia).

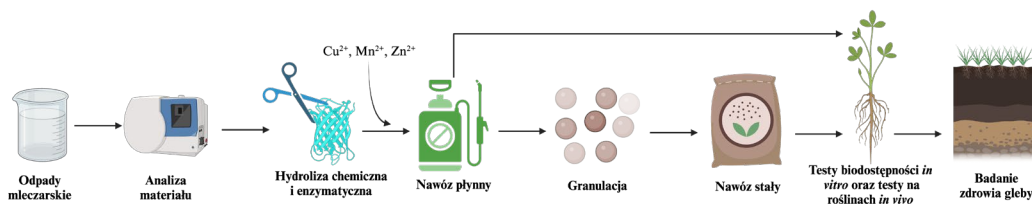


## NAWOZY ORGANICZNO-MINERALNE O WŁAŚCIWOŚCIACH BIOSTYMULUJĄCYCH NA BAZIE ODPADÓW MLECZARSKICH

Rafał Taf<sup>1</sup>, Filip Gil<sup>1</sup>, Małgorzata Mironiuk<sup>1</sup>, Katarzyna Chojnacka\*<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Katedra Zaawansowanych Technologii Materiałowych, Wydział Chemiczny, Politechnika  
Wrocławska, Smoluchowskiego 25, 50-372 Wrocław  
\*katarzyna.chojnacka@pwr.edu.pl

Nawozy organiczno-mineralne charakteryzują się spowolnionym uwalnianiem składników odżywczych, ponieważ składniki organiczne muszą zostać rozłożone przez bakterie mikroflory glebowej, co stanowi źródło pożywienia dla tych bakterii. Odpady mleczarskie, bogate w materię organiczną i składniki odżywcze, są niewykorzystanym źródłem aminokwasów, które poprawiają przyswajanie składników odżywczych przez rośliny oraz działają biostymulująco na ich wzrost, jednocześnie stymulując aktywność mikroflory glebowej [1]. W ramach badań przeprowadzono analizę wielopierwiastkową metodą ICP-OES, analizę zawartości węgla i azotu oraz analizę zawartości rtęci w surowym materiale. Następnie wykonano hydrolizę chemiczną kwasem siarkowym oraz neutralizację wodorotlenkiem potasu. Otrzymany preparat wzbogacono w mikroelementy Cu(II), Mn(II) oraz Zn(II). Brak efektu fitotoksycznego potwierdzono w testach kiełkowania na nasionach ogórka.



Rys. 1. Schemat planowanych badań

Praca została sfinansowana z programu Komisji Europejskiej HORIZON-JU-CBE-2023 Innovation Actions, w ramach umowy o grant nr 10115763, LANDFEED: „Unlocking efficient bio-based fertilizers for soil sustainability from underutilized side streams”.

Literatura:

[1] I. Smirnova, A.Sadanov, G.Baimakhanova, E. Faizulina, L. Tatarkina, *Rhizosphere* (2022) 21, 100477.



## WPŁYW SUROWCA DO PRODUKCJI ESTRÓW METYLOWYCH KWASÓW TŁUSZCZOWYCH (FAME) NA PROCES JEGO STARZENIA

Paweł Grabowski\*<sup>1</sup>, Angelika Szwarczyńska<sup>1</sup>, Aneta Nowakowska<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Wydział Budownictwa Mechaniki i Petrochemii, Politechnika Warszawska, Łukasiewicza 17,  
09-400 Płock*

*\*pawel.grabowski@pw.edu.pl*

Estry metylowe kwasów tłuszczowych znajdują zastosowanie jako samoistne biopaliwo, bądź jako biokomponent do oleju napędowego. Niestety FAME odznaczają się względnie słabą odpornością na procesy utleniania, czego następstwem jest bardzo często wzrost liczby kwasowej oraz lepkości, co jest spowodowane powstawaniem wolnych kwasów tłuszczowych oraz wtórnych produktów utleniania takich, jak dimery czy polimery. Celem pracy było zbadanie wpływu rodzaju stosowanego do transestryfikacji oleju na proces starzenia. W celu przyspieszenia starzenia zastosowano podwyższoną temperaturę.

Do badań wykorzystano FAME z oleju rzepakowego rafinowanego i nierafinowanego oraz olej posmażalniczy (UCO). Transestryfikację tych olei przeprowadzono w warunkach laboratoryjnych [1]. Próbkę otrzymanych FAME poddano starzeniu w temperaturach: 80, 100, 120, 140 i 160°C przez okres: 4, 8, 12, 16 i 20 godzin. Dla każdej z próbek oznaczano liczbę kwasową, nadtlenną oraz anizydynową, zebrano również widma IR.

Na podstawie wyników z widm IR oraz liczby kwasowej, nadtlennej i anizydynowej stwierdzono, że wraz ze wzrostem temperatury i czasu przebywania próbek powstaje coraz więcej produktów degradacji FAME. Największą degradację zaobserwowano w przypadku FAME z oleju nierafinowanego oraz oleju posmażalniczego. FAME z oleju rafinowanego wykazywał się pewnym stopniem odporności na utlenianie do około 120°C. Na wynik analiz wpływ miała obecność barwników karotenoidowych będących naturalnymi antyoksydantami.

Pracę sfinansowano ze środków budżetu miasta Płocka, w związku z Konkursem Prezydenta Miasta Płocka na finansowanie grantów badawczych realizowanych w ramach zadania „Współpraca z uczelniami wyższymi”

Literatura:

[1] M. Sulewski, A. Traczykowski, W. Urbaniak, K. Budzińska, *Przem. Chem.* (2014) 93(4), 547.



## **ROLA CUKROWYCH ZWIĄZKÓW PLATFORMOWYCH W ZRÓWNOWAŻONYM PRZETWARZANIU BIOODPADÓW PRZEMYSŁOWYCH**

**Michał Binczarski<sup>\*1</sup>, Justyna Żuberek<sup>1</sup>, Izabela Witońska<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka, Żeromskiego 116, 90-924 Łódź*

*\*michal.binczarski@p.lodz.pl*

Przetwarzanie odpadów jest istotnym zagadnieniem dla wszystkich gałęzi przemysłu, a odpowiednie przekierowanie strumienia odpadów jest kluczowym elementem gospodarki obiegu zamkniętego (GOZ). Gospodarka cyrkularna (ang. *circular economy*), to nowoczesny model gospodarczy, który stawia na minimalizację zużycia surowców, ograniczenie ilości odpadów oraz redukcję emisji i strat energii. W GOZ kluczowym elementem jest tworzenie zamkniętej pętli procesów, w której odpady są surowcami w kolejnych procesach. Dzięki temu istotnie zmniejsza się ilość odpadów poprodukcyjnych i efektywnie zarządza się zasobami. Model obiegu zamkniętego stanowi przeciwwagę dla tradycyjnej gospodarki liniowej, opierającej się na ciągłym wzroście, zużycia surowców oraz rosnącym wolumenie odpadów.

Celem badań było wykazanie możliwości wykorzystania modelu GOZ w przemyśle cukrowniczym, olejarskim i tekstylnym (opartym o przetwarzanie włókien naturalnych) poprzez ich enzymatyczną/chemiczną hydrolizę i dalsze przetworzenie uwolnionych cukrów do produktów chemicznych i energetycznych. Przemysł spożywczy generuje ogromne ilości odpadów lignocelulozowych, które mogą być przetwarzane w wysokobiałkowe pasze dla zwierząt, alkohole, kwasy organiczne, itd.. Kluczem do pozyskiwania takich produktów jest hydroliza celulozy i chemicelulozy do cukrów prostych. Również odpady bawełniane (poprodukcyjne, użytkowe) charakteryzują się wysoką zawartością celulozy, której hydroliza enzymatyczna/chemiczna powoduje uwalnianie glukozy. Cukry proste w hydrolizatach mogą zostać przekształcone chemicznie lub wykorzystane przez mikroorganizmy w procesach biotechnologicznych, w wyniku czego powstają produkty chemiczne (kwas mlekowy, kwas glukonowy, glikol propylenowy, itd.) lub energetyczne (biogaz, etanol, butanol, itd.).



## MIKROPOROWATE WĘGLE AKTYWNE Z PESTEK AWOKADO DO ADSORPCJI CO<sub>2</sub>

Joanna Siemak, **Beata Michalkiewicz\***

*Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Wydział Technologii i Inżynierii  
Chemicznej, Al. Piastów 42, 71-065 Szczecin  
beata.michalkiewicz@zut.edu.pl*

W ostatnich dekadach efekt cieplarniany i w konsekwencji zmiany klimatyczne powstały głównie z powodu nadmiernej emisji antropogenicznego CO<sub>2</sub>. Przewiduje się, że kontynuacja wykorzystywania paliw kopalnych w procesach przemysłowych doprowadzi do dalszego wzrostu emisji CO<sub>2</sub> w nadchodzących latach [1]. Stężenie CO<sub>2</sub> w atmosferze 27 lipca 2023 roku wynosiło 422,04 ppm, a wartość ta wzrosła o 0,80% w porównaniu z 27 lipca 2022 roku [2]. W świetle konieczności osiągnięcia celów redukcji emisji dwutlenku węgla, technologia wychwytywania CO<sub>2</sub> zyskała znaczną uwagę.

Badania dotyczyły wytwarzania poprzez aktywację chemiczną węgli aktywnych z pestek awokado i zastosowania tych węgli do wychwytywania CO<sub>2</sub>. Węgłe charakteryzowano z wykorzystaniem XRD, FTIR i SEM. Wyznaczono również podstawowe parametry teksturalne, a mianowicie powierzchnię właściwą, całkowitą objętość porów i objętość mikroporów. Ponadto wyznaczono izotermy adsorpcji dwutlenku węgla i dopasowano dane eksperymentalne zarówno do modeli izoterm równowagowych z dwoma, jak i trzema parametrami. Obliczono również izosteryczne ciepło adsorpcji dla najbardziej obiecującego sorbentu CO<sub>2</sub>, co dostarczyło cennych informacji na temat termodynamicznych aspektów procesu adsorpcji.

Literatura:

[1] F. Hussin, N.N. Hazani, M.K. Aroua, *Sustainability* (2023) 15, 4903.

[2] Daily CO<sub>2</sub>. Available online: <https://www.Co2.Earth/Daily-Co2> (27 lipca 2023).



## SPALAĆ CZY NIE SPALAĆ, CZYLI CO DALEJ ZE SPALARNIAMI ODPADÓW?

**Zbigniew Wzorek<sup>\*1</sup>**, Anna K. Nowak<sup>1</sup>, Halyna Kominko<sup>1</sup>,  
Piotr Radomski<sup>1</sup>, Grzegorz Student<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska, ul. Warszawska 24, 31-155  
Kraków*

<sup>2</sup>*EMKA S.A., ul. Jaktorowska 15 A, 96-300 ŻYRARDÓW*

*\*zbigniew.wzorek@pk.edu.pl*

Termiczne przekształcanie odpadów (komunalnych, medycznych) wciąż wywołuje wiele emocji. Zwolennicy argumentują, że spalarnie pozwalają na 90% redukcję objętości odpadów, a sam proces jest bezpieczny dla środowiska. Ponadto energia uzyskana w spalarniach pozwala na zaspokojenie części potrzeb energetycznych aglomeracji miejskich.

Przeciwnicy wskazują, że spalaniu poddawane są materiały, które powinny zostać poddane odzyskowi, a sam proces generuje emisję toksycznych substancji lotnych, takich jak np. dioksyny. Dodatkowo spalarnie wytwarzają inną grupę odpadów stałych, w tym odpadów niebezpiecznych.

W procesie spalania odpadów powstają żużle paleniskowe, popioły lotne i pyły z kotłów oraz odpad niebezpieczny - zużyte sorbenty.

Badania prowadzone w Katedrze Technologii Chemicznej i Analityki Środowiskowej Politechniki Krakowskiej we współpracy z liderem w odbiorze odpadów medycznych, firmą EMKA S.A. mają na celu opracowanie technologii pozwalających na zagospodarowanie całego strumienia odpadów stałych powstających w spalarniach, a w szczególności odpadów medycznych.

Pozostałości po spalaniu odpadów komunalnych mają m.in. zastosowanie jako kruszywa budowlane. Mogą być wykorzystywane również jako wypełniacze do betonów czy składniki klinkieru cementowego.



## BADANIA ROZPOZNAWCZE FOTOKATALITYCZNEJ KONWERSJI SILOKSANÓW

**Paula Felczak<sup>\*1</sup>, Piotr Miądlicki<sup>1</sup>, Jacek Przepiórski<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny,  
al. Piastów 17, 70-310, Szczecin*

*\*paula.felczak@zut.edu.pl*

Siloksany są szeroko stosowanymi związkami w przemyśle spożywczym, farmaceutycznym, medycznym oraz kosmetycznym, a także jako monomery do produkcji polimerów krzemooorganicznych. Po wykorzystaniu siloksany trafiają m.in. do ścieków komunalnych, które stanowią materiał wsadowy do produkcji biogazu, wykorzystywanego następnie w silnikach kogeneracji energii cieplnej i elektrycznej. Ze względu na swoją lotność, siloksany stają się składnikami biogazu. Spalanie biogazu zawierającego siloksany powoduje zwiększoną awaryjność silników. Z tego powodu usuwanie siloksanów z biogazu jest konieczne. Pomimo licznych badań nad procesami fotokatalitycznej eliminacji lotnych związków, temat fotokatalitycznego usuwania siloksanów jest niedostatecznie zbadany. Dostępne są nieliczne doniesienia dotyczące fotokatalitycznego utleniania siloksanów w fazie gazowej, w których stwierdzono dezaktywację fotokatalizatora na skutek osadzania się krzemionki na powierzchni katalizatora [1, 2].

Praca została sfinansowana przez Narodowe Centrum Nauki, numer grantu  
2022/47/O/ST8/03074.

### Literatura:

- [1] R.-D. Sun, A. Nakajima, T. Watanabe, K. Hashimoto, J. Photochem. Photobiol. A: Chem. (2003) 154, 203-209.
- [2] L. Lamaa, C. Ferronato, S. Prakash, L. Fine, F. Jaber, and J. M. Chovelon, Appl. Catal. B (2014) 156–157, 438–446.



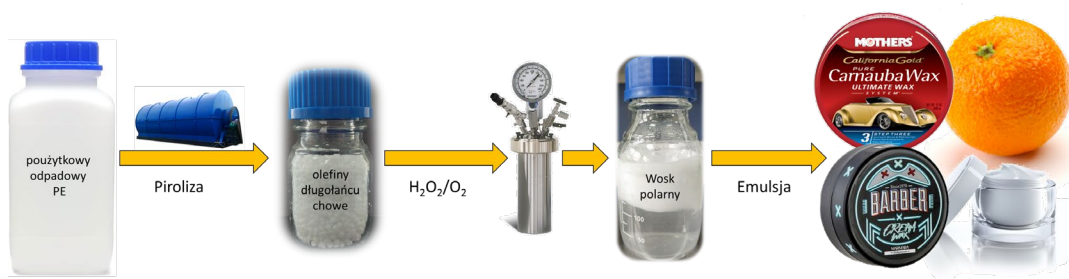
## UTLENIAJĄCE ROZSZCZEPIENIE PODWÓJNEGO WIĄZANIA WĘGIEL- WĘGIEL Z WYKORZYSTANIEM NADTLENKU WODORU I TLENU JAKO CZYNNIKÓW UTLENIAJĄCYCH

Kamil Peckh<sup>\*1</sup>, Beata Orlińska<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Wydział Chemiczny, Katedra Technologii Chemicznej Organicznej i Petrochemii, Politechnika Śląska, Krzywoustego 4, 44-100 Gliwice  
<sup>\*</sup>kamil.peckh@polsl.pl

Procesy utleniającego rozszczepienia pozwalają wykorzystać zarówno biomasę (surowce pochodzenia naturalnego – oleje roślinne), jak i odpady, w tym wypadku użytkowych i poprodukcyjnych poliolefin do otrzymywania produktów o wysokiej wartości dodanej wykorzystywanych w różnych gałęziach przemysłu: kosmetycznym, środków czystości, ochrony roślin i spożywcym.

Prowadzono badania nad utlenianiem olefin długołańcuchowych, które mogą być pozyskiwane z odpadów PE, do wosków polarnych. Stosowano nadtlenek wodoru oraz badano możliwość jego zastąpienia tlenem. Zastosowanie zielonych czynników utleniających, a także ekologicznych rozpuszczalników (woda i nadkrytyczny CO<sub>2</sub>) wpisuje się w założenia niskoemisyjnej gospodarki obiegu zamkniętego, które obejmują wykorzystanie surowców i środków nie obciążających środowisko.



Rys. 1. Proces utleniania użytkowego PE

### Literatura:

- [1] K. Peckh, D. Lisicki, B. Orlińska, P.443292 (z dnia 28.12.2022) Sposób dwustopniowego utleniania długołańcuchowych alfa-olefin w dyspersji wodnej do kwasów karboksylowych.
- [2] K. Peckh, D. Lisicki, G. Talik, B. Orlińska *Materials* (2020) 13, 4545.





## WALORYZACJA PULPY CELULOZOWO-PAPIEROWEJ DO CELÓW ROLNICZYCH

**Halyna Kominko\***, Katarzyna Łoś, Katarzyna Gorazda, Zbigniew Wzorek

<sup>1</sup>*Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska, Warszawska 24, 31-155  
Kraków*

*\*halyna.kominko@pk.edu.pl*

Intensywny przyrost liczby ludności, a także szybki rozwój gospodarczy prowadzą do produkcji ogromnych ilości odpadów. Transformacja gospodarki Unii Europejskiej na model o obiegu zamkniętym wymusza intensywne poszukiwania koncepcji zagospodarowania odpadów z różnych gałęzi przemysłu [1].

Odpady pochodzące z recyklingu papieru są trudne do zagospodarowania. Wysoka zawartość wilgoci uniemożliwia ich termiczną utylizację. Z drugiej strony wysoka zawartość materii organicznej nadaje im potencjał glebotwórczy. W związku z tym w niniejszej pracy podjęto próbę waloryzacji odpadu pochodzącego z recyklingu papieru w kierunku nawozowym. Jedną z metod przetwarzania tego typu odpadu jest hydroliza kwasowa [2].

W celu wytworzenia nawozów organiczno-mineralnych pulpę celulozowo-papierową poddano hydrolizie kwasowej, neutralizacji roztworem KOH oraz wzbogaceniu w składniki pokarmowe pochodzące z popiołu z pomiotu kurzego. Wytypowane produkty końcowe scharakteryzowano pod kątem zawartości składników pokarmowych, ich biodostępności oraz form występowania fosforu. Wytworzone nawozy spełniają wymagania dla nawozów organiczno-mineralnych typu PK. Badania frakcjonowania fosforu w nawozach wykazały, iż fosfor w około 85% znajduje się w formie związanej z Fe, Al oraz Ca, który z czasem może być dostępny dla roślin, w zależności od warunków panujących w glebie. Przeprowadzono także 8-tygodniową inkubację nawozów w glebie, która wykazała istotny wpływ na jej właściwości. Zawartość fosforu rozpuszczalnego w wodzie i potencjalnie biodostępnego utrzymuje się na podobnym poziomie do 5 tygodnia inkubacji i później nieznacznie spada. Ponadto wykazano, iż dodatek nawozu do gleby pozytywnie wpływa na aktywność katalazy.



Literatura:

- [1] I. Voukkali, I. Papamichael, P. Loizia, A.A. Zorpas *Environ. Sci Pollut. Res.* (2024) 31, 12, 17678–17689.
- [2] G. Izydorczyk, D. Skrzypczak, M. Mironiuk, K. Mikula, M. Samoraj, F. Gil, R. Taf, K. Moustakas, K. Chojnacka *Sci Total Environ.* (2024) 923, 171343.



## CZYNNIKI WPŁYWAJĄCE NA STABILNOŚĆ OKSYDACYJNĄ CIEKŁYCH PRODUKTÓW TERMOLIZY ODPADOWYCH TWORZYW SZTUCZNYCH

Oliwia Liberek<sup>\*1</sup>, Jakub Dąbrowski<sup>1</sup>, Paweł Grabowski<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Wydział Budownictwa, Mechaniki i Petrochemii, Politechnika Warszawska Filia w Płocku,  
Łukasiewicza 17, 09-400 Płock

\*[oliwia.liberek@pw.edu.pl](mailto:oliwia.liberek@pw.edu.pl)

Nieprawidłowa gospodarka zużytymi tworzywami sztucznymi oraz produkcja jednorazowych opakowań spowodowała wzrost zalegającej masy odpadów, które niekorzystnie wpływają na środowisko.

Poprzez zastosowanie efektywnego recyklingu odpadowych tworzyw sztucznych, np. poddanie ich procesowi pirolizy, można pewną masę tych odpadów przeznaczyć do produkcji paliw do silników o zapłonie samoczynnym. Zastosowanie tego typu paliw umożliwiłoby zmniejszenie masy odpadów oraz możliwość ponownego zastosowania danego surowca przez konsumentów. Wprowadzenie takiego rodzaju paliwa do użytku publicznego wsparłoby gospodarkę odpadami o obiegu zamkniętym.

W badaniach sprawdzono wpływ światła, temperatury, jonów metali oraz czasu na stabilność oksydacyjną dwóch frakcji olejowych oddestylowanych z olejów pirolitycznych otrzymanych poprzez pirolizę odpadowego polietylenu i polipropylenu. Otrzymane wyniki liczb bromowej, nadtlencowej, anizydynowej i kwasowej oraz lepkości kinematycznej w 40°C porównano w celu określenia kierunku zachodzących zmian.

Zastosowanie metod nienormatywnych pod kątem badania stabilności oksydacyjnej pozwala na szersze poznanie mechanizmu procesów utleniania. Dostęp do światła jest czynnikiem inicjującym reakcje utleniania, obecność jonów metali katalizuje reakcje oligomeryzacji, a działanie podwyższonej temperatury znacząco przyspiesza powstawanie związków tlenowych przyczyniając się do utraty stabilności oksydacyjnej oleju.



## PRZETWARZANIE BAWĘLNIANYCH ODPADÓW TEKSTYLNICH W PALIWA I CHEMIKALIA W SKOJARZONYCH PROCESACH CHEMICZNO-BIOLOGICZNYCH

Justyna Żuberek<sup>\*1</sup>, Michał Binczarski<sup>1</sup>, Izabela Witońska<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka, Żeromskiego 116, 90-924 Łódź

<sup>\*</sup>justyna.zuberek@dokt.p.lodz.pl

Rosnące obawy związane z wyczerpywaniem się paliw kopalnych i limitami emisji gazów cieplarnianych spowodowały wzrost zainteresowania paliwami alternatywnymi, wytwarzanymi z bioodpadów komunalnych (zrębek, siana, itd.) oraz odpadów przemysłu spożywczego, drzewnego i tekstylnego. Odpady tekstylne na bazie bawełny, z uwagi na dużą dostępność i niski koszt, coraz częściej są wskazywane w publikacjach naukowych jako alternatywa dla biomasy lignocelulozowej. Odpady te zawierają duże ilości celulozy, której hydroliza powoduje uwalnianie glukozy, stanowiącej cenny surowiec chemiczny i biotechnologiczny.

W pracy przedstawiono wyniki badań hydrolizy kwasowej włókien bawełnianych oraz ich mieszanek z włóknami syntetycznymi (poliester, poliamid) [1-3]. Otrzymane hydrolizaty posłużyły jako media fermentacyjne do wytwarzania biogazu, biomasy drożdży i bakterii mlekowych, etanolu i kwasu mlekowego [4]. Wykazano, że w składzie hydrolizatów włókien mieszanych, dla odpowiednich warunków prowadzenia procesu (temperatura, katalizator kwasowy), nie odnotowano występowania inhibitorów fermentacji. Opracowany model postępowania z odpadami tekstylnymi może mieć w przyszłość charakter aplikacyjny i przyczynić się do zmniejszenia ilości składowanych odpadów tekstylnych w środowisku

Finansowanie: NCN, grant nr 2019/33/B/ST8/02005

### Literatura:

- [1] M. Binczarski *Materials* (2021) 14, 1981.
- [2] M. Binczarski *Energies* (2022) 15, 2856.
- [3] J. Zuberek *Przem. Chem.* (2023) 1, 101-111.
- [4] M. Binczarski *Renew. Energy* (2024) 120428.



## WALORYZACJA ORGANICZNYCH MATERIAŁÓW ODPADOWYCH W TECHNOLOGIACH NAWOZOWYCH

Marta Huculak-Mączka<sup>\*1</sup>, Dominik Nieweś<sup>1</sup>, Kinga Marecka<sup>1</sup>, Józef Hoffmann<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Wydział Chemiczny, Politechnika Wrocławska, Katedra Inżynierii i Technologii Procesów Chemicznych, Smoluchowskiego 25, 50-372 Wrocław  
<sup>\*</sup>e-mail: marta.huculak@pwr.edu.pl

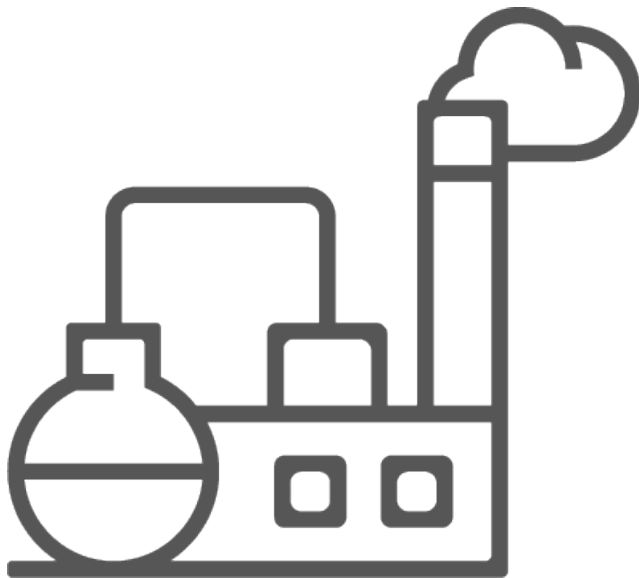
Rosnące znaczenie rolnictwa regeneratywnego i obecna sytuacja na rynku nawozów mineralnych przyczynia się do wzrostu popytu na naturalne produkty organiczne, w tym substancje humusowe. Liczne właściwości i, w konsekwencji, ciągle poszerzający się wachlarz ich zastosowań sprawia, iż konieczne jest poszukiwanie alternatywnych surowców i optymalnych metod otrzymywania tych cennych związków [1-3]. Coraz popularniejsza w krajach UE strategia ochrony torfowisk i redukcji zużycia torfu, w tym jako powszechne źródło substancji humusowych, wymaga jednocześnie uwzględnienia w ich produkcji zasobów odnawialnych i takich organicznych materiałów odpadowych, które charakteryzowałyby się analogicznymi właściwościami. Do tego rodzaju substancji zaliczyć można kompost (zawierający od 5 do 15% mas. substancji humusowych), odpady rolno-przemysłowe, wermikompost czy np. złożę popieczarkowe [4, 5].

Możliwość produkcji substancji humusowych z alternatywnych ich źródeł, wymagało uwzględnienia nowoczesnych technik ich ekstrakcji oraz badań doboru optymalnych parametrów procesu w aspekcie wydajności przedsięwzięcia i neutralnego oddziaływania na jakość i właściwości fizykochemiczne uzyskanych preparatów. Kompleksowa analiza procesów produkcyjnych i jakości produktów z uwzględnieniem możliwości wykorzystania ich, łącznie z procesami zagospodarowania materiałów odpadowych, pozwala na zmniejszenie śladu konsumpcyjnego i jednocześnie zwiększenie wskaźnika wykorzystania materiałów w obiegu zamkniętym.

### Literatura:

- [1] B.A.G de Melo., F.L. Motta, M.H.A. Santana *Mater. Sci. Eng. C* (2016), 62, 967-974.
- [2] B.K. Tiwari *Trends Anal. Chem.* (2015) 71, 100–109.
- [3] M. Fernandez-Delgado, E. del Amo-Mateos et al *Sci.Total Environ.* (2022) 806, 150904.
- [4] E. Sarlaki, A. Sharif Paghaleh, M.H. Kianmehr et al *Renew. Energy* (2021) 163, 105–122.
- [5] N.M. Ngan, N. Riddech *Waste Biomass Valor.* (2021) 12, 3801-3811.

# **PRAKTYCZNE ASPEKTY TECHNOLOGII CHEMICZNEJ**



**WYKŁADY SEKCYJNE**



## PRODUKCJA BIOGAZU. WPŁYW STĘŻENIA CYNKU NA PROFIL LOTNYCH KWASÓW TŁUSZCZOWYCH W MIESZANINIE FERMENTACYJNEJ

**Marcin Cichosz**<sup>\*1,2,3</sup>, Sławomir Łazarski<sup>2</sup>, Urszula Kiełkowska<sup>1</sup>, Krzysztof Mazurek<sup>1</sup>,  
Sebastian Drużyński<sup>1</sup>, Adriana Wróbel-Kaszanek<sup>1</sup>, Anna Kujawska<sup>1</sup>,  
Bartłomiej Igliński<sup>1</sup>, Marzanna Kurzawa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Wydział Chemii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Gagarina 7, 87-100 Toruń

<sup>2</sup>MCMP Sp. z o.o., Świerkowa 5, Skarszewy, 86-300 Grudziądz

<sup>3</sup>GM Color Sp. z o.o., Wojska Polskiego 65A, 85-825 Bydgoszcz

\*chemik@umk.pl

Analizowano wpływ stężenia  $Zn^{2+}$  na efektywność fermentacji metanowej, której podłożem była kiszunka różnych gatunków kukurydzy twardej. Cechą wyróżniającą cynk spośród wielu innych substancji posiadających wpływ na procesu fermentacji metanowej jest fakt, iż nie jest on biodegradowalny i może być akumulowany podczas procesu. Wpływ stymulujący kationów cynku(II) zaobserwowano do wartości stężenia wynoszącego  $44,5 \text{ mg/dm}^3$ , powyżej tego stężenia następuje proces inhibujący wydzielanie biogazu. Dla procesu, gdzie stężenie jonów  $Zn^{2+}$  wynosiło  $71,7 \text{ mg/dm}^3$  objętość wydzielonego biogazu stanowiła 90,4% objętości biogazu wytworzonego w procesie fermentacyjnym bez dodatku jonów cynku(II). Dla stężenia  $Zn^{2+}$  wynoszącego  $127 \text{ mg/dm}^3$  objętość wytworzonego biogazu stanowiła 75,4% objętości w procesie podstawowym. Wpływ stymulujący zanotowano dla stężenia 17,0 i  $44,5 \text{ mg Zn}^{2+}/\text{dm}^3$ , a objętość wydzielanego biogazu w odniesieniu do procesu podstawowego wynosiła odpowiednio: 105,1 i 117,5%. Dla dokonania bardziej precyzyjnej analizy wpływu jonów cynku(II) na efektywność procesu fermentacyjnego, wyznaczono dla każdego procesu fermentacyjnego współczynnik konwersji węgla na metan. Z przeprowadzonych badań wynika, iż współczynnik konwersji węgla na metan zmienia się – początkowo rośnie, osiągając maksimum przy wartości około 0,62, następnie maleje – w zależności od stężenia jonów  $Zn^{2+}$ , wykazując ich działanie toksyczne. Cynk zastosowano w formie jonów cytrynianowych oraz w formie chelatów z jonami: dietylenotriaminopenta-octowym, dietylenotriaminotetraoctowym, etylenodiaminotetraoctowym oraz z wybranymi cyklodekstrynami.

Podziękowania dla GM Color Sp. z o.o. za finansowanie udziału w XI KTCh Poznań, 2024  
Podziękowania dla MCMP Sp. z o.o. za możliwość przeprowadzenia badań technologicznych



## DOBÓR FORMUŁY KATALIZATORA SCR-DENO<sub>x</sub> I KONSTRUKCJI KOSZA KATALITYCZNEGO

**Monika Ruszak**<sup>\*1</sup>, Jakub Rajewski<sup>1</sup>, Paweł Capała<sup>1</sup>, Marcin Wilk<sup>1</sup>,  
Katarzyna Antoniak-Jurak<sup>1</sup>, Krzysztof Koniarz<sup>2</sup>, Remigiusz Sylwestrowicz<sup>2</sup>

*Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Nowych Syntezy Chemicznych,  
Al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 13a, 24-110 Puławy*

<sup>2</sup>*Grupa Azoty Zakłady Azotowe „Puławy” S. A., Wydział Kaprolaktamu*

<sup>\*</sup>*monika.ruszak@ins.lukasiewicz.gov.pl*

Opracowano nośnikowy katalizator wanadowo-żelazowy, przeznaczony do selektywnej katalitycznej redukcji NO<sub>x</sub> amoniakiem (SCR-deNO<sub>x</sub>) w instalacjach kwasu azotowego i siarczanu hydroksyloaminy (SHA). Fazę aktywną stanowią w nim tlenki wanadu i żelaza, przy czym tlenek żelaza jest jednocześnie składnikiem nośnika wytwarzanego w Łukasiewicz - INS. Drugi składnik nośnika, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, pełni funkcję czynnika strukturotwórczego.

Wyprodukowano testową szarżę katalizatora (1000 kg) i poddano go badaniom aktywności w skali pilotowej (pilotowa instalacja kwasu azotowego Łukasiewicz – INS) w różnych typach koszy katalitycznych (rys. 1) oraz w instalacji SHA w reaktorze SCR typu LFR (*Lateral Flow Reactor*).



Rys. 1. Konstrukcje koszy katalitycznych, stosowane podczas badań katalizatora SCR-deNO<sub>x</sub> w reaktorze SCR w pilotowej instalacji kwasu azotowego Łukasiewicz - INS

Najwyższą efektywność działania katalizatora uzyskano stosując kosze katalityczne o konstrukcji, wymuszającej osiowo-radialny (C) i radialno-lateralny (D) kierunek przepływu gazu przez jego złożę (stopień redukcji NO<sub>x</sub>: 97-99,4%). W instalacji SHA uzyskano >96% efektywność w oczyszczaniu strumienia gazów wylotowych z NO<sub>x</sub> przy zerowym przebiegu NH<sub>3</sub>.





## CZWARTORZĘDOWE BROMKI ORGANICZNE JAKO SELEKTYWNE KATALIZATORY UTLENIANIA

**Dawid Lisicki\***

*Katedra Technologii Chemicznej Organicznej i Petrochemii, Wydział Chemiczny,  
Politechnika Śląska, Krzywoustego 4, 44-100 Gliwice  
\*dawid.lisicki@polsl.pl*

Produkcja tworzyw sztucznych od lat 50 XX wieku dynamicznie wzrasta, osiągając obecnie ogromne rozmiary. Brak kontroli nad zużytymi opakowaniami prowadzi do zanieczyszczenia ekosystemów morskich, co szkodzi zdrowiu i funkcjonowaniu organizmów morskich oraz wpływa negatywnie na zmiany klimatyczne poprzez hamowanie wzrostu glonów produkujących tlen.

Przeprowadzono badania dotyczące możliwości otrzymania (bio) kwasu tereftalowego poprzez katalityczne utlenianie (bio) *p*-cymenu przy użyciu tlenu lub powietrza. Wykazano, że układy złożone z soli metali przejściowych i bromkowych soli organicznych mają wysoką aktywność katalityczną w reakcji utleniania (bio) *p*-cymenu, z użyciem kwasu octowego jako rozpuszczalnika. W reakcjach zastosowano imidazoliową bromkową ciecz jonową oraz czwartorzędowe sole amoniowe i fosfoniowe, zestawione z bromkiem nieorganicznym.

Badania wykazały, że używane układy charakteryzują się wysoką aktywnością katalityczną, umożliwiającą uzyskanie wysokiej konwersji surowca i selektywności do (bio)kwasu tereftalowego w relatywnie łagodnych warunkach procesowych [1]. Ponadto, zaproponowany układ katalityczny wykazuje znacznie mniejszą korozyjność w porównaniu do tradycyjnego procesu otrzymywania kwasu tereftalowego z *p*-ksylenu pochodzenia petrochemicznego [2].

[1] D. Lisicki, B. Orlińska, K. Nowak Zgłoszenie patentowe P.441762 (18.07.2022, BUP 04/2024)

[2] D. Lisicki, A. Maciej, B. Orlińska *Ind. Eng. Chem. Res.* (2021) 60, 30, 11579-11589.



## **NOWE PRODUKTY NAWOZOWE ZAWIERAJĄCE SUROWCE WTÓRNE, POPRAWIAJĄCE ZAWARTOŚĆ SKŁADNIKÓW MINERALNYCH W OWOCACH OGÓRKÓW**

**Agnieszka Dmytryk<sup>\*1</sup>, Wioletta Szaniawska<sup>1</sup>, Barbara Paradziej<sup>1</sup>, Mateusz Samoraj<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>EKOPLON spółka z ograniczoną odpowiedzialnością sp.k., Grabki Duże 82, 28-225 Szydłów

<sup>2</sup>Wydział Chemiczny, Politechnika Wrocławska, Smoluchowskiego 25, 50-372 Wrocław

*\*dmytryk.agnieszka@ekoplone.pl*

Opracowano receptury produktów nawozowych o podwyższonej zawartości niedoborowych w diecie człowieka składników mineralnych. Technologia wytwarzania nowych produktów zakłada wykorzystanie surowców pochodzenia roślinnego, co prowadzi do ograniczenia strat składników pokarmowych przez zamknięcie ich obiegu. Proponowane rozwiązanie spełnia wytyczne Europejskiego Zielonego Ładu [1] oraz Cele Zrównoważonego Rozwoju 2030 [2]. Uzyskane formułacje poddano analizom potwierdzającym ich zgodność z wymogami rozporządzenia (UE) 2019/1009 [3], w tym: zawartości makro- i mikrośladników, poziomu zanieczyszczeń i obecności patogenów. Przeprowadzono również testy tempa uwalniania składników niedoborowych oraz stabilności formułacji w różnych warunkach przechowywania (od -10°C do 37°C). Na ich podstawie wybrano wariant do testów na ogórkach w warunkach stresu abiotycznego. Wyniki kombinacji doświadczalnych porównano do kontroli oraz grupy referencyjnej, której aplikowano produkty komercyjne. Zastosowanie nowej formułacji zapewniło wyższą o min. 10% zawartość składników niedoborowych w owocach ogórków w stosunku do założonego poziomu bazowego. Poprawę zaobserwowano również w wydajności owocowania (o min. 7% względem grupy referencyjnej).

Projekt pn. „Innowacyjne nawozy z mikrośladnikami otrzymane metodą biosorpcji przeznaczone dla rolnictwa ekologicznego” nr TANGO-V-C/0019/2021-00. Projekt współfinansowany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach programu TANGO.

Literatura:

[1] Komisja Europejska *COM(2020) 381 final*.

[2] ONZ <https://www.un.org.pl/> (dostęp 04.07.2024).

[3] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/1009 z dnia 5 czerwca 2019 r.

**PRAKTYCZNE ASPEKTY  
TECHNOLOGII CHEMICZNEJ**



**KOMUNIKATY**



## Technologia otrzymywania biokomponentu paliw lotniczych na drodze procesów wodorowych

Jan Wójcik<sup>\*1,2</sup>, Marek Główka<sup>1</sup>, Karolina Jaroszevska<sup>2</sup>, Przemysław Boberski<sup>1</sup>,  
Piotr Woszczyński<sup>1</sup>, Tomasz Białecki<sup>3</sup>, Bartosz Gawron<sup>3</sup>,

<sup>1</sup>*Sieć Badawcza Łukasiewicz - Instytut Ciężkiej Syntezy Organicznej "Blachownia", ul. Energetyków 9, 47-232 Kędzierzyn-Koźle*

<sup>2</sup>*Wydział Chemiczny, Politechnika Wrocławska, ul. Wyspiańskiego 27, 50-344 Wrocław*

<sup>3</sup>*Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych, Księcia Bolesława 6, 01-494 Warszawa*

*\*jan.wojcik@ icso.lukasiewicz.gov.pl*

Przedstawiono wyniki procesu produkcji wytwarzania zrównoważonych paliw lotniczych (SAF), przeprowadzonego z wykorzystaniem nowoczesnego, wysoce selektywnego katalizatora hydroizomeryzacji. Przedstawiono wyniki prac z procesu przekształcania naturalnych estrów kwasów tłuszczowych do węglowodorów rozgałęzionych poprzez hydrodeoksygenację do liniowych węglowodorów, a następnie selektywną hydroizomeryzację nasyconych węglowodorów liniowych do ich węglowodorów rozgałęzionych. Do etapu hydroizomeryzacji węglowodorów nasyconych wykorzystano bifunkcyjny katalizator Pt/(SAPO-11+Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) o zmodyfikowanej strukturze mezoporów.

Przebadano właściwości fizykochemiczne paliwa JET A-1 i mieszanki BIO50 (mieszanka biokomponentu i JET A-1), gdzie mieszanka BIO50 charakteryzuje się bardziej korzystną temperaturą krystalizacji (-64°C) oraz 50% niższą zawartością związków aromatycznych, spełniając wszystkie wymagania normy ASTM D-7566 [1]. Dodatkowo, testy przeprowadzone na miniaturowym silniku turboodrzutowym wykazały, że mieszanka BIO50 ma wyższą wartość opałową w porównaniu do standardowego paliwa petrochemicznego, co pozwala na zmniejszenie całkowitego zużycia paliwa oraz nieco niższą emisję CO<sub>2</sub> i NO<sub>x</sub>.

Publikacja współfinansowana przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach programu Lider XII, numer umowy LIDER/33/0171/L-12/20/NCBR/2021

Praca współfinansowana przez Ministerstwo Edukacji i Nauki w ramach programu "Doktorat wdrożeniowy", edycja 5, grant nr DWD/5/0287/2021

### Literatura:

[1] M. Główka, J. Wójcik, P. Boberski, T. Białecki, B. Gawron, M. Skolniak, T. Suchocki, *Renewable Energy* (2024) January 2024, 119696;



## SELEKTYWNY KATALIZATOR HT-WGS DO NISKOEMISYJNYCH I WYDAJNYCH PROCESÓW GENEROWANIA WODORU

**Katarzyna Antoniak-Jurak\***, Paweł Kowalik, Kamila Michalska, Anna Mrozek

*Grupa Badawcza Technologie Wodorowe i Katalizatory, Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Nowych Syntez Chemicznych, Al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 13a, 24-110 Puławy*

*\*katarzyna.antoniak@ins.lukasiewicz.gov.pl*

Szerokie zastosowania wodoru w kluczowych gałęziach gospodarki czyni z niego jeden z najważniejszych półproduktów dla przemysłu chemicznego i energetyki. W ogromnej skali wodór znajduje zastosowanie w przemyśle nawozowym (synteza amoniaku), rafineryjnym i petrochemicznym (procesy uwodornień), a w mniejszej skali także metalurgicznym, spożywczym i innych.

W dobie transformacji z technologii szarych na zielone katalizatorom do procesów parowej konwersji CO (HT-WGS) stawianych jest szereg wymagań. Dlatego nieustannie prowadzone są prace badawcze nad opracowaniem nowych, innowacyjnych wersji katalizatorów HT-WGS, które pozwolą na osiągnięcie niższych wskaźników zużycia energii oraz spełnienie stale zaostrzających się norm środowiskowych.

W ramach finansowanego przez NCBR projektu LIDER (Eco\_CatWGS) realizowanego w Ł-INS prowadzone są prace w kierunku stworzenia nowej generacji katalizatora do procesu WGS wg zupełnie nowych ścieżek syntezy. Spodziewanym efektem projektu jest opracowanie materiału katalitycznego o nowatorskiej formule i użytkowej postaci, determinującego wysoką aktywność i selektywność oraz zespół korzystnych parametrów użytkowych pozwalających na zmniejszenie wskaźników energetycznych wytwarzania wodoru. Dodatkową innowacją projektu będzie stworzenie technologii wytwarzania nowego produktu w sposób bardziej „zrównoważony”. Katalizator otrzymany według nowo opracowanych protokołów syntezy będzie pozbawiony substancji toksycznych, czy też stwarzających zagrożenia dla środowiska, a dodatkowo sposób jego wytwarzania charakteryzować się będzie niskimi wskaźnikami emisyjności ścieków i gazów.

Podziękowania: Badania zostały sfinansowane przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach projektu LIDER/10/0062/L-12/20/NCBR/2021



## CZYNNIKI IMPLIKUJĄCE ROZWÓJ TECHNOLOGII WSPÓŁCZESNYCH OLEJÓW SILNIKOWYCH

**Piotr Niemiec**

*Biuro Technologii, ORLEN OIL Sp. z o.o.  
ul. Fabryczna 22, 32-540 Trzebinia*

Na przestrzeni dekad jakość olejów silnikowych ewoluowała od jednosezonowych olejów mineralnych do wielosezonowych olejów syntetycznych niskich lepkości. Oleje silnikowe przeszły drogę od produktów, których jakość odwzorowywała możliwości technologiczno-produkcyjne ich producentów do produktów, które można rozpatrywać w charakterze “części zamiennych” do samochodów o własnościach użytkowych precyzyjnie określanych przez producentów samochodów. Co więcej, obecnie, użytkownicy olejów silnikowych powinni mieć pewność, że oleje różnych producentów oznaczone tymi samymi poziomami jakości zapewnią taki sam poziom smarowania i ochrony silnika.

Wszystkie powyższe koncepcje i postulaty wymagały i wciąż wymagają ciągłych zmian technologicznych w różnych obszarach. Podczas prezentacji przedstawiona zostanie organizacja branży, wymagania prawne i normalizacyjne mające wpływ na dobór komponentów do produkcji środków smarowych oraz istniejące wytyczne względem ich formulacji i testów.

Wskazane zostaną również, istotne z perspektywy producenta środków smarowych, obszary możliwych prac badawczych.



## CZY FUNKCJONALIZOWANE CIECZE JONOWE TO EFEKTYWNE ROZWIĄZANIE TECHNOLOGICZNE ZGODNE ZE ZRÓWNOWAŻONYM ROZWOJEM?

Joanna Feder-Kubis\*<sup>1,2</sup>, Piotr Tomasz Mitkowski<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Politechnika Wrocławska, Wydział Chemiczny, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław

<sup>2</sup>Faculty of Food Chemistry, Technische Universität Dresden, 01069 Dresden, Germany

<sup>3</sup>Politechnika Poznańska, Wydział Technologii Chemicznej, Berdychowo 4, Poznań

\*joanna.feder-kubis@pwr.edu.pl

Fascynacja cieczami jonowymi, związkami zbudowanymi jedynie z kationów i anionów o charakterystyce soli z nieprzekraczalną temperaturą topnienia wynoszącą 100°C, wydaje się być nieprzemijalna. Celowana synteza takich układów jonowych dla specjalistycznych zastosowań jest najczęściej związana z wytwarzaniem funkcjonalizowanych cieczy jonowych (Functionalised Ionic Liquids, FILs) [1], znanych również jako zadaniowo-specyficzne lub funkcjonalne IL. Właściwości fizykochemiczne oraz zastosowania tych specjalistycznych układów jonowych zdeterminowane są kilkoma kluczowymi elementami, w tym kombinacją kationu i anionu, ale w szczególności charakterem wprowadzonej grupy funkcyjnej oraz jej lokalizacją w strukturze molekularnej. Fundamentalna zasada tworzenia FIL powinna zawierać potwierdzenie krytycznej roli grupy specjalnej w osiągnięciu pożądaných właściwości oraz ostatecznie zamierzonego zastosowania.

Czy zatem funkcjonalizowanie ILs faktycznie zmierza we właściwym kierunku technologicznym prowadząc do otrzymywania specjalistycznych związków o celowanych funkcjach? Szerszy kontekst niniejszej problematyki to nie tylko omówienie zależności struktura-właściwości, ale również procesów wytwarzania, trudności w oczyszczaniu oraz kosztów jonowego produktu. Szczególnie budzące dyskusje w tym ujęciu wydaje się być potwierdzenie zapewnienia zgodności wytwarzania FILs ze zrównoważonym rozwojem.

Badania sfinansowano ze środków Narodowego Centrum Nauki (OPUS 19 2020/37/B/NZ9/04201) oraz z programu stypendialnego the Eleonore Trefftz Programme in Dresden (2023-2024).

Literatura:

[1] S. Tang, G.A. Baker, H. Zhao, *Chem. Soc. Rev.* (2012) 41, 4030-4066.

[2] C. Chiappe, C.S. Pomelli, *Eur. J. Org. Chem.* (2014) 6120-6139.



## EKOPROJEKTOWANIE NONOSTRUKTURALNYCH DETERGENTÓW Z ZASTOSOWANIEM SURFAKTANTÓW Z ODNAWIALNEJ BAZY SUROWCOWEJ I BIORZPUSZCZALNIKÓW

**Marcin Bartman**<sup>\*1</sup>, Kazimiera A. Wilk<sup>1</sup>, Lucyna Hołysz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Wydział Chemiczny, Politechnika Wrocławska, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław

<sup>2</sup>Wydział Chemii, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej. Pl. M. Curie-Skłodowskiej 3, 20-031 Lublin

\*marcin.bartman@pwr.edu.pl

W dzisiejszych czasach, kiedy coraz większy nacisk kładzie się na ekologię i zrównoważony rozwój, produkty innowacyjne, takie jak nanodetergenty przyjazne dla środowiska, nabierają na wartości. Kluczowym wyzwaniem w technologii czyszczenia materiałów z farb graffiti jest utrzymanie odpowiednich właściwości użytkowych danego materiału bez utraty jego funkcjonalności. W kontekście produktów przeznaczonych do usuwania powłok graffiti z obiektów i/lub budynków publicznych, komercyjnych czy prywatnych, obserwuje się wzrost tendencji w kierunku stosowania produktów przyjaznych dla środowiska. [1-5] Formuły ekologicznych środków powierzchniowo czynnych na bazie sacharydów lub aminokwasów stanowią przykład nowatorskiego spektrum nanodetergentów do usuwania graffiti [2-5]. Celem przeprowadzonych badań było wytworzenie innowacyjnych ekologicznych zmywaczy powłok graffiti z wykorzystaniem ekologicznych nanodetergentów. Do wytworzenia nanoemulsji typu woda-w-oleju (w/o) wykorzystano homogenizację wysokociśnieniową (HPH), które zawierały składniki nietoksyczne i przyjazne dla środowiska [2-5], takie jak surfaktanty typu: alkilopoligukozydów (APG) o zmiennej długości łańcucha alkilowego oraz aminokwasowe surfaktanty (AAS) na bazie aminokwasów typu: glutamina, tauryna, glicyna; estryfikowane oleje poliglikolami (z ang. Oil PEG-8 ester) wybranymi olejami roślinne oraz biorpuszczalników: estru etylowego kwasu mlekowego (EL), eteru 3-metyloksy-3-metylo-1-butanolu (MMB), monoterpenu 4-izopropenylo-1-metylocykloheksen (LIM).

### Literatura:

- [1] M. Bartman, S. Balicki, K.A. Wilk *Molecules* (2021) 26, 4706.
- [2] M. Bartman, S. Balicki, L. Hołysz, K.A. Wilk *Colloids Surf. A Physicochem Eng. Asp.* (2023) 659, 130792.
- [3] M. Bartman, S. Balicki, L. Hołysz, K. A. Wilk *Molecules* (2023) 28(4), 1986.
- [4] M. Bartman, S. Balicki, L. Hołysz, K. A. Wilk *J. Surfactants Deterg.* (2024) 27, 79-92.
- [5] M. Bartman, S. Balicki, L. Hołysz, K. A. Wilk *ChemPhysChem* (2024) 25(3).



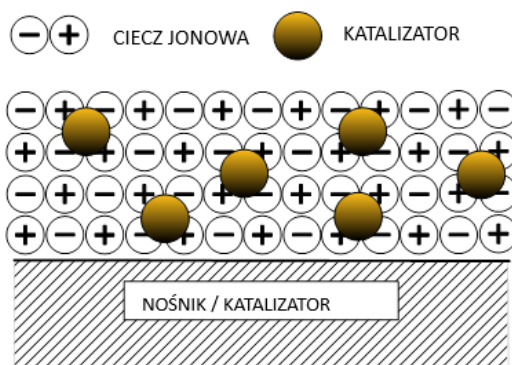


## BADANIA NAD NOWYMI UKŁADAMI KATALITYCZNYMI DLA PROCESÓW UTLENIANIA

Beata Orlińska\*, Dawid Lisicki, Shakir Ul Azam, Kacper Cykowski, Mateusz Słaboń

*Katedra Technologii Chemicznej Organicznej i Petrochemii, Politechnika Śląska,  
ul. Krzywoustego 4, 44-100 Gliwice  
\*beata.orlinska@polsl.pl*

Rozwój przemysłu chemicznego związany jest z rozwojem zrównoważonych technologii, które wymagają stosowania zielonych rozpuszczalników i aktywnych systemów katalitycznych. W tym celu podjęto badania w kierunku opracowania nowych rozwiązań dla procesów utleniania, które umożliwią szersze zastosowanie tlenu lub nadtlenku wodoru jako utleniaczy, w łagodnych warunkach, przy jednoczesnym wyeliminowaniu rozpuszczalników organicznych lub zastąpieniu ich bardziej przyjaznymi dla środowiska substancjami. Badanymi systemami były układy typu SILP-SCILL (rys. 1) złożone z heterogenicznego katalizatora lub nośnika pokrytego warstwą cieczy jonowej zawierającej rozpuszczony katalizator (sole kobaltu(II) lub miedzi(II)). Jako nośniki stosowano modyfikowaną krzemionkę, polistyren, nanorurki węglowe. Aktywność nowych układów katalitycznych i możliwość ich zawrotu badano w reakcji utleniania węglowodorów tlenem.



Rys. 1. Układ SILP-SCILL

Badania były współfinansowane przez Rektora Politechniki Śląskiej  
(grant nr 04/050/RGJ24/0186 oraz 04/050/BK\_24/0191)

Literatura:

[1] S. Ul Azam, K. Peckh, B. Orlińska, *J. Chem. Eng.* (2023) 457, 141207.



## O konkurencji w adsorpcji wieloskładnikowej lotnych związków organicznych

**Martyna Jurkiewicz\***, Robert Pełech, Marlena Musik, Rafał Rakoczy

*Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, al. Piastów 42, 71-065 Szczecin*

*\*martyna.jurkiewicz@zut.edu.pl*

Ludzie są narażeni na działanie lotnych związków organicznych (LZO) zarówno na zewnątrz, jak i wewnątrz budynków. Do LZO zaliczają się związki chemiczne z grupy węglowodorów alifatycznych i aromatycznych, aldehydów, ketonów, alkoholi. Źródła emisji LZO to między innymi procesy przemysłowe, rolnictwo, spalanie paliw czy nawet wykonywanie codziennych czynności (np. palenie tytoniu, malowanie pomieszczeń, gotowanie). Nie należy jednak uznawać działalności człowieka za jedyny powód powstawania LZO, bowiem rośliny także je wydzielają np. w celu ochrony przed drapieżnikami. Ze względu na niekorzystne (przy pewnych stężeniach) działanie LZO, istotne jest szczegółowe scharakteryzowanie procesów oczyszczania powietrza z tych substancji. [1, 2]. Jednym z nich jest adsorpcja, a szczególnym jej rodzajem jest adsorpcja wieloskładnikowa, ponieważ lepiej oddaje warunki rzeczywiste.

W pracy przedstawiono wyniki adsorpcji dwóch mieszanin czteroskładnikowych lotnych związków organicznych na modyfikowanym kwasem jabłkowym węglu aktywnym [3]. W obu przypadkach zaobserwowano wzrost pojemności adsorpcyjnej adsorbentu w wyniku modyfikacji chemiczno-fizycznej oraz występowanie zjawiska adsorpcji konkurencyjnej. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że kluczową rolę w przebiegu procesu odgrywają prężności par adsorbatów.

### Literatura:

- [1] L. Zhu, D. Shen, K. Luo, *J. Hazard. Mater.* 2020 389, 122102.
- [2] J. Zhang, J. Xiao, X. Chen, X. Liang, L. Fan, D. Ye, *J. Environ. Sci.* 201, 69, 155-165.
- [3] M. Jurkiewicz, M. Musik, R. Pełech, *Ind. Eng. Chem. Res.* 2023 62, 3716-3723.



## „ŻYWE POLIMERY” – MODELOWANIE WŁAŚCIWOŚCI REOLOGICZNYCH PŁYNÓW PRZY UŻYCIU SURFAKTANTÓW

Jacek Różański\*, Sylwia Różańska, **Patrycja Wagner**, Ewelina Warmbier

Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska, Berdychowo 4, 60-965 Poznań  
\*jacek.rozanski@put.poznan.pl

Jedną ze specyficznych właściwości związków powierzchniowo czynnych jest zdolność do formowania micel o różnorodnym kształcie. Jeśli w roztworze powstaną bardzo długie micelle cylindryczne zwane robaczkowymi (WLM), następuje gwałtowna zmiana właściwości reologicznych płynu. Micelle tego typu mogą ulec splątaniu lub przekształceniu w micelle usieciowane, co prowadzi do wzrostu lepkości płynu o kilka rzędów wielkości. Obecnie micelle robaczkowe są wykorzystywane przede wszystkim do kształtowania właściwości reologicznych kosmetyków i chemii gospodarstwa domowego. Znajdują również zastosowanie przy kształtowaniu lepkości płynów szczelinujących, maści, czy też przy redukcji oporów przepływu [1]. W ostatnich latach są prowadzone badania nad roztworami WLM, których właściwości można zmieniać poprzez naświetlania promieniami UV/VIS (płyny fotoreologiczne). Celem tej pracy jest przedstawienie głównych czynników wpływających na formowanie się WLM w oparciu o własne badania eksperymentalne. Przedstawiony zostanie wpływ soli prostych, soli organicznych, pH i temperatury na właściwości reologiczne roztworów mieszanin surfaktantów zwitterjonowych i anionowych (kokamidopropylobetaina i dodecylobenzenian sodu) oraz niejonowych i anionowych (BrijL4 i cholan sodu). Charakterystyczną cechą roztworów surfaktantów jest występowanie maksimów lepkości przy zmianie stosunku molowego składników mieszaniny, stężenia soli oraz pH [2]. Maksima lepkości są związane ze zmianą kształtu micel w roztworze. Najczęściej następuje przekształcenie WLM w micelle usieciowane lub struktury warstwowe. Zmiany kształtu micel będą wyjaśnione w oparciu o teorię upakowania.

Praca została sfinansowana przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

### Literatura:

[1] Z. Chu, C.A. Dreiss, Y. Feng *Chem. Soc. Rev.* (2013) 42, 7174-7203.

[2] E. Warmbier, A. Altaee, J. Różański, T. Kazwini, S. Różańska, I. Ibrar, P. Wagner, M. Al-Ejji, A.H. Hawari *Langmuir* (2024) 40, 1707-1716.

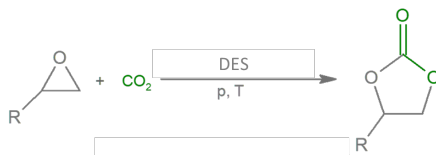


## ROZPUSSZCZALNIKI GŁĘBOKO EUTEKTYCZNE W SYNTEZIE CYKLICZNYCH WĘGLANÓW

Agnieszka Siewniak\*, Dorota Mańka, Piotr Kania

Wydział Chemiczny, Politechnika Śląska, Krzywoustego 4, 44-100 Gliwice  
\*agnieszka.siewniak@polsl.pl

5-członowe cykliczne węglany, takie jak węglan etylenu i propylenu, dzięki swoim wyjątkowym właściwościom – wysokiej stałej dielektrycznej, niskiej prężności par, niskiej toksyczności oraz biodegradowalności – znajdują szerokie zastosowanie w przemyśle. Wykorzystywane są m.in. jako rozpuszczalniki, elektrolity do baterii jonowo-litowych oraz półprodukty do dalszych syntez [1]. Na skalę przemysłową wytwarza się je głównie w reakcji epoksydów z CO<sub>2</sub>. Proces ten charakteryzuje się 100% wydajnością atomową, możliwością wykorzystania odpadowego CO<sub>2</sub> oraz brakiem konieczności użycia rozpuszczalników. Mimo to, reakcja ta wymaga katalizatora, dlatego wciąż poszukuje się aktywnych i przyjaznych dla środowiska rozwiązań. Obiecującą odpowiedzią na te potrzeby są rozpuszczalniki głęboko eutektyczne (DES), które cechują się prostotą wytworzenia, wysoką stabilnością termiczną i chemiczną, aktywnością katalityczną oraz biodegradowalnością.



Rys. 1. Reakcja modelowa syntezy cyklicznych węglanów

W pracy przedstawiono wyniki badań nad reakcją modelową syntezy węglanu propylenu z tlenku propylenu i CO<sub>2</sub>, prowadzoną przy użyciu DES-ów opartych na IV-rzędowych solach amoniowych i kwasach organicznych. Zbadano wpływ struktury składników DES, czyli akceptorów i donorów wiązania wodorowego, a także parametrów reakcji na wydajność produktu.

Badania zostały współfinansowane ze środków przeznaczonych na działalność statutową  
(BK04/050/BK\_24/0191)

### Literatura:

- [1] A. Rehman, F. Saleem, F. Javed, A. Ikhlaq, S. W. Ahmad, A. Harvey *J. Environ. Chem. Eng.* (2021) 9, 105113.
- [2] D. Mańka, A. Siewniak *Molecules* (2022) 27, 9006.



## **ANALIZA TECHNOLOGII WYTWARZANIA BIOAKTYWNYCH CIECZY JONOWYCH Z KOMPONENTEM PELARGONOWYM POD KĄTEM PROFILU ICH ZANIECZYSZCZEŃ I WPŁYWU NA ŚRODOWISKO**

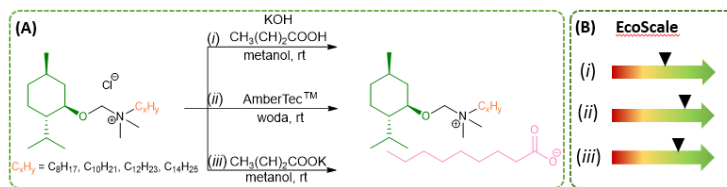
**Aleksandra Gersz<sup>1</sup>, Joanna Feder-Kubis<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>*Wydział Chemiczny, Politechnika Wroclawska, wyb. Stanisława Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław*

<sup>2</sup>*Department of Inorganic Chemistry, Technische Universität Dresden, 01069 Dresden, Germany*

Poszukiwanie nowych, użytecznych aplikacyjnie i bezpiecznych dla środowiska związków jest obecnie jednym z ważniejszych nurtów badań naukowych. Ciecze jonowe i ich unikatowe właściwości mogą stanowić odpowiedź na wyzwania współczesnej technologii [1]. Omawiane związki to sole o budowie jonowej, najczęściej złożone z organicznego kationu oraz organicznego lub nieorganicznego anionu. [2]. Szeroki zakres temperatur, w którym sole jonowe występują w ciekłym stanie skupienia, możliwość doboru kationu i anionu oraz znikoma prężność par klasyfikują te związki jako „zielone rozpuszczalniki” oraz umożliwiają ich szerokie zastosowanie w wielu dziedzinach [3,4].

Niniejsza praca przedstawia badania nad procesowym podejściem do projektowania i syntezy cieczy jonowych z komponentami naturalnymi: kwasem pelargonowym oraz alkoholem terpenowym, które mają duże znaczenie aplikacyjne w sektorze uprawy i ochrony roślin. Kation i anion dobrano w taki sposób, aby zapewnić szerokie spektrum działania związku oraz aktywność biologiczną na wyższym poziomie aniżeli dotychczasowe rozwiązania. Porównano różne metody prowadzenia wymiany jonowej: (i) przez KOH, (ii) przez kolumnę z żywicą jonowymienną AmberTecTM, (iii) przez sól kwasu pelargonowego (Rys. 1A) oraz zbadano, w jaki sposób wpływają one na profil zanieczyszczeń i właściwości fizykochemiczne związków jonowych. Szczególną uwagę zwrócono na aspekty ekologiczne procesu oraz wykorzystywane reagenty. Wykonano analizy i obliczenia z wykorzystaniem powszechnie dostępnych narzędzi (EcoScale) (Rys 1B). Skuteczność zsyntezowanych cieczy jonowych potwierdzono w testach na roślinach i chwastach.



Rys. 1. (A) Zastosowane metody prowadzenia wymiany jonowej; (B) Wyniki analizy ekologicznej dla różnych metod prowadzenia wymiany jonowej za pomocą EcoScale.

Literatura:

- [1] S.K. Singh, A.W. Savoy, Ionic liquids synthesis and applications: An overview, J Mol Liq 297 (2020).
- [2] M. Petkovic, K.R. Seddon, L.P.N. Rebelo, C.S. Pereira, Chem. Soc. Rev. (2011) 40, 1383-1403.
- [3] K.R. Seddon, Ionic liquids for clean technology, John Wiley & Sons Ltd (1997) 351-356.
- [4] J.M. Gomes, S.S. Silva, R.L. Reis Chem. Soc. Rev. (2019) 48, 4317-4335.



## CIECZE JONOWE Z KOMPONENTEM (1R,2S,5R)-(-)-MENTOLU: SYNTEZA, CHARAKTERYSTYKA I ZASTOSOWANIA

Przemysław Pietrusiak<sup>1</sup>, Barbara Pawłowska<sup>2</sup>, Robert Biczak<sup>2</sup>,  
Joanna Feder-Kubis<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Wydział Chemiczny, Politechnika Wrocławska, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław

<sup>2</sup>Wydział Nauk Ścisłych, Przyrodniczych i Technicznych, Uniwersytet Humanistyczno-Przyrodniczy im. Jana Długosza, al. Armii Krajowej 13/15, 42-200 Częstochowa

<sup>3</sup>Wydział Chemiczny, Uniwersytet Techniczny w Dreźnie, Bergstrasse 66, 01062 Drezno

\*przemyslaw.pietrusiak@pwr.edu.pl

Ciecze jonowe (CJ) to związki chemiczne o wyjątkowych właściwościach, znajdujące szerokie zastosowanie w wielu dziedzinach nauki i przemysłu [1]. Tak duże zainteresowanie tą grupą związków oraz obszerne możliwości związane z ich aplikacją przekładają się na zwiększenie szansy ich przedostania się do środowiska naturalnego, a tym samym skażenia wód oraz gleb [2]. Stąd też w ostatnich latach szczególną uwagę poświęca się CJ zawierającym naturalne komponenty biokompatybilne, takie jak monoterpény [3], cukry [4] czy aminokwasy [5]. W niniejszej pracy zsyntezowano, scharakteryzowano oraz określono fitotoksyczność CJ z fragmentem (1R,2S,5R)-(-)-mentolu. W badanych solach jako przeciwjon zastosowano różne strukturalnie fluorowcopochodne aniony:  $^{-}N(SO_2CF_3)_2$ ,  $CF_3SO_3^{-}$ ,  $CF_3CF_2CF_2CF_2SO_3^{-}$ ,  $^{-}N(SO_2C_2F_5)_2$ ,  $CHF_2CF_2SO_3^{-}$ . Przedstawione aniony zostały wybrane z puli szeroko stosowanych np. w elektrochemii, ekstrakcji czy katalizie [1]. W pracy zbadano wpływ imidazoliowych CJ zawierających naturalny komponent optycznie czynnego (1R,2S,5R)-(-)-mentolu na wzrost i rozwój wybranych gatunków roślin wyższych. Wykazano, że otrzymane sole oddziałują na fizjologię roślin uprawnych, a efekt ten zależy od rodzaju zastosowanego związku jonowego, jego stężenia oraz gatunku testowanej rośliny.

Badania sfinansowane ze środków Narodowego Centrum Nauki - OPUS 19 2020/37/B/NZ9/04201

### Literatura:

[1] Pereiro et al., *ACS Sustain. Chem. Eng.* (2013) 1 (4), 427-439.

[2] Cho et al., *Sci. Total. Environ.* (2021) 786, 147309.

[3] Suchodolski et al., *Microbiol. Res.* (2017) 197, 56-64.

[4] Jayachandra et al., *ChemistrySelect* (2016) 1, 2341.

[5] Chen et al., *Chem. Eng. J.* (2024) 495, 153534.



## FOLIE SKROBIOWO-CHITOZANOWE PLASTYFIKOWANE CIECZĄ GŁĘBOKO EUTEKTYCZNĄ NA BAZIE KWASU JABŁKOWEGO

**Dorota Skowrońska\***, Katarzyna Wilpiszewska, Bartosz Jandula

*Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny  
w Szczecinie, ul. Pułaskiego 10, 70-322 Szczecin*

*\*dorota.skowronska@zut.edu.pl*

Zastosowanie biopolimerów do produkcji tworzyw sztucznych umożliwia produkcję biodegradowalnych, nietoksycznych materiałów z surowców odnawialnych. Rozbudowana sieć wiązań wodorowych (zarówno w obrębie jednej makrocząsteczki, jak i pomiędzy sąsiadującymi) znacznie ogranicza przetwórstwo polisacharydów tradycyjnymi metodami. Temperatury przejść fazowych można obniżyć, stosując małowiązujące substancje zdolne do tworzenia wiązań wodorowych z polimerem – plastyfikatory [1]. W ostatnim czasie bada się wykorzystanie cieczy głęboko eutektycznych, jako plastyfikatorów zarówno skrobi [2] jak i chitozanu [3]. Ciecze głęboko eutektyczne to mieszaniny donora (np. poliole, kwasy karboksylowe, aminy) i akceptora (np. czwartorzędowe sole amoniowe) wiązań wodorowych. Zmieszane w odpowiednich proporcjach tworzą lepłą ciecz o temperaturze topnienia niższej od  $T_m$  poszczególnych komponentów [4]. Metodą wylewania roztworu z powodzeniem otrzymano folie skrobiowo-chitozanowe. Zbadano wpływ zawartości (do 50%wag.) i typu chitozanu (nisko- i wysokocząsteczkowy) na właściwości materiałów. Jako plastyfikator zastosowano ciecz głęboko eutektyczną składającą się z chlorku cholicy i kwasu jabłkowego (stosunek molowy 1:1). Zbadano właściwości termiczne (DSC, TGA) i mechaniczne folii. Ponadto wykonano widma w podczerwieni, dyfraktogramy XRD oraz testy absorpcji wilgoci.

### Literatura:

- [1] C.E. Montilla-Buitrago, R.A. Gómez-López, J.F. Solanilla-Duque, L. Serna-Cock, H.S. Villada-Castillo Starch – Stärke. (2021) 73, 2100060.
- [2] D. Skowrońska, K. Wilpiszewska Polymers (Basel). (2022) 14, 220.
- [3] E. Jakubowska, M. Gierszewska, J. Nowaczyk, E. Olewnik-Kruszkowska Food Hydrocoll. (2020) 108, 106007.
- [4] B.B. Hansen, S. Spittle, B. Chen, D. Poe, Y. Zhang, J.M. Klein, A. Horton, L. Adhikari, T. Zelovich, B.W. Doherty, B. Gurkan, E.J. Maginn, A. Ragauskas, M. Dadmun, T.A. Zawodzinski, G.A. Baker, M.E. Tuckerman, R.F. Savinell, J.R. Sangoro Chem Rev. (2021) 121, 1232–1285.





## **NOWE PLASTYFIKATORY DO POLI(CHLORKU WINYLU) OTRZYMYWANE Z UDZIAŁEM DIMERYZOWANYCH KWAŚÓW TŁUSZCZOWYCH**

**Patryk Dziendziol<sup>\*1,3</sup>, Sylwia Waśkiewicz<sup>2</sup>, Katarzyna Jaszcz<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Dep. Rozwoju, Grupa Azoty ZAK S.A., Mostowa 30A 47-220 Kędzierzyn-Koźle*

<sup>2</sup>*Katedra Fizykochemii i Technologii Polimerów, Politechnika Śląska, M. Strzody 9, 44-100 Gliwice*

<sup>3</sup>*Wspólna Szkoła Doktorska, Politechnika Śląska, Akademicka 2A, 44-100 Gliwice*

*\*Patryk.Dziendziol@grupaaazoty.com*

W 2020 r. ponad 50% rynku plastyfikatorów do PVC stanowiły ftalany [1]. Ze względu na ich toksyczny wpływ na środowisko naturalne i organizm człowieka, prawo unijne zakazuje wykorzystywania wybranych ftalanów do jakiegokolwiek zastosowania w ilościach większych niż 0,1% mas. Naukowcy z całego świata opracowują nowe związki, cechujące się trwałością, wydajnością i kompatybilnością z PVC, a dodatkowo pochodzące ze źródeł odnawialnych, co pozwala ograniczyć zużycie surowców ropopochodnych [2]. Prezentowana praca przedstawia sposób syntezy oraz badania aplikacyjne nowych plastyfikatorów otrzymywanych z wykorzystaniem kwasu adypinowego, glikolu trietylenowego, 2-etyloheksanolu oraz dimeryzowanych kwasów tłuszczowych. Nowe oligoestry poddawano próbie wstępnego oszacowania przydatności związku jako plastyfikatora do PVC [3]. Na tej podstawie wytypowano kilka plastyfikatorów do wytworzenia suchej mieszanki PVC, wytłaczania, granulacji i prasowania. Tak otrzymane tworzywo poddano badaniom wytrzymałości mechanicznej na rozciąganie, migracji do LDPE, twardości, a także analizie temperatury zeszklenia (DSC) oraz temperatury rozkładu (TGA) wyrobu. Wytworzono także mieszanki nowych plastyfikatorów z dostępnym handlowo DEHT i porównano właściwości.

Praca wykonana ze wsparciem finansowym Ministerstwa Edukacji i Nauki otrzymanym w ramach programu stypendialnego "Doktorat wdrożeniowy" przyznanego na podstawie umowy RJO/SDW/005-06

### Literatura:

[1] IHS Markit, Chemical Economics Handbook, Plasticizers (2021).

[2] P. Dziendziol, S. Waśkiewicz, K. Jaszcz, J. Czogała, E. Pankalla *Przem. Chem.* (2022) 10, 795-802.

[3] J. Czogała, E. Pankalla, R. Turczyn, Assessments of classical dry-blending/moulding and solution casting PVC plasticization effectiveness – a comparative study (2022).



## MATERIAŁY TERMOIZOLACYJNE NA BAZIE SUROWCÓW ALTERNATYWNYCH DO ZASTOSOWAŃ W BUDOWNICTWIE MODUŁOWYM

**Katarzyna Zielińska<sup>\*1</sup>**, Jan Wójcik<sup>1</sup>, Damian Kiełkiewicz<sup>1</sup>, Ewa Zawadzka<sup>2</sup>, Klaudiusz Borkowicz<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Sieć Badawcza Łukasiewicz-Institut Ciepłej Syntezy Organicznej „Blachownia”, Energetyków 9,  
47-225 Kędzierzyn-Koźle

<sup>2</sup>Sieć Badawcza Łukasiewicz- Institut Elektroniki, Mieczysława Pożaryskiego 28, 04-703 Warszawa

<sup>3</sup>Sieć Badawcza Łukasiewicz-Institut Ceramiki i Materiałów Budowlanych, Cementowa 8, 31-983  
Kraków

\*katarzyna.zielinska@icso.lukasiewicz.gov.pl

Projekt dotyczy opracowania metody i wytworzenia nowoczesnych materiałów izolacyjnych w postaci niepalnionych pianek poliuretanowych powstałych na bazie surowców odnawialnych bądź surowców pochodzących z recyklingu. Opracowany materiał znajdzie zastosowanie w budownictwie modułowym do termoizolacji ścian oraz dachów nowowznoszonych budynków. Tematyka projektu obejmuje nowe, zrównoważone dla gospodarki technologie dla budownictwa modułowego obejmujące dywersyfikację bazy surowcowej do produkcji poliuretanów. Kluczowym elementem projektu są lekkie izolacje termiczne bazujące na piankach poliuretanowych, które wśród dostępnych materiałów izolacyjnych, tj. spienionego polistyrenu (EPS), wełny mineralnej lub celulozy, wykazują najlepsze właściwości pod kątem izolacji termicznej oraz izolacji akustycznej.



Rys. 1. Otrzymane w ramach projektu innowacyjne pianki poliuretanowe.

Projekt dofinansowany ze środków Budżetu Państwa w ramach projektu celowego pn. "Materiały termoizolacyjne na bazie surowców alternatywnych do zastosowań w budownictwie modułowym - projekt celowy", nr 1/Ł-ICSO/CŁ/2022 realizowanego od 01.10.2022 do 30.11.2024



## APLIKACJA CIECZY JONOWYCH O DUALISTYCZNYM KWASOWO-METALICZNYM CHARAKTERZE

Piotr Latos<sup>1\*</sup>, Julia Gabzdyl<sup>1</sup>, Karol Erfurt<sup>1</sup>, Alexy Maximenko<sup>2</sup>, Anna Chrobok<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Wydział Chemiczny, Katedra Technologii Chemicznej Organicznej i Petrochemii, Politechnika Śląska, Krzywoustego 4, 44-100 Gliwice

<sup>2</sup>SOLARIS Narodowe Centrum Promieniowania Synchrotronowego, Uniwersytet Jagielloński, 30-392 Kraków

\*E-mail: Piotr.latos@polsl.pl

Ciecze jonowe to związki cieszące się coraz większą popularnością wśród badaczy ze względu na ich wiele zalet. Są to związki całkowicie zbudowane z jonów lecz posiadają relatywnie niską temperaturę topnienia poniżej 100°C.

Ciecze jonowe znajdują wiele zastosowań w procesach chemicznych jako katalizatory lub rozpuszczalniki. Włączenie do struktury atomu cynku pozwala na wytworzenie nowatorskiej struktury cieczy jonowej na bazie metalu, który łączy cechy katalizatora kwasowego i metalicznego.

Otrzymana ciecz jonowa okazała się doskonałym katalizatorem syntezy nieftalanowego plastyfikatora na bazie bursztynianu bis(2-etyloheksylu), uzyskując 100% wydajność w zaledwie 60 minut prowadzenia procesu w 130°C. Ciecze jonowe na bazie cynku są całkowicie nierozpuszczalne w fazie estru co pozwala na łatwe ich wydzielenie i ponowne zawrócenie bez straty aktywności.

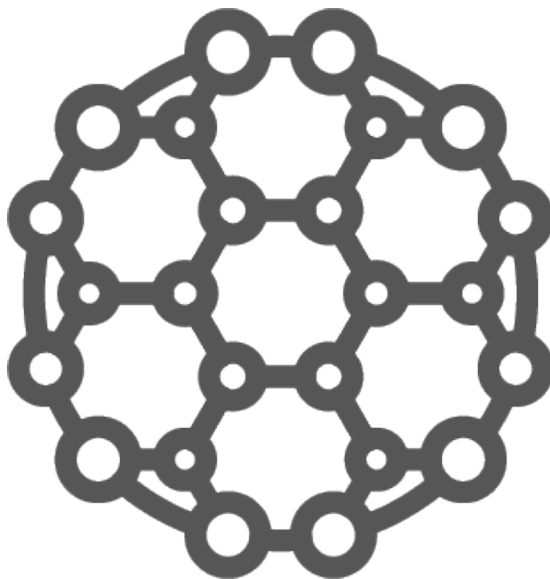
Ze względu na ich niską cenę, prostą syntezę oraz wysoką aktywność katalityczną posiadają wysoki potencjał aplikacyjny jako katalizatory i rozpuszczalniki w wielu procesach chemicznych.

Projekt finansowany z Narodowego Centrum Nauki, Grant nr. UMO-2022/45/B/ST8/02288.

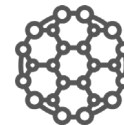
Literatura:

- [1] A.P. Abbott, G. Capper, D.L. Davies, H.L. Munro, R.K. Rasheed, V. Tambyrajah, *Chem. Commun.* (2001) 2010-2011.
- [2] J. Estager, P. Nockemann, K.R. Seddon, M. Swadźba-Kwaśny, S. Tyrrell, *Inorg. Chem.* (2011) 50, 5258-5271.
- [3] P. Latos, J. Gabzdyl, K. Erfurt, D. Łukowiec, A. Maximenko, S. Jurczyk, A. Chrobok, *Catal. Today*, (2024) 114806.

# **TECHNOLOGIE FUNKCJONALNYCH MATERIAŁÓW I NANOMATERIAŁÓW**



**WYKŁADY SEKCYJNE**



## ROZPUSZCZONA W CIECZACH JONOWYCH CELULOZA JAKO SPOSÓB WPROWADZANIA DO KOMPOZYTU EPOKSYDOWEGO, GENEROWANEGO IN SITU, WYPEŁNIENIA NATURALNEGO PRZY JEDNOCZESNYM SIECIOWANIU ŻYWICY PRZEZ CIECZE JONOWE

Marcin Śmiglak<sup>\*1</sup>, Dawid Zieliński<sup>1,2</sup>, Andrea Szpecht<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Poznański Park Naukowo-Technologiczny, Fundacja Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza  
w Poznaniu, ul. Rubież 46, 61-612 Poznań

<sup>2</sup>Wydział Chemii, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu,  
ul. Uniwersytetu Poznańskiego 8, 61-614 Poznań

\*marcin.smiglak@ppnt.poznan.pl

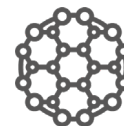
Celuloza jako wszechstronny biopolimer, jest szeroko stosowana w przemyśle papierniczym, tekstylnym czy spożywczym. Jej popularność i duża dostępność sprawiły, że od lat prowadzone są badania nad modyfikacją celulozy, która ma na celu wytworzenie zaawansowanych pod kątem właściwości fizykochemicznych i kompatybilnych z innymi materiałami, pochodnych tego biopolimeru. Przełomowym momentem w tych badaniach było odkrycie zjawiska rozpuszczania celulozy w cieczach jonowych (*Ionic Liquids*, ILs), co umożliwiło przeprowadzenie tego biopolimeru w stan płynny i dalsze jego przetwarzanie [1].

W prezentowanych badaniach oceniono skuteczność systemu złożonego z dwóch cieczy jonowych i co-rozpuszczalnika w rozpuszczaniu celulozy oraz jako inicjatora utwardzania żywic epoksydowych. Badano również możliwość wprowadzenia celulozy rozpuszczonej w ILs do żywicy, jako wypełniacza naturalnego uwalnianego w matrycy żywicznej podczas mieszania. Wyniki wykazały, że celuloza formowana *in situ* poprawia właściwości mechaniczne kompozytów epoksydowych wzmocnionych włóknami lnianymi. Testy mechaniczne wykazały wzrost temperatury zeszklenia ( $T_g$ ) i wyższą temperaturę ugięcia pod obciążeniem (HDT), ale także 50% spadek wytrzymałości na uderzenia, sugerujący zwiększoną kruchość materiału.

Badania realizowane w ramach projektu finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki  
SONATA BIS 7 (2017/26/E/ST8/01059)

Literatura:

[1] Zieliński, D., Szpecht, A., Maciejewski, H. et al. Cellulose (2024).



## **NOWE FOTOINICJATORY RODNIKOWE I KATIONOWE ORAZ MOŻLIWOŚCI ICH WYKORZYSTANIA W OPRACOWYWANIU INNOWACYJNYCH FOTOUTWARDZALNYCH ŻYWIC DEDYKOWANYCH DO DRUKU 3D-VAT NANOKOMPOZYTOWYCH MATERIAŁÓW POLIMEROWYCH**

**Joanna Ortyl<sup>\*1,2,3</sup>, Filip Petko<sup>1,2</sup>, Andrzej Swieży<sup>1,2</sup>, Patrycja Środa<sup>1,2</sup>, Paweł  
Nieżgoda<sup>1,3</sup>, Patryk Szymaszek<sup>1</sup>, Magdalena Jankowska<sup>1</sup>, Agnieszka Sysło<sup>1</sup>**

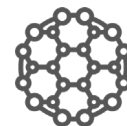
<sup>1</sup>Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska, Warszawska 24, 31-155  
Kraków, <sup>2</sup>Photo HiTech Ltd., Bobrzyńskiego 14, 30–348 Kraków, <sup>3</sup>Photo4Chem Ltd., Lea 114, 30–  
155 Kraków \*jortyl@chemia.pk.edu.pl

Obecnie procesy fotoindukowanej polimeryzacji znajdują szerokie zastosowanie w przemyśle mikroelektronicznym, w druku 3D (do tworzenia trójwymiarowych modeli stosowanych w szybkim prototypowaniu), w medycynie (do otrzymywania hydrożeli polimerowych stosowanych do gojenia się ran), w stomatologii (do wykonywania wypełnień fotoutwardzalnych) [1]. Druk 3D-VAT jest metodą wytwarzania addytywnego, która uważana jest za jedną z najbardziej zaawansowanych metod wytwarzania materiałów. Jest to głównie spowodowane brakiem konieczności stosowania form i mechanicznej obróbki otrzymanych przedmiotów. Techniki druku 3D oparte na fotopolimeryzacji, takie jak stereolitografia (SLA) czy cyfrowa obróbka świetlna (DLP), przyciągają obecnie wiele uwagi ze względu na ich wszechstronność i możliwość dostosowania do potrzeb użytkownika. Charakteryzują się one wieloma zaletami, do których można zaliczyć m.in.: wytwarzanie materiałów o ściśle określonej geometrii i wysokiej rozdzielczości optycznej, przy jednoczesnym zachowaniu rozsądnych szybkości narastania materiału [2]. Na szczególną uwagę zasługują materiały nanokompozytowe, w których dodatek nanonapełniacza zmienia końcowe właściwości wyrobu, np.: poprawia jego właściwości termomechaniczne, zwiększa odporność cieplną, zapewnia właściwości przewodzące [3].

Niniejsze prace były finansowane w ramach projektu OPUS LAP nr umowy 2020/39/I/ST5/03556.

[1] *Mater. Adv.*, 2024, 5, 788-805. [2] *Polym. Chem.*, 2023, 14, 2088-2106. [3] *Europ. Polym.*

*Journal*, 2023, 198, 112403.



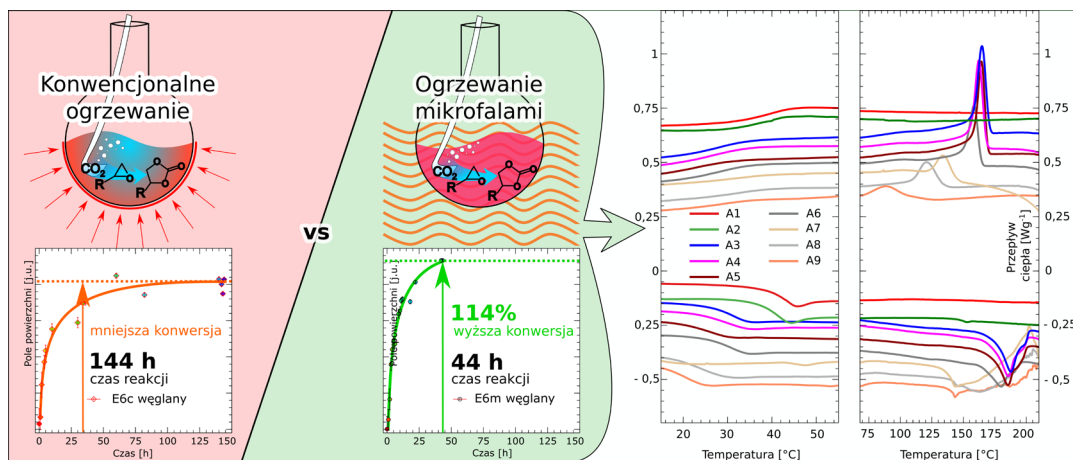
## SYNTEZA BIS(CYKLICZNYCH WĘGLANÓW) Z ŻYWICY EPOKSYDOWEJ POD WPŁYWEM PROMIENIOWANIA MIKROFALOWEGO

Jan Ozimek\*, Edyta Hebda, Krzysztof Pielichowski

<sup>1</sup>Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska, Warszawska 24,  
31-155 Kraków

\*jan.ozimek@pk.edu.pl

W wystąpieniu opisano zastosowanie promieniowania mikrofalowego w syntezie bis(cyklicznych węglanów) (BCC) w masie (bez rozpuszczalnika) poprzez cykloaddycję dwutlenku węgla przy użyciu Epidianu 6 - komercyjnej żywicy epoksydowej, i porównano ten proces z metodą konwencjonalną, z recyklem CO<sub>2</sub>. Cykloaddycja CO<sub>2</sub> do epoksydów jest ekologiczną i wydajną metodą tworzenia bis(cyklicznych węglanów) [1]. Ponadto, wprowadzanie gazu do mieszaniny reakcyjnej przeprowadzono pod ciśnieniem atmosferycznym przy kontrolowanej szybkości przepływu, co jest korzystne z punktu widzenia ekonomicznego. Postępujące zmiany i obecność charakterystycznych ugrupowań monitorowano przy użyciu FTIR-ATR. Otrzymane produkty zastosowano do syntezy poliuretanów bezizocyanianowych o właściwościach termoplastycznych.

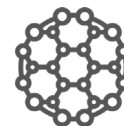


Rys. 1. Z lewej: FTIR-ATR skrócenie czasu i zwiększenie konwersji dzięki zastosowaniu mikrofal, Z prawej: DSC – topnienie, krystalizacja i temp. zeszklenia otrzymanych poliuretanów.

Autorzy dziękują NCN za wsparcie finansowe projektu No. DEC-2022/45/B/ST8/03060

Literatura:

[1] M. Rayung et al. RSC Adv. (2024) 9273–9299.



## INŻYNIERYJNE KOMPOZYTY CEMENTOWE JAKO PRZYKŁAD MATERIAŁÓW FUNKCJONALNYCH – NAJNOWSZE TRENDY I PERSPEKTYWY ROZWOJU

**Agnieszka Ślosarczyk<sup>\*1</sup>**, Izabela Kłapiszewska<sup>1</sup>, Patryk Jędrzejczak<sup>1</sup>, Marta Thomas<sup>1</sup>, Bartosz Gapiński<sup>3</sup>, Marcin Janczarek<sup>2</sup>, Łukasz Kłapiszewski<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Wydział Inżynierii Lądowej i Transportu, Politechnika Poznańska, ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań

<sup>2</sup> Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska, ul. Berdychowo 4, 61-131 Poznań

<sup>3</sup> Wydział Inżynierii Materiałowej i Fizyki Technicznej, Politechnika Poznańska,  
ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań,

\*agnieszka.slosarczyk@put.poznan.pl

Obecnie na świecie produkuje się około 5500 Mt klinkieru cementowego, z czego ponad 50% produkuje się w Chinach, 8% w Indiach, 26% w krajach rozwijających się, a tylko niecałe 11% w krajach rozwiniętych, do których należą głównie kraje Europy i Ameryki Płn. Negatywnym aspektem produkcji klinkieru cementowego jest emisja CO<sub>2</sub> do atmosfery, która stanowi około 10% globalnej emisji. Dlatego też przemysł budowlany powinien w najbliższych latach dążyć do wprowadzenia innowacyjnych rozwiązań materiałowych, które przyczynią się do obniżenia emisji CO<sub>2</sub> do atmosfery, jak i obniżenia śladu węglowego wytworzonych materiałów budowlanych i technologii [1]. Jednym z takich rozwiązań są inżynieryjne kompozyty cementowe, które oprócz wysokich parametrów wytrzymałościowych charakteryzują się nowymi właściwościami, m.in. fotokatalitycznymi, antybakteryjnymi czy przewodzącymi. Na podstawie przeglądu literatury i badań własnych przedstawiono najnowsze trendy w zakresie tematu, z uwzględnieniem zalet i wad oraz dalszych kierunków rozwoju inżynieryjnych kompozytów cementowych.

Źródło finansowania: Interdyscyplinarny Grant Rektorski 0412/SIGR/6579

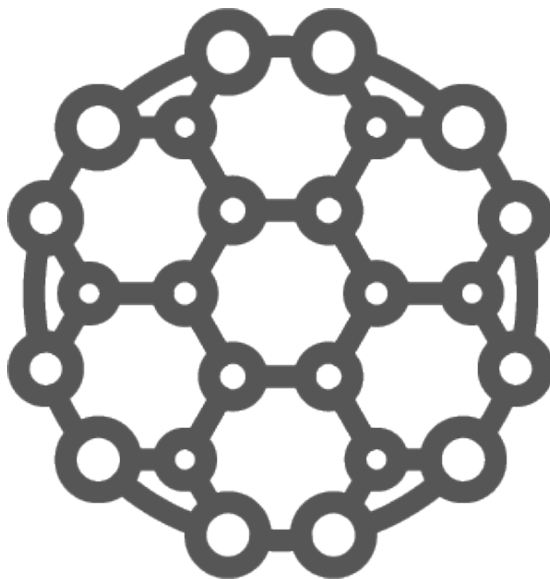
Literatura: (Calibri, 10)

[1] UN Environment, Scrivener K., John V.M., Gartner E.M., Eco-efficient cements: Potential economically viable solutions for a low-CO<sub>2</sub> cement-based materials industry, *Cement and Concrete Research* (2018) 114, 2-26.

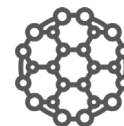
[2] Tian Q., Zhou J., Hou J., Zhou Z., Liang Z., Sun M., Hu J., Huang J., Building the future: Smart concrete as a key element in next-generation construction, *Construction and Building Materials* (2024) 429, 136364.



# **TECHNOLOGIE FUNKCJONALNYCH MATERIAŁÓW I NANOMATERIAŁÓW**



**KOMUNIKATY**



## NANOSYSTEMY BIOAKTYWNE OPARTE NA ZAWIESINACH NANOCZĄSTEK METALI I NIEMETALI W ROZPUSZCZALNIKACH GŁĘBOKO EUTEKTYCZNYCH

**Olga Długosz<sup>\*1,2</sup>, Anna Żebracka<sup>1</sup>, Anna Chmielowiec-Korzeniowska<sup>1</sup>,  
Marcin Banach<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Wydział Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie,  
Akademicka 13, 20-950 Lublin;*

<sup>2</sup>*Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska, Warszawska 24, 31-155  
Kraków*

\* : [olga.dlugosz@pk.edu.pl](mailto:olga.dlugosz@pk.edu.pl)

Nanocząstki metali i niemetalu są stosowane jako alternatywne przeciwdrobnoustrojowe substancje czynne o wysokiej skuteczności przeciwko bakteriom, grzybom i wirusom. Wysoka skuteczność nanomateriałów wynika częściowo z ich niewielkich rozmiarów i wysokiego stosunku powierzchni do objętości, co zwiększa ich interakcję z błonami patogenów [1]. Jednak specyficzne mechanizmy, za pomocą których nanocząstki wpływają na komórki, pozostają w dużej mierze nieznane [2].

Do otrzymania zawiesin nanocząstek metali i niemetalu zastosowano rozpuszczalniki głęboko eutektyczne (DES), ostatnio coraz bardziej doceniane przez środowisko naukowe. Opisano szereg DES składających się z różnych składników, takich jak cholina, mocznik, kwasy organiczne i cukry [3]. Łącząc nanocząstki metali i niemetalu, znane ze swoich silnych właściwości przeciwdrobnoustrojowych, z DES, można opracować innowacyjne materiały wielofunkcyjne. Niniejsze badania mają na celu ocenę bioaktywnych właściwości układów nanocząstek srebra, miedzi i selenu w DES oraz analizę interakcji w układach metal/niemetal DES. W szczególności badania koncentrują się na ich selektywnych właściwościach utleniających, wpływające na bioaktywność materiałów [4].

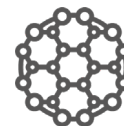
Badania przedstawione w pracy są wynikiem projektu badawczego nr 2022/44/C/NZ8/00117/Sonatina finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki.

[1] J. Liu, X. et al. *J. Hematol. Oncol.* (2023) 16:1 16 1–34.

[2] A.H. Hashem, et al. *Starch - Stärke* 74 (2022) 2100165.

[3] S.V. Kaymaz, *Adv. Colloid Interf. Sci.* 322 (2023) 103035.

[4] J. Cao, *J. Mol. Liq.* 318 (2020) 113997.



## MATERIAŁY POLIMEROWE DO ZASTOSOWAŃ MEDYCZNYCH

Kacper Krocze<sup>1</sup>, Katarzyna Bulanda<sup>2</sup>, Rafał Oliwa<sup>2</sup>, Marek Potoczec<sup>3</sup>, Balawender Krzysztof<sup>4</sup>, Jacek Szczygielski<sup>5</sup>, Andrzej Maciejczak<sup>5</sup>, Bogumił Lewandowski<sup>6</sup>, Paweł Pakla<sup>6</sup>, Damian Filip<sup>7</sup>, Józef Cebulski<sup>8</sup>, **Mariusz Oleksy**\*<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Szkoła Doktorska Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza, Al. Powstańców Warszawy 6, 35-959 Rzeszów

<sup>2</sup> Katedra Kompozytów Polimerowych, Wydział Chemiczny, Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza, Al. Powstańców Warszawy 6, 35-959 Rzeszów

<sup>4</sup> Zakład Anatomii Prawidłowej i Klinicznej, Instytut Nauk Medycznych, Kolegium Nauk Medycznych, Uniwersytet Rzeszowski, ul. Leszka Czarnego 4, 35-615 Rzeszów

<sup>5</sup> Zakład Neurochirurgii, Instytut Nauk Medycznych, Uniwersytet Rzeszowski, Al. W. Kopisto 2a, 35-959 Rzeszów

<sup>6</sup> Zakład Chirurgii Czaskowo-Szczękowo-Twarzowej, Instytut Nauk Medycznych, Uniwersytet Rzeszowski, Al. W. Kopisto 2a, 35-959 Rzeszów

<sup>7</sup> Zakład Ortopedii i Traumatologii, Instytut Nauk Medycznych, Uniwersytet Rzeszowski, Al. W. Kopisto 2a, 35-959 Rzeszów

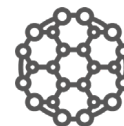
<sup>8</sup> Zakład Optometrii i Spektroskopii, Instytut Nauk Fizycznych, Kolegium Nauk Przyrodniczych Uniwersytet Rzeszowski, Al. W. Kopisto 2a 35-959 Rzeszów

\*molek@prz.edu.pl

Materiały polimerowe do zastosowań medycznych powinny być przede wszystkim biokompatybilne z ludzką tkanką, posiadać odpowiednią wytrzymałość mechaniczną i zachować stabilność wymiarów otrzymanego z nich implantu po sterylizacji wysokotemperaturowej. Ponadto, powinny być materiałami nietoksycznymi oraz niewywołującymi wpływu na układ odpornościowy człowieka [1]. W ostatnich latach implanty polimerowe wytwarzane metodą druku 3D są coraz częściej stosowane w medycynie. Dzięki tej nowoczesnej technologii można produkować implanty o bardzo precyzyjnych kształtach, co pozwala na ich lepsze dopasowanie do anatomicznych warunków pacjenta. Niniejsza praca dotyczy wykorzystania i otrzymywania kompozytów na podstawie wybranych polimerów (PLA i TPU) z dodatkiem wytypowanych napełniaczy do zastosowań w chirurgii szczękowej, neurochirurgii i urologii. Takie kompozyty mogą przyczynić się do rozwoju nowych i bardziej skutecznych implantów, które spełnią potrzeby pacjentów, a także urządzeń edukacyjnych dla personelu medycznego i studentów medycyny umożliwiających przetrenowanie zabiegów chirurgicznych.

Literatura:

[1] K. Krocze et al., *Polymers* (2022) 14(8), 1526-1571,



## FUNKCJONALNE ŻELE BIOPOLIMEROWE WZBOGACANE POCHODNYMI SKLEROPROTEIN

Mirosława Prochoń\*, Oleksandra Dzeikala, Natalia Sędzikowska

*Institut Technologii Polimerów i Barwników, Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka,  
ul. Stefanowskiego 16 4, 90-537 Łódź*

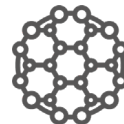
*\*miroslawa.prochon@p.lodz.pl*

Opracowanie nowoczesnych metod proteolitycznych procesów chemicznych obróbki i wykorzystania polimerów pochodzących z surowców z odnawialnych źródeł wpisuje się w zrównoważony rozwój gospodarczy. Ograniczenie lub eliminacja szkodliwych procesów chemicznych oraz związków stosowanych w tych procesach jest zatem społecznie uzasadniona i zgodna z zasadami 6R (Redukcji, Odnawiania, Ponownego użycia, Ograniczania itp.), a także zgodne z zasadami zielonej chemii [1, 2]. Otrzymane w wyniku zmodyfikowanych procesów proteolitycznych formy białkowe, o zredukowanej masie cząsteczkowej, w wyniku kontrolowanego rozkładu hydrolitycznego, mogą znaleźć wiele zastosowań. Jednym z nich jest wytwarzania żeli biopolimerowych o zwiększonym synergizmie pomiędzy zastosowanymi formami białek, a składnikami przejawiającymi zróżnicowane oddziaływania chemiczne. Obecność jonów, pochodzących od fragmentów siarki, tlenu czy azotu, w zaimplementowanych formach potwierdza możliwość utworzenia stabilnej struktury sieci przestrzennej żeli biopolimerowych.

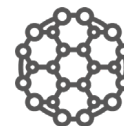
Wytworzone materiały cechują się poprawą parametrów mechanicznych, w tym odkształceń plastycznych, korzystną barierowością warunkującą użytkowanie materiałów nawet w ciągu dwóch lat. Wprowadzone do odpowiedniego środowiska stają się materiałami o kontrolowanym czasie życia, gdyż wykazują brak efektu grzybostatycznego i stanowią odpowiednie źródło składników odżywczych potrzebnych do wzrostu mikroorganizmów, np. z rodzaju *Pseudomonas aeruginosa*, czyniąc je materiałami biodegradowalnymi.

Literatura:

[1] Cakmak, O.K. Biodegradable Polymers—a Review on Properties, Processing, and Degradation Mechanism. *Circ.Econ.Sust.* (2024), 4, 339–362.



[2] Nazir, S., Capocchi, A. (2024). Circular Economy 6Rs and Reporting Practices: The Role of Institutional Pressures. In: Sustainability Reporting Practices and the Circular Economy. Palgrave Macmillan, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-51845-4\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-031-51845-4_5)



## STATYSTYCZNE METODY ANALIZY DANYCH W PROCESIE OTRZYMYWANIA BIO-CZYNNIKA SIECIUJĄCEGO DLA MATERIAŁÓW HYDROŻELOWYCH

**Paulina Sapuła**<sup>\*1</sup>, Katarzyna Malarz<sup>2</sup>, Anna Mrozek-Wilczkiewicz<sup>2</sup>,  
Agnieszka Grzegorzcyk<sup>3</sup>, Natalia Stanek-Wandzel<sup>4</sup>, Renata Kulesza<sup>4</sup>,  
Konstantinos N. Raftopoulos<sup>1</sup>, Katarzyna Bialik-Wąs<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska, Warszawska 24, Kraków

<sup>2</sup>Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych, Uniwersytet Śląski, 75 Pułku Piechoty 1A, Chorzów

<sup>3</sup>Wydział Farmaceutyczny, Uniwersytet Medyczny w Lublinie, Chodźki 1, Lublin

<sup>4</sup>Institut Ciężkiej Syntezy Organicznej "Blachownia", Sieć Badawcza Łukasiewicz, Energetyków 9,  
Kędzierzyn-Koźle

\*[paulina.sapula@doktorant.pk.edu.pl](mailto:paulina.sapula@doktorant.pk.edu.pl)

Obecnie inżynieria materiałowa opiera się przede wszystkim na syntetycznych czynnikach sieciujących, które pozwalają na efektywne sieciowanie polimerów, jednak wykazują działanie toksyczne dla organizmu człowieka. Alternatywą stają się związki pochodzenia naturalnego, a wśród nich ekstrakty roślinne [1].

Celem przeprowadzonych badań był dobór optymalnych parametrów procesu ekstrakcji odpadowego surowca roślinnego, a następnie zastosowanie otrzymanego ekstraktu w procesie sieciowania polimerów.

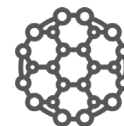
Zastosowanie statystycznej metody planowania eksperymentu (DoE) pozwoliło na dobór metody ekstrakcji oraz parametrów jej prowadzenia spośród innowacyjnych metod ekstrakcji wspomaganych ultradźwiękami i mikrofalami. Uzyskane wyniki potwierdziły zdolność otrzymanego ekstraktu do sieciowania polimerów naturalnych poprzez poprawę właściwości fizyko-chemicznych (stopień usieciowania i pęcznienia) i termicznych (DSC, TG) oraz zmianę właściwości strukturalnych (FT-IR) i morfologicznych (SEM) materiału hydrożelowego. Ponadto, potwierdzono właściwości biologiczne ekstraktów w kierunku zastosowań dermatologicznych (cytotoksyczność, migracja komórek, aktywność mikrobiologiczna). Wykazano, że odpadowe surowce roślinne stanowią obiecujące źródło substancji mogących pełnić rolę bio-czynnika sieciującego [2-3].

Literatura:

[1] K. Varaprasad, G. Raghavendra, T. Jayaramudu *Mater. Sci. Eng. C* (2017) 79, 958–971.

[2] P. Sapuła, K. Bialik-Wąs, Zgłoszenie Patentowe Nr. P.446027-30, 6 wrzesień 2023.

[3] P. Sapuła, K. Bialik-Wąs, Zgłoszenie Patentowe Nr. P.449047, 28 czerwiec 2024.



## KOMPOZYTY POLIMEROWE DEDYKOWANE DO ZASTOSOWAŃ W TECHNOLOGIACH SZYBKIEGO PROTOTYPOWANIA

**Katarzyna Bulanda** \*, Mariusz Oleksy, Rafał Oliwa

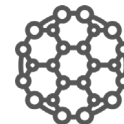
*Wydział Chemiczny, Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza,*

*Al. Powstańców Warszawy 6, 35-959 Rzeszów*

*\*k.bulanda@prz.edu.pl*

Szybkie prototypowanie to wciąż najszybciej rozwijająca się technologia współczesnego świata. Obserwujemy dynamiczny postęp zastosowania materiałów polimerowych w technologiach wytwarzania przyrostowego, a w szczególności w metodzie wytłaczania materiału, gdzie w formie filamentu (nitki o określonej średnicy) wprowadzane są do drukarek 3D. Podstawowe materiały polimerowe nie zapewniają odpowiedniej funkcjonalności, niezbędnej wytrzymałości mechanicznej oraz użytkowej detali, stąd stosowane są głównie jako prototypy koncepcyjne. Dlatego też wyraźnie rośnie zapotrzebowanie na nowe materiały i systemy materiałowe, które będą charakteryzowały się pożądanymi właściwościami użytkowymi.

Prowadzono badania nad opracowaniem i przygotowaniem nowych kompozytów polimerowych dedykowanych do zastosowań w druku 3D. Określono wpływ zawartości i ilości wybranych, szeroko stosowanych i opisanych w literaturze napełniaczy, między innymi krzemionki modyfikowanej tlenkiem glinu, bentonitu modyfikowanego czwartorzędową solą amoniową, hybrydowego napełniacza lignina/ditlenek krzemu oraz wielościennych nanorurek węglowych. Próbkę do badań otrzymano przy wykorzystaniu technik druku 3D oraz, w celu porównania do standardowych metod wytwarzania, również formowaniem wtryskowym. Zbadano właściwości reologiczne oraz mechaniczne, określono także strukturę otrzymanych kompozytów za pomocą skaningowej mikroskopii elektronowej (SEM). Zbadano także porowatość, chropowatość i stabilność wymiarową próbek uzyskanych metodą druku 3D. Natomiast właściwości fizykochemiczne przedstawiono na podstawie wyników badań z wykorzystaniem analizy termogravimetrycznej (TGA), różnicowej kalorymetrii skaningowej (DSC), szerokokątnej dyfrakcji promieni rentgenowskich (WAXS) oraz spektroskopii w podczerwieni z transformacją Fouriera (FT-IR). Dodatkowo, zbadano przewodność elektryczną otrzymanych kompozytów.



## DRUKOWANE 4D TERMOREAKTYWNE RUSZTOWANIA DO ZASTOSOWAŃ W MIĘKKIEJ ROBOTYCE

**Daria Podstawczyk\***

*Wydział Chemiczny, Politechnika Wroclawska, Norwida 4/6, 50-373 Wrocław  
Instytut Chemii Przemysłowej, Rydygiera 8, 01-793 Warszawa  
\*daria.podstawczyk@pwr.edu.pl*

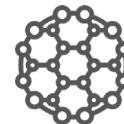
W ostatnich latach coraz większe zainteresowanie przyciąga druk 4D, który łączy zalety technologii druku 3D z nowymi inteligentnymi materiałami o właściwościach tzw. pamięci kształtu. Wydrukowane obiekty 4D, reagując na zmianę bodźca zewnętrznego (np. temperatury, pola elektrycznego, światła), samodzielnie przyjmują inny kształt, a po ustaniu impulsu wracają do pierwotnej konfiguracji. W niniejszych badaniach opracowano nowe termoczule tusze na bazie PNIPAAmu do bezpośredniego druku 4D rusztowań samoskładających się w konstrukcje rurowe. Zaproponowano dwie strategie wytwarzania addytywnego, tj. standardowy druk bezpośredni [1] oraz druk współosiowy do tworzenia rusztowań z siecią mikrokanalów [2]. W obu przypadkach, PNIPAAm nadawał hydrożelowi wrażliwość na temperaturę i odpowiadał za nadanie wydrukowi właściwości zmiany kształtu zarówno w skali mikro, jak i makro. Wydrukowane miękkie siłowniki, w sposób zaprogramowany i odwracalny, przechodziły termozależną zmianę kształtu. Takie zachowanie może być wytłumaczone występowaniem anizotropii struktury wewnętrznej materiału indukowanej za pomocą ścinania podczas druku 3D i/lub występowaniem w strukturze hydrożelu stref o różnym stopniu spęcznienia.

Badanie zostało sfinansowane przez Narodowe Centrum Nauki (Granty nr 2016/23/D/ST8/01267 oraz 2016/21/D/ST8/01713). Dziękuję także za wsparcie Akademii Iuvenum na Politechnice Wrocławskiej.

### Literatura:

- [1] D. Podstawczyk, M. Nizioł, P. Szymczyk-Ziółkowska, M. Fiedot-Toboła, Development of Therminks for 4D Direct Printing of Temperature-Induced Self-Rolling Hydrogel Actuators. *Adv. Funct. Mater.* (2021), 31, 2009664.
- [2] D. Podstawczyk, M. Nizioł, P. Śledzik, J. Simińska-Stanny, A. Dawiec-Liśniewska, A. Shavandi, Coaxial 4D Printing of Vein-Inspired Thermoresponsive Channel Hydrogel Actuators. *Adv. Funct. Mater.* (2024), 34, 2310514.





## FUNKCJONALNE ŻYWICE AKRYLANOWE Z PROCESU FOTO-TELOMERYZACJI

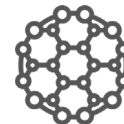
**Agnieszka Kowalczyk\***, Mateusz Weisbrodt, Agata Kraśkiewicz

*Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny  
w Szczecinie, ul. Pułaskiego 10, 70-322 Szczecin  
\* e-mail: Agnieszka.Kowalczyk@zut.edu.pl*

Żywice akrylowe to (ko)polimery kwasu akrylowego i metakrylowego oraz ich pochodnych (estrów, nitryli i amidów), otrzymywane w procesie polimeryzacji rodnikowej w rozpuszczalniku organicznym, wodzie lub w masie. Wielkość globalnego rynku żywic akrylanowych w 2023 r. wyniosła 21,4 mld USD, a prognozowana stopa wzrostu w latach 2024-2032 to 4,2%. Rosnący popyt na takie żywice wynika z rozwoju branży budowlanej, motoryzacyjnej, medycznej oraz druku 3D. Wiodącymi produktami są wodne dyspersje żywic akrylanowych [1]. Ze względu jednak na światowe trendy w ograniczaniu LZO, coraz większe uznanie zyskują żywice o dużej zawartości części stałych, tzw. high-solids (70-75%). Te jednak w znacznej części otrzymywane są w energochłonnych procesach polimeryzacji w rozpuszczalniku organicznym [2]. Z kolei nowoczesnymi metodami otrzymywania funkcjonalnych żywic akrylanowych (także z terminalnymi grupami) są polimeryzacja kontrolowana (np. ATRP) czy żyjąca (LAP) z zastosowaniem inicjatorów funkcjonalnych. Nowym podejściem w preparatyce funkcjonalnych żywic akrylanowych zawierających boczne grupy funkcyjne jak i terminalne ugrupowania funkcyjne z atomami Br, Si, P czy F jest zastosowanie procesu indukowanej fotochemicznie telomeryzacji w masie. Foto-telomeryzacja jest procesem energooszczędnym (z wykorzystaniem diod LED jako źródła promieniowania UV), szybkim (od kilku do kilkudziesięciu minut) i nie wymaga skomplikowanych układów inicjujących czy rozpuszczalników.

Literatura:

- [1] M. Molina, E. Cano, B. Barat, *J Cult. Herit.* (2023) 62, 99-113.
- [2] US Patent 11,059,923 (2018).



## KROPKI WĘGLOWE JAKO FOTOKATALIZATORY W UKŁADACH FOTOINICJUJĄCYCH PROCESY FOTOPOLIMERYZACJI W DRUKU 3D DO ZASTOSOWAŃ TERANOSTYCZNYCH

**Agnieszka Sysło<sup>\*1</sup>**, Patryk Szymaszek<sup>1</sup>, Dominika Krok-Janiszewska<sup>1</sup>,  
Wiktor Kasprzyk<sup>1</sup>, Joanna Ortyl<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup>Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki w Krakowie,  
Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków

<sup>2</sup>Photo4Chem, ul. Lea 114, 30-348 Kraków

<sup>3</sup>Photo HiTech, ul. Bobrzyńskiego 14, 30-348 Kraków

\*agnieszka.syslo@doktorant.pk.edu.pl

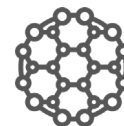
Fotopolimeryzacja jest procesem szeroko wykorzystywanym zarówno do produkcji materiałów drukarskich, powłok, jak i w dziedzinie druku 3D [1]. Chemicznie stabilne kropki węglowe charakteryzują się szeregiem właściwości, które prowadzą do ich potencjalnego wykorzystania w procesach fotopolimeryzacji kationowej i wolnorodnikowej. Substratami do otrzymywania kropek węglowych może być szeroka gama źródeł węgla, dzięki czemu prowadzona synteza jest nietoksyczna [2]. Wciąż jednak istnieje potrzeba opracowania powtarzalnej i skalowalnej syntezy oraz przeprowadzenia wydajnego procesu oczyszczania otrzymanych produktów.

W prezentowanej pracy opracowano systemy fotoinicjujące procesy fotopolimeryzacji wolnorodnikowej oparte na kropkach węglowych z kwasu cytrynowego. W tym celu przeprowadzono bezrozpuszczalnikową syntezę kropek węglowych wraz z ich kompleksowym oczyszczaniem. Otrzymane materiały zostały scharakteryzowane w badaniach spektroskopowych, a następnie wykorzystane w roli fotosensybilizatorów w układach inicjujących. Przeprowadzone badania kinetyki opracowanych systemów oraz otrzymane materiały trójwymiarowe o dobrej rozdzielczości wskazują na znaczący potencjał kropek węglowych jako składników układów fotoinicjujących stosowanych w druku 3D.

Badania realizowane w ramach projektu OPUS finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki (UMO-2021/41/B/ST5/04533) oraz w ramach programu „Studenckie koła naukowe tworzą innowacje” finansowanego przez Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego (SKN/SP/602770/2024).

[1] A. Bagheri, J. Jin *ACS Appl. Polym. Mater.* (2019) 1, 593.

[2] J. Liu, R. Li, B. Yang *ACS Cent. Sci.* (2020) 6, 2179.



## **BADANIA NOWYCH FOTOSENSYBILIZATORÓW SOLI JODONIOWYCH JAKO EFEKTYWNYCH SKŁADNIKÓW W PROCESACH FOTOPOLIMERYZACJI DO ZASTOSOWAŃ W DRUKU 3D**

**Weronika Wielgus<sup>1</sup>, Andrzej Świeży<sup>1,2</sup>, Filip Petko<sup>1,2</sup>,  
Monika Topa-Skwarczyńska<sup>1,3</sup>, Mariusz Galek<sup>3</sup>, Joanna Ortyl<sup>\*1,2,3</sup>**

<sup>1</sup>*Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki,  
Warszawska 24, 31-155 Kraków*

<sup>2</sup>*Photo HiTech Ltd., Bobrzyńskiego 14, 30-348 Kraków*

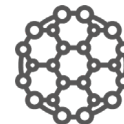
<sup>3</sup>*Photo4Chem Ltd., Lea 114, 30-133 Kraków*

*\*joanna.ortyl@pk.edu.pl*

Obecnie druk 3D jest szybko rozwijającą się dziedziną. Kluczowym aspektem tej technologii jest rozwój i wykorzystanie nowych fotosensybilizatorów, które odgrywają kluczową rolę w procesach fotopolimeryzacji. Te innowacyjne składniki zwiększają wydajność i dokładność polimeryzacji indukowanej światłem, umożliwiając wytwarzanie drukowanych materiałów 3D o wysokiej rozdzielczości. Związek taki powinien posiadać właściwości takie jak wysoka absorpcja światła w odpowiednim zakresie długości fal, stabilność chemiczna i fotochemiczna, dobra rozpuszczalność w odpowiednich rozpuszczalnikach lub matrycach polimerowych, bezpieczeństwo i nietoksyczność, kompatybilność z matrycą polimerową oraz specyficzność działania. W przeprowadzonych badaniach oceniano przydatność nowych fotosensybilizatorów do systemów fotoinicjujących w kontekście ich zastosowania w druku 3D. W tym celu zbadano nowe potencjalne związki - pochodne benzaksazonu. Przeprowadzone eksperymenty obejmowały analizę spektroskopową, w tym m.in. pomiary absorbancji, fotolizę oraz ocenę parametrów fotopolimeryzacji z wykorzystaniem techniki Real-Time FT-IR.

Podziękowania: Projekt finansowany ze środków budżetu państwa przyznanych przez Ministra Nauki w ramach Programu "Studenckie Koła Naukowe Tworzą Innowacje" nr umowy SKN/SP/602770/2024.

Badania były finansowane w ramach projektu OPUS LAP numer umowy 2020/39/I/ST5/03556 "Zaawansowane fotoutwardzalne nanokompozyty polimerowe otrzymywane technologiami szybkiego prototypowania 3D-VAT".



## NOWE WIELOMATERIAŁOWE NANOKOMPOZYTOWE ŻYWICE FOTOUTWARDZALNE ZAWIERAJĄCE WYSOKOWYDAJNE SYSTEMY FOTOINICJUJĄCE DEDYKOWANE DO DRUKU 3D

Magdalena Jankowska<sup>\*1</sup>, Filip Petko<sup>1,2</sup>, Andrzej Świeży<sup>1,2</sup>, Mariusz Galek<sup>2</sup>,  
Joanna Ortyl<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup>Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska, Warszawska 24,  
31-155 Kraków

<sup>2</sup>Photo HiTech Ltd., Bobrzyńskiego 14, 30-348 Kraków

<sup>3</sup>Photo4Chem Ltd., Lea 114, 30-155 Kraków

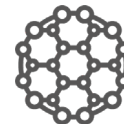
\*magdajankowska11@gmail.com

Nowoczesne technologie produkcji materiałów polimerowych w dużym stopniu opierają się na procesach inicjowanych światłem. Zjawisko to wynika głównie z dużej dostępności surowców, które można wykorzystać jako materiał wejściowy w procesie fotopolimeryzacji. Procesy fotopolimeryzacji można wykorzystać do otrzymywania fotoutwardzalnych nanokompozytów polimerowych. Na szczególną uwagę zasługują materiały nanokompozytowe, w których dodatek nanonapełniacza zmienia końcowe właściwości produktu [1,2]. Niniejsza praca dotyczy wykorzystania nowych, wysokowydajnych pochodnych pentafluorostilbenu w roli fotosensybilizatorów soli difenylojodoniowej IOD do inicjowania fotopolimeryzacji rodnikowej, kationowej oraz hybrydowej w świetle UV-Vis. W toku prac zbadano możliwość wykorzystania dwuskładnikowych systemów inicjujących na bazie perfluorowanych stilbenów w druku 3D w technologii DLP do otrzymywania nanokompozytów polimerowych. Badania właściwości spektroskopowych pochodnych stilbenu wykazały, że ich charakterystyka absorpcyjna jest zgodna z charakterystyką emisji źródła światła stosowanego w drukarkach DLP ( $\lambda=405$  nm). Badane związki mają bardzo korzystne właściwości redoks. Na podstawie szeregu analiz wyselekcjonowano najbardziej efektywny układ inicjujący (M10+IOD), który w dalszym etapie prac został wykorzystany do badań aplikacyjnych związków z drukiem 3D.

Niniejsze prace były finansowane w ramach projektu OPUS LAP nr umowy 2020/39/I/ST5/03556.

[1] M. Jankowska, A. Chachaj-Brekiesz, K. Trembecka-Wójciga, A. Jarzębska, M. Topa-Skwarczyńska, M. Pilch, J. Ortyl, *Polym. Chem.*, 2023,14, 2088-2106

[2] W. Tomal, K. Gałuszka, P. Lepcio, M. Pilch, A. Chachaj-Brekiesz, M. Korčušková, J. Ortyl, *Mater. Adv.*, 2024,5, 788-805.



## OCENA WYDAJNOŚCI NOWATORSKICH SYSTEMÓW FOTOINICJUJĄCYCH PRZEZNACZONYCH DO DRUKU 3D-VAT NANOKOMPOZYTOWYCH MATERIAŁÓW POLIMEROWYCH

**Weronika Wałczyk**<sup>\*1</sup>, Monika Topa-Skwarczyńska<sup>1</sup>, Filip Petko<sup>1,2</sup>,  
Andrzej Świeży<sup>1,2</sup>, Joanna Ortyl<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup> *Katedra Biotechnologii i Chemii Fizycznej, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej,  
Politechnika Krakowska, ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków*

<sup>2</sup> *Photo4Chem sp. z o.o., ul. J. Lea 114, 30-133 Kraków*

<sup>3</sup> *Photo HiTech sp. z o.o.; ul. Bobrzyńskiego 14, 30-348 Kraków*

*\*weronikawalczyk24@gmail.com*

Technologia druku 3D-VAT znalazła szerokie zastosowanie w różnych branżach, takich jak medycyna, stomatologia, architektura, budownictwo, motoryzacja, lotnictwo, a nawet w przemyśle odzieżowym i obuwniczym. Ta nowoczesna metoda pozwala na tworzenie bardzo precyzyjnych i niestandardowych modeli oraz produktów [1].

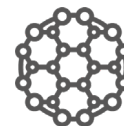
Niniejsza praca stanowi dogłębną analizę skuteczności innowacyjnych systemów fotoinicjujących, zwłaszcza w kontekście optymalizacji tworzenia polimerowych materiałów nanokompozytowych w technologii druku 3D-VAT. Badania obejmowały szczegółową analizę spektroskopową połączoną z pomiarami kinetycznymi procesów fotopolimeryzacji.

W toku prac eksperymentalnych podkreślono kluczową rolę zaawansowanych systemów fotoinicjacji w doskonaleniu procesów druku 3D-VAT. Analiza zebranych danych eksperymentalnych wskazuje, że odpowiednio dobrany system fotoinicjujący może znacznie poprawić jakość wydruku, skrócić czas jego trwania i zminimalizować ilość odpadów produkcyjnych.

Niniejsze prace były finansowane przez Narodowe Centrum Nauki (NCN) w ramach projektu „Zaawansowane fotoutwardzalne nanokompozyty polimerowe otrzymywane w technologiach szybkiego prototypowania 3D-VAT”, (OPUS – LAP) numer umowy UMO-2020/39/I/ST5/03556.

Literatura:

[1] Ch. Fiał, M. Pieknik, Druk 3D jako technologia przyszłości – część 1, *Technologia i Jakość Wytwarzania*, 65, 2020.



## **PIGMENTY ORGANICZNO-NIEORGANICZNE JAKO WIELOFUNKCYJNE DODATKI DO KOMPOZYTÓW POLIMEROWYCH: OTRZYMYWANIE I WŁAŚCIWOŚCI**

**Anna Marzec**

*Institut Technologii Polimerów i Barwników, Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka,  
90-537 Łódź, ul. Stefanowskiego 16  
e-mail: anna.marzec@p.lodz.pl*

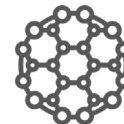
Barwniki i pigmenty stosowane są w wielu gałęziach przemysłu m.in. włókienniczym, spożywczym, kosmetycznym, farb i lakierów, czy tworzyw sztucznych. Obiecującym kierunkiem w dziedzinie środków barwiących jest wytwarzanie pigmentów w drodze osadzania chromoforów organicznych na nieorganicznym nośniku. Zaletami takich organiczno-nieorganicznych związków barwnych jest ich wysoka odporność na działanie światła, temperatury czy rozpuszczalników organicznych, przy jednoczesnej możliwości uzyskania szerokiej gamy kolorystycznej [1].

Prowadzone prace miały na celu opracowanie nowych organiczno-nieorganicznych środków barwiących, które w polimerach mogłyby także spełniać rolę dodatków poprawiających właściwości użytkowe materiałów, m.in. zwiększać wytrzymałość mechaniczną, redukować palność czy pełnić rolę barwnych indykatorów pH. W celu otrzymania organiczno-nieorganicznych pigmentów wykorzystano głównie barwniki antrachinonowe oraz azowe, które zawierały w swojej strukturze grupy hydroksylowe oraz/lub karboksylowe mogące wchodzić w interakcje z jonami metali pochodzącymi z nieorganicznego napełniacza. Jako nieorganiczne nośniki zastosowano mineralne napełniacze w tym m.in. wodorotlenki glinowo-magnezowe, wermikulit czy sepiolit.

Aplikacja zaprojektowanych pigmentów umożliwiła otrzymanie nowych materiałów polimerowych charakteryzujących się nie tylko estetycznym wyglądem (atrakcyjny kolor) i poprawionymi właściwościami użytkowymi, ale także dodatkową funkcjonalnością jak zdolność do zmiany barwy pod wpływem zmiennego pH środowiska.

Literatura:

[1] N J Kang et al. *Appl. Mater. Interfaces*. (2013), 5, 8991-8997.



## **ANALIZA ODPORNOŚCI NA PŁOMIEŃ I EMISJI DYMÓW LAMINATÓW EPOKSYDOWO-SZKLANYCH Z HYBRYDOWĄ ZAWARTOŚCIĄ UNIEPALNIACZY**

**Rafał Oliwa\***, Katarzyna Bulanda, Mariusz Oleksy

*Wydział Chemiczny, Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza,  
Al. Powstańców Warszawy 6, 35-959 Rzeszów*

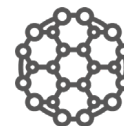
*\*oliwa@prz.edu.pl*

Rosnące zastosowanie kompozytów polimerowych wzmocnionych włóknami jako materiałów konstrukcyjnych w lotnictwie, motoryzacji i w budownictwie wymaga jednocześnie ciągłej poprawy ich właściwości użytkowych, z uwzględnieniem kryteriów bezpieczeństwa ich eksploatacji. Dotyczy to przede wszystkim właściwości funkcjonalnych – ognioodporności i dymotwórczości. Żywica epoksydowa stosowana jako osnowa w kompozytach umocnionych włóknem należy do grupy polimerów łatwopalnych i generujących dużą objętość gęstego dymu. Badania prowadzone przez wiele ośrodków naukowych wykazują, że gęstość wydzielanego dymu przez polimery zależy od zawartości uniepalniaczy oraz ich mechanizmu oddziaływania na kinetykę spalania. Często dodatek tych uniepalniaczy do osnowy może powodować zwiększoną emisję dymów [1,2], także zwiększenie objętości wydzielającego się tlenu węgla [3].

W niniejszej pracy przedstawiono wyniki badań nad opracowaniem laminatów epoksydowo-szklanych o zwiększonej odporności na płomień i mniejszej emisji dymów. W tym celu zastosowano uniepalniacze fosforowe o różnym stopniu utlenienia fosforu, oraz supresanty dymu. Wykonano analizę porównawczą efektu synergii oddziaływania wprowadzonych uniepalniaczy. Otrzymane wyniki były podstawą określenia wpływu zawartości i mechanizmu oddziaływania uniepalniaczy na odporność na płomień i gęstość wydzielających się dymów. W prowadzonych badaniach przeprowadzono ilościową analizę ich aktywności zarówno w fazie gazowej, jak i w fazie stałej procesu spalania, oraz analizę składu fazowego i chemicznego produktów rozpadu procesu spalania.

### Literatura:

- [1] K. Wang, H. Liu, C. Wang, W. Huang, Q. Tian, Q. Fu, W. Yan *ACS Omega*, (2021) 6, 666.
- [2] Y.J. Xu, X.H. Shi, J.H. Lu, M. Qi i inni *Compos. Part B Eng.*, (2020) 184, 107673.
- [3] S. Jin, Z. Liu, L. Qian, Y. Qiu, Y. Chen, B. Xu *Polym. Degrad. Stab.*, (2020) 172, 109063.



## PROJEKTOWANIE NANOKOMPOZYTÓW POLIURETAN/POSS O PODWYŻSZONEJ STABILNOŚCI TERMICZNEJ - WPŁYW ARCHITEKTURY NANOCZĄSTEK

**Artur Bukowczan\***, Izabela Łukaszewska, Konstantinos N. Raftopoulos,  
Krzysztof Pielichowski

*Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Katedra Chemii i Technologii Polimerów,  
Politechnika Krakowska, Warszawska 24, 31-155 Kraków*

*\*artur.bukowczan@pk.edu.pl*

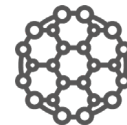
Poliedryczne oligomeryczne silseskwioxany (POSS) należą do grupy nanocząstek hybrydowych, posiadających grupy funkcyjne umożliwiające ich chemiczne wbudowanie w łańcuch polimerowy [1]. Dzięki swojej unikatowej budowie znalazły liczne zastosowania, m.in. jako dodatki poprawiające właściwości termiczne [2], mechaniczne i reologiczne [3], zwiększające biokompatybilność [4] lub obniżające palność [5]. W ostatnich latach badaliśmy stabilność termiczną konwencjonalnych i beziizocyjanianowych poliuretanów modyfikowanych przy zastosowaniu nanocząstek POSS o różnej architekturze [6,7,8]. Zaobserwowaliśmy, że oddziaływania silseskwioxanów na matryce poliuretanowe są złożone i mogą prowadzić zarówno do poprawy, jak i pogorszenia odporności termicznej polimeru. Ponadto, stosowane POSS, w zależności od swojej architektury, mogą wywierać wpływ na procesy degradacji nanokompozytów zmieniając ścieżki rozkładu termicznego.

Badania zostały sfinansowane przez Narodowe Centrum Nauki,  
w ramach umowy nr 2017/27/B/ST8/01584.

Literatura:

- [1] I. Blanco, *Polymers* 2018, 10(8), 904.
- [2] T.M. Majka, K.N. Raftopoulos, K. Pielichowski, *J. Therm. Anal. Calorim.* (2018), 133, 289-301.
- [3] K. Mishra, G. Pandey, R.P. Singh, *Polym. Testing* (2017) 62, 210-218.
- [4] J. Ozimek, K. Pielichowski, *Molecules* (2022) 27(1), 40.
- [5] W. Zhang, G. Camino, R. Yang, *Prog. Polym. Sci.* (2017), 67, 77-125.
- [6] A. Bukowczan, P. Zając, K. Pielichowski, *Thermochim. Acta* (2024), 738.
- [7] I. Łukaszewska, A. Bukowczan, K. Raftopoulos, K. Pielichowski, *J. Polym. Res.* (2023), 30 (456).
- [8] A. Bukowczan, P. Stachak, I. Łukaszewska, T.M. Majka, E. Hebda, K. Pielichowski *Thermochim. Acta* (2023), 723.





## ANALITYCZNE ASPEKTY TECHNOLOGII DEZYNFEKCYJNEJ DITLENKIEM CHLORU: KALIBRACJA METODY OZNACZANIA ClO<sub>2</sub>

Arkadiusz Chruściel<sup>\*1</sup>, Patryk Tarka<sup>2</sup>, Katarzyna Kiedos<sup>1</sup>, Wiesław Hreczuch<sup>1</sup>

<sup>1</sup>MEXEO Wiesław Hreczuch, ul. Energetyków 9, 47-225 Kędzierzyn-Koźle

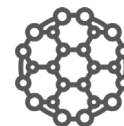
<sup>2</sup>Zakład Medycyny Społecznej i Zdrowia Publicznego, Wydział Lekarski,  
Warszawski Uniwersytet Medyczny, ul. Pawińskiego 3a, 02-106 Warszawa

\*arkadiusz.chrusciel@mexeo.pl

Właściwości biobójcze ditlenku chloru cieszą się niemalejącym zainteresowaniem, w szczególności w kontekście zwalczania organizmów wysoce opornych na dezynfekcję chemiczną (bakterie przetrwalnikujące, zarodniki grzybów i in.). Silne właściwości utleniające cząsteczki ClO<sub>2</sub>, będącej trwałym wolnym rodnikiem, w powiązaniu z obniżoną zdolnością chlorowania materii organicznej i tym samym tworzenia szkodliwych produktów ubocznych zabiegów dezynfekcji (DBPs) sprawiają, iż ClO<sub>2</sub> stanowi atrakcyjną alternatywę dla tradycyjnych środków dezynfekujących na bazie chloru(I), w zastosowaniach zarówno w postaci roztworów wodnych jak również w postaci gazu, w zabiegach fumigacji. Istotnym elementem kompletnej technologii dezynfekcji fumigacyjnej z zastosowaniem gazowego ClO<sub>2</sub> są zagadnienia metrologiczne związane z kalibracją oraz wzorcowaniem metod analitycznych oznaczania ClO<sub>2</sub> w atmosferze dezynfekowanego obiektu.

Przedmiotem wystąpienia jest opracowany prosty sposób kalibracji spektrofotometrycznej metody oznaczania zawartości ditlenku chloru w powietrzu, oparty na pomiarze absorbancji fazy gazowej *in situ*, pozostającej w stanie bliskim równowagi z niewielką, znaną objętością roztworu wodnego ClO<sub>2</sub>, umiejscowioną w kuwecie spektrofotometrycznej poza wiązką pomiarową. Wzorcowanie oparto na wykorzystaniu bezwzględnej, wysoce precyzyjnej metody miareczkowania woltamperometrycznego ClO<sub>2</sub> w roztworach wodnych. Kluczową zaletą opracowanego sposobu kalibracji jest ominięcie stosowania złożonych układów ilościowego generowania wzorcowych mas gazowego ClO<sub>2</sub>.

Projekt nr POIR.01.01.01-00-1104/17-00 pt. „Technologia wytwarzania oraz stosowania preparatów dezynfekcyjnych na bazie ditlenku chloru, do zwalczania ognisk epidemicznych drobnoustrojów chorobotwórczych o wysokiej oporności na dezynfekcję chemiczną”.



## POWIERZCHNIE SAMOCZYSZCZĄCE – HYDROFOBIZACJA A EFEKT FOTOKATALITYCZNY

**Marcin Janczarek\***, Waldemar Szaferski

*Institut Technologii i Inżynierii Chemicznej, Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika  
Poznańska, Berdychowo 4, 60-965 Poznań  
\*marcin.janczarek@put.poznan.pl*

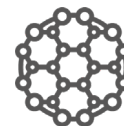
Działanie samoczyszczące powierzchni o charakterze superhydrofobowym wykorzystuje zjawisko występujące naturalnie na liściach lotosu (tzw. efekt lotosu). Woda na ich powierzchni tworzy krople, które niemal natychmiast spływają z powierzchni usuwając zgromadzone tam zanieczyszczenia [1,2]. Połączenie efektu fizycznego wynikającego z właściwości superhydrofobowych z efektem chemicznym polegającym na fotoutlenianiu zaadsorbowanych na powierzchniach zanieczyszczeń, umożliwiłoby stworzenie powłok samoczyszczących o szerokim spektrum zastosowania i bardzo dobrej stabilności [3].

W niniejszej pracy przeprowadzono hydrofobizację powierzchni za pomocą różnych metod, m.in. z zastosowaniem SiO<sub>2</sub>, wosku Carnauba i kwasu stearynowego. Zostało dokonane ich porównanie uwzględniające rodzaj powierzchni, skalę efektu superhydrofobowego, a także stabilność powłoki. Hydrofobizacja obejmowała również dodatek ditlenku tytanu w formie nanocząstek jako materiału o właściwościach fotokatalitycznych. W badaniach wykazano, że w ramach utworzonej powłoki możliwe jest połączenie efektu superhydrofobowego z fotokatalitycznym, jak i również stabilności takiego układu w odniesieniu do działania promieniowania UV.

Badania zostały sfinansowane w ramach subwencji Ministerstwa Edukacji i Nauki  
(0912/SBAD/2302).

### Literatura:

- [1] M. Yamamoto, N. Nishikawa, H. Mayama, Y. Nonomura, S. Yokojima, S. Nakamura, K. Uchida, *Langmuir* (2015) 31, 7355-7363.
- [2] H. J. Ensikat, P. Ditsche-Kuru, C. Neinhuis, W. Barthlott, *Beilstein J. Nanotechnol.* (2011) 2, 152-161.
- [3] H. Zhu, S. Cai, G.F. Liao, Z.F. Gao, X.H. Min, Y. Huang, *ACS Catal.* (2021) 11, 14751-14771.



## NANOREAKTORY RDZENIOWO-POWŁOKOWE $\text{Co}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2$ DO KATALITYCZNEGO DOPALANIA LOTNYCH ZWIĄZKÓW ORGANICZNYCH

**Anna Rokicińska\***, Piotr Łątka, Magdalena Żurowska, Marek Dębosz,  
Piotr Kuśtrowski

*Wydział Chemii, Uniwersytet Jagielloński, Gronostajowa 2, 30-387 Kraków*

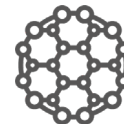
*\*anna.rokicinska@uj.edu.pl*

Materiały o strukturze rdzeniowo-powłokowej wykazują wiele unikalnych właściwości. O zastosowaniu tego typu układów decyduje charakterystyka cząstek w odniesieniu do ich składu, rozmiaru oraz morfologii. Cechy te można kontrolować poprzez właściwy dobór parametrów syntezy. W przypadku struktur *yolk-shell* utworzona powłoka działa jak bariera oddzielająca rdzeń od środowiska zewnętrznego i zabezpieczająca fazę aktywną. Z tego względu opisywane materiały rdzeniowo-powłokowe wydają się atrakcyjnymi kandydatami do formowania układów nanoreaktorowych dedykowanych do różnych reakcji katalitycznych.

W ramach prezentowanych prac wytworzono struktury rdzeniowo-powłokowe ( $\text{Co}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2$ ), w których faza aktywna  $\text{Co}_3\text{O}_4$  jest zarówno zabezpieczona przed agregacją, jak i łatwo dostępna dla reagentów gazowych wewnątrz mezoporowatej otoczki  $\text{SiO}_2$  [1]. Do konstrukcji materiałów wykorzystano rusztowania strukturotwórcze w formie sferycznych szablonów polimerowych cechujących się odpowiednią zdolnością adsorpcji kationów metali, które wprowadzono jako prekursor fazy aktywnej. Otrzymano materiały o zróżnicowanym składzie, różniące się aktywnością katalityczną w procesie całkowitego utlenienia toluenu. Właściwości katalityczne materiałów przedyskutowano w relacji do ich charakterystyki strukturalnej (XRD, SEM-EDS, TEM, UV-Vis-DR, FT-IR, XAS), teksturalnej (adsorpcja  $\text{N}_2$ ), redoksowej (pomiarzy elektrochemiczne,  $\text{H}_2$ -TPR) oraz powierzchniowej (XPS).

Podziękowania: Badania zostały wsparte przez Narodowe Centrum Nauki  
(grant nr. 2020/39/D/ST5/02703)

[1] A. Rokicińska, P. Łątka, B. Olszański, M. Żurowska, M. Dębosz, M. Michalik, P. Kuśtrowski, Chem. Eng. J. (2024) 480, 148173.



## ZASTOSOWANIE WARSTWOWYCH PODWÓJNYCH WODOROTLENKÓW JAKO KATALIZATORÓW W REAKCJI UTLENIANIA KUMENU

**Adam A. Marek\***, Justyna Wieczorek

Wydział Chemiczny, Politechnika Śląska, Krzywoustego 4, 44-100 Gliwice

\*[adam.a.marek@polsl.pl](mailto:adam.a.marek@polsl.pl)

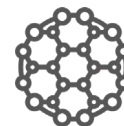
Podwójne warstwowe wodorotlenki (z ang. *layered double hydroxides*, LDHs) to grupa syntetycznych związków, zawierających w swojej strukturze co najmniej 2 kationy metali dwu- i trójwartościowych. Kationy te umieszczone są w środku oktaedru tworząc płaskie warstwy, pomiędzy którymi można wprowadzić aniony nieorganiczne i/lub organiczne. Tego typu związki, ze względu na liczne możliwości kombinacji użytych jonów, mogą wykazywać unikalne właściwości, dlatego znajdują szerokie zastosowanie jako katalizatory w reakcjach chemicznych, w inżynierii materiałowej, w medycynie, w farmacji, itp. [1].

LDH o wzorze  $\text{Co}_2\text{Fe}(\text{OH})_6(\text{NO}_3)\cdot 2\text{H}_2\text{O}$  sprawdzono jako potencjalny katalizator w modelowym utlenianiu kumenu z zastosowaniem aparatury gazometrycznej oraz reaktora barbotażowego, w rozpuszczalniku polarnym i niepolarnym. Próbki po procesach utleniania analizowano metodą jodometryczną na obecność wodoronadtlenku kumenu. Dodatkowo, zastosowano chromatografię GC-FID do wyznaczenia stężenia kumenu oraz pozostałych produktów: acetofenonu i 2-fenilo-2-propanolu. Najlepsze wyniki uzyskano dla procesów prowadzonych w rozpuszczalniku polarnym – benzonitrylu. W procesie prowadzonym w obecności CoFe-LDH i AIBN konwersja wynosiła około 29%. Badania prowadzone w reaktorze barbotażowym wykazały, że katalizator można zawracać do reakcji przy zachowaniu wysokiej aktywności. Przy czterokrotnym recyklu katalizatora, spadek konwersji kumenu wynosił około 10%. W środowisku niepolarnym uzyskane wyniki były nieco gorsze, zarówno pod kątem aktywności jak i stabilności katalizatora.

Badania współfinansowano w ramach dotacji na badania statutowe 04/050/BK\_24/0191 prowadzone w Katedrze Technologii Chemicznej Organicznej i Petrochemii.

Literatura:

[1] Mishra, G., Dash, B. & Pandey, S. *Appl. Clay Sci.* (2018) 153, 172–186.



## **MODYFIKACJA TLENKU CYNKU I JEJ WPŁYW NA WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNE I ANTYBAKTERYJNE KOMPOZYTÓW CEMENTOWYCH**

**Izabela Kłapiszewska<sup>1,\*</sup>, Teofil Jesionowski<sup>2</sup>, Łukasz Kłapiszewski<sup>2</sup>,  
Agnieszka Śłosarczyk<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Wydział Inżynierii Lądowej i Transportu, Politechnika Poznańska, Piotrowo 5, 60-965 Poznań

<sup>2</sup>Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska, Berdychowo 4, 60-965 Poznań

\*izabela.klapiszewska@put.poznan.pl

Tlenek cynku dzięki swoim licznym właściwościom, jest materiałem szeroko stosowanym w różnych dziedzinach nauki i przemysłu [1]. Znalazł on również swoje zastosowanie w budownictwie, nadając materiałom korzystne właściwości mechaniczne, trwałościowe oraz antybakteryjne [2]. Stosowanie tlenku cynku w kompozytach cementowych, podobnie jak innych domieszek nanotlenkowych, związane jest z ich nierównomiernym rozmieszczeniem w matrycy cementowej, co najczęściej wywołane jest ich tendencją do agregacji i aglomeracji. W efekcie cząstki charakteryzują się mniejszą reaktywnością, tworząc obszary o obniżonych parametrach mechanicznych, utrudniając lub uniemożliwiając powstanie kompozytów o wysokich wytrzymałościach [3].

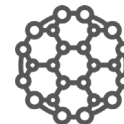
W ramach prezentowanych badań podjęto próbę wprowadzenia tlenku cynku do matrycy cementowej w zmodyfikowanej formie: (i) układu hybrydowego powstałego z połączenia tlenku cynku i ligniny oraz (ii) rozpuszczalnika głęboko eutektycznego z udziałem tlenku cynku, w celu zachowania lub poprawy w wytworzonych, finalnych kompozytach cementowych właściwości plastycznych, mechanicznych oraz antybakteryjnych. Układami odniesienia do proponowanych rozwiązań są kompozyty cementowe bez oraz z domieszką tlenku cynku.

Badania były realizowane w ramach subwencji badawczej przyznanej dla Politechniki Poznańskiej (0412/SBAD/0081) oraz projektu badawczego finansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki nr 2022/45/B/ST8/02535. Autorzy dziękują za pomoc w realizacji zadań badawczych:

prof. Annie Chrobok oraz dr. inż. Piotrowi Latosowi z Politechniki Śląskiej,  
a także dr inż. Annie Parus z Politechniki Poznańskiej.

### Literatura:

- [1] A. Kolodziejczak-Radzimska, T. Jesionowski *Materials* (2014) 7, 2833–81.
- [2] I. Kłapiszewska et al. *J Mater Res Technol* (2023) 24, 2239–2264.
- [3] J. Reches et al. *Construct Build Mater* (2018) 167, 860e73.



## MATERIAŁY HYBRYDOWE Z UDZIAŁEM TiO<sub>2</sub> JAKO FUNKCJONALNE DOMIESZKI DO KOMPOZYTÓW CEMENTOWYCH

Patryk Jędrzejczak<sup>\*1,2</sup>, Łukasz Kłapiszewski<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Wydział Inżynierii Lądowej i Transportu, Politechnika Poznańska, Piotrowo 3, 61-139 Poznań

<sup>2</sup>Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska, Berdychowo 4, 60-965 Poznań

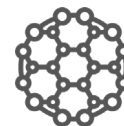
\* : patryk.jedrzejczak@put.poznan.pl

Tlenek tytanu(IV) w ostatnich latach skupia uwagę naukowców ze względu na swoje bardzo dobre właściwości fotokatalityczne, które mogą zostać wykorzystane w wielu obszarach, np. do usuwania zanieczyszczeń [1, 2]. Niemniej materiał ten największą aktywność fotokatalityczną wykazuje wobec promieniowania ultrafioletowego, którego w świetle słonecznym jest do 5% [2]. W pracy tej podjęto się próby zmodyfikowania wybranych odmian TiO<sub>2</sub> węglem, celem uzyskania fotokatalizatora wykazującego aktywność wobec światła widzialnego i poprawioną aktywność podczas naświetlania promieniowaniem UV. W dalszej części badań zmodyfikowany tlenek tytanu(IV) wprowadzono do matryc cementowych w roli domieszek, aby uzyskać kompozyty cementowe wykazujące właściwości samoczyszczące, przeciwdrobnoustrojowe i potencjalnie zdolne do usuwania zanieczyszczeń powietrza. Z tego względu, że nanometryczne cząstki mogą wykazywać tendencję do agregacji i aglomeracji, która niekorzystnie wpływa na parametry wytrzymałościowe kompozytów cementowych oraz zwiększa zapotrzebowanie na wodę zarobową, zdecydowano się połączyć w materiale hybrydowym zmodyfikowany TiO<sub>2</sub> z ligniną kraft. Do tego celu wykorzystano niewymagającą użycia rozpuszczalników metodę mechanochemiczną. Uzyskane dzięki tej metodzie produkty, zakwalifikowane do I klasy materiałów hybrydowych, zastosowano w roli domieszek do zapraw cementowych, które następnie wnikliwie scharakteryzowano.

Praca ta była wspierana finansowo przez Narodowe Centrum Nauki w ramach projektu badawczego nr 2019/35/B/ST8/02535.

### Literatura:

- [1] A. Fujishima, T.N. Rao, D.A. Tryk, *J. Photochem. Photobiol. C: Photochem. Rev.* (2000) 1, 1-21.
- [2] M. Janczarek, Ł. Kłapiszewski, P. Jędrzejczak, I. Kłapiszewska, A. Ślosarczyk, T. Jesionowski, *Chem. Eng. J.* (2022) 430, 132062.



## IMIDAZOLIOWE ORAZ AMONIOWE AKTYWNE POWIERZCHNIOWO CIECZE JONOWE JAKO ZAMIENNIKI SURFAKTANTÓW W PRZEMYSŁE DETERGENTÓW

**Marta Wojcieszak\***, Anna Syguda, Katarzyna Materna

*Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska, Berdychowo 4, 60-965 Poznań*

*\*marta.wojcieszak@put.poznan.pl*

Związki powierzchniowo czynne, zwane też surfaktantami, są kluczowymi składnikami detergentów, pełniącymi rolę substancji, które w podstawowym znaczeniu pomagają w usuwaniu brudu poprzez umożliwienie mieszania wody z olejami i zanieczyszczeniami. Ciekawą, dynamicznie rozwijającą się grupą, znajdującą się na pograniczu cieczy jonowych (ang. Ionic Liquids, ILs) oraz surfaktantów są aktywne powierzchniowo ciecze jonowe (ang. Surface-Active Ionic Liquids, SAILs) [1]. SAILs jako związki funkcjonalne, charakteryzują się amfifilową strukturą podobną do surfaktantów, z wyraźnie zdefiniowaną hydrofilową "głową" i hydrofobowym "ogonem". Ta budowa umożliwia im samoorganizację w micelle oraz wykazywanie aktywności powierzchniowej i międzyfazowej. Co więcej, SAILs mają zdolność do agregacji przy niższym krytycznym stężeniu micelizacji (CMC) w porównaniu z tradycyjnymi surfaktantami, co sprawia, że działają bardziej efektywnie niż komercyjne związki [1-3].

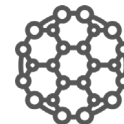
Przeprowadzone badania miały na celu analizę samoorganizacji cząsteczek SAILs zawierających amfifilowe kationy imidazoliowe oraz amoniowe. Zdolność do spontanicznej organizacji SAILs zbadano w roztworze wodnym, na granicy międzyfazowej (powietrze/woda) oraz na powierzchni hydrofobowej (mice). Ponadto, szczegółowo określono korelację między budową wybranych związków a ich właściwościami powierzchniowymi.

Badania zostały sfinansowane przez Ministerstwo Edukacji i Nauki 0912/SBAD/2408.

[1] C.S. Buettner, A. Cognigni, C. Schröder, K. Bica-Schröder, *J. Mol Liq.* 347 (2022) 1-31.

[2] M. Wojcieszak, A. Syguda, S. Zięba, A. Mizera, A. Łapiński, K. Materna, *J. Mol Liq.* 383 (2023) 1-10.

[3] M. Wojcieszak, A. Syguda, M. Karolak, Ł. Pałkowski, K. Materna, *RSC Adv.* 13 (2023) 34782-34797.



## SYNTEZA I OCENA MULTIDETEKTOROWEJ FLUORESCENCYJNEJ SONDY MOLEKULARNEJ DO DETEKЦИИ WYBRANYCH METALI PRZEJŚCIOWYCH I REAKTYWNYCH FORM TLENU

Piotr Michałowski\*<sup>1</sup>, Katarzyna Bielicka – Daszkiewicz<sup>1</sup>,  
Dorota Jakubczyk<sup>2</sup>, Jacek Kolanowski<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska, Berdychowo 4, 60-965 Poznań

<sup>2</sup>Instytut Chemii Bioorganicznej Polskiej Akademii Nauk, Noskowskiego 12/14, 61-704 Poznań

\*piotr.michalowski@doctorate.put.poznan.pl

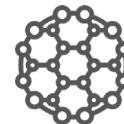
Fluorescencyjne sondy molekularne to klasa związków znacznikowych/sensorów, które ze względu na swoje właściwości optyczne mogą być wykorzystywane jako identyfikatory zmian w środowisku reakcyjnym i biologicznym. Podstawowa koncepcja opiera się na aktywowalnej reaktywności poprzez kowalencyjną lub niekowalencyjną interakcję z wybranym analitem lub zestawem analitów, przy której maksima wzbudzenia i/lub emisji ulegają zmianie pod względem długości fali i/lub intensywności sygnału [1].

W ramach fazy eksperymentalnej zaprojektowano wieloetapową syntezę sondy molekularnej, bazując na dwóch aktywnie optycznych fluoroforach, a mianowicie amidowej pochodnej kumaryny i kwasu kawowego, które zostały połączone symetrycznym linkerem diaminowym. Każdy etap został zweryfikowany przez serię analiz chromatograficznych, spektroskopowych i aktywności optycznej pod kątem wybranych analitów. W konsekwencji powstała fluorescencyjna sonda molekularna wykazała maksimum wzbudzenia przy 425 nm i maksimum emisji przy 475 nm. Co więcej, cząsteczka wykazała proporcjonalną zmianę intensywności w odpowiedzi na zmiany polarności i lepkości otaczającego środowiska. Ponadto, zaobserwowano zanik sygnału emisji i wzbudzenia, gdy znacznik oddziaływał z nadtlenkiem potasu i wybranymi metalami ( $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ). Natomiast w przypadku jonów cyny uzyskano zwiększenie intensywności o blisko 50% względem emisji początkowej sondy, co potwierdza wielodetekcyjność sensora w kontakcie z różnorodnymi analitami w układzie *in vitro*.

Literatura:

[1] J. Kolanowski, F. Liu, E. New *ACS. Chem. Biol.* (2018) 47, 195-208.





## ZASTOSOWANIE WYBRANYCH SZKIELETÓW METALO-ORGANICZNYCH JAKO MODYFIKATORÓW MEMBRAN POLIMEROWYCH

**Weronika Badzińska\***, Ewelina Czajka, Filip Ciesielczyk

*Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska, Berdychowo 4, 60-965 Poznań*

*\*weronika.badzinska@doctorate.put.poznan.pl*

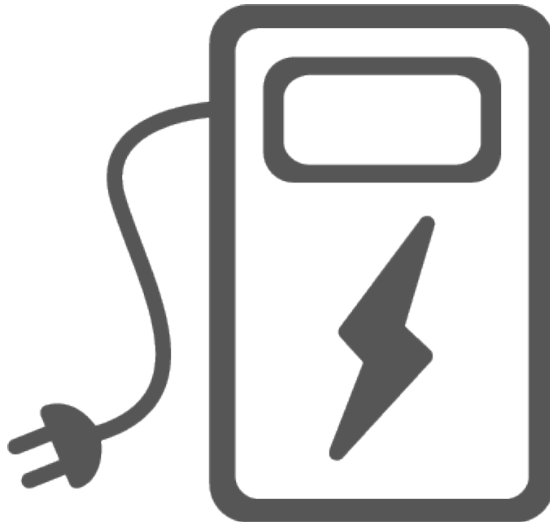
Techniki membranowe są jednymi z najczęściej stosowanych metod separacji w procesach środowiskowych, głównie ze względu na wysoką wydajność, przy jednocześnie niewielkim zużyciu energii i niskich kosztach procesowych [1,2]. Problem stanowi jednak zjawisko foulingu i powstawanie biofilmu na powierzchni membran, a także zapychanie ich porów przez różne substancje, co znacząco obniża sprawność procesu separacji [3]. Interesującą alternatywę stanowi zastosowanie zaawansowanych materiałów organicznych i nieorganicznych do produkcji membran kompozytowych o zdefiniowanych właściwościach, których dodatek będzie miał pozytywny wpływ na wydajność i sprawność układu [4]. W prezentowanych badaniach, wykorzystano związki o strukturze szkieletów metalo-organicznych (z ang. *Metal-Organic Framework*) jako modyfikatory komercyjnych jak i elektroprzędzonych membran wykonanych z poli(chlorku winylu). Materiały syntezowano z wykorzystaniem mechanochemii i poddano wnikliwej analizie strukturalnej i fizykochemicznej. Ocenie poddano wpływ dodatku związków typu MOF na właściwości powierzchniowe wytworzonych membran. W toku przeprowadzonych analiz dowiedziono, że otrzymane membrany charakteryzowały się właściwościami antybakteryjnymi, co ograniczyło powstawanie foulingu na ich powierzchni i wydłużyło ich żywotność.

Badania współfinansowano ze środków Narodowego Centrum Nauki w ramach projektu badawczego OPUS (nr 2021/43/B/ST8/01854).

### Literatura:

- [1] S.E. Demirel, J. Li, M.M.F. Hasan *Ind. Eng. Chem. Res.* (2021). 60(19), 7197-7217
- [2] W. Chen, Z. Gu, G. Ran, Q. Li *Waste Manag. Res.* (2021). 121, 127-140.
- [3] H.J. de Vries, E. Kleibusch, G.D.A. Hermes, P. van den Brink, C.M. Plugge *Water Res.* (2021). 198, 117163
- [4] S. Sarkar, S. Chakraborty *Groundw. Sustain. Dev.* (2021). 12, 100533.

**TECHNOLOGIE KONWERSJI  
I MAGAZYNOWANIA ENERGII  
– TRENDY I PERSPEKTYWY**



**WYKŁADY SEKCYJNE**



## KATALITYCZNE METODY CHEMICZNEGO ZAGOSPODAROWANIA CO<sub>2</sub>

Bogdan Samojedon, **Monika Motak\***

*Wydział Energetyki i Paliw, AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Al. A. Mickiewicza 30, 30-059  
Kraków*

*\*motakm@agh.edu.pl*

Poszukiwanie alternatywnych metod otrzymywania paliw, związane z rosyjską inwazją na Ukrainę, a także niestabilność cen paliw od dostawców OPEC, czy ograniczone zasoby paliw kopalnych, takich jak węgiel i ropa naftowa, staje się ogromnym wyzwaniem dla współczesnej nauki.

Od lat prowadzone są badania nad zastosowaniem wodoru H<sub>2</sub> jako paliwa alternatywnego, ale także nad syntezą metanolu, SNG (ang. Substitute Natural Gas) i eteru dimetylowego. W ten nurt wpisuje się zastosowanie jako cennego surowca dwutlenku węgla CO<sub>2</sub>, który jest produktem ubocznym w wielu procesach technologicznych. Jedną z proponowanych technologii jest zagospodarowanie CO<sub>2</sub> w produktach chemicznych, czyli CCU (ang. Carbon Capture and Utilization).

Procesy CCU wymagają opracowania składu katalizatora, który będzie aktywny, selektywny i stabilny. Szczególnie interesującymi technologiami CCU są procesy, które dodatkowo mogą być wykorzystane do magazynowania energii w produktach chemicznych. Do takich procesów można zaliczyć suchy reforming metanu DRM (ang. Dry Reforming of Methane) oraz uwodornienie CO<sub>2</sub> do metanu CH<sub>4</sub> (zwane również metanizacją). W przypadku procesu endotermicznej reakcji DRM, otrzymuje się gaz syntezowy o stosunku molowym H<sub>2</sub>/CO równym 1. Gaz o takim składzie, może być wykorzystany do produkcji paliw alternatywnych, np. produkcji węglowodorów w procesie Fischera-Tropscha lub produkcji metanolu. W przypadku drugiej reakcji, tj. uwodornienia ditlenku węgla (metanizacja), głównym produktem reakcji jest metan.

Temat pracy obejmuje katalizatory na bazie różnych nośników, które funkcjonalizowano różnymi metalami d-elektronowymi oraz różnymi promotorami. W ramach prowadzonych badań wytypowano najbardziej aktywne, selektywne i stabilne materiały katalityczne.

Praca finansowana z Grantu AGH 16.16.210.476



## PODWÓJNA ROLA PÓŁPRZEWODNIKÓW W REAKCJACH FOTOKATALITYCZNO-KATALITYCZNYCH

**Wojciech Macyk**,\* Taymaz Tabari, Joanna Kuncewicz,  
Marcin Kobiela, Zbigniew Sojka

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

*\*macyk@chemia.uj.edu.pl*

Istnieje zasadnicza różnica pomiędzy fotokatalitycznym utlenianiem zanieczyszczeń a fotokatalityczną produkcją paliw słonecznych. Podobnie jak spalanie, utlenianie zanieczyszczeń jest procesem egzoenergetycznym, natomiast rozkład wody lub redukcja dwutlenku węgla to reakcje endoenergetyczne. W pierwszej grupie reakcji zaabsorbowane światło wykorzystuje się do pokonania energii aktywacji etapów elementarnych, np. aktywacji tlenu lub wiązania C-H. Rolą fotonów jest zatem zainicjowanie reakcji egzoenergetycznej. Produkcja wodoru z wody lub metanolu z CO<sub>2</sub> są jednak przykładami reakcji wysoce endoenergetycznych. Fotokatalityczna produkcja paliw słonecznych to proces konwersji słonecznej energii kwantowej w energię wiązań chemicznych. W takich procesach fotony można uważać za reagenty. To rozróżnienie jest kluczowe dla zrozumienia teoretycznej granicy wydajności kwantowych dostępnych w tego typu procesach. W reakcjach endoenergetycznych energia zmagazynowana w postaci wiązań chemicznych pochodzi z energii fotonów. Jeden zaabsorbowany foton może wygenerować jedną parę e<sup>-</sup>/h<sup>+</sup>, którą można wykorzystać w pojedynczych elementarnych reakcjach redukcji/utleniania. Zatem granica ogólnej wydajności kwantowej, zdefiniowanej jako liczba etapów redoks e<sup>-</sup>/h<sup>+</sup> podzielona przez liczbę zaabsorbowanych fotonów, wynosi 1. W reakcjach egzoenergetycznych energia wydzielona w procesie może zostać rozproszona w postaci ciepła (i utracona) lub wykorzystana do przyspieszenia kolejnych elementarnych, katalitycznych etapów. Biorąc to pod uwagę, można spodziewać się, że ogólna wydajność kwantowa może przekroczyć 1. Aby to ułatwić, należy zapewnić odpowiednie warunki katalityczne i redoksove. W prezentacji zilustrowana i omówiona zostanie możliwość prowadzenia takich reakcji na materiałach fotokatalityczno-katalitycznych.

Praca została sfinansowana przez Narodowe Centrum Nauki w ramach programu OPUS (numer grantu 2022/45/B/ST5/04087).



## MATERIAŁY ZMIENNOFAZOWE JAKO REWOLUCYJNE ROZWIĄZANIA DLA ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII

**Alina Brzęczek-Szafran<sup>\*1</sup>**, Karolina Matuszek<sup>2</sup>, Magdalena Gwóźdź<sup>1</sup>, Bartłomiej Gaida<sup>1</sup>, Anna Chrobok<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Politechnika Śląska, Wydział Chemiczny, Katedra Technologii Chemicznej Organicznej  
i Petrochemii, Gliwice, Polska

<sup>2</sup> Monash University, School of Chemistry, Melbourne, Australia

<sup>\*</sup>alina.brzeczek-szafran@polsl.pl

Rosnąca dostępność technologii OZE stwarza wyzwanie dla opracowania efektywnych i ekonomicznych metod magazynowania energii. Materiały zmiennofazowe (PCM), zdolne do magazynowania i uwalniania ciepła podczas zmiany fazy (np. topnienia i krystalizacji), mogą znaleźć szerokie zastosowanie w bateriach termicznych (bateriach Carnota) [1]. Ta technologia ma potencjał zrewolucjonizować rynek magazynowania energii dzięki niskim kosztom i możliwościom skalowania, co mogłoby znacząco zmniejszyć zużycie paliw kopalnych i emisje CO<sub>2</sub>. Koszt, wydajność i rozwój tej technologii zależą jednak od pochodzenia, wydajności i ceny PCM. Mimo że koncepcja PCM jest dobrze znana, wybór materiałów o temperaturze topnienia, odpowiedniej do magazynowania energii odnawialnej, które dodatkowo spełniają kryteria zrównoważonego rozwoju, jest ograniczony [2].

Podczas wystąpienia przedstawię nowe możliwości w projektowaniu tanich i efektywnych materiałów zmiennofazowych z biomasy, które wykorzystaliśmy do opracowania rewolucyjnych PCM, pochodnych cukrów (organicznych soli, estrów, amidów), topiących się w średnim zakresie temperatur (100-220°C). Omówię wpływ oddziaływań cząsteczkowych na kluczowe właściwości termiczne tych zrównoważonych PCM, wpisujących się w gospodarkę obiegu zamkniętego.

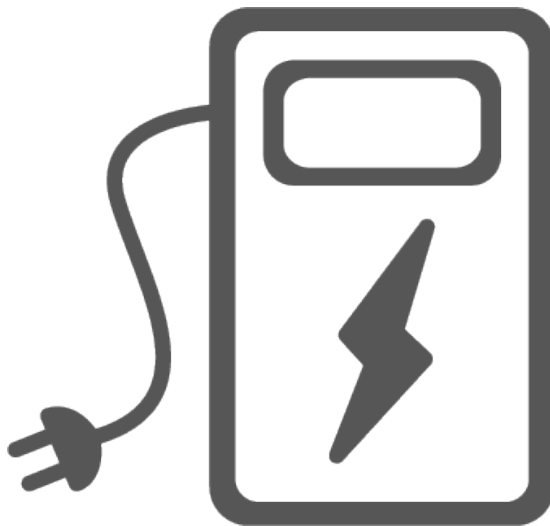
Autorzy pragną podziękować Narodowej Agencji Wymiany Akademickiej za sfinansowanie badań w ramach programu Partnerstwa Strategiczne (BPI/PST/2021/1/00039)

### Literatura:

[1] K. Matuszek, S. L. Piper, A. Brzęczek-Szafran, B. Roy, S. Saher, J. M. Pringle, D. R. MacFarlane *Adv. Mater.* (2024) 36, 2313023.

[2] B. Gaida, J. Kondratowicz, S. L. Piper, C. M. Forsyth, A. Chrobok, D. R. Macfarlane, K. Matuszek, A. Brzęczek-Szafran, *ACS Sustainable Chem. Eng.* (2024) 12, 1, 623–632.

**TECHNOLOGIE KONWERSJI  
I MAGAZYNOWANIA ENERGII  
– TRENDY I PERSPEKTYWY**



**KOMUNIKATY**



## ROLA SUB-STECHIOMETRYCZNYCH TLENKÓW TYTANU W PROCESACH ELEKTRODOWYCH OGNIWA LITOWO-SIARKOWEGO

**Mariusz Walkowiak<sup>1\*</sup>**, Monika Osińska-Broniarz<sup>1</sup>, Mateusz Jankowski<sup>1</sup>,  
Marcin Janczarek<sup>2</sup>, Teofil Jesionowski<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Sieć Badawcza Łukasiewicz-Institut Metali Nieżelaznych, Oddział w Poznaniu, Forteczna 12, 61-362 Poznań*

<sup>2</sup>*Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska, Berdychowo 4, 60-965 Poznań*  
*\*mariusz.walkowiak@imn.lukasiewicz.gov.pl*

Akumulatory litowo-siarkowe (Li-S) stały się w ostatnich czasach jednym z kandydatów na nową generację systemu magazynowania energii oparte na litie, zwłaszcza do zastosowań mobilnych. Potencjalnie oferują one pewne istotne zalety w porównaniu z istniejącymi technologiami Li-ion, takie jak znacznie wyższa gęstość energii w przeliczeniu na masę oraz zastosowanie relatywnie taniego i łatwo dostępnego materiału aktywnego katody. Niniejsza prezentacja skupia się na aktualnym stanie wiedzy w zakresie nowych systemów bateryjnych opartych na litie (tzw. post-Li), ze szczególnym uwzględnieniem akumulatorów Li-S. Zostaną krótko omówione główne mechanizmy działania tych ogniw, a również najnowsze koncepcje materiałów w zakresie kompozytowych katod siarkowych w odniesieniu do kluczowych problemów wydajnościowych, z jakimi borykają się współczesne ogniwa Li-S rozwijane w laboratoriach. Następnie zostaną omówione wyniki badań naukowych uzyskane w Łukasiewicz-IMN. Wśród nich zostaną przedstawione wstępne próby zastosowania tlenków tytanu o sub-stechiometrycznym składzie jako nowej obiecującej koncepcji składu katody siarkowej. Materiały te, zwłaszcza tzw. fazy Magnelego, oferują właściwości takie jak wysoka przewodność elektronowa oraz obecność defektów sieciowych, co czyni je potencjalnie atrakcyjnymi w kontekście ograniczenia rozpuszczania polisulfidów (PS) i katalitycznego polepszenia kinetyki reakcji PS, przy jednoczesnym nie pogarszaniu przewodności katody. W ostatniej części prezentacji przedstawione zostanie studium przypadku prac rozwojowych nad prototypowym akumulatorem Li-S typu pouch. Krótko zostaną omówione etapy produkcji pouch przy użyciu stosunkowo prostego sprzętu laboratoryjnego, a wyniki zostaną przedstawione w kontekście testów elektrycznych akumulatora i prób w modelu pojazdu.



## ZJAWISKO REKOMBINACJI TLENU W TRAKCJE FORMACJI AKUMULATORÓW KWASOWO-OŁOWIOWYCH TYPU AGM

**Sławomir Walkowiak**<sup>\*1,2</sup>, Marcin Wachsmann<sup>2</sup>, Marek Baraniak<sup>1</sup>, Grzegorz Lota<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>*Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska, Berdychowo 4, 60-965 Poznań*

<sup>2</sup>*Exide Technologies, Gdyńska 31/33 61-016*

*\*slawek.w.walkowiak@gmail.com*

Zjawisko rekombinacji tlenu w akumulatorach kwasowo – ołowiowych typu AGM, jest jednym z głównych czynników odróżniających standardowe akumulatory SLI od akumulatorów AGM [1,2]. Dzięki rekombinacji tlenu w trakcie jego pracy, możliwe jest osiągnięcie znacznie lepszych osiągnięć pod kątem wydajności cyklicznej akumulatorów AGM w odniesieniu do akumulatorów nie posiadających maty szklanej lub żelu, dzięki którym rekombinacja jest możliwa [3,4]. Zjawisko to dość dobrze opisane jest w literaturze pod kątem pracy danego akumulatora, nie ma jednak zbyt wielu informacji na temat zachodzenia rekombinacji na etapie produkcji – podczas procesu formowania akumulatorów AGM [5,6]. Niniejsza praca skupia się właśnie na aspekcie potencjalnego zachodzenia zjawiska rekombinacji tlenu na etapie jego produkcji – podczas procesu formacji wannowej akumulatorów AGM. Krzywe napięciowe, temperaturowe oraz wyliczenia ubytku wody w trakcie pierwszego ładowania akumulatorów zaprezentowane w ramach niniejszej pracy mają za zadanie lepsze wyjaśnienie zjawiska rekombinacji tlenu, które może zachodzić w trakcie procesu formowania akumulatorów kwasowo – ołowiowych typu AGM.

*Badania zostały zrealizowane w ramach projektu doktorat wdrożeniowy DWD/5/0390/202  
1 z dnia 23.12.2021 r.*

### Literatura:

- [1] B.Culpin, Valve-Regulated Batteries: Oxygen Cycle, Elsevier 2009
- [2] D.Pavlov, Lead-Acid batteries: Science and Technology, Elsevier, 2011
- [3] M. McDonagh, M. Rigby, Formation back to basics – the start, 2021., Best magazine
- [4] R. Kiessling, Lead acid battery formation, Digatron Firing Circuits, Digatron, 1992
- [5] G. Papazov, Negative Electrode, Institute of Electrochemistry and Energy Systems, Sofia, Bulgaria, 2009, Elsevier
- [6] K.R. Bullock, Coolohm, Positive Electrode, Inc., Blue Bell, PA, USA, 2009 Elsevier





## WYMOGI BEZPIECZEŃSTWA DOTYCZĄCE UKŁADÓW LITOWYCH

Grzegorz Lota<sup>1,2</sup>, Kamil Frączek<sup>1</sup>, Katarzyna Lota<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Sieć Badawcza Łukasiewicz-Institut Metali Nieżelaznych, Oddział w Poznaniu, ul. Forteczna 12,  
61-362 Poznań*

<sup>2</sup>*Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska, Berdychowo 4, 60-965 Poznań  
\*grzegorz.lota@imn.lukasiewicz.gov.pl*

Akumulatory litowo-jonowe oraz post-litowe są aktualnie uważane za najważniejsze elektrochemiczne źródło obecnego i przyszłego zasilania systemów przenośnych, stacjonarnych i trakcyjnych.

Najważniejsze dokumenty pozwalające na ocenę bezpieczeństwa systemów bateryjnych podczas transportu to podręcznik badań Organizacji Narodów Zjednoczonych sekcja 38.3 oraz norma IEC 62281 w całości określająca wymagania bezpieczeństwa pierwotnych i wtórnych ogniwi i baterii. Oba dokumenty opisują w sposób zbieżny metody badań oraz wymagania jakie powinny spełniać ogniwa i systemy bateryjne. Testy są wymagające i pozwalają na wykrycie wad produktów mogących spowodować zagrożenie.

Z kolei badania bezpieczeństwa użytkowania ogniwi i systemów magazynowania energii podlegają standardom IEC 62133 oraz IEC 62619. Wskazane normy opisują zakres badań symulujących awarie zamierzonego i niezamierzonego użycia.

Prace realizowane w ramach projektu - **STREAMS - Sustainable Technologies for Reducing Europe's battery raw Materials dependence** - który otrzymał dofinansowanie z programu badań i innowacji Unii Europejskiej Horyzont Europa w ramach umowy nr **101137771**



## WYKORZYSTANIE WĘGLA AKTYWNEGO POCHODZĄCEGO Z BIOODPADÓW JAKO MATERIAŁU ELEKTRODOWEGO KONDENSATORÓW ELEKTROCHEMICZNYCH

**Katarzyna Lota**<sup>\*1</sup>, Paweł Jantas<sup>1</sup>, Ilona Acznik<sup>1</sup>, Grzegorz Lota<sup>1,2</sup>, Krzysztof  
Tomczuk<sup>3</sup>, Paweł Obstawski<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Metali Nieżelaznych, Oddział w Poznaniu, ul. Forteczna 12,  
61-362 Poznań

<sup>2</sup> Politechnika Poznańska, Instytut Chemii i Elektrochemii Technicznej, ul. Berdychowo 4, 60-965  
Poznań

<sup>3</sup> Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Inżynierii Produkcji,  
ul. Nowoursynowska 164, 02-787 Warszawa  
*\*katarzyna.lota@imn.lukasiewicz.gov.pl*

Węgłe aktywne o rozwiniętej powierzchni rzeczywistej znajdują zastosowanie min. jako materiały elektrodowe kondensatorów. W pracy jako prekursorzy węgla aktywnych wykorzystano bioodpady, takie jak wytloki jabłek czy łodygi pomidorów. Zastosowany proces karbonizacji i aktywacji pozwolił otrzymać węgle o rozwiniętej powierzchni rzeczywistej. Optymalizacji podlegał proces otrzymywania węgla aktywnego, tak aby maksymalnie zredukować energo- i kosztocłonność zagospodarowania bioodpadów zgodnie z założeniami biogospodarki o obiegu zamkniętym.

Wytworzone materiały zostały poddane szczegółowej charakterystyce fizykochemicznej i elektrochemicznej w kontekście potencjalnego wykorzystania jako materiałów elektrodowych do kondensatorów elektrochemicznych oraz hybrydowych.

### Podziękowania

Badania zostały sfinansowane ze środków MNiSW w ramach subwencji przyznanej Sieci Badawczej Łukasiewicz-Instytut Metali Nieżelaznych w roku 2024



## RYNEK ORAZ REGULACJE UNIJNE DOTYCZĄCE OGNIW LITOWO-JONOWYCH

**Łukasz Kolanowski<sup>\*1</sup>, Ilona Acznik<sup>1</sup>, Katarzyna Lota<sup>1</sup>, Grzegorz Lota<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>*Sieć Badawcza Łukasiewicz-Institut Metali Nieżelaznych, Oddział w Poznaniu, ul. Forteczna 12,  
61-362 Poznań*

<sup>2</sup>*Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska, Berdychowo 4, 60-965 Poznań*

*\*lukasz.kolanowski@imn.lukasiewicz.gov.pl*

Akumulatory litowo-jonowe (Li-ion) są aktualnie uważane za najważniejsze elektrochemiczne źródło prądu. Akumulatory Li-ion ze względu na dużą pojemność, wysokie napięcie pracy oraz dobrą trwałość cykliczną znalazły zastosowanie zarówno w przenośnych urządzeniach codziennego użytku oraz jako źródło zasilania pojazdów elektrycznych.

Akumulatory Li-ion są kluczowym elementem samochodów elektrycznych i stanowią do 45% kosztów pojazdu. Światowymi liderami, którzy dostarczają ok. 90 % akumulatorów Li-ion są firmy chińskie, japońskie oraz południowokoreańskie. Polska odgrywa wiodącą rolę w łańcuchu dostaw sektora bateryjnego. Baterie Li-ion stanowią ponad 2,4% całego polskiego eksportu. Wartość eksportu w sektorze baterii wzrosła z poziomu 0,21 mld EUR w 2017 roku do ponad 8 mld EUR w 2022 r. W 2022 r. łączna wartość pojemności wyprodukowanych akumulatorów Li-ion wyniosła 73 GWh co stanowiło 6% całkowitego udziału w rynku. W regionie CEE (Europa Środkowo Wschodnia) Polska wraz z Węgrami mają aż 9% udziału w światowym rynku bateryjnym produkując ok. 111 GWh akumulatorów Li-ion.

Rosnące zapotrzebowanie na akumulatory Li-ion, obecność w układzie pierwiastków krytycznych oraz kwestie bezpieczeństwa - wymuszają dostosowywanie się producentów do spełnienia określonych norm oraz regulacji Unii Europejskiej dotyczących np. recyklingu, śladu węglowego, bezpieczeństwa oraz cyklu życia akumulatorów. Na przykład, zgodnie z rozporządzeniem 2023/1542 UE od lutego 2027 roku akumulatory o pojemności większej niż 2 kWh muszą być rejestrowane elektronicznie za pomocą tzw. paszportu bateryjnego zawierającego kod QR oraz oznaczenie CE.

Prace realizowane w ramach projektu pt.: „Graphite Resilience For lithium-Ion baTtery anodes through a sustainable European End-to-End supply chain”, który otrzymał dofinansowanie z programu badań i innowacji Unii Europejskiej Horyzont Europa w ramach umowy nr 101103752



## ESTRY KWASU WINOWEGO JAKO ZRÓWNOWAŻONE MATERIAŁY ZMIENNOFAZOWE DO MAGAZYNOWANIA ENERGII CIEPLNEJ

Magdalena Gwóźdz<sup>1</sup>, Marta Markiewicz<sup>2</sup>, Anna Chrobok<sup>1</sup>, Douglas R.  
MacFarlane<sup>3</sup>, Karolina Matuszek<sup>3</sup>, Alina Brzęczek-Szafran<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Politechnika Śląska, Wydział Chemiczny, Katedra Technologii Chemicznej Organicznej i  
Petrochemii, Gliwice, Polska

<sup>2</sup> Institute of Water Chemistry, Technische Universität Dresden, Bergstrasse 66, D-01069 Dresden,  
Germany

<sup>3</sup> Monash University, School of Chemistry, Melbourne, Australia  
\*magdalena.gwozdz@polsl.pl

Magazynowanie energii cieplnej (TES) umożliwia efektywne magazynowanie nadwyżek energii cieplnej i zmniejsza obciążenie sieci elektroenergetycznych, zapewniając nieprzerwane dostawy energii, co jest kluczowe dla stabilności dostaw z odnawialnych źródeł energii. [1] Ponadto, TES przyczynia się do redukcji emisji CO<sub>2</sub>, wspierając realizację celu Unii Europejskiej dotyczącego osiągnięcia neutralności w emisji CO<sub>2</sub> do 2050 roku. Wśród materiałów wykorzystywanych w systemach TES, na szczególną uwagę zasługują materiały zmiennofazowe (PCM), które są zdolne do magazynowania i uwalniania ciepła utajonego podczas przejść fazowych, takich jak topnienie i krystalizacja. [2] Oprócz wysokiej gęstości magazynowania energii cieplnej, odpowiedniej temperatury topnienia, dostosowanej do zastosowania oraz stabilności termicznej w naprzemiennych cyklach ogrzewania i chłodzenia, należy uwzględnić aspekt środowiskowy stosowanych PCM, w tym ich pochodzenie, metody wytwarzania, cenę, toksyczność i możliwość utylizacji. [3] Aby sprostać tym wyzwaniom opracowaliśmy nową grupę PCM z wykorzystaniem w pełni naturalnych, niedrogich prekursorów takich jak kwas winowy i alkohole tłuszczowe. Opracowane diestry kwasu winowego wykazują temperatury topnienia w zakresie od 67 do 94°, wysokie entalpie topnienia od 133 do 221 J g<sup>-1</sup> oraz wysoką stabilność termiczną.

### Literatura:

- [1] K. Matuszek et al., *Chem Rev*, (2023) 123, 491–514.
- [2] K. Matuszek et al., *Adv. Mater.* (2024) 36, 2313023
- [3] S. L. Piper, et al., *RSC Sustainability*, (2023) 1, 470–480.

# PROCESY BIOTECHNOLOGICZNE



POSTERY



## WŁASCIWOŚCI MIKROORGANIZMÓW ŚRODOWISKOWYCH UCZESTNICZĄCYCH W BIODEGRADACJI KSENOBIOTYKÓW

**Amanda Pacholak\***, Natalia Burlaga, Adam Grzywaczyk, Aleksandra Makiej,  
Agata Zdarta, Wojciech Smułek, Ewa Kaczorek

*Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska, Berdychowo 4, 60-965 Poznań*

*\*amanda.pacholak@put.poznan.pl*

Ksenobiotyki to związki chemiczne, które są obce dla organizmu lub ekosystemu. Mogą to być substancje syntetyczne, które nie występują naturalnie w środowisku, lub naturalne związki chemiczne wprowadzone do organizmu w nadmiarowych ilościach. Zanieczyszczenie środowiska tymi związkami stanowi poważny problem, który dotyczy głównie krajów wysoko rozwiniętych i związany jest przede wszystkim z niepożądaną obecnością w środowisku węglowodorów, pestycydów, farmaceutyków sprzedawanych bez recepty oraz środków higieny osobistej, które są stosowane w dużych, trudnych do oszacowania ilościach. Substancje te trafiają do wód powierzchniowych często w wyniku niewłaściwej utylizacji. Ich obecność w relatywnie wysokich stężeniach w wodach gruntowych, powierzchniowych czy ściekach jest szkodliwa dla zdrowia ludzi i zwierząt. Wykazują one często m.in. działanie zakłócające prawidłową pracę układu endokrynologicznego lub rozrodczego. Celem prowadzonych badań była izolacja bakterii środowiskowych wykazujących potencjalne zdolności do biodegradacji wybranych ksenobiotyków oraz analiza zmian zachodzących w komórkach testowanych szczepów poddanych ekspozycji na badane związki chemiczne. Pierwszym etapem badań była selektywna izolacja mikroorganizmów obecnych w glebie, wodach powierzchniowych czy osadach czynnych. Przeprowadzone badania obejmowały testy biodegradacji prowadzone przy użyciu metod chromatograficznych a także analizę zmian w aktywności metabolicznej komórek, przepuszczalności błony komórkowej, hydrofobowości powierzchni czy aktywności enzymatycznej. Uzyskana wiedza znacząco poszerza obecny stan wiedzy dotyczącej oddziaływania związków bioaktywnych na środowisko naturalne.

Badania zostały sfinansowane przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego



## PRODUKCJA BIOOLEJÓW Z WYKORZYSTANIEM SZCZEPU *CRYPTOCOCCUS CURVATUS*

Anna Duber<sup>\*1</sup>, Celina Pięda<sup>1</sup>, Piotr Oleśkowicz-Popiel<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki, Politechnika Poznańska, Berdychowo 4, 60-965 Poznań  
<sup>\*</sup>anna.duber@put.poznan.pl

Jedną z możliwości wykorzystania produktów ubocznych przemysłu spożywczego o wysokim ładunku organicznym jest ich biologiczna konwersja za pomocą mikroorganizmów w procesach fermentacji do związków o wartości dodanej jak np. biogaz, biowodór, krótko i średniołańcuchowe kwasy tłuszczowe [1], czy biooleje (*ang.* SCO-single cell oil) [2]. Produkcja bioolejów mikrobiologicznych zyskuje coraz większe zainteresowanie ze względu na szeroki wachlarz możliwości ich zastosowania m.in jako substytut dla paliw kopalnych, ale także jako źródło rzadko spotykanych kwasów tłuszczowych o wysokiej wartości dla sektora spożywczego, czy kosmetycznego [3]. Celem pracy była konfiguracja stanowiska badawczego i przeprowadzenie procesów fermentacji z wykorzystaniem drożdży olejogennych *Cryptococcus curvatus* DSM 70022 do produkcji bioolejów gdzie substratem były krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe (KŁKT) oraz glukoza. Kwas octowy był konsumowany najszybciej, już w pierwszym dniu, następnie kwas masłowy i propionowy. Największe stężenie wyprodukowanych lipidów wynoszące 2,75 g/L uzyskano przy najwyższym stężeniu KŁKT wynoszącym 40 g/L, niemniej jednak wydajność była stosunkowo niska i wynosiła 10,4%. Największą wydajność produkcji lipidów wynoszącą 18,7% g/g skonsumowanego uzyskano w hodowlach na glukozie, a następie na KŁKT o sumarycznym stężeniu 20 g/L, wówczas wydajność produkcji lipidów wyniosła 15,7%. Wyniki te są zbliżone do danych literaturowych i stanowią solidny fundament do dalszych prac.

Badania zostały wykonane w ramach pracy dyplomowej Pani inż. Celiny Piędy.

### Literatura:

- [1] A. Duber et al. *Chem. Eng. J.* (2024) submitted.
- [2] E. E. Karamerou, C. Webb. *Biochem. Eng. J.* (2019) 151, 107322.
- [3] E. Krikigianni et al. *Appl. Sci.* (2022), 12, 6541



## **PORÓWNANIE WŁAŚCIWOŚCI FIZYKOCHEMICZNYCH I MECHANICZNYCH FILMÓW Z CELULOZY BAKTERYJNEJ ORAZ FILMÓW NA BAZIE ESTRÓW CELULOZY**

**Paulina Bednarczyk<sup>\*1</sup>, Rafał Rakoczy<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny  
w Szczecinie, al. Piastów 17, 70-310 Szczecin*

*\*[paulina.bednarczyk@zut.edu.pl](mailto:paulina.bednarczyk@zut.edu.pl)*

Celuloza bakteryjna (CB) ze względu na swoje właściwości wykorzystywana jest w przemyśle medycznym. Szeroko stosowana jest w chirurgii rekonstrukcyjnej czy podaży leków. CB używana jest szczególnie do produkcji materiałów opatrunkowych ze względu na swoją wysoką wytrzymałość na rozciąganie, elastyczność i zdolność do zatrzymywania wody [1]. Materiały celulozowe są przepuszczalne dla gazów i nie wykazują działania cytotoksycznego. Wysoka porowatość tego polimeru, pozwala na wprowadzenie do matrycy środków przeciwdrobnoustrojowych, leków i innych materiałów biofunkcyjnych. Filmy na bazie estrów celulozy (CAB) również wykazują wysoką biokompatybilność, co pozwala na ich zastosowanie jako systemów do uwalniania leku. Aktualnie estry celulozy odgrywają istotną rolę w rozwoju nowoczesnych technologii dostarczania leków. Posiadają właściwości, które nie tylko są dobrze dostosowane do potrzeb przemysłu farmaceutycznego, ale również umożliwiają budowę systemów dostarczania leków odpowiadających krytycznym potrzebom pacjentów. Właściwości te obejmują bardzo niską toksyczność, produkty rozkładu endogenne, stabilność, wysoka przepuszczalność wody, wysoka  $T_g$ , wytrzymałość filmu, kompatybilność z szeroką gamą substancji aktywnych oraz zdolność do tworzenia mikro- i nanocząstek [2]. Celem pracy jest porównanie właściwości celulozy bakteryjnej i estrów celulozy pod kątem możliwości zastosowania w systemach transdermalnego dostarczania leków.

Badania finansowane w ramach projektu badawczego nr 2023/49/B/ST8/00605 przez Narodowe Centrum Nauki.

### Literatura:

- [1] A. Pandit, R. Kumar, J. Polym. Environ. (2021), 29, 2738-2755.
- [2] K. J. Edgar, Cellulose. (2007) 14, 49-64.





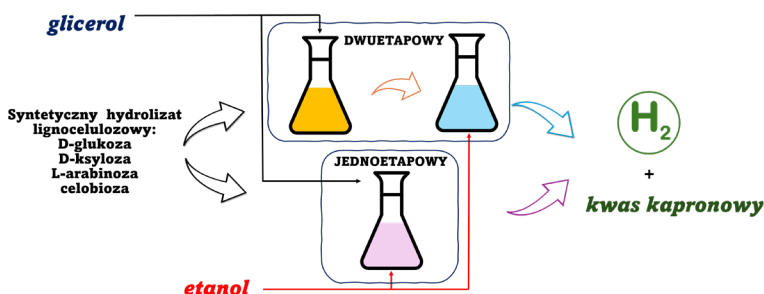
## PRODUKCJA BIOWODORU I KWASU KAPRONOWEGO W SYSTEMIE CIĄGŁYM

Dariusz Sobociński\*, Roman Zagrodnik

Wydział Chemii, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Uniwersytetu Poznańskiego 8,  
61-614 Poznań

\*dariusz.sobocinski@amu.edu.pl

Rozwój cywilizacyjny oraz degradacja środowiska wymuszają zastąpienie paliw kopalnych gospodarką bazującą na procesach biologicznych wykorzystując przy tym tanie, odnawialne surowce lub odpady powstałe w biorafineriach [1]. Ideę tę odzwierciedlają nasze badania w których sprzęgnięto ze sobą dwa procesy fermentacyjne: ciemną fermentację (*mieszana kultura bakteryjna*) oraz wydłużanie łańcucha krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych (*C. kluyveri*) w jedno- i dwuetapowym procesie ciągłym. Celem badań była ocena wpływu stężenia etanolu oraz dodatku glicerolu na produkcję biowodoru i kwasu kapronowego z syntetycznego hydrolizatu lignocelulozowego w optymalnych warunkach pH i HRT. Zebrane wyniki wykazały, że zastosowanie glicerolu nie wpłynęło w znaczący sposób na produkcję kwasu kapronowego przy czym dominującym produktem ubocznym zachodzących procesów fermentacyjnych był propano-1,3-diol, który można wykorzystać do produkcji poliestrów [2]. Obniżenie o połowę stężenia etanolu przy pH 7,0 i HRT 8 dni, skutkowało zmniejszeniem stężenia kwasu kapronowego z ok. 10 g/L do 5,3 g/L w układzie dwuetapowym oraz z ok. 6,6 g/L do 5,1 g/L w układzie jednoetapowym.



Rys. 1. Graficzne streszczenie prowadzonych badań.

### Literatura:

- [1] Ganigué R et al, *Bioresource Technology* (2021);319:124236.
- [2] Chang J-S et al. *International Journal of Hydrogen Energy* (2013);38:15815–22.



## SURFAKTANY POCHODZENIA NATURALNEGO A AKTYWNOŚĆ METABOLICZNA ANTYBIOTYKÓW

Amanda Pacholak, Adam Grzywaczyk, Natalia Burlaga, Aleksandra Makiej,  
Agata Zdarta, Wojciech Smułek, **Ewa Kaczorek\***

Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska, Berdychowo 4, 60-965 Poznań

\*[ewa.kaczorek@put.poznan.pl](mailto:ewa.kaczorek@put.poznan.pl)

Antybiotyki są substancjami chemicznymi, pochodzenia naturalnego lub syntetycznego, które mają zdolność zabijania lub hamowania wzrostu bakterii. Z uwagi na ich powszechne wykorzystanie obserwuje się rosnącą oporność mikroorganizmów na działanie wielu antybiotyków. Jest to globalny problem zdrowotny, który utrudnia skuteczne leczenie infekcji bakteryjnych. Rezultatem tych działań często jest konieczność stosowania wyższych stężeń substancji farmaceutycznych dla osiągnięcia odpowiedniego efektu terapeutycznego. Interesującą perspektywą jest zastosowanie surfaktantów pochodzenia naturalnego, których obecność może powodować modyfikację sposobu dostarczania leków. Celem prowadzonych badań była ocena mechanizmów oddziaływania surfaktantów pochodzenia roślinnego zawierających saponiny, antybiotyków oraz modelowych bakterii Gram ujemnych. Podczas badań wykorzystano saponiny wyizolowane m.in. z kłączy mydlnicy lekarskiej (*Saponaria officinalis*), bluszczu pospolitego (*Hedera helix*) czy lukrecji gładkiej (*Glycyrrhiza glabra*). Zakres badań obejmował ocenę szybkości wzrostu mikroorganizmów poddanych ekspozycji na wybrane antybiotyki i saponiny, aktywności metabolicznej oraz zmian we właściwościach powierzchniowych komórek bakteryjnych. Uzyskane wyniki pozwoliły na wzbogacenie wiedzy o współdziałaniu antybiotyków i saponin na komórki bakterii Gram ujemnych będących częstą przyczyną infekcji, jak np. *Escherichia coli* czy *Pseudomonas aeruginosa*. Wyniki badań mogą być wykorzystane do opracowania nowych strategii dawkowania antybiotyków, co z kolei może przyczynić się do zmniejszenia tempa rosnącej antybiotykooporności i ochrony środowiska naturalnego.

Badania zostały sfinansowane przez Narodowe Centrum Nauki w ramach grantu numer 0912/PNCN/3196.



## CHEMICZNA MODYFIKACJA KORY BRZOZY (*BETULA L.*) W CELU ZWIĘKSZENIA JEJ ZDOLNOŚCI BIOREMEDIACYJNYCH

Jarosław Chwastowski\*, Paweł Staroń

*Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska, Warszawska 24, 31-155  
Kraków*

*\*jaroslaw.chwastowski@pk.edu.pl*

Bioremediacja metali ciężkich stanowi istotną technologię, umożliwiającą oczyszczanie zanieczyszczonych gleb i wód przy użyciu mikroorganizmów, roślin lub ich połączenia. Dzięki nim można skutecznie usuwać toksyczne metale z ekosystemów, co przyczynia się do poprawy jakości środowiska [1].

Przeprowadzone badania miały na celu ocenę zdolności sorpcyjnych naturalnego sorbentu, jakim jest kora brzozy (BB), oraz jej modyfikacji przy użyciu odczynników chemicznych, w tym kwasu azotowego i solnego, wodorotlenku sodu oraz chlorku sodu. Celem modyfikacji chemicznej było zwiększenie zdolności sorpcyjnej materiału względem metali ciężkich: kadmu(II), chromu(VI) i manganu(II). Najbardziej efektywną modyfikację w adsorpcji kadmu i manganu z roztworów wodnych osiągnięto poprzez traktowanie sorbentu 0,1 M roztworem wodorotlenku sodu (BBNa). Natomiast w przypadku chromu każda modyfikacja negatywnie wpływała na jego adsorpcję przez sorbent. Stężenia roztworów analizowano przy użyciu spektrometrii absorpcji atomowej w określonych odstępach czasu. Proces adsorpcji opisano za pomocą izoterm Langmuira, Freundlicha i Temkina. Izoterma Freundlicha najlepiej opisywała adsorpcję kadmu i chromu ( $R^2 = 0,988$  i  $0,986$ ), podczas gdy izoterma Langmuira najlepiej dopasowana była do procesu sorpcji manganu ( $R^2 = 0,996$ ). Zdolność sorpcyjna dla każdego jonu metalu była różna: Cd (II)—33,13 mg/g, Cr (VI)—35,98 mg/g i Mn (II)—24 mg/g dla najwyższego testowanego stężenia. W badaniu zastosowano modele kinetyki pseudo–pierwszego rzędu, pseudo–drugiego rzędu oraz model Webera–Morrisa do analizy kinetyki adsorpcji. Kinetyka pseudo–drugiego rzędu wykazała najlepsze dopasowanie ( $R^2 > 0,94$ ) dla każdego metalu ciężkiego, co podkreśla chemiczny charakter tego procesu.

Literatura:

[1] A. Saravanan, P.S. Kumar, P.A. Duc, G. Rangasamy Chemosphere (2023), 137323



## INDYWIDUALNY I SYNERGISTYCZNY WPŁYW FURFURALU I WANILINY NA PRODUKCJĘ WODORU METODĄ CIEMNEJ FERMENTACJI W REAKTORACH PRZEPŁYWOWYCH

Roman Zagrodnik<sup>\*1</sup>, Dariusz Sobociński<sup>1</sup>, Anna Duber<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Wydział Chemii, Zakład Technologii Chemicznej, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza,  
Uniwersytetu Poznańskiego 8, 61-614 Poznań

<sup>2</sup>Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki, Politechnika Poznańska, Berdychowo 4, 60-965 Poznań  
<sup>\*</sup>roman.zagrodnik@mu.edu.pl

Rosnące zapotrzebowanie na energię i szybkie wyczerpywanie się zasobów paliw kopalnych powoduje konieczność rozwoju produkcji biopaliw takich jak np. biowodór [1]. Biologiczna produkcja wodoru metodą ciemnej fermentacji z wykorzystaniem biomasy lignocelulozowej jest obiecująca, ponieważ zawiera ona spolimeryzowane cukry, które można uwolnić w procesie hydrolizy. Jednak, obróbka wstępna prowadzi często do powstania inhibitorów fermentacji takich jak pochodne furanu i związki fenolowe [2]. Zatem głównymi celami pracy była ocena długoterminowego wpływu furfuralu i waniliny oraz ich mieszaniny na produkcję biowodoru z wykorzystaniem syntetycznego hydrolizatu lignocelulozowego składającego się z glukozy, celobiozy, arabinozy oraz ksylozy. Procesy fermentacji prowadzono w trzech fermentorach pracujących w trybie ciągłym przy czasie zatrzymania 15 godzin. Badania wykazały, że wanilina i furfural nie miały większego wpływu na szybkość produkcji wodoru (PW) do stężeń wynoszących odpowiednio 0,6 oraz 0,96 g/L. PW w tym zakresie stężeń utrzymywało się na poziomie 4500 +200 mL/L.d. Z kolei całkowita inhibicja produkcji H<sub>2</sub> nastąpiła przy stężeniach wynoszących odpowiednio 4,8 i 7,5 g/L. Są to jednak stężenia znacznie wyższe niż te występujące zazwyczaj w otrzymywanych hydrolizatach lignocelulozowych. Wanilina i furfural wykazywały efekt synergistyczny – ich jednoczesna obecność w bioreaktorze obniżała PW w większym stopniu niż pojedyncze związki. Bioreaktor zawierający furfural nie odzyskał pierwotnej sprawności po usunięciu go z pożywki ze względu na wyeliminowanie *C. guangxiense* występującego pierwotnie w mikrobiomie i będącego wydajnym producentem H<sub>2</sub>.

Literatura:

[1] Hu B-B, Wang J-L, Wang Y-T, Zhu M-J. *Renew Energy* (2019) 140, 397–406.

[2] Jönsson LJ, Martín C. *Bioresour Technol* (2016) 199, 103–12.



## **MODYFIKOWANY TLENEK GLINU JAKO POTENCJALNY NOŚNIK W PROCESIE IMMOBILIZACJI OKSYDOREDUKTAZ**

**Agnieszka Kołodziejczak-Radzimska<sup>\*1</sup>, Natalia Strzałkowska<sup>1</sup>, Weronika<sup>1</sup>  
Budzyńska, Filip Ciesielczyk<sup>1</sup>, Teofil Jesionowski<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska, Instytut Technologii i Inżynierii  
Chemicznej, Berdychowo 4, 60-965 Poznań*

*\*agnieszka.kolodziejczak-radzimska@put.poznan.pl*

Ważną rolę w procesie unieruchamiania enzymów odgrywiają zastosowane nośniki. Wybór matrycy nośnej jest kluczowym wyzwaniem, ze względu na duży wpływ, jaki ten materiał może mieć na uzyskane przez układ biokatalityczny właściwości. Istnieje szeroka i zróżnicowana gama materiałów, które mogą być stosowane jako nośniki w procesach unieruchamiania. Obejmują one zarówno materiały organiczne, jak i nieorganiczne, które różnią się pod względem morfologii, struktury i właściwości chemicznych. Generalnie poszukuje się materiałów, które oferują wysoką stabilność, dostępność, relatywnie niską cenę i wysokie powinowactwo do związanych enzymów. Jednym z ważniejszych parametrów decydujących o zastosowaniu danego nośnika w procesie immobilizacji jest jego budowa chemiczna. Materiał powinien charakteryzować się wysoką zawartością reaktywnych grup funkcyjnych (np. aminowych, hydroksylowych, epoksydowych, tiolowych oraz karboksylowych), które wykazują duże powinowactwo do grup chemicznych zawartych w strukturze białka, a tym samym zapewniają skuteczne przyłączenie enzymu. Jeżeli bezpośrednio wiązanie enzymu nie jest możliwe, skład chemiczny nośnika powinien być taki, aby można go było łatwo modyfikować w celu wprowadzenia grup chemicznych wymaganych do wytworzenia interakcji między enzymem a nośnikiem. Ważnymi parametrami determinującymi potencjalne zastosowanie materiału jako nośnika jest jego morfologia i struktura porowata – wielkość i kształt cząstek, wielkość i objętość porów materiału oraz jego powierzchnia właściwa [1].

Podziękowania: Badania zostały sfinansowane przez Narodowe Centrum Nauki w ramach grantu badawczego nr 2021/43/B/ST8/01854

Literatura:

[1] Kołodziejczak-Radzimska A., Jesionowski T., Nova Science Publisher, New York, USA, 2020.



## WPŁYW POLA ELEKTROMAGNETYCZNEGO I NANOMATERIAŁÓW NA PRODUKCJĘ PIOCYJANINY

**Joanna Honselmann genannt Humme**<sup>\*1</sup>, Kamila Dubrowska<sup>1</sup>, Adrian Augustyniak<sup>1,2</sup>, Dawid Sołoducha<sup>1</sup>, Tomasz Borowski<sup>1</sup>, Marian Kordas<sup>1</sup>, Rafał Rakoczy<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Aleja Piastów 42, 71-065 Szczecin*

<sup>2</sup>*Centrum Zaawansowanych Materiałów i Inżynierii Procesów Wytwarzania, Aleja Piastów 42, 71-065 Szczecin*  
*\*joanna\_jablonska@zut.edu.pl*

Piocyjanina jest niebieskim barwnikiem produkowanym wyłącznie przez bakterie *Pseudomonas aeruginosa*. Substancja ta w ostatnich latach zyskała na popularności ze względu na jej właściwości przeciwdrobnoustrojowe i przeciwnowotworowe. Jednakże jest odczynikiem, którego proces produkcji jest stosunkowo drogi. Jednym ze sposobów zwiększenia produkcji jest ekspozycja hodowli na czynniki stresowe, takie jak pole elektromagnetyczne czy nanomateriały. Z tego powodu, celem pracy była ocena wpływu pola elektromagnetycznego oraz nanomateriałów na produkcję piocyjaniny i zwiększenie jej produkcji.

W badaniach zastosowano planowanie eksperymentów (ang. Design of Experiment) w celu oceny jak wybrane czynniki wpływają na produkcję piocyjaniny. Produkcja barwnika była zmierzona spektrofotometrycznie poprzez ekstrakcję piocyjaniny z hodowli bakteryjnej za pomocą chloroformu i HCl. Uzyskane wyniki pozwoliły na wyznaczenie optymalnych warunków hodowli ekspozowanych na nanomateriały (tlenek cynku i nanorurki węglowe) oraz pole elektromagnetyczne (zastosowano stałe pole magnetyczne i wirujące pole magnetyczne).

Na podstawie uzyskanych wyników określono, że wpływ na produkcję piocyjaniny jest zależny od stężenia i rodzaju nanomateriału, a także czasu ekspozycji, indukcji magnetycznej oraz typu pola elektromagnetycznego. Istotny wzrost produkcji piocyjaniny udało się uzyskać w przypadku zastosowania nanorurek węglowych. Uzyskane wyniki wskazują, że zoptymalizowane zastosowanie stresorów może wspomóc prowadzenie bioprocessów.



## POSZUKIWANIE ZIELONYCH ROZPUSZCZALNIKÓW DO EKSTRAKcji METABOLITÓW *PSEUDOMONAS AERUGINOSA*

**Kamila Dubrowska**<sup>\*1</sup>, Joanna Honselmann genannt Humme<sup>1</sup>, Paula Ossowicz-Rupniewska<sup>1</sup>, Marcin Gano<sup>1</sup>, Adrian Augustyniak<sup>1,2</sup>, Ewa Janus<sup>1</sup>, Rafał Rakoczy<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Aleja Piastów 42, 71-065 Szczecin

<sup>2</sup> Centrum Zaawansowanych Materiałów i Inżynierii Procesów Wytwarzania,  
Aleja Piastów 42, 71-065 Szczecin  
*\*kamila.dubrowska@zut.edu.pl*

Ekstrakcja chloroformem jest najbardziej popularną i skuteczną metodą stosowaną do wydzielania picyjaniny (PYO) z hodowli *Pseudomonas aeruginosa*. Jednakże chloroform jest źródłem niebezpiecznych odpadów. Z tego powodu, zgodnie z polityką „zielonej chemii”, należy poszukiwać bardziej przyjaznych dla środowiska i użytkownika alternatyw. Wybór rozpuszczalnika do procesu jest zwykle ograniczony jego właściwościami chemicznymi i znaną toksycznością.

Dlatego też głównym celem badań było porównanie ekstrakcji PYO przy użyciu chloroformu, z ekstrakcją przy użyciu alternatywnych rozpuszczalników.

Badania wstępne zostały przeprowadzone na rozpuszczonym w bulionie King A wzorcu PYO oraz z hodowli *P. aeruginosa* (ATCC 27853) w tej samej pożywce. PYO ekstrahowano za pomocą chloroformu oraz wybranych alternatyw: dichlorometanu, octanu etylu, 2-metyltetrahydrofuranu i eteru tert-butyłowo-metylowego.

Jedynie dwa zastosowane rozpuszczalniki, dichlorometan oraz octan etylu, pozwoliły na ekstrakcję picyjaniny z pożywki, jednakże cechowały się istotnie statystycznie niższą efektywnością w porównaniu do chloroformu. Uzyskane wyniki potwierdziły jednak, że użyte rozpuszczalniki mogą być użyte w procesie ekstrakcji PYO, szczególnie w rutynowych badaniach w warunkach laboratoryjnych. Należy jednak poszukiwać kolejnych substancji, które mogą być zastosowane do tego celu. Obecnie intensyfikowane są prace związane z zastosowaniem cieczy jonowych do ekstrakcji PYO z hodowli bakterijnych.

Badania zostały wykonane w ramach grantu PRELUDIUM 20 (2021/41/N/ST8/01094) finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki przyznanego Joannie Jabłońskiej (Honselmann genannt Humme).



## WYKORZYSTANIE MAGNETYCZNEGO BIOKOMPOZYTU DO USUWANIA ZANIECZYSZCZEŃ ORGANICZNYCH

Paweł Staroń\*, Jarosław Chwastowski

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska, Warszawska 24, 31-155  
Kraków

\*pawel.staron@pk.edu.pl

W ostatnich latach obserwuje się znaczny wzrost ilości zrzutów barwników syntetycznych do zbiorników wodnych. Barwniki te pochodzą z różnych gałęzi przemysłu, takich jak przemysł tekstylny, kosmetyczny, papierniczy, farmaceutyczny, spożywczy oraz garbarski, co generuje szeroką paletę kolorów [1]. Celem badań było otrzymanie biokompozytu o właściwościach magnetycznych zawierającego drożdże *Yarrowia lipolytica*. W pracy zaproponowano zastosowanie tego biokompozytu jako sorbentu do usuwania zanieczyszczeń organicznych, w tym błękitu metylenowego, z fazy ciekłej. Proces sorpcji barwnika oceniano w badaniach okresowych, analizując wpływ różnych czynników, takich jak stężenie początkowe (50–250 mg/dm<sup>3</sup>), czas procesu (0,167–24 h) oraz temperatura (25–40°C). W celu dopasowania danych eksperymentalnych do modeli teoretycznych zastosowano modele izoterm Langmuira, Freundlicha, Temkina oraz Dubinina-Radushkevicha, a także modele kinetyczne pseudo-pierwszego i pseudo-drugiego rzędu, Webera-Morrisa oraz Elovicha. Najlepsze dopasowanie uzyskano z użyciem izotermy Freundlicha ( $R^2=0,9959$ , ARE=3,41%) oraz modelu kinetycznego pseudo-drugiego rzędu ( $R^2=0,9989$ , ARE=1,14%). Wykazano, że proces usuwania błękitu metylenowego przy użyciu biokompozytu jest egzotermiczny, a jego zdolność usuwania barwnika maleje wraz ze wzrostem temperatury (z 32,10 mg/g do 23,64 mg/g).

Badania dostarczają nowych informacji na temat możliwości wykorzystania kompozytów składających się z biowęgla, drożdży i cząstek magnetycznych w procesie usuwania barwników ze środowiska wodnego. Otrzymany biokompozyt skutecznie usuwa zanieczyszczenia i łatwo ulega separacji po zakończonym procesie.

Literatura:

[1] M. Abu Talha, M. Goswami, B.S. Giri, A. Sharma, B.N. Rai, R.S. Singh *Bioresour. Technol.* (2018) 252, 37-43.





## **BADANIA WPŁYWU WYBRANYCH BARWNIKÓW I SUBSTANCJI WIĄŻĄCYCH NA WŁAŚCIWOŚCI UŻYTKOWE I DEKORACYJNE GRZYBÓW Z RODZAJU *PLEUROTUS***

**Aleksandra Rybak\***, Filip Ciesielczyk, Jakub Zdarta, Agata Bonnenberg, Agata  
Zdarta

*Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska, Berdychowo 4, 60-965 Poznań*  
*\*aleksandrorybak2000@gmail.com*

Kompozyty na bazie grzybni (ang. *Mycelium-Based Composites*; MBC) składają się z defragmentowanych cząstek lignocelulozowych połączonych za pomocą gęstej grzybni chitynowej. Te nowatorskie biomateriały cieszą się rosnącym zainteresowaniem ze względu na wykorzystanie materiałów odpadowych, zminimalizowane zapotrzebowanie na energię podczas produkcji oraz łatwość recyklingu produktu końcowego [1]. Charakteryzują się one dobrymi właściwościami izolacyjnymi, ognioodpornością, sztywnością, a także walorami estetycznymi. Są atrakcyjną alternatywą dla konwencjonalnych materiałów wykorzystywanych w budownictwie, przemyśle motoryzacyjnym oraz w produkcji mebli i elementów sztuki. W literaturze naukowej MBC są opisywane, jako czyste, naturalne materiały, ale pojawia się pytanie, w jaki sposób dodanie barwników i substancji wiążących, powszechnie stosowanych w przemyśle spożywczym i tekstylnym, wpłynęłyby na właściwości kompozytu [2].

W ramach przeprowadzonych badań wyhodowano układy mikrobiologiczne preparatów grzybowych z dodatkiem barwników. Przeanalizowano wpływ dodatku substancji wiążących i wypełniających na zdolność grzybni do wiązania barwnika i trwałość zabarwienia. Przeanalizowano wpływ czasu utrwalania preparatu grzybowego na jego zabarwienie z wykorzystaniem analizy spektroskopowej, a także trwałość zabarwienia uzyskanych preparatów w testach wymywania barwnika. Uzyskane wyniki pozwoliły na lepsze zrozumienie procesów barwienia grzybni. Ponadto umożliwiły ocenę możliwości wykorzystania barwników w kontekście biomateriałów i innych zastosowań przemysłowych.



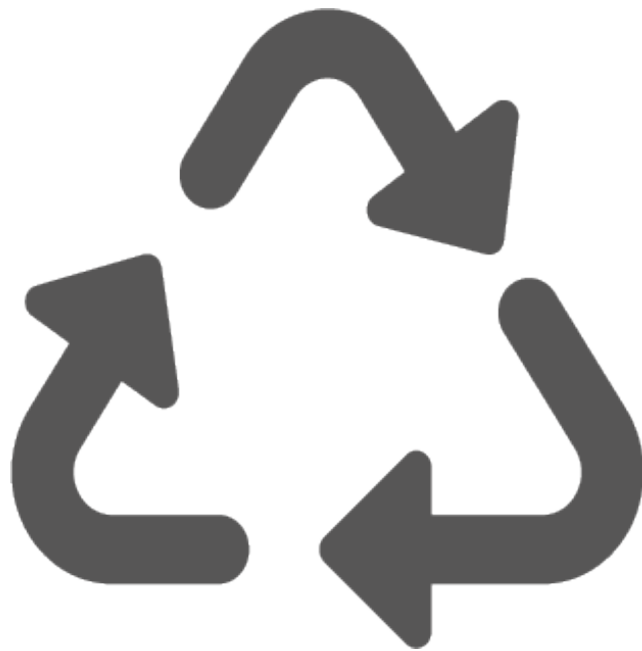
*Rys. 1. Zdjęcie mikroskopowe przeprowadzone dla grzybni zabarwionej błękitem patentowym.*

Badania zostały sfinansowane ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego  
(0912/SBAD/2400)

Literatura:

- [1] M. Sydor, G. Cofta, B. Doczekalska, A. Bonenberg. Fungi in mycelium-based composites: usage and recommendations. *Materials*. (2022), 15(18), 6283.
- [2] Appels, F. V. W. The use of fungal mycelium for the production of bio-based materials (Doctoral dissertation, Universiteit Utrecht). (2020).

# **TECHNOLOGIE OBIEGU ZAMKNIĘTEGO**



**POSTERY**



## **PREPARATYKA BIOKOMPOZYTÓW POLIURETANOWYCH O UNIKALNYCH WŁAŚCIWOŚCI FIZYKOCHEMICZNYCH I UŻYTKOWYCH**

Monika Duszak, Weronika Ejm, Agata Domańska, Maciej Tomaszczak,  
**Przemysław Bartzak\***

*Politechnika Poznańska, Instytut Technologii i Inżynierii Chemicznej, Zakład Polimerów,  
ul. Berdychowo 4, 60-965 Poznań  
\*przemyslaw.bartzak@put.poznan.pl*

Materiały polimerowe są nieodłącznym elementem codziennego życia. Ich duże znaczenie i wszechstronność potwierdzają zastosowanie w wielu gałęziach przemysłu. Szczególnym zainteresowaniem cieszą się materiały poliuretanowe, wyróżniające się szeroką gamą właściwości użytkowych. Na przestrzeni ostatnich lat dąży się do pozyskania surowców tanich i łatwo dostępnych, które mogłyby znaleźć zastosowanie jako napełniacze pianek czy elastomerów poliuretanowych. Oprócz komercyjnie stosowanych napełniaczy syntetycznych coraz więcej uwagi poświęca się materiałom pochodzenia naturalnego, w szczególności odpadom rolniczym oraz przemysłowym. Zastosowanie tego rodzaju napełniaczy odpadowych może mieć znaczący wpływ na ograniczenie kosztów produkcji, ale także na poprawę właściwości użytkowych wyrobów finalnych [1-3]. W przedstawionych badaniach zastosowano materiały pochodzenia naturalnego w roli napełniaczy pianek poliuretanowych. Kluczowym etapem przeprowadzonych prac była analiza właściwości użytkowych (w tym właściwości mechanicznych oraz izolacyjnych), a także ocena morfologiczna otrzymanych biokompozytów poliuretanowych.

Praca została sfinansowana ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

### Literatura:

- [1] P. Bartzak, M. Wysokowski, K. Szylińczuk, M. Odalanowska, T. Jesionowski, S. Borysiak *Ind. Crops Prod.* (2023) 204, 117237.
- [2] N. Scarlat, M. Martinov, J.F. Dallemand *Waste Manag.* (2010) 30, 1889-1897
- [3] S. Członka, A. Strąkowska, A. Kairyte *Polym. Test.* (2020) 87, 106534.



## MATERIAŁY TERMOIZOLACYJNE NA BAZIE SUROWCÓW ALTERNATYWNYCH DO ZASTOSOWAŃ W BUDOWNICTWIE

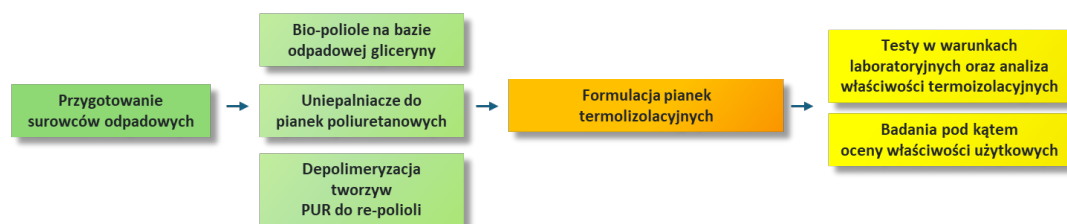
Przemysław Boberski<sup>\*1,2</sup>, Jan Wójcik<sup>1</sup>, Paweł Dzumek<sup>1</sup>, Rafał Gajda<sup>1</sup>, Betina Wąsik<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Ciężkiej Syntezy Organicznej "Blachownia", Kędzierzyn-Koźle,

<sup>2</sup>Politechnika Śląska, Wydział Chemiczny, Gliwice,

\*przemyslaw.boberski@icso.lukasiewicz.gov.pl

Obecnie w budownictwie stosowane są dwa typy pian poliuretanowych: bloki pianek sztywnych oraz dwukomponentowe systemy izolacji natryskowej. Tradycyjne poliuretany powstają z polialkoholi polieterowych i izocyjanianów pochodzenia petrochemicznego. Projekt pt.: „Materiały termoizolacyjne na bazie surowców alternatywnych do zastosowań w budownictwie modułowym” ma na celu zastąpienie surowców petrochemicznych odnawialnymi materiałami odpadowymi, takimi jak gliceryna z produkcji biodiesla oraz posmażalnice oleje roślinne. Dodatkowo, opracowywana jest metoda recyklingu odpadów poliuretanowych poprzez glikolizę, która umożliwia ponowne wykorzystanie płynnych komponentów w syntezie nowych pianek. Ponadto, prace badawcze prowadzone są w kierunku zmniejszenia palności pianek poprzez dodanie innowacyjnych, syntezowanych w Ł-ICSO uniepalniaczy. Dzięki realizacji projektu możliwe będzie ograniczenie negatywnego wpływu poliuretanów na środowisko oraz zmniejszenie śladu węglowego, co jest zgodne z dyrektywą 2018/844/UE [1] dotyczącą efektywności energetycznej budynków.



Rys. 1. Schemat zadań realizowanych w ramach projektu EVOTHERM

Badania sfinansowano w ramach Programu Łukasiewicza: Dotacja Celowa Łukasiewicza na realizację projektu badawczego EVOTHERM, nr umowy dotacyjnej 1/Ł-ICSO/CŁ/2022

Literatura:

[1] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/844 z dnia 30 maja 2018 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków i w sprawie efektywności energetycznej.



## **CRYSTALID – HIGH BARRIER RETORTABLE MONOFILM FOR FOOD PACKAGING**

**Damian Dziadowiec<sup>\*1</sup>, Piotr Szymczak<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Eurocast Sp. z o.o., ul. Wejherowska 9, 84-220 Strzebielino, Polska*

*\*damiandziadowiec@eurocast.pl*

The project included industrial research and development work aimed at developing an innovative biaxially oriented BOPET polyester film with aluminum oxides (AlO<sub>x</sub>) and subjected to a coating process. As a result of the research and development work carried out, an innovative product will be offered to the market: a barrier monofoil with heat-sealable properties, suitable for pasteurization or sterilization, enabling the weight of the packaging to be reduced (by eliminating the lamination of standard PET film with materials such as: PP, PP/EVOH/PP film and aluminum).

The aim of the industrial research was to acquire knowledge in the field of processing BOPET film with aluminum oxides to achieve barrier properties less than <1 for water vapor and oxygen permeability, to develop a recipe for the protective and welding coated layer, its appropriate homogenization and application technology, as well as a recipe for the additive thanks to which it will be achieved processing properties in high-temperature processes (pasteurization or sterilization). As part of the research, a coating technology was developed (coating recipe and coating process parameters), which, in combination with aluminum oxides, gave the BOPET film barrier properties against oxygen and water vapor at a level of <1. Obtaining an appropriate coating with protective and sealing properties was achieved by developing the recipe of the coating substance, its proportions (stoichiometry) and appropriate homogenization of the ingredients. Moreover, the aim of the development work was to create and produce prototypes of film with sealing properties and resistance to processing in high-temperature conditions. The developed film prototypes were submitted for internal testing, which confirmed the assumed properties of the foil prototypes.



## A STEP TOWARDS THE CIRCULAR ECONOMY: SELECTIVE LITHIUM RECOVERY FROM DESALINATION CONCENTRATES

Elena Fernández-Escalante<sup>1</sup>, Raquel Ibáñez<sup>1</sup>, Ma. Fresnedo San Román<sup>\*1</sup>

<sup>1</sup> *Departamento de Ingenierías Química y Biomolecular, ETSIIyT, Universidad de Cantabria, Avda. de los Castros, 46, Santander, 39005, Cantabria, Spain*

*[\\*sanromm@unican.es](mailto:sanromm@unican.es)*

Lithium has been included for the first time as one of the critical raw materials by the European Union in 2020. Its global Li<sup>+</sup> consumption is growing, but with risks to its supply due to the drawbacks of conventional extraction sources. Within a circular economy framework, extracting Li<sup>+</sup> from seawater reverse osmosis (SWRO) desalination plants is promising, as seawater contains about 0.17 mg/l Li<sup>+</sup>, rising to 2 mg/l in SWRO concentrates, offering a new Li<sup>+</sup> source aligning with the goals of the EU waste strategy [1]. However, developing Li<sup>+</sup> extraction technologies is challenging due to low Li<sup>+</sup> concentration and competition with other ions. Liquid-liquid extraction (LLE) offers benefits like low cost, scalability, and recyclable extractants, but requires more R&D for sustainable processes. This work aims to assess the feasibility of selective Li<sup>+</sup> extraction from SWRO concentrates using mixtures of extractants and LLE. We identified promising extractants for Li<sup>+</sup> extraction, predicting their behaviour with Li<sup>+</sup> among other metal ions using computational calculations. Mixtures of organophosphates (TOPO) and  $\beta$ -diketones (DBM, FDOD) showed significant potential [1]. Li<sup>+</sup> extraction curves with TOPO•DBM and TOPO•FDOD mixtures validated these predictions. Both mixtures effectively extracted Li<sup>+</sup> under basic pH, achieving 95.4% extraction for TOPO•DBM (pH 12.2) and 100% for TOPO•FDOD (pH 9.0) [2]. The Li<sup>+</sup> selectivity against Na<sup>+</sup> and K<sup>+</sup> was confirmed, as these ions were not extracted. This study provides innovative insights into the selective Li<sup>+</sup> extraction from SWRO concentrates using these extractants.

This research was developed in the framework of the projects PID2020-115409RB-I00 funded by MICIU/AEI/10.13039/501100011033, and PDC2021-120786-I00 and TED2021-129874B-I00 funded by MICIU/AEI/10.13039/501100011033 and by the European Union Next GenerationEU/PRTR. Elena Fernández-Escalante is grateful for the predoctoral contract PRE2021-100160 funded by MICIU/AEI/10.13039/501100011033.

### Literature:

- [1] R. Coterillo, L.E. Gallart, E. Fernández-Escalante et al. *Desalination*. (2022) 532, 115704.
- [2] E. Fernández-Escalante, R. Ibáñez, Ma.-F. San-Román. *Desalination*. (2023) 556, 116525.



## OPRACOWANIE TECHNOLOGII UMOŻLIWIAJĄCEJ ODZYSK WODY ZE ŚCIEKÓW WŁÓKIENNICZYCH ZANIECZYSZCZONYCH MIEDZIĄ

**Martyna Gloc**<sup>\*1</sup>, Katarzyna Paździor<sup>2</sup>, Renata Żyła<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Centrum Gospodarki o Obiegu Zamkniętym, Sieć Badawcza Łukasiewicz – Łódzki Instytut Technologiczny, ul. Brzezińska 5/15, 92-103 Łódź

<sup>2</sup>Katedra Inżynierii Bioprosesowej, Wydział Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska, Politechnika Łódzka, ul. Wólczańska 213, 93-005 Łódź

\*[martyna.gloc@lit.lukasiewicz.gov.pl](mailto:martyna.gloc@lit.lukasiewicz.gov.pl)

Rosnąca liczba ludności na świecie, rozwój rolnictwa oraz wielu sektorów przemysłowych przyczynia się do pogorszenia stanu środowiska naturalnego naszej planety [1]. Jednym z wielu zagrożeń, z jakimi obecnie musi zmierzyć się ludzkość, jest deficyt świeżej wody. Od lat obserwuje się wzrost zużycia wody na świecie, jednakże nie jest to jedyna przyczyna jej deficytu. Problem stanowi zła jakość wody, wynikająca z niskiego poziomu oczyszczania ścieków. W zależności od pochodzenia, ścieki mogą zawierać substancje toksyczne [2], gdy nieoczyszczone trafiają do środowiska, mogą być szkodliwe dla całego ekosystemu. W celu zminimalizowania poboru wody oraz uniknięcia negatywnego wpływu wprowadzanych do środowiska strumieni generowanych m.in. przez przemysł, należy tworzyć zamknięte obiegi wody procesowej.

W pracy przedstawiono możliwość oczyszczenia ścieków włókienniczych pochodzących m.in. z napawania włókien miedzią w skali laboratoryjnej z wykorzystaniem metod biologicznych oraz filtracji membranowej. Do badań wykorzystano bioreaktor zraszany z wypełnieniem na bazie odpadów włókienniczych. Podczyszczony biologicznie strumień nie spełniał wymogów do ponownego wykorzystania, dlatego został skierowany do zewnętrznego modułu membranowego, gdzie przeprowadzono proces oczyszczania z użyciem poliestrowych membran ultrafiltracyjnych. Potwierdzono możliwość ponownego wykorzystania oczyszczonego strumienia, co pozwoliło na ocenę potencjału stworzenia obiegu zamkniętego wody procesowej.

Literatura:

[1] L. Magalhães, O. Conde, L. Mesquita, A. Briga-Sá, D.M. Ferreira, *Case Stud. Constr. Mater.* (2024) 20, e02798.

[2] A. Maurya, R. Kumar, A. Raj, *World J. Microbiol. Biotechnol.* (2023), 39, 112.





## POTENCJAŁ WYKORZYSTANIA OSADÓW ŚCIEKOWYCH I POPIOŁÓW DO PRODUKCJI NAWOZÓW

**Katarzyna Gorazda**<sup>\*1</sup>, Halyna Kominko<sup>1</sup>, Barbara Tarko<sup>1</sup>, Karolina Sawka<sup>1</sup>,  
Zbigniew Wzorek<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska, Warszawska 24, 31-155  
Kraków*

Światowe trendy w technologii, wzrost liczby ludności i problemy środowiskowe stymulują do ponownego przemyślenia sposobu gospodarowania składnikami odżywczymi. W ramach Europejskiego Zielonego Ładu, Strategii na rzecz różnorodności biologicznej (BDS), Strategii „od pola do stołu” (F2F) oraz planu działania na rzecz zerowego poziomu zanieczyszczeń (ZPAP) Unia Europejska postawiła sobie za cel obniżenie o 50% strat biogenych składników pokarmowych w środowisku, ograniczając w ten sposób zużycie nawozów sztucznych o co najmniej 20%, przy jednoczesnym zachowaniu żyzności gleby. Cel ten ma zostać osiągnięty do 2030 r. poprzez pełne wdrożenie i egzekwowanie przepisów środowiskowych i klimatycznych, ustalenie z państwami członkowskimi redukcji ładunku składników pokarmowych, stosowanie zrównoważonego nawożenia i zrównoważone gospodarowanie składnikami pokarmowymi oraz lepsze zarządzanie azotem i fosforem w całym ich cyklu życia.

W 2019 r. Komisja Europejska przyjęła nowe przepisy dotyczące nawozów, które harmonizują wymagania dotyczące nawozów produkowanych z surowców konwencjonalnych i alternatywnych. Rozporządzenie wprowadza 15 kategorii materiałów składowych (CMC), które można wykorzystać do produkcji nawozów, polepszaczy gleby czy biostymulatorów. Pomimo dużego potencjału nawozowego, odpady z oczyszczalni ścieków oraz popioły po ich termicznym przekształceniu zostały wykluczone z kategorii CMC.

W pracy skupiono się na możliwościach i ograniczeniach wykorzystania odpadów z oczyszczalni ścieków w przemyśle nawozowym. Omówiono możliwości odzysku substancji biogenych z tego typu odpadów oraz przedstawiono dostępne technologie produkcji nawozów organiczno-mineralnych oraz mineralnych.



## STABILNOŚĆ TERMOOKSYDACYJNA FRAKCJI POCHODZĄCYCH Z TERMOLIZY ODPADOWYCH TWORZYW SZTUCZNYCH

Łukasz Gościński<sup>\*1</sup>, Oliwia Liberek<sup>1</sup>, Łukasz Pyrzak<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Wydział Budownictwa, Mechaniki i Petrochemii, Politechnika Warszawska Filia w Płocku,  
Łukasiewicza 17, 09-400 Płock  
<sup>\*</sup>lukasz.gosciński@pw.edu.pl

Piroliza odpadowych tworzyw sztucznych umożliwia otrzymanie ciekłych produktów, które mogą posłużyć jako komponent paliw do silników o zapłonie iskrowym i samoczynnym, zmniejszając w ten sposób ilość odpadów zalegających na składowiskach. Kluczową kwestią dotyczącą możliwości wykorzystania tego typu frakcji paliwowych jest jednak ich stabilność termooksydacyjna, która wpływa na czas magazynowania i możliwość ich użytkowania.

W podjętych badaniach skupiono się na wpływie temperatury oraz czasu na zmiany wybranych właściwości frakcji oleju napędowego pochodzącej z termolizy odpadowych tworzyw sztucznych. W pierwszej kolejności zbadano podstawowe właściwości otrzymanej frakcji, w celu określenia jej przydatności do stosowania jako samodzielnego paliwa do silników Diesla. Jej odporność na starzenie oceniono z kolei na podstawie analiz liczby bromowej, nadtlenkowej, anizydynowej i kwasowej oraz oznaczeń lepkości kinematycznej w temperaturze 40°C i badań chromatograficznych.

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że badana frakcja nie spełnia wszystkich wymagań stawianych olejowi napędowemu, w związku z czym nie nadaje się do stosowania jako samoistne paliwo do silników wysokoprężnych. Może jednak znaleźć zastosowanie jako jego komponent pod warunkiem przeprowadzenia odpowiedniej jej obróbki lub zastosowania dodatków.

Analiza wyników testów starzeniowych wskazuje, że z upływem czasu zmniejsza się zawartość związków nienasyconych, które pierwotnie przekształcają się (w wyniku działania tlenu) w nadtlenki. Pierwotne produkty utleniania przekształcane są następnie w związki karbonylowe i kwasy karboksylowe, powodując dalsze obniżenie jakości paliwa. Dodatkowo wzrasta ilość osadów tworzących się na skutek reakcji oligomeryzacji. Na szybkość tych procesów znaczący wpływ ma zaś wzrost temperatury.



## **ZNACZENIE SEPARACJI MAGNETYCZNEJ W ODZYSKU MATERIAŁÓW ZE ZUŻYTYCH BATERII LITOWYCH**

**Łukasz Hupka**\*<sup>1</sup>, Mikołaj Bartłomiejczyk<sup>2</sup>, Andrzej Wilk<sup>2</sup>  
Mateusz Kotowski<sup>3</sup>, Jan Hupka<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *ReGain Sp. z o.o.*

<sup>2</sup> *Wydział Elektrotechniki i Automatyki, Politechnika Gdańska*

<sup>3</sup> *Wydział Chemiczny, Politechnika Gdańska*

*lukasz.hupka@regain.pl*

Istotą projektu AutoMat są zautomatyzowane rozwiązania wspomagające obieg zamknięty baterii litowych ukierunkowane na wdrożenie technologii recyklingu o wysokiej wartości dodanej, skupiające się na przygotowaniu baterii i komponentów: zestawów akumulatorów, modułów, ogniw, części i materiałów - do ponownego użycia. Poprzez zaawansowane technologie adaptacyjnego demontażu, sortowania i odzyskiwania materiałów oraz rozwiązania zintegrowane, zadaniem projektu jest zmniejszenie liczby części i ilości materiałów bateryjnych nienadających się do ponownego zastosowania.

W ramach badań wyprzedzających skoncentrowano się na separacji i odzysku wartościowych materiałów o mikronowym stopniu rozdrobnienia wykorzystując separację magnetyczną, która ze względu na podatność magnetyczną odzyskiwanego materiału, stanowi jedną z podstawowych technik skutecznego recyklingu.

W trakcie badań nad materiałem magnetycznym zaprojektowano własne rozwiązanie separatora magnetycznego, wykorzystujące ułożenie magnesów neodymowych w matryce Hallbacha. Badania separacji wykonano pod kątem recyklingu zużytych baterii litowo-jonowych, mając na uwadze materiał katodowy zawierający związki żelaza i kobaltu oraz grafit. Zarówno wyniki badań XRD, jak też podatność magnetyczna cząstek wskazują, że głównym komponentem ferromagnetycznym były związki żelaza, kobaltu i niklu.

*Research leading to these results has received funding from the European Union's Horizon Europe programme under grant agreement No. 101138532.*



## WPŁYW RODZAJU ESTRÓW METYLOWYCH KWASÓW TŁUSZCZOWYCH (FAME) NA SZYBKOŚĆ STARZENIA SIĘ W OBECNOŚCI TLENU

Aneta Lorek<sup>1</sup>, Paweł Grabowski\*<sup>1</sup>, Oliwia Liberek<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Wydział Budownictwa Mechaniki i Petrochemii, Politechnika Warszawska, Łukasiewicza 17,  
09-400 Płock*

\**pawel.grabowski@pw.edu.pl*

Starzenie biopaliw szczególnie do silników Diesla jest ciągle podejmowaną tematyką badawczą. Szczególnie ważnym są paliwa estrowe zawierające układy wiązań podwójnych. Badania przyspieszone w warunkach podwyższonej temperatury i obecności tlenu mogą w krótkim okresie wskazać zasadność stosowania danego rodzaju biodiesla jako biokomponent. Niestety część z surowców, z których otrzymuje się estry metylowe ulega szybkiemu starzeniu, co w dobie obniżania ilości spalanego paliwa w pojazdach skutkuje ich dłuższym przebywaniem w zbiorniku.

Do badań wykorzystano FAME z oleju rzepakowego rafinowanego i nierafinowanego oraz olej posmażalniczy (UCO). Transestryfikację tych olejów przeprowadzono w warunkach laboratoryjnych [1]. Próbkę otrzymanych FAME poddano starzeniu w temperaturze otoczenia 20°C oraz w temperaturze 120°C przy stałym przepływie tlenu w czasach: 24, 48, 72, 96 i 120 h. Dla każdej z próbek oznaczano liczbę kwasową, nadtlenkową oraz anizydynową, zebrano również widma IR.

Na podstawie wyników z widm IR oraz liczby kwasowej, nadtlenkowej i anizydynowej wykazano, że w wyniku przeprowadzonych badań najmniej odporne są estry metylowe otrzymywane z oleju posmażalniczego oraz oleju rafinowanego. Bezpośrednio wpływa to na obecność naturalnych barwników karotenoidowych będących antyoksydantami.

Literatura:

[1] M. Sulewski, A. Traczykowski, W. Urbaniak, K. Budzińska, *Przem. Chem.* (2014) 93(4), 547.



## MOŻLIWOŚĆ ZASTOSOWANIA NAWOZÓW Z SUROWCÓW ALTERNATYWNYCH DO UPRAW HYDROPONICZNYCH

Barbara Tarko

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska, ul. Warszawska 24,  
31-155 Kraków

\*barbara.tarko@pk.edu.pl

Hydroponika jest sposobem upraw roślin bez gleby, w którym wszystkie niezbędne mikro- i makroelementy są przyswajane przez rośliny bezpośrednio z roztworu wodnego pożywki. Jest to system korzystny w przypadku obszarów z deficytem opadów i gleb zdalnych do uprawy (np. pustynie) czy na ograniczonej przestrzeni (np. wielkie aglomeracje). Jednym z najważniejszych czynników warunkujących wysokie wydajności upraw hydroponicznych jest odpowiednio dobrany skład pożywki [1]. W dobie wysokich cen naturalnych rud fosforowych (będących jednocześnie surowcem krytycznym) i potasowych, korzystnym wydaje się pozyskiwanie związków fosforu i potasu z surowców alternatywnych, takich jak popioły z osadów ściekowych (zawierające fosfor, a także mikroelementy) i popioły z pomiotu kurzego (bogate w P i K). Przeprowadzono badania nad możliwością zastosowania nawozów zawieszinowych (wytworzonych w technologii PolFerAsh [2]), do upraw hydroponicznych sałaty *Lactuca sativa L.* oraz aksamitki *Tagetes Patula*. Stosowano system kultury wodnej metodą Kratky'ego oraz NFT (Nutrient Flow Technique). Wyniki eksperymentów wskazują, iż nawozy na bazie surowców alternatywnych zapewniają prawidłowy wzrost roślin w kulturze wodnej, porównywalny z zastosowaniem nawozów konwencjonalnych, przy jednoczesnym braku kontaminacji upraw metalami ciężkimi. Technologia spełnia ideę gospodarki o obiegu zamkniętym, gdzie nawóz do upraw w wielkich aglomeracjach miejskich może być wytwarzany z surowców pozyskanych w zakładach oczyszczania ścieków, by następnie zostać wykorzystanym do upraw bezglebowych, prowadzonych np. na dachach budynków.

Literatura:

[1] Benton Jones J., *Growing Plants Hydroponically (2014)*, CRC Press

[2] Gorazda, K., Tarko, B., Wzorek, Z., Kominko, H., Nowak, A. K., Kulczycka, J., Henclik, A. Smol, M. *Environ. Res.* (2017) 154, 171–180.



## **MISCANTHUS SINENSIS JAKO SUROWIEC DO OTRZYMANIA CELULOZY O ROZMIARACH NANOMETRYCZNYCH W REAKCJI Z CIECZAMI JONOWYMI**

Marta Bloch<sup>1</sup>, Magdalena Woźniak<sup>1</sup>, Krzysztof Dwiecki<sup>2</sup>, Sławomir Borysiak<sup>3</sup>,  
Magdalena Zborowska<sup>4</sup>, **Izabela Ratajczak<sup>\*1</sup>**

<sup>1</sup>Katedra Chemii, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

<sup>2</sup>Katedra Biochemii i Analizy Żywności, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

<sup>3</sup>Institut Technologii i Inżynierii Chemicznej, Politechnika Poznańska

<sup>4</sup>Katedra Chemicznej Technologii Drewna, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu  
[izabela.ratajczak@up.poznan.pl](mailto:izabela.ratajczak@up.poznan.pl)

Nanoceluloza ze względu na swoje właściwości, takie jak doskonała sztywność i wytrzymałość, niska gęstość, czy możliwość modyfikacji powierzchni, znajduje zastosowanie w wielu dziedzinach, w tym m.in. w przemyśle biomedycznym, kosmetycznym, motoryzacyjnym czy konwersji energii. Celuloza o rozmiarach nanometrycznych otrzymywana jest różnymi technikami oraz z wykorzystaniem różnych surowców, w tym m.in. pulpy drzewnej, ale również niedrzewnych surowców roślinnych o wysokiej zawartości celulozy, zwłaszcza resztek poźniwnych roślin uprawnych. Ponadto, interesującym źródłem materiału do produkcji nanocelulozy są nieinwazyjne i szybko rosnące trawy, np. z rodzaju *Miscanthus* i *Sorghum*.

Celem pracy było otrzymanie celulozy o rozmiarach nanometrycznych z celulozy wyizolowanej z biomasy szybko rosnącego gatunku trawy – *Miscanthus sinensis*. Proces otrzymania nanocelulozy prowadzony był z wykorzystaniem reakcji solwolizy z cieczami jonowymi – chlorkiem 1-allilo-3-metyloimidazoliowym (AmimCl) oraz octanem 1-etylo-3-metyloimidazoliowym (EmimOAc). Analiza dynamicznego rozpraszania światła (DLS) wykazała, że w wyniku reakcji solwolizy celulozy z obiema cieczami jonowymi uzyskano frakcję cząstek o rozmiarze poniżej 100 nm, przy czym nanoceluloza otrzymana w wyniku reakcji z EmimOAc charakteryzowała się mniejszą średnicą otrzymanych cząstek niż materiał otrzymany w wyniku reakcji z AmimCl. Z kolei, analiza rentgenograficzna (XRD) wykazała, że celuloza wyizolowana z biomasy roślinnej wykazywała odmianę polimorficzną celulozy I, natomiast nanoceluloza otrzymana z wykorzystaniem obu cieczy jonowych charakteryzowała się odmianą polimorficzną celulozy II.



Uzyskane wyniki wskazują, że biomasa roślinna pozyskana z *M. sinensis* może stanowić cenny surowiec do produkcji celulozy o rozmiarach nanometrycznych.



## RECYKLING ZUŻYTYCH KATALIZATORÓW SAMOCHODOWYCH – GÓRNICTWO MIEJSKIE PLATYNOWCÓW

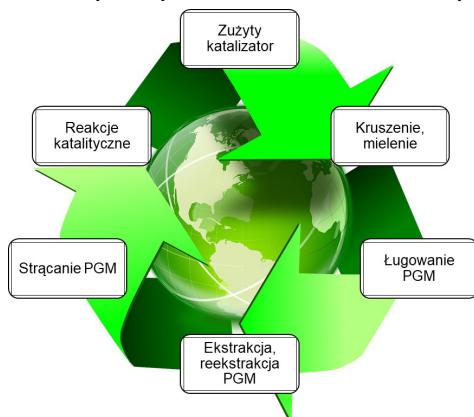
Wiktoria Stachowicz<sup>1</sup>, Abire Bensaid<sup>2</sup>, Martyna Rzelewska-Piekut<sup>1</sup>,  
**Magdalena Regel-Rosocka** \*<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska, Berdychowo 4, 60-965 Poznań

<sup>2</sup>Escola d'Enginyeria de Barcelona Est, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona

\*magdalena.regel-rosocka@put.poznan.pl

Platynowce (PGM) to najcenniejsze pierwiastki na Ziemi. Nieustannie, od wielu lat popyt na PGM przewyższa podaż, stąd ich ceny utrzymują się na wysokim poziomie. Ich naturalne źródła z roku na rok ubożeją, zatem poszukuje się źródeł wtórnych tych wartościowych metali. W ramach górnictwa miejskiego (*urban mining*) wtórną kopalnią PGM mogą być zużyte katalizatory samochodowe (ZKS): z dwóch ton ZKS można uzyskać 1 kg platyny. Tą samą ilość Pt pozyskuje się z przerobu około 150 ton rudy [1]. Z ekonomicznego i ekologicznego punktu widzenia, bardziej opłacalny jest recykling odpadów, niż wydobycie Pt ze złóż naturalnych.



Rys. 1. Odzysk PGM ze zużytych katalizatorów samochodowych [<https://pixabay.com/>]

Celem badań jest odzysk PGM z ZKS technikami hydrometalurgicznymi (ługowanie, ekstrakcja-reekstrakcja), a następnie strącanie PGM za pomocą bio reduktorów (np. saponin) i zastosowanie PGM jako katalizatorów w degradacji farmaceutyków.

Badania zostały sfinansowane przez Ministerstwo Edukacji i Nauki (grant nr 0912/SBAD/2410).

Literatura:

[1] M. Rzelewska, M. Regel-Rosocka, *Phys. Sci. Rev.* (2018) 3(8), 20180021.





## BADANIE WŁAŚCIWOŚCI FIZYKOCHEMICZNYCH I FITOTOKSYCZNYCH KOMPOZYTÓW OLEJOWYCH WZMOCNIONYCH ŁUPINAMI PISTACJI I ORZECHA WŁOSKIEGO

Anita Staron<sup>\*1</sup>, Magda Kijania-Kontak<sup>2</sup>, Bartosz Leszczyński<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska, ul. Warszawska 24, 31-155

Kraków, <sup>2</sup>Wydział Inżynierii Łądowej, Politechnika Krakowska, ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków,

<sup>3</sup>Zakład Fizyki Medycznej, Instytut Fizyki im. Mariana Smoluchowskiego, Uniwersytet Jagielloński,  
Kraków

\*anita.staron@pk.edu.pl

Odpadowy olej posmażalniczy (WCO) stał się cennym surowcem o szerokim zakresie zastosowań przemysłowych. Kompozyty olejowe wytworzono z oleju rzepakowego po procesie obróbki termicznej żywności, kwasu siarkowego(VI), piasku oraz rozdrobnionych suchych łupin orzechów włoskich i pistacji. Mieszaninę składników wygrzewano przez 18 godzin w temperaturze 160–210°C. Zawartość katalizowanego oleju w kompozytach wynosiła 20% wag. w stosunku do suchych składników, stosunek masowy kwasowego katalizatora do skatalizowanego oleju (Kat./Olej<sub>skat.</sub>) 0,02; 0,13 i 0,24, zawartość łupin 3,6 lub 9%. Rysunek 1 przedstawia wybrane kompozyty olejowe.



Rys. 1. Kompozyty olejowe: a) bez dodatku naturalnego i z zawartością 6% b) łupiny orzecha włoskiego c) łupiny pistacji.

Najwyższą wytrzymałością na ściskanie charakteryzowały się kompozyty otrzymane przy najwyższych parametrach procesowych (210°C, Kat./Olej<sub>skat.</sub>= 0,24 oraz 9% dodatku), wytrzymałość kompozytu z łupinami pistacji wyniosła 2250 N, z łupinami orzecha 2125 N. Porowatość tych materiałów to odpowiednio 41,0 oraz 62,7%, a nasiąkliwość około 8%. Maksymalne zahamowanie wzrostu części nadziemnej *S. saccharatum* w podłożu glebowym wyniosło 21% dla kompozytu z łupinami orzecha, natomiast części podziemnej 27% dla kompozytu z łupinami pistacji – oba kompozyty otrzymano w 185°C, Kat./Olej<sub>skat.</sub>= 0,24.



## ODPADOWE POPIOŁY LOTNE JAKO NAPEŁNIACZ KOMOZYTÓW POLIMEROWYCH

Joanna Szymańska<sup>\*1</sup>, Dorota Tomczak<sup>1</sup>, Daria Zielińska<sup>1</sup>, Grzegorz Przesławski<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska, Berdychowo 4, 60-965 Poznań*  
*\*joanna.szymanska@doctorate.put.poznan.pl*

W ramach niniejszej pracy zaproponowano sposób zagospodarowania popiołów lotnych pochodzących z procesu spalania odpadów [1,2]. Materiał po charakterystyce i wstępnej obróbce został wprowadzony do osnowy z żywicy epoksydowej jako napełniacz w ilości 20, 35 i 50% wagowych. Kompozyty otrzymane za pomocą techniki odlewania zostały przeanalizowane pod kątem wpływu dodatku napełniacza na właściwości termiczne. Wykonano analizę termogravimetryczną (TG) oraz przeprowadzono badania skaningowej kalorymetrii różnicowej (DSC). Ponadto, w celu analizy topografii powierzchni próbek kompozytowych, przeprowadzono obserwacje z użyciem mikroskopii stereoskopowej. Stwierdzono, że zawartość napełniacza ma wpływ na właściwości termiczne i morfologię kompozytów polimerowych. Proponowane zagadnienie jest istotne z punktu Gospodarki Obiegu Zamkniętego (GOZ). Dzięki takiemu działaniu możliwe jest ograniczenie zużycia surowców nieodnawialnych oraz zagospodarowanie materiałów odpadowych.

Badania były finansowane z Subwencji Badawczej dla Młodych Naukowców.

### Literatura:

- [1] J. Sim, Y. Kang, B. J. Kim, Y. H. Park, Y.C. Lee, *Polymers* (2020) 12, 79.
- [2] T. Chaowasakoo, N. Sombatsompop, *Compos Sci Technol* (2007) 67, 2282-2291.



## RECYCLABLE BARRIER APET FILMS WITH SEALING PROPERTIES

Piotr Szymczak<sup>\*1</sup>, Damian Dziadowiec<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Eurocast Sp. Z o.o., ul. Wejherowska 9, 84-220 Strzebielino, Polska*

<sup>\*</sup>*piotrszymczak@eurocast.pl*

The aim of the research was to acquire new knowledge and skills in production and processing of unique APET film with a precise planarity less than +/- 4%, to develop APET film recipe and extrusion process in order to achieve barrier properties  $\leq 2.0 \text{ cm}^3/\text{m}^2/24 \text{ h}$  for oxygen and  $\leq 5.0 \text{ g}/\text{m}^2/24 \text{ h}$  for water vapor permeability. The development of the recipe for the sealing coating layer and its subsequent application process enabled the realization of two distinct sealing functionalities: SEAL (lock seal) and PEEL (openable seal).

The implementation of these objectives will facilitate the development and commercialization of the APET monofilm for the production of food packaging trays. The monofilm is characterized by 100% recyclability, superior barrier properties compared to existing solutions, high packaging efficiency per kg of the film. This ultimately reduces packaging waste and aligns with the objectives of the circular economy. The development of the APET barrier film was possible by using suitable additives based on the primary PET raw material/barrier additives that homogenize with the PET raw material, do not affect the recyclability level, and are designed to block and/or absorb oxygen through the film and, consequently, limit its penetration into the made packaging trays and from it. At the same time, the produced APET barrier film must have very good flatness for coating. Total level of barrier-improving additives was determined in laboratory 5-7% of the dosage.

Another research issue was sealing function of the film, which enables the sealing of packaging lids to trays. Therefore, a series of tests were carried out to obtain an effective sealing coating with a seal force of  $\geq 18 \text{ N}/15 \text{ mm}$  (for lock seal) and  $\leq 12 \text{ N}/15 \text{ mm}$  (for peel seal). Obtaining the appropriate coating mentioned above was achieved by developing a recipe for the coating substance. At the same time, technical parameters for coating the APET film were determined, thanks to which coated APET film has SEAL or PEEL properties and barrier properties achieved after extrusion of the APET film are not lost ( $\leq 2.0$  for OTR and  $\leq 5.0$  for WVTR).



## SZYBKOROSNĄCE, INWAZYJNE GATUNKI DREWNA JAKO NAPEŁNIACZE TWORZYW SZTUCZNYCH O ZWIĘKSZONEJ AKTYWNOŚCI BIOBÓJCZEJ

Dorota Tomczak<sup>\*1</sup>, Magdalena Woźniak<sup>2</sup>, Izabela Ratajczak<sup>2</sup>, Anna Sip<sup>2</sup>, Marlena Baranowska<sup>2</sup>, Karol Bula<sup>3</sup>, Sławomir Borysiak<sup>1</sup>

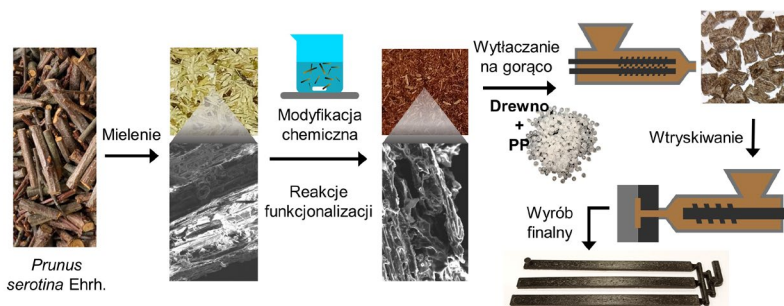
<sup>1</sup>*Institut Technologii i Inżynierii Chemicznej, Politechnika Poznańska, Berdychowo 4, 60-965 Poznań*

<sup>2</sup>*Katedra Chemii, Wydział Leśny i Technologii Drewna, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Wojska Polskiego 28, 60-637 Poznań*

<sup>3</sup>*Institut Technologii Materiałów, Wydział Inżynierii Mechanicznej, Politechnika Poznańska, ul. Piotrowo 3, 61-138 Poznań*

\**dorota.tomczak@doctorate.put.poznan.pl*

W ramach gospodarowania odpadami pochodzenia naturalnego powstałego przy regulacji wzrostu inwazyjnego gatunku Czeremchy amerykańskiej, opracowano i otrzymano innowacyjne kompozyty polipropylenowe z drewnem modyfikowanym o aktywności biobójczej. Proces funkcjonalizacji drewna przeprowadzono przy użyciu substancji pochodzenia naturalnego, w tym kofeiny i sorbitolu z kwasem cytrynowym, których korzystne działanie w aspekcie odporności biologicznej drewna zostało potwierdzone badaniami [1, 2].



Rys. 1. Schemat otrzymywania kompozytów polimerowych z modyfikowanym napelniaczem odnawialnym

Badania zostały finansowane ze środków Ministerstwa Edukacji i Nauki.

### Literatura:

- [1] D. Tomczak, M. Woźniak, I. Ratajczak, A. Sip, M. Baranowska, K. Bula, I. Čabalová, T. Bubeníková, S. Borysiak, *J Wood Chem Technol* (2023) 42(5), 271-288.  
[2] E. Larnøy, A. Karaca, L.R. Gobakken, C.A.S. Hill, *Int. Wood Prod. J.* (2018) 9(2), 66-73.



## FIZYKO-MECHANICZNA I PROŚRODOWISKOWA OCENA MOŻLIWOŚCI ZAGOSPODAROWANIA KRUSZYW ODPADOWYCH W LEKKICH KOMPOZYTACH CEMENTOWYCH

Marta Thomas<sup>\*1</sup>, Agnieszka Ślosarczyk<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Wydział Inżynierii Lądowej i Transportu, Politechnika Poznańska, Piotrowo 5, 60-965 Poznań

\* : [marta.thomas@put.poznan.pl](mailto:marta.thomas@put.poznan.pl)

Celem badań było sprawdzenie możliwości zastosowania odpadowego kruszywa powstających podczas termicznego spalania odpadów komunalnych (MSWI – municipal solid waste incineration) o uziarnieniu od 4 do 10 mm jako zamiennika lekkiego kruszywa izolacyjnego LECA o takim samym uziarnieniu oraz możliwości użycia szkła piankowego zamiast piasku kwarcowego jako kruszywa drobnego do produkcji lekkiego kompozytu cementowego. Użycie żużla MSWI w miejsce kruszyw naturalnych lub syntetycznych umożliwia zagospodarowanie odpadu w sposób bezpieczny dla środowiska [1] oraz obniżenie śladu węglowego uzyskanego kompozytu. Dodatkowo użycie szkła piankowego powstającego z odpadów szklanych pozwoliło na obniżenie zapotrzebowania na użycie nieodnawialnych zasobów kruszyw naturalnych [2] polepszając parametry izolacyjne kompozytu cementowego [3]. Ocenę fizykomechaniczną kompozytów oparto na badaniach wytrzymałości na ściskanie metodami niszczącymi i nieniszczącymi po 7 oraz 28 dniach dojrzewania, badaniu nasiąkliwości, badaniu ścieralności oraz badaniu współczynnika przewodności cieplnej. Wyznaczono również ślad węglowy wytworzonych kompozytów cementowych, korzystając z oprogramowania OneClickLCA (A1-A3).

Badania sfinansowano w ramach subwencji badawczej nr 0412/SBAD/0080 przyznanej dla Politechniki Poznańskiej.

Literatura:

- [1] M. Thomas, M. Osińska, A. Ślosarczyk *Materials*. (2022) 15, 1001
- [2] L. Sharma, N. Taak, M. Bhandari *Materials Today: Proceedings*. (2021) 45(2), 3240-3246.
- [3] J. Zach et al. *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* (2021) 1039, 012011



## CHARAKTERYSTYKA WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNYCH KOMPOZYTÓW Z ŻYWICY CHEMOUTWARDZALNEJ I POPIOŁÓW ZE SPALARNI

**Dorota Tomczak<sup>\*1</sup>**, Joanna Szymańska<sup>1</sup>, Grzegorz Przesławski<sup>1</sup>, Daria Zielińska<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Institut Technologii i Inżynierii Chemicznej, Politechnika Poznańska, Berdychowo 4, 60-965  
Poznań*

*\*dorota.tomczak@doctorate.put.poznan.pl*

Jednym z ważnych aspektów Gospodarki Obiegu Zamkniętego (GOZ) jest konieczność gospodarowania odpadami. Ważne jest, aby rozwiązania proponowane w tej tematyce pozwalały nie tylko na użycie dużej ilości odpadowego surowca, lecz również znajdowały praktyczne zastosowanie służące społeczeństwu lub środowisku. Grupą materiałów, dla których możliwe jest zagospodarowanie znaczących zawartości surowców odpadowych (nawet 95%) są kompozyty polimerowe [1]. Dzięki niskiemu kosztowi, dobrym właściwościom mechanicznym, dużej wytrzymałości właściwej i przyczepności oraz dobrej odporności na ciepło i rozpuszczalniki, szczególne zainteresowanie wzbudzają kompozyty z żywicy epoksydowej, które mogą znaleźć zastosowanie m.in. w elementach konstrukcyjnych [2]. W niniejszej pracy zastosowano materiał odpadowy w postaci popiołów pochodzących ze spalarni jako napełniacz żywicy chemoutwardzalnej. Zaprojektowano i otrzymano za pomocą metody odlewania kompozyty o stopniu napełnienia 20, 35 i 50% wagowych. Wykazano zależności pomiędzy modułem sprężystości Younga, wytrzymałością mechaniczną, wydłużeniem względnym oraz udatnością materiałów kompozytowych a stopniem napełnienia, wykazując jednocześnie duży potencjał aplikacyjny otrzymanych materiałów.

Badania były finansowane z Subwencji Badawczej dla Młodych Naukowców.

### Literatura:

- [1] P.L. Teh, M. Mariatti, H.M. Akil, C.K. Yeoh, K.N. Seetharamu, A.N.R. Wagiman, K.S. Beh, *Adv. Mater. Lett.* (2007) 61, 2156–2158.
- [2] H. Abdellaoui, M. Raji, R. Bouhfid, A. Qaiss 2 - Investigation of the deformation behavior of epoxy-based composite materials, In *Woodhead Publishing Series in Composites Science and Engineering* (2019) 29-49.



## **BADANIA ODZYSKU NIKLU Z PRZEPRACOWANYCH KATALIZATORÓW I JEGO PONOWNE WYKORZYSTANIE W PROCESACH PRODUKCJI MATERIAŁÓW KATALITYCZNYCH**

**Aleksandra Turczyńska<sup>\*1</sup>**, Dorota Kopyto<sup>1</sup>, Ewelina Franczyk<sup>2</sup>, Grzegorz Benke<sup>1</sup>,  
Kamila Michalska<sup>2</sup>, Wiesław Próchniak<sup>2</sup>, Joanna Malarz<sup>1</sup>, Robert Bicki<sup>2</sup>,  
Arkadiusz Palmowski<sup>1</sup>, Anna Mrozek<sup>2</sup>, Katarzyna Leszczyńska-Sejda<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Sieć Badawcza Łukasiewicz-Institut Metali Nieżelaznych, Sowińskiego 5, 44-100 Gliwice*

<sup>2</sup>*Sieć Badawcza Łukasiewicz-Institut Nowych Syntez Chemicznych, Al. Tysiąclecia Państwa  
Polskiego 13A, 24-110 Puławy*

*\*[aleksandra.turczynska@imn.lukasiewicz.gov.pl](mailto:aleksandra.turczynska@imn.lukasiewicz.gov.pl)*

Na posterze zamieszczono wybrane wyniki badań, prowadzonych w ramach jednego z ośmiu zadań projektu EcoLoop, obejmującego zagadnienia gospodarki obiegu zamkniętego i recyklingu. W pracy skupiono się na określeniu możliwości odzysku niklu (metal krytycznego dla UE i USA) z przetworzonych przemysłowych katalizatorów reformingu parowego węglowodorów (Ni/CaO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) i ponownym jego wykorzystaniu przy otrzymywaniu nowych katalizatorów.

Określono podstawowe parametry procesu ługowania – rozdrobnienie badanego materiału, stężenie i skład mieszaniny ługującej, temperaturę i czas procesu oraz proporcję faz stałej do ciekłej – na uzysk procesu ługowana niklu.

Wytypowano najkorzystniejsze warunki procesu odzysku niklu umożliwiające osiągnięcie wymaganych w projekcie wskaźników: zarówno wysokiego uzysku odzysku niklu powyżej 85%, jak i wysokiego stężenia niklu w roztworze przy zapewnieniu jego odpowiedniej czystości. Tak uzyskane roztwory posłużą do impregnacji nośnika i wytworzenia nowych katalizatorów, dla których zostaną określone ich właściwości katalityczne.

Circular & Green Economy projekty pilotażowe dla Programu Strategicznego – projekt o akronimie EcoLoop realizowany w ramach Dotacji Celowej Łukasiewicza V Nabór



## OTRZYMYWANIE BIODEGRADOWALNEGO POLIMERU NA BAZIE OLEJU Z FUSÓW KAWOWYCH

Maksymilian Kukuć<sup>\*1,2</sup>, Anna Iuliano<sup>1</sup>, Monika Słomka<sup>2</sup>, Andrzej Plichta<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Wydział Chemiczny, Katedra Chemii i Technologii Polimerów, Politechnika Warszawska,  
Noakowskiego 3, 00-664 Warszawa

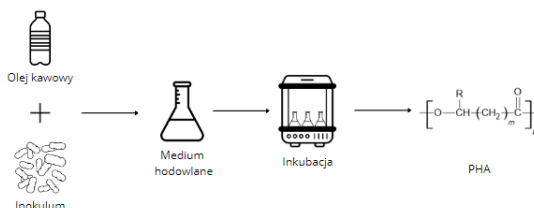
<sup>2</sup>EcoBean Sp. z o.o., Koszykowa 75, 00-662 Warszawa

\* maksymilian.kukuc.dokt@pw.edu.pl

Produkcja 1 kg kawy generuje 17 kg CO<sub>2</sub>, co czyni ją piątym emitentem wśród produktów żywnościowych. Codziennie w Europie powstaje 9 kt fusów kawowych (SCG), przez co są obciążeniem dla środowiska, ale także nieograniczonym źródłem surowca.

Olej kawowy, jako bogate źródło kwasów tłuszczowych, stanowi od 15 do 30% wagowych SCG, przez co może być źródłem węgla do wzrostu mikroorganizmów. Przy ograniczonej zawartości azotu i fosforu oraz nadmiarze węgla, niektóre szczepy bakteryjne są zdolne do wydajnej produkcji poliesterów z rodziny polihydroksyalkanianów (PHA). Polimer ten stanowi ich materiał zapasowy. PHA są szczególnie atrakcyjne do zastosowań w przemyśle biomedycznym oraz opakowaniowym ze względu na swoją biokompatybilność, a także podatność na biodegradację, szczególnie w środowisku naturalnym.

Prezentowane wyniki dotyczyć będą mikrobiologicznej syntezy polihydroksyomałtanu (PHB) o wysokiej masie molowej za pomocą szczepu *Cupriavidus necator* (rys. 1). Medium wzrostu stanowiło podłoże mineralne oraz olej z fusów kawowych, zastosowany jako źródło węgla. W ramach badań ustalono, jaki wpływ na akumulację PHB ma sposób prowadzenia hodowli (ciągły/z replikacją) oraz stosunek węgla do azotu. Dla najkorzystniejszych warunków prowadzenia hodowli mikroorganizmu otrzymano PHB o masie molowej 550 kg/mol.



Rys. 1. Schemat otrzymywania polihydroksyalkanianów metodą mikrobiologiczną





## KONWERSJA PLASTIKÓW W PRODUKTY O WARTOŚCI DODANEJ. CZY MOŻEMY SKORZYSTAĆ Z OFERTY KATALIZATORÓW PROCESU FLUIDALNEGO KRAKINGU ROPY NAFTOWEJ?

O. Rogala<sup>1</sup>, K.A. Tarach<sup>1</sup>, **A. Held**<sup>2</sup>, K. Góra-Marek<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>Wydział Chemii, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu  
agnieszka.waclaw@amu.edu.pl

W literaturze naukowej sporadycznie pojawiają się doniesienia o możliwości wykorzystania komercyjnych katalizatorów procesu FCC do krakingu poliolefin. Aby zrozumieć mechanizm działania słabo opisanych katalizatorów FCC (materiały chronione prawami patentowymi) konieczne jest wykorzystanie jako katalizatorów materiałów o bardzo dobrze zdefiniowanych i kontrolowanych właściwościach. Podobnie jak w procesie FCC tak i recyklingu chemicznym tworzyw sztucznych prowadzącym do otrzymania frakcji paliwowych lub produktów petrochemicznych o wartości dodanej, następuje szybka, ale odwracalna dezaktywacja katalizatora, po której następuje jego regeneracja.

Zeolity znane są ze swojej wysokiej stabilności termicznej i hydrotermalnej, a także wysokiej aktywności katalitycznej. Ze względu na swoje właściwości kształtoselektywne oraz obecność mocnych centrów kwasowych znajdują zastosowanie jako katalizatory w krakingu katalitycznym ropy naftowej i tym samym mogą być z powodzeniem stosowane w katalitycznym krakingu tworzyw sztucznych.

W naszych badaniach do badań procesów transformacji LDPE, HDPE, PP oraz PS a także towarzyszącym im procesów dezaktywacji katalizatorów wykorzystujemy badania spektroskopowe FT-IR oraz DR-UV-vis w trybie operando. Podejście to umożliwia badanie właściwości katalizatora na dwóch poziomach: 1) w kontekście zrozumienia podstaw skomplikowanych interakcji reagentów/produktów z powierzchnią katalizatora oraz 2) zdefiniowania zachowania katalizatora (aktywność i selektywność) w celu jego dalszej optymalizacji.

Podziękowanie: Praca została sfinansowana w ramach Grantu nr 2021/43/B/ST4/00307 ze środków Narodowego Centrum Nauki.



## PRZETWARZANIE NIEZDATNYCH DO SPOŻYCIA OLEJÓW SPOŻYWCZYCH – WYBRANE ZAGADNIENIA W OBSZARZE ZAUTOMATYZOWANYCH REAKTORÓW

Róża Tomikowska<sup>\*1</sup>, Rafał Tomikowski<sup>1</sup>, Krzysztof Łapiński<sup>1</sup>, Marek Ochowiak<sup>2</sup>,  
Krystian Czernek<sup>3</sup>,

<sup>1</sup>Dział R&D, HAAS, Daleka 13, 60-124 Poznań

<sup>2</sup>Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska, Berdychowo 4, 60-965 Poznań

<sup>3</sup>Politechnika Opolska, Mikołajczyka 5, 45-271 Opole

\*r.tomikowska@haas.com.pl

Celem jest zaprezentowanie wyniku prac obejmujących opracowanie, wykonanie modułu reaktorów chemicznych, które mogą pracować kaskadowo lub w dowolnej konfiguracji w zależności od aktualnego zapotrzebowania na dany proces. Opracowano indywidualne rozwiązania technologiczne oraz przeprowadzono weryfikację pracy reaktorów w warunkach odpowiadających ich zamierzonemu zastosowaniu – dla przetwarzania niezdatnych do spożycia olejów spożywczych. Opracowano etapy oczyszczenia i zaprojektowano poszerzenia funkcjonalne układu reaktorów do prac procesowych.



Rys. 1. Reaktor z oprogramowaniem; do pracy pod zwiększonym ciśnieniem, z automatyzacją oprzyrządowania (dozowania, analityki online)

Finansowanie: część prac wykonana w ramach projektu finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014-2020, podzadanie 1.1.1, nr umowy POIR.01.01.01-00-1481/19-00.

Literatura:

[1] T.Burda, R. Tomikowska, R. Tomikowski, M. Siedlecki, *Raport z badań i realizacji*, (2023)

**PRAKTYCZNE ASPEKTY  
TECHNOLOGII CHEMICZNEJ**



**POSTERY**



## **MODYFIKACJE STRUKTURALNE FLURBIPROFENU W POSTACI POCHODNYCH TERPENOWYCH JAKO SPOSÓB NA POPRAWĘ PRZENIKALNOŚCI PRZEZ SKÓRĘ**

**Karolina Bilaska\***, Paula Ossowicz-Rupniewska

*Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny,  
al. Piastów 42, 71-065 Szczecin  
\*karolina.bilaska@zut.edu.pl*

Flurbiprofen, czyli kwas (2RS)-2-(2-fluorobifen-4-ylo)propanowy, jest powszechnie stosowanym niesteroidowym lekiem przeciwzapalnym (NLPZ). Charakteryzuje się szerokim spektrum działania: przeciwbólowym, przeciwzapalnym i przeciwgorączkowym. Chociaż jest uważany za względnie bezpieczny, długotrwałe stosowanie może powodować różne skutki uboczne, w tym dolegliwości żołądkowe, niestrawności i zaparcia [1]. Ponadto, flurbiprofen charakteryzuje się słabą rozpuszczalnością w wodzie, co ogranicza jego biodostępność. Trwają poszukiwania nowych pochodnych NLPZ o lepszej rozpuszczalności i zwiększonej biodostępności. Projektowanie nowych pochodnych NLPZ ma na celu m.in. zminimalizowanie skutków ubocznych ze strony układu pokarmowego [2,3]. Jednym z podejść do zmniejszenia skutków ubocznych ze strony przewodu pokarmowego jest opracowanie transdermalnych systemów dostarczania leków [4].

W wyniku przeprowadzonych badań otrzymano pochodną flurbiprofenu w postaci flurbiprofenianu estru mentolowego L-alaniny o potencjalnym zastosowaniu farmakologicznym. Związek ten otrzymano w wyniku trójetapowej reakcji. Tożsamość uzyskanego produktu potwierdzono przy pomocy metod spektroskopowych: NMR (widma  $^1\text{H}$  i  $^{13}\text{C}$ ) oraz FT-IR. Ponadto, określono dla niego szereg właściwości fizykochemicznych, takich jak: temperatura topnienia, stabilność termiczna, rozpuszczalność w wodzie i rozpuszczalnikach organicznych czy krystaliczność, a także przeprowadzono badanie przenikalności przez skórę.

Literatura:

- [1] R.N. Brogden, R.C. Heel, T.M. Speight, G.S. Avery *Drugs* (1979) 18, 417-438.
- [2] I. Perković, Z.R. Džolić, B. Zorc *Acta Pharm.* (2013) 63, 409-418.
- [3] T. Elsaman, M.M. Ali *Am. J. Res. Commun.* (2016) 4, 1-14.
- [4] A.Z. Alkilani AZ, M.T.C. McCrudden, R.F. Donnelly *Pharmaceutics* (2015) 7, 438-470.



## POLIMEROASFALTY MODYFIKOWANE WOSKAMI SYNTETYCZNYMI

**Karolina Brzezińska\***, Grzegorz Makomaski, Lidia Mańska, Klaudia Łyzińska

*Wydział Budownictwa, Mechaniki i Petrochemii, Politechnika Warszawska, Łukasiewicza 17,  
09-400 Płock*

*\*Karolina.Brzezinska@pw.edu.pl*

Ochrona środowiska oraz oszczędność energii są podstawowymi i jednymi z najważniejszych celów współczesnej gospodarki, w tym również drogownictwa. Obecnie preferowane są więc technologie mające uzasadnienie ekonomiczne i ekologiczne. Ta zasada dotyczy również technologii wytwarzania nawierzchni drogowych.

Obniżenie temperatur technologicznych na etapach produkcji, układania i zagęszczania lepiszcza asfaltowego jest skuteczną metodą obniżenia energochłonności procesu. Efekt ten można uzyskać poprzez dodanie do lepiszcza asfaltowego środków obniżających lepkość asfaltu, np. wosków syntetycznych.

W pracy przedstawiono wyniki badań wpływu wosków polietylenowego oraz Fischera-Tropscha na właściwości asfaltów modyfikowanych kopolimerem styren-butadien-styren (SBS). Dla polimeroasfaltów zawierających 2% mas. lub 4% mas. kopolimeru SBS oraz 1% mas. wosku syntetycznego (polietylenowego lub Fischera-Tropscha) wykonano oznaczenia właściwości fizykochemicznych (temperatura mięknięcia, temperatura łamliwości, penetracja, nawrót sprężysty) i reologicznych (lepkość dynamiczna oznaczona w temperaturze 60°C, 90°C, 135°C i 160°C). Ponadto dokonano wzrokowej oceny zdyspergowania modyfikatorów w lepiszczach asfaltowych za pomocą mikroskopu optycznego z przystawką fluorescencyjną oraz oceny stabilności lepiszczy asfaltowych metodą „testu tubowego”.

W wyniku modyfikacji lepiszczy asfaltowych woskami zwiększyła się sztywność asfaltu w wysokich temperaturach eksploatacyjnych. Przyczynia się to z kolei do zwiększenia odporności mieszanek mineralno-asfaltowych na deformacje trwałe.



## SPECYFICZNE NAWOZY NPK DO ZADAŃ SPECJALNYCH

Marzena S. Brodowska<sup>1</sup>, Wojciech Szewczyk<sup>2</sup>, **Ryszard Grzesik**\*<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie; Akademicka 15, 20-950 Lublin

<sup>2</sup>Uniwersytet Rolniczy w Krakowie; Al. Mickiewicza 21; 31-120 Krakow

<sup>3</sup>Centrum Badawczo Rozwojowe, Departament Rozwoju, Grupa Azoty ZAK SA, Mostowa 30A, 47-220 Kędzierzyn-Koźle, Poland

\*ryszard.grzesik@grupazoty.com

Nowoczesne rolnictwo jest skupione na nawozach specjalistycznych, kompozycjach nawozowych przystosowanych do poszczególnych roślin oraz na ograniczeniu strat składników odżywczych. Na podstawie wcześniej opracowanych formułacji bioproduktów – wytworzono innowacyjne specjalistyczne nawozy NPK zawierające mikroskładniki w biologicznej formie, selen, oraz stymulatory wzrostu roślin. Nowe formułacje nawozowe zostały opracowane dla 3 grup zastosowań: dla leśnych upraw szkółkarskich, muraw sportowych oraz upraw warzywniczych i owocowych. Opracowane nawozy bazowały na mineralnych surowcach (azotan amonu, fosforan amonowy) oraz biostymulatorach (np. ekstrakt z morskoczynu). Dodatek selenu pozwoli na produkcję żywności funkcjonalnej promującej postawę prozdrowotną (prewencja przeciwnowotworowa). Nawozy zostały przebadane w trakcie eksperymentów polowych w Uniwersytecie Przyrodniczym w Lublinie (owoce, warzywa oraz sosna) oraz w trakcie eksperymentów polowych w Uniwersytecie Rolniczym w Krakowie (murawy sportowe). Nowo opracowane nawozy zostały przyrównane do nawozów dostępnych komercyjnie o podobnym składzie. Otrzymano interesujące wyniki.

*Badania były częściowo dofinansowane z funduszy UE: Narodowe Centrum Badań i Rozwoju projekt POIR nr POIR.01.01.01-00-0741/18: Specjalistyczne nawozy wieloskładnikowe na bazie azotanu amonu zawierające podstawowe składniki pokarmowe (NPK), mikroskładniki, selen oraz stymulatory wzrostu roślin.*



## OPRACOWANIE INNOWACYJNEGO PROCESU OTRZYMYWANIA GAMY ESTRÓW WOBEC KATALIZATORA W POSTACI CIECZY JONOWEJ

**Agata Iwachów<sup>\*1</sup>**, Urszula Dorosz<sup>1</sup>, Piotr Latos<sup>2</sup>, Anna Chrobok<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dep. Rozwoju, Grupa Azoty ZAK S.A., Mostowa 30A 47-220 Kędzierzyn-Koźle

<sup>2</sup>Wydział Chemiczny, Katedra Technologii Chemicznej Organicznej i Petrochemii, Politechnika Śląska, Krzywoustego 4, 44-100 Gliwice

\*agata.iwachow@grupaazoty.com

Klasyczna reakcja wytwarzania estrów polega na reakcji estryfikacji kwasów karboksylowych alkoholami w obecności katalizatora kwasowego, np. kwasu fosforowego, kwasu siarkowego lub kwasowych żywic jonowymiennych. Największym wyzwaniem jest przesunięcie równowagi reakcji w kierunku tworzenia produktów, dlatego też w rozwiązaniach przemysłowych powstająca w reakcji woda usuwana jest z procesu za pomocą destylacji azeotropowej. Stosowane klasyczne metody estryfikacji wymagają zastosowania wysokich temperatur lub długich czasów reakcji. Klasycznie, równowaga, która ustala się w trakcie procesu nie pozwala na uzyskanie wysokich wydajności produktu bez pomocniczych operacji. Zastosowanie dodatkowych technik w celu zlikwidowania tego problemu generuje dodatkowe nakłady energetyczne, zwiększając tym samym koszty procesu. Proponowany w ramach projektu innowacyjny sposób prowadzenia reakcji estryfikacji kwasów C3-C8- karboksylowych polega na zastosowaniu protycznych cieczy jonowych jako katalizatorów, które mogą pełnić dwojaką rolę, tj. rozpuszczalnika oraz katalizatora. W opracowanym procesie powstający ester wydziela się w postaci odrębnej fazy, podczas gdy woda pozostaje rozpuszczona w cieczy jonowej. Dzięki temu równowaga reakcji przesuwana jest silnie w prawo, w kierunku tworzenia produktu. Umożliwia to uzyskanie prawie 100 % wydajności produktu bez dodatkowych nakładów energetycznych.

Projekt nr POIR.01.01.01-00-1166/19 pt. „Opracowanie innowacyjnego procesu otrzymywania gamy estrów wobec katalizatora w postaci cieczy jonowej” realizowany ze wsparciem finansowanym przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014-2020 Działanie 1.1 „Projekty B+R przedsiębiorstw”, Poddziałanie 1.1.1 „Badania przemysłowe i prace rozwojowe realizowane przez przedsiębiorstwa w konkursie „Szybka Ścieżka”.



## **NOWE PLASTYFIKATORY DO POLI(CHLORKU WUNYLU) NA BAZIE PRZYJAZNEGO DLA ŚRODOWISKA KWASU BIO-BURSZTYNOWEGO**

**Agata Iwachów\***, Urszula Dorosz, Patryk Dziendzioł

*Centrum Badawczo Rozwojowe, Departament Rozwoju, Grupa Azoty ZAK SA, Mostowa 30A,  
47-220 Kędzierzyn-Koźle, Poland*

*\*agata.iwachow@grupaaazoty.com*

Ponad 50 % światowego rynku plastyfikatorów stanowią ftalany. Ze względu na ich toksyczny wpływ na środowisko naturalne i organizm człowieka, prawo unijne zakazuje wykorzystywania wybranych ftalanów do jakiegokolwiek zastosowania w ilościach większych niż 0,1% mas. Prezentowana praca przedstawia wyniki badań aplikacyjnych wybranych plastyfikatorów otrzymywanych z wykorzystaniem kwasu bursztynowego, który jest przyjazny dla środowiska naturalnego i pochodzi z surowców odnawialnych. Najistotniejsze parametry nowych produktów, takie jak między innymi wytrzymałość na rozciąganie, migracja plastyfikatora czy twardość tworzywa zestawiono z właściwościami innych tworzyw PVC otrzymanych z udziałem tereftalanu bis(2-etyloheksylu) (DEHT), który (poza wycofywanymi na wielu rynkach ftalanami) jest typowym, najczęściej wykorzystywanym plastyfikatorem do PVC. Udowodniono, że skład ilościowy poszczególnych reagentów, w tym także stosunek związków karboksylowych do hydroksylowych ma zasadniczy wpływ na kreację właściwości produktu. Próbką najlepszego tworzywa z udziałem polibursztynianów (PPB) przechowywanych przez 28 dni w temperaturze 70°C, pod obciążeniem 5 kg, cechuje niemal dziesięciokrotnie mniejsza migracja w porównaniu z tworzywem zawierającym taką samą ilość innego plastyfikatora- DEHT. Z kolei wytrzymałość na rozciąganie jest o ponad 20% większa. W rezultacie, do środowiska naturalnego przedostaje się mniej związków chemicznych, a gotowy produkt zachowuje swoje najlepsze właściwości przez dłuższy czas.

Badania były częściowo dofinansowane z funduszy UE: Narodowe Centrum Badań i Rozwoju projekt POIR nr. POIR. 01.01.02-00-0142/16-02: Weryfikacja w toku eksperymentalnych prac rozwojowych na instalacji pilotażowej nowych rozwiązań technologicznych i procesowych szerokiej gamy innowacyjnych poliestrowych plastyfikatorów nieftalanowych, w tym z zastosowaniem bioodnawialnego kwasu bursztynowego”





## **OPRACOWANIE TECHNOLOGII WYTWARZANIA NOWYCH LEKÓW PRZECIWBÓLOWYCH SKUTECZNYCH MIĘDZY INNYM W LECZENIU BÓLU I PRZEZIĘBIENIA**

**Katarzyna Kasperowicz-Frankowska\***, Alicja Sieroszevska, Sylwia Łazarek

*Wörwag Pharma Operations, gen. Mariana Langiewicza 58, 95-050 Konstantynów Łódzki*

*\*katarzyna.frankowska@top.woerwagpharma.pl*

Przedmiotem badań było opracowanie bezpiecznego, szybko działającego i skutecznego leku - połączenia dobrze poznanych substancji czynnych. W tym celu zostały wytypowane dwie substancje o działaniu przeciwbólowym i przeciwgorączkowym: naproksen (z grupy NLPZ) i paracetamol (w połączeniu z działającą synergicznie kofeiną, [1]) oraz doksyamina - lek antyhistaminowy pierwszej generacji, wykazujący działanie nasenne, uspakajające, oraz przeciwdziałający nudnościom i wymiotom. To innowacyjne połączenie pozwoli na przerwanie/złagodzenie ataku migreny [2] oraz ułatwi odpoczynek i regenerację. Nowo opracowany lek może być też pomocny w leczeniu choroby przeziębieniowej: ogranicza ból, obniża gorączkę, przeciwdziała stanom zapalnym. Pierwszym krokiem do osiągnięcia celu, stało się dobranie odpowiedniej formulacji, zapewniającej prawidłowy przebieg procesu produkcji (próby laboratoryjne, próby półtechniczne), przy jednoczesnym zachowaniu formy atrakcyjnej dla pacjenta (powlekanie tabletek maskuje gorzki smak i ułatwia połykanie). Następnym krokiem jest przeniesienie produktu w obszar produkcyjny zakończone procesem walidacji. Przedstawione wyniki dotyczą prób laboratoryjnych oraz prób w skali półtechnicznej.

Przedstawione wyniki badań są rezultatem projektu pt.: „Opracowanie w drodze prac B+R innowacyjnych produktów leczniczych stosowanych w leczeniu bólu w oparciu o połączenie znanych substancji czynnych” (o numerze: POIR.01.01.01-00-0769/18/00, który był realizowany w ramach z Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014-2020 oraz został współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego.

### Literatura:

- [1] B.L. Fiebich, K. Lieb, M. Hull, et al. *Neuropharmacology* (2000) 39, 2205-2213.
- [2] I. Domitrz, W. Kozubski PPN (2019) suppl. B, 15, 1-20.



## WPŁYW NOWEJ KONSTRUKCJI MIESZADŁA NA ZAPOTRZEBOWANIE MOCY MIESZANIA

Marian Kordas\*, Rafał Rakoczy

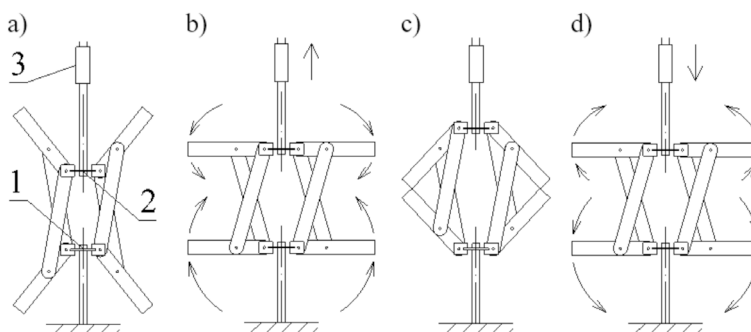
Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny  
w Szczecinie, al. Piastów 42, 71-065 Szczecin

\*mkordas@zut.edu.pl

W praktyce rozwiązania konstrukcyjne mieszalników często poddawane są badaniom doświadczalnym np.: zapotrzebowanie na moc mieszania, czas mieszania, wnikanie ciepła i masy. Informacja dotycząca zapotrzebowania energetycznego mieszalnika jest jedną z podstawowych charakterystyk eksploatacyjnych aparatu. Badanie mocy mieszania dotyczy szczególnie nowych konstrukcji mieszadeł oraz modyfikacji już znanych rozwiązań. W praktyce najczęściej badań związanych z zapotrzebowaniem na moc mieszania jest poświęcona mieszalnikom z mieszadłami obrotowymi, znacznie mniej mieszadłom pracującym w ruchu posuwisto-zwrotnym.

Analizowane rozwiązanie konstrukcyjne mieszadła (PL215201) umożliwia zmianę jego konfiguracji geometrycznej bez konieczności demontażu poprzez regulację odległości dwóch piast. Takie rozwiązanie konstrukcyjne mieszadła umożliwia jego pracę zarówno w ruchu obrotowym jak i posuwisto-zwrotnym.

Celem pracy jest określenie wpływu różnych konfiguracji geometrycznych mieszadła w ruchu obrotowym oraz posuwisto-zwrotnym na moc mieszania dla mieszadła, którego mechanizm zmiany geometrii pokazano na rysunku 1.



Rys. 1. Geometria mieszadła wywołana zmianą odległości piast: a) geometria „X”, b) geometria „=”, c) geometria „O”, d) geometria „=”; gdzie: 1 – piasta dolna, 2 – piasta górna 3 – tuleja



## OTRZYMYWANIE CIEKŁYCH WĘGLOWODORÓW W PROCESIE FISCHERA-TROPSCHA

Paweł Mierczyński<sup>1</sup>, Bartosz Dawid<sup>1</sup>, **Małgorzata Iwona Szynkowska-Jóźwik**<sup>\*1</sup>

<sup>1</sup>*Wydział Chemiczny, Instytut chemii Ogólnej i Ekologicznej, Politechnika Łódzka, Żeromskiego 114,  
90-543 Łódź*

*\*malgorzata.szynkowska@p.lodz.pl*

Głównym celem pracy było opracowanie najbardziej aktywnego i selektywnego katalizatora żelazowego oraz określenie wpływu procesu aktywacji na reaktywność katalityczną katalizatorów żelazowych do procesu Fischera-Tropscha (F-T) w kierunku tworzenia ciekłych węglowodorów. Badane katalizatory mono- i bimetaliczne przygotowano konwencjonalną metodą impregnacji, impregnacji następczej, bądź w przypadku katalizatora bimetalicznego Au-Fe metodą strącania przez osadzanie. Właściwości fizykochemiczne otrzymanych katalizatorów określono za pomocą następujących technik badawczych: BET, SEM-EDS, TPR-H<sub>2</sub>, ToF-SIMS, XRD, FTIR, TPD-NH<sub>3</sub>, TG-DTA-MS. Testy aktywności katalitycznej w badanej reakcji przeprowadzono z wykorzystaniem przepływowego reaktora ciśnieniowego ze stałym złożem. Otrzymane w reakcji produkty analizowano z wykorzystaniem analizy chromatograficznej oraz techniki GC-MS. W ramach pracy określono wpływ rodzaju nośnika, warunków reakcji oraz zawartości fazy metalicznej wprowadzonej do układu katalitycznego na aktywność i selektywność przygotowanych układów katalitycznych w procesie F-T. Testy aktywności katalitycznej wykazały, iż najbardziej aktywnym katalizatorem spośród wszystkich badanych katalizatorów żelazowych na nośniku tlenkowym był katalizator 40%Fe/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (2:1), który wykazywał wysoką konwersję CO i selektywność w kierunku tworzenia ciekłego produktu. Aktywność katalityczną dla katalizatorów bimetalicznych badanych w procesie F-T można przedstawić w następującej kolejności: Au-Fe > Pt-Fe > Pd-Fe > Ru-Fe. Wyniki aktywności katalitycznej otrzymane w procesie F-T potwierdziły promujący wpływ złota i rutenu na selektywność katalityczną katalizatora żelazowego w kierunku tworzenia ciekłych produktów zawierających od 5 do 9 atomów węgla w cząsteczce. Katalizatory bimetaliczne Au-Fe i Pd-Fe wykazały najwyższą selektywność w kierunku tworzenia się rozgałęzionych węglowodorów w ciekłym produkcie.



## **MODYFIKACJA POZOSTAŁOŚCI Z PROCESU VISBREAKINGU ŻYWICĄ POLIESTROWĄ**

**Lidia Mańska\***, Grzegorz Makomaski, Karolina Brzezińska, Janusz Zieliński

*Wydział Budownictwa, Mechaniki i Petrochemii, Politechnika Warszawska, ul. Łukasiewicza 17,  
09-400 Płock*

*\*Lidia.Manska@pw.edu.pl*

Do najważniejszych celów współczesnej gospodarki, w tym również drogownictwa, należą ochrona środowiska oraz oszczędność energii. W związku z tym preferowane są technologie mające uzasadnienie ekonomiczne i ekologiczne. Istotne znaczenie mają zatem procesy konwersji, ponieważ pozwalają na głębszy przerób ropy naftowej i efektywne wykorzystanie jej zasobów. Jednakże zwiększający się cięższy charakter ropy naftowej stanowi problem dla przemysłu naftowego, ponieważ generowane są znaczne ilości ciężkich pozostałości. W związku z tym istnieje potrzeba wykorzystania pozostałości z procesów konwersji w celu maksymalnego wykorzystania zasobów surowcowych. Celowe staje się więc podjęcie prób modyfikacji pozostałości naftowych materiałami polimerowymi, w celu wykorzystania ich jako materiałów w nawierzchniach drogowych. Interesującym surowcem może okazać się pozostałość z procesu Visbreakingu. W pracy przedstawiono wyniki badań wpływu żywicy poliestrowej na właściwości fizykochemiczne i reologiczne pozostałości z procesu Visbreakingu. Mieszanki bitumiczno-polimerowe, zawierające od 2,5% mas. do 10% mas. żywicy poliestrowej sporządzano w temperaturze 105°C, w czasie 30 minut. Dla otrzymanych mieszanin bitumiczno-polimerowych wykonano badania właściwości fizykochemicznych (temperatura mięknienia, temperatura łamliwości, penetracja) i reologicznych (lepkość dynamiczna oznaczona w temperaturze 60°C, 90°C, 135°C i 160°C), a także dokonano wzrokowej oceny zdyspergowania modyfikatora polimerowego w mieszaninie bitumiczno-polimerowej za pomocą mikroskopu optycznego z przystawką fluorescencyjną. Wykazano, że modyfikacja pozostałości z procesu Visbreakingu żywicą poliestrową wpływała na zmianę właściwości fizykochemicznych i reologicznych pozostałości naftowej, powodując jej uplastycznienie.



## CHIRALNE SALENOWE SOLE ORGANICZNE TYPU ZASAD SCHIFFA JAKO KATALIZATORY W ASYMETRYCZNEJ REAKCJI DIELSA-ALDERA

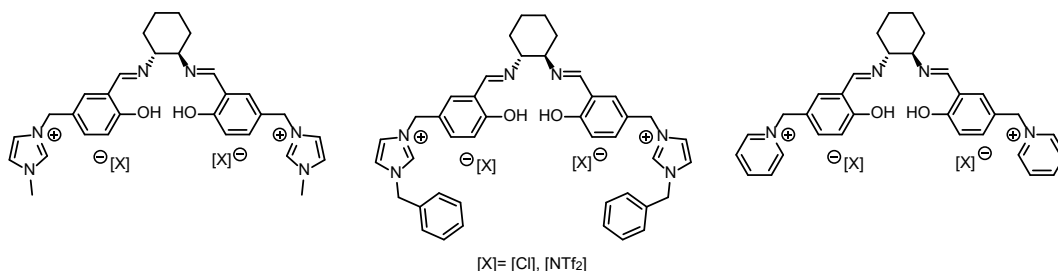
Marcin Gano<sup>\*</sup>, Ewa Janus

<sup>1</sup>Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, ul. Pułaskiego 10, 70-322 Szczecin

<sup>\*</sup>mgano@zut.edu.pl

Synteza asymetryczna jest jednym z prężnie rozwijających się działów chemii organicznej. Rozwój ten związany jest z ciągle rosnącym zapotrzebowaniem na chiralne katalizatory zdolne do indukcji asymetryczności w produkcie reakcji. Doskonałymi ligandami zdolnymi do indukcji asymetryczności są ligandy salenowe, które posiadają istotne znaczenie w chemii koordynacyjnej jako ligandy zdolne do tworzenia trwałych kompleksów z jonami metali. Kompleksy zasad Schiffa cechują się doskonałą aktywnością katalityczną, co umożliwia ich zastosowanie w katalizie homo- jak i heterogenicznej

Prezentowane badania skupiają się na syntezie chiralnych salenowych soli organicznych typu zasad Schiffa (SSO), posiadających w swojej strukturze kationowy podstawnik (Rys. 1). Porównano ich właściwości fizykochemiczne w zależności od kationu i anionu, a także zastosowano je w asymetrycznej reakcji Dielsa-Aldera. Ponadto zbadano wpływ SSO na indukcję asymetryczności w produkcie reakcji D-A oraz rodzaju kwasu Lewisa użytego w reakcji kompleksowania *in situ* z SSO w środowisku cieczy jonowej. W otrzymanych układach katalitycznych otrzymano wysokie nadmiary enancjomeryczne produktu reakcji Dielsa-Aldera powyżej 70% ee.



Rys. 1. Struktury chiralnych salenowych soli organicznych typu zasad Schiffa



## EKSTRAKCYJA L-TRYPTOFANU Z WYKORZYSTANIEM WODNYCH UKŁADÓW DWUFAZOWYCH

Alicja Putowska, Marta Wojcieszak, **Katarzyna Materna**\*

*Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska, Berdychowo 4, 60-965 Poznań*

*\*katarzyna.materna@put.poznan.pl*

Tryptofan jest jednym z aminokwasów egzogennych, który odgrywa kluczową rolę w syntezie białek oraz w produkcji ważnych biologicznie związków, takich jak serotonina i melatonina. Jest produkowany głównie w procesie fermentacji mikrobiologicznej. Odzysk tryptofanu przeprowadza się z wykorzystaniem m.in. zaawansowanych technik chromatograficznych. Alternatywą może być zastosowanie wodnych układów dwufazowych (ABS).

ABS to technika separacji, która wykorzystuje mieszaninę niekompatybilnych wodnych roztworów polimerów (np. glikol polioksyetylenowy - PEG i/lub dekstran) oraz soli nieorganicznych. Tworzą one dwie odrębne fazy, umożliwiając selektywną separację związków na podstawie ich rozpuszczalności i interakcji z fazami. Proces odbywa się w środowisku wodnym, co minimalizuje użycie szkodliwych rozpuszczalników organicznych. ABS jest techniką przyjazną dla środowiska i zgodną z zasadami zielonej chemii [1, 2].

Celem badań było określenie skuteczności separacji L-tryptofanu z roztworów wodnych z wykorzystaniem ABS. Wyznaczono optymalny skład mieszaniny, z użyciem PEG, w połączeniu z różnymi solami nieorganicznymi, takimi jak siarczan(VI) amonu, węglan(IV) amonu, węglan(IV) potasu i fosforan(V) potasu, a także z dodatkiem wybranej cieczy jonowej (tetrafluoroboranu didecyldimetyloamoniowego). W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że wodne układy dwufazowe stanowią efektywną alternatywę do odzysku tryptofanu. Najskuteczniejszym okazał się układ z dodatkiem fosforanu(V) potasu, w którym uzyskano 87-95% odzysku L-tryptofanu.

Praca została sfinansowana przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego (0912/SBAD/2408).

Literatura:

[1] L. Liu, M. Bilal; H. Luo, Y. Zhao *Processes* (2019) 7, 213.

[2] P. Ventura, C. Neves, M. Freire, I. Marrucho *J. Phys. Chem. B* (2009) 113, 9304-9310.



## MATERIAŁ IZOLACYJNY ZDOLNY DO CERAMIZACJI POPRAWIAJĄCEJ ODPORNOŚĆ MATERIAŁÓW NA DZIAŁANIE OGNIA I WYSOKIEJ TEMPERATURY W TRAKCIE POŻARU PRZY JEDNOCZESNYM ZACHOWANIU PARAMETRÓW AKUSTYCZNYCH

**Mateusz Imiela\***, Kamil Maszczyk, Małgorzata Łukasik, Dominik Pietrzak

*K-FLEX Polska sp. z o. o., Wielenin-Kolonia 50B, 99-210 Uniejów*

*\*mimiela@kflex.com*

Zmniejszenie palności i emisji dymu z kompozytów polimerowych pod wpływem ognia można uzyskać poprzez poddawanie ich procesowi ceramizacji. Proces ceramizacji jest dość dobrze znany i opisany w literaturze [1-3]. Ten głównie fizyczny proces charakteryzuje się tworzeniem sztywnej, trwałej i porowatej struktury ceramicznej z wysoko napełnionych kompozytów polimerowych pod wpływem ciepła lub ognia. Utworzona struktura może blokować propagację płomieni i zmniejsza szybkość tworzenia się palnych, kalorycznych produktów paliwowych, powstałych w wyniku termooksydacyjnej destrukcji matrycy polimerowej. Główny mechanizm tworzenia struktury ceramicznej polega na dodaniu amorficznego topnika, który w wysokiej temperaturze mięknie i łączy stabilne termicznie cząstki mineralne oraz stałe produkty powstałe podczas rozkładu polimeru (np. krzemionkę).

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014-2020. Projekt realizowany w ramach konkursu Narodowego Centrum Badań i Rozwoju: Szybka Ścieżka.

### Literatura:

- [1] R. Anyszka, D.M. Bieliński, Z. Pędzich, M. Szumera, *J. Therm. Anal. Calorim.* (2015) 119, 111.
- [2] M. Imiela, R. Anyszka, D.M. Bieliński, Z. Pędzich, M. Zarzecka-Napierała, M. Szumera, *J. Therm. Anal. Calorim.* (2016) 124, 197.
- [3] G. Xin-Hao, W. Tao-Yuan, M. Jie, Z. Dong, S. Yu-Cai, W. Ting-Wei, *J. Alloys Compd.* (2017) 706, 322.



## PIANKI TECHNICZNE O SZEROKIM ZAKRESIE ZASTOSOWAŃ WYTWARZANYCH W PROCESIE CIĄGŁYM SIECIOWANE NADTLENKAMI

Mateusz Imiela, Kamil Maszczyk, Małgorzata Łukasik, **Dominik Pietrzak\***

*K-FLEX Polska sp. z o. o., Wielenin-Kolonia 50B, 99-210 Uniejów*

*\*dpietrzak@kflex.com*

Produkty K-FLEX POLSKA, w postaci przede wszystkim materiałów izolacyjnych, kierowane są głównie do branży instalacyjno-budowlanej jako izolacje do elementów chłodniczych, grzewczych, akustycznych, itp. Rozwijany jest także obszar produktów do zabezpieczeń przeciwpożarowych.

Spienione kompozyty elastomerowe to rozległa grupa materiałów znajdująca szerokie zastosowanie w poszczególnych sektorach przemysłowych. Produkty te mogą być określane jako otwarty bądź zamknięto komórkowe w zależności od procesu produkcyjnego [1]. Pianka techniczna jest idealnym rozwiązaniem do zaizolowania powierzchni wymagających specjalnego zastosowania ze względu na swoją elastyczność, małą wagę i łatwość instalacji.

W ramach omawianych badań udało się opracować metodę produkcji ciągłej elastomerowych pianek technicznych z zastosowaniem nadtlenu jako środka sieciującego.

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014-2020. Projekt realizowany w ramach konkursu Narodowego Centrum Badań i Rozwoju: Wsparcie prowadzenia prac B+R przez przedsiębiorstwa.

Literatura:

[1] E. Rostami-Tapeh-Esmaeil, A. Vahidifar, E. Esmizadeh, D. Rodrigue, *Polymers* (2021) 13, 1565





## AZOTANY(V) 3-ALKOKSYMETYLO-1H-IMIDAZOLIOWE JAKO STABILIZATORY NANOCZĄSTEK I ZWIĄZKI O POTENCJALE AGROCHEMICZNYM

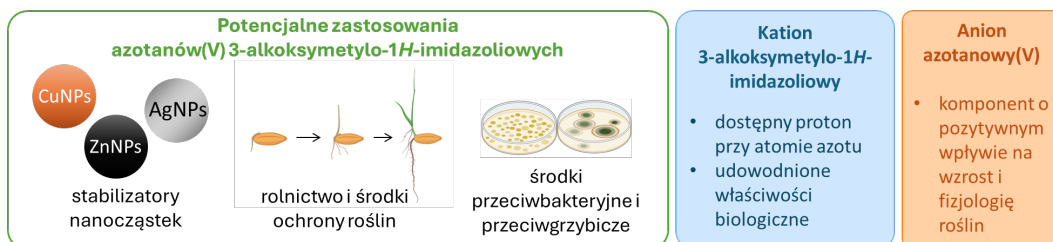
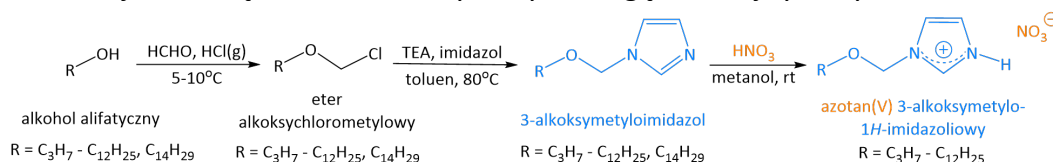
Małgorzata Policht<sup>\*1</sup>, Joanna Feder-Kubis<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Wydział Chemiczny, Politechnika Wroclawska, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław

<sup>2</sup>Faculty of Food Chemistry, Technische Universität Dresden, 01069 Dresden, Germany

\*malgorzata.policht@pwr.edu.pl

Globalny wzrost populacji, problemy z wyjąławianiem gleb oraz rosnąca odporność mikroorganizmów na stosowane powszechnie środki przeciwdrobnoustrojowe sprawiają, że konieczne jest poszukiwanie nowych związków chemicznych wspierających wzrost i rozwój roślin uprawnych. Jednocześnie dużym wyzwaniem jest otrzymywanie stabilnych dyspersji nanocząstek metalicznych, stosowanych w rolnictwie, bez powstawania toksycznych agregatów [1], mając jednocześnie na uwadze zasady zielonej chemii i zrównoważonego rozwoju [2]. W tym celu zaprojektowano i zsyntetyzowano serię protonowych cieczy jonowych – azotanów(V) 3-alkoksymetylo-1H-imidazoliowych. Zaprezentowany zostanie proces syntezy, właściwości fizykochemiczne przygotowanych soli oraz wyniki stabilizacji nanocząstek srebra otrzymanych drogą zielonej syntezy.



Rys. 1. Synteza azotanów(V) alkoksymetylo-1H-imidazoliowych oraz ich potencjalne zastosowania.

Badania sfinansowano ze środków Narodowego Centrum Nauki (OPUS 19 2020/37/B/NZ9/04201).

Literatura:

[1] Z. He, P. Alexandrilis, *PCCP* (2015) 17, 18238.

[2] J. Feder-Kubis, A. Wirwis, M. Policht, J. Singh, K.-H. Kim, *Green Chem.* (2024) 26, 3072-3124.



## NOWE LIGANDY RECEPTORÓW SEROTONINOWYCH Z GRUPY POCHODNYCH 3,4-DIHYDROCHINAZOLINO-2-AMINY

Magda Ptaszkiewicz<sup>1</sup>, Anna K. Drabczyk<sup>1</sup>, Przemysław Zaręba<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Politechnika Krakowska, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Katedra Chemii  
i Technologii Organicznej

<sup>2</sup> Politechnika Krakowska, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Katedra Technologii  
Chemicznej i Analityki Środowiskowej  
magda.ptaszkiwicz@student.pk.edu.pl

Ligandy receptorów serotoninowych stają się coraz popularniejszym rozwiązaniem w terapii wielu schorzeń [1, 2]. Warty uwagi okazało się powiązanie między blokowaniem receptorów serotoninowych w celu zahamowania produkcji serotoniny a leczeniem chorób nowotworowych poprzez zahamowanie wzrostu guza. W literaturze znane są pochodne 2-aminochinazoliny jako ligandy wykazujące wysokie powinowactwo do wiązania się z wybranymi receptorami [3]. W związku z powyższym, zaplanowano grupę związków z potencjalnym powinowactwem do receptorów serotoninowych. Otrzymano ligandy na drodze kilkietapowej syntezy poprzez zamianę heteroatomu w budowie strukturalnej w celu otrzymania związków o jak najwyższym powinowactwie do wybranego receptora. Strukturę i czystość otrzymanych ligandów potwierdzono za pomocą metod spektroskopowych.

Badania zostały sfinansowane przez National Science Center,  
Grant No. UMO-2020/37/N/NZ7/02120.

### Literatura:

- [1] P. Zaręba, A. K. Drabczyk, et al. *Ultrason. Sonochem.* (2022) 90, 106165.
- [2] P. Zaręba, A. K. Drabczyk, et al. *Bioorg. Chem.* (2023) 139, 106730.
- [3] J. Peters, T. Lubbers, et al. *Bioorg. Med. Chem. Lett.* (2008) 18, 256-261.



## ZASTOSOWANIE UCZENIA MASZYNOWEGO W OCENIE PODATNOŚCI NA STARZENIE LEPISZCZY ASFALTOWYCH

Maria Ratajczak<sup>\*1</sup>, Joanna Piasek-Skupna<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Wydział Inżynierii Lądowej i Transportu, Politechnika Poznańska, Piotrowo 5, 60-965 Poznań

<sup>2</sup>Wydział Automatyki, Robotyki i Elektrotechniki, Piotrowo 3a, 60-965 Poznań

\*[maria.ratajczak@put.poznan.pl](mailto:maria.ratajczak@put.poznan.pl)

Lepiszczka asfaltowe ulegają procesom starzeniowym, które znacząco pogarszają ich parametry użytkowe [1]. Z punktu widzenia zachodzących w asfalcie reakcji chemicznych są to głównie procesy utleniania, w efekcie czego w lepiszczu pojawia się więcej wiązań C–O oraz S–O. Skutecznym sposobem ich identyfikacji oraz analizy ich intensywności jest technika FTIR [2]. Obecnie do analizy obrazu widmowego coraz częściej stosowane są nowoczesne narzędzia wykorzystujące algorytmy uczenia maszynowego [3]. Dzięki temu możliwe jest osiągnięcie wyższej precyzji i efektywności w identyfikacji i klasyfikacji cech spektralnych.

W przeprowadzonych badaniach dokonano klasyfikacji sześciu rodzajów asfaltów drogowych, zarówno przed jak i po laboratoryjnej symulacji technologicznych procesów starzeniowych metodą RTFOT. Wykorzystano kilka popularnych algorytmów, takich jak drzewa decyzyjne, maszyny wektorów nośnych (SVM), sieci neuronowe oraz analizę głównych składowych (PCA) i regresję metodą cząstkową najmniejszych kwadratów (PLS). Algorytmy te pozwoliły na identyfikację kluczowych właściwości asfaltów, które zmieniają się w wyniku starzenia oraz na dokładne rozróżnienie różnych rodzajów asfaltów przed i po procesie starzenia. Wykorzystanie metody SHAP [4] umożliwiło dodatkowo identyfikację pasm widmowych mających największe znaczenie w przyporządkowaniu próbek do określonych klas oraz następnie powiązanie ich z konkretnymi strukturami chemicznymi.

Badania zostały sfinansowane z projektu nr 412/SBAD/0080.

### Literatura:

- [1] Y. Hu et al. *Fuel*. (2022) 326, 1250045.
- [2] S. Werkovits et al. *Road Materials and Pavement Design*. (2023) 25, 72-83.
- [3] C. A. Meza Ramirez et al. *Applied Spectroscopy Reviews*. (2021) 56, 733-763.
- [4] S. M. Lundberg, S. I. Lee *Advances in Neural Information Processing Systems*. (2017) 30.



## TLENKOWE UKŁADY KATALITYCZNE DLA PROCESU UTLENIANIA SADZY

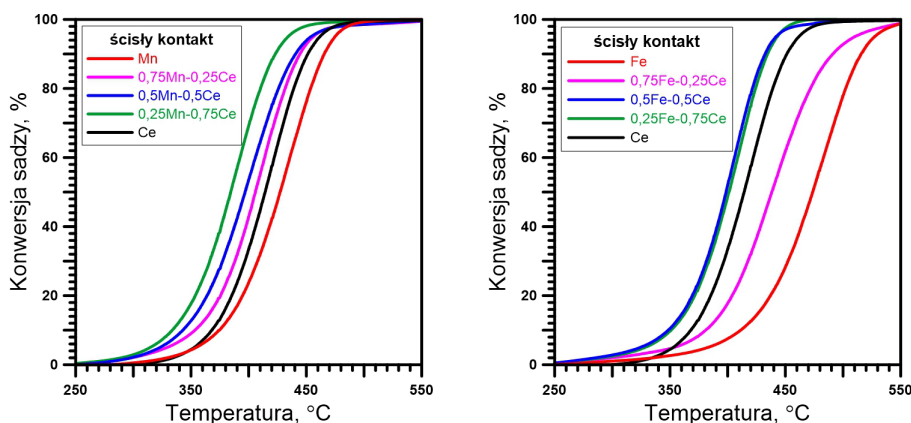
Marek Rotko<sup>\*1</sup>, Karolina Karpińska-Wliziło<sup>1</sup>, Katarzyna Tyszczyk-Rotko<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Katedra Technologii Chemicznej, Wydział Chemii, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, pl. M. Curie-Skłodowskiej 3, 20-031 Lublin

<sup>2</sup>Katedra Chemii Analitycznej, Wydział Chemii, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, pl. M. Curie-Skłodowskiej 3, 20-031 Lublin

\*marek.rotko@mail.umcs.pl

Katalityczne utlenianie sadzy to proces badany głównie w kontekście regeneracji filtra cząstek stałych (*DPF – diesel particulate filter*). Filtr DPF jest montowany w układach wydechowych samochodów celem zminimalizowania uciążliwości spalin dla środowiska. Szeroko badane są różne materiały katalityczne, które mogą stanowić alternatywę dla platyny będącej obecnie podstawą rozwiązań komercyjnych. Jedną z takich propozycji są tlenkowe układy katalityczne zawierające  $\text{CeO}_2$  oraz dodatek innych tlenków. W prezentowanej pracy analizowano katalizatory typu  $\text{MnO}_x\text{-CeO}_2$  i  $\text{FeO}_x\text{-CeO}_2$  otrzymane metodą współstrącania. Określono ich podstawowe parametry fizykochemiczne oraz badano zdolności katalityczne w procesie utleniania sadzy, także analizowano kwestię mechanizmu reakcji. Przedstawione na rysunku 1 wyniki badań aktywności wskazują, że istnieje optymalna ilość domieszki, zarówno tlenków manganu jak też tlenków żelaza, do tlenku ceru.



Rys. 1. Aktywność badanych katalizatorów  $\text{MnO}_x\text{-CeO}_2$  i  $\text{FeO}_x\text{-CeO}_2$  w procesie utleniania sadzy



## WŁAŚCIWOŚCI REOLOGICZNE ROZTWORÓW DIETANOLOAMIDU KWASU OLEJU RZEPAKOWEGO W MIESZANINIE BUTANO-1,3- DIOL/WODA

Patrycja Wagner\*, Jacek Róžański, Sylwia Róžańska, Ewelina Warmbier

*Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska, Berdychowo 4, 60-965 Poznań*

*\*patrycja.wagner@put.poznan.pl*

Niejonowy związek powierzchniowo czynny dietanoloamid kwasów oleju rzepakowego (Rokamid RAD) należy do najczęściej stosowanych przedstawicieli alkanoloamidów [1, 2]. Dietanoloamidy wykazują silny synergizm z wieloma surfaktantami (np. kokamidopropylobetainą) co objawia się gwałtownym wzrostem lepkości płynu. Opublikowane do tej pory wyniki badań reologicznych dotyczyły wodnych roztworów mieszanin dietnoloamidów z innymi dodatkami. Celem badań prezentowanej pracy było ustalenie wpływu stężenia butano-1,3-diolu na właściwości reologiczne roztworów dietanoloamidu kwasów oleju rzepakowego w mieszaninie butano-1,3-diol/woda. Mieszaniny takie są wykorzystane przy formowaniu właściwości reologicznych tuszy i atramentów. Rokamid RAD po odparowaniu rozpuszczalnika stanowi lepłą ciecz. Jest to duża zaleta w porównaniu z powszechnie stosowanymi do kształtowania lepkości polimerami, gdyż odparowanie rozpuszczalnika nie wywołuje zapychania dysz lub kanalików, przez które przepływa tusz lub atrament. W oparciu o przeprowadzone badania stwierdzono, że dodatek butano-1,3-diolu znacznie wpływa na lepkość układu. Ze wzrostem stężenia dodanego butano-1,3-diolu lepkość roztworów Rokamidu RAD wzrasta, osiąga maksimum przy stężeniu 30%, po czym gwałtownie maleje. Ponadto dodatek glikolu do roztworów Roakmidu powoduje spadek ich mętności. Obserwowane zmiany właściwości reologicznych związane są z tworzeniem micel o różnych kształtach, których obecność ma być w przyszłości potwierdzona przy użyciu innych technik pomiarowych (np. cryoTEM).

Praca została sfinansowana przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

### Literatura:

- [1] D.P. Acharya, H. Kunieda Adv. Collo-id. Interface Sci. (2006) 401-413, 123-126.
- [2] J. Przondo *Związki powierzchniowo czynne i ich zastosowanie w produktach chemii gospodarczej* (2007).



## ELEKTRODEJONIZACJA JAKO METODA OCZYSZCZANIA ZWIĄZKÓW ORGANICZNYCH

**Beata Rukowicz**

*Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska, Berdychowo 4, 60-965 Poznań  
beata.rukowicz@put.poznan.pl*

Metody separacji, wydzielania i oczyszczania produktów głównych mają istotny wpływ na aspekt ekonomiczny oraz ekologiczny zarówno w procesach chemicznych jak i biotechnologicznych [1]. Otrzymywane mieszaniny poreacyjne lub pofermentacyjne wymagają zastosowania odpowiednich technik separacji, a ich dobór związany jest m.in. z właściwościami fizykochemicznymi produktu głównego. Zastosowanie końcowego oczyszczenia metodą destylacji lub krystalizacji jest najczęściej możliwe po wprowadzeniu pośrednich technik, w których produkt jest wydzielany z zanieczyszczonego roztworu. Wiele procesów opiera się na wykorzystaniu żywic jonowymiennych np. w oczyszczaniu metodą wymiany jonowej lub separacją za pomocą chromatografii preparatywnej. W obu tych przypadkach zaobserwowano niekorzystny efekt rozcieńczania oczyszczonej frakcji produktu, a także konieczność częstej regeneracji złóż jonitowych ze względu na ich ograniczoną pojemność jonowymienną. W rezultacie uzyskuje się frakcje odpadowe wymagające zagospodarowania. Potencjalnym rozwiązaniem jest wykorzystanie techniki elektrodejonizacji, która jest połączeniem procesu wymiany jonowej na jonitach z metodą elektrodializy [2]. Proces elektrodejonizacji umożliwia separację związków organicznych od zanieczyszczeń bez efektu rozcieńczenia roztworu produktu głównego.

Praca sfinansowana przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

### Literatura:

- [1] M. Djas, M. Henczka *Sep. Purif. Technol.* (2018) 201, 106-119.
- [2] L. Alvarado, A. Chen *Electrochimica Acta* (2014) 132, 583-597.



## MORFOLOGIA I WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNE TERMOPLASTYCZNYCH KOPOLIMERÓW NA BAZIE 1,3-PROPANODIOLU

Emilia Adamczyk, Joanna Rokicka, **Beata Schmidt\***

*Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, Katedra Technologii Chemicznej Organicznej  
i Materiałów Polimerowych, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie,  
ul. Pułaskiego 10, 70-322*

*\*Beata.Schmidt@zut.edu.pl*

Stale poszukiwane są nowe polimery o specyficznych właściwościach z możliwością łatwego przetworstwa. Takie wymagania spełniają multiblokowe elastomery termoplastyczne - TPE. Do grupy tej należą multiblokowe kopolimery [1] eterowo-estrowe (TPEEA) łączące w sobie zalety elastomerów i tworzyw termoplastycznych. Cechują się elastycznością oraz dobrymi właściwościami wytrzymałościowymi. TPEEA może z powodzeniem spełniać specyficzne wymagania wielu gałęzi przemysłu [2].

Przeprowadzone badania dotyczyły optymalizacji procesu syntezy kopolimerów na bazie 1,3-propanodiolu. Głównym celem pracy było otrzymanie multiblokowych kopolimerów zbudowanych z poli(oksytetrametylenodiolu) (PTMO) tworzącego blok giętki oraz dwóch bloków sztywnych, składających się z politereftalanu trimetylenu (PTT) i poliamidu 6.10 (PA 6.10). Materiały zsyntezowano w trzech etapach. W pierwszej kolejności, otrzymano sól SH (sebacynian heksametylenodiaminy) z kwasu sebacynowego i 1,6-heksametylenodiaminy. Następnie, z soli SH otrzymano PA 6.10, który stanowił surowiec w syntezie multiblokowych elastomerów termoplastycznych. Syntezę kopolimerów wykonano z użyciem kaskady reaktorów na drodze reakcji wymiany estrowej, estryfikacji oraz polikondensacji.

Badanie FTIR otrzymanego materiału potwierdziło wbudowanie trzech bloków w makrocząsteczki kopolimerów (amidowych, estrowych i eterowych). Określono podstawowe właściwości otrzymanych polimerów: twardość, gęstość, właściwości termiczne - DSC oraz strukturę morfologiczną - XRD.

odstęp, 10)

Literatura:

[1] R. Ukielski *Elastomery multiblokowe, terpoli(estro-b-etero-b-amidy): synteza, struktura, właściwości*, Wyd. Uczelniane PS, Szczecin 2000, 13-15, 18-21, 42, 123.

[2] I. Gruin *Materiały polimerowe*, Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 2003, 36-37, 150-151, 154-155.



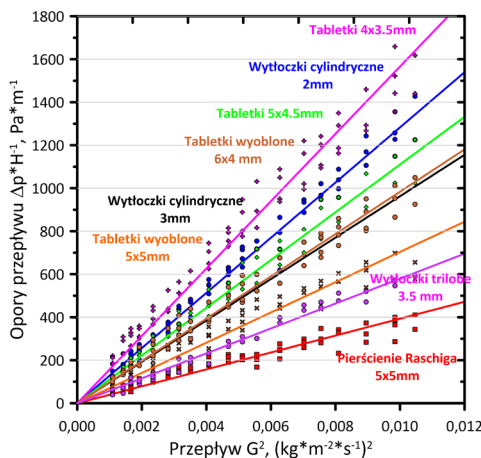
## WPŁYW GEOMETRII KSZTAŁTEK NA PARAMETRY HYDRODYNAMICZNE ZŁOŻA NOWEGO KATALIZATORA HT-WGS

Katarzyna Antoniak-Jurak\*, Katarzyna Szkoda, Paweł Kowalik, Kamila Michalska

Grupa Badawcza Technologie Wodorowe i Katalizatory, Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Nowych Syntezy Chemicznych, Al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 13a, 24-110 Puławy

\*katarzyna.antoniak@ins.lukasiewicz.gov.pl

Ważnym elementem projektowania nowych katalizatorów do zastosowań przemysłowych jest charakteryzacja parametrów hydrodynamicznych ich złóż. Celem pracy była porównawcza analiza jakościowa i ilościowa oporów przepływu  $\Delta p$  złóż kształtek nowej generacji katalizatora (do procesu wysokotemperaturowej konwersji CO) o zróżnicowanej geometrii i wymiarach. Opory ( $\Delta p$ ) badano jedynie w funkcji natężenia przepływu gazu  $G$ , zachowując liczbę Reynoldsa dla złoża upakowanego -  $Re_p$  ( $Re$  particle) w zakresie od 1000 do 9000 (Rys. 1).



Rys. 1. Zależność spadku ciśnienia gazu od masowego natężenia przepływu powietrza dla złóż z kształtek o zróżnicowanej geometrii i wielkości dla nowego katalizatora HT-WGS.

Porównanie charakterystyk hydrodynamiki złóż świadczy o dużych korzyściach wynikających ze stosowania ziarna katalitycznego w postaci pierścieni Raschiga lub trilobe. Spadek ciśnienia dla takich kształtek okazał się znacząco niższy w porównaniu z tabletkami i wytłoczkami cylindrycznymi.

Podziękowania: Badania zostały sfinansowane przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach projektu LIDER/10/0062/L-12/20/NCBR/2021





## WPŁYW ILOŚCI PLATYNY W KATALIZATORZE Pt/ $\gamma$ Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+SAPO-11 NA AKTYWNOŚĆ I SELEKTYWNOŚĆ W PROCESIE HYDROIZOMERYZACJI N-HEKSADEKANU

Jan Wójcik<sup>\*1,2</sup>, Marek Główka<sup>1</sup>, Kamila Torchała<sup>1</sup>,  
Piotr Woszczyński<sup>1</sup>, Przemysław Boberski<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Ciężkiej Syntezy Organicznej "Blachownia", Kędzierzyn-Koźle

<sup>2</sup>Politechnika Wroclawska, Wydział Chemiczny, Katedra Zaawansowanych

Technologii Materiałowych, Wrocław

\*jan.wojcik@icso.lukasiewicz.gov.pl

Hydroizomeryzacja liniowych alkanów odgrywa kluczową rolę w produkcji niskoemisyjnych paliw odnawialnych, poprawiając ich jakość poprzez zwiększenie liczby oktanowej, obniżenie lepkości i temperatury krzepnięcia, oraz polepszenie właściwości płynięcia w niskich temperaturach.

Skuteczne katalizatory hydroizomeryzacji muszą jednocześnie wykazywać synergię dwóch rodzajów centr aktywnych: metalicznych - odpowiedzialnych za funkcję uwodorniająco-odwadarniającą oraz kwasowych – odpowiedzialnych za selektywne przegrupowanie szkieletu węglowego. W pracy przeprowadzono badania mające na celu wyznaczenie wpływu centr aktywnych platyny osadzonej na nośniku  $\gamma$ Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+SAPO-11 na efektywność przegrupowania szkieletu do jedno- i wielorozgałęzionych węglowodorów. Faza aktywna katalizatora została naniesiona na wytłaczany nośnik  $\gamma$ Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+SAPO-11 metodą impregnacji pierwszej wilgotności w ilości 0,2%, 0,5% oraz 1% Pt. Powierzchnię właściwą oraz objętość porów katalizatorów określono za pomocą analizatora ASAP 2060 i wynoszą:  $S_{BET}$  190-240 g/m<sup>2</sup>,  $V_T$  0,365-0,396 cm<sup>3</sup>/g. Aktywność katalizatorów określono na podstawie konwersji n-heksadekanu i selektywności w kierunku izomerów rozgałęzionych w testach na przepływowej instalacji ciśnieniowej z reaktorem trójfazowym. Selektywność jedno- i wielorozgałęzionych węglowodorów określono za pomocą analizy GC-MS. Najwyższą konwersję n-heksadekanu (92%wt.) uzyskano dla 0,2% Pt, przy wysokim udziale jedno- i wielorozgałęzionych węglowodorów.



## FOLIE POLISACHARYDOWE PLASTYFIKOWANE CIECZĄ GŁĘBOKO EUTEKTYCZNĄ CHLOREK CHOLINY:KWAS JABŁKOWY

Bartosz Janducha, Dorota Skowrońska, **Katarzyna Wilpiszewska\***

*Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej,  
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie,  
ul. Pułaskiego 10, 70-322 Szczecin  
\*kwilpi@zut.edu.pl*

Folie na bazie polimerów naturalnych mogą w niektórych zastosowaniach stanowić alternatywę dla folii konwencjonalnych otrzymywanych z polimerów syntetycznych. Skrobia i chitozan to polisacharydy powszechnie występujące w środowisku naturalnym. Są biodegradowalne i nietoksyczne. Otrzymanie folii o akceptowalnych właściwościach fizykochemicznych na bazie tych polisacharydów wymaga jednakże stosowania plastyfikatora [1,2]. Typowo do tego celu stosuje się związki niskocząsteczkowe tworzące silne wiązania wodorowe z grupami wodorotlenowymi polimeru, tj. glicerol i mocznik. W ostatnim czasie do plastyfikacji materiałów polisacharydowych stosowane są ciecze głęboko eutektyczne. Układy te składają się zazwyczaj z dwóch składników: akceptora i donora wiązań wodorowych. Mieszanina tych substancji w odpowiednim stosunku molowym wykazuje istotnie obniżoną temperaturę topnienia, w porównaniu do każdego z komponentów osobno [3].

W pracy przedstawiono sposób otrzymywania folii na bazie skrobi ziemniaczanej i chitozanu metodą wylewania z roztworu. Zastosowano chitozan o różnym ciężarze cząsteczkowym. Do plastyfikacji wykorzystano ciecz głęboko eutektyczną otrzymaną z chlorku choliny i kwasu jabłkowego (w stosunku molowym 1:1). Określono wpływ zawartości i rodzaju chitozanu na właściwości fizykochemiczne (m.in. chłonność wody, absorpcję wilgoci, stopień krystaliczności, właściwości termiczne i mechaniczne) folii polisacharydowych.

- [1] M. M. Horn, V. C. Amaro Martins, A. M. de Guzzi Plepis *Polym. Eng. Sci.* (2023) 63, 4127–4139.
- [2] L. Zhu, H. Luo, Z. W. Shi, C. Lin, J. Chen *Food Chem.* (2023) 17, 100602.
- [3] L. Wei, W. Zhang, J. Yang, Y. Pan, H. Chen, Z. Zhang *Trends Food Sci. Technol.* (2023) 139, 104124.



## OPTIMIZING THE CATALYST INJECTION IN PULVERIZED COAL BOILERS: EXPLORING INJECTOR SYSTEM CONFIGURATIONS FOR ENHANCED PERFORMANCE

Sylwia Włodarczak<sup>\*1</sup>, Marek Ochowiak<sup>1</sup>, Andżelika Krupińska<sup>1</sup>, Zdzisław Bielecki<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska, Berdychowo 4, 60-965 Poznań

<sup>2</sup>KMB CATALYST Sp. z o.o., Pszczyńska 167C, 43-175 Wyry

\*sylwia.wlodarczak@put.poznan.pl

The paper discusses the development of an injector system, the task of which is to precisely dose the catalyst in the combustion chambers of multi-component systems. Using numerical simulations and experimental tests, the influence of parameters such as air flow rate, nozzle outlet diameter and dust duct diameter on the flow rate and the movement trajectory of the catalyst was analyzed. The results highlight the need for minimal droplet diameters for effective catalyst delivery.

In the primary reactor, the design of which was described in detail in [1], a pneumatic atomizer was used. In the next construction, the diameter of the outlet duct was reduced in order to increase the droplet velocity and to extend the distance over which the catalyst could be delivered to the dust duct [2]. The last injector system design uses a commercial nozzle with an extending conduit, and a shield that is screwed onto the dust conductor. This design solution enables flexible manipulation of the nozzle's position, thus allowing the precise adjustment of the distance between it and the edge of the dust conductor [3].

The designed system contributes to improving the dynamics of boiler operation and flame stability, while at the same time intensifying the coal dust combustion process. This opens up prospects for further research into optimizing the catalyst spraying process, which may lead to increasing the efficiency of coal dust boilers in the future.

This research was funded by the Ministry of Education and Science of Poland (SBAD)

Literatura:

[1] Z. Bielecki, E. Szajna, M. Ochowiak *European Patent Application* (2022).

[2] M. Ochowiak, Z. Bielecki, A. Krupińska, S. Włodarczak, M. Matuszak *J. Chem. Process Eng.* (2024) 45(1), 1-7.

[3] Z. Bielecki, M. Bielecki, A. Krupińska, S. Włodarczak, M. Ochowiak *PAIC* (2024), 17-19.



## ESTRYFIKACJA LUPEOLU JAKO NARZĘDZIE W POSZUKIWANIU NOWYCH CZĄSTECZEK DO REGENERACJI BARIERY SKÓRNEJ

**Magdalena Anna Malinowska\***

*Katedra Chemii i Technologii Organicznej, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika  
Krakowska, ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków*

*\*magdalena.malinowska@pk.edu.pl*

Uszkodzenie bariery skórnej może być wynikiem różnych czynników zewnętrznych, takich jak ciepło, promieniowanie, chemikalia i wiele innych. Każde naruszenie integralności bariery skórnej powoduje narażenie organizmu na szkodliwe czynniki środowiskowe [1]. Dlatego istnieje pilna potrzeba opracowania nowych leków charakteryzujących się wysoką biodostępnością i skutecznością w regeneracji uszkodzeń skóry. Kora brzozy jest znana jako klinicznie potwierdzony, tradycyjny środek leczniczy przyspieszający gojenie ran. Lupeol, jeden z głównych składników kory brzozy, wykazuje szeroki zakres aktywności biologicznej korzystnej dla skóry [2]. Celem badań było określenie wpływu nowych pochodnych lupeolu na migrację i proliferację keratynocytów i fibroblastów oraz zbadanie różnych mechanizmów ich aktywności antyoksydacyjnej. Chemiczna modyfikacja struktury lupeolu miała na celu uzyskanie bardziej skutecznych leków charakteryzujących się wyższą biodostępnością, przepuszczalnością i bezpieczeństwem stosowania. Nowe triterpeny przedstawione w tym badaniu zostały ocenione jako potencjalne składniki aktywne zapobiegające degradacji tkanki skórnej. Estry lupeolu wpływają na ruchliwość i proliferację komórek skóry. Co istotne, są one w stanie zredukować reaktywne formy tlenu i działają pośrednio, chroniąc strukturę białek skóry przed utlenianiem przez wolne rodniki.

Pragnę serdecznie podziękować Zespołowi Pani prof. Justyny Drukały z Zakładu Biologii Komórek, Wydziału Biochemii, Biofizyki i Biotechnologii Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie za wykonanie badań z udziałem estrów lupeolu na hodowlach komórek skóry ludzkiej.

Literatura:

- [1] M. Malinowska, B. Mirosław, E. Sikora, J. Ogonowski, Agnieszka M. Wojtkiewicz, M. Szaleniec, M. Pasikowska-Piwko, I. Eris, *PLoS ONE* (2019) 14(3): e0214216.
- [2] M.A. Malinowska, E. Sikora, J. Stalińska, J. Ogonowski, J. Drukała *Biomolecules*, (2021) 11(6), 774.



## POCHODNE KWASU FERULOWEGO I SARKOZYNY – SYNTEZA, IDENTYFIKACJA, WŁAŚCIWOŚCI

**Natalia Podolak\***, Ewa Janus

*Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w  
Szczecinie, al. Piastów 42, 71-065 Szczecin*

*\*natalia.podolak@zut.edu.pl*

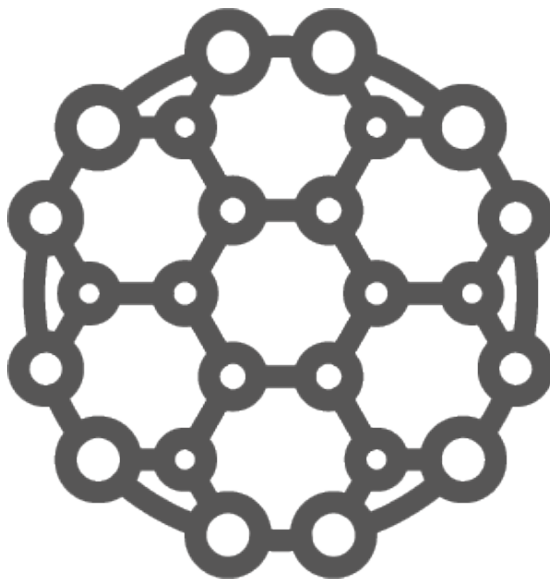
Kwas ferulowy (FA), tj. kwas 3-(4-hydroksy-3-metoksyfenylo)prop-2-enowy, może pełnić funkcję przeciwutleniacza poprzez zmiatanie wolnych rodników oraz hamowanie produkcji reaktywnych form tlenu. Jest w stanie łagodzić szkodliwe skutki działania promieniowania UV i stresu oksydacyjnego. W efekcie coraz częściej znajduje zastosowanie w preparatach kosmetycznych o działaniu fotoochronnym oraz przeciwstarzeniowym [1]. Ponadto, powszechnie uważa się, że jako czynnik przeciwdziałający stresowi oksydacyjnemu może być wykorzystany w zapobieganiu chorobom neurodegeneracyjnym, związanym z podeszłym wiekiem, jak choroba Alzheimera i Parkinsona. Jednak działanie tego kwasu jest w znacznym stopniu ograniczone przez jego niską rozpuszczalność w wodzie i płynach ustrojowych, co ogranicza jego transport przez bariery biologiczne i jego potencjalny efekt terapeutyczny.

Celem prezentowanej pracy była poprawa rozpuszczalności FA poprzez jego modyfikację estrami sarkozyiny (metyloglicyny). Wybór sarkozyiny był podyktowany jej potencjałem terapeutycznym w zmniejszaniu stresu oksydacyjnego i w zwiększaniu uwalniania neuroprzekaźników wspomagającego funkcje poznawcze. Otrzymano sole FA z estrami sarkozyiny, zidentyfikowano je przy pomocy metod spektroskopowych – NMR oraz FT-IR, określono temperatury przemian fazowych (DSC) i stabilność termiczną (TG). Wykazano, że otrzymane pochodne charakteryzowały się znacznie lepszą rozpuszczalnością w wodzie oraz w roztworze PBS (pH 7,4) w porównaniu z wyjściowym kwasem i już w niższych stężeniach wykazywały większą aktywność antyoksydacyjną. Poprawa tych właściwości może wpłynąć na lepszy transport przez bariery biologiczne, np. barierę skórną i przełożyć się na zwiększenie skuteczności działania.

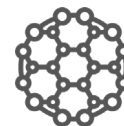
Literatura:

[1] K. Zduńska, A. Dana, A. Kolodziejczak, and H. Rotsztein, "Antioxidant Properties of Ferulic Acid and Its Possible Application" *Skin Pharmacol. Physiol.* 2018, 31, 332–336

**TECHNOLOGIE FUNKCJONALNYCH  
MATERIAŁÓW I NANOMATERIAŁÓW**



**POSTERY**



## KOMPOZYTY POLILAKTYDU Z NANOCELULOZĄ MODYFIKOWANĄ ENZYMEM

**Aleksandra Grzabka-Zasadińska\***, Natalia Kuleta, Wojciech Smulek,  
Sławomir Borysiak

*Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska, Berdychowo 4, 60-965 Poznań*

*\*aleksandra.grzabka-zasadzinska@put.poznan.pl*

Szczególnie istotnym obszarem obecnej nauki o tworzywach sztucznych jest rozwijanie nowych materiałów o właściwościach antybakteryjnych, które zapewniają dobre właściwości użytkowe, a przy tym mogą znacząco przyczynić się do kontroli rozprzestrzeniania się patogenów. Jednocześnie to właśnie biokompozyty polimerowe dają szansę na zmniejszenie ilości odpadów oraz ochronę środowiska, stanowiąc bardzo ciekawą alternatywę dla tworzyw produkowanych z ropy naftowej. Inwestycja w biodegradowalne kompozyty stanowi krok w kierunku bardziej zrównoważonej i ekologicznej przyszłości [1,2]. Niniejsza praca dotyczyła modyfikacji nanometrycznej celulozy (CNC) z wykorzystaniem enzymu, a następnie wprowadzeniu jej w roli napełniacza do biopolimeru – polilaktydu (PLA). Przygotowane napełniacze scharakteryzowano pod kątem właściwości antydrobnoustrojowych, struktury chemicznej i nadcząsteczkowej. Kompozyty zawierające 1% wagowy napełniacza otrzymano poprzez wyłaczanie z granulowaniem oraz wtryskiwanie.

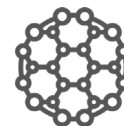
Gotowe kompozyty przeanalizowano pod kątem zdolności nukleacyjnych, właściwości termicznych i mechanicznych oraz antydrobnoustrojowych. W rezultacie uzyskano materiały charakteryzujące się skróconym czasem indukcji krystalizacji, niepogorszonymi właściwościami wytrzymałościowymi, niższą temperaturą zeszklenia i zimnej krystalizacji, jak również wyższą odpornością w stosunku do bakterii *E. coli* niż próbka referencyjna.

Badania były finansowane ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

Literatura:

[1] R.J. Hernandez, *Food Packaging Materials, Barrier Properties and Selection*, Food Engineering Practise, CRC Press, New York, 1997.

[2] T. Huang, Y. Qian, J. Wei, C. Zhou, *Polymers*, vol. 11(3), 560.



## CHARAKTERYSTYKA I WŁAŚCIWOŚCI SPIEKANYCH KOMPOZYTÓW MIEDZIANYCH MODYFIKOWANYCH BIO-GRAFENEM

**Adam Piasecki**\*<sup>1</sup>, Igor Döring<sup>\*1</sup>, Piotr Paczos<sup>2</sup>, Mateusz Kotkowiak<sup>1</sup>,  
Tomasz Buchwald<sup>1</sup>, Marcin Wysokowski<sup>3</sup>, Patrycja Frąckowiak<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Wydział Inżynierii Materiałowej i Fizyki Technicznej, Politechnika Poznańska,  
ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań*

<sup>2</sup>*Wydział Inżynierii Mechanicznej, Politechnika Poznańska, ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań*

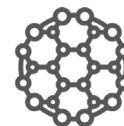
<sup>3</sup>*Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska, ul. Berdychowo 4, 61-131 Poznań*

\* : [adam.piasecki@put.poznan.pl](mailto:adam.piasecki@put.poznan.pl); [igor.doer.99@gmail.com](mailto:igor.doer.99@gmail.com)

W pracy przedstawiono wyniki badań mechanicznych i tribologicznych oraz mikrostrukturę spieków miedzianych z bio-grafenem. Bio-grafen otrzymano poprzez eksfoliację fazy ciekłej przy użyciu łatwo dostępnych białek spożywczych. Jego jakość i mikrostrukturę zbadano przy użyciu spektroskopii Ramana, skaningowej mikroskopii elektronowej (SEM) i elektroforezy. Do produkcji materiałów kompozytowych wykorzystano metalurgię proszków. Celem pracy było określenie wpływu zmiany zawartości bio-grafenu (0,2% wag., 0,5% wag. i 1% wag.) na właściwości mechaniczne i tribologiczne materiałów spiekanych o osnowie miedzianej. Badania zużycia przeprowadzono metodą pin-on-disc w temperaturze pokojowej. Właściwości mechaniczne oceniono przy użyciu testów twardości Vickersa, statycznego i cyklicznego ściskania. Dodatek bio-grafenu do spieków miedzianych spowodował wzrost ich twardości i sztywności oraz wpłynął na ich mikrostrukturę i mechanizm zużycia przez tarcie.

Podziękowania: Badania zostały sfinansowane przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego w ramach subwencji dla Politechniki Poznańskiej (0513/SBAD/4828).





## ZASTOSOWANIE ZMODYFIKOWANYCH GĄBEK MELAMINOWYCH DO ROZDZIAŁU MIESZANIN WODA-OLEJ

**Agnieszka Przybylska<sup>\*1</sup>, Hieronim Maciejewski<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>*Wydział Chemii, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Uniwersytetu Poznańskiego 8,  
61-614 Poznań*

<sup>2</sup>*Poznański Park Naukowo-Technologiczny Fundacji Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza  
w Poznaniu, Rubież 46, 61-612 Poznań*

*\*agnieszka.przybylska@amu.edu.pl*

Coraz częściej dochodzi do zanieczyszczenia środowiska naturalnego. Rosnąca świadomość ekologiczna sprawia, że naukowcy poszukują coraz to nowszych, prostszych i skutecznych metod oczyszczania środowiska [1,2].

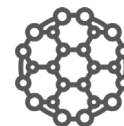
Gąbki melaminowe cieszą się coraz większym zainteresowaniem ze strony naukowców ze względu na trójwymiarową, wysoce porowatą strukturę, zdolność do absorpcji, niską cenę oraz łatwą dostępność handlową, a także możliwość modyfikacji chemicznej powierzchni [3].

Reakcja addycji tiol-Michaela zachodzi pomiędzy tiolem a alkenem posiadającym w swojej strukturze grupę wyciągającą elektrony. Reakcja ta może być inicjowana przez różne katalizatory, takie jak nukleofile, zasady, metale i związki metaloorganiczne oraz kwasy Lewisa. Jest zaliczana do rodziny reakcji klik [4].

W tym komunikacie zostanie przedstawiona synteza silanów poprzez reakcję addycji tiol-Michaela. Otrzymane pochodne krzemoorganiczne zostały wykorzystane do modyfikacji powierzchni gąbek melaminowych, w celu otrzymania materiału charakteryzującego się zdolnością do rozdzielania mieszaniny woda-olej.

Literatura:

- [1] J. Wang, F. Wang, Y. Zhou, Y. Zhou, P. Gao, X. Men, *Sci. China Technol. Sci* (2022) 65, 2631.
- [2] I. B. Ivshina, M. S. Kuyukina, A. V. Krivoruchko, A. A. Elkin, S. O. Makarov, C. J. Cunningham, T. A. Peshkur, R. M. Atlas, J. C. Philip, *Environ. Sci.: Processes Impacts* (2015) 17, 1201.
- [3] Y. Zhang, N. Zhang, S. Zhou, X. Lv, C. Yang, W. Chen, Y. Hu, W. Jiang, *Ind. Eng. Chem. Res.* (2019) 58, 17380.
- [4] D.P. Nair, M. Podgorski, S.Chatani, T. Gong, W. Xi, C.R. Fenoli, C.N. Bowman, *Chem. Mater.* (2014) 26, 724.



## **MODYFIKACJA TKANINY BAWĘLIANEJ W CELU ZMNIEJSZENIA PALNOŚCI**

**Anna Szymańska<sup>\*1</sup>, Marcin Przybylak<sup>1</sup>, Michał Dutkiewicz<sup>1</sup>, Hieronim  
Maciejewski<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Poznański Park Naukowo-Technologiczny, Fundacja Uniwersytetu im. A. Mickiewicza, Rubież 46,  
61-612 Poznań

<sup>2</sup>Wydział Chemii, Uniwersytet im. A. Mickiewicza, Uniwersytetu Poznańskiego 8, 61-614 Poznań  
<sup>\*</sup>anna.szymanska@ppnt.poznan.pl

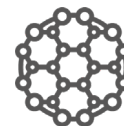
Cechy włókien i tkanin naturalnych takie jak miękkość, przepuszczalność powietrza, przyjazność dla środowiska i biodegradacja sprawiają, że są szeroko stosowanym materiałem tekstylnym. Jednocześnie, tkanina z czystej bawełny zapala się bardzo szybko i jest wysoce łatwopalna [1,2]. Ponieważ z tkanin bawełnianych produkuje się odzież oraz tkaniny dekoracyjne i techniczne, istotne jest poszukiwanie nowych środków zmniejszających palność w celu zmniejszenia zagrożenia pożarowego [3]. Jedną ze strategii wytwarzania ognioodpornych tkanin bawełnianych jest zastosowanie organofunkcyjnych silanów mających możliwość wiązania się z grupami hydroksylowymi celulozy. W wyniku hydrolizy i kondensacji powstają wiązania kowalencyjne z włóknami celulozowymi oraz struktury sieciowe Si-O-Si o zmniejszonej palności [5].

Podczas prezentacji przedstawiony zostanie prosty sposób wykańczania tkanin bawełnianych w celu zmniejszenia palności. Alkoksylan zawierający atomy fosforu, siarki i krzemu otrzymano w reakcji hydrotylowania i zastosowano do modyfikacji powierzchni bawełnianych w procesie zol-żel.

Praca finansowana przez Narodowe Centrum Nauki (2020/37/B/ST5/03266).

### Literatura:

- [1] Z. U. Rehman, L. Khan, L. Hwain, Y. Chiho, B. H. Koo, *Fire* (2024) 7 (3), 69.
- [2] J Liu i in., *Cellulose* (2020) 27, 9027-9043.
- [3] W Guo i in., *Chem. Eng. J.* (2020) 398, 125661.
- [4] J.J. Chruściel *Polymers* (2022) 14 (20), 4382.



## ZIELONA SYNTEZA NANOCZĄSTEK SREBRA Z WYKORZYSTANIEM EKSTRAKTU Z OWOCÓW MORWY BIAŁEJ WRAZ Z OCENĄ ICH POTENCJAŁU PRZECIWRZYBICZEGO WOBEC *FUSARIUM* SPP.

Agnieszka Waśkiewicz<sup>1\*</sup>, Sylwia Ryszczyńska<sup>1\*</sup>, Monika Urbaniak<sup>2</sup>, Łukasz Stępień<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Wydział Leśny i Technologii Drewna, Katedra Chemii,  
Wojska Polskiego 75, 60-625 Poznań

<sup>2</sup>Polska Akademia Nauk, Instytut Genetyki Roślin, Zakład Interakcji Roślina-Patogen,  
Strzeszyńska 34, 60-479 Poznań

\*agnieszka.waskiewicz@up.poznan.pl, sylwia.ryszczynska@up.poznan.pl

Wiele chorób roślin uprawnych i drzew leśnych spowodowanych jest infekcjami grzybiczymi, w szczególności grzybami z rodzaju *Fusarium*, wywołującymi chorobę zwaną fuzariozą [1]. Poszukiwanie nowych, zrównoważonych metod ochrony roślin, w tym zastosowanie nanocząstek srebra AgNPs, wykazujących właściwości przeciwdrobnoustrojowe, jest obiecującą alternatywą dla powszechnie stosowanych środków chemicznych [2]. Efekt działania AgNPs może zostać wzmocniony przez ich zieloną syntezę wykorzystującą naturalne ekstrakty roślinne. Owoce morwy białej *Morus alba* znane są z bogactwa związków bioaktywnych, m.in. flawonoidów, steroli i fenoli wykazujących właściwości antyoksydacyjne i przeciwdrobnoustrojowe [3], a ich ekstrakty mogą być zastosowane w biosyntezie nanocząstek.

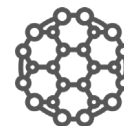
Celem badań było przeprowadzenie zielonej syntezy AgNPs z wykorzystaniem ekstraktu z owoców morwy białej. Obecność nanocząstek i rozkład ich wielkości potwierdzono metodami: spektroskopową oraz dynamicznego rozpraszania światła, a ich potencjał przeciwrzybiczy względem *Fusarium culmorum* oceniono wyznaczając strefę inhibicji wzrostu grzybni.

Uzyskane wyniki wskazują na skuteczne przeciwrzybicze działanie nanocząstek srebra otrzymanych z użyciem ekstraktu z morwy białej i mogą przyczynić się do opracowania nowych i ekologicznych metod ochrony roślin.

Badania zostały sfinansowane przez Narodowe Centrum Nauki, grant 2018/31/B/NZ9/03485.

Literatura:

- [1] A. Waśkiewicz et al. *Food Additives and Contaminants – Part A* (2013) 30, 7, 1332-1338.
- [2] J.S. Kim et al. *Nanomedicine* (2007) 3, 95-101.
- [3] D'urso et al. *Metabolites* (2020) 10, 1, 7.



## EFEKTYWNOŚĆ ADSORPCJI ZWIĄZKÓW AZOLOWYCH NA ODPADOWYCH MATERIAŁACH POCHODZENIA NATURALNEGO

Julia Płatkiewicz<sup>1</sup>, Agnieszka Zgoła-Grzeskowiak<sup>\*1</sup>, Robert Frankowski<sup>1</sup>,  
Włodzimierz Urbaniak<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska, Berdychowo 4, 60-965 Poznań

<sup>2</sup>Wydział Chemii, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu,

ul. Uniwersytetu Poznańskiego 8, 61-614 Poznań

\*agnieszka.zgola-grzeskowiak@put.poznan.pl

Ze względu na działanie grzybobójcze, związki azolowe są powszechnie stosowane jako substancje aktywne w lekach przeciwgrzybiczych, środkach higieny osobistej, a także jako fungicydy w rolnictwie [1]. Szerokie zastosowanie tych substancji prowadzi do migracji azoli do ścieków oraz wód powierzchniowych [2]. Z tego względu konieczne jest opracowanie metod usuwania związków azolowych ze środowiska przy zastosowaniu między innymi adsorpcji.

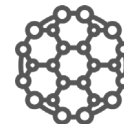
Przedmiotem badań było przeprowadzenie adsorpcji tebukonazolu, flutriafolu i klimbazolu na materiałach pochodzenia naturalnego tj. trocinach, kokosie, keramzycie, pumeksie, perlicie, węgla aktywnym, krzemionce oraz płukanym popiele lotnym z ciężkiego oleju opałowego (HOFA, ang. *heavy oil fly ash*). Próbkki były analizowane przy użyciu wysokosprawnej chromatografii cieczowej sprzężonej z tandemową spektrometrią mas (LC-MS/MS).

Otrzymane wyniki pokazują, że całkowite i niemal natychmiastowe usunięcie z roztworu każdego z badanych azoli nastąpiło przy użyciu węgla aktywnego oraz popiołu HOFA, który jest materiałem pochodzącym z odpadów z procesów spalania, potwierdzając wysoki potencjał tych sorbentów do eliminacji zanieczyszczeń ze środowiska wodnego. W przypadku pozostałych materiałów najniższe wartości sorpcji uzyskano dla flutriafolu, co wskazuje na dużą trudność w eliminacji tego związku oraz konieczność zastosowania wspomagających procesów usuwania go z roztworów wodnych.

Badania zostały zrealizowane przy finansowym wsparciu Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa  
Wyższego, projekt badawczy 0911/SBAD/2406.

Literatura:

- [1] H.A. Assres, H. Nyoni, B.B. Mamba, T.A.M. Msagati *Ecotoxicol Environ Saf* (2020) 187, 109868.  
[2] Z.F. Chen, G.G. Ying, *Environ. Int.* (2015) 84, 142–53.



## SFERY POLISTYRENOWE POKRYTE TiO<sub>2</sub> – NOWE ZŁOŻE FOTOKATALITYCZNE DO USUWANIA ETYLENU

**Bartłomiej Prowans\***, Piotr Rychtowski, Maciej Trzeciak, Piotr Miądlicki,  
Beata Tryba

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Pułaskiego 10, 70-322 Szczecin

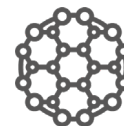
\*[bartlomiej.prowans@zut.edu.pl](mailto:bartlomiej.prowans@zut.edu.pl)

Etylen, jako naturalny hormon roślinny jest odpowiedzialny za starzenie się warzyw i owoców oraz pogorszenie ich parametrów fizycznych. W efekcie stanowi problem podczas transportu lub magazynowania żywności roślinnej [1]. Fotokataliza jest obiecującą metodą usuwania etylenu z powietrza [2]. Dlatego też przeprowadzono testy usuwania etylenu (200 ppm w suchym powietrzu) z zastosowaniem TiO<sub>2</sub> jako fotokatalizatora, który był naniesiony na sferyczny ekspandowany polistyren (EPS) o średnicy 1 mm i został wykorzystany jako nowy rodzaj złoża fluidalnego. EPS pokryty TiO<sub>2</sub> poddano wygrzewaniu w 140 °C. W wyniku obróbki termicznej uzyskano dobrą adhezję TiO<sub>2</sub> do podłoża EPS, ale jednocześnie sfery EPS uległy skurczeniu ( $\Phi = 0,5$  mm) i pofałdowaniu. Badania fotokatalitycznego rozkładu etylenu prowadzono w rurowym reaktorze kwarcowym ( $\Phi = 10$  mm, L = 300 mm) ze złożem fluidalnym (o wysokości 8 cm), który był z zewnątrz oświetlany diodami UV-LED. Osiągnięto stopień rozkładu etylenu 100 i 86% odpowiednio dla przepływu 160 i 320 ml/min, a szybkość degradacji etylenu wynosiła około 40 i 68  $\mu\text{g}/\text{min}$ . Nie zaobserwowano produktów pośrednich reakcji.

Badania zostały sfinansowane przez Narodowe Centrum Nauki w ramach projektu Opus 20,  
Grant nr 2020/39/B/ST8/01514.

### Literatura:

- [1] Z. Zhu, Y. Zhang, Y. Shang, Y. Wen, *Food Bioprocess Technol.* (2019) 12, 281–287.
- [2] M.L.V. De Chiara, M.L. Amodio, F. Scura, L. Spremulli, G.J. Colelli, *Agricult Engineer* (2014), 45 (4), 146.



## OKTENYLOBURSZTYNIAN SODOWY SKROBI JAKO NOWY RODZAJ STABILIZATORA W SYNTEZIE KATALITYCZNIE AKTYWNYCH NANOCZĄSTEK ZŁOTA

Beata Tim<sup>\*1</sup>, Emilia Konował<sup>2</sup>, Anna Modrzejewska-Sikorska<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Wydział Inżynierii Materiałowej i Fizyki Technicznej, Politechnika Poznańska,  
Piotrowo 3, 60-965 Poznań

<sup>2</sup>Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska, Berdychowo 4, 60-965 Poznań  
<sup>\*</sup>beata.tim@doctorate.put.poznan.pl

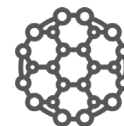
Jedną z metod otrzymywania nanocząstek złota (AuNPs) jest synteza opierająca się na zasadach tzw. zielonej chemii. Tego typu synteza charakteryzuje się stosowaniem rozpuszczalników przyjaznych dla środowiska oraz ekologicznych środków redukujących i stabilizujących. Rolę reduktora i stabilizatora w tej syntezie mogą pełnić polisacharydy, czyli związki z grupy węglowodanów, takie jak: skrobia, glikogen, celuloza, czy chityna [1].

W niniejszych badaniach, w celu otrzymania AuNPs zastosowano oktenylobursztynian sodowy skrobi, zwany inaczej skrobią modyfikowaną typu OSA. W przeciwieństwie do skrobi natywnej, skrobia modyfikowana typu OSA posiada dobrą zdolność do obniżania napięcia międzyfazowego. Ze względu na obecność zarówno hydrofilowych, jak i hydrofobowych grup dwufunkcyjnych w skrobi typu OSA, powstająca cząsteczka ma charakter amfifilowy, a dzięki temu jest skutecznym emulgatorem oraz stabilizatorem [2]. Dla zsyntezowanych AuNPs zbadano aktywność katalityczną w katalitycznym rozkładzie barwników w obecności borowodorku sodu oraz określono ich skuteczność jako wzmacniaczy we wzmocnionej powierzchniowo spektroskopii Ramana.

Badania zostały sfinansowane przez Narodowe Centrum Nauki  
w ramach projektu PRELUDIUM 2022/45/N/ST5/01464

Literatura:

- [1] U.M. Muddapur, S. Alshehri, M.M. Ghoneim, M.H. Mahnashi, M.A. Alshahrani, A.A. Khan, S.M. Iqbal, A. Bahafi, S.S. More, I.A. Shaikh et al. *Molecules* (2022) 27, 1391.  
[2] K. Whitney, B.L. Reuhs, M.O. Martinez, S. Simsek *Food Chem.* (2016) 211, 608-615.



## ZASTOSOWANIE TEKSTYLIÓW DO TŁUMIENIA SYGNAŁÓW RADAROWYCH

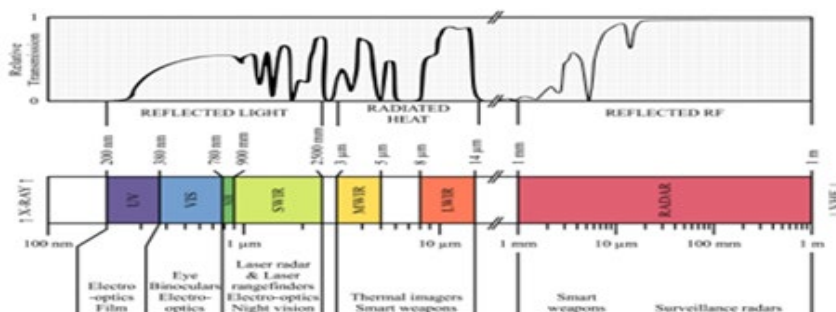
Dorota Latańska-Wulw<sup>\*1,2</sup>, Anna Marzec<sup>\*2</sup>

<sup>1</sup>Miranda Spółka z o.o., Jedwabnicza 1, 62-700 Turek

<sup>2</sup>Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka, Stefanowskiego 16, 90-537 Łódź

\*dorota.latanska-wulw@dokt.p.lodz.pl, anna.marzec@p.lodz.pl

Kamuflaż w wojsku jest ważnym elementem taktyki i był używany z różnym powodzeniem od samego początku konfliktów zbrojnych, jego rola znacznie wzrosła w ostatnich latach, zwłaszcza w obliczu regularnego konfliktu zbrojnego toczącego się tuż za polską granicą. W literaturze można znaleźć szereg opracowań dotyczących materiałów maskujących oraz liczne patenty [1,2]. Niestety, w większości dotyczą one produktów wielowarstwowych o sztywnej konstrukcji lub działających w wybranym zakresie promieniowania elektromagnetycznego. Jednak głównym wymogiem współczesnego pola walki jest zapewnienie skutecznej ochrony przed czujnikami działającymi w całym zakresie widma promieniowania elektromagnetycznego (UV, VIS, TIR, NIR, RADAR), oraz zapewnienie takich cech funkcjonalnych jak lekkość i elastyczność materiału kamuflażowego. Prowadzone badania miały na celu opracowanie powłoki polimerowej w oparciu o żywicę poliuretanową, która po nałożeniu na produkt tekstylny zapewni poziom tłumienia sygnału radarowego wymagany przez polskie Normy Obronne [NO-10-A208-2014/2021].

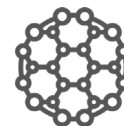


Rys. 1. Widmo promieniowania elektromagnetycznego

Literatura:

[1] S. Brzeziński i in. *Fibres Text East Eur* (2009) 17, 60-65.

[2] United States Patent Application Publication: US 2011/0095931.



## ZMODYFIKOWANE NANOCZĄSTKI TLENKU CYNKU JAKO POTENCJALNY NOŚNIK LEKÓW

Jolanta Pulit-Prociak<sup>\*1</sup>, Anna Piasek<sup>1</sup>, Dominik Domagała<sup>2</sup>, Michał Zielina<sup>3</sup>,  
Marcin Banach<sup>1</sup>

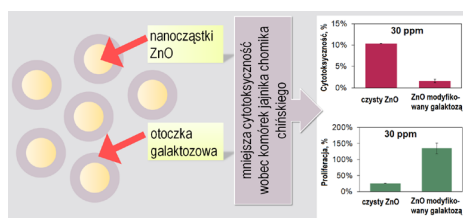
<sup>1</sup>Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska, Warszawska 24, 31-155  
Kraków

<sup>2</sup>Wydział Technologii Żywności, Uniwersytet Rolniczy, Balicka 122, 30-149 Kraków

<sup>3</sup>Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki, Politechnika Krakowska, Warszawska 24, 31-155  
Kraków

\*[jolanta.pulit-prociak@pk.edu.pl](mailto:jolanta.pulit-prociak@pk.edu.pl)

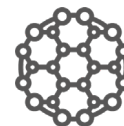
Celem badań było zbadanie możliwości otrzymania stabilnego nośnika leku przy użyciu tlenku cynku. Nośnik ten, o powierzchni zmodyfikowanej powłoką galaktozy, miał na celu wykazanie zmniejszonej toksyczności w porównaniu do niepowlekaných nanocząstek tlenku cynku. Zsyntetyzowano serię nanocząstek tlenku cynku, z których każda została zmodyfikowana galaktozą. Procesy przeprowadzono w polu promieniowania mikrofalowego. Zsyntetyzowane produkty poddano analizie, w tym analizie XRD, ATR-FTIR i TEM-EDS, DLS. W dalszych badaniach oceniono wpływ zsyntetyzowanych nanocząstek tlenku cynku na cytotoksyczność komórek CHO i ich proliferację. Modyfikacja galaktozą nie wpłynęła na czystość produktów. Zawiesiny nanocząstek okazały się stabilne w różnych środowiskach. Zmodyfikowane nanocząstki wykazują niższą cytotoksyczność wobec komórek CHO w porównaniu do czystego tlenku cynku. Ponadto aktywnie promują proliferację komórek, co jest zgodne z pożądanym rezultatem.



Rys. 1. Schemat prowadzonych prac

Niniejsza praca jest częścią projektu "Opracowanie sposobu wytwarzania nietoksycznych nośników substancji czynnych na bazie nanomateriałów", wspieranego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, w ramach umowy LIDER/20/0080/L-9/17/NCBR/2018.





## SKAFOLDY CHITOZANOWO-ZEOLITOWE JAKO BIOMATERIAŁY DO KONTROLOWANEGO UWALNIANIA LEKÓW NA OSTEOPOROŻĘ

Mariusz Sandomierski<sup>1</sup>, Katarzyna Adamska\*<sup>1</sup>, Maria Ratajczak<sup>2</sup>, Adam Voelkel<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska, Berdychowo 4, 60-965 Poznań

<sup>2</sup> Wydział Inżynierii Lądowej i Transportu, Piotrowo 3, 61-138 Poznań

\*Katarzyna.Adamska@put.poznan.pl

Rosnące wyzwania związane z leczeniem osteoporozy, wymagają zastosowania nowoczesnych strategii terapeutycznych, wykorzystujących różnorodne biomateriały. Jednym z rozwiązań są skafoldy (rusztowania) chitozanowe. Chitozan dzięki swoim cechom, takim jak brak toksyczności, biodegradowalność, mukoadhezyjność, biokompatybilność, niska immunogenność oraz wysoka zdolność adsorpcyjna, może stanowić istotny składnik w systemach dostarczania leków [1,2]. Zeolity (minerały glinokrzemianowe) ze względu na swoją unikalną strukturę porowatą, zdolność wymiany jonów i wysoką stabilność termiczną, znalazły zastosowanie w wielu dziedzinach, w tym w biotechnologii i medycynie. Są one wykorzystywane w dostarczaniu leków, co podkreśla ich potencjał jako nośników substancji aktywnych [3].

W pracy przedstawiono charakterystykę skafoldów chitozanowo-zeolitowych jako biomateriału do kontrolowanego uwalniania leków w leczeniu osteoporozy, wykorzystując ryzedronian sodu jako modelowy lek. Badania wykazały zdolność skafoldów chitozanowo-zeolitowych do zatrzymywania większej ilości leku w porównaniu z rusztowaniami zawierającymi hydroksyapatyt. Dodatkowo, równomierne rozłożenie zeolitu w matrycy chitozanowej wpłynęło na stopniowe uwalnianie leku, co jest kluczowe dla zastosowań w inżynierii tkanki kostnej. Skafoldy chitozanowo-zeolitowe wykazały powolne uwalnianie ryzedronianu sodu w małych dawkach, co jest pożądane w celu zminimalizowania toksyczności leku i skutków ubocznych terapii.

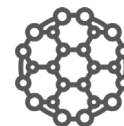
Praca została sfinansowana z grantu Narodowego Centrum Nauki nr 2020/39/B/ST5/00320.

Literatura:

[1] R. Bharathi, S. Shree Ganesh, G. Harini et al., *Int. J. Biol. Macromol.* (2022) 222, 132-153.

[2] M.R. Abukhadra, N.M. Refay, A. Nadeem et al., *Int. J. Biol. Macromol.* (2020) 156, 537-547.

[3] L. Bacakova, M. Vandrovcova, I. Kopova, I. Jirka, *Biomater. Sci.* (2018) 6, 974-989.



## **HYBRYDOWE UKŁADY HYDROŻEL - NANODYSERSJA LIPIDOWA JAKO NOWE MATERIAŁY DO ZASTOSOWAŃ MEDYCZYNYCH I KOSMETYCZNYCH**

**Katarzyna Bialik-Wąs**<sup>\*1</sup>, Agnieszka Kulawik-Pióro<sup>1</sup>, Anna Sienkiewicz<sup>2</sup>,  
Anna Łętocha<sup>1</sup>, Julia Osińska<sup>1</sup>, Katarzyna Malarz<sup>3,4</sup>, Anna Mrozek-Wilczkiewicz<sup>3,4</sup>,  
Mateusz Barczewski<sup>5</sup>, Arnaud Lanoue<sup>6</sup>, Nathalie Giglioli-Guivarc'h<sup>6</sup>,  
Małgorzata Miastkowska<sup>1</sup>

*Politechnika Krakowska, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, <sup>1</sup>Katedra Chemii i Technologii  
Organicznej,<sup>2</sup>Katedra Chemii i Technologii Polimerów, ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków;*

*<sup>3</sup>Politechnika Śląska, Katedra Inżynierii i Biologii Systemów, ul. Akademicka 16, 44-100 Gliwice;*

*<sup>4</sup>Uniwersytet Śląski, Instytut Fizyki, ul. 75 Pułku Piechoty 1a, 41-500 Chorzów;*

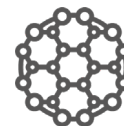
*<sup>5</sup>Politechnika Poznańska, Wydział Inżynierii Mechanicznej, Instytut Technologii Materiałów,  
ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań;*

*<sup>6</sup>Uniwersytet w Tours, EA 2106 "Biomolécules et Biotechnologies Végétales",  
UFR des Sciences Pharmaceutiques, 31 av. Monge, F-37200 Tours, Francja*

*\*katarzyna.bialik-was@pk.edu.pl*

Opracowano innowacyjną formuację hydrożel – nanodyspersja lipidowa, która zawiera wyłącznie komponenty pochodzenia naturalnego oraz bioskładniki, takie jak sylimaryna, bakuchiol i *Spirulina*. Wieloskładnikowy, hybrydowy hydrożel został otrzymany na drodze sieciowania jonowego z uwzględnieniem zasad zrównoważonego rozwoju, jest całkowicie biodegradowalny i przyjazny dla środowiska. W oparciu o statystyczną metodę planowania eksperymentów (DOE), jak i wyniki badań fizykochemicznych (reologia, frakcja żelowa, stopień pęcznienia, struktura chemiczna (FT-IR) i morfologia (SEM)), mechanicznych (badanie twardości wg Shore'a C, wytrzymałości na rozciąganie, wydłużenia przy zerwaniu i modułu rozciągania) czy termicznych (TG/DSC), zaprojektowano i dobrano odpowiedni skład hybrydowego hydrożelu i parametry prowadzenia reakcji sieciowania, aby zachować porównywalne właściwości względem bazowej matrycy. Ponadto, przeprowadzono testy mikrobiologiczne i cytotoksyczności na poziomie *in vitro* na liniach komórkowych NHDF (fibroblasty) i NHEK (keratynocyty).

Podziękowanie: Badania realizowane w ramach projektu Innovation Incubator 4.0  
o numerze MNISW/2020/344/DIR.



## UNIEPALNIONE KOMPOZYTY POLIETYLEN/MONTMORYLONIT Z DYSPERGATOREM SILANOWO-POLIMEROWYM

Krzysztof Kowalczyk\*<sup>1</sup>, Stanisław Wysocki<sup>1</sup>, Andrzej Sikora<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny  
w Szczecinie, Piastów 42, 71-065 Szczecin

<sup>2</sup>Wydział Inżynierii Metali i Informatyki Przemysłowej, Akademia Górniczo-Hutnicza,  
Czarnowiejska 66, 30-054 Kraków

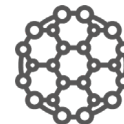
\*kkowalczyk@zut.edu.pl

Jedną z najbardziej przyjaznych dla środowiska metod uniepalniania polimerów jest ich modyfikacja z użyciem naturalnych glinokrzemianów warstwowych, głównie montmorylonitu (MMT). Jej efektywność zależy od stopnia rozproszenia minerału w materiale, co wynika pośrednio z metody jego modyfikacji (hydrofobizacja/organofilizacja MMT). Obróbka glinokrzemianu realizowana jest poprzez: (i) wymianę jonową kationów międzypakietowych na IV-rzędowe kationy oniowe (amoniowe, fosfoniowe) lub protonowane aminy; (ii) reakcję z alkoksylsilanami (hydroliza grup alkoksylowych i kondensacji silanoli z grupami hydroksylowymi MMT) i odbywa się w układach wodnych lub wodno-alkoholowych przed wprowadzeniem MMT do polimeru [1]. Rzadko stosowaną metodą wprowadzania niemodyfikowanego MMT do polimerów jest jego dyspergowanie w materiale w obecności substancji organofilizujących.

W pracy przedstawiono wyniki badań w zakresie wytwarzania uniepalnionych (nano)kompozytów polietylenu (PE) poprzez współwytłaczanie polimeru, surowego MMT i układu modyfikującego w postaci aminoalkiloalkoksylsilanu (głównie 3-aminopropylotrietoksylsilanu) i kopolimeru etylenu z kwasem akrylowym. Zastosowanie wspomnianych komponentów pozwoliło wytworzyć materiał wysokonapełniony MMT wykazujący znacząco ograniczoną palność, przy zachowaniu wytrzymałości na rozciąganie na poziomie zbliżonym do niemodyfikowanego PE.

Literatura:

[1] L. Utracki, Clay-containing polymeric nanocomposites, RAPRA Technology, Shawbury, 2004



## WPŁYW RECYKLATU NA WŁAŚCIWOŚCI I STRUKTURĘ POLIPROPYLENU

**Tatiana Brzozowska\***, Lidia Mańska, Janusz Zieliński, Klaudia Łyzińska

*Wydział Budownictwa, Mechaniki i Petrochemii, Politechnika Warszawska, Łukasiewicza 17,  
09-400 Płock*

*\*Tatiana.Brzozowska@pw.edu.pl*

Obecnie dąży się do ograniczenia eksploatacji środowiska naturalnego oraz jego zasobów poprzez odpowiednie gospodarowanie odpadami z tworzyw sztucznych. W ramach działań proekologicznych prowadzony jest ich recykling, a najbardziej popularną i najtańszą metodą recyklingu jest recykling materiałowy. Wykorzystanie pokonsumenckich recyklatów tworzyw sztucznych do produkcji nowych wyrobów z materiałów polimerowych (w Europie) w 2020 roku wynosiło 4,6 mln ton, a w 2022 roku - 6,7 mln ton [1]. Dąży się do otrzymywania tworzyw sztucznych o specjalnych właściwościach, dostosowanych do konkretnych zastosowań poprzez zwiększenie udziału surowców cyrkularnych.

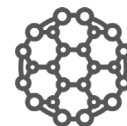
W pracy przedstawiono wyniki badań dotyczące wpływu recyklatu tworzywa sztucznego na właściwości i strukturę handlowego polipropylenu. Mieszanki polipropylenu, zawierające 5% mas. lub 10% mas. recyklatu polipropylenu po dwóch lub czterech przejściach przetwórczych przygotowano za pomocą wyciągarki, w temperaturze 230 °C. Polipropylen oraz jego mieszanki z recyklatem wygrzewano w temperaturze 80 °C, w czasie 48 godzin. W celu określenia zmian właściwości oraz struktury mieszanin polipropylenu z recyklatem przed i po wygrzewaniu wykonano oznaczenia:

- masowego wskaźnika szybkości płynięcia wg PN-EN ISO 1133-1:2011,
- właściwości mechanicznych przy statycznym rozciąganiu wg PN-EN ISO 527-1:2022-01,
- struktury metodą spektroskopii w podczerwieni z transformacją Fouriera z przystawką ATR.

Przeprowadzone badania wykazały wpływ dodatku recyklatu na właściwości i strukturę polipropylenu. Kierunek zmian zależał od rodzaju i ilości recyklatu.

Literatura:

[1] Tworzywa sztuczne w obiegu zamkniętym – analiza sytuacji w Europie, Plastics Europe, 2024.



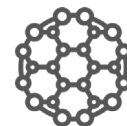
## FUNKCJONALIZOWANE MATERIAŁY POLIMEROWE DO ZASTOSOWAŃ W INŻYNIERII BIOMEDYCZNEJ – WYTWARZANIE I CHARAKTERYSTYKA

Monika Rojewska, Katarzyna Dopierała, Katarzyna Adamska, **Krystyna Prochaska\***

*Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska, Berdychowo 4, 60-965 Poznań  
krystyna.prochaska@put.poznan.pl*

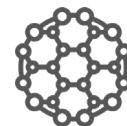
O biokompatybilności materiałów implantologicznych w dużej mierze decyduje organizacja warstwy powierzchniowej biomateriału. Szczególne znaczenie ma nanochropowatość powierzchni, która wpływa na przyspieszoną odpowiedź kostną i tempo osteointegracji. Kombinacja odpowiedniej chropowatości, właściwego rozkładu gęstości oraz składu chemicznego powierzchni biomateriału decyduje o jego energii powierzchniowej, polarności, zwilżalności i potencjale zeta. Do modyfikacji cienkimi powłokami powierzchni resorbowalnych materiałów implantologicznych można zastosować technikę Langmuira-Blodgett, która pozwala na wytworzenie wysoce uporządkowanej warstwy powierzchniowej o oczekiwanej hydrofilowości/hydrofobowości. Modyfikacja pozwala na wprowadzenie pożądanych grup funkcyjnych do warstwy wierzchniej dla danego typu materiału medycznego przez co może wpływać na kontrolę adhezji komórkowej i resorpcję implantu. Należy oczekiwać, że zbadanie właściwości fizykochemicznych cienkich warstw powierzchniowych, zawierających w swoim składzie lipidy, kolagen i hydroksyapatyt, w różnych konfiguracjach i proporcjach wagowych pozwoli opracować i zoptymalizować typ powłoki materiału implantologicznego.

Celem badań było wytworzenie, scharakteryzowanie i modyfikacja powierzchniowa materiałów polimerowych na bioresorbowalne implanty kostne, wyróżniające się możliwością dostosowywania do zindywidualizowanych potrzeb. Wytworzone i scharakteryzowane resorbowalne implanty polimerowe (otrzymane na bazie poli-laktydu) poddano modyfikacji za pomocą cienkich powłok z modyfikowanego nanohydroksyapatytu (funkcjonalizowanego pierwiastkami (Mg(II), Zn(II)) sprzyjającymi odbudowie tkanki kostnej) charakteryzującego się doskonałymi właściwościami osteokondukcyjnymi. Ponadto do powłoki modyfikującej wprowadzono organiczne substancje warstwowotwórcze w celu poprawy odpowiedzi biologicznej organizmu na implantację oraz zmniejszenia odpowiedzi zapalnej. Zbadano wpływ rodzaju i ilości domieszek na właściwości



powłok modyfikujących materiał implantu. Wyniki dotychczasowych badań posiadają znaczący potencjał komercyjny.

Badania finansowane z projektu 0912/SIGR/8058.



## HETEROSTRUKTURALNE MATERIAŁY PÓŁPRZEWODNIKOWE DO ZASTOSOWAŃ ŚRODOWISKOWYCH

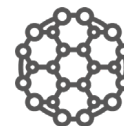
**Katarzyna Siwińska-Ciesielczyk\***, Marta Haremska, Teofil Jesionowski

*Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska, Berdychowo 4, 60-965 Poznań*

*\* : katarzyna.siwinska-ciesielczyk@put.poznan.pl*

Konsekwencją dynamicznego postępu technologicznego i rozwoju cywilizacyjnego jest zwiększona ilość zanieczyszczeń, która trafia do środowiska. Z tego względu, w celu poprawy stanu środowiska naturalnego oraz jakości życia obserwuje się intensyfikację badań naukowych koncentrujących się na opracowaniu nowych rozwiązań technologicznych, które przyczyniłyby się do eliminacji szkodliwych zanieczyszczeń. Jednym z takich rozwiązań jest fotokataliza. W procesie tym kluczową rolę odgrywa fotokatalizator, który powinien być fotostabilny, odporny chemicznie, nietoksyczny, stosunkowo tani i co istotne, odznaczać się wysoką aktywnością fotooksydacyjną oraz odpowiedzią spektralną. Spośród doskonale znanych i ogólnodostępnych materiałów fotoaktywnych największą popularnością cieszą się półprzewodniki. Posiadają one jednak pewne ograniczenia, które można przezwyciężyć poprzez dobór odpowiedniej metody ich syntezy czy modyfikacji. Okazuje się, że formowanie układów heterostrukтурalnych, które charakteryzują się specyficznymi właściwościami fizykochemicznymi i strukturalnymi, jest obiecującą strategią poprawy aktywności fotokatalitycznej powszechnie stosowanych fotokatalizatorów. Tworzenie układów heterostrukтурalnych pozwala na: (i) poszerzenie zakresu widmowego absorpcji światła, (ii) zwiększenie separacji nośników ładunków, (iii) tłumienie rekombinacji elektronów i dziur elektronowych oraz (iv) zapobieganie fotokorozji półprzewodnika. Dotychczas przeprowadzone badania wykazały, że niezależnie od rodzaju utworzonej heterostrukтуры, jej funkcjonalność silnie zależy od jakości heterozłącza. Ta z kolei zależy od doboru komponentów heterostrukтуры i metody jej syntezy, która w sposób precyzyjny pozwala na pozyskanie materiału fotoaktywnego o ściśle zdefiniowanych właściwościach fizykochemicznych oraz użytkowych.

Podziękowania. Badania zostały sfinansowane przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego w ramach subwencji dla Politechniki Poznańskiej (0912/SBAD/2406).



## TRANSPARENTNE HETEROSTRUKTURY NA BAZIE NANORUREK DITLENKU TYTANU I ZŁOTA DO CELÓW DIAGNOSTYKI BIOMEDYCZNEJ

Karolina Szturgulewska<sup>1,\*</sup>, Mirosław Sawczak<sup>2</sup>, Katarzyna Grochowska<sup>2</sup>, Saiful  
Islam Khan<sup>2</sup>, Katarzyna Siuzdak<sup>2</sup>, Paweł Niedziałkowski<sup>3</sup>, Jacek Ryl<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Instytut Nanotechnologii i Inżynierii Materiałowej oraz Centrum Zaawansowanych Materiałów,  
Politechnika Gdańska, ul. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk*

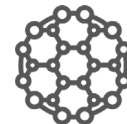
<sup>2</sup>*Zakład Fizycznych Aspektów Ekoenergii, Instytut Maszyn Przepływowych im. Szewalskiego,  
Polska Akademia Nauk, ul. Fiszerza 14, 80-231 Gdańsk*

<sup>3</sup>*Katedra Chemii Analitycznej, Wydział Chemii, Uniwersytet Gdański, ul. Wita Stwosza 63, 80-308  
Gdańsk*

*karolinasapiega00@gmail.com*

Infekcje bakterią *E.coli* są jednym z globalnych problemów, szczególnie zaostrzonym w krajach najślabiej rozwiniętych, prowadząc do infekcji dróg moczowych, zapalenia płuc czy sepsy. Bardzo istotne jest opracowanie technologii umożliwiającej w prosty, czuły i selektywny sposób jej wykrywania. Jednym z głównych nurtów rozwojowych jest wykorzystanie nanostrukturyzowanych elektrod jako podłoża biosensorów elektrochemicznych. Prezentowane badania opisują nowy typ materiału elektrodowego, transparentne heterozłącza nanorurek  $\text{TiO}_2$  na warstwach tlenków przewodzących ITO i modyfikowane nanocząstkami złota  $\text{Au-TiO}_2\text{NT}$ , który jest dedykowany na dualne, biosensory optoelektrochemiczne. Ze względu na wysoki stosunek powierzchni do objętości oraz unikalne właściwości elektroniczne i katalityczne, nanocząstki złota są doskonałymi kandydatami do biosensorów elektrochemicznych [1]. Przebadano heterozłącza  $\text{Au-TiO}_2\text{NT}$  o różnej grubości napylnych warstw Au (5 - 100 nm). Badania skoncentrowane są na opisie właściwości fizyko- i elektrochemicznych struktur  $\text{Au-TiO}_2\text{NT}$ , a także ich użyteczności poprzez analizę mechanizmów optycznych i elektrycznych w wyniku modyfikacji biosensora określoną sekwencją łańcucha dsDNA, receptora polimerazy RNA bakterii *E.coli* [2]. W pracy oceniono również możliwość znakowania biomarkerami fluorescencyjnymi w celu uzyskania sprzężenia odpowiedzi opto- i elektrochemicznej dla zwiększenia selektywności biosensora.

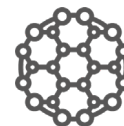




Autorzy pragną podziękować za wsparcie finansowe przy realizacji projektu badawczego z programu Politechniki Gdańskiej *Radium Learning Through Research Programs* [5/1/2023/IDUB/III.1a/Ra] (K.S.) oraz projektów Narodowego Centrum Nauki [2020/37/B/ST7/03262] (J.R.) i [2021/41/B/ST8/01849] (K.G., K.S., S.I.K.). Szczególne podziękowania należą się również wszystkim osobom zaangażowanym w organizację i realizację projektu.

Literatura:

- [1] W. Lipińska, A. Olejnik, M. Janik, M. Brodowski, K. Sapięga, M. Pierpaoli, K. Siuzdak, R. Bogdanowicz, J. Ryl, Texture or Linker?, *J. Phys. Chem. C* 127 (2023) 9584–9593. <https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.3c00697>.
- [2] A. Koterwa, M. Pierpaoli, B. Nejman-Faleńczyk, S. Bloch, A. Zieliński, W. Adamus-Białek, Z. Jeleniewska, B. Trzaskowski, R. Bogdanowicz, G. Węgrzyn, P. Niedziałkowski, J. Ryl, *Biosensors and Bioelectronics* 238 (2023) 115561. <https://doi.org/10.1016/j.bios.2023.115561>.



## KOMPOZYT NA BAZIE NANOCZĄSTEK MAGNETYTU ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) JAKO MATERIAŁ ELEKTRODOWY W ANALIZIE ŚLADOWEJ JONÓW METALI CIĘŻKICH

Katarzyna Tyszczyk-Rotko<sup>\*1</sup>, Damian Gorylewski<sup>1</sup>, Marek Rotko<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Wydział Chemii, Instytut Nauk Chemicznych, Katedra Chemii Analitycznej, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, pl. M. Curie-Skłodowskiej 3, 20-031 Lublin

<sup>2</sup>Wydział Chemii, Instytut Nauk Chemicznych, Katedra Technologii Chemicznej, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, pl. M. Curie-Skłodowskiej 3, 20-031 Lublin

\*katarzyna.tyszczyk-rotko@mail.umcs.pl

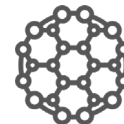
Nanocząstki magnetytu ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , tlenek żelaza(III)) charakteryzują się biozgodnością, dużym powinowactwem chemicznym do wielu substancji, i supermagnetyzmem [1]. Stosowane są w różnych dziedzinach, takich jak kataliza, elektrochemia, systemy dostarczania leków, czy obrazowanie metodą rezonansu magnetycznego. Właściwości nanocząstek zbudowanych z  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  zależą od ich wielkości i kształtu, rodzaju i sposobu funkcjonalizacji ich powierzchni, a także metody ich otrzymywania [2].

W niniejszej prezentacji przedstawiono możliwości zastosowania kompozytów na bazie nanocząstek magnetytu ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) jako materiału elektrodowego w woltamperometrycznych oznaczeniach wybranych jonów metali ciężkich, takich jak Cd(II), Pb(II) i Hg(II). Wstępne badania pokazały, że kompozyty otrzymane w wyniku homogenizacji ultradźwiękowej nanomateriału węglowego i powlekanych glikolem polietylenowym nanocząstek magnetytu, nanoszone na powierzchnie elektrod z węgla szklanego, przyczyniają się między innymi do wzrostu natężenia prądu piku oznaczanych jonów metali ciężkich jak również do poprawy czułości danej procedury woltamperometrycznej.

### Literatura:

[1] D. Chełminiak, M. Ziegler-Borowska, H. Kaczmarek, *Polimery* (2025) 60, 12-17.

[2] A. Shrifian-Esfahni, M.T. Salehi, M. Nasr-Esfahni, E. Ekramian, *Chemik* (2015) 69, 19-32.



## FUNKCJONALNE KOMPOZYTY CEMENTOWE DOMIESZKOWANE IMIDAZOLIOWĄ CIECZĄ JONOWĄ I TLENKIEM CYNKU

Łukasz Kłapiszewski<sup>1,\*</sup>, Piotr Latos<sup>2</sup>, Izabela Kłapiszewska<sup>3</sup>, Anna Parus<sup>1</sup>,  
Agnieszka Ślosarczyk<sup>3</sup>, Teofil Jesionowski<sup>1</sup>, Anna Chrobok<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska, Berdychowo 4, 60-965 Poznań

<sup>2</sup>Wydział Chemiczny, Politechnika Śląska, Księdza Marcina Strzody 9, 44-100 Gliwice

<sup>3</sup>Wydział Inżynierii Lądowej i Transportu, Politechnika Poznańska, Piotrowo 5, 60-965 Poznań

\*lukasz.klapiszewski@put.poznan.pl

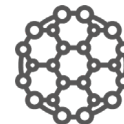
Intensywny rozwój budownictwa oraz aspekty środowiskowe sprawiają, że coraz częściej w ostatnich latach zwraca się uwagę na projektowanie i wytwarzanie materiałów budowlanych, które nie tylko będą charakteryzowały się odpowiednimi parametrami wytrzymałościowymi i jakościowymi, ale również niskim śladem węglowym i wodnym, wysoką trwałością gwarantującą długi czas użytkowania, co łącznie będzie prowadzić do otrzymywania zrównoważonych produktów [1, 2]. W ramach prowadzonych badań została zastosowana funkcjonalna, zadaniowo-specyficzna, imidazoliowa ciecz jonowa z dodatkiem tlenku cynku, która następnie została użyta jako domieszka chemiczna modyfikująca właściwości reologiczne, trwałościowe i antybakteryjne kompozytu cementowego. Określono między innymi wpływ domieszki na ciepło hydratacji spoiw, plastyczność oraz lepkość. W wyniku realizowanych prac doświadczalnych przeprowadzono także szerokie badania kompozytów w stanie stwardniałym, obejmujące badania mechaniczne, strukturalne i trwałościowe. Istotnym była także ocena antybakteryjna uzyskanych produktów w kierunku inhibicji wybranych bakterii Gram dodatnich oraz Gram ujemnych.

Badania były realizowane w ramach projektu badawczego finansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki nr 2022/45/B/ST8/02288.

### Literatura:

[1] M. Janczarek et al., *Chem Eng J* (2022) 430, 132062.

[2] A. Ślosarczyk et al., *Chem Eng J* (2023) 466, 143276.



## OTRZYMYWANIE NANOCZĄSTEK NIEORGANICZNYCH W PRZEPŁYWOWYCH SYSTEMACH REAKCYJNYCH – WŁAŚCIWOŚCI, ZASTOSOWANIA I KIERUNKI ROZWOJU

**Marcin Banach\***, Olga Długosz, Jolanta Pulit-Prociak

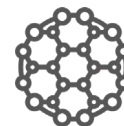
Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska, Warszawska 24,  
31-155 Kraków

\*marcin.banach@pk.edu.pl

Rosnące zapotrzebowanie na materiały zawierające nieorganiczne nanocząstki skłania naukowców do opracowywania nowych metod ich produkcji [1]. Jednym z głównych wyzwań związanych z produkcją nanocząstek w zwiększonej skali jest zapewnienie wysokiej jakości nanomateriałów. Wprowadzenie chemii przepływowej do nanotechnologii umożliwia kontrolę parametrów procesu oraz badanie jakości otrzymanego produktu „*in situ*”. W celu otrzymania nanocząstek wysokiej jakości z wymaganą efektywnością, konieczne jest dobranie układu reakcyjnego oraz reagentów, metody łączenia strumieni reagentów oraz sposobu dostarczenia energii do układu [2]. Wybór źródła energii w procesie znacząco wpływa na morfologię otrzymywanych nanocząstek. Podstawowym źródłem energii w procesach formowania nanocząstek jest konwencjonalne ogrzewanie, jednak w ostatnich latach wzrosło znaczenie promieniowania mikrofalowego oraz ultradźwięków, co znacząco skraca czas potrzebny do ich wytworzenia [3]. W literaturze dostępne są informacje na temat metod otrzymywania nanocząstek metali, tlenków metali, soli itp., zarówno przy użyciu procesów wsadowych, jak i coraz częściej opracowywanych metod przepływowych [4]. Niemniej jednak, procesy przepływowe wciąż są słabo poznane. Aby proponowana technologia była możliwa do wdrożenia i wykorzystania w praktyce gospodarczej, konieczne jest nie tylko zapewnienie opłacalności, ale również maksymalne uproszczenie procesu przy zachowaniu jego uniwersalności oraz dostosowanie technologii do przyszłych zastosowań nanocząstek.

#### Literatura:

- [1] M. Banach, J. Pulit-Prociak *J. Clean. Prod.* (2017) 141, 1030-1039;
- [2] O. Długosz, M. Banach *Colloids Surf. A* (2020) 606, 125453.
- [3] O. Długosz, M. Banach *J. Nanostructure Chem.* (2021) 11, 601-617.
- [4] O. Długosz, M. Sochocka, M. Ochnik, M. Banach *J. Colloid Interface Sci.* (2021) 586, 807-818.



## ELASTYCZNE POWŁOKI POLIMEROWE DEDYKOWANE TEKSTYLNYM WYROBOM KAMUFLAŻOWYM

Małgorzata Głowczyńska<sup>\*1,2</sup>, Anna Marzec<sup>\*2</sup>

<sup>1</sup>Miranda Spółka z o.o., Jedwabnicza 1, 62-700 Turek

<sup>2</sup>Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka, Stefanowskiego 16, 90-537 Łódź

\* malgorzata.glowczynska@dokt.p.lodz.pl, anna.marzec@p.lodz.pl

Zima oraz obszary, gdzie niepodzielnie panuje mróz i śnieg, wymagają od żołnierzy odpowiedniego maskowania. Szeroka dostępność wyspecjalizowanego sprzętu optoelektronicznego służącego do detekcji wymusza stosowanie bardziej efektywnego kamuflażu, chroniącego przed wykryciem w szerokim zakresie fal elektromagnetycznych (UV, NIR, MIR, FIR).

Wartości współczynnika odbicia UV dla śniegu różnią się w zależności od jego rodzaju (nowego, starego oraz poziomu roztopienia) i wahają się w granicach 63–97% w paśmie bliskiego ultrafioletu [1-3].

W niniejszej pracy podjęto temat opracowania serii powłok polimerowych, które po naniesieniu na poliestrowe wyroby tekstylne będą spełniały wymogi dotyczące maskowania w zakresie UVA w warunkach zimy śnieżnej.

W tym celu wyselekcjonowano napełniacze takie jak: krzemionka, mieszanina na bazie związków glinu i cyrkonu, kapsułkowane połączenia fosforowe, PTFE oraz polimery - żywice akrylowe i poliuretanowe dla których uzyskano refleksyjność dla  $\lambda = 350 \text{ nm} \geq 50\%$ .

Nowe powłoki nie tylko spełniają wymagania dotyczące maskowania w zakresie UVA, ale także charakteryzują się dobrą elastycznością i hydrofobowością.

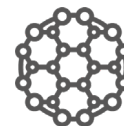
Praca finansowana w ramach programu  
„FU2N – Fundusz Udoskonalania Umiejętności Młodych Naukowców”

Literatura:

[1] D.H. Sliney *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* (1986) 27, 781-790.

[2] H.-R. Hannula, J. Pulliainen *J. Glaciol.* (2019) 65, 926-939.

[3] J. Zhang, Z. Zhou, *19<sup>th</sup> International Conference on Geoinformatics, IEEE Xplore.* (2011)



## WYTWARZANIE SILNIE HYDROFOBOWYCH POWŁOK W OPARCIU O HYBRYDOWE MATERIAŁY ORGANICZNO-NIEORGANICZNE

Marta Kaczmarek<sup>\*1</sup>, Agnieszka Przybylska<sup>1</sup>, Hieronim Maciejewski<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Wydział Chemii, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Uniwersytetu Poznańskiego 8,  
61-614 Poznań

<sup>2</sup>Poznański Park Naukowo-Technologiczny, Fundacja Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza  
w Poznaniu, Rubież 46, 61-612 Poznań

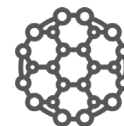
\*marta.kaczmarek@amu.edu.pl

Zwilżalność jest jedną z ważniejszych właściwości powierzchni ciał stałych. Powierzchnie odpychające wodę nazywane są hydrofobowymi i charakteryzują się kątami zwilżania wynoszącymi od 90° do 180°. Maksymalny kąt zwilżania jaki można uzyskać na gładkiej powierzchni pokrytej powłoką o niskiej energii powierzchniowej to 120°. Aby poprawić właściwości hydrofobowe materiału, niezbędne jest nadanie mu odpowiedniej struktury [1]. Jedną z technik stosowanych do wytwarzania chropowatej powierzchni jest metoda zol-żel, pozwalająca na otrzymanie hybrydowych materiałów organiczno-nieorganicznych [2]. W zależności od składu roztworu prekursora, a także warunków procesu hydrolizy i polikondensacji, powstałe powłoki będą różnić się między sobą morfologią oraz składem chemicznym powierzchni [3].

W efekcie przeprowadzonych badań otrzymano w procesie zol-żel szereg hybrydowych materiałów organiczno-nieorganicznych, stosując tetraetoksylan jako prekursor nieorganiczny oraz funkcjonalizowane silany jako modyfikatory organiczne. Zsyntetyzowane w reakcji hydrosulfidowania silany różniły się między sobą długością łańcucha alkilowego. Otrzymane materiały hybrydowe wykorzystano do wytworzenia powłok na powierzchni szklanych płytek. Zmierzone kąty zwilżania wodą jednoznacznie potwierdziły hydrofobowość zmodyfikowanych powierzchni, wykazując dla najlepszej powłoki kąt 146,7°.

Literatura:

- [1] B. Bushan, w: Biomimetics. Springer Series in Materials Science, Springer, Cham (2018) 39-49.
- [2] S. Amiri, A. Rahimi *Iran Polym J.* (2016) 25, 559-577.
- [3] L. Zhang, N. Zhao, J. Xu *J. Adhes. Sci. Technol.* (2014) 28, 769-790.



## ZASTOSOWANIE NOWOCZESNYCH FORMULACJI Z KWASEM URSOLOWYM W LECZENIU ŁUSZCZYCY

**Małgorzata Miastkowska\*<sup>1</sup>**, Agnieszka Kulawik-Pióro<sup>1</sup>, Elwira Lasoń<sup>1</sup>,  
Karolina Śliwa<sup>1</sup>, Magdalena Anna Malinowska<sup>1</sup>, Elżbieta Sikora<sup>1</sup>, Ewa Bielecka<sup>2</sup>,  
Anna Maksylewicz<sup>2</sup> Tomasz Kantyka<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki,  
ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków

<sup>2</sup>Małopolskie Centrum Biotechnologii, Uniwersytet Jagielloński, ul. Gronostajowa 7A,  
30-387 Kraków

\*malgorzata.miastkowska@pk.edu.pl

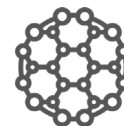
Łuszczyca jest stosunkowo powszechną chorobą zapalną skóry, która dotyka blisko 2-5% populacji i negatywnie wpływa na jakość życia pacjentów. Ze względu na to, iż miejscowe leczenie glikokortykosteroidami wykazuje szereg ogólnoustrojowych działań niepożądanych, istnieje ciągłe zapotrzebowanie na nowoczesne, bardziej skuteczne i bezpieczne w stosowaniu miejscowym preparaty lecznicze.

Z tego powodu celem niniejszych badań było zaprojektowanie i otrzymanie serii układów hybrydowych, nanoemulżel-makroemulsja i nanoemulżel-oleożel (bigel), jako nośników kwasu ursolowego (UA) oraz weryfikacja ich potencjału jako preparatów do stosowania miejscowego w leczeniu łuszczycy.

Otrzymane preparaty zawierające UA były dobrze tolerowane przez komórki keratynocytów, miały odpowiednie wartości pH oraz charakteryzowały się stabilnością w czasie. Uwalnianie kwasu ursolowego z każdego z preparatów zachodziło w sposób kontrolowany, zgodny z modelem Korsmeyera-Peppas'a i Higuchi. W badaniach *in vitro* potwierdzono działanie łagodzące objawy łuszczycy (hamujące nadmierną proliferację komórek naskórka) samego kwasu ursolowego jak i zawierających go formułacji. Wykazały one, iż największą skutecznością w łagodzeniu objawów łuszczycy charakteryzował się biżel oraz połączenie hybrydowe serum-nanoemulżel.

### Literatura:

- [1] M. Miastkowska, A. Kulawik-Pióro, E. Lasoń, K. Śliwa, M. Malinowska, E. Sikora, T. Kantyka, E. Bielecka, A. Maksylewicz, E. Klimaszewska, et al. *Pharmaceutics* (2023), 15, 2559.
- [2] E. Bielecka, N. Zubrzycka, K. Marzec, A. Maksylewicz, M. Sochalska, A. Kulawik-Pióro, E. Lasoń, K. Śliwa, M. Malinowska, E. Sikora, et al. *Biomedicines* (2024), 12, 732.



## **NANOMATERIAŁY O OBNIŻONEJ ZAWARTOŚCI Pt DO GENERATORÓW CZYSTEJ ENERGII ZASILANYCH ETANOLEM**

**Monika Osińska-Broniarz<sup>\*</sup>**, Mariusz Walkowiak, Mateusz Jankowski,  
Urszula Woronecka

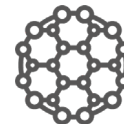
*Grupa Badawcza Nowych Technologii Materiałowych, Sieć Badawcza Łukasiewicz-Institut Metali  
Nieżelaznych Oddział w Poznaniu, Forteczna 12, 61-362 Poznań*

Zwiększone potrzeby energetyczne w połączeniu z obawami dotyczącymi zanieczyszczenia środowiska i rosnącymi kosztami paliw kopalnych stworzyły ogromne zapotrzebowanie na czyste i wydajne źródła generowania energii oraz technologie jej magazynowania. Ogniwia paliwowe bezpośrednio przekształcają energię chemiczną zmagazynowaną w paliwach w energię elektryczną w drodze reakcji elektrochemicznych i uznaje się je za jedną z najbardziej obiecujących i łatwych do rozpowszechnienia technologii produkcji czystej energii przyszłości.

Zespół badawczy Łukasiewicz-IMN Oddział w Poznaniu podjął wyzwanie w zakresie opracowania nowatorskich, stabilnych, efektywnych i ekonomicznych materiałów do ogniw paliwowych bezpośrednio zasilanych etanolem (DEFC), które bezpośrednio przekształcają etanol w energię elektryczną. Zaprojektowane materiały katalityczne charakteryzują się zmniejszoną zawartością platyny, co w założeniu wpłynąć ma na poprawę wydajności pracy ogniwa oraz obniżenie kosztów wytworzenia katalizatora.

Autorzy dziękują za wsparcie finansowe Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego – dotacje subwencyjne przyznane Sieci Badawczej Łukasiewicz-IMN w latach 2023/2024.





## MODYFIKACJA TKANIN BAWĘLNIANYCH W KIERUNKU OBNIŻENIA PALNOŚCI

**Marcin Przybylak**<sup>\*1</sup>, Mariusz Szotyga<sup>1</sup>, Hieronim Maciejewski<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Poznański Park Naukowo-Technologiczny, Fundacja Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza,  
Rubież 46, 61-612 Poznań

<sup>2</sup>Wydział Chemii, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, Uniwersytetu Poznańskiego 8,  
61-614 Poznań

\*marcin.przybylak@ppnt.poznan.pl

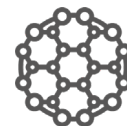
W badaniach opisano syntezę pochodnej silanu zawierającej atomy fosforu i azotu, które znane są z ich synergii w zwiększaniu odporności materiałów na ogień. Zsyntezowany silan zawierał również grupę alkoksylową, która umożliwiała wytwarzanie wiązań z powierzchnią tkaniny bawełnianej.

Tkaniny modyfikowano roztworami silanu o różnych stężeniach w procesie *dip-coating*. Badano wpływ ilości modyfikatora oraz procesu merceryzacji na obniżenie palności tkanin.

Używając mikrokalorymetru PCFC, zaobserwowano znaczące zmniejszenie maksymalnej szybkości uwalniania ciepła (HRR) o ponad 75% w porównaniu z surową tkaniną. Ponadto korzystny wpływ modyfikacji na zmniejszenie palności bawełny został potwierdzony przez analizę indeksu tlenowego (LOI) oraz analizę termogravimetryczną (TG). Obecność modyfikatora na powierzchni włókien została potwierdzona przez badania FT-IR, SEM-EDS i SEM. Opracowane tkaniny wykazują częściową odporność na wielokrotne pranie, zachowując swoje właściwości ognioodporne nawet po dziesięciu cyklach prania.

Badania realizowano w ramach projektu „*Pochodne krzemoorganiczne, zawierające grupy fosforanowe i aminofosforanowe jako nowe środki zmniejszające palność dla tekstyliów*”

w ramach konkursu OPUS 19, nr umowy UMO-2020/37/B/ST5/03266  
finansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki



## SYNTEZA ŻYWICY SILSESKWIOKSANOWEJ I JEJ ZASTOSOWANIE JAKO MODYFIKATORA TKANIN BAWĘLNIANYCH

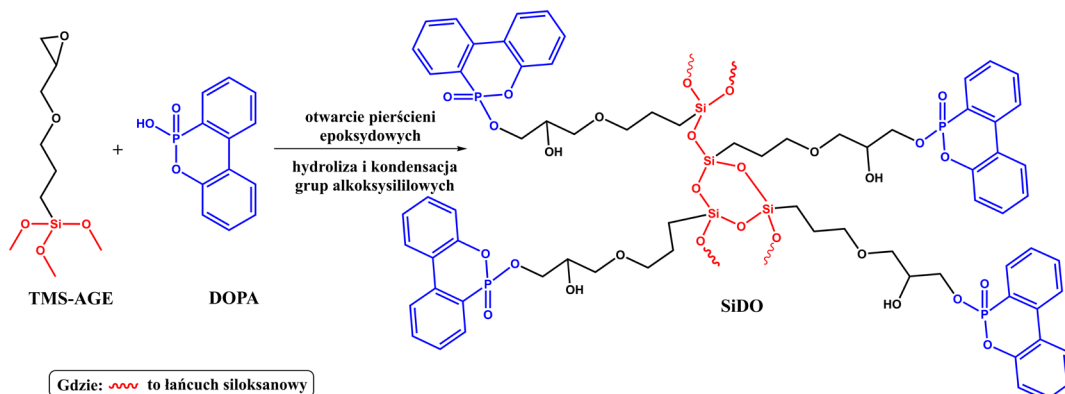
Mariusz Szolyga\*<sup>1</sup>, Marcin Przybylak<sup>1</sup>, Hieronim Maciejewski<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Poznański Park Naukowo-Technologiczny, Fundacja Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza,  
Rubież 46, 61-612 Poznań

<sup>2</sup>Wydział Chemii, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, Uniwersytetu Poznańskiego 8,  
61-614 Poznań

\*mariusz.szolyga@ppnt.poznan.pl

W ramach badań zsyntetyzowano żywicę silseskwioksanową (SiDO) funkcjonalizowaną pochodną DOPO. Otrzymaną żywicę wykorzystano do modyfikacji powierzchni tkanin bawełnianych. Skuteczność pokrycia tkanin określono za pomocą analizy wagowej, spektroskopii FT-IR oraz analiz SEM i EDS. Wspomnianymi metodami analizowano również odporność powstałej powłoki na wymywanie w procesie prania. Modyfikowane SiDO tkaniny bawełniane poddano także badaniom określającym wpływ warstwy żywicznej na zmiany w palności oraz procesie degradacji termicznej z wykorzystaniem analiz: LOI, PCFC oraz TG. Obniżenie wartości parametrów DTG, HRR, THR oraz HRC oraz zwiększenie wartości LOI wskazuje na uniepalniające działanie SiDO [1, 2].

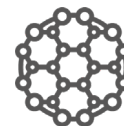


Rys. 1. Schemat jednoetapowej syntezy funkcjonalizowanej żywicy silseskwioksanowej (SiDO)

Badania finansowane przez Narodowe Centrum Nauki (UMO-2020/37/B/ST5/03266)

### Literatura:

- [1] X. Zhang, P. Li, Z. Liu, H. Wang, P. Zhu *Int. J. Biol. Macromol.* (2024) 271, 132407.  
 [2] S. Zhang, C. Chen, D. Kong, C. Dong, Z. Lu *Int. J. Biol. Macromol.* (2024) 268, 131612.



## DOMIESZKOWANIE TiO<sub>2</sub> NANOCZĄSTKAMI ZŁOTA POPRAZ TERMICZNY ROZKŁAD HAuCl<sub>4</sub>

Maciej Trzeciak\*, Piotr Rychtowski, Piotr Miądlicki, Bartłomiej Prowans,  
Beata Tryba

Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny  
w Szczecinie, Piastów 24, 71-065 Szczecin

\*maciej.trzeciak@zut.edu.pl

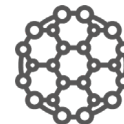
Ditlenek tytanu (TiO<sub>2</sub>) jest jednym z najczęściej badanych i stosowanych materiałów fotokatalitycznych. Jednakże ma on pewne ograniczenia, takie jak możliwość aktywacji wyłącznie w świetle UV ze względu na jego dużą przerwę energetyczną oraz zachodzenie szybkiej rekombinacji par elektron-dziura, co zmniejsza jego efektywność fotokatalityczną [1]. Jedną z powszechnie stosowanych metod poprawy aktywności fotokatalitycznej TiO<sub>2</sub> jest domieszkowanie metalami szlachetnymi, takimi jak złoto, pallad, platyna czy srebro. Pozwala to znacząco poprawić wydajność kwantową reakcji fotokatalitycznych, wskutek zwiększenia zakresu absorpcji światła oraz ograniczenia rekombinacji poprzez wytworzenie plazmonicznych heterozłączy [1, 2].

W pracy zbadano właściwości fotokatalityczne ditlenku tytanu domieszkowanego nanometrycznym złotem otrzymanym metodą termicznego rozkładu kwasu chlorozłotowego. Wykonano badania SEM/EDS, UV-Vis oraz XRD. Przeprowadzono fotokatalityczny rozkład aldehydu octowego jako modelowego zanieczyszczenia w wysokotemperaturowym reaktorze (The Praying Mantis™) z analizą FTIR powierzchni próbki *in situ* oraz naświetlaniem lampą UV-LED,  $\lambda = 365$  nm lub diodą LED emitującą promieniowanie z zakresu UV-Vis.

Badania zostały sfinansowane przez Narodowe Centrum Nauki  
w ramach projektu OPUS20 nr 2020/39/B/ST8/01514

Literatura:

- [1] Q. Zhang, F. Li, X. Chang, D. He *Mater. Manuf. Process.* (2014) 29, 789-794.
- [2] A.P. Manuel, K. Shankar *Nanomaterials* (2021) 11, 1249.



## OKREŚLENIE WŁAŚCIWOŚCI BISFOSFONIANÓW POD WZGLĘDEM CYTOTOKSYCZNOŚCI, BIODOSTĘPNOŚCI I POWINOWACTWA DO KOŚCI

**Monika Zielińska**<sup>\*1</sup>, Amanda Pacholak<sup>1</sup>, Natalia Burlaga<sup>1</sup>, Ewa Chmielewska<sup>2</sup>,  
Adam Voelkel<sup>1</sup>, Ewa Kaczorek<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska, Berdychowo 4, 60-965 Poznań

<sup>2</sup>Wydział Chemiczny, Politechnika Wrocławska, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370, Wrocław

\*[Monika.Zielinska@put.poznan.pl](mailto:Monika.Zielinska@put.poznan.pl)

Celem pracy było zbadanie potencjalnych właściwości terapeutycznych dwunastu aminometylenobisfosfonianów oraz dwóch powszechnie stosowanych bisfosfonianów (BPs) - ryzedronianu i tiludronianu. Ocenie poddano ich biodostępności, oddziaływania z kością i wpływ na komórki.

Bisfosfoniany są stosowane w leczeniu różnych chorób kości, mi.in. osteoporozy, która charakteryzuje się zmniejszeniem gęstości mineralnej kości, co prowadzi do zwiększonego ryzyka złamań. Biodostępność BPs po podaniu doustnym wynosi około jednego procenta w związku ze słabą wchłaniałością z przewodu pokarmowego, czy z powodu ich niskiej lipofilowości [1].

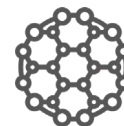
Przepuszczalność BPs została określona przy użyciu testów równoległej przepuszczalności sztucznej membrany (PAMPA - *Parallel Artificial Membrane Permeability Assay*), natomiast powinowactwo do kości oceniono poprzez stopień sorpcji na hydroksyapatycie. Oddziaływanie BPs na komórki bakteryjne zbadano przy użyciu komórek *Lactobacillus paracasei*.

Niektóre spośród testowanych BPs wykazały potencjalnie bardziej korzystne właściwości terapeutyczne niż stosowane komercyjnie BPs. Wykazano, że kilka związków o silniejszym powinowactwie do hydroksyapatytu i silniejszym przenikaniu przez symulowaną błonę jelita charakteryzuje się podobnym lub niższym efektem cytotoksycznym w porównaniu z ryzedronianem. Oznacza to, że nowo zsyntetyzowane bisfosfoniany to obiecujący kandydaci do dalszych badań.

Praca została finansowana przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

Literatura:

[1] A. Nowak *Adv. Funct. Mater.* (2023) 18, 100-112.



## SUPRAMOLEKULARNE NOŚNIKI LEKÓW: SYNTEZA I CHARAKTERYSTYKA FIZYKOCHEMICZNA KOMPLEKSÓW CHOLESTERYLOWYCH POCHODNYCH B-CYKLODEKSTRYNY Z 5-FLUOROURACYLEM

Paweł Misiak<sup>1</sup>, Bartosz Maliszewski<sup>1,2</sup>, Agnieszka Z. Wilczewska<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Wydział Chemii Uniwersytetu w Białymstoku, Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok

<sup>2</sup>Szkoła Doktorska Nauk Ścisłych i Przyrodniczych Uniwersytetu w Białymstoku, Ciołkowskiego 1K,  
15-245 Białystok  
p.misiak@uwb.edu.pl

Wyzwania związane z terapią nowotworów obejmują słabą rozpuszczalność i stabilność leków oraz trudność w ukierunkowanym dostarczaniu środków chemoterapeutycznych, co przekłada się na liczne skutki uboczne. Jednym z rozwiązań jest zastosowanie nośników leków, które mogą poprawić rozpuszczalność i stabilność farmaceutyków. Dodatkowo, dzięki zastosowaniu czynników naprowadzających, mogą one sprzyjać dostarczaniu leków do miejsc zmienionych chorobowo. To z kolei pozwala na obniżenie dawki substancji aktywnej i zniwelowanie negatywnego wpływu na komórki fizjologiczne [1,2].

Prezentowane badania dotyczą syntezy i charakterystyki  $\beta$ -cyklodekstryn ( $\beta$ -CD) sfunkcjonalizowanych ugrupowaniami cholesterylowymi. Zdolność otrzymanych układów do tworzenia kompleksów z 5-FU została zbadana przy użyciu spektroskopii w podczerwieni (ATR-FTIR), analizy termogravimetrycznej (TGA) i skaningowej kalorymetrii różnicowej (DSC). Ustalono granice wykrywalności dla stosowanych metod oraz określono maksymalną liczbę cząsteczek leku, które mogą być zawarte w kompleksach z pochodnymi  $\beta$ -CD.

**Podziękowanie:** Projekt finansowany przez NCN, grant Preludium 19 nr 2020/37/N/ST5/02140.

Analizy wykonano w Centrum Syntezy i Analizy BioNanoTechno Uniwersytetu w Białymstoku.

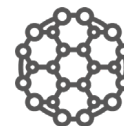
Wyposażenie Centrum zakupiono z funduszy Unii Europejskiej na lata 2007-2013;

projekt POPW.01.03.00-20-034/09-00 oraz POPW.01.03.00-20-004/11.

Literatura:

[1] S. Vodenkova, et al. *Pharmacol. Ther.* (2020) 206, 107447.

[2] P. Misiak, et al. *Polymers* (2020) 12, 2620.



## PREPARATYKA KOMPOZYTU PIANKA NIKLOWA/NANORODY $\text{TiO}_2$ DO FOTOKATALITYCZNEGO OCZYSZCZANIA POWIETRZA

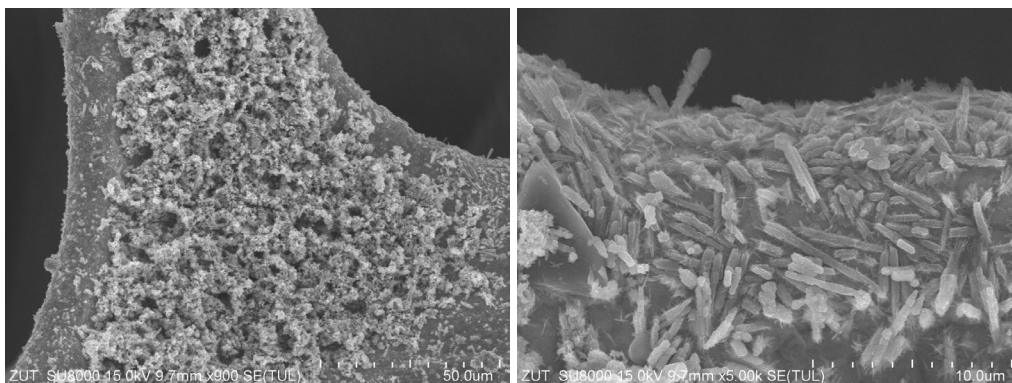
Piotr Rychtowski\*, Bartłomiej Prowans, Maciej Trzeciak, Beata Tryba

Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny  
w Szczecinie, Pułaskiego 10, 70-322 Szczecin

\*piotr.rychtowski@zut.edu.pl

Nasze poprzednie badania dowiodły [1], że wykorzystanie połączenia pianek metalicznych, np. niklowych oraz naniesionych na nich warstw dwutlenku tytanu prowadzi do zwiększonej wydajności reakcji termo-/fotokatalitycznych.

W prezentowanych badaniach przeprowadzono zmodyfikowaną [2], dwuetapową syntezę, mającą na celu uzyskanie kompozytu składającego się z porowatej pianki niklowej oraz pokrytych na niej nanorodów  $\text{TiO}_2$ . Kompozyty te poddano analizie fizykochemicznej z wykorzystaniem takich technik jak m.in. dyfrakcja rentgenowska oraz skaningowa mikroskopia elektronowa (Rys. 1). Materiały te wykorzystano następnie do fotokatalitycznego rozkładu acetaldehydu w fazie gazowej w specjalnie zaprojektowanym reaktorze z możliwością naświetlania i nastawy temperatury reakcji, a także badaniem widma FTIR *in-situ*.

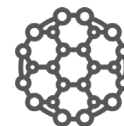


Rys. 1. Wybrane zdjęcia SEM kompozytu pianka niklowa/nanorody  $\text{TiO}_2$

Badania zostały sfinansowane przez Narodowe Centrum Nauki  
w ramach projektu PRELUDIUM nr 2023/49/N/ST11/01737

Literatura:

- [1] B. Tryba, P. Miądlicki, P. Rychtowski, M. Trzeciak, R.J. Wróbel *Materials* (2023) 16, 5241.
- [2] J. Xiong, L. He *J. Exp. Nanosci.* (2017) 12, 384-393.



## EKOLOGICZNE FOLIE SPOŻYWCZE NA BAZIE CHITOZANU I EKSTRAKTU Z IMBIRU

Karolina Stefanowska<sup>1</sup>, Joanna Młodziejewska<sup>1</sup>, Magdalena Woźniak<sup>1</sup>, Marlena Baranowska<sup>2</sup>, Anna Sip<sup>3</sup>, Izabela Ratajczak<sup>1</sup>, **Renata Dobrucka**\*<sup>4</sup>

<sup>1</sup>*Katedra Chemii, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu*

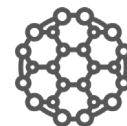
<sup>2</sup>*Katedra Hodowli Lasu, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu*

<sup>3</sup>*Katedra Biotechnologii i Mikrobiologii Żywności, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu*

<sup>4</sup>*Katedra Jakości Produktów Przemysłowych i Opakowań, Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu*

\**Renata.Dobrucka@ue.poznan.pl*

W branży opakowań zachodzi aktualnie wiele zmian, które podyktowane są wieloma czynnikami, a do najważniejszych można zaliczyć m.in. regulacje prawne wprowadzone przez Unię Europejską w sprawie zmniejszenia wpływu materiałów z tworzyw sztucznych na środowisko. W przypadku opakowań do żywności istotną rolę odgrywa jego funkcjonalność oraz możliwość wydłużenia terminu przydatności do spożycia. Zgodnie z ideą zmniejszenia obciążenia środowiska naturalnego ważne jest, aby było materiałem w pełni ulegającym biodegradacji i składającym się z substancji pochodzenia naturalnego. Zatem celem niniejszej pracy było otrzymanie aktywnego opakowania opartego na chitozanie oraz ekstrakcie z imbiru. Ekstrakt z imbiru charakteryzował się aktywnością hamowania rozwoju m.in. *B. subtilis*, *E. coli* oraz *C. albicans* i jednocześnie brakiem aktywności względem szczepów bakterii probiotycznych – *L. rhamnosus* i *L. plantarum*. Aktywność biologiczna ekstraktu z imbiru związana była m.in. z wysoką zawartością związków fenolowych ( $89,59 \pm 1,05$  mg GA eq/g ekstraktu). Folia chitozanowa z dodatkiem ekstraktu z imbiru wykazywała aktywność względem *B. subtilis*, *E. coli* *C. albicans*, w przeciwieństwie do folii opartej wyłącznie na chitozanie. Ponadto, dodatek ekstraktu z imbiru do matrycy chitozanowej spowodował spadek wytrzymałości na rozciąganie oraz wzrost wartości wydłużenia przy zerwaniu. Folia na bazie chitozanu i ekstraktu z imbiru wykazywała wyższą wartość przepuszczalności pary wodnej w porównaniu do folii chitozanowej. Uzyskane wyniki badań wskazują, że folia na bazie chitozanu oraz ekstraktu z imbiru może być alternatywą do opakowań z tworzyw sztucznych. Proponowane rozwiązanie charakteryzuje się aktywnością przeciwdrobnoustrojową, co może pozytywnie wpłynąć na wydłużenie trwałości.



## FUNKCJONALNE MATERIAŁY HYDROŻELOWE OPARTE NA CELULOZIE DLA POTENCJALNYCH ZASTOSOWAŃ W CHEMII ROLNEJ

**Sebastian G. Mucha**\*, Przemysław Pietrusiak

*Wydział Chemiczny, Politechnika Wrocławska, ul. C. K. Norwida 4/6, 50-373 Wrocław*

*\*sebastian.mucha@pwr.edu.pl*

Produkcja żywności jest obecnie skonfrontowana z szeregiem problemów związanych z gwałtownymi zmianami klimatycznymi i demograficznymi, postępującą degradacją środowiska oraz sytuacją geopolityczną. Jednym z istotnych wyzwań jest opracowanie uniwersalnego sposobu na zwiększenie produktywności rolnej, biorąc pod uwagę kwestie dostępu do makro- i mikroelementów, a także oszczędnej gospodarki wodnej. Na szczególną uwagę zasługują hydrożelowe superabsorbenty oparte na polisacharydach, na przykład na celulozie [1, 2].

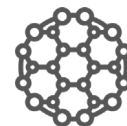
Niniejsza praca przedstawia drukowane trójwymiarowe hydrożelowe materiały funkcjonalne otrzymane z hydroksyetylocelulozy (HEC) jako biokompatybilnej i biodegradowalnej pochodnej. Celem pracy jest zbadanie wpływu formulacji (min. poprzez dobór zawartości komponentów, czynnika sieciującego oraz temperatury) na budowę oraz stabilność otrzymanych materiałów hydrożelowych HEC. Ich morfologia została scharakteryzowana za pomocą skaningowej mikroskopii elektronowej, natomiast struktura chemiczna została zbadana przy użyciu spektroskopii w podczerwieni. Opisane materiały typu 3D mogą służyć jako nośnik mikroelementów i innych substancji korzystnych dla prawidłowego rozwoju roślin.

Badania zostały sfinansowane przez Narodowe Centrum Nauki  
(Nr grantu: UMO-2020/37/B/NZ9/04201).

### Literatura:

- [1] N. Ranganathan, R. Joseph Bensingh, M. Abdul Kader, S.K. Nayak, Rozdział w *Cellulose-Based Superabsorbent Hydrogels (Polymers and Polymeric Composites: A Reference Series)* Springer (2019), 1-21.
- [2] B.E. Channab, A. El Idrissi, Y. Essamlali, M. Zahouily, *Journal of Environmental Management* (2024) 352, 119928.





## REAKTYWNE SURFAKTANTY SILIKONOWE DO HYDROFOBIZACJI POWIERZCHNI

Sylwia Ronka<sup>\*1</sup>, Łukasz Lamch<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Katedra Inżynierii i Technologii Polimerów, Wydział Chemiczny, Politechnika Wroclawska,  
Norwida 4/6, 50-373 Wrocław

<sup>2</sup>Katedra Inżynierii i Technologii Procesów Chemicznych, Wydział Chemiczny,  
Politechnika Wroclawska, Norwida 4/6, 50-373 Wrocław

\*sylvia.ronka@pwr.edu.pl

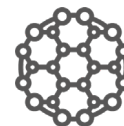
Hydrofobizacja powierzchni stanowi istotny problem technologiczny, zwłaszcza w zakresie ochrony przed zabrudzeniami, zanieczyszczeniem i korozją, a także tworzenia stabilnych układów koloidalnych w środowiskach niewodnych [1]. Małocząsteczkowe surfaktanty siloksanowe są podatne na hydrolizę w środowiskach alkalicznych, co znacząco utrudnia ich zastosowanie w kierunku tworzenia stabilnych warstw powierzchniowych [2]. Wady tej pozbawione są zarówno pochodne karbosilanowe (z ugrupowaniami metylenowymi zamiast atomów tlenu pomiędzy atomami krzemu), jak i oligomeryczne surfaktanty typu kopolimerów szczepionych z bocznymi łańcuchami hydrofilowymi [1,2].

Celem pracy było zsyntezowanie pochodnych karbosilanowych i amfifilowych kopolimerów szczepionych z ugrupowaniami winylowymi, a także przeprowadzenie ich polimeryzacji powierzchniowej i ocena m.in. w aspekcie kątów zwilżania, uzyskanych warstw hydrofobowych. Większym potencjałem charakteryzowały się kopolimery typu *graft*, ze względu na lepsze pokrycie powierzchni i brak tendencji do odspajania się warstwy hydrofobowej pod wpływem wody.

Praca i udział w konferencji zostały sfinansowane ze środków Narodowego Centrum Nauki w ramach projektu SONATA nt. "*Reactive silicone surfactants for interface hydrophobization – process analytical technology (PAT)*", nr 2021/43/D/ST8/01992.

### Literatura:

- [1] R.M. Hill *Curr. Opin. Colloid & Interface Sci.* (2002) 7, 255-261.
- [2] Y. Huang, M. Guo, J. Tan, S. Feng *Langmuir* (2020) 36, 2023-2029.



## ZASTOSOWANIE LDPS, AI i MODUŁU DEEP LEARNING DO CHARAKTERYSTYKI POPULACJI KRYSZTAŁÓW WĘGLANU WAPNIA

**Urszula Kiełkowska\***, Aleksandra Jarębska, Marcin Cichosz, Andrzej Wolan, Krzysztof Mazurek, Sebastian Drużyński, Adriana Wróbel-Kaszanek, Anna Kujawska, Marzanna Kurzawa

*Wydział Chemii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Gagarina 7, 87-100 Toruń*

*\*ulak@umk.pl*

Analiza wielkości cząstek ciała stałego jest powszechnie wykorzystywanym badaniem w wielu dziedzinach, w tym w medycynie i farmacji, gdzie rozmiar cząstek odgrywa istotną rolę w procesie produkcji farmaceutycznej. Istotą takiej analizy jest dobranie odpowiedniej metody pomiarowej, szczególnie w przypadku cząstek o wymiarach nanometrycznych. W tym celu wykorzystać można sztuczną inteligencję, która po odpowiednim nauczaniu głębokim (Deep Learning) jest w stanie określić m.in. rozmiar, obwód, pole powierzchni każdej pojedynczej cząstki.

Celem pracy było porównanie metody LDPS oraz mikroskopii optycznej połączonej z oprogramowaniem sztucznej inteligencji w celu zbadania charakterystyki populacji kryształów węgla wapnia.

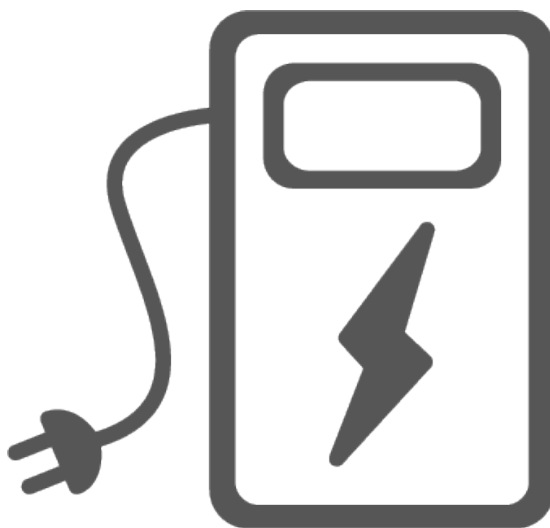
Pomiar wielkości cząstek przeprowadzono metodą dyfrakcji laserowej „na sucho” za pomocą aparatu MASTERSIZER 3000.

Analizowane próbki zbadano za pomocą mikroskopu Olympus BXC oraz oprogramowania cellSens, dzięki któremu zmierzono rozmiar i pole powierzchni każdej pojedynczej cząstki. Wykorzystano nadzorowaną formę uczenia maszynowego, które ma na celu nauczyć urządzenie klasyfikować badane obiekty do odpowiedniej kategorii według wybranych preferencji.

Bardziej dokładną analizą jest metoda z wykorzystaniem modułu Deep Learning, ponieważ możliwe jest dokładne określenie, które elementy próbki są mierzone, a otrzymany wynik jest szczegółowy i możliwy do uzyskania w kilka minut.

Aparat Mastersizer 3000 oraz rozbudowa oprogramowania o moduł DL z wykorzystaniem AI sfinansowało Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, projekt nr POWR.03.05.00-00-Z306/18 Universitas Copernicana Thoruniensis In Futuro II, Zadanie 2/Moduł 1.

**TECHNOLOGIE KONWERSJI  
I MAGAZYNOWANIA ENERGII  
– TRENDY I PERSPEKTYWY**



**POSTERY**



## CHARAKTERYSTYKA OGNIW KWASOWO-OŁOWIOWYCH PRZEZNACZONYCH DO WSPÓŁPRACY Z OZE

Ewa Jankowska<sup>\*1</sup>, Katarzyna Lota<sup>1</sup>, Łukasz Kolanowski<sup>1</sup>, Grzegorz Lota<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Metali Nieżelaznych, Oddział w Poznaniu, *ul. Forteczna 12, 61-362 Poznań*

<sup>2</sup> Politechnika Poznańska, Instytut Chemii i Elektrochemii Technicznej, *ul. Berdychowo 4, 60-965 Poznań*

*\*Ewa.Jankowska@imn.lukasiewicz.gov.pl*

Ograniczenia zasobów energetycznych, w tym szybkie wyczerpywanie się paliw kopalnych prowadzą do rozwoju nowych, alternatywnych źródeł energii. Obecnie, dużo prac skoncentrowanych jest w obszarze technologii efektywnego magazynowania energii elektrycznej współpracującej z instalacjami fotowoltaicznymi, przy wykorzystaniu magazynów stacjonarnych. Jedno z możliwych rozwiązań magazynów stacjonarnych oparte jest na akumulatorach kwasowo-ołowiowych. Dobór odpowiednich akumulatorów jest poważnym wyzwaniem z punktu widzenia właściwej pracy i poprawnej eksploatacji instalacji OZE. Przy wyborze akumulatorów ołowiowo-kwasowych stacjonarnych należy wziąć pod uwagę pojemność, żywotność jak również typ użytej technologii (np. AGM, z płynnym elektrolitem czy z elektrolitem żelowym). Każda z technologii ma zalety jak i wady a nieodpowiednie warunki eksploatacyjne mogą niekorzystnie wpłynąć na pracę układu. W prezentowanej pracy wykonano badania elektryczne i klimatyczne komercyjnie dostępnych, 2V ogniw kwasowo-ołowiowych przeznaczonych do współpracy z odnawialnymi źródłami energii. Pomiarów obejmowały badania elektryczne min. wyznaczenie pojemności C10 i C1, badanie procesu samowyładowania w czasie 1 miesiąca, a także badania klimatyczne, tj. wyznaczenie pojemności w temperaturach -20°C, 10°C, 35°C (w różnym zakresie wilgotności).

Uzyskane wyniki badań pozwoliły na określenie różnic w otrzymanych charakterystykach elektrycznych. Badane ogniwa wykazywały deklarowane przez producenta pojemności znamionowe, jak również spełniły wymaganie dotyczące stopnia samowyładowania. Zauważalne różnice występowały podczas wyładowania natężeniem prądu 50A w czasie 1h oraz ładowania z maksymalnym dopuszczalnym natężeniem prądu w czasie 2h.



**Podziękowania**

Prace realizowane w ramach zamówienia przedkomercyjnego „Magazynowanie energii elektrycznej - Strumień System” 75/21/PU-05 (20/BR/0106/21)



## KONDENSATOR CYNKOWO-JONOWY OPERUJĄCY W ELEKTROLICIE Z DODATKIEM ROZTWORÓW WYKAZUJĄCYCH AKTYWNOŚĆ REDOKS

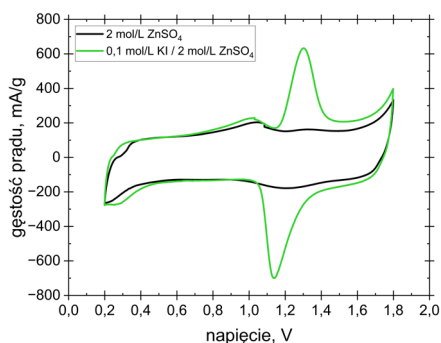
Paulina Bujewska<sup>\*1</sup>, Ilona Acznik<sup>1</sup>, Krzysztof Fic<sup>1,2</sup>, Grzegorz Lota<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Metali Nieżelaznych Oddział w Poznaniu,  
Forteczna 12, 61-362 Poznań

<sup>2</sup>Politechnika Poznańska, Instytut Chemii i Elektrochemii Technicznej, Berdychowo 4, 60-965  
Poznań

\*[paulina.bujewska@imn.lukasiewicz.gov.pl](mailto:paulina.bujewska@imn.lukasiewicz.gov.pl)

Kondensator cynkowo-jonowy (Zn-ion) to urządzenie hybrydowe, w którym jedna elektroda jest przygotowana z porowatego materiału, zapewniając wysoką wydajność i odpowiednią szybkość procesów elektrochemicznych dzięki oddziaływaniom elektrostatycznym na granicy faz elektroda/elektrolit. Druga elektroda zapewnia natomiast wysoką pojemność, będącą efektem reakcji redoks zachodzących na elektrodzie. Jako elektrolity stosuje się roztwory wodne lub organiczne zawierające jony cynku [1]. W niniejszej pracy badano kondensatory Zn-ion zbudowane z mikroporowatego materiału węglowego, metalicznego cynku oraz elektrolitów na bazie roztworu  $ZnSO_4$ , do których stosowano dodatki roztworów wykazujących aktywność redoks – jodków oraz tiocyjanianów, o niskich stężeniach. Celem pracy było zwiększenie pojemności układu przy jednoczesnym braku negatywnego wpływu na inne parametry pracy kondensatora.



Rys. 1. Woltamperogram (układ dwuelektrodowy) zarejestrowany dla układu Zn/YP-80F pracującego w roztworze  $ZnSO_4$  oraz w roztworze tej samej soli z dodatkiem roztworu KI

Badania zostały sfinansowane ze środków MNiSW w ramach subwencji przyznanej Sieci Badawczej Łukasiewicz-Instytut Metali Nieżelaznych w roku 2024

Literatura:

[1] H. Tang, J. Yao, Y. Zho *Adv. Energy Mater.* (2021) 11, 203994



## SOLWATACYJNE CIECZE JONOWE NA BAZIE GLINU: CHARAKTERYSTYKA FIZYKOCHEMICZNA I ELEKTROCHEMICZNA

Angelika Mieszczanin<sup>\*1</sup>, Alina Brzęczek-Szafran<sup>1</sup>, Binayak Roy<sup>2</sup>, Karolina Matuszek<sup>2</sup>, Douglas R. MacFarlane<sup>2</sup>, Anna Chrobok<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Katedra Technologii Chemicznej Organicznej i Petrochemii, Wydział Chemiczny, Politechnika Śląska, Bolesława Krzywoustego 4, 44-100 Gliwice*

<sup>2</sup>*School of Chemistry, Monash University, Clayton, Victoria, 3800 Australia*

*\*angelika.mieszczanin@polsl.pl*

Rosnące zapotrzebowanie na energię elektryczną oraz regulacje prawne generują potrzebę rozwoju efektywnych i ekonomicznych materiałów dedykowanych procesom elektrochemicznym, wykorzystywanym w magazynowaniu energii. Jednym z ciekawych rozwiązań w tej dziedzinie są solwatacyjne cieczki jonowe (SILs) znajdujące zastosowanie jako elektrolity w bateriach. Tę wyjątkową grupę związków charakteryzuje prostota syntezy, wysoka stabilność termiczna, wysoka przewodność, a także niska lotność i palność. [1] Pomimo tego, że najbardziej dostępną technologią magazynowania energii są akumulatory Li-jonowe, powszechne w mobilnych urządzeniach elektronicznych czy transporcie, ograniczone możliwości pozyskiwania litu, a co z tym związane jego koszt, oraz podatność na zapłon stwarzają potrzebę rozwijania baterii opartych na innych metalach m.in. Al. Opracowanie tego typu baterii wymaga jednak opracowania nowych elektrolitów opartych na glinie, uwzględniając ograniczenie korozji, zwiększenie przewodnictwa czy obniżenie lepkości.

Celem badań była synteza SILs na bazie trifluorometanosulfonianu glinu i eteru dimetylowego glikolu trietylenowego (triglyme), a następnie ich charakterystyka fizykochemiczna obejmująca pomiary lepkości, gęstości, przewodnictwa. Dokonano również charakterystyki elektrochemicznej w celu oceny potencjału SILs na bazie glinu jako elektrolitów dedykowanych bateriom glinowo-jonowym.

Podziękowania: Badania realizowane w ramach grantu NCN Opus 20 (UMO 2020/37/B/ST8/00693) oraz NAWA (BPI/PST/2021/1/00039).

Literatura:

[1] J.M. Tarascon, M. Armand, *Nature*, 2001, 414, 359.

[2] T. Mandai, K. Dokko, M. Watanabe, *Chem. Rec.*, 2019, 19, 708.



## ELEKTROCHEMICZNE KONDENSATORY OPARTE NA BIOMASIE I JEJ POCHODNYCH

Konrad Małyśiak<sup>1</sup>, Krzysztof Karoń<sup>1,2</sup>, Magdalena Komorowicz<sup>3,4</sup>,  
Małgorzata Czichy\*<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Wydział Chemiczny, Katedra Fizykochemii i Technologii Polimerów, Politechnika Śląska, Polska

<sup>2</sup> Centrum Elektroniki Organicznej i Nanohybrydowej CONE Politechnika Śląska, Gliwice, Polska

<sup>3</sup> Centrum Technologii Drewna, Sieć Badawcza Łukasiewicz –

Poznański Instytut Technologiczny, Poznań, Polska

<sup>4</sup> Katedra Chemii, Wydział Leśny i Technologii Drewna,

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Poznań, Polska

\*e-mail: Malgorzata.Czichy@polsl.pl

W ramach badań została wykorzystywana biomasa jako prekursor materiału elektrodowego kondensatora/akumulatora elektrochemicznego. Materiały modyfikujące elektrodę powinny być ogólnodostępne, tanie, biodegradowalne, a także wykazywać porowatość adekwatną do zastosowanej soli, znaczą powierzchnię właściwą, polaryzowalność czy nawet obecność dodatkowych centów redoks [1,2]. Wykorzystano pochodne biomasy drzewnej do akumulacji ładunku elektrycznego w urządzeniach typu kondensator elektrolityczny lub elektrochemiczny; (1) z wykorzystaniem takich materiałów jak pulpa drzewna – świerk, hydrolizowana pulpa drzewna, octan celulozy, octan celulozy + nano-Mt, nanoceluloza; (3) dobór pozostałych elementów budowy kondensatora (rozpuszczalnika, soli oraz materiału membrany); (4) ustalenie geometrii kondensatora, procedury składania; (5) wyznaczenie parametrów elektrycznych otrzymanych kondensatorów m.in. okna potencjałowego, napięcia przebicia, pojemności ładowania, ilości cykli ładowania/rozładowania (techniki - cykliczna woltamperometria, chronoamperometria, chronopotencjometria itp.).

Do najważniejszych wniosków można zaliczyć następujące obserwacje:

- octan celulozy był początkowo brany pod uwagę z powodu lepszego rozpraszania nanocząstek platyny w tym ośrodku niż w przypadku innych matryc;
- obecność nano-Pt zwiększyła prądy ładowania o ok. 15 %, co jednak zawężyło okno potencjałowe prawie o 0.5 V;
- najlepsze parametry otrzymano dla układu nanoceluloza+NBU<sub>4</sub>/PF<sub>6</sub>/PC, gdzie zarejestrowano wartości ładowania na poziomie 5 mA/cm<sup>2</sup> (1V) i gęstości energii pola elektrycznego na poziomie 0.05 mW z powtarzalnością dochodzącą do 100 cykli.





Literatura:

- [1] Ying Zhang , Zhaohui Wang *Adv. Funct. Mater.* (2017), 7(18), 1700130
- [2] Xiuzhi Zhu , Gang Wang, Jianhong Zhou *Resour. Chem. Mater.* (2023), 2(2), 177-188

## PRACOWNIA AFM MIKROSKOP SIŁ ATOMOWYCH (AFM)



WYDZIAŁ  
TECHNOLOGII  
CHEMICZNEJ

Mikroskop sił atomowych AFM firmy Park Systems (USA), model Park NX10 umożliwia analizę powierzchni ciał stałych: w powiększeniu, w trzech wymiarach oraz pozwala na wyznaczenie właściwości nanomechanicznych analizowanych materiałów.

### Cechy i zalety mikroskopu AFM

- Pozwala na generowanie trójwymiarowych obrazów powierzchni próbek,
- Posiada możliwość dokładnego zwymiarowania obiektów/elementów występujących na powierzchni (w tym także ich wysokości),
- Wyposażony jest w wiele dodatkowych trybów pozwalających przebadать próbki pod kątem ich właściwości mechanicznych, magnetycznych, elektrycznych i termoprzewodzących.

### Tryby podstawowe:

- Generujący tylko obrazy topografii powierzchni,
- Tryb kontaktowy,
- Tryb przerywanego kontaktu – pozwala dodatkowo na wygenerowanie obrazów kontrastu materiałowego,
- Tryb bezkontaktowy.

### Dodatkowe tryby:

- Pomiary w cieczy,
- Mikroskopia przewodnictwa cieplnego (S<sub>Thm</sub>),
- Mikroskopia przewodnictwa prądowego (CP-AFM),
- Mikroskopia sił magnetycznych (MFM),
- Pomiar lokalnych właściwości mechanicznych (Spektroskopia F/d, PINPOINT),
- Mikroskopia sił elektrostatycznych (EFM),
- Mikroskopia sondą Kelvina (KPFM),
- Skaningowy mikroskop tunelowy (STM),
- Pomiary w kontrolowanej temperaturze.



### Wymagania dotyczące próbki:

- Maksymalna wysokość próbki – 15 mm,
- Maksymalna szerokość próbki – 50 mm (zalecane mniejsze rozmiary do 5 mm),
- Próbki możliwie płaskie lub o relatywnie małej chropowatości.

**Koszt wykonania analizy AFM ustalany jest indywidualnie.** Na cenę usługi wpływa m.in. liczba próbek/preparatów oraz stosowane metody badawcze.

**Jeżeli chcesz zlecić wykonanie analizy AFM oraz ustalić koszty, skontaktuj się z nami:**

tel. 61 665 3547 lub e-mail: [przemyslaw.bartczak@put.poznan.pl](mailto:przemyslaw.bartczak@put.poznan.pl),

tel. 61 665 2954 lub e-mail: [filip.jaworski@put.poznan.pl](mailto:filip.jaworski@put.poznan.pl).

<https://fct.put.poznan.pl/pracownia-afm>

**Politechnika Poznańska, Instytut Technologii i Inżynierii Chemicznej**

**Ultra-wysokosprawny chromatograf cieczowy (UHPLC) sprzężony ze spektrometrem mas wyposażonym w detektor kwadrupol-czas przelotu (Q-TOF-MS/MS) wraz z dodatkowym wyposażeniem.**

Podstawę wysokosprawnego chromatografu cieczowego stanowi system Agilent 1290 Infinity II LC sprzężony ze spektrometrem mas 6546 LC/Q-TOF, który zapewnia szybką, czułą i powtarzalną analizę zarówno małych jak i dużych cząsteczek. System Agilent 1290 Infinity II LC jest również wyposażony w detektor z matrycą diodową (DAD) oraz detektor fluorescencyjny (FLD).

**Cechy i zalety**

- Duża szybkość analizy przy zachowaniu wysokiej rozdzielczości oraz czułości
- Niskie limity detekcji rzędu pikogramów i femtogramów
- Możliwość identyfikacji dużej liczby związków w trakcie pojedynczej analizy
- Wysoka powtarzalność analiz
- Wyższa rozdzielczość chromatograficzna – specjalnie zaprojektowane elementy drogi przepływu próbki pozwalają osiągnąć najniższy poziom rozproszenia próbki w układzie poza kolumną
- Wysoka jakość danych umożliwiającą analizę jakościową oraz ilościową
- Możliwość precyzyjnego projektowania metody analitycznej dzięki zastosowaniu pompy binarnej



**Przykładowe obszary zastosowań**

- Analizy środowiskowe
- Analiza mieszanin jedno-, jak i wieloskładnikowych
- Identyfikacja i charakterystyka zanieczyszczeń
- Identyfikacja i charakterystyka peptydów/białek
- Bezpieczeństwo żywności
- Analiza związków naturalnych
- Analiza związków farmaceutycznych (biodostępność, pK)
- Metabolomika, analiza jakościowa oraz ilościowa metabolitów z różnych klas chemicznych i biologicznych
- Analiza biomarkerów

# Reaxys Academic Edition

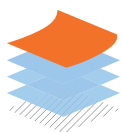
For Every Chemist

## Accelerate Your Chemistry Research

Reaxys Academic Edition provides unparalleled levels of flexibility and access to **all its features in one place** allowing researchers and students expand their research interest with confidence and ease



### Reaxys Academic Edition keeps your research relevant with:



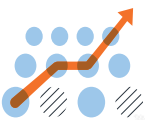
**Reliable and accurate chemical data** excerpted from 16000 journals, with 500M searchable experimental properties, functional beyond chemistry as a subject area



**The world's largest medicinal chemistry database**, with 41+ million bioactivity data points, to achieve rapid hit identification and lead optimization



**Reaxys Predictive Retrosynthesis** - a best-in-class innovation redesigned for synthetic and medicinal chemists, to boost success rates in synthesis route design and prediction



**Navigate through patent documents** from 105 offices and more than 150 patent classes, to find relevant information regarding the novelty of your research with ease. Reaxys covers more than other chemical databases, with new patents, abstracts, and claims available 5 days after publication.

To learn more about how Reaxys can support you, get in touch

Contact us

<https://www.elsevier.com/solutions/reaxys/higher-education>

ELS Copyright image courtesy of The Image Library. The Product is a service mark of Elsevier Inc. Copyright © 2022 Elsevier B.V.



RELX™

• WYPOSAŻENIE • ODCZYNNIKI • URZĄDZENIA •



Twój partner w laboratorium

*...już od 25 lat!*

Zapewnij sobie sprzęt najwyższej klasy!

W naszym asortymencie znajdują się już:

- inkubatory CO2
- liczniki i separatory komórek,
- sprzęt do badań w dziedzinie biologii molekularnej,
- wirówki - w tym modele z chłodzeniem,
- pipety, dozowniki, biurety i titraty,
- chłodziarki farmaceutyczne i laboratoryjne,
- kostkarki do lodu,
- komory laminarne wszystkich klas bezpieczeństwa,
- systemy do produkcji wody ultra-czystej,
- myjki i homogenizatory ultradźwiękowe,
- mieszadła i homogenizatory mechaniczne,
- płyty grzejne i termocyklery,
- wytrząsarki i vorteksy,
- wyparki i kontrolery próżni,
- cieplarki i inkubatory mikrobiologiczne,
- meble laboratoryjne do stref czystych,
- spektrofotometry oraz wiele innych.

*zapraszamy  
do kontaktu:*

Labo24 Sp. z o.o.  
ul. Gen. Sowińskiego 5  
44-100 Gliwice  
tel. +48 32 230 57 12 do 14  
labo24@labo24.pl  
[www.labo24.pl](http://www.labo24.pl)

Rozszerzamy naszą  
ofertę o materiały  
zużywalne  
i nowoczesne  
urządzenia  
do Life Science!

**Nowości  
w Labo24  
i na polskim  
ryнку!**

Zapewniamy  
nowoczesne rozwiązania,  
które podniosą  
standardy każdego  
laboratorium.



Zeskanuj po więcej informacji!





Poznaj  
pełną ofertę.



**ODKRYJ** wagi laboratoryjne  
stworzone przez **RADWAG**

[radwag.com](http://radwag.com)



Marmite Sp. z o.o z siedzibą w Zakrzewie, k. Poznania jest na rynku polskim od ponad 30 lat, a jej właścicielem jest amerykański holding inwestycyjny Cranemere.

Marmite jest wiodącym producentem najwyższej jakości wanien, umywalk i brodzików prysznicowych wykonanych z materiału Mineral Composite. Od lat obsługujemy produkty OEM i ODM, dostarczając je naszym klientom na całym świecie. Nasz nowoczesny i rozszerzony park maszynowy składa się z 6 linii produkcyjnych o możliwościach produkcyjnych 2 000 000 produktów rocznie. W naszej fabryce zatrudniamy prawie 700 osób.



Marmite to połączenie wielu elementów, w tym zindywidualizowanego modelu współpracy, unikalnej wiedzy specjalistycznej, najwyższej jakości materiału, jakości, możliwości produkcyjnych, kompetencji projektowych i innych kluczowych czynników. Nasza zdolność do komponowania ich w połączeniu z ciągłym rozwojem pozwala nam oferować najlepsze rozwiązania dostosowane do potrzeb klientów.

Od lat angażujemy się w zrównoważony rozwój. Niezależnie od etapu projektowania produktu, produkcji, lub wysyłki, kierujemy się zasadami Eco-Responsibility. Stale inwestujemy w nowy sprzęt, ulepszymy nasze obiekty w celu zapewnienia czystszej i bardziej wydajnej produkcji, a każdą inwestycję kapitałową oceniamy z punktu widzenia ochrony środowiska.

Badania i rozwój technologii umożliwiły stworzenie wyjątkowego na rynku materiału. Połączenie dolomitu z elastyczną żywicą sprawia, że Mineral Composite zyskuje niespotykaną wytrzymałość i odporność na uszkodzenia.

**MINERAL  
COMPOSITE**

**75%**  
skała dolomitowa  
+  
**25%**  
żywica



**baza** .....  
min. 7 mm

**żelkot** .....  
min. 0.5 mm



Precyzja wykonania



Izolacja akustyczna



Akumulacja ciepła



Elastyczność projektowania



Wytrzymałość



Niezwykłe gładka i odporna powierzchnia

- **Spektrometry FTIR do badań rutynowych i badawczych**

Najszerza paleta produktów na rynku, od kompaktowego spektrometru ALPHA II po IFS125HR z najwyższą rozdzielczością dla wszystkich rutynowych, badawczych i naukowych zastosowań.

- **Mikroskopy FT-IR**

LUMOS jest wolnostojącym mikroskopem FTIR z pełną automatyką. Został zaprojektowany w celu połączenia najlepszych możliwości w zakresie kontroli wzrokowej i analizy spektralnej w podczerwieni z najwyższym komfortem użytkownika.

- **Spektrometry FT-NIR**

Intuicyjnie spektrometry dyspersyjne i FT-Ramana oraz mikroskopy o wysokiej rozdzielczości spektralnej, doskonale nadające się do badań i kontroli jakości.

- **Spektrometry Ramana**

Najszerza paleta produktów na rynku, od kompaktowego spektrometru ALPHA II po IFS125HR z najwyższą rozdzielczością dla wszystkich rutynowych, badawczych i naukowych zastosowań.

- **Analizatory gazów FT-IR**

Seria MATRIX MG to wytrzymałe, wysokowydajne analizatory fazy gazowej w średniej podczerwieni do zastosowań procesowych i badawczych.



## Wiodące innowacje FT-IR, FT-NIR i Raman

Bruker Polska oferuje najbardziej zaawansowane spektrometry FT-IR, FT-NIR, Raman i TeraHertz, aby spełnić wszystkie wymagania stawiane przez codzienną pracę naukową i w kontroli jakości. Niezliczone innowacje wdrożone w naszych spektrometrach, są uosobieniem naszej filozofii bycia liderem wydajności w naukach przyrodniczych i systemach analitycznych.

**Skontaktuj się z nami:** [www.bruker.com/optics](http://www.bruker.com/optics)

**Bruker Polska Sp.z o.o.**  
 Budziszynska 69  
 60-179 Poznań  
 Tel. +48 61 868 90 08  
 Fax. +48 61 868 90 96  
 Email: [bruken.polska@bruken.com](mailto:bruken.polska@bruken.com)





piany  
natryskowe



kleje  
poliuretanowe



systemy  
do powłok



systemy PU  
pianki sztywnej



systemy  
pianki elastycznej



pianki  
1K



masy klejąco-  
uszczelniające

# Inżynierowie lepszego świata



## SPONSORZY PLATYNOWI



**ELSEVIER**



Twój partner w laboratorium



## SPONSOR ZŁOTY



## SPONSORZY SREBRNI



## WYSTAWCY



## PATRONI MEDIALNI

