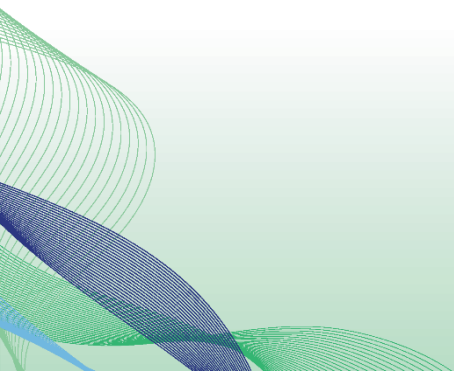


FIZYKOCHEMIA GRANIC FAZ – METODY INSTRUMENTALNE

ABSTRAKTY



Lublin 2025

Skład

dr Witold Zawadzki
witold.zawadzki@umcs.pl

Projekt okładki

mgr Alicja Pawlak
alicja.pawlak@umcs.pl

Treść streszczeń wydrukowano w formie nadesłanej przez autorów

HONOROWY KOMITET NAUKOWY

PATRONAT HONOROWY
WOJEWODA LUBELSKI
KRZYSZTOF KOMORSKI



Krzysztof Komorski
Wojewoda Lubelski



Patronat Marszałka
Województwa Lubelskiego
Jarosława Stawiarskiego

Jarosław Stawiarski
Marszałek Województwa Lubelskiego



PREZYDENT MIASTA LUBLIN
KRZYSZTOF ŻUK

Dr Krzysztof Żuk
Prezydent Miasta Lublin



Prof. dr hab. Radosław Dobrowolski
Rektor UMCS



Dr hab. Beata Cristóvão, prof. UMCS
Dziekan Wydziału Chemii UMCS



Prof. dr hab. Małgorzata Grabarczyk
Dyrektor Instytutu Nauk Chemicznych UMCS



Prof. dr hab. Robert Pietrzak
Prezes Polskiego Towarzystwa Chemicznego



**Oddział
w Lublinie**

Prof. dr hab. Cezary Sławiński, Czł. koresp. PAN
Prezes Lubelskiego Oddziału PAN



**Komisja Rozwoju
i Promocji Osiągnięć
Młodych Naukowców**

Prof. dr hab. Agnieszka Nosal-Wiercińska
Przewodnicząca Komisji Rozwoju i Promocji Osiągnięć
Młodych Naukowców PAN o/Lublin



**Komitet
Chemii Analitycznej**

**Prof. dr hab. inż. Małgorzata Iwona
Szyrkowska-Jóźwik**
Komitet Chemii Analitycznej PAN



mgr inż. Jerzy Klimczak
Prezes Stowarzyszenia Inżynierów i Techników
Przemysłu Chemicznego

KOMITET NAUKOWY

Dr hab. Mariusz Barczak, prof. uczelni

Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

Prof. dr hab. inż. Bogusław Baś

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

Dr hab. inż. Piotr Batys, prof. uczelni

Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera PAN

Dr hab. Anita Bocho-Janiszewska, prof. uczelni

Uniwersytet Radomski im. Kazimierza Pułaskiego

Prof. dr hab. Bogusław Buszewski

Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

Prof. dr hab. Stanisław Chibowski

Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

Prof. dr hab. Judyta Cielecka-Piontek

Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

Dr hab. Bożena Czech, prof. uczelni

Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

Dr hab. inż. Olga Długosz, prof. uczelni

Politechnika Krakowska im. T. Kościuszki

Dr hab. Agnieszka Dołhańczuk-Śródka, prof. uczelni

Uniwersytet Opolski

Prof. dr hab. Marzena Dzida

Uniwersytet Śląski w Katowicach

Prof. dr hab. Wojciech Gac

Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

Dr hab. Joanna Gościańska, prof. uczelni

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

Prof. dr hab. Małgorzata Grabarczyk

Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

Dr hab. Magdalena Greluk

Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

Dr Sebastian Grzyb

Wyższa Szkoła Inżynierii i Zdrowia w Warszawie

Dr hab. Gabriela Grzybek

Uniwersytet Jagielloński w Krakowie

Dr hab. Dorota Gugala-Fekner

Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

Prof. dr hab. Marcin Hoffmann

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

Dr hab. Daniel Janecki, prof. uczelni

Uniwersytet Opolski

Prof. dr hab. Bronisław Jańczuk

Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

Dr hab. Katarzyna Jedynak, prof. uczelni

Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach

Dr hab. Małgorzata Jurak, prof. uczelni

Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

Dr hab. inż. Łukasz Kłapiszewski, prof. uczelni

Politechnika Poznańska

Dr hab. inż. Tomasz Klepka, prof. uczelni

Politechnika Lubelska

Dr hab. Jolanta Kochana, prof. uczelni

Uniwersytet Jagielloński w Krakowie

Dr hab. Joanna Krawczyk

Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

Prof. dr hab. Mariusz Krawiec

Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

Prof. dr hab. Paweł Kulesza

Uniwersytet Warszawski

Dr hab. Joanna Lenik

Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

Prof. dr hab. Iwona Łakomska

Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

Dr hab. inż. Agata Łamacz, prof. uczelni

Politechnika Wrocławska

Prof. dr hab. Bogusława Łęska

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

Prof. dr hab. Wojciech Macyk

Uniwersytet Jagielloński w Krakowie

Prof. dr hab. Irena Malinowska

Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

Dr hab. Beata Messyasz, prof. uczelni

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

Prof. dr hab. Krzysztof Miecznikowski

Uniwersytet Warszawski

Prof. dr hab. Monika Motak

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

Prof. dr hab. Agnieszka Nosal-Wiercińska

Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

Prof. dr hab. inż. Izabela Nowak

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

Dr hab. Piotr Nowicki, prof. uczelni

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

Dr hab. Radosław Pankiewicz, prof. uczelni

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

Prof. dr hab. Tomasz Pańczyk

Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera PAN

Prof. dr hab. Robert Pietrzak

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

Prof. dr hab. Beata Podkościelna

Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

Dr hab. Paweł Rodziewicz, prof. uczelni

Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach

Dr hab. inż. Piotr Rutkowski, prof. uczelni

Politechnika Wrocławska

Prof. dr hab. Janusz Ryczkowski

Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

Dr hab. inż. Elżbieta Sikora, prof. uczelni

Politechnika Krakowska im. T. Kościuszki

Prof. dr hab. Sławomira Skrzypek

Uniwersytet Łódzki

Dr hab. Ewa Skwarek, prof. uczelni

Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

Prof. dr hab. inż. Marcin Sobczak

Warszawski Uniwersytet Medyczny

Dr hab. Paweł Stelmachowski, prof. uczelni

Uniwersytet Jagielloński w Krakowie

Dr hab. Marcin Stobiński, prof. uczelni

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

Dr hab. Anna Szabelska, prof. uczelni

Uniwersytet Medyczny w Lublinie

Dr hab. Katarzyna Szarłowicz, prof. uczelni

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

Dr hab. Katarzyna Szymczyk, prof. uczelni

Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

Dr hab. inż. Agnieszka Ślosarczyk, prof. uczelni

Politechnika Poznańska

Dr hab. Konrad Terpiłowski, prof. uczelni

Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

Dr hab. Cecylia Wardak, prof. uczelni

Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

Prof. dr hab. inż. Piotr Warszński

Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera PAN

Prof. dr hab. inż. Tomasz Wasilewski

Sieć Badawcza Łukasiewicz - Instytut Ciężkiej Syntezy Organicznej Białobrunia

Dr hab. Agnieszka Ewa Wiącek, prof. uczelni

Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

Prof. dr hab. inż. Piotr Wiczorek

Uniwersytet Opolski

Prof. dr hab. Małgorzata Wiśniewska

Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

Dr hab. Anna Wołowicz

Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

Dr hab. Grzegorz Wójcik, prof. uczelni

Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

Prof. dr hab. Jan Zawała

Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera PAN

Prof. dr hab. Anna Zdziennicka

Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

ORGANIZATORZY

Wydział Chemii UMCS, Instytut Nauk Chemicznych UMCS oraz
Lubelski Oddział Polskiego Towarzystwa Chemicznego wraz
z Sekcją Fizykochemii Zjawisk Międzyfazowych

KOMITET ORGANIZACYJNY



Przewodnicząca

Prof. dr hab. Agnieszka Nosal-Wiercińska



Przewodnicząca

Prof. dr hab. Małgorzata Wiśniewska



Dr hab. Ewa Skwarek, prof. uczelni



Dr hab. Konrad Terpiłowski, prof. uczelni



Dr Dariusz Sternik



Dr Witold Zawadzki



Mgr Alicja Pawlak

SEKCJE KONFERENCJI

Adsorpcja i stabilność układów zdyspergowanych

Przewodniczący:

prof. dr hab. inż. Piotr Warszyński

prof. dr hab. Anna Zdziennicka

Elektrochemia, elektroanaliza i chemia analityczna

Przewodniczący:

prof. dr hab. Sławomira Skrzypek

dr hab. Jolanta Kochana, prof. uczelni

Fizykochemia ciała stałego

Przewodniczący:

prof. dr hab. Tomasz Pańczyk

prof. dr hab. Mariusz Krawiec

Chemia w medycynie i kosmetyce

Przewodniczący:

prof. dr hab. Anna Nowicka

dr hab. n. med. Anna Szabelska, prof. uczelni

Chemia środowiskowa i radiochemia

Przewodniczący:

dr hab. Katarzyna Szarłowicz, prof. uczelni

dr hab. Piotr Nowicki, prof. uczelni

Technologia chemiczna i kataliza

Przewodniczący:

prof. dr hab. Robert Pietrzak

prof. dr hab. Wojciech Gac

WYKŁAD INAGURACYJNY



Profesor Marcin Hoffmann prowadzi badania koncentrujące się na zastosowaniu metod obliczeniowych chemii kwantowej oraz sztucznej inteligencji w modelowaniu molekularnym, projektowaniu nowych leków i badaniu oddziaływań między cząsteczkowych. Na początku swojej kariery naukowej skupiał się na badaniu wpływu różnych podstawników na konformację związków chemicznych, na mechanizmach inhibicji enzymów oraz podziałom związków pomiędzy różnymi fazami. W ostatnich latach jego badania rozszerzyły się o wykorzystanie sztucznej inteligencji, zwłaszcza sieci neuronowych, w projektowaniu nowych struktur chemicznych. W ramach tych badań współtworzył modele generujące nowe związki chemiczne o określonej aktywności, wykorzystując kody SMILES i SELFIES oraz algorytmy wspomagające proces poszukiwania nowych przestrzeni

chemicznych. Opracowane struktury są następnie weryfikowane pod kątem ich pożądanej aktywności.

W badaniach nad cytoprotekcyjną aktywnością związków na bazie indolu wykazał, że sztuczna inteligencja może skutecznie proponować nowe związki i przewidywać ich aktywność cytoprotekcyjną pod wpływem stresu oksydacyjnego. Modele AI pozwoliły na stworzenie nowej biblioteki związków o pożądanej aktywności, co zostało potwierdzone eksperymentalnie.

Marcin Hoffmann już podczas studiów magisterskich odbył staż badawczy na Uniwersytecie Oksfordzkim dzięki stypendium Fundacji im. Stefana Batorego. Po uzyskaniu doktoratu, którego promotorem był Profesor Jacek Rychlewski, w 2000 roku związał się z Wydziałem Chemii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu. W latach 2001–2002 odbył staż

podoktorski na Emory University w Atlancie, gdzie pod kierunkiem prof. Keiji Morokumy, specjalisty w dziedzinie chemii kwantowej, badał aktywację cząsteczek tlenu przez katalizatory zawierające jony żelaza. Wielokrotnie otrzymywał stypendia i nagrody, m.in. od Fundacji na Rzecz Nauki Polskiej oraz Centre de Mécanique Ondulatoire Appliquée we Francji. Stopień doktora

habilitowanego uzyskał w 2009 roku, a w 2017 otrzymał tytuł profesora.

Jest autorem lub współautorem ponad 100 publikacji naukowych. Obecnie jest członkiem Rady Doskonałości Naukowej, gdzie pełni funkcję Przewodniczącego Zespołu VI Nauk Ścisłych i Przyrodniczych, stanowisko to uzyskał w wyniku wygranych wyborów.

Sztuczna inteligencja w chemii: jak proponować cząsteczki o pożądanych cechach

Damian Nowak, Rafał Bachorz, Marcin Hoffmann

*Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Chemii,
ul. Uniwersytetu Poznańskiego 8, 61-614 Poznań; mmh@amu.edu.pl*

Rozwój sztucznej inteligencji (SI) w ostatnich latach zmienia podejście do projektowania nowych cząsteczek chemicznych. Jednym z kluczowych zastosowań SI w chemii jest predykcja i generowanie struktur molekularnych o określonych właściwościach czy to biologicznych czy to fizykochemicznych, takich jak powinowactwo do wybranych białek, rozpuszczalność czy stabilność metaboliczna [1,2].

W ramach badań nad projektowaniem cząsteczek o określonych cechach biologicznych warto zwrócić uwagę na proponowanie związków wykazującym aktywność chemoprotekcyjną wobec błon komórkowych. Modele sztucznej inteligencji, w tym sieci neuronowe typu encoder-decoder oraz sieci generatywne, zostały wykorzystane do generowania i selekcji struktur chemicznych zdolnych do stabilizacji błony erytrocytów, traktowanej jako dynamiczna granica faz lipidowo-wodnej [2,3]. Uwzględniono kluczowe właściwości fizykochemiczne, takie jak lipofilowość, polaryzowalność i zdolność do tworzenia oddziaływań wodorowych, w celu identyfikacji cząsteczek wzmacniających integralność błon oraz zmniejszających podatność erytrocytów na szok osmotyczny. Wygenerowane cząsteczki analizowano pod kątem ich interakcji z modelowymi błonami lipidowymi oraz wpływu na parametry biochemiczne erytrocytów, przy zastosowaniu predykcyjnych algorytmów uczenia maszynowego. Dzięki zastosowaniu SI możliwe było szybkie wskazanie struktur o najbardziej obiecującym profilu chemoprotekcyjnym, co otwiera nowe możliwości racjonalnego projektowania substancji chroniących błony komórkowe w warunkach stresu oksydacyjnego i mechanicznego [2,3]. Dodatkowo omówione zostanie wykorzystanie AI do przewidywania nadmiaru enancjomerycznego w reakcjach asymetrycznego epoksydowania katalizowanych kompleksami metali przejściowych [4,5]. Modele te, integrując dane eksperymentalne z deskryptorami molekularnymi, umożliwiają unaocznienie rosnącej roli sztucznej inteligencji nie tylko w projektowaniu cząsteczek biologicznie aktywnych, ale także w chemii fizycznej granic faz, w tym w przewidywaniu wydajności otrzymywania pożądanych produktów dla złożonych reakcji katalitycznych. Podkreślić również trzeba wyzwania związane z ograniczoną dostępnością dużych, wysokiej jakości zbiorów danych chemicznych, potrzebą zwiększenia zrozumienia modeli predykcyjnych oraz potencjał synergii metod AI z metodami obliczeniowymi chemii kwantowej i eksperymentami laboratoryjnymi.

Literatura

- [1] Nowak, D.; Bachorz, R. A.; Hoffmann, M. Neural Networks in the Design of Molecules with Affinity to Selected Protein Domains. *IJMS* 2023, 24 (2), 1762.
- [2] Nowak, D.; Huczyński, A.; Bachorz, R. A.; Hoffmann, M. Machine Learning Application for Medicinal Chemistry: Colchicine Case, New Structures, and Anticancer Activity Prediction. *Pharmaceuticals* 2024, 17 (2), 173.
- [3] Nowak, D.; Babijczuk, K.; Jaya, L. O. I.; Bachorz, R. A.; Mrówczyńska, L.; Jasiewicz, B.; Hoffmann, M. Artificial Intelligence in Decrypting Cytoprotective Activity under Oxidative Stress from Molecular Structure. *IJMS* 2023, 24 (14), 11349.
- [4] Babijczuk, K.; Berdzik, N.; Nowak, D.; Warżajtis, B.; Rychlewska, U.; Starzyk, J.; Mrówczyńska, L.; Jasiewicz, B. Novel C3-Methylene-Bridged Indole Derivatives with and without Substituents at N1: The Influence of Substituents on Their Hemolytic, Cytoprotective, and Antimicrobial Activity. *IJMS* 2024, 25 (10), 5364.
- [5] Xia, Q.-H.; Ge, H.-Q.; Ye, C.-P.; Liu, Z.-M.; Su, K.-X. Advances in Homogeneous and Heterogeneous Catalytic Asymmetric Epoxidation. *Chem. Rev.* 2005, 105 (5), 1603–1662.

WYKŁADY PLENARNE



Prof. dr hab.

Paweł Kulesza

Małe cząsteczki nieorganiczne: tlen, azot i dwutlenek węgla i ich znaczenie w elektrochemicznej konwersji energii oraz syntezie ważnych i prostych związków chemicznych

Paweł Kulesza, Anna Chmielnicka, Beata Rytelewska, Olena Siamuk, Iwona Rutkowska

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

W ostatnich latach wzrasta zainteresowanie przyjaznymi dla środowiska alternatywnymi źródłami energii oraz ekologicznymi metodami syntezy paliw i związków chemicznych. Pod tym względem bardzo obiecujące wydają się być niskotemperaturowe metody elektrochemiczne obejmujące nowoczesną technologię ogniw paliwowych, metody elektrolityczne, które obejmują konwencjonalne i indukowane światłem widzialnym systemy fotoelektrochemiczne. W odniesieniu do wodorowo-tlenowych ogniw paliwowych szczególną uwagę zwrócono na rozwój materiałów elektrokatalitycznych niezawierających metali szlachetnych lub o niskiej zawartości platyny zdolnych do efektywnej czteroelektronowej redukcji tlenu do wody z ostatecznym celem obniżenia tworzenia nadtlenu wodoru jako niepożądanego produktu pośredniego. Ważną strategią jest hybrydyzacja, aktywacja i stabilizacja katalizatorów węglowych o niskiej zawartości Pt poprzez funkcjonalizację pewnymi nanostrukturalnymi lub podstechiometrycznymi tlenkami metali (w tym tlenku ceru czy wolframu) zarówno w postaci prostej, jak i domieszkowanej. Wśród ważnych problemów jest nie tylko poprawa wydajności katalizatorów i zdolności do rozkładu niepożądanego nadtlenu wodoru, ale także potrzeba zwiększenia ich stabilności.

Ze względu na stale rosnący poziom dwutlenku węgla w atmosferze, rozwój zaawansowanych technologii umożliwiających konwersję CO₂ jest wysoce pożądanym. Zasadniczo konwencjonalne metody elektrokatalityczne i fotoelektrochemiczne indukowane światłem widzialnym dobrze nadają się do redukcji dwutlenku węgla i możliwego wytwarzania paliw lub chemikaliów na bazie węgla. Jednak elektroredukcja CO₂ wymaga dużych nadpotencjałów i cierpi z powodu konkurencyjnego wydzielania wodoru. Aby przezwyciężyć ten problem, potrzebne jest zastosowanie wysoce specyficznych i selektywnych katalizatorów, które

skutecznie indukowały konwersję (redukcję) dwutlenku węgla (i wody) do paliw, gazu syntezowego czy prostych związków chemicznych o znaczeniu użytkowym. W tym kontekście proponujemy między innymi hybrydowy system katalityczny składający się z centrów miedziowych unieruchomionych w nanostrukturach tlenku wolframu(VI), charakteryzujący się wysoką selektywnością w kierunku redukcji CO₂ w stosunku do konkurencyjnego wydzielania wodoru nawet w środowiskach silnych kwasów.

Produkcja amoniaku jest jednym z najważniejszych chemicznych procesów syntetycznych. W warunkach przemysłowych amoniak jest głównie syntetyzowany z azotu i wodoru w procesie Habera-Boscha, który wymaga zastosowania wysokich ciśnień i temperatur, pomimo wykorzystania katalizatorów. W związku z tym rozwój niskotemperaturowej metodologii syntezy amoniaku jest bardzo ważny zarówno ze względów praktycznych, jak i ekologicznych. Celem długofalowym jest opracowanie elektrochemicznej metodologii generowania amoniaku z azotu w temperaturach niższych niż 100°C, pod ciśnieniem atmosferycznym i przy użyciu selektywnych katalizatorów nowej generacji. Obecnie większość podejść elektrochemicznych do fiksacji cząsteczki azotu jest mało efektywnych z powodu powolnej dynamiki reakcji ze względu na trudności w osiągnięciu odpowiedniej adsorpcji i aktywacji cząsteczki N₂ prowadzącej do dysocjacji silnego potrójnego wiązania N≡N. Wyniki naszych ostatnich badań wyraźnie wskazują na to, że odpowiednie struktury koordynacyjne żelaza, w tym porfiryny hemowe czy fosforki żelaza typu FeP, Fe₂P i Fe₃P są zdolne do wygenerowania wysoce wydajnych metalicznych centrów katalitycznych indukujących tworzenie amoniaku w środowiskach alkalicznych, zbliżonych do obojętnych i umiarkowanie kwaśnych.

Opracowanie trwałych, specyficznych i stosunkowo wydajnych oraz tanich katalizatorów do elektroredukcji tlenu, dwutlenku węgla i azotu pozostaje wielkim wyzwaniem dla nauki i technologii elektrochemicznej. Omówione zostaną obecne trendy i przyszłe możliwości.



Prof. dr hab.

Wojciech Macyk

Fotochemia granic faz

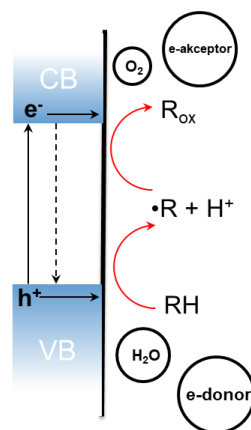
Wojciech Macyk

Wydział Chemii, Uniwersytet Jagielloński,
wojciech.macyk@uj.edu.pl, fotokataliza.pl

Fotochemia materiałów półprzewodnikowych zdominowana jest przez fotoindukowane reakcje redoks zachodzące na granicach faz ciało stałe/gaz, ciało stałe/ciecz i ciało stałe/ciało stałe. Procesy te mogą być wykorzystywane w generowaniu fotoprądu (fotowoltaika), sensoryce czy foto(elektro)katalizie. Ostatni z wymienionych obszarów obejmuje wiele użytecznych reakcji,

zaczynając od stosunkowo prostych procesów nieselektywnego utleniania zanieczyszczeń powierzchni, powietrza i wody, poprzez bardziej selektywne reakcje transformacji związków organicznych, po produkcję tak zwanych paliw słonecznych będących najczęściej produktami rozkładu wody lub redukcji dwutlenku węgla.

W prezentacji przedstawię kilka przykładów obrazujących możliwość kontrolowania przebiegu reakcji fotokatalitycznych zachodzących w obecności fotokatalizatorów heterogenicznych poprzez modyfikację powierzchni tych materiałów. Często nawet niewielkie zmiany mogą istotnie zmienić przebieg reakcji lub ich wydajność. Zilustruję to na przykładach wybranych reakcji egzo- i endoenergetycznych wykorzystujących między innymi efekt fotosensybilizacji, zmiany właściwości redoksowych czy wprowadzenie dodatkowych centrów katalitycznych. Omówię również czynniki zewnętrzne i wewnętrzne determinujące przebieg reakcji fotokatalitycznych. Zrozumienie mechanizmów fotoindukowanych procesów przeniesienia ładunku i przekazania energii stanowi wciąż duże wyzwanie, a mylna interpretacja wyników prowadzi do wielu błędów, często powielanych w literaturze.



Podziękowania: Autor dziękuje członkom Grupy Fotokatalizy za współpracę oraz Narodowemu Centrum Nauki za finansowanie badań w ramach projektu Opus (2022/45/B/ST5/04087).



Dr hab.

Piotr Nowicki, prof. uczelni

Czarne materiały, zielona technologia, bezpieczna przyszłość... czyli biowęgiel i węgiel aktywny jako fundamenty zrównoważonego rozwoju

Piotr Nowicki

*Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu,
Wydział Chemii, Zakład Chemii Stosowanej*

Biowęgiel i węgiel aktywny to materiały, które w ostatnich latach zyskały szczególne zainteresowanie w kontekście zrównoważonego rozwoju i ochrony środowiska. Biowęgiel, pozyskiwany w wyniku konwersji termochemicznej odpadowej biomasy roślinnej, odgrywa istotną rolę zarówno w rolnictwie, jak i w gospodarce o obiegu zamkniętym. Po wprowadzeniu do gleby poprawia jej strukturę, zwiększa zdolność retencji wody i dostępność składników odżywczych dla roślin. Ponadto wspiera rozwój mikroorganizmów glebowych, co przekłada się na wzrost żyzności i biologicznej aktywności gleby. Co równie istotne, materiał ten umożliwia wiązanie znacznych ilości węgla organicznego, ograniczając jego emisję do atmosfery i wspierając tym samym proces długoterminowej sekwestracji węgla [1,2].

Z kolei węgiel aktywny, dzięki swej unikalnej strukturze porowatej i zróżnicowanej funkcjonalizacji powierzchni, stanowi wyjątkowo skuteczny materiał do usuwania szerokiego spektrum zanieczyszczeń organicznych i nieorganicznych z fazy ciekłej oraz gazowej [3]. Jego znakomite właściwości adsorpcyjne wykorzystywane są nie tylko w procesach uzdatniania wody pitnej i oczyszczania ścieków, lecz także w licznych gałęziach przemysłu, takich jak sektor spożywczy, farmaceutyczny, kosmetyczny czy chemiczny.

Oba materiały znajdują również szerokie zastosowanie w elektrochemii i energetyce, stanowiąc kluczowe komponenty nowoczesnych rozwiązań w zakresie magazynowania, konwersji oraz pozyskiwania energii [4]. W tym kontekście biowęgiel i węgiel aktywny doskonale wpisują się w założenia zielonej chemii i zrównoważonego rozwoju. Ich wykorzystanie w różnych dziedzinach nauki i przemysłu uwydatnia interdyscyplinarny charakter oraz ogromny potencjał tych materiałów w rozwoju technologii przyjaznych środowisku.

Literatura

- [1] J. Lehmann et al., *Nature Geoscience*, 14 (2021) 883.
- [2] S. Fawzy et al., *Environmental Chemistry Letters*, 19 (2021) 3023.
- [3] M. Gęca, M. Wiśniewska, P. Nowicki, *Advances in Colloid and Interface Science*, 305 (2022) 102687.
- [4] Z. Teimouri et al. *Environmental Chemistry Letters*, 22 (2024) 1073.

**ADSORPCJA I STABILNOŚĆ UKŁADÓW ZDYSPERGOWANYCH -
WYKŁADY**

Rola modelowania molekularnego w badaniach procesów separacji faz

Piotr Batys¹, Gabriela Wojtan¹, Pezhman Mohammadi², Piotr Warszyński¹

¹ Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera PAN

² VTT Technical Research Centre of Finland Ltd.

Proces separacji faz odgrywa kluczową rolę zarówno w syntezie nowych materiałów, jak i w zrozumieniu fundamentalnych mechanizmów przyrody. Kontrolowane rozdzielanie faz pozwala na projektowanie materiałów o unikalnych właściwościach, takich jak nanokompozyty czy struktury o hierarchicznej organizacji. Jednocześnie, analiza procesów separacji faz dostarcza cennych informacji na temat fundamentalnych zjawisk zachodzących w chemii, biologii oraz fizyce układów złożonych, co ma istotne znaczenie dla rozwoju nauki i technologii.

W niniejszej prezentacji przedstawiamy obecne możliwości metod modelowania molekularnego, ich potencjał do opisu procesów separacji faz oraz przydatność w interpretacji wyników eksperymentalnych. Możliwości metody dynamiki molekularnej (MD) zostaną omówione na przykładach separacji faz peptydów [1], polielektrolitów [2] oraz ich kompleksów z surfaktantami.

Otrzymane wyniki wskazują na możliwość przywidywania *in silico* zachowania fazowego badanych układów a także ich właściwości makroskopowych. Ponadto, metoda MD umożliwia ocenę wpływu kluczowych parametrów, takich jak stężenie, temperatura, pH, czy siła jonowa, na proces separacji faz. Uzyskane wyniki wskazują, że wielkoskalowe symulacje MD stanowią cenne narzędzie predykcyjne w badaniach nad procesami separacji faz.

Literatura

- [1] T. Laakko, A. Korkealaakso, B. F. Yildirim, P. Batys, V. Liljeström, A. Hokkanen, Nonappa, M. Penttilä, A. Laukkanen, A. Miserez, C. Södergård, P. Mohammadi, Adv. Mater. 2024, 36, 2312299
- [2] C.I. Eneh, K. Nixon, S.M. Lalwani, M. Sammalkorpi, P. Batys, J.L. Lutkenhaus, Macromolecules 2024, 57, 5, 2363–2375

Podziękowania: Praca powstała w wyniku realizacji projektu badawczego nr 2022/45/B/ST4/01184 finansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki.

Mechanizm przenoszenia ciepła i stabilizacji nanofluidów jonowych

Marzena Dzida

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

Nanofluidy jonowe składające się z bogatych w atomy C-sp², długich (długość nominalna 770 μm, średnica 60-80 nm), krystalicznych wielościennych nanorurek węglowych (in-house 16h MWCNTs, 16h oznacza liczbę godzin syntezy) oraz imidazoliowych lub pirolidyniowych cieczy jonowych charakteryzują się niezwykle wysoką przewodnością cieplną w stosunku do czystych cieczy jonowych oraz wysoką stabilnością sedymentacyjną i termiczną [1], co może prowadzić do wydajnych i bezpiecznych układów do wymiany ciepła. Opis mechanizmu przenoszenia ciepła i stabilizacji możliwy był dzięki rzeczywistemu obrazowi fazy powierzchniowej i objętościowej uzyskanemu technikami mikroskopii optycznej oraz transmisyjnej mikroskopii elektronowej w temperaturze pokojowej (20°C) i w warunkach kriogenicznych (cryo-TEM). Uzyskane obrazowanie wskazuje, że układach z długimi in-house 16h MWCNTs tworzy się trójwymiarowa sieć CNTs tworzących mostki termiczne dzięki efektowi tzw. „zapinania” (ang. zipping) – łączenia się długich CNTs między sobą poprzez nanowarstwę cieczy jonowej na ich powierzchni. Wyniki obliczeń dynamiki molekularnej wykazały, że łączenie się CNTs poprzez nanowarstwę cieczy jonowej jest procesem termodynamicznie korzystnym. Obok efektu „zapinania” występuje tzw. „unzipping” polegający na „rozpinaniu” CNTs lub podłużnym pękaniu CNTs podczas sonikacji [1]. Jednoczesne występowanie obu efektów zostało określone jako subzipping (zipping + unzipping) [1]. W przypadku układów z komercyjnymi, krótkimi MWCNTs (długość 1,5 μm, średnica 9,5 nm) występuje unzipping, ale jest to lokalne „rozpinanie” rozseparowanych par „zapiętych” CNTs poprzez nanowarstwę cieczy jonowej na ich powierzchni.

Literatura

- [1] M. Dzida, S. Boncel, B. Jóźwiak, H.F. Greer, M. Dulski, Ł. Scheller, A. Golba, R. Flamholc, G. Dzido, J. Dziadosz, A. Kolanowska, R. Jędrzyak, K. Cwynar, E. Zorębski, C.E.S. Bernardes, M.J.V. Lourenço, C.A.N.de Castro, ACS Appl. Mater. Interfaces 2022, 14, 45, 50836-50848.

Podziękowania: Badania były przeprowadzone w ramach projektu OPUS 21 Narodowego Centrum Nauki (NCN) w Krakowie (Projekt nr UMO-2021/41/B/ST5/00892).

Czy metody symulacji komputerowych (QM, MD) pozwalają na opis adsorpcji surfaktantów

Gabriela Wojtan¹, Izabella Leszczyńska¹, Łukasz Lamch², Daria Długowska²,
Weronika Szczęsna - Górniak², Piotr Batys¹, Ewelina Jarek¹, Kazimiera A. Wilk²,
Piotr Warszyński¹

¹ *Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera PAN*

² *Wydział Chemiczny, Politechnika Wrocławska*

W prezentacji przedstawiamy przykłady zastosowania metod symulacji komputerowych do wyjaśnienia mechanizmu i opisu adsorpcji surfaktantów na ciekłych granicach międzycząsteczkowych. Metody kwantowo-mechaniczne (QM) pozwalają na wyjaśnienie zjawisk zachodzących w roztworach surfaktantów i na granicach faz na poziomie molekularnym co w szczególnych przypadkach umożliwia interpretację wyników pomiar napięcia a także parametryzacji modeli do teoretycznego opisu adsorpcji surfaktantów.

Na przykładzie symulacji metoda dynamiki molekularnej (MD) adsorpcji nowych surfaktantów wieloładunkowych oraz ich mono-ładunkowych odpowiedników, jak również surfaktantu niejonowego, n-oktanolu demonstrujemy możliwości opisu wyników eksperymentalnych. Wyniki symulacji MD dla n-oktanolu wykazały zaniżone wartości napięcia powierzchniowego przy danym stężeniu powierzchniowym surfaktantu, w stosunku do wartości przewidywanych przez model adsorpcji opisujący wyniki doświadczalne. Odwrotny efekt zaobserwowaliśmy dla surfaktantów kationowych. Wyznaczyliśmy również stopień kompensacji ładunku w warstwie międzycząsteczkowej, który, mimo zgodności jakościowej, jest zawyżony. Dodatkowo przetestowaliśmy wpływ zastosowanego modelu wody oraz innych parametrów wejściowych na zaobserwowane rozbieżności. Otrzymane wyniki sugerują, że jednym z kluczowych czynników odpowiedzialnych za rozbieżności pomiędzy symulacjami MD a eksperymentami jest przeszacowanie oddziaływań elektrostatycznych.

Literatura

- [1] Ł. Lamch, I. Leszczyńska, D. Długowska, W. Szczęsna-Górniak, P. Batys, E. Jarek, K.A. Wilk, P. Warszyński, *Langmuir* (2025)

Podziękowania: Praca powstała w wyniku realizacji projektu badawczego nr 2022/45/B/ST4/01184 finansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki.

**ADSORPCJA I STABILNOŚĆ UKŁADÓW
ZDYSPERGOWANYCH - KOMUNIKATY**

Podwójne wodorotlenki warstwowe LDH o właściwościach sorpcyjno-fotokatalitycznych

Olga Długosz, Marcin Banach

*Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska,
olga.dlugosz@pk.edu.pl*

Podwójne wodorotlenki warstwowe (LDH, layered double hydroxides) stanowią klasę materiałów o unikalnej strukturze warstwowej, umożliwiającej ich szerokie zastosowanie w procesach usuwania zanieczyszczeń organicznych. Celem prezentowanych badań było otrzymanie i szczegółowa charakterystyka LDH na bazie cynku o właściwościach adsorpcyjnych i fotokatalitycznych. Syntezowane materiały zostały zbadane pod kątem skuteczności usuwania wybranych związków organicznych, ze szczególnym uwzględnieniem środków kontrastowych stosowanych w diagnostyce obrazowej, które ze względu na swoją trwałość i rozpuszczalność stwarzają poważne wyzwania dla tradycyjnych metod oczyszczania wody.

Otrzymane LDH charakteryzowano z wykorzystaniem technik takich jak dyfrakcja rentgenowska (XRD), spektroskopia FTIR, mikroskopia elektronowa (SEM). Oceniono również ich właściwości fotokatalityczne w procesach degradacji związków organicznych pod wpływem promieniowania UV. Wyniki badań potwierdziły synergistyczne działanie mechanizmów adsorpcji i fotokatalizy, umożliwiające efektywne usuwanie trudnorozkładalnych substancji organicznych. Uzyskane materiały wykazują duży potencjał do zastosowań w nowoczesnych technologiach oczyszczania wód, łącząc zalety wysokiej pojemności sorpcyjnej i aktywności fotokatalitycznej.

Ocena efektywności usuwania jonów metali ciężkich i polimerów jonowych z roztworów wodnych przy użyciu biowęgla aktywnych otrzymanych z łądyg mięty

Marlena Groszek¹, Małgorzata Wiśniewska¹, Piotr Nowicki²

¹*Katedra Radiochemii i Chemii Środowiskowej, Instytut Nauk Chemicznych, Wydział Chemii, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie*

²*Zakład Chemii Stosowanej, Wydział Chemii, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu*

Węgłe aktywne charakteryzują się wysoko rozwiniętą powierzchnią właściwą, na której występuje wiele rodzajów grup tlenowych, z tego względu są szeroko stosowane do adsorpcji substancji organicznych i nieorganicznych. Zróżnicowane metody aktywacji materiałów węglowych pozwalają otrzymać adsorbenty o dowolnych właściwościach powierzchniowych.

Biowęgłe aktywne, wykorzystane jako adsorbenty do usuwania zanieczyszczeń z fazy ciekłej, zostały otrzymane na drodze aktywacji chemicznej i fizycznej łądyg mięty. W celu przeprowadzenia aktywacji chemicznej materiał roślinny poddany został działaniu kwasu ortofosforowego oraz wieloetapowej obróbce termicznej. Procedura aktywacji fizycznej obejmowała jednoczesną pirolizę i częściowe zgazowanie wysuszonych łądyg mięty w temperaturze 800 °C, w atmosferze tlenu węgla(IV) przez 30 minut.

Otrzymane biowęgłe aktywne poddano charakterystyce powierzchniowej i teksturalnej, a następnie wykorzystano do adsorpcji poli(kwasu akrylowego), polietylenoiminy oraz jonów Cd(II) i As(V). W pierwszym etapie badań oceniono wpływ pH na efektywność adsorpcji wyżej wymienionych zanieczyszczeń, a po ustaleniu optymalnych warunków przeanalizowano wpływ substancji organicznych i nieorganicznych na ich wzajemną adsorpcję.

Wykazano, że biowęgiel uzyskany w wyniku aktywacji chemicznej łądyg mięty charakteryzuje się lepiej rozwiniętą strukturą porowatą, natomiast produkt aktywacji fizycznej zawiera większą liczbę ugrupowań funkcyjnych na swojej powierzchni. Materiał aktywowany kwasem fosforowym(V) okazał się znacznie skuteczniejszym adsorbentem względem wszystkich badanych adsorbatów. Istotny wpływ pH roztworu wyjściowego na efektywność adsorpcji zaobserwowano jedynie w przypadku polimerów. Stwierdzono również, że substancje organiczne wpływają negatywnie na skuteczność wiązania jonów Cd(II) oraz As(V) przez otrzymane adsorbenty węglowe.

Badanie oddziaływań pomiędzy powierzchnią tlenku cynku i cząsteczkami iperytu siarkowego za pomocą obliczeń z pierwszych zasad

Tobias Klöffel^{1,2}, Mariana Kozłowska³, Stanisław Popiel⁴, Bernd Meyer¹,
Paweł Rodziewicz^{1,5}

¹*Interdisciplinary Center for Molecular Materials (ICMM) and Computer Chemistry Center (CCC), Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Nögelsbachstr. 25, 91052 Erlangen, Niemcy*

²*Erlangen National High Performance Computing Center (NHR@FAU), Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Martensstr. 1, 91058 Erlangen, Niemcy*

³*Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Institute of Nanotechnology Hermann-von-Helmholtz-Platz 1, 76344 Eggenstein-Leopoldshafen, Niemcy*

⁴*Instytut Chemii, Wojskowa Akademia Techniczna, Kaliskiego 2, 00-908 Warszawa*

⁵*Instytut Chemii, Uniwersytet Jana Kochanowskiego, Uniwersytecka 7, 25-406 Kielce*

Iperyty siarkowy, znany także jako gaz musztardowy (oznaczany często w skrócie jako: SM, LOST lub HD), to bojowy środek trujący, używany jako broń masowego rażenia. Jedną z metod neutralizacji iperytu siarkowego jest jego adsorpcja na powierzchni tlenku cynku. Cząsteczka SM, w fazie gazowej, posiada 23 nieprzywiedlne konformacje, co powoduje, że badanie jej neutralizacji wymaga analizy zmian konformacji wskutek oddziaływania z powierzchnią tlenku cynku [1,2]. Wyniki obliczeń DFT wskazały na najbardziej reaktywne konformery SM oraz pozwoliły na zrozumienie roli cząsteczek wody oraz wewnątrz i międzycząsteczkowych wiązań wodorowych w procesie adsorpcji. Nasze badania za pomocą metod teoretycznych (DFT, CP-MD) pozwoliły także na opisanie mocy poszczególnych oddziaływań międzycząsteczkowych oraz ich roli w neutralizacji iperytu siarkowego.

Literatura

- [1] J. Lach, J. Goclon, P. Rodziewicz, J. Hazard. Mater, 306 (2016) 269.
- [2] T. Klöffel, M. Kozłowska, S. Popiel, B. Meyer, P. Rodziewicz, J. Hazard. Mater, 402 (2021) 123503.

Podziękowania: Przedstawione badania wykonano w ramach projektu OPUS (Narodowe Centrum Nauki) oraz FOR 1878 funCOS (Deutsche Forschungsgemeinschaft). Autorzy dziękują także Erlangen Regional Computing Center.

Dynamiczne nanostruktury powierzchniowe na pęcherzykach unoszących się w roztworach substancji powierzchniowo aktywnych: porównanie surfaktantów o niskiej masie cząsteczkowej oraz makromolekuł

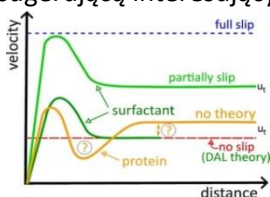
Agata Wiertel-Pochopień¹, Łukasz Witkowski¹, Dominik Kosior¹, Georgi Gochev^{1,2}, Piotr Warszński¹, Gerald G. Fuller³, Jan Zawła¹

¹ Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera Polskiej Akademii Nauk, ul. Niezapominajek 8, 30-239 Kraków

² Institute of Physical Chemistry, Bulgarian Academy of Sciences, 1113 Sofia, BULGARIA

³ Department of Chemical Engineering, Stanford University, Stanford, CA 94305, USA

W literaturze przedmiotu dostępne są dane eksperymentalne dotyczące wpływu substancji powierzchniowo aktywnych (SPA) (różniących się aktywnością powierzchniową i współczynnikami dyfuzji) na kinetykę tworzenia dynamicznej warstwy adsorpcyjnej (DAL) na powierzchni unoszącego się pęcherzyka. W swoich badaniach skupiliśmy się na subtelnych i nieopisanych wcześniej różnicach w dynamice pęcherzyków w roztworach zawierających surfaktanty o niskiej masie cząsteczkowej oraz zawierających makromolekuły (białka i surfaktanty polimerowe). W tym celu uzyskaliśmy lokalne profile prędkości pęcherzyków (LVP) dla różnych SPA. Staranna analiza ujawniła kilka kluczowych różnic w zachowaniu pęcherzyków w roztworach tych dwóch rodzajów substancji. W przypadku białek, niezależnie od masy cząsteczkowej makromolekuł i parametrów roztworu (pH, siła jonowa czy obecność buforów), zidentyfikowano nowe i intrygujące cechy w LVP, które nie były obserwowane dla SPA o niskiej masie cząsteczkowej: (i) brak pośrednich prędkości granicznych, co wskazuje, że w obecności białka powierzchnia pęcherzyka jest zawsze całkowicie nieruchoma, niezależnie od stężenia roztworu; (ii) obecność lokalnego minimum w LVP przy stosunkowo wysokich stężeniach; (iii) wyższą wartość prędkości granicznej, której nie można wyjaśnić istniejącymi teoriami, sugerującą interesujący efekt remobilizacji powierzchni pęcherzyka.



Schematyczne przedstawienie ogólnych kształtów LVP dla pęcherzyków w roztworach surfaktantów o niskiej masie cząsteczkowej oraz białek. Warunki brzegowe pełnej ruchliwości i całkowitego unieruchomienia, zdefiniowane przez modele, są przedstawione liniami przerywanymi; linie ciągłe to wirtualne LVP, odzwierciedlające trendy obserwowane w eksperymentach; u_t to prędkość graniczna pęcherzyka.

Podziękowania: Autorzy dziękują Narodowemu Centrum Nauki za częściowe wsparcie finansowe prowadzonych badań w ramach projektu OPUS (2021/43/B/ST8/00053).

Efekt par organicznych na dynamikę pojedynczego pęcherzyka w roztworach niejonowych i jonowych surfaktantów.

Dominik Kosior¹, Georgi Gochev^{1,2}, Łukasz Witkowski¹, Agata Wiertel-Pochopień¹, Piotr Batys¹, Piotr Warszyński¹, Jan Zawata¹

¹*Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera Polskiej Akademii Nauk, ul. Niezapominajek 8, 30-239 Kraków, Polska*

²*Instytut Chemii Fizycznej Bułgarskiej Akademii Nauk, 1113 Sofia, Bułgaria*

Zbadano wpływ par organicznych (n-heksanu) na właściwości granicy faz ciecz/gaz w roztworach niejonowego (n-oktanol) i kationowego (bromek n-dodecylotrimetyloamoniowy, C₁₂TAB) surfaktanta. Wpływ ten monitorowano w układach dwuskładnikowych para/surfaktant i porównano z odpowiednimi układami odniesienia z pęcherzykami powietrza wolnymi od par heksanu. Zarówno układy binarne, jak i wolne od par organicznych badano za pomocą dwóch metod eksperymentalnych: (i) tensjometrii z analizą kształtu pęcherzyka, aby określić dynamikę adsorpcji na stacjonarnej granicy ciecz/powietrze, oraz (ii) metodologii wznoszącego się pęcherzyka, w celu zbadania formowania się dynamicznej warstwy adsorpcyjnej (DAL) na niestacjonarnej (dynamicznej) granicy faz. Dodatkowo, dla porównania, przeprowadzono eksperymenty w czystej wodzie.

Pierwsza metoda wykazała adsorpcję cząsteczek n-heksanu z fazy gazowej na stacjonarnej granicy woda/powietrze, a także współadsorpcję cząsteczek n-heksanu i surfaktanta (zarówno niejonowego, jak i kationowego) na granicy roztwór/powietrze. Druga metoda ujawniła, że w czystej wodzie prędkość wznoszenia się pęcherzyka nie była zmieniana przez pary n-heksanu. Natomiast współadsorpcja w układach binarnych miała znaczący wpływ na prędkość pęcherzyków, modyfikując kinetykę formowania DAL i zmieniając stopień deformacji pęcherzyka. Co więcej, różnice w prędkości końcowej pęcherzyków między układami binarnymi a wolnymi od par sięgały nawet 50% przy określonych stężeniach. Co ciekawe, obecność par organicznych nie wpływała na rozmiar pęcherzyka odrywającego się od kapilary. Aby wesprzeć wyniki eksperymentalne, przeprowadzono symulacje dynamiki molekularnej (MD), które ujawniły wpływ warstwy heksanu na energię adsorpcji surfaktanta. Dane dotyczące wznoszącego się pęcherzyka zostały również poddane analizie teoretycznej pod kątem współczynnika oporu oraz stopnia deformacji pęcherzyka.

Podziękowania: Autorzy dziękują Narodowemu Centrum Nauki za finansowe wsparcie przy realizacji badań w ramach projektu OPUS nr 2021/43/B/ST8/00053.

**ADSORPCJA I STABILNOŚĆ UKŁADÓW
ZDYSPERGOWANYCH - POSTERY**

Materiały Co-BTC o zróżnicowanej morfologii: synteza, porowatość i usuwanie tetracykliny z fazy ciekłej

Aleksander Ejsmont¹, Rafał Panek², Joanna Gościańska¹

¹*Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Chemii,
ul. Uniwersytetu Poznańskiego 8, 61-614 Poznań*

²*Politechnika Lubelska, Wydział Budownictwa i Architektury, ul. Nadbystrzycka 38d,
20-618 Lublin*

Co-BTC to ogólna nazwa sieci metalo-organicznych (MOF) zbudowanych z jonów kobaltu i kwasu 1,3,5-benzenotrikarboksylowego (trimesowego). Cechą charakterystyczną Co-BTC jest ograniczona sorpcja azotu, wynikająca z bardzo wąskich mikroporów materiału. Jednakże dzięki obecności niewysyconych kobaltowych centrów koordynacyjnych i grup karboksylowych na powierzchni, materiały Co-BTC mogą brać udział w procesach adsorpcyjnych i katalitycznych.

W przedstawionych badaniach przeprowadzono syntezę materiałów Co-BTC metodą solwotermalną, wykorzystując jako źródło metalu tlenek kobaltu(II,III) oraz azotan(V) kobaltu(II), a jako układy rozpuszczalników: mieszaninę wody, dimetyloformamidu i etanolu oraz mieszaninę glikolu etylenowego z etanolem. Otrzymane materiały Co-MOF poddano szczegółowej charakterystyce fizykochemicznej, a następnie zastosowano je w procesie adsorpcji i fotokatalitycznej degradacji tetracykliny.

Wykazano, że zarówno dobór prekursora metalu, jak i mieszaniny rozpuszczalników istotnie wpływa na morfologię cząstek sieci. Uzyskano trzy odmienne materiały Co-BTC: sferolity, czyli kuliste agregaty prętopodobnych kryształów, igły oraz sfery. Dyfraktogramy wykazały, że sferolity i igły są strukturami krystalicznymi, natomiast sfery są amorficzne. Próbki krystaliczne wykazują niską porowatość (8–34 m²/g), podczas gdy amorficzne sfery charakteryzują się rozwiniętą powierzchnią właściwą (344 m²/g). Wydajność usuwania tetracykliny z wody w obecności materiałów Co-BTC mieściła się w zakresie 44-63%. Dodatkowo, Co-BTC otrzymany z tlenku kobaltu w obecności H₂O₂ i światła UV poza adsorpcją tetracykliny, przyczynił się do jej fotokatalitycznej degradacji, zwiększając tym samym efektywność usuwania leku z wody do ~92%.

Synteza, charakterystyka strukturalna oraz właściwości sorpcyjne nowych szkieletów metalo-organicznych opartych o kwas 4,4'-stilbenodikarboksylowy

Renata Łyszczek¹, Agnieszka Ostasz¹, Marcin Groszek¹

¹ *Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie, Instytut Nauk Chemicznych, Wydział Chemii, Katedra Chemii Ogólnej, Koordynacyjnej i Krystalografii, Pl. Marii Curie-Skłodowskiej 2, 20-031 Lublin*

W ostatnich latach szkielety metalo-organiczne przyciągają uwagę ze względu na ich unikalne właściwości strukturalne i funkcjonalne. Kwas 4,4'-stilbenodikarboksylowy (H₂SDC) jako sztywny ligand aromatyczny z dwiema grupami karboksylowymi, może tworzyć stabilne polimeryczne kompleksy o wysokiej porowatości, co czyni je obiecującymi materiałami do zastosowań w sorpcji, katalizie i magazynowaniu gazów. Dotychczasowe badania wykazały, że modyfikacja centrów metalicznych oraz funkcjonalizacja ligandów znacząco wpływają na właściwości sorpcyjne i selektywność tych materiałów. W literaturze opisano już liczne układy oparte na kwasie H₂SDC z metalami przejściowymi, jednak wciąż istnieje potrzeba projektowania nowych struktur o zoptymalizowanych parametrach adsorpcyjnych, szczególnie w kontekście usuwania zanieczyszczeń środowiskowych czy separacji gazów [1].

Optymalizacja warunków syntezy (temperatura, pH, metoda syntezy) jest kluczowa dla właściwości kompleksów metali przejściowych (Co(II), Ni(II) czy Mn(II)). Badania wskazują, że odpowiednio zaprojektowane układy z ligandami aromatycznymi cechują się wysoką skutecznością sorpcji zanieczyszczeń organicznych, w tym barwników. Dzięki dobrej stabilności i selektywności, materiały te są obiecujące do zastosowań w oczyszczaniu wód przemysłowych [2].

W niniejszej pracy przedstawiono syntezę i kompleksową charakterystykę nowych związków koordynacyjnych H₂SDC z jonami m.in. Ni(II), które otrzymano w warunkach przyjaznych środowisku z wykorzystaniem metody wytrąceniowej w środowisku wodnym. Charakterystykę fizykochemiczną przeprowadzono za pomocą dyfrakcji rentgenowskiej (PXRD), spektroskopii w podczerwieni (ATR-FTIR), spektroskopii UV-VIS, porozymetrii oraz analizy termicznej (TG-DSC).

Literatura

- [1] X. Zhao, Y. Wang, D.-S. Li, X. Bu, P. Feng, *Adv. Mater.*, 30 (2018) 1705189.
- [2] J.-R. Li, R.J. Kuppler, H.-C. Zhou, *Chem. Soc. Rev.*, 38 (2009) 1477.

Badanie wpływu sposobu przygotowania na właściwości powierzchniowe Ti6Al4V (ELI)

Joanna Krawczyk¹, Katarzyna Wojdat¹

¹*Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Wydział Chemii, Katedra Zjawisk Międzyfazowych, Lublin Pl. Marii Curie-Skłodowskiej 3, 20-031 Lublin*

Tytan oraz jego stopy z uwagi na wysoką biokompatybilność materiału mają bardzo szerokie zastosowanie w implantologii oraz protetyce stomatologicznej [1]. Biokompatybilność tytanu i jego stopów wynika między innymi ze zdolności materiału do pasywacji podczas kontaktu z powietrzem atmosferycznym. Dochodzi wówczas do praktycznie natychmiastowego utworzenia warstwy pasywacyjnej złożonej z tlenków tytanu, która zabezpiecza przed przedostawaniem się jonów pierwiastków metalu do środowiska, a także wpływa na jego odporność na korozję. Powierzchnia stopów tytanu jest przedmiotem zainteresowania wielu badaczy, a modyfikacja powierzchni ma na celu poprawę odporności korozyjnej oraz biologicznej materiału [1,2]. W medycynie najczęściej wykorzystywanym stopem jest Ti6Al4V (ELI). Wykazano, że wartości składowych i parametrów napięcia powierzchniowego Ti6Al4V (ELI) zależą w bardzo dużym stopniu od sposobu przygotowania powierzchni Ti6Al4V, a szczególnie przeprowadzenia procesu pasywacji [3]. Stąd w ramach przeprowadzonych badań określono wpływ sposobu przygotowania powierzchni Ti6Al4V (ELI) na wartości napięcia powierzchniowego Ti6Al4V, jak również składowych i parametrów tego napięcia, co zostało zrealizowane poprzez pomiar kąta zwilżania modelowych cieczy na powierzchni Ti6Al4V i zastosowaniu podejścia van Ossa i współ. do napięcia międzyfazowego. Do obliczeń wykorzystano wartości parametrów i składowych napięcia powierzchniowego modelowych cieczy wyznaczone wcześniej z pomiarów kąta zwilżania. Wartość napięcia powierzchniowego danego materiału odgrywa dużą rolę w przebiegu procesu adsorpcji i zwilżania w różnych układach.

Literatura

- [1] J. Marciniak, Biomateriały, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gliwice, 2002, str. 90-111.
- [2] B. Jedynak, E. Mierzwińska-Nastalska, Dental Forum, 1 (2013) 75-78.
- [3] E. Lisowska, Nowoczesny Technik Dentystyczny, 103 (2024) 82-83.
- [4] J. Krawczyk, A. M. Gallardo-Moreno, M. L. Gonzalez-Martin, Molecules, 27 (2022) 170.

Zdolność wybranych grup surfaktantów do redukcji napięcia powierzchniowego wody

Krawczyk Joanna ¹, Wojdat Katarzyna ¹

¹*Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Wydział Chemii, Katedra Zjawisk Międzyfazowych, Lublin Pl. Marii Curie-Skłodowskiej 3, 20-031 Lublin*

Praktyczne wykorzystanie surfaktantów wynika z ich zdolności do adsorpcji na różnych granicach faz oraz tworzenia micel przy odpowiednim stężeniu w roztworze. Przebieg tych procesów zależy między innymi od rodzaju i budowy cząsteczki danego surfaktantu. Budowa części hydrofilowej i hydrofobowej wpływa na efektywność i skuteczność procesu adsorpcji surfaktantu, ale także na jego zachowanie w fazie objętościowej. Procesy te z kolei korelują z innymi zjawiskami obserwowanymi na granicy faz oraz w fazie objętościowej roztworu. Surfactanty możemy podzielić na tzw. surfaktanty klasyczne, w których część hydrofobową stanowi łańcuch węglowodorowy, ale wyróżnić możemy także surfaktanty tzw. specjalne (fluorowe czy silikonowe). Każda z tych grup surfaktantów charakteryzuje się określonymi właściwościami adsorpcyjnymi i objętościowymi, które następnie przekładają się na ich zastosowanie w życiu codziennym czy przemyśle. Charakterystycznym parametrem związanym z zachowaniem się surfaktantów na granicy faz woda-powietrze jest wielkość maksymalnej redukcji napięcia powierzchniowego wody. Surfactanty silikonowe mają zdolność do redukcji napięcia powierzchniowego wody do bardzo niskich wartości [1-3] w porównaniu do minimalnego napięcia powierzchniowego wodnych roztworów klasycznych surfaktantów węglowodorowych (30-45 mN/m) [3-4]. Stąd celem badań było określenie i wyjaśnienie wielkości redukcji napięcia powierzchniowego wody przez surfaktanty różnego rodzaju.

Literatura

- [1] E.G. Schwarz, W.G. Reis, Ind. Eng. Chem., 56 (1964) 26-31.
- [2] T.E. Gentle, S. Snow, Langmuir, 11 (1995) 2905-2910.
- [3] J. Karasiewicz, J. Krawczyk, Molecules, 25 (2020) 5669.
- [4] A. Zdziennicka, K. Szymczyk, J. Krawczyk, B. Jańczuk, Fluid Phase Equil., 318 (2012) 25–33.

Podziękowania: Badania finansowane przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach programu LIDER XI, nr umowy LIDER/5/0011/L -11 /19 / NCBR/2020

Usuwanie z fazy ciekłej składników zawartych w kosmetykach na przykładzie butylparabenu za pomocą węgli aktywnych otrzymanych z kory dębu

Robert Wolski, Robert Pietrzak

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

Obecnie jednym z największych problemów środowiskowych jest zanieczyszczenie wód. Jej jakość systematycznie się pogarsza z powodu emisji zanieczyszczeń spowodowanych działalnością człowieka [1]. Za zanieczyszczenie wód odpowiadają głównie pestycydy, substancje organiczne stosowane w przemyśle, metale ciężkie, mikroplastik, odpady z przemysłu farmaceutycznego oraz kosmetycznego [2]. Wzrasta również poziom zanieczyszczenia wód przez EDC (ang. Endocrine Disrupting Chemicals), czyli substancje chemiczne zaburzające funkcjonowanie układu hormonalnego. Wśród substancji EDC parabeny stanowią grupę związków konserwujących stosowanych na szeroką skalę w kosmetykach, produktach higieny osobistej, produktach spożywczych i farmaceutykach. Substancje te mogą mieć potencjalnie szkodliwy wpływ na nasze zdrowie [1]. Mogą się one kumulować w środowisku i powodować zaburzenia funkcjonowania organizmów żywych. Jednym ze sposobów zapobiegania ich przedostawaniu się do środowiska jest ich adsorpcja na adsorbentach węglowych.

Celem przeprowadzonych badań było otrzymanie sorbentów węglowych z kory dębu na drodze aktywacji bezpośredniej dwutlenkiem węgla w różnych temperaturach. Zbadano właściwości fizykochemiczne otrzymanych sorbentów węglowych oraz wykonano badania adsorpcji jodu oraz butylparabenu z roztworów wodnych.

Otrzymane węgle aktywne dzięki obecności na powierzchni grup funkcyjnych oraz rozbudowanej strukturze porowatej wykazują dobre właściwości sorpcyjne i mogą być stosowane do usuwania z fazy ciekłej zanieczyszczeń organicznych takich jak butylparaben.

Literatura

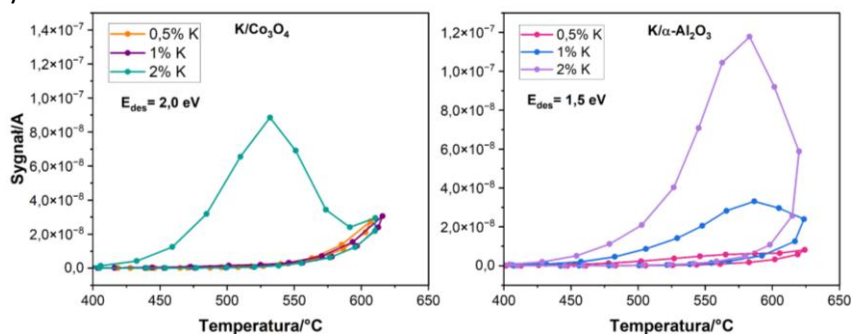
- [1] F. Vale, C. A. Sousa, H. Sousa, L. Santos, M. Simoes, Parabens as emerging contaminants: Environmental persistence, current practices and treatment processes, *Journal of Cleaner Production*, 2022, 347
- [2] C. Baines, A. Lerebours, F. Thomas, F. Fort, Linking pollution and cancer in aquatic environments: A review, *Environment International*, 2021, 149

Badania stanu powierzchniowego promotorów alkalicznych z katalizatorów tlenkowych metoda termicznej desorpcji alkaliów (SR-TAD)

Julia Ciemierkiewicz, Paweł Stelmachowski, Andrzej Kotarba, Gabriela Grzybek

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

Metale alkaliczne są szeroko stosowane jako promotory katalizatorów takich procesów jak synteza amoniaku, rozkład N_2O czy reforming parowy etanolu [1]. Dodatek metali alkalicznych może wpływać na efektywność katalizatorów poprzez poprawę ich aktywności, selektywności lub stabilności. Jednak w wysokich temperaturach wymaganych w wielu procesach katalitycznych alkalia stają się mobilne – ulegają segregacji i mogą desorbować z powierzchni katalizatora, stopniowo pogarszając jego działanie [2]. Zrozumienie dynamiki alkaliów na powierzchni katalizatora jest możliwe poprzez monitorowanie ich termicznej desorpcji za pomocą unikatowej metody SR-TAD (*Species Resolved Thermal Alkali Desorption*). Aparatura badawcza SR-TAD umożliwia pomiar strumieni desorbujących atomów, jonów oraz atomów/klastrów Rydberga, jak również określenie energii aktywacji desorpcji (E_a) poszczególnych strumieni. Na Rysunku 1 przedstawiono zależność sygnału desorpcji atomów potasu z powierzchni Co_3O_4 oraz $\alpha-Al_2O_3$ od poziomu dotacji. Wyniki badań wskazują na silną zależność przebiegu desorpcji K od rodzaju tlenku, a wyznaczone wartości E_a potasu, 2,0 eV oraz 1,5 eV odpowiednio dla Co_3O_4 i $\alpha-Al_2O_3$, odzwierciedlają różnice w sile oddziaływań potasu z badanymi tlenkiem.



Rysunek 1. Sygnał desorpcji potasu z powierzchni tlenków Co_3O_4 , $\alpha-Al_2O_3$.

Literatura

- [1] G. Grzybek, et. al., Int. J. Hydrogen Energy, 45 (2020) 22658-22673.
- [2] L. Holmlid, P. Govind Menon, App. Cat. A. 2001, 212, 247-255.

Podziękowania: Praca finansowana ze środków Narodowego Centrum Nauki, grant nr 2021/43/D/ST4/03016.

Właściwości fizykochemiczne mieszanin: oleinian etylu + *n*-heksan/etanol

Katarzyna Szymczyk¹, Anna Zdziennicka¹, Bronisław Jańczuk¹

¹*Katedra Zjawisk Międzyfazowych, Instytut Nauk Chemicznych, Wydział Chemii, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie*

Oleinian etylu (EO) jest powszechnie stosowanym półproduktem w syntezie chemicznej m.in. materiałów polimerowych takich jak żywice, powłoki czy tworzywa sztuczne. Służy on do przygotowania powłok powierzchniowych wyrobów medycznych i biomateriałów w celu poprawy ich smarowności i biokompatybilności. Posiada także zastosowanie w wielu preparatach do pielęgnacji skóry i farmaceutycznych jako doskonały rozpuszczalnik składników aktywnych w maściach, kremach i balsamach [1,2].

Zgodnie z klasyfikacją cieczy i ciał stałych zaproponowaną przez van Ossa i współp. EO to monopolarna ciecz [3]. Obecność grupy O=C=O oraz brak atomów wodoru zdolnych do tworzenia wiązań wodorowych w cząsteczce EO powodują, że jej napięcie powierzchniowe wynika wyłącznie z oddziaływań międzycząsteczkowych Lifshitz-van der Waalsa. Większa od zera wartość parametru elektronodonorowego napięcia powierzchniowego EO powoduje jednak, że może on oddziaływać z innymi związkami nie tylko poprzez oddziaływania Lifshitz-van der Waalsa (LW), ale także poprzez oddziaływania kwasowo-zasadowe Lewisa (AB) [4]. Tego typu oddziaływania wpływają na szereg wymienionych zastosowań EO. Dodatkowo ze względu na fakt, że napięcie powierzchniowe, gęstość i lepkość EO jest zbliżona do paliw samochodowych, EO znajduje także zastosowanie w tym przemyśle. W zastosowaniach tych EO występuje jednak w mieszaninach z innymi związkami, których właściwości różnią się znacznie od tych dla EO. Możliwość zatem określenia, jak i przewidywania właściwości fizykochemicznych tego typu mieszanin ma bardzo istotne praktyczne znaczenie. Biorąc to pod uwagę celem przeprowadzonych badań było określenie właściwości fizykochemicznych mieszanin EO z bipolarnym etanolem (ET) i apolarnym *n*-heksanem (HEX) w temperaturze 293K [4].

Literatura

- [1] A.W. Deshmukh, M.N. Varma, Ch.K. Yoo, K.L. Wasewar, J. Chem. 2013 (2013) 1.
- [2] G. Kaur, L. Chiappisi, S. Prevost, R. Schweins, M. Gradzielski, S.K. Mehta, Langmuir, 28 (2012) 10640.
- [3] C.J. van Oss, Interfacial Forces in Aqueous Media; Marcel Dekker: New York, NY, USA, 1994.
- [4] K. Szymczyk, A. Zdziennicka, B. Jańczuk, J. Mol. Liq., 400 (2024) 124525.

Właściwości elektrokinetyczne wodnych suspensji biowęgla aktywnych otrzymanych z pozostałości po przetwarzaniu owoców bzu czarnego, głogu i jarzębiny

Karina Tokarska¹, Małgorzata Wiśniewska¹, Piotr Nowicki²

¹*Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie, Wydział Chemii, Instytut Nauk Chemicznych, Katedra Radiochemii i Chemii Środowiskowej, pl. Marii Curie-Skłodowskiej 3, 20-031 Lublin*

²*Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, Wydział Chemii, Zakład Chemii Stosowanej, ul. Uniwersytetu Poznańskiego 8, 61-614 Poznań*

Przedstawione badania obejmowały syntezę i charakterystykę właściwości elektrokinetycznych materiałów węglowych o potencjalnym zastosowaniu adsorpcyjnym. Jako prekursorzy wykorzystano stałe pozostałości po przetwarzaniu owoców bzu czarnego, głogu i jarzębiny – roślin występujących powszechnie na terenie Polski, znajdujących zastosowanie w m.in. medycynie i ziołolecznictwie [1-3].

Wytwarzanie biowęgla aktywnych polegało na jednoczesnej pirolizie i aktywacji fizycznej prekursorów, przy czym jako czynnik aktywujący zastosowano tlenek węgla(IV). Proces prowadzono w temperaturze 700 °C i 800 °C, z wykorzystaniem dwóch wariantów obróbki termicznej – ogrzewania konwencjonalnego oraz mikrofalowego. Zróżnicowane parametry procedury aktywacji miały na celu wytworzenie szerokiej gamy adsorbentów węglowych o odmiennych właściwościach fizykochemicznych.

Przed rozpoczęciem badań przygotowano wodne suspensje biowęgla aktywnych, a następnie wykonano pomiary ruchliwości elektroforetycznej zdyspergowanych cząstek za pomocą aparatu Zetasizer Nano ZS. Ruchliwość elektroforetyczna została przeliczona na potencjał dzeta przy użyciu równania Smoluchowskiego. Parametr ten jest wykorzystywany do opisu stabilności cząstek stałych zdyspergowanych w fazie ciekłej [4]. Pomiary przeprowadzono w szerokim zakresie pH (tj. 2 – 11), a uzyskane krzywe zależności potencjału dzeta od pH suspensji posłużyły do wyznaczenia punktów izoelektrycznych (pH_{iep}) cząstek biowęgla.

Literatura

- [1] J.R. Mroczek, K. Mroczek, *Aura*, 4 (2020) 8-11.
- [2] D. Król, *Postępy Fitoterapii*, 2 (2011) 122-126.
- [3] M. Olczyk, A. Geszprych, *Postępy fitoterapii*, 4 (2017) 278-285.
- [4] M. Wiśniewska, K. Tokarska, T. Urban, P. Nowicki, *Wood Science and Technology*, 59 (2025) 1-28.

Stabilność i własności fizykochemiczne pian wytwarzanych na bazie mieszanin związków powierzchniowo czynnych i polielektrolitów

Dominik Kosior, Agata Wiertel-Pochopień, Maria Morga, Łukasz Witkowski,
Jan Zawąta

¹*Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera Polskiej Akademii Nauk, ul. Niezapominajek 8, 30-239 Kraków, Polska*

Piany stanowią jedną z najliczniejszych grup układów zdyspergowanych i znajdują szerokie zastosowanie w przemyśle, technologiach oraz w życiu codziennym. Obecnie jednak większość pian stabilizowana jest związkami powierzchniowo czynnymi pochodzenia petrochemicznego.

Głównym celem naszych badań było określenie możliwości zastosowania mieszanin biopolielektrolitów i biosurfaktantów jako efektywnych zamienników dla standardowych formulacji pianowych. Badaniom poddano dwa układy: (1) mieszaninę kationowego surfaktantu (lauroyloarginian etylu, LAE) i polianionu (kwas poli-L-glutaminowy, PGA) oraz (2) mieszaninę anionowego surfaktantu (ramnolipid, RH) i polikationu (poli-L-lizyna, PLL).

Z wykorzystaniem komplementarnych technik eksperymentalnych - takich jak pomiary napięcia powierzchniowego, testy pianotwórczości oraz pomiary szybkości wyciekania cienkich filmów pianowych metodą interferometryczną - przeanalizowano filmy pianowe w warunkach statycznych i dynamicznych. W szczególności badano efekty synergistyczne i antagonistyczne w układach polielektrolit/surfaktant w kontekście stabilności filmów pianowych.

Oddziaływania elektrostatyczne pomiędzy przeciwnie naładowanymi składnikami prowadziły do akumulacji makrocząsteczek na granicy faz ciecz/gaz, co skutkowało zwiększoną stabilnością cienkich filmów pianowych. Należy jednak zaznaczyć, że po przekroczeniu pewnego stężenia krytycznego dochodziło do wytrącenia fazy stałej z roztworu, co powodowało częściowe usunięcie związków powierzchniowo czynnych i polielektrolitów. W rezultacie obniżało się stężenie powierzchniowe surfaktantu, a tym samym zmniejszały się właściwości pianotwórcze badanej mieszaniny.

Podziękowania: Autorzy dziękują Narodowemu Centrum Nauki za finansowe wsparcie przy realizacji badań w ramach projektów: (1) Miniatura DEC-2023/07/X/ST11/00476 i (2) Sonata Bis 2020/38/E/ST8/00173.

Wpływ surfaktantów na strukturę i właściwości układów wielkocząsteczkowych

Gabriela Wojtan¹, Piotr Warszyński¹, Pezhman Mohammadi², Piotr Batys¹

¹*Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera PAN*

²*VTT Technical Research Centre of Finland Ltd.*

Surfaktanty mają charakterystyczną amfifilową budowę cząsteczkową, warunkującą ich zdolności do tworzenia złożonych oddziaływań elektrostatycznych i hydrofobowych, dzięki czemu odgrywają kluczową rolę w modyfikowaniu właściwości układów makrocząsteczkowych. Szczególne znaczenie surfaktantów ujawnia się poprzez ich wpływ na konformację i agregację makrocząsteczek, tym samym wpływając na ich właściwości funkcjonalne.

W niniejszych badaniach obserwowano wpływ dodecylsulfianu sodu (SDS), jako modelowego anionowego surfaktantu, na konformację peptydów składających się z 19–39 aminokwasów. Dla uchwycenia mechanizmów formowania się struktur β zastosowano podejście hybrydowe. Wykorzystano ulepszoną wersję głębokiego uczenia AIMS2.0 generującą sekwencje [1]. Stabilność i samoorganizację struktur oceniano za pomocą symulacji dynamiki molekularnej (MD) w programie GROMACS. Przeprowadzone symulacje pozwalają na dogłębne poznanie mechanizmów molekularnych.

Wyniki wskazują, że dla wybranych peptydów SDS indukuje przejście z formy nieuporządkowanej do dobrze zdefiniowanych struktur β -hairpin. Zgromadzone obserwacje pozwalają przypuszczać, że surfaktanty mogą mieć zastosowanie jako molekularne przełączniki, kontrolując przebieg samoorganizacji i formowania się struktur β . Wyniki stanowią źródło nowych informacji w kontekście projektowania *de novo* biomateriałów o kontrolowanych właściwościach.

Literatura

- [1] T. Laakko, A. Korkealaakso, B. F. Yildirim, P. Batys, V. Liljeström, A. Hokkanen, Nonappa, M. Penttilä, A. Laukkanen, A. Miserez, C. Södergård, P. Mohammadi, *Adv. Mater.* 2024, 36, 2312299.

Podziękowania: Praca powstała w wyniku realizacji projektu badawczego o nr 2022/45/B/ST4/01184 finansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki.

Emulsje woda-w-wodzie stabilizowane cząstkami mikrożelowymi – efekt rozmiaru cząstek na szybkość separacji faz

*Georgi Gochev^{1,2}, Andrzej Balis¹, Domenico Truzzolillo³, Dawid Lupa⁴,
Liliana Szyk-Warszyska¹, Jan Zawala¹*

¹*Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera Polskiej Akademii Nauk, ul. Niezapominajek 8, 30-239 Kraków, Polska*

²*Instytut Chemii Fizycznej Bułgarskiej Akademii Nauk, 1113 Sofia, Bułgaria*

³*Laboratoire Charles Coulomb, UMR 5221, CNRS-Université de Montpellier, F-34095 Montpellier, France*

⁴*Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej Uniwersytetu Jagiellońskiego, 30-348 Kraków*

Nanocząsteczki białek są bardzo skutecznymi stabilizatorami emulsji woda-w-wodzie, otrzymywanych z różnych typów wodnych układów dwufazowych (ang. aqueous two-phase systems - ATPS). Skuteczność stabilizacji emulsji przez takie cząstki, pozwalającą uzyskać długotrwały efekt, przypisuje się ich powinowactwu do obszaru międzyfazowego faza wodna/faza wodna odpowiednich ATPS.

Głównym celem naszych badań było określenie makroskopowej ewolucji stabilności emulsji dekstran-w-polietylenoglikolu (DEX/PEG), zawierających cząstki mikrożeli β -lakto-globuliny o różnych średnicach (ok. 40–190 nm). Wyniki ujawniły istnienie granicznego rozmiaru cząstek mikrożelowych, powyżej którego emulsja woda-w-wodzie zostaje ustabilizowana. Ponadto stwierdzono, że proces rozdziału faz wodnych (roztworów poszczególnych polimerów) jest determinowany przez współistniejące procesy koalescencji kropelek i ich sedymentację. Skuteczne hamowanie koalescencji kropelek zaobserwowano dla cząstek mikrożelowych większych niż 60 nm. Na podstawie wcześniejszych wyników literaturowych uzyskane dane eksperymentalne, dotyczące napędzanej koalescencją separacji faz, zostały zinterpretowane w kontekście tworzenia trwałych, ochronnych warstw cząstek mikrożelowych na kropelkach emulsyjnych.

Podziękowania: Autorzy dziękują Narodowemu Centrum Nauki za finansowe wsparcie przy realizacji badań w ramach projektu SONATA BIS nr 2020/38/E/ST8/00173.

Właściwości adsorpcyjnej saponin otrzymanych z *Saponaria officinalis*

Anna Zdziennicka, Katarzyna Szymczyk, Bronisław Jańczuk

*Katedra Zjawisk Międzyfazowych, Instytut Nauk Chemicznych, Wydział Chemii,
Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie*

Saponiny (łac. *sapo* – mydło), naturalne związki powierzchniowo czynne należą do glikozydów, a ich cząsteczki zbudowane są z hydrofilowych glikonów złożonych z jednostek cukrowych przyłączonych do hydrofobowych aglikonów. Występują one w wielu roślinach m. in. mydlnicy lekarskiej, lukrecji, szparagach, kasztanowcu, oliwkach i komosie ryżowej. Podobnie jak klasyczne surfaktanty mają one zastosowanie m.in. w kosmetykach, detergentach i środkach spożywczych. Dzięki aktywności antybakteryjnej, antynowotworowej, przeciwzapalnej oraz redukcji poziomu cholesterolu saponiny wchodzi w skład niektórych terapeutyków [1-3].

Aktywność powierzchniowa saponin zależy od rodzaju źródła z jakiego zostały pozyskane oraz metody zastosowanej do ich wyizolowania [4]. Biorąc to pod uwagę zbadano właściwości adsorpcyjne saponin otrzymanych na drodze ekstrakcji wodnej z kłącza *Saponaria officinalis*. Badania te oparto na pomiarach napięcia powierzchniowego wodnych roztworów uzyskanego ekstraktu saponin (ASSE) w temperaturze 293, 303 i 313 K. Uzyskane izotermy napięcia powierzchniowego ASSE opisano równaniem Szyszkowskiego oraz funkcji eksponentalnej. Na tej podstawie wyznaczono nadmiarowe stężenie powierzchniowe Gibbsa saponin na granicy faz roztwór-powietrze oraz minimalną powierzchnię zajmowaną przez cząsteczkę saponin na tej granicy faz. Otrzymane wyniki pozwoliły m. in. na stwierdzenie, że minimalne napięcie powierzchniowe badanych wodnych roztworów ekstraktów saponin jest wyższe od tego napięcia dla np. syntetycznego Tritonu X-165 i biosurfaktantu jakim jest ramnolipid oraz że tendencja saponin do adsorpcji na granicy faz roztwór-powietrze jest niższa od adsorpcji wspomnianych związków.

Literatura

- [1] Z. Nizioł-Łukaszewska, T. Bujak, J. Surf. Deterg. 21 (2018) 767.
- [2] S. Man, W. Gao, Y. Zhang, L. Huang, C. Liu, Fitoterapia 81 (2010) 703.
- [3] Y. Tamura, M. Miyakoshi, M. Yamamoto, Y. Tamura, M. Miyakoshi, M. Yamamoto, in: Alternative Medicine, IntechOpen, 2012.
- [4] S. Rai, A. Kafle, H.P. Devkota, A. Bhattarai, Heliyon 9 (2023) e15807.

**ELEKTROCHEMIA, ELEKTROANALIZA I CHEMIA
ANALITYCZNA - WYKŁADY**

Wodór - paliwo przyszłości. Innowacyjne technologie analityczne firmy Shimadzu w sektorze wodorowym

dr Krzysztof Bańka

SHIM-POL A.M. Borzymowski” E.Borzymowska-Reszka, A. Reszka Sp. J.

Sektor wodorowy w ostatnich latach znacząco wzrósł dzięki inwestycjom wywołanych postępującą transformacją energetyczną. Polska jest obecnie trzecim wytwórcą wodoru w Unii Europejskiej, co powoduje, że rozwój w tą technologię w naszym kraju będzie coraz większy. Ponadto przy obecnej światowej polityce energetycznej stawiającej na czyste, wydajne, ekonomiczne i przyjazne dla środowiska nowe technologie, zielony wodór o zerowej i niskiej emisji będzie wykorzystywany jako alternatywne źródło energii w wielu gałęziach przemysłu. Shimadzu angażuje się w dalszy rozwój tych technologii zgodnie z filozofią naszej firmy: „wkład w społeczeństwo poprzez naukę i technologię”.

Infrastruktura zielonej energii wodorowej wymaga dalszego rozwoju i testowania jakości na każdym etapie, rozpoczynając od produkcji, przechowywania, transportu aż do szkoleń użytkowników końcowych w celu zapewnienia bezpiecznego i niezawodnego wykorzystanie tego paliwa.

Reaktywność elektrokatalityczna układów opartych na kompleksach cyankowych metali przejściowych wobec redukcji tlenu i redukcji azotu

Krzysztof Miecznikowski

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

Obecnie technologią, która jest niezwykle energochłonną i zużywa 3% światowej energii elektrycznej i emituje blisko 2% światowych gazów cieplarnianych rocznie, jest przemysłowe otrzymywanie amoniaku w procesie Haber-Boscha. Jak wiadomo amoniak jest jednym z podstawowych substratów wykorzystywanych w różnych gałęziach przemysłu w szczególności w przemyśle nawozów sztucznych. Ponadto, amoniak jest obiecującym bezemisyjnym nośnikiem zielonej energii, dzięki wysokiej gęstości energetycznej, wysokiej zawartości wodoru (17,8%) i niższej temperaturze skraplania. Dlatego istotne jest poszukiwanie alternatywnych podejść do produkcji amoniaku z azotu.

Reakcja redukcji tlenu (ORR) jest jedną z kluczowych reakcji katalitycznych dla ogniw paliwowych, ogniw biopaliwowych czy baterii powietrznych. Ze względu na złożony 4-elektronowy proces katalityczny, kinetyka reakcji redukcji tlenu zachodzi powoli i jest procesem limitującym pracę całego ogniwa. Katalizatory z grupy platynowców są uważane za najbardziej aktywne katalizatory wobec redukcji tlenu. Jednak ich cena i zasoby są głównymi problemami do ich pełnego zastosowania w ogniwach paliwowych. W związku z tym obecne badania w tym obszarze koncentrują się przede wszystkim na opracowaniu alternatywnych katalizatorów zawierających metale nieszlachetne oraz minimalizacji ilości stosowanej platyny.

Przedmiotem naszych zainteresowań są nanostrukturalne układy katalityczne oparte na zredukowanym tlenku grafenu lub nanorurkach funkcjonalizowanych grupami karboksylowym jako nośnikach centrów katalitycznych otrzymanych przez obróbkę termiczną analogów błękitu pruskiego zawierających różne metale przejściowe (np. Co, Ni, Ag, Au, Cu, Mn). Zaproponowane katalizatory zostały poddane badaniom strukturalnym (HR-SEM, HR-TEM, XRD, XRF) w celu określenia ich struktury jak i składu, jak również zostały podane badaniom diagnostycznym z wykorzystaniem wirującej elektrody dyskowej z pierścieniem w celu określenia ilości wytwarzanego agresywnego nadtlenu wodoru podczas procesu redukcji tlenu w środowisku zasadowym. Aktywności katalityczna zaproponowanych materiałów elektrokatalitycznych została porównana z komercyjnie dostępnym katalizatorem w postaci nanocząstek Pt/C (20% wag.) jako katalizatorem odniesienia. Ponadto przeprowadziliśmy badania reaktywności elektrokatalitycznej wybranych katalizatorów wobec redukcji azotu.

Wykorzystanie mikroelektrod na bazie metali i ich stopów w analizie strippingowej jonów metali i związków organicznych

Mateusz Ochab

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

Mikroelektrody stanowią jedną z grup elektrod pracujących wykorzystywanych w analizie woltamperometrycznej, których jeden z wymiarów jest mniejszy niż 25 μm . W porównaniu do klasycznych elektrod o dużych rozmiarach, mikroelektrody wykazują szereg pożądanych cech: możliwość analizowania próbek o bardzo małej objętości, prowadzenia pomiarów z roztworów niemieszanych, badanie mechanizmów zachodzących z dużą szybkością jak również prowadzenie pomiarów w próbkach niewodnych. Elektrode pracującą może stanowić pojedyncza mikroelektroda lub układ składający się z kilku- do kilkuset mikroelektrod połączonych ze sobą (mikroelektroda zespolona). Zaletą takiego układu, jest mniejsza wrażliwość układu pomiarowego na zakłócenia, w porównaniu z pojedynczą mikroelektrodą, z uwagi na rejestrację większych wartości prądów (μA).

Jako materiał elektrodowy do wytwarzania mikroelektrod i ich zespołów możliwe jest wykorzystanie metali i ich stopów [1,2]. Zaletą elektrod metalicznych względem elektrod błonkowych jest eliminacja etapu generowania błonki metalu co prowadzi do: skrócenia i uproszczenia procedury pomiarowej oraz do zmniejszenia ilości toksycznych ścieków. Uzyskuje się to dzięki wyeliminowaniu konieczności dodawania do roztworu elektrolitu podstawowego jonów metalu stosowanego do wytworzenia jego błonki na powierzchni elektrody pracującej. Dodatkowo, z uwagi na niewielkie rozmiary omawianych mikroelektrod, masa metalu potrzebna do ich konstrukcji jest rzędu μg , dzięki czemu czujniki te są przyjazne dla środowiska.

Omawiane pojedyncze i zespolone mikroelektrody metaliczne na bazie złota srebra, ołowiu czy bizmutu oraz ich stopów zostały wykorzystane do opracowania wysokoczułych procedur oznaczania wybranych jonów metali oraz związków organicznych metodą woltamperometrii strippingowej. Opracowane procedury wykorzystano do analiz certyfikowanych materiałów odniesienia, preparatów farmaceutycznych oraz próbek środowiskowych.

Literatura

- [1] M. Ochab, Journal of Electroanalytical Chemistry 980 (2025) 119000.
- [2] I. Gęca, M. Ocha, M. Korolczuk, Talanta 207 (2020) 120309.

**ELEKTROCHEMIA, ELEKTROANALIZA I CHEMIA
ANALITYCZNA - KOMUNIKATY**

Innowacyjne zastosowanie polimeru perinonowego w postaci nowego rodzaju stałego kontaktu w elektrodach jonoselektywnych: Optymalizacja warunków elektropolimeryzacji

Klaudia Morawska¹, Cecylia Wardak¹

¹*Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Instytut Nauk Chemicznych, Wydział Chemii, Katedra Chemii Analitycznej, Plac Marii Curie-Skłodowskiej 3, 20-031 Lublin, Polska*

Elektrody jonoselektywne (ISE) są kluczowym narzędziem analitycznym, umożliwiającym precyzyjne oznaczanie stężeń jonów w różnorodnych matrycach. Kluczowym elementem tych elektrod są materiały stałego kontaktu, które odpowiadają za zapewnienie stabilności potencjału oraz efektywnego transferu ładunku, a wybór odpowiedniego rozwiązania wciąż pozostaje wyzwaniem. W dotychczasowej praktyce dominują materiały węglowe, takie jak nanorurki węglowe czy grafen, nanocząstki metali oraz ich tlenki np. CuO, kompozyty, hybrydowe materiały łączące różne funkcjonalności, a także polimery przewodzące, w tym polianilina (PANI), polioktylotiofen (POT)[1].

W niniejszej pracy zaprezentowano nowatorskie podejście, polegające na wykorzystaniu jako warstwy mediacyjnej nowego polimeru perinonowego (PPer), charakteryzującego się wyjątkowymi właściwościami: wysoką przewodnością, stabilnością termiczną oraz elektroaktywnością. Polimer osadzono na elektrodzie z węgla szklistego za pomocą metody elektropolimeryzacji potencjodynamicznej, wykorzystując woltamperometrię cykliczną [2]. Proces polimeryzacji został zoptymalizowany poprzez dobór odpowiednich warunków, w tym wybór rozpuszczalnika (dichlorometan) oraz dobór odpowiedniej soli elektrolitu, z którego nanoszona była warstwa PPer. Przeprowadzono testy dwóch trybów osadzania: w warunkach beztlenowych (potencjał w zakresie od -1,2 V do 1,4 V) oraz tlenowych (od 0 V do 1,4 V), stosując różną liczbę cykli (5, 10, 15, 20, 30). Po zakończeniu procesu polimeryzacji, warstwy stabilizowano w 5 cyklach w roztworze elektrolitu nie zawierającym monomer. Otrzymane warstwy poddano szczegółowej analizie przy użyciu mikroskopu i profilometru optycznego. Zbadano także ich skuteczność jako materiału stałego kontaktu, pokrywając je potasową membraną jonoselektywną i oceniając stabilność oraz odwracalność potencjału elektrody, a także inne podstawowe parametry analityczne.

Literatura

- [1] S.O. Mirabootalebi, Y. Liu, *Analyst*, 149 (2024), 3694-3710.
- [2] K. Morawska, M. Czichy, P. Janasik, M. Łapkowski, C. Wardak, *Sensors & Actuators: B. Chemical*, 422 (2025) 136662.

Porównanie wpływu polarnych rozpuszczalników protycznych (alkoholi niskocząsteczkowych) na parametry kinetyczne elektroredukcji jonów Bi(III) w obecności jonów chloranowych(VII)

Alicja Pawlak¹, Agnieszka Nosal-Wiercińska¹

¹*Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie, Instytut Nauk Chemicznych, Wydział Chemii, Katedra Chemii Analitycznej*

W elektroanalizie jonów metali, jednym z kluczowych zagadnień jest zrozumienie wpływu obecnych w układach rozpuszczalników na kinetykę i mechanizm badanych procesów. Pomimo licznych eksperymentów dotyczących szybkości procesów elektrodowych jonów metali [1-2], wiedza w tym zakresie pozostaje wciąż niewystarczająca, szczególnie w kontekście jonów Bi(III).

Celem niniejszej pracy było zbadanie wpływu metanolu, etanolu, 2-propanolu i butanolu, na parametry kinetyczne elektroredukcji jonów Bi(III) w układach mieszanych: chlorany(VII)-roztwór rozpuszczalnik organiczny. Uzyskane wyniki wskazują na istotne obniżenie szybkości procesu oraz zmianę jego mechanizmu w obecności wybranych alkoholi niskocząsteczkowych. Za główną przyczynę tego zjawiska uznaje się adsorpcję rozpuszczalnika na granicy fazy elektroda R-AgLAFe/roztwór [3]. Wyznaczone parametry kinetyczne, takie jak współczynniki przejścia katodowego (α) oraz standardowe stałe szybkości (k_s), wykazały zależność od rodzaju użytego rozpuszczalnika i jego stężenia w badanych układach. Uzyskane dane podkreślają istotę doboru odpowiedniego składu elektrolitu podstawowego, zwłaszcza w kontekście potencjalnych, praktycznych zastosowań przemysłowych.

Literatura

- [1] J. Nieszporek, „Cap-Pair” Effect as the Reason of the Catalytic Properties of Nicotinic Acid: Experimental and Theoretical Studies, *ChemPhysChem*, 24 (2023) e202200394.
- [2] A.E. Tinaeva, O.A. Kozaderov, Kinetics of Nucleation at the Electrodeposition of Zinc and Nickel from Ammonium Chloride Electrolytes, *Russ. J. Electrochem.*, 60 (2024) 795–806.
- [3] Pawlak A, Nosal-Wiercińska A. Effect of Ionic Surfactants on Kinetics and Mechanism of the Bi(III) Ion Electroreduction in the Mixed Aqueous–Organic Solutions of Supporting Electrolytes. *Molecules*. 2024; 29(21):4986.

Woltamperometria strippingowa jako narzędzie do oznaczania śladowych ilości wybranych jonów lantanowców w próbkach środowiskowych

Edyta Wlazłowska¹, Małgorzata Grabarczyk¹

¹ *Katedra Chemii Analitycznej, Instytut Nauk Chemicznych, Wydział Chemii, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, pl. M. Curie-Skłodowskiej 3, 20-031 Lublin*

Do pierwiastków ziem rzadkich (REE) należą pierwiastki z grupy lantanowców w tym cer i europ. Zarówno europ jak i cer, dzięki swoim wyjątkowym właściwościom magnetycznym, fosforescencyjnym i katalitycznym, znalazły szerokie zastosowanie w nowoczesnych technologiach, przemyśle metalurgicznym, medycynie oraz produkcji zaawansowanych materiałów, stając się jednymi z 20 kluczowych surowców mineralnych dla gospodarki Unii Europejskiej. Lantanowce odgrywają kluczową rolę w nowoczesnych technologiach, jednak ich obecność w środowisku może prowadzić do potencjalnych zagrożeń ekologicznych i zdrowotnych. Dlatego rozwój czułych i selektywnych metod analizy śladowych ilości tych pierwiastków jest niezwykle istotny [1].

Woltamperometria strippingowa (SV) jest jedną z najbardziej obiecujących technik elektrochemicznych umożliwiających oznaczanie ultraśladowych ilości metali w różnych matrycach środowiskowych, takich jak wody powierzchniowe, gleby czy osady dennie. Z wykorzystaniem tej techniki opracowano procedury analityczne umożliwiające precyzyjne oznaczanie europu i ceru przy użyciu adsorpcyjnej woltamperometrii strippingowej (AdSV). Optymalizacja warunków prowadzenia pomiarów obejmowała dobór odpowiedniego potencjału i czasu nagromadzenia, oraz składu elektrolitu, co pozwoliło na uzyskanie wysokiej czułości i selektywności oznaczania europu i ceru. Granica wykrywalności dla obu pierwiastków osiągnęła wartości rzędu nanomolowych stężeń, co czyni tą metodę konkurencyjną wobec bardziej skomplikowanych i kosztownych technik, takich jak ICP-MS. Dodatkowo, przeprowadzone badania próbek środowiskowych wykazały, że opracowane procedury skutecznie eliminują zakłócenia wynikające z obecności jonów interferujących [2,3].

Literatura

- [1] M. Grabarczyk, M. Fialek, E. Wlazłowska, *Molecules*, 28 (2023) 7755.
- [2] M. Grabarczyk, M. Fialek, E. Wlazłowska, *Molecules*, 29 (2024) 1198.
- [3] E. Wlazłowska, M. Grabarczyk, M. Fialek, *Journal of The Electrochemical Society*, 171 (2024) 087501.

**ELEKTROCHEMIA, ELEKTROANALIZA I CHEMIA
ANALITYCZNA - POSTERY**

Karboksyłanowe sieci metalo-organiczne zawierające jony miedzi jako sensory chemiczne neuroprzekaźników

Aleksander Ejsmont, Klaudia Bucoń, Teresa Łuczak, Joanna Gościańska

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

Dopamina (DA) uczestniczy w przekazywaniu sygnałów pomiędzy neuronami w ośrodkowym układzie nerwowym. Zmiany stężenia DA są powiązane z zaburzeniami neurologicznymi i psychiatrycznymi, dlatego jej detekcja w niskich stężeniach ma duże znaczenie badawcze i potencjał diagnostyczny. W odpowiedzi na zapotrzebowanie na sensory elektrochemiczne dla DA, coraz większą uwagę zwraca się na sieci metalo-organiczne (MOF). Materiały MOF, stosowane jako modyfikatory elektrod, dzięki obecności jonów metali i grup funkcyjnych, mogą wchodzić w reakcje z analitem i brać udział w jego detekcji.

Celem badań była synteza solwotermalna MOFów zawierających miedź, z wykorzystaniem aromatycznych kwasów karboksylowych – tereftalowego i trimesowego oraz ocena wpływu modulatora (mrówczanu sodu) na ich morfologię i aktywność elektrochemiczną w detekcji DA [1].

Otrzymane cztery materiały Cu-MOF charakteryzowały się wysoką krystalicznością i cząstkami o kształcie sfer (0D), prętów (1D), płatków (2D) oraz bipiramid tetragonalnych (3D). Posiadały powierzchnię właściwą w zakresie 9–701 m²/g. Cu-MOF o morfologii dwuwymiarowej (2D), po osadzeniu na elektrodzie z węgla szklanego (GCE), wykazał najwyższą czułość względem DA spośród badanych materiałów. Modyfikowana elektroda charakteryzowała się szerokim, liniowym zakresem detekcji neuroprzekaźnika (5×10^{-5} –0,75 mmol/L) oraz bardzo niską granicą wykrywalności (1,26 nmol/L), przewyższając pozostałe badane materiały. Stwierdzono, że cząstki Cu-MOF przypominające płatki ulegały lepszemu upakowaniu na GCE, tym samym zapewniając efektywny transport ładunków. Dodatkowo, materiał ten cechował się wyższą stabilnością hydrolytyczną oraz zawierał wyłącznie jony Cu²⁺ w strukturze, co zapewniało jego czynny udział w procesie elektrochemicznego utleniania DA i jej detekcji w roztworach wodnych o pH w zakresie od 5 do 8.

Literatura

[1] A. Ejsmont, K. Bucoń, T. Łuczak, J. Goscianska, Adv. Sens. Res. 2025, 2400183.

Azotyny jako szkodliwe dodatki do żywności i ich woltamperometryczne oznaczanie z wykorzystaniem zespolonych mikroelektrod złotych

Marzena Fiałek¹, Małgorzata Grabarczyk¹

¹*Katedra Chemii Analitycznej, Instytut Nauk Chemicznych, Wydział Chemii UMCS, pl. Marii Skłodowskiej-Curie 3, 20-031 Lublin*

Azotyny to związki azotowe powszechnie stosowane jako dodatki do żywności (oznaczone jako E249 i E250), w szczególności w produktach mięsnych ze względu na to, że pomagają chronić te produkty spożywcze przed zepsuciem, wydłużając ich okres przydatności do spożycia. Nadmierne spożycie żywności bogatej w azotyny może poważnie zaszkodzić organizmowi. Azotyny wchodzi w reakcje z aminami, tworząc rakotwórcze nitrozoaminy, jak również przekształcają hemoglobinę w methemoglobinę zakłócając transport tlenu w organizmie człowieka. Dlatego zawartość azotynów w żywności oraz w wodzie należy ściśle monitorować [1]. Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Zdrowia maksymalne dopuszczalne stężenie NO_2^- w wodzie pitnej wynosi $0,5 \text{ mg L}^{-1}$ [2]. Azotyny mają też ogromny wpływ na stan zanieczyszczenia środowiska, głównie w miejscach, w których rutynowo stosuje się nawożenie, co prowadzi do degradacji lokalnych ekosystemów wodnych. Stąd też niezbędne jest opracowanie czułej i zarazem taniej metody służącej do badania zawartości NO_2^- w próbkach środowiskowych. Do tego celu może posłużyć procedura woltamperometryczna wykorzystująca nowo opracowany trwały czujnik wielokrotnego użytku o długoterminowym działaniu składający się z 800 mikroelektrod złotych. Do wytworzenia tego czujnika użyto około 10 mg złota, co stanowi niewielką ilość w porównaniu z ilością wymaganą do wytworzenia konwencjonalnych elektrod. Konstrukcja tej elektrody umożliwia łatwą obsługę i sprawia, że przygotowanie tego czujnika jest szybkie i niedrogie. Dzięki dyfuzji sferycznej zachodzącej na powierzchni mikroelektrod złotych w proponowanej procedurze pomiar odbywa się bez konieczności mieszania roztworu. Ponadto to podejście woltamperometryczne jest bardzo proste i szybkie, ponieważ obejmuje jedynie utlenianie N(III) do N(V). Ponieważ procedura ta przebiega bez etapu nagromadzania, jest wolna od jakichkolwiek zakłóceń matrycy próbki i może być stosowana bezpośrednio w terenie [2].

Literatura

- [1] N.S. Noor, L.L. Tan, L.Y. Heng, K.F. Chong, S.N. Tajuddin, Food Chemistry, 207 (2016) 132-138.
- [2] M. Fiałek, M. Grabarczyk, Journal of the Electrochemical Society, 171 (2024) 117517.

Wykorzystanie stałej mikroelektrody bizmutowej w analizie specjacyjnej selenu techniką woltamperometryczną

Marzena Fiałek¹, Małgorzata Grabarczyk¹

¹Katedra Chemii Analitycznej, Instytut Nauk Chemicznych, Wydział Chemii UMCS, pl. Marii Skłodowskiej-Curie 3, 20-031 Lublin

Metody elektrochemiczne odgrywają znaczącą rolę w analizie pierwiastków śladowych nie tylko ze względu na ich wysoką czułość i selektywność, ale również ze względu na możliwość analizy specjacyjnej. Spośród metod elektrochemicznych analiza strippingowa jest najczulszą techniką umożliwiającą uzyskanie granic wykrywalności rzędu ppb i sub-ppb. Metoda ta umożliwia oznaczenie Se(IV), która jest aktywną elektrochemicznie formą selenu, w przeciwieństwie do Se(VI). W naszych badaniach nad specjacją selenu skupiliśmy się na opracowaniu procedury wykorzystującej stałą mikroelektrodę bizmutową, która może być z powodzeniem stosowana do analizy polowej i umożliwia oznaczenie tak niskich stężeń Se(IV) (2–3000 nmol L⁻¹), których nie można oznaczyć z wykorzystaniem poprzednio opracowanych procedur opartych na wykorzystaniu zminiaturyzowanych czujników. Elektrode tę opracowano przez osadzenie niewielkiej ilości metalicznego bizmutu w stałej elektrodzie szczelnie zamkniętej w obudowie. Jej konstrukcja sprawia, że jest ona bardziej przyjazna dla środowiska laboratoryjnego niż wcześniej powszechnie stosowane elektrody z filmem bizmutu. Ilość metalicznego bizmutu potrzebna do wytworzenia proponowanego czujnika jest znacznie zminimalizowana w porównaniu do stałej elektrody bizmutowej o dużej powierzchni. Ponadto, w porównaniu do elektrod z filmem bizmutu, jony bizmutu nie są dodawane do elektrolitu pomocniczego, ponieważ nie ma konieczności dodatkowego tworzenia filmu bizmutu na powierzchni elektrody stałej. Ta innowacyjna stała mikroelektroda bizmutowa umożliwia proste i szybkie wykrywanie Se(IV) bez konieczności stosowania dużej ilości odczynników, ponieważ potrzebny jest tylko elektrolit pomocniczy, a całkowity czas pojedynczego pomiaru jest krótszy niż minuta.

Literatura

- [1] N.S. Noor, L.L. Tan, L.Y. Heng, K.F. Chong, S.N. Tajuddin, *Food Chemistry*, 207 (2016) 132-138.
- [2] M. Fiałek, M. Grabarczyk, *Journal of the Electrochemical Society*, 171 (2024) 117517.

Elektroda węglowa modyfikowana filmem miedzi jako czujnik elektrochemiczny do oznaczania śladowych stężeń jonów ołowiu w wodach środowiskowych metodą anodowej woltamperometrii strippingowej

Małgorzata Grabarczyk¹, Agnieszka Wawruch¹

¹ *Katedra Chemii Analitycznej, Instytut Nauk Chemicznych, Wydział Chemii, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, pl. M. Curie-Skłodowskiej 3, 20-031 Lublin*

Elektrody z warstwą metaliczną przeżywają obecnie intensywny rozwój jako przyjazne dla środowiska czujniki elektrochemiczne stosowane w woltamperometrii strippingowej. Pierwsze filmowe elektrody bizmutowe zostały w 2000 roku wprowadzone przez zespół Wang'a [1], kolejnymi elektrodami cieszącymi się dużym zainteresowaniem były elektrody ołowiowe wprowadzone w 2005 roku przez zespół Korolczuka [2]. W niniejszej pracy chcemy zaproponować wykorzystanie filmowej elektrody miedziowej do oznaczania śladowych stężeń jonów ołowiu w wodach naturalnych. Celem pracy było zoptymalizowanie warunków wytwarzania elektrody z warstwą miedzi na węglu szklistym jako podłożu, a następnie zoptymalizowanie warunków zatężania analitu, którym był ołów i uzyskanie sygnału analitycznego metodą anodowej woltamperometrii strippingowej. Jako elektrolit podstawowy wybrano 0.5 M HCl gwarantujący uzyskanie dobrze ukształtowanych pików w szerokim zakresie stężeń. Na podstawie przeprowadzonych eksperymentów wybrano tworzenie filmu miedzi metodą *in situ* z jednoczesną redukcją jonów ołowiu do postaci metalicznej przy potencjale -0.8 V przez 80 s. Dzięki temu procedura była szybka i prosta do przeprowadzenia. W celu jej walidacji przeprowadzono z sukcesem analizę wód naturalnych i zbadano odzyski ołowiu uzyskując akceptowalne rezultaty wynoszące nawet 96 % dla stężeń rzędu nM.

Literatura

- [1] J. Wang, J. Lu, S.B. Hocevar, P.A.M. Farias, *Analytical Chemistry*, 72 (2000), 3218.
- [2] M. Korolczuk, K. Tyszczyk, M. Grabarczyk, *Electrochemistry Communications*, 7 (2005) 1185.

Innowacyjność nowego czujnika elektrochemicznego do oznaczania śladowych stężeń europu(III) w próbkach środowiskowych

Małgorzata Grabarczyk¹, Edyta Wlazłowska¹, Marzena Fiałek¹

¹ *Katedra Chemii Analitycznej, Instytut Nauk Chemicznych, Wydział Chemii, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, pl. M. Curie-Skłodowskiej 3, 20-031 Lublin*

Rozwój metod oznaczania europu(III) na poziomie śladowym i ultraśladowym budzi rosnące zainteresowanie w badaniach geochemicznych, środowiskowych, biomedycznych i przemysłowych. Do tego celu najczęściej stosuje się techniki o wysokiej czułości, takie jak ICP-OES, NAA i ICP-MS, jednak ich kosztowność ogranicza dostępność. Woltamperometria strippingowa stanowi obiecującą alternatywę, szczególnie przy zastosowaniu elektrod przyjaznych dla środowiska.

W literaturze opisano wiele metod opartych na woltamperometrii strippingowej, w których wykorzystuje się elektrody rtęciowe. Pomimo licznych zalet elektrody rtęciowe są coraz rzadziej stosowane. Kluczowym problemem ich stosowania jest toksyczność rtęci, co skłoniło do poszukiwania alternatywnych, bardziej przyjaznych dla środowiska elektrod. Dlatego zaproponowaliśmy użycie czujnika elektrochemicznego na bazie nanomateriałów węglowych do ilościowego oznaczania europu. Nanomateriały węglowe cieszą się dużym zainteresowaniem ze względu na swoje unikalne właściwości strukturalne, mechaniczne i chemiczne. Skonstruowana elektroda na bazie nanomateriałów węglowych umożliwiła opracowanie czulej procedury do oznaczania europu metodą adsorpcyjnej woltamperometrii strippingowej. W zaproponowanej procedurze dedykowanej oznaczaniu europu, jako czynnik kompleksujący wybrano kupferron, który tworzy stabilne kompleksy z europem(III). W celu modyfikacji powierzchni elektrody do roztworu wprowadzano dodatkowo jony ołowiu, które tworzą warstwę ołowiu, na której gromadził się kompleks Eu(III)–kupferron, zwiększając w ten sposób czułość oznaczania. Zoptymalizowana procedura umożliwiła osiągnięcie niskiej granicy wykrywalności Eu(III), wynoszącej 1×10^{-10} mol L⁻¹. Spośród elektrod stosowanych do woltamperometrycznego oznaczania jonów Eu(III) jedynie elektroda rtęciowa pozwala na uzyskanie niższej granicy wykrywalności.

Literatura

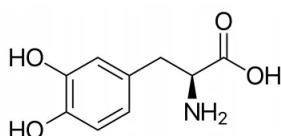
- [1] E. Wlazłowska, M. Grabarczyk, M. Fiałek, *Journal of The Electrochemical Society*, 171 (2024) 087501.

Zastosowanie elektrody z cyklicznie odnawialnego filmu ciekłego amalgamatu srebra (R-AGLAFE) do badania adsorpcji lewodopy w buforze octanowym o różnym pH

Dorota Gugała-Fekner¹, Jolanta Nieszporek¹, Sylwia Jarzyna¹, Michał Szponder¹

¹Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Wydział Chemii UMCS, Katedra Chemii Analitycznej, pl.M.Curie-Skłodowskiej 3, 20-031 Lublin

Zastosowanie w pełni zautomatyzowanej elektrody Hg(Ag)FE do badania adsorpcji lewodopy, której wzór strukturalny przedstawiono na rysunku 1, prekursora dopaminy, substancji stosowanej w leczeniu choroby Parkinsona przyniosło spodziewane rezultaty.



Rysunek 1. Wzór strukturalny lewodopy

Lewodopa to aminokwas, który w organizmie przekształca się w dopaminę, neuroprzekaźnik niezbędny do prawidłowego funkcjonowania układu nerwowego. Jest stosowana w leczeniu choroby Parkinsona, która charakteryzuje się niedoborem dopaminy w mózgu, co prowadzi do problemów z ruchami i koordynacją. Lewodopa pomaga uzupełnić ten niedobór, łagodząc objawy choroby. Przenika ona do mózgu, gdzie przekształca się w dopaminę, co poprawia funkcjonowanie układu nerwowego i łagodzi objawy choroby.

Podczas prowadzonych badań wykorzystano innowacyjną elektrodę z cyklicznie odnawialnego filmu ciekłego amalgamatu srebra (R-AgLAFe) [1]. Elektroda ta cechuje się bardzo dobrą powtarzalnością i odtwarzalnością pomiarów, wykazuje wysoki nadpotencjał redukcji wodoru oraz stanowi korzystną alternatywę dla powszechnie stosowanej wiszącej kroplowej elektrody rtęciowej (HMDE).

Pomiary pojemności różniczkowej przeprowadzono w funkcji częstotliwości prądu zmiennego i zauważono występowanie dyspersji częstotliwościowej dla wszystkich badanych stężeń lewodopy.

Literatura

- [1] A. Nosal-Wiercińska, M. Martyna, M. Grochowski, B. Baś, Journal of The Electrochemical Society, 168 (2021) 066504.

Woltamperometryczny bioczuJNIK na bazie peroksydazy chrzanowej do oznaczania estrogenów

Maria Madej, Anna Mocarska, Aleksandra Matusik, Jolanta Kochana

Zakład Chemii Analitycznej, Wydział Chemii, Uniwersytet Jagielloński, Kraków

Estrogeny odgrywają kluczową rolę w życiu każdej kobiety. Monitorowanie ich poziomu umożliwia ocenę przebiegu cyklu menstruacyjnego, problemów z płodnością, menopauzy oraz osteoporozy. W literaturze opisano różne biosensory do oznaczania estrogenów, większość z nich wymaga zastosowania przeciwciał jako bioelementu. Pomimo wysokiej specyficzności i czułości, przeciwciała są trudne do unieruchomienia na powierzchni sensora i wymagają utrzymania ściśle określonych warunków eksperymentalnych. Znacznie tańszymi, ale nadal efektywnymi materiałami biologicznymi do konstrukcji biosensorów są enzymy.

Celem badań było zbadanie możliwości oznaczania najważniejszego z estrogenów, 17- β -estradiolu (E2), za pomocą bioczuJNIka bazującego na peroksydazie chrzanowej (HRP). Do immobilizacji enzymu wykorzystano kompozyt składający się z dwuwymiarowego MOFu, JUK-2, wielościennych nanorurek węglowych (MWCNTs) oraz nanocząstek złota (AuNPs). Wcześniejsze badania wykazały, że kompozyt składający się z JUK-2, wielościennych nanorurek węglowych oraz nanocząstek złota działa jako materiał hybrydowy o mieszanej przewodności jonowo-elektronowej, co przyczynia się do jego doskonałej aktywności elektrokatalitycznej [1]. Oznaczenie bazowało na współzawodnictwie katecholu (H_2Q) i 17- β -estradiolu do centrum aktywnego enzymu [2]. W obecności nadtlenu wodoru (H_2O_2), HRP katalizuje utlenianie H_2Q i 17- β -estradiolu. Odpowiedź elektrochemiczna bioczuJNIka była proporcjonalna do stężenia H_2Q i odwrotnie proporcjonalna do stężenia 17- β -estradiolu. W celu opracowania procedury analitycznej, zoptymalizowano parametry takie jak rodzaj i pH elektrolitu podstawowego, stężenie katecholu oraz nadtlenu wodoru. Wykorzystując technikę woltamperometrii cyklicznej przeprowadzono charakterystykę analityczną opracowanego biosensora, określając jego czułość, zakres liniowy, granicę wykrywalności oraz powtarzalność wyników. Zastosowanie biosensora zweryfikowano poprzez oznaczanie E2 w preparacie farmaceutycznym oraz w próbkach moczu.

Literatura

- [1] M. Madej, D. Matoga, K. Skaźnik, R. Porada, B. Baś, J. Kochana, *Microchimica Acta*, 188 (2021) 184.
- [2] K. Spychalska, D. Zajęc, J. Cabaj, *RSC Advances*, 10 (2020) 9079.

Elektroda jonoselektywna do oznaczania chlorowodorku oktenidyny

Joanna Lenik

Wydział Chemii, Instytut Chemii, Katedra Chemii Analitycznej, Uniwersytet Marii-Curie-Skłodowskiej, pl. M. Curie-Skłodowskiej 3, 20-031 Lublin

Oktenidyna należy do głównej grupy leków działających na drobnoustroje chorobotwórcze, środków kationowo czynnych o działaniu dezynfekującym i antyseptycznym. Jest związkiem, który można zaliczyć do pochodnych soli trzeciorzędowych długocząściowych amin alifatycznych zawierającym dwa centra kationowe [1]. Została wprowadzona w Europie do leczenia w 1987 r. W preparatach farmaceutycznych (*Octenisept*, *MaxiSeptic*, *Octeangin*, *Octedin*, *Octenilin*) występuje głównie w postaci roztworów leczniczych, żeli do stosowania na rany, skórę lub w pastylek do ssania. W analizie chemicznej w badaniach kontroli jakości leków stosuje się najczęściej metody instrumentalne oraz metody miareczkowania klasycznego. Z danych literaturowych [2,3] wynika, że nie opracowano dotychczas, metody potencjometrycznej do oznaczania oktenidyny, która jest metodą stosunkowo tanią, ale i dokładną, czułą oraz selektywną.

W pracy przedstawiono wyniki badań opracowania klasycznej elektrody jonoselektywnej z ciekłym kontaktem czułej na dichlorowodorek oktenidyny. Spreparowane membrany elektrod zawierały związek aktywny 10mg NaFBP (elektroda1) lub KtpClBP (elektroda2) lub 4mg KtpClBP+6mg HS β CD (elektroda 3) oraz plastifikator 130mg NPOE i 60mg PVC. Wyznaczono podstawowe parametry analityczne badanych czujników tj. nachylenie prostoliniowej części krzywej odpowiedzi, granicę wykrywalności, zakres pH, czas odpowiedzi, odwracalność potencjału. Sprawdzono selektywność względem jonów sodu, potasu oraz innych substancji pomocniczych występujących w preparatach farmaceutycznych. Elektrode o optymalnych właściwościach (elektroda 3) zastosowano do oznaczenia zawartości oktenidyny w preparacie farmaceutycznym *Octeangin* (2,6mg/tabletkę) uzyskując 103,3% substancji (metoda dodatku wzorca).

Literatura

- [1] M. Pawłowski, „Chemia leków”, PZWL, Warszawa, 2020, 644.
- [2] M. Budetić, M. Jozanović, I. Pukleš, M. Samardžić, *Reviews in Analytical Chemistry*, 43 (2024) 20230078.
- [3] M. Ye. Blazheyevskiy, E. Bulska, A. M. Tupys, O. V. Kovalska, *Journal of Organic and Pharmaceutical Chemistry*, 20 (3) (2022) 12.

Potencjometryczna matryca czujnikowa elektronicznego języka do badania właściwości preparatu zawierającego rosuwastatynę wapniową

Patrycja Ciosek-Skibińska¹, Krzysztof Cal², Daniel Zakowiecki³, Joanna Lenik⁴

¹Wydział Chemiczny, Politechnika Warszawska, ul. Noakowskiego 3, 00-664 Warszawa

² Wydział Farmaceutyczny, Katedra i Zakład Farmacji Stosowanej, Gdański Uniwersytet Medyczny, Al. Gen. J.Hallera 107, 80-416 Gdansk

³ Chemische Fabrik Budenheim KG, Rheinstrasse 27, 55257 Budenheim, Germany

⁴ Wydział Chemii, Instytut Chemii, Katedra Chemii Analitycznej, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, pl. M. Curie-Skłodowskiej 3, 20-031 Lublin

Elektroniczny język jest nowoczesnym urządzeniem do automatycznej analizy próbek ciekłych. Składa się z matrycy czujników o zróżnicowanej selektywności oraz bloku rozpoznawania obrazu, do którego należą zróżnicowane techniki chemometryczne. Ma szerokie zastosowanie m. in. w analizie farmaceutycznej do potwierdzenia tożsamości, badania właściwości (maskowania gorzkiego smaku) czy badania rozróżniania próbek na etapie produkcji lub kontroli jakości. Czujniki potencjometryczne są często stosowane w takich matrycach ze względu na ich niezaprzeczalne zalety, odpowiednia czułość, selektywność na API i inne składniki próbki, szybki czas odpowiedzi [1].

Celem przeprowadzonych badań było uzyskanie optymalnej matrycy sensorowej do rozróżniania formułacji zawierających rosuwastatynę oraz do badania skuteczności maskowania smaku gorzkiego. Przygotowane do badań peletki o różnej wielkości, zawierały jako substancję słodzącą izomalt, z dodatkową powleczoną warstwą polimeru, hydroksypropylometylocelulozą (HPMC). Układ czujników elektronicznego języka składał się z 16 elektrod ze stałym kontaktem o zróżnicowanej selektywności. Wyznaczono podstawowe parametry tj. nachylenie charakterystyki, zakres prostoliniowości, potencjał standardowy w roztworach rosuwastatyny w zakresie stężeń $2 \cdot 10^{-5}$ – $2 \cdot 10^{-3}$ mol/L. Pomiary elektronicznego języka zostały przeprowadzone w ośmiu różnych próbkach farmaceutycznych, dodatkowo w próbkach API(50) oraz API(10) - odpowiednio w wysokiej dawce i niskiej dawce rosuwastatyny jako standardach gorzkości. Z uzyskanych wyników można zauważyć, że najmniejsze podobieństwo do gorzkiego standardu API(10) wykazały peletki o największych rozmiarach powleczone warstwą polimeru, bez substancji słodzącej.

Literatura

- [1] K. Olechno, B. Maciejewski, K. Głowacz, J. Lenik, P. Ciosek-Skibińska, A. Basa, K. Winnicka, *Materials*, 15 (2022) 2126.

Ekologiczne i precyzyjne oznaczanie jonów amonowych z wykorzystaniem elektrod jonoselektywnych modyfikowanych nanokompozytem

Klaudia Morawska¹, Cecylia Wardak¹

¹*Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Wydział Chemii, Instytut Nauk Chemicznych, Katedra Chemii Analitycznej, Plac Marii Curie-Skłodowskiej 3, 20-031 Lublin, Polska*

Jony amonowe (NH_4^+) w nadmiarze są szkodliwe zarówno dla fauny, jak i flory. Ich wysokie stężenie negatywnie wpływa na gospodarkę rolną, hamując wzrost i ukorzenianie roślin, a także przyczyniając się do eutrofizacji wód. Skutkiem tego jest znaczący spadek liczebności roślin i organizmów wodnych. Amon ulega również utlenianiu do azotanów i azotynów, co zwiększa ryzyko wymywania azotu do wód gruntowych, prowadząc do ich skażenia. Dlatego kluczowe jest monitorowanie zawartości NH_4^+ w środowisku. Pozwala to na optymalizację strategii nawożenia, zwiększenie efektywności upraw oraz minimalizację negatywnego wpływu na środowisko [1,2]. Jedną z metod wykorzystywaną do oznaczania amonu jest potencjometria.

W celu opracowania nowego narzędzia analitycznego, zaprojektowano czujniki potencjometryczne na bazie węgla szklстого, które zostały zmodyfikowane z zastosowaniem materiału kompozytowego. Selektowność czujnika uzyskano poprzez naniesienie jonoczułej membrany o składzie 3% wag. nonaktywny (jonofor amonowy), 50 mol% tetrakis(4-chlorofenyl)boranu potasu względem jonoforu (0,86% wag), 30% polichlorku winylu (stanowiącego matrycę membrany) oraz 66,14% adypinianu bis(1-butylpentylu) (plastifikator). Przygotowano dwie pary elektrod: GCE/ISM, pełniącą funkcję elektrody kontrolnej, oraz modyfikowaną elektrodę GCE/NC/ISM, w której zastosowano nanokompozyt wielościennych nanorurek węglowych (MWCNTs) oraz nanowłókien węglowych (CNFs). Elektroda GCE/NC/ISM powstała w wyniku nakroplenia zawiesiny nanokompozytu MWCNTs:CNFs (1:1) w tetrahydrofuranie o objętości 15 μL , przed nałożeniem membrany. Po przeprowadzeniu kondycjonowania, przeprowadzono szereg badań mających na celu ocenę parametrów analitycznych opracowanych elektrod. W ramach tych badań określono odpowiedzi elektrod, stabilność oraz odwracalność potencjału, a także zbadano wpływ czynników zewnętrznych, takich jak obecność gazów czy światła. Dodatkowo, oceniono selektowność elektrod względem interferentów, a także dokonano oznaczenia jonów amonowych w próbkach rzeczywistych.

Literatura

- [1] B. Quebedeaux, J.L. Ozbun, Plant Physiology, 52 (1973) 677-679.
- [2] T. Zhang, M. Li, C. Liu, Z. Yan, Environmental Pollution, 336 (2023), 122374.

Wpływ surfaktantów jonowych na parametry warstwy podwójnej granicy granicy faz R-AgLAFE/alkohol – chlorany(VII)

Agnieszka Nosal – Wiercińska^{*1}, Alicja Pawlak¹, Mariusz Grochowski¹

¹Katedra Chemii Analitycznej, Uniwersytet Marii Curie – Skłodowskiej w Lublinie,
pl. M. Curie – Skłodowskiej 3, 20-031 Lublin

^{*}adres e-mail: agnieszka.nosal-wiercinska@mail.umcs.pl

Obszerną dziedzinę badań naukowych mającą na celu wyjaśnienie skomplikowanych procesów fizykochemicznych stanowi granica faz ciało stałe/roztwór o różnym składzie chemicznym. Dogłębne zbadanie tych zjawisk może być wykorzystane np. w wielu procesach technologicznych i w różnych gałęziach przemysłu. Pozwoli na dokładniejsze opisanie struktury i właściwości podwójnej warstwy elektrycznej oraz na poszerzenie wiedzy z zakresu funkcjonowania inhibitorów korozji, regulatorów elektroosadzania metali czy elektrosyntezy organicznej [1].

Badano wpływ odpowiednio 1-oktanosulfonianu sodu oraz bromku heksadecylotrimetyloamoniowego na parametry warstwy podwójnej granicy faz R-AgLAFE /metanol – chlorany(VII); R-AgLAFE /etanol – chlorany(VII).

Pojemność różniczkową warstwy podwójnej (C_d) na granicy faz R-AgLAFE/elektrolit podstawowy mierzono z wykorzystaniem elektrochemicznej spektroskopii impedancyjnej. We wszystkich układach stwierdzono dyspersję częstotliwościową w związku z tym otrzymane wartości pojemności różniczkowej ekstrapolowano do częstotliwości zerowej z liniowego zapisu $C_d = f(\sqrt{\omega})$, gdzie (ω) jest częstotliwością kątową, $\omega = 2\pi f$. Potencjały ładunku zerowego (E_z) wyznaczano przy użyciu elektrody strumieniowej, natomiast napięcie powierzchniowe przy potencjale ładunku zerowego (γ_z) mierzono stosując metodę największego ciśnienia wewnątrz kropli rtęci [2].

Zaadsorbowane na powierzchni elektrody surfaktanty zmieniają strukturę obszaru międzyfazowego. Stwierdzono, że w kształtowaniu równowag adsorpcyjnych w badanych układach istotną rolę odgrywa adsorpcja konkurencyjna między molekułami surfaktantu a alkoholu czy mieszanymi micelami.

Literatura

- [1] B. E. Brycki, I. H. Kowalczyk, A. Szulc, O. Kaczerewska, M. Pakiet, w: Organic corrosion inhibitors, Corrosion inhibitors, principles and recent applications, 3, InTech, Croatia 2018, 33.
- [2] A. Nosal – Wiercińska, Electroanalysis, 26 (2014) 1013.

Modyfikacja polimerowej membrany ołowiowych elektrod jonoselektywnych za pomocą hydrofobowych rozpuszczalników głęboko eutektycznych

Cecylia Wardak¹, Mersiha Suljkanović², Małgorzata Grabarczyk¹

¹*Katedra Chemii Analitycznej, Instytut Nauk Chemicznych, Wydział Chemii, Uniwersytet Marii Curie Skłodowskiej, Pl. Marii Curie Skłodowskiej 3, 20-031 Lublin*

²*Katedra Chemii, Wydział Nauk Przyrodniczych i Matematyki, Uniwersytet w Tuzli, Urfeta Vejzagića 4, 75000 Tuzla, Bosnia i Hercegovina*

Rozpuszczalniki głęboko eutektyczne (**Deep Eutectic Solvents**) to mieszaniny co najmniej jednego akceptora wiązań wodorowych i jednego donora wiązań wodorowych. W przeciwieństwie do konwencjonalnych rozpuszczalników DES są nielotne, niepalne, charakteryzują się niską toksycznością i biodegradowalnością. Są to związki tanie i łatwe do otrzymania. Są stosowane w ekstrakcji ciecz/ciecz jako „zielona alternatywa” dla klasycznych rozpuszczalników ekstrakcyjnych.

Elektrody jonoselektywne z polimerową membraną są najczęściej stosowanymi i badanymi czujnikami potencjometrycznymi. W przypadku takich elektrod, mechanizm powstawania potencjału membranowego jest związany z procesami ekstrakcji i wymiany jonowej, a wzbogacenie membrany w składnik poprawiający transport jonów przez granicę faz membrana / faza wodna przynosi pozytywne rezultaty [1]. W niniejszej pracy przedstawiono zastosowanie hydrofobowych DES na bazie terpenów jako nowego składnika membran polimerowych czujników potencjometrycznych selektywnych w stosunku do jonów ołowiu. Związki te zostały z powodzeniem zastosowane jako rozpuszczalniki do ekstrakcji ołowiu z bardzo dobrą wydajnością [2] i dlatego mają duży potencjał jako składnik membran polimerowych selektywnych wobec tych jonów.

W ramach badań wykonano elektrody z membraną polimerową zawierającą różne HDES. Dla tych elektrod przeprowadzono pomiary potencjometryczne w celu określenia ich właściwości. Najlepszymi parametrami analitycznymi charakteryzowały się elektrody zawierające HDES otrzymane z terpenów (mentolu i tymolu) oraz kwasu oktanowego. Elektrody te zostały zastosowane do oznaczania ołowiu w próbkach wody wodociągowej i rzecznej. Uzyskano poprawne wyniki oznaczeń, co potwierdza prawidłowe działanie elektrod i ich przydatność analityczną.

Literatura

[1] C. Wardak, *Electroanalysis*, 24 (2012) 85.

[2] M. Suljkanović, J. Suljagić, E. Bjelić, A. Prkić, *Molecules*, 29 (2024) 2122.

Nanokompozyty hybrydowe ZnO/metal jako warstwy mediacyjne w jonoselektywnych elektrodach azotanowych

Cecylia Wardak¹, Karolina Pietrzak², Klaudia Morawska¹

¹Katedra Chemii Analitycznej, Instytut Nauk Chemicznych, Wydział Chemii, Uniwersytet Marii Curie Skłodowskiej, Pl. Marii Curie Skłodowskiej 3, 20-031 Lublin

²Instytut Fizyki, Bijenička cesta 46, 10000 Zagrzeb, Chorwacja...

W związku z intensywnym rozwojem przemysłu oraz gospodarki, a tym samym rosnącym zanieczyszczeniem gruntów i źródeł wody, istnieje coraz większa konieczność oznaczania wielu związków, metali ciężkich, a także jonów, które w nadmiarze niekorzystnie wpływają na ekosystem – w tym na człowieka. Jednym z kluczowych analizowanych jonów są jony NO_3^- [1], do detekcji których często wykorzystywana jest potencjometria z zastosowaniem elektrod ze stałym kontaktem. Czujniki te w celu zapewnienia stabilności, odwracalności potencjału, a także zwiększenia powtarzalności wskazań – są modyfikowane warstwami mediacyjnymi. Ich zadaniem jest usprawnienie procesu przenoszenia jonów oraz ich konwersji na ładunek elektryczny. Dotychczas do modyfikacji elektrod i uzyskania stałego kontaktu stosowano wiele różnorodnych materiałów jednoskładnikowych, przede wszystkim materiały węglowe i polimery przewodzące, jednak coraz częściej w tej roli lepiej sprawdzają się zaawansowane materiały kompozytowe i hybrydowe [2].

W niniejszej pracy zaprezentowano zastosowanie nowego typu materiału hybrydowego - połączenie nanocząstek tlenku cynku z nanocząstkami metali. Nanocząstki tlenku cynku modyfikowano metalicznymi nanocząstkami platyny, srebra oraz złota, w wyniku czego otrzymano kolejno materiały hybrydowe ZnO-Pt, ZnO-Ag oraz ZnO-Au. Odpowiednio przygotowane zawiesiny tych materiałów naniesiono na powierzchnię elektrod z węgla szklanego. W ten sposób utworzono warstwę mediacyjną, którą następnie pokryto jonoczułą membraną azotanową. Dla tak przygotowanych elektrod przeprowadzono badania mające na celu wyznaczenie podstawowych parametrów analitycznych, takich jak odpowiedź elektrod, stabilność i odwracalność potencjału, selektywność oraz odporność na zmiany warunków pomiarowych. Wyznaczono również parametry elektryczne otrzymanych czujników.

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że stosowane materiały hybrydowe są odpowiednim materiałem do modyfikacji elektrod jonoselektywnych.

Literatura

[1] Z. Bian i in., *Foods*, 9 (2020), 732.

[2] C. Wardak, K. Pietrzak, K. Morawska, M. Grabarczyk, *Sensors*, 23 (2023), 5839.

Zaawansowana metoda elektrochemicznej analizy śladowych ilości Ga(III) na mikroelektrodzie bizmutowej

Edyta Wlazłowska¹, Małgorzata Grabarczyk¹

¹ *Katedra Chemii Analitycznej, Instytut Nauk Chemicznych, Wydział Chemii, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, pl. M. Curie-Skłodowskiej 3, 20-031 Lublin*

Współczesne metody elektrochemiczne stosowane do oznaczania metali dążą do eliminacji toksycznych materiałów elektrodowych, takich jak rtęć. W związku z tym rośnie zainteresowanie przyjaznymi dla środowiska elektrodami, które mogłyby zastąpić tradycyjnie stosowane elektrody rtęciowe. Jednym z obiecujących rozwiązań jest stała mikroelektroda bizmutowa, wyróżniająca się wysoką czułością i selektywnością w analizie śladowych ilości metali. Zastosowanie stałej mikroelektrody bizmutu upraszcza procedurę, a jednocześnie czyni ją bardziej przyjazną dla środowiska laboratoryjnego. Ponadto dzięki zastosowaniu tego czujnika elektrochemicznego możliwe jest oznaczenie analitu na poziomie nanomolowym z roztworów rozcieńczonych. Należy również podkreślić, że zastosowanie mikroelektrody jako elektrody pracującej daje możliwość miniaturyzacji układu pomiarowego, a także umożliwia przeprowadzenie analizy w miejscu poboru próbki [1].

W niniejszej pracy przedstawiono procedurę oznaczania Ga(III) przy wykorzystaniu stałej mikroelektrody bizmutowej. Pomiar przeprowadzono przy zastosowaniu następujących parametrów: potencjał $-1,8\text{ V}$ przez 6 s , a następnie $-1,4\text{ V}$ przez 60 s . Zastosowanie powyższych warunków umożliwiło zarówno aktywację elektrody bizmutowej, jak i nagromadzenie Ga(III) w wyniku jego redukcji do postaci metalicznej. Rejestracja sygnału odbywała się poprzez zmianę potencjału w kierunku dodatnich wartości, co prowadziło do utlenienia metalicznego galu. W wyniku tego procesu na woltamperogramie pojawiał się dobrze uformowany pik, stanowiący podstawę ilościowej analizy Ga(III). Zoptymalizowana procedura pozwoliła znacząco poprawić czułość oznaczania Ga(III) w porównaniu do metody z klasyczną filmową elektrodą bizmutową, osiągając granicę wykrywalności na poziomie $0,48\text{ }\mu\text{g L}^{-1}$. W celu walidacji procedura została z powodzeniem wykorzystana do analiz certyfikowanych materiałów odniesienia i próbek rzeczywistych [2].

Literatura

- [1] M. Korolczuk, I. Gęca, A. Mazurek, P. Mrózek, *Molecules* 30 (2025) 345.
- [2] M. Grabarczyk, E. Wlazłowska, *Membranes*, 12 (2022) 1267.

FIZYKOCHEMIA CIAŁA STAŁEGO - WYKŁADY

Charakterystyka nano- i mikrocząstek oraz zachowanie ich dyspersji z wykorzystaniem technologii wieloetapowej

Arnold Uhl

*LUM GmbH, Justus-von-Liebig-Strasse 3, 12489 Berlin, Germany,
www.lum-gmbh.com, adres e-mail: a.uhl@lum-gmbh.de*

Wysoce przetworzona żywność, kosmetyki i produkty farmaceutyczne, a także pasty elektrodowe do baterii w elektromobilności i powłoki katalityczne do ogniw paliwowych, mają złożone składy, aby sprostać wysokim wymaganiom użytkowników końcowych.

Do zrozumienia zależności struktura-właściwości i określenia kluczowych charakterystyk kontrolnych, wykorzystywane są różne stosowne techniki analityczne w połączeniu z fizykochemiczną charakterystyką formulacji.

Niniejsza praca proponuje analizę wieloetapową, która koncentruje się szczególnie na charakteryzacji in-situ właściwości cząstek i zrozumieniu zachowań stabilności separacyjnej dyspersji w ich oryginalnym stężeniu. Często stosowana w połączeniu z pomiarami reologii i/lub napięcia powierzchniowego, dostarcza formulatorom i użytkownikom cennych informacji do ulepszania, przechowywania i stosowania formulacji.

STEP Technology® (Spatially and Time-resolved measurement of Extinction Profiles) to platforma technologiczna opracowana przez LUM do kompleksowej charakteryzacji dyspersji w ich oryginalnym stężeniu [1] oraz do określania właściwości cząstek, np. rozkładu wielkości cząstek [2, 3], dyspergowalności, parametrów rozpuszczalności Hansena i dyspergowalności Hansena oraz hydrodynamicznej gęstości rozproszonych cząstek o naturze stałej lub ciekłej w ciekłej fazie ciągłej [4, 5]. Zastosowanie technologii STEP zostało również z powodzeniem opisane dla pian, ale nie w opisywanym przypadku. Szczegółowy opis technologii można znaleźć w [6], a wizualizację w połączeniu z przyspieszoną separacją przy wyższej grawitacji w [7].

Podczas gdy technologia STEP była pierwotnie używana tylko z wykorzystaniem fal optycznych o różnych długościach, jej aktualne rozszerzenie o promienie rentgenowskie umożliwia bardziej szczegółową charakteryzację cząstek nieorganicznych, wcześniej niedostępnych ze względu na ich wysokie stężenie. Ich dyspergowalność i separacja są łatwiej i szybciej wykrywane a tajemnice osadów cząstek nieorganicznych są ujawniane. Warunki eksperymentalne są podobne do tych stosowanych podczas rzeczywistego przetwarzania próbek lub przechowywania. Alternatywnie, możliwa jest przyspieszona charakteryzacja w wyższych temperaturach i przy wyższej sile grawitacji. Poprzez jednoczesne prześwietlanie dyspersji w zamkniętej celce pomiarowej od góry do dołu w predefiniowanych odstępach czasowych, możliwe jest wykrycie nawet bardzo

małych zmian w złożonych produktach technicznych i naturalnych. Zmiany w profilu ekstynkcji (transmisji) są reprezentatywne dla zmian w stężeniu cząstek, spowodowanych np. grawitacją, wyższą siłą grawitacji, temperaturą i innymi czynnikami. Analiza wieloetapowa rozpoczyna się od charakteryzacji dyspersyjności cząstek/jednorodności próbki w ciągu kilku sekund, następnie bezpośredniego dostępu do kinetyki separacji (przyspieszonej lub w czasie rzeczywistym), a następnie badania rozdzielonych faz. W połączeniu z zawsze dostępną analizą wizualną, daje matrycę z czterema informacjami.

Literatura

- [1] ISO/TR 13097:2013 Guidelines for the characterization of dispersion stability, <https://www.iso.org/standard/52802.html>
- [2] ISO 13317-5:2025 Determination of particle size distribution by gravitational liquid sedimentation methods Part 5: Photosedimentation techniques, <https://www.iso.org/standard/81874.html>
- [3] ISO 13318-2:2007 Determination of particle size distribution by centrifugal liquid sedimentation methods Part 2: Photocentrifuge method, <https://www.iso.org/standard/45771.html>
- [4] ISO 18747-1:2018 Determination of particle density by sedimentation methods Part 1: Isopycnic interpolation approach, <https://www.iso.org/standard/63267.html>
- [5] ISO 18747-2:2019 Determination of particle density by sedimentation methods Part 2: Multi-velocity approach, <https://www.iso.org/standard/66838.html>
- [6] Lerche, D., 2019. Comprehensive Characterization of Nano- and Microparticles by In-Situ Visualization of Particle Movement Using Advanced Sedimentation Techniques. KONA Powder and Particle Journal 36. 156-186
- [7] LUM GmbH. STEP-Technology® <https://www.youtube.com/watch?v=ThRgva2Qczc>

FIZYKOCHEMIA CIAŁA STAŁEGO - KOMUNIKATY

Oddziaływanie Nanocząstek Zdegradowanego PET z Ludzką Albuminą Surowiczą Badane przy Użyciu Dynamiki Molekularnej

Tomasz Pańczyk¹, Paweł Wolski¹, Krzysztof Nieszporek²

¹*Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera, PAN, Kraków*

²*Wydział Chemii, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie*

Modelowe nanocząstki politereftalanu etylenu (PET) zostały poddane procesowi degradacji chemicznej, polegającemu na zastosowaniu kompresji szokowej przy różnym ciśnieniu w obecności wody. Obliczenia mające na celu określenie składu chemicznego powierzchni tak obrabianych próbek oparto na zastosowaniu dynamiki molekularnej z wykorzystaniem pola siłowego ReaxFF. [1] W wyniku przeprowadzonych symulacji otrzymano szereg nanocząstek o różnych wymiarach początkowych oraz różnych stopniach degradacji. Zdegradowane nanocząstki wykazywały obecność dużych ilości grup hydroksylowych pochodzących od wody, a także znacznie mniejszych ilości innych ugrupowań zawierających tlen, takich jak grupy aldehydowe, karboksylowe i karbonylowe. Stwierdzono również znaczny stopień usieciowania zdegradowanych próbek oraz obecność różnych typów ugrupowań heterocyklicznych. Do badań oddziaływania zdegradowanego PET z ludzką albuminą surowiczą (HSA) wybrano dwie nanocząstki o pośrednim stopniu degradacji i dwóch rozmiarach. Przeprowadzone obliczenia wykazały, że nanocząstki PET wiążą się z HSA, jednak energia wiązania różni się w zależności od typu nanocząstki. Najistotniejszym czynnikiem okazał się rozmiar nanocząstki, ponieważ wpływa on na zakres oddziaływań hydrofobowych. Duże nanocząstki wiążą się silnie zarówno z idealną, jak i zdegradowaną strukturą PET. Natomiast małe nanocząstki mogą wiązać się słabiej, jeśli ich powierzchnia staje się bardziej hydrofilowa. Wykazano, że struktura HSA nie ulega istotnym zmianom w wyniku oddziaływania z nanocząstkami PET.

Literatura

[1] W. Zhang, A.C.T. van Duin, J. Phys. Chem. B 122 (2018) 4083.

Synteza oraz analiza właściwości fizykochemicznych kompozytów akrylanowych w protetyce stomatologicznej

Wojciech Pakaszewski¹, Anna Szabelska¹, Anna Modzelewska¹, Beata Podkościelna²

¹ Uniwersytet Medyczny w Lublinie, Zakład Technik Dentystycznych z Laboratorium Nowoczesnych Technologii, ul. Chodźki 6, 20-093 Lublin,

² Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Wydział Chemii, Instytut Nauk Chemicznych, Katedra Chemii Polimerów, Ul. Gliniana 33, 20-614 Lublin.

Celem badań była modyfikacja oraz ocena właściwości fizykochemicznych komercyjnego materiału polimerowego na bazie akrylanów (Vertex), szeroko stosowanego w produkcji protez zarówno ruchomych, jak i stałych [1].

W ramach badań do standardowej mieszanki akrylowej dodano tlenek cynku oraz olejek eukaliptusowy, w celu poprawy właściwości przeciwdrobnoustrojowych oraz parametrów użytkowych materiału [2].

W celu potwierdzenia zmian w strukturze chemicznej materiału przed i po modyfikacji zastosowano technikę ATR-FTIR. Dodatkowo, przeprowadzono analizę DSC, która umożliwiła ocenę wpływu zastosowanych dodatków na przebieg procesu polimeryzacji oraz odporność termiczną próbki [1].

Uzyskane wyniki wskazują na wysoką stabilność termiczną badanego materiału do temperatury 320 °C oraz skuteczny stopień jego spolimeryzowania.

W dalszym etapie planowane jest przeprowadzenie badań cytotoksyczności otrzymanych materiałów, co pozwoli ocenić ich potencjalny wpływ na komórki biologiczne [3].

Literatura

- [1] Anusavice, K. J., Shen, C., & Rawls, H. R. (2012). *Phillips' Science of Dental Materials*. Elsevier Health Sciences.
- [2] Jorge, J. H., Giampaolo, E. T., Machado, A. L., Vergani, C. E., & Pavarina, A. C. (2003). Cytotoxicity of denture base resins: A systematic review. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 90(2), 190-193.
- [3] Tugut, F., Mutlu-Sagesen, L., Dogan, A., & Bek, B. (2012). The effect of antibacterial agents on the surface properties of denture base acrylic resins. *Journal of Prosthodontics*, 21(5), 377-383.

Funkcjonalizacja chemiczna silicenu na heterostrukturach Au/Si(111)

Paweł Wojciechowski¹, Agnieszka Stępnia-Dybala¹, Mariusz Krawiec¹

¹*Instytut Fizyki, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin*

Odkrycie grafenu rozpoczęło nowy trend w inżynierii materiałowej, ukierunkowany na struktury dwuwymiarowe (2D). W ciągu ostatnich kilkunastu lat wiele uwagi poświęcono takim materiałom jak 2D-Xeny czy dihalogenki metali przejściowych – uwagi skupionej na ich nietypowych właściwościach. Przykładem takiego materiału jest silicen – krzemowy odpowiednik grafenu, charakteryzujący się dobrą kompatybilnością ze współczesną technologią półprzewodnikową [1].

Silicen w formie wolnostojącej jest delikatną strukturą i wymaga odpowiedniego podłoża do ustabilizowania. Istnieje niezbyt pokaźny zbiór potencjalnych kryształów, na których udało się wytworzyć silicen [2], z jednym szczególnie interesującym: Si(111) [3]. Poprzez wzrost ultracienkiej warstwy metalicznej na Si(111) możliwa jest synteza silicenu na drodze dyfuzji atomów krzemu z podłoża. Tak powstała heterostruktura jest gotowa na kolejne procesy, takie jak funkcyjnalizacja chemiczna.

Zaprezentowane będą wstępne wyniki badań nad funkcyjnalizacją chemiczną silicenu na Au/Si(111). Taki układ jest badany za pomocą narzędzi w fizykochemii powierzchni, takich jak skaningowy mikroskop tunelowy (STM) bądź odbiciowa dyfrakcja elektronów wysokiej energii (RHEED), przeprowadzonych *in-situ* w warunkach ultrawysokiej próżni (UHV). Wyniki przedstawiają właściwości fizykochemiczne silicenu i stanowią fundament do kolejnych badań ukierunkowanych na potencjalne zastosowania.

Literatura

- [1] L. Tao et al., *Nature Nano.* 10 (2015), 227.
- [2] M. Krawiec, *J. Phys.: Condens. Matter* 30 (2018), 233003.
- [3] T. Jaroch et al., *2D Mater.* 8 (2021), 0350380.

Podziękowania: *Badania były finansowane z pomocą Narodowego Centrum Nauki poprzez projekt OPUS nr 2022/45/B/ST5/01018.*

FIZYKOCHEMIA CIAŁA STAŁEGO - POSTERY

Wpływ warunków napyłania na strukturalne właściwości warstw Palladu

Gil-Kowalczyk Małgorzata¹, Przyborowska Justyna¹, Grzesiak Maciej¹, Mergo Paweł¹

¹*Pracownia Technologii Światłowodów, Instytut Nauk Chemicznych, Wydział Chemii, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Plac Marii Curie-Skłodowskiej 5, 20-031 Lublin*

Celem badań jest analiza wpływu warunków napyłania na strukturalne właściwości warstw palladu (Pd). Próbki światłowodów przeznaczone do pokrycia palladem zostały poddane procesowi aktywacji w celu zwiększenia adhezji metalu do powierzchni szkła krzemionkowego. Przygotowanie światłowodów rozpoczęto od usunięcia warstw ochronnych, a następnie dokładnego oczyszczenia ich powierzchni. W tym celu zastosowano kolejno alkohol izopropylowy oraz mieszaninę aceton/chloroform.

Kolejnym krokiem była dwuetapowa aktywacja chemiczna bocznej powierzchni światłowodów przy użyciu wodnych roztworów chlorku cyny(II) (SnCl_2) i chlorku palladu(II) (PdCl_2) [1]. W pierwszym etapie próbki zanurzono w roztworze SnCl_2 na 30 minut, po czym dokładnie przepłukano je wodą dejonizowaną. Następnie przeprowadzono drugi etap aktywacji, umieszczając światłowody w roztworze PdCl_2 również na 30 minut, a następnie ponownie przepłukano wodą dejonizowaną.

Po zakończeniu procesu aktywacji na powierzchnię światłowodów naniesiono warstwę palladu o grubości 200 nm metodą rozpylania magnetronowego (ang. sputtering). Osadzanie warstwy przeprowadzono z wykorzystaniem urządzenia EM SCD500 (Leica), stosując trzy różne szybkości osadzania: 0,10 nm/s, 0,20 nm/s oraz 0,34 nm/s. Pokryte warstwą Pd światłowody poddano analizie morfologicznej z zastosowaniem profilometrii optycznej oraz mikroskopii sił atomowych (AFM), co umożliwiło ocenę jednorodności, topografii i struktury otrzymanej powłoki.

Otrzymane wyniki posłużą opracowaniu optycznego czujnika wodoru opartego na światłowodzie, wykorzystującego unikalne właściwości palladu w obecności gazowego wodoru. Po ekspozycji na wodór pallad tworzy wodorek palladu (PdH_x), którego struktura krystaliczna ulega zmianie w zależności od ciśnienia cząstkowego wodoru. Proces ten prowadzi do rozszerzenia sieci krystalicznej palladu, co skutkuje zmianą odpowiedzi optycznej światłowodu. Pokrycie włókna warstwą palladu sprawia, że zmiany objętościowe metalu bezpośrednio wpływają na właściwości optyczne całego układu, umożliwiając detekcję obecności wodoru.

Literatura

- [1] X. Wei, D. K. Roper, w: „Journal of The Electrochemical Society”, vol 161 (5), 2014, D235.

Badania zwilżalności kwarcu przez wodne roztwory biosurfaktantu, surfaktantu, etanolu i ich mieszanin

Bronisław Jańczuk¹, Anna Zdziennicka¹, Katarzyna Szymczyk¹

¹*Katedra Zjawisk Międzyfazowych, Instytut Nauk Chemicznych, Wydział Chemii, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie*

Zwilżalność ciał stałych determinowana jest przez ich napięcie powierzchniowe, napięcie powierzchniowe cieczy zwilżającej oraz napięcie międzyfazowe ciało stałe-ciecz. W praktyce nie zawsze występuje całkowite zwilżanie, nawet w przypadku biopolarnych ciał stałych takich jak kwarc (Q), którego napięcie powierzchniowe wynika z oddziaływań międzycząsteczkowych Lifshitz-a-van der Waalsa i kwasowo-zasadowych.

Aby wystąpiło całkowite zwilżanie konieczne jest zastosowanie modyfikatorów zwilżania takich jak np. związki powierzchniowo czynne. Z tego względu przeanalizowano zwilżalność kwarcu przez wodne roztwory ramnolipidu (RL), Tritonu X-165 (TX165) i etanolu (ET). Przeprowadzone pomiary wykazały, że w przeciwieństwie do ET, w przypadku RL i TX165 nie wystąpiło całkowite zwilżanie Q pomimo faktu, że minimalne napięcie powierzchniowe roztworów jest niższe od jego napięcia powierzchniowego [1]. Biorąc to pod uwagę do dalszych badań zwilżalności zastosowano wodne roztworów mieszanin RL, TX165 i ET o odpowiednim składzie i stężeniu [2]. Okazało się, że pomimo wystąpienia w niektórych mieszaninach efektu synergetycznego w redukcji kąta zwilżania nie osiągnięto całkowitego zwilżania kwarcu.

Na podstawie otrzymanych wyników wyznaczono krytyczne napięcie powierzchniowe zwilżania kwarcu, którego wartość zależy od rodzaju roztworów. Otrzymane wartości były niższe niż napięcie powierzchniowe Q, co może sugerować, że cząsteczki ET, RL and TX165 penetrują z kropli roztworu osadzonej na powierzchni kwarcu i zmieniają jego napięcie powierzchniowe. Potwierdzeniem tego wniosku są wartości napięcia powierzchniowego kwarcu wyznaczone z równania Neumanna. Uzyskane wartości potwierdziły, że podobnie jak w przypadku kątów zwilżania występuje efekt synergetyczny w redukcji napięcia powierzchniowego kwarcu przez wodne roztwory mieszanin ET+RL+TX165, w których stężenie ET i RL odpowiada stężeniu nienasyconej monowarstwy adsorpcyjnej na granicy faz roztwór-powietrze.

Literatura

- [1] A. Zdziennicka, K. Szymczyk, B. Jańczuk, *Colloids Interfaces*, 7(4) (2023) 71.
- [2] A. Zdziennicka, K. Szymczyk, B. Jańczuk, *Int. J. Adhes. Adhes.*, 134 (2024) 103780.

Właściwości zwilżające saponiny otrzymanej z mydlnicy lekarskiej

Bronisław Jańczuk¹, Katarzyna Szymczyk¹, Anna Zdziennicka¹

¹*Katedra Zjawisk Międzyfazowych, Instytut Nauk Chemicznych, Wydział Chemii, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie*

Wizualną miarą procesu zwilżania jest kąt zwilżania, którego wielkość zgodnie z równaniem Younga jest funkcją napięcia powierzchniowego cieczy zwilżającej i zwilżanego ciała stałego oraz napięcia międzyfazowego ciało stałe-ciecz. Aby poprawić zwilżalność ciał stałych często stosuje się syntetyczne surfaktanty lub ich mieszaniny. W chwili obecnej z uwagi na ochronę środowiska, szczególnie zwraca się uwagę na naturalne związki powierzchniowo czynne, które mogą być otrzymane z różnych roślin. Ich przedstawicielem są saponiny pozyskiwane między innymi z mydlnicy lekarskiej na drodze ekstrakcji alkoholowej.

Właściwości zwilżające saponin nie są zbyt dobrze poznane, dlatego też zmierzono kąty zwilżania wodnych roztworów saponin na powierzchni modelowych ciał stałych: politetrafluoroetylen (PTFE), polimetakrylanu metylu (PMMA) i kwarcu. Na podstawie zależności między napięciem adhezyjnym, cosinusem kąta zwilżania a napięciem powierzchniowym roztworów wyznaczono krytyczne napięcie powierzchniowe zwilżania ciał stałych, które różni się od ich napięcia powierzchniowego. W oparciu o równanie izotermy Gibbsa, obliczono nadmiarowe stężenie powierzchniowe Gibbsa na granicy faz ciało stałe-roztwór. Analizując otrzymane dane oraz równanie Lucassen-Reynders [2] stwierdzono, że adsorpcja saponin na granicy faz PTFE-roztwór jest porównywalna do tej na granicy faz roztwór-powietrze, ale przypadku granic PMMA-roztwór i kwarc-roztwór jest znacznie niższa. Wykazano również, że standardowa swobodna energii adsorpcji Gibbsa saponin na granicy faz ciało stałe-roztwór obliczona ze zmodyfikowanego równania Langmuira nie zależy od typu ciała stałego.

Literatura

- [1] E. Rekiel, W. Smutek, A. Zdziennicka, E. Kaczorek, B. Jańczuk, *Colloids Surf. A*: 584 (2020) 123980.
- [2] E.H. Lucassen-Reynders, *J. Phys. Chem.*, 67 (1963)969.

Biowęgle aktywowane otrzymywane ze skórek bananów jako potencjalne adsorbenty zanieczyszczeń z fazy gazowej

Katarzyna Jedynak¹, Barbara Charmas

¹Uniwersytet Jana Kochanowskiego, Instytut Chemii, Kielce

²Uniwersytet Marii Curie Skłodowskiej, Instytut Nauk Chemicznych, Lublin

Produkcja stałych odpadów komunalnych z roku na rok wzrasta wraz z poprawą standardów życia, wzrostem populacji i urbanizacją. Większość odpadów to materia organiczna, a tradycyjne metody ich usuwania obejmują składowanie na wysypiskach, spalanie i kompostowanie. Koszt gospodarowania odpadami stałymi jest bardzo duży. Ponadto tego typu odpady organiczne szkodzą zdrowiu ludzkiemu i środowisku, wytwarzając gazy cieplarniane oraz stanowią źródło licznych chorób [1]. Skórki z bananów, które stanowią znaczną część odpadów, mają duży potencjał do produkcji materiałów o wysokiej wartości dodanej, takich jak biowęgle [1,2].

W pracy otrzymano biowęgiel ze skórek bananów. Otrzymany produkt biowęglowy aktywowano metodą aktywacji chemicznej (KOH) w różnych warunkach eksperymentalnych. Zasadniczym celem niniejszych badań było zbadanie jaki wpływ ma zastosowany prekursor węglowy na właściwości fizykochemiczne otrzymanych adsorbentów. Właściwości powierzchniowe biowęgli scharakteryzowano wykorzystując m. in.: adsorpcję azotu, skaningową mikroskopię elektronową (SEM), spektroskopię w podczerwieni (ATR FT-IR), analizę termiczną (TGA) i inne. Otrzymane biowęgle charakteryzują się zróżnicowaną strukturą porowatą i chemią powierzchni oraz różną stabilnością termiczną, w związku z czym wykazują zróżnicowane właściwości adsorpcyjne. Przetestowano skuteczność otrzymanych biowęgli w adsorpcji amoniaku z fazy gazowej z uwagi na jego toksyczny charakter oraz znaczny udział w zanieczyszczeniu środowiska. Wykazano, że biowęgle są skutecznymi adsorbentami do usuwania amoniaku z fazy gazowej. Ten typ biomasy może być z powodzeniem wykorzystywany jako tani prekursor do produkcji przyjaznych dla środowiska materiałów węglowych.

Literatura

- [1] L. Chen, B. Mai J. He, Y. Li, Z. Zhou, F. Wu, *Bioresource Technology*, 376 (2023) 128840.
- [2] J. Sreńscek-Nazzal, A.Kamińska, J. Serafin, B. Michalkiewicz, *Materials*, 17 (2024) 872.

Podziękowania: Badania finansowane przez MNiSW – projekt badawczy SUPB.RN.25.212

Biowęgle otrzymane z odpadów bawełny aktywowane CO₂

Katarzyna Jedynak¹, Barbara Charmas²

¹Uniwersytet Jana Kochanowskiego, Instytut Chemii, Kielce

²Uniwersytet Marii Curie Skłodowskiej, Instytut Nauk Chemicznych, Lublin

Zrównoważony rozwój i zarządzanie odpadami należą do jednych z najważniejszych wyzwań współczesnego społeczeństwa. W odpowiedzi na rosnącą liczbę odpadów tekstylnych oraz ich negatywny wpływ na środowisko, coraz częściej poszukuje się innowacyjnych metod recyklingu, które nie tylko przyczynią się do zmniejszenia ilości odpadów, ale także umożliwią ich ponowne wykorzystanie w przemyśle, ochronie środowiska i w różnych gałęziach gospodarki [1]. Wśród odpadów tekstylnych na szczególną uwagę zasługują odpady bawełniane, w tym zużyte fartuchy laboratoryjne, które stanowią powszechny element wyposażenia wielu placówek badawczo-rozwojowych. Zamiast traktować je jako odpady, możliwe jest ich przekształcenie w biowęgiel - materiał o szerokim potencjale aplikacyjnym [2].

W pracy scharakteryzowano biowęgle otrzymane z odpadów bawełny (fartuchy laboratoryjne) poddane procesowi aktywacji fizycznej (CO₂). Właściwości aktywowanych biowęgla porównano z nieaktywowanym materiałem wyjściowym. Wszystkie otrzymane adsorbenty charakteryzują się rozwiniętą strukturą mikroporowatą oraz niewielką ilością mezoporów. Badane aktywowane biowęgle charakteryzują się dużymi wartościami powierzchni właściwej w zakresie od 617 do 715 m² g⁻¹, z kolei biowęgiel nieaktywowany ma S_{BET} 428 m² g⁻¹. Ponadto otrzymane materiały charakteryzują się niskim stopniem krystaliczności oraz posiadają liczne grupy powierzchniowe grupy funkcyjne, w związku z tym są potencjalnymi adsorbentami zanieczyszczeń środowiska (min. szkodliwych gazów, zanieczyszczeń z roztworów wodnych – farmaceutyki, pestycydy, barwniki i inne). Podsumowując, odpadowa bawełna stanowi ekonomiczny prekursor przyjaznych dla środowiska adsorbentów węglowych jakimi są biowęgle.

Literatura

- [1] S. Biyada, J. Urbonavičius, Cleaner Engineering and Technology, 24 (2025) 100905.
- [2] S. Kar, B. Santra, S. Kumar, S. Ghosh, S. Majumdar, Environmental Pollution, 312 (2022) 120056.

Podziękowania: Badania finansowane przez MNiSW – projekt badawczy SUPB.RN.25.212

Wpływ pulsacyjnego pola elektrycznego na wnikanie jonów wapnia i magnezu do liposomów fosfolipidowych

Małgorzata Jurak¹, Monika Sujka², Agnieszka Ewa Wiącek¹, Urszula Pankiewicz²

¹*Katedra Zjawisk Międzyfazowych, Instytut Nauk Chemicznych, Wydział Chemii, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie*

²*Katedra Analizy i Oceny Jakości Żywności, Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie*

Proces elektroporacji przy użyciu pulsacyjnego pola elektrycznego (ang. pulsed electric field, PEF) jest stosowany do modyfikacji przepuszczalności błon komórkowych mikroorganizmów (bakterii, drożdży). Wskutek działania pulsacyjnych impulsów energii elektrycznej w błonie powstają lokalne zmiany strukturalne („pory”), przez co traci ona tymczasowo swoją integralność. Optymalizując parametry PEF można uzyskać kontrolę nad przepuszczalnością błony oraz umożliwić transport cząsteczek i jonów do lub z komórek. Wzbogacanie mikroorganizmów w niezbędne pierwiastki jest szczególnie istotne w branży piekarniczej i mleczarskiej w aspekcie uzyskania żywności o wysokiej wartości odżywczej.

Celem podjętych badań było określenie wpływu pulsacyjnego pola elektrycznego na wnikanie jonów wapnia i magnezu do liposomów, czyli pęcherzyków fosfolipidowych o strukturze biwarstwy, które imitowały błony komórkowe mikroorganizmów wykorzystywanych w przemyśle spożywczym. Dyspersje liposomowe otrzymano metodą hydratacji suchego filmu i poddano elektroporacji. Stężenie pozostałych w roztworze jonów oznaczono metodą spektrofotometryczną. Przeprowadzono analizę rozkładu wielkości cząstek i potencjału zeta przy użyciu techniki dynamicznego rozpraszania światła (DLS) oraz mikroelektroforezy, a także scharakteryzowano potencjalne mechanizmy oddziaływań modelowych błon z jonami przy użyciu techniki monowarstw Langmuira.

Otrzymane wyniki pokazują zauważalne różnice na poziomie molekularnym dotyczące sposobu, w jaki wybrane kationy oddziałują z mono- i biwarstwą lipidową. Pod wpływem PEF zwiększa się stężenie jonów zaabsorbowanych w liposomach. Przy zastosowaniu odpowiednio dobranych parametrów pola elektrycznego, kumulacja kationów w modelowych błonach dobrze koreluje ze wzrostem zawartości wapnia i magnezu w rzeczywistych komórkach mikroorganizmów.

Podziękowania: *Badania zostały częściowo sfinansowane przez Związek Uczelni Lubelskich (ZUL) z programu „Staż za miedzą” w ramach umów stażowych z dn. 27.05.2024 (Stażystki: M. Jurak i M. Sujka).*

Modelowanie molekularne procesu separacji faz trójskładnikowych mieszanin polielektrolitów

Izabella Leszczyńska¹, Piotr Batys¹

¹*Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera Polskiej Akademii Nauk*

Proces separacji faz kompleksów polielektrolitów [1], jak również właściwości materiałów otrzymywanych na ich bazie, mogą być dostrajane poprzez zmianę warunków syntezy, takich jak siła jonowa, typ i stężenie elektrolitu lub rodzaj rozpuszczalnika. Dotychczas w literaturze dominowały badania dotyczące dwuskładnikowych kompleksów, składających się z dodatnio oraz ujemnie naładowanych polielektrolitów. W niniejszej pracy rozszerzamy te badania o potencjalne zastosowanie trójskładnikowej kompozycji, która wprowadza dodatkowy składnik umożliwiający precyzyjną modyfikację właściwości materiałów.

W celu udoskonalenia dostrajania właściwości tych materiałów, przeprowadzone zostały badania teoretyczne nad otrzymywaniem trójskładnikowych kompleksów. Modelowanie metodą dynamiki molekularnej z rozdzielczością atomową zastosowano do dogłębnej analizy właściwości otrzymywanych układów, co stanowi potencjał do analizy makroskopowych właściwości otrzymanych kompleksów. Uzyskane wyniki mogą umożliwić określenie zależności pomiędzy dobranym składem kompleksu, a jego zachowaniem fazowym, strukturą, stabilnością oraz funkcjonalnością, co otwiera nowe perspektywy w projektowaniu zaawansowanych materiałów na bazie polielektrolitów.

Literatura

- [1] C.I. Eneh, K. Nixon, S.M. Lalwani, M. Sammakorpi, P. Batys, J.L. Lutkenhaus, *Macromolecules* 2024, 57, 5, 2363–2375.

Podziękowania: *Praca powstała w wyniku realizacji projektu badawczego o nr 2023/50/O/ST5/00249 finansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki.*

Wpływ różnych obróbek zmatowionego tytanu na jego właściwości strukturalne i powierzchniowe

Charmas Barbara¹, Khalameida Svitlana², Skwarek Ewa¹, Sydorчук Volodymyr², Ivasiv Volodymyr³, Nebesnyi Roman³

¹*Instytut Nauk Chemicznych, Wydział Chemii, Uniwersytet Marii Curie - Skłodowskiej, pl. Maria Curie-Skłodowskiej 3, 20-031 Lublin, Polska*

²*Instytut Sorpcji i Problemów Endoekologii Narodowej Akademii Nauk Ukrainy, ul. Naumova 13, 03-164 Kijów, Ukraina*

³*Politechnika Lwowska, ul. S. Bandery 12, 79-013 Lwów, Ukraina*

W niniejszym badaniu zbadano wpływ różnych metod obróbki, mianowicie obróbki mechanochemicznej (MChT), obróbki hydrotermalnej (HTT) i obróbki mikrofalowej (MWT), na właściwości strukturalne i powierzchniowe zmatowionego tytanu. Początkowa próbka zmatowionego tytanu, analogiczna do P-25, składała się głównie z faz anatazu i rutylu. Modyfikacje doprowadziły do istotnych zmian w strukturze materiału. Dyfraktogramy i widma Ramana pokazują, że mielenie na sucho i mokro (w powietrzu i wodzie) spowodowało spadek intensywności pików anatazu i wzrost stosunku intensywności rutylu do anatazu, co sugeruje częściową transformację anatazu w fazy brookitu i TiO_2 II. Obróbka hydrotermalna i mikrofalowa również wywołała powstawanie faz brookitu i TiO_2 II. Spektroskopia FTIR ujawniła obecność grup hydroksylowych na powierzchni wszystkich modyfikowanych próbek, przy czym intensywność pasma hydroksylowego była znacznie wyższa w przypadku próbek mielonych w powietrzu, co wskazuje na zwiększone defekty powierzchni i miejsca adsorpcji. Mielenie w cykloheksanie z drugiej strony spowodowało spadek stężenia grup hydroksylowych, co sugeruje hydrofobizację powierzchni. Powierzchnia właściwa wszystkich modyfikowanych próbek zmniejszyła się w porównaniu z początkowym zmatowionym tytanem, co przypisuje się procesom rozpuszczania-wytrącania podczas obróbki hydrotermalnej i agregacji kryształitów podczas mielenia. Wielkość ziarna określona na podstawie powierzchni właściwej przekroczyła wielkość kryształitów, co potwierdza powstawanie większych ziaren polikrystalicznych.

Podsumowując obróbka zastosowana do próbek zmatowionego tytanu znacząco wpłynęła na ich właściwości strukturalne i powierzchniowe, w tym przerwę pasmową i granice faz TiO_2 /woda, potencjalnie wpływając na ich aktywność fotokatalityczną. W przypadku zmielonych próbek obserwuje się zwiększenie fotokatalitycznej degradacji barwników pod wpływem widocznego promieniowania.

Badanie wpływu metody modyfikacji na właściwości fizykochemiczne materiałów węglowych oraz efektywność redukcji fenolu i błękitu metylenowego z roztworów wodnych

Sternik Dariusz¹, Karolina Kośla¹, Galaburda Mariia¹, Franus Wojciech ²

¹ *Instytut Nauk Chemicznych, Wydział Chemii, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, pl. M. Curie-Skłodowskiej 3, 20-031, Lublin, Polska*

² *Katedra Inżynierii Materiałów Budowlanych i Geoinżynierii, Wydział Budownictwa i Architektury, Politechnika Lubelska, ul. Nadbystrzycka 40, Lublin, 20-618, Polska*

Węgłe aktywne uznawane są za jedno z najbardziej skutecznych adsorbentów stosowanych w ochronie środowiska do usuwania toksycznych związków metali ciężkich oraz substancji organicznych z wód i ścieków. Stosunkowo prosta metoda syntezy z różnego typu materiałów (w tym odpadów przemysłowych oraz rolniczych) jak również modyfikacji, pozwala na wytwarzanie produktów charakteryzujących się zróżnicowaną strukturą porów oraz sieci grup powierzchniowych ukierunkowanych na właściwości określonego adsorbentu.

Celem niniejszej pracy była synteza węgli aktywnych o strukturach mikro i mezoporowatych oraz biowęgla z substratów roślinnych w procesie pirolizy w atmosferze gazu obojętnego (N₂). Dodatkowo zbadano wpływ metody modyfikacji na ich właściwości. Charakterystykę morfologiczną i strukturalną materiałów określono na podstawie pomiarów niskotemperaturowej adsorpcji-desorpcji azotu, mikroskopii elektronowej (SEM), spektroskopii Ramana, XRD, FTIR oraz jednoczesnej analizy termicznej (TG-DSC-MS/FTIR). Wykonano również praktyczne testy adsorpcji związków fenolu oraz barwników, które wykazały korelacje pomiędzy porowatością sorbentów a powinowactwem adsorpcyjnym.

Podziękowania: *Badania zostały w części zrealizowane w ramach 5 edycji projektu "Staż za miedzą".*

Projektowanie i charakterystyka domieszkowanych porowatych węgla aktywnych do wychwytywania CO₂

Galaburda Mariia¹, Sternik Dariusz¹, Alla Dyachenko², Anna Deryło-Marczewska¹

¹ *Instytut Nauk Chemicznych, Wydział Chemii, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, pl. M. Curie-Skłodowskiej 3, 20-031, Lublin, Polska*

² *Kataliza kooperacyjna, Instytut Chemii Fizycznej PAN, ul. Kasprzaka 44/52, 01-224 Warszawa, Polska*

Technologie wychwytywania dwutlenku węgla (CO₂) mają zasadnicze znaczenie dla łagodzenia globalnych zmian klimatu. Wśród nich na szczególną uwagę zasługują metody związane z użyciem sorbentów stałych, ze względu na ich potencjał w zakresie wysokiej wydajności, możliwości ponownego użycia i niższego zużycia energii. Celem prezentowanych badań była synteza nowatorskiego, porowatego materiału węglowego domieszkowanego siarką lub azotem, osadzonego w nanocząstkach MgO/ZnO, do wielofunkcyjnych zastosowań w systemach oczyszczania gazów. Materiały otrzymywano na bazie zmodyfikowanej żywicy rezorcynowo-formaldehidowej w procesie pirolizy w temperaturze 800 °C w atmosferze azotu. Właściwości strukturalne i morfologiczne produktów syntezy określono na podstawie pomiarów niskotemperaturowej adsorpcji-desorpcji azotu, SEM-EDX, TEM, XRD, spektroskopii Ramana, FTIR i TGA.

Otrzymane mikro- i mezoporowate materiały węglowe charakteryzowały się dużą powierzchnią właściwą (~450 m²/g) i objętością porów w zakresie od 0,1 do 0,5 cm³/g, w zależności od zawartości wypełniacza. Zsyntetyzowane kompozyty wykazywały wzrastającą adsorpcję CO₂ ze wzrostem ciśnienia w wyniku fizysorpcji a wydajność była następująca: N-Carbon/ZnOMgO > S-Carbon/ZnOMgO > Carbon/ZnOMgO > N-Carbon > Carbon > S-Carbon. Tendencja ta podkreśla synergiczny wpływ domieszkowania tlenkiem metalu i funkcjonalizacji powierzchni (w szczególności domieszkowania azotem) w poprawie właściwości teksturalnych i miejsc aktywnych, które mają kluczowe znaczenie dla skutecznego wychwytywania CO₂.

Podziękowania: *This work was carried out within the framework of the Visegrad Scholarship (#52410504).*

Dedykowana komórka do spektroskopii desorpcji termicznej do badań właściwości chemicznych heterostruktur silicenowych w warunkach UHV

Paweł Wojciechowski, Mirosław Stróżak, Mariusz Krawiec

Instytut Fizyki, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, pl. Marii Curie-Skłodowskiej 1, 20-031 Lublin

Silicen jest dwuwymiarową strukturą zbudowaną z atomów krzemu ułożonych w sieci plastra miodu, podobnej do tej w grafenie. W ostatnich latach silicen przyciągnął znaczną uwagę dzięki przewidywanej dużej kompatybilności z istniejącą technologią półprzewodnikową [1]. Istnieje szereg możliwych podłoży nadających się do wzrostu silicenu, a wybór ten może wpłynąć na właściwości ostatecznej struktury [2,3].

Spośród wielu sposobów badań właściwości silicenu do konkretnego zastosowania, szczególnie interesująca jest funkcjonalizacja chemiczna poprzez adsorpcję dzięki praktycznie niezliczonej liczbie możliwych produktów. Jedną z takich metod do rejestracji procesu adsorpcji jest spektroskopia desorpcji termicznej (TDS). Umożliwia ona nie tylko zarejestrowanie desorpcji, ale również stworzenie termodynamicznego opisu reakcji [4].

Prezentujemy projekt i obecny stan konstrukcji dedykowanej komórki do TDS. Komórka przyłączona jest do układu ultra-wysokiej próżni (UHV), dzięki czemu cały eksperyment jest prowadzony *in situ*. TDS dostarczy informacji o potencjalnych składnikach do funkcjonalizacji chemicznej silicenu i umożliwi prowadzenie badań ukierunkowanych na zastosowania.

Literatura

- [1] L. Tao et al., *Nature Nano.* 10 (2015), 227
- [2] M. Krawiec, *J. Phys.: Condens. Matter* 30 (2018), 233003
- [3] A. Stępnia-Dybala et al., *Adv. Funct. Mater.* 29 (2019), 1906053
- [4] M. Schmid et al., *ACS Phys. Chem. Au* 3 (2023), 44-62

Podziękowania: *Praca była finansowana przez Narodowe Centrum Nauki w ramach projektu OPUS nr 2022/45/B/ST5/01018.*

Rola inżynierii warstwy tlenkowej w modulacji adhezji ceramiki do stopów metali w systemach metalowo-ceramicznych

Magdalena Kwiatkowska¹, Weronika Tarkowska¹, Anna Szabelska¹,
Anna Modzelewska¹

¹*Zakład Technik Dentystycznych z Laboratorium Nowoczesnych Technologii,
Uniwersytet Medyczny w Lublinie, ul. Chodźki 6, 20-093 Lublin, Polska*

W odbudowach protetycznych metalowo-ceramicznych (MCR) jakość oraz trwałość połączenia ceramiki z metalem zależą od jakości wytworzonej warstwy tlenkowej. Jej fizykochemiczne właściwości, takie jak energia powierzchniowa, grubość, jednorodność, skład chemiczny i morfologia, wpływają na skuteczność mechanizmów adhezji chemicznej, mechanicznej oraz dyfuzyjnej [1].

Struktura oraz reaktywność warstwy tlenkowej są zależne od wielu czynników. Proces modyfikacji składu stopu ma na celu utworzenie bardziej jednorodnej i masywnej warstwy tlenkowej o zwiększonej polarności. Powierzchnia metalu jest bardziej zwilżalna, przez co ceramika ma większą siłę wiązania. Jednak nadmiernie zwiększona warstwa tlenkowa może powodować defekty na granicy połączenia materiałów, które mogą znacząco zmniejszyć wytrzymałość mechaniczną odbudowy protetycznej. Równie ważnym aspektem przygotowania powierzchni podbudowy jest jej dokładne oczyszczenie przed napalaniem mas ceramicznych. Obróbka strumieniowo-ścierna sprzyja retencji warstwy ceramicznej, zwiększając jednocześnie chropowatość oraz aktywność chemiczną powierzchni.

Nieodpowiedni dobór współczynnika rozszerzalności cieplnej (CTE) między metalem a ceramiką może prowadzić do mikropęknięć oraz naprężeń resztkowych wewnątrz materiałów [2]. Kształtowanie warstwy tlenkowej poprzez kontrolę składu stopu, obróbki powierzchni i parametrów termicznych jest kluczowym elementem projektowania prac protetycznych w systemach MCR, które zapewniają trwałość i wysoką estetykę uzupełnień.

Literatura

- [1] Dérand T., Dérand P. Effect of different air-abrasion particles on metal-ceramic bond strength. *J Prosthet Dent.* 2011;105(4):242–248.
- [2] Ashtiani AH, Mardasi N, Fathi A. Effect of multiple firings on the shear bond strength of presintered cobalt-chromium alloy and veneering ceramic. *J Prosthetic Dent.* 2021; 126(6): 803.

Zastosowanie modeli uczenia maszynowego w predykcji właściwości biomateriałów

Magdalena Kwiatkowska¹, Anna Szabelska¹, Anna Modzelewska¹,
Agnieszka Czarnota¹

¹*Zakład Technik Dentystycznych z Laboratorium Nowoczesnych Technologii,
Uniwersytet Medyczny w Lublinie, ul. Chodźki 6, 20-093 Lublin, Polska*

Modele uczenia maszynowego (ML) coraz częściej wykorzystywane są do wytwarzania oraz symulacji właściwości fizykochemicznych biomateriałów stosowanych w stomatologii. Umożliwia to optymalizację wytrzymałości, biouzgodności i trwałości biomateriału w środowisku jamy ustnej. Algorytmy sztucznej inteligencji, są w stanie przewidywać parametry, takie jak wytrzymałość na zginanie, odporność na ścieranie i hydrofobowość powierzchni [1].

Wykorzystując metody spektroskopowe, analizę termiczną oraz obrazowanie mikroskopowe można ocenić fizyczne właściwości biomateriału, takie jak porowatość, skład fazowy i powinowactwo do tkanek. Sieci neuronowe wykrywają defekty strukturalne i badają rozkład faz w materiałach ceramicznych i polimerowych, co pomaga analizie obrazowej. Możliwe jest dokładne opracowanie składu chemicznego i modelowanie interakcji materiału ze środowiskiem biologicznym za pomocą algorytmów regresji nieliniowej oraz wielowymiarowej analizy statystycznej [2].

Modele oparte na metodzie Monte Carlo i Metodzie Elementów Skończonych (FEM) umożliwiają modelowanie naprężeń, odkształceń i procesów degradacji uzupełnień protetycznych w kontekście interakcji biomateriałów z otoczeniem. Ponadto możliwe jest przewidywanie za pomocą modeli numerycznych zarówno kinetyki adsorpcji białek na powierzchniach bioaktywnych, jak i korozji elektrochemicznej stopów dentystycznych. Sztuczna inteligencja może być wykorzystywana do współpracy z fizykochemią biomateriałów w celu opracowania nowych metod ich modyfikacji, takich jak funkcjonalizacja powierzchni nanocząstek hydroksyapatytu lub optymalizacja hydrofilowości w celu poprawy integracji z tkankami miękkimi [3].

Literatura

- [1] A. Joda, M. Bornstein, R. Jung et al., Int. J. Environ. Res. Public Health, 2020, 17, 1987.
- [2] W. J. Park, J. Park, Eur. J. Dent., 2018, 12, 594.
- [3] T. Shan, F. Tay, L. Gu, J. Dent. Res., 2021, 100, 232-244.

Wpływ *n*-heksanu na właściwości adhezyjne i objętościowe oleju rzepakowego

Katarzyna Szymczyk¹, Anna Zdziennicka¹, Bronisław Jańczuk¹

¹*Katedra Zjawisk Międzyfazowych, Instytut Nauk Chemicznych, Wydział Chemii, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie*

W związku z rosnącym zainteresowaniem dotyczącym zastosowania oleju rzepakowego (rapeseed oil, RO) jako paliwa do silników wysokoprężnych przeprowadzono badania właściwości adhezyjnych i objętościowych mieszaniny RO z *n*-heksanem (Hex) [1-5]. Badania te opierały się na pomiarach napięcia powierzchniowego, gęstości, lepkości mieszanin w zakresie ułamka molowego *n*-heksanu od 0 do 1. Przeprowadzono także pomiary kąta zwilżania mieszanin RO+Hex na politetrafluoroetylenie (PTFE), poli(metakrylanie metylu) (PMMA) i powierzchni stali. Właściwości mieszanej warstwy *n*-heksanu i oleju rzepakowego na stali określono również poprzez pomiary kąta zwilżania dla takich cieczy modelowych jak woda, formamid i dijdometan, zarówno na płaskiej powierzchni stali, jak i kulkach stalowych pokrytych tą warstwą. Ponadto na podstawie wartości obciążenia zacierającego określono właściwości smarne dla RO i jego mieszanin z Hex w odniesieniu do oleju napędowego (DF). Biorąc pod uwagę otrzymane wartości kąta zwilżania określono składowe i parametry napięcia powierzchniowego mieszanin RO+Hex, a także stali pokrytej warstwą tej mieszaniny, a następnie wykorzystano je do obliczenia pracy adhezji *n*-heksanu i oleju rzepakowego do powierzchni PTFE i stali. Wykazano, że badana mieszanina przy odpowiednim składzie ma dobre właściwości smarne. Na podstawie analizy uzyskanych wartości napięcia powierzchniowego, gęstości i lepkości mieszanin oleju rzepakowego i *n*-heksanu stwierdzono także, że przy odpowiednim doborze składu można otrzymać mieszaninę o właściwościach podobnych do oleju napędowego.

Literatura

- [1] W. Lotko, R. Longwic, M. Swat, SAE Tech. Pap., 2001-01-3388, 2001.
- [2] M. Vojtisek-Lom, M. Pechout, M. Mazac, SAE Tech. Pap., 2011-24-0104, 2011.
- [3] M. Balat, H. Balat, Appl. Energy, 87 (2010) 1815.
- [4] R. Lozano, M. Pechout, M. Vojtisek-Lom, SAE Tech. Pap., 2011-24-0107, 2011.
- [5] K. Szymczyk, A. Zdziennicka, B. Jańczuk, J. Lubas, A. Jaworski, H. Kuszewski, P. Woś, R. Longwic, P. Sander, Inter. J. Adhes. Adhes., 140 (2025) 103990.

Pęczniecie i rozpuszczanie usieciowanych jonowo hydrożeli alginianowych z nanocząstkami lamonitu i srebra w różnych środowiskach elektrolitowych

Nataliia Guzenko^{1,2}, Konrad Terpilowski², Antonina Bondareva³, Olena Goncharuk¹

¹*Instytut Agrofizyki Polskiej Akademii Nauk, ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin*

²*Instytut Chemii Powierzchni im. Chuiko, Narodowy Instytut Ludowy Ukrainy, ul. Generała Naumowa, 17, 03164 Kijów, Ukraina*

³*Narodowy Uniwersytet Techniczny Ukrainy "Kijowski Instytut Politechniczny Igora Sikorskiego", Kijów, Ukraina*

Współczesne hydrożele na bazie polisacharydów (HG), ze względu na swoje unikalne właściwości, takie jak ekologiczność, biodegradowalność i odnawialne źródła surowców, znajdują szerokie zastosowanie w biomedycynie, przemyśle spożywczym, a także ekologii i rolnictwie. W pracy badano kinetykę i stopień pęcznienia (Qw) oraz warunki rozpuszczania alginianów HG usieciowanych jonami Ca i wypełnionych gliną LaponitRD (Lap) i nanocząstkami srebra (AgNPs) w zależności od pH roztworów wodnych, a także charakteru i siły jonowej soli jednowartościowych i dwuwartościowych. Badane HG wykazywały dość stabilne wartości Qw w zakresie pH od 4 do 10. Obniżenie pH do 2 spowodowało gwałtowny spadek Qw wszystkich HG z powodu dejonizacji niezwiązanych grup karboksylowych poniżej pKa kwasu alginowego. Spadek Qw, znaczne zmniejszenie objętości HG z tworzeniem się osadów stałych i sztywnych, spowodowane powstawaniem dodatkowego sieciowania sieci polimerowej przez kationy metali dwuwartościowych. Efekt ten był bardziej istotny w przypadku stosowania CaCl₂ i FeCl₂ i mniej wyraźny w przypadku stosowania MgCl₂. Zaobserwowano spadek Qw HG przy jednoczesnej zmianie ich struktury z zauważalnym spadkiem ich wytrzymałości, gdy HG wypełnione Lap-AgNPs poddano działaniu roztworów KCl i NaCl, a wszystkie HG wystawiono na działanie roztworów 0,1 M NaNO₃, Na₂SO₄ i NaHCO₃. Ponadto stwierdzono całkowite rozpuszczenie wszystkich HG w 0,1 M Na₂CO₃ i 0,01 M roztworach Na₃PO₄. Przeprowadzone badania wykazały zatem, że zarówno charakter kationów, jak i anionów obecnych w roztworze znacząco wpływają na stopień usieciowania jonowego alginianów HG, co znajduje odzwierciedlenie w ich pęcznieniu i rozpuszczaniu.

Podziękowania: Prace te były wspierane przez Polską Akademię Nauk oraz Narodową Akademię Nauk USA (Umowa nr PAN.BFB.S.BWZ.331.022.20230) i Fundusz Wyszehradzki (Umowa nr 52410550)

Wysokobiałkowy produkt mleczarski na bazie świeżego białego sera i izolatu białek serwatkowych

Konrad Terpiłowski¹, Marta Tomczyńska Mleko², Bartosz G. Sołowiej³,
Stanisław Mleko³

¹ *Katedra Zjawisk Międzyfazowych, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, 20-031 Lublin, Polska.*

² *Instytut Genetyki, Hodowli i Biotechnologii Roślin, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, 20-950 Lublin, Polska*

³ *Katedra Technologii Mleczarskiej i Żywności Funkcjonalnej, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, 20-704 Lublin, Polska.*

Celem badania było otrzymanie twardego produktu mleczarskiego zbliżonego do twardego sera podpuszczkowego, poczynając od świeżego białego sera (odtłuszczonego i pełnotłustego). Osiągnięto to poprzez dodanie sproszkowanego izolatu białek serwatkowych do świeżego białego sera i jego podgrzewanie. Świeży biały ser został wyprodukowany z mleka pełnego lub odtłuszczonego, a następnie zmieszany z izolatami białek serwatkowych w proszku. Otrzymaną mieszaninę podgrzewano w różnych temperaturach. Wzrost temperatury podgrzewania skutkował uzyskaniem bardziej zwartego produktu, charakteryzującego się większą twardością i elastycznością. Produkt pełnotłusty wykazywał niższą twardość i elastyczność w porównaniu z produktem odtłuszczonym. Produkt zaakceptowany przez panel analizy organoleptycznej uzyskano poprzez podgrzewanie mieszaniny białego sera tłustego i sproszkowanego izolatu białek serwatkowych w temperaturze 80°C przez 30 minut. Największym osiągnięciem było uzyskanie w czasie około 1 godziny produktu podobnego do tego, który powstaje w około 2 lata, czyli twardego sera podpuszczkowego. Produkt zawierał około 39% białka (w/w) i może stanowić interesującą propozycję dla przemysłu mleczarskiego. Wyniki naszych badań mogą stanowić interesującą propozycję dla przemysłu mleczarskiego, który wciąż odczuwa niedobór produktów o wysokiej zawartości białka, uzupełniających dietę sportowców i osób aktywnych fizycznie. Tego rodzaju produkty są bardzo pożądane, ponieważ spożywanie standardowych produktów mlecznych zwykle dostarcza do diety więcej tłuszczu lub węglowodanów niż białka.

Podziękowania: „Sieć badawcza uczelni przyrodniczych na rzecz rozwoju polskiego sektora mleczarskiego — projekt badawczy”, finansowanego w ramach subwencji celowej Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego (Warszawa, Polska; nr MEiN/2023/DPI/2862).

Wpływ poroforu i warunków przetwórstwa na charakterystykę fizykochemiczną i strukturalną wytłaczanych cienkościennych folii LDPE

Aneta Tor-Świątek¹, Anna Jakimińska¹

¹ *Katedra Technologii i Przetwórstwa Tworzyw Polimerowych, Politechnika Lubelska*

Modyfikacja procesu przetwórstwa tworzyw polimerowych z użyciem poroforów wiąże się z koniecznością dostosowania poszczególnych parametrów przetwarzania jak również poszczególnych maszyn i narzędzi przetwórczych. Rodzaj zastosowanego poroforu jest istotny pod kątem warunków i charakterystyki rozkładu termicznego/przemiany fazowej danego środka [1], a także jego interakcji z tworzywem. Z uwagi na cel stosowania poroforów, opierający się głównie na obniżeniu gęstości wytworów oraz ilości zużytego podczas procesu tworzywa polimerowego, w większości przypadków modyfikacja tworzyw poroforami dotyczy głównie wyrobów grubościennych o grubości ścianki powyżej 4 mm. W wyrobach grubościennych powstałe zmiany są widoczne w strukturze wyrobu, głównie w przekroju poprzecznym. W przypadku wyrobów cienkościennych jak folie, zmiany te są widoczne na powierzchni i mogą wpływać na ich właściwości fizykochemiczne, mechaniczne i strukturalne oraz na parametry użytkowe [1, 2].

Celem badań była analiza wpływu poroforu oraz dobranych warunków przetwórstwa metodą wytłaczania z rozdmuchiwaniami na wybrane właściwości fizykochemiczne folii z polietylenu małej gęstości (LDPE). W badaniach wykorzystano porofor Expancel 920MB120 w postaci mikrosfer polimerowych w ilościach 0, 1, 3 i 5% masowych. Próbkę wykonano na wytłaczarce W25/25 w temperaturze układu uplastyczniającego wytłaczarki 150, 165, 170°C oraz głowicy wytłaczarskiej 170, 175°C.

Analiza SEM morfologii wytłoczyn wykazała, że wraz ze wzrostem zawartości poroforu następuje coraz silniejsze rozwarstwienie folii oraz obserwuje się widoczne w przekroju oraz na powierzchni próbki ekspandowane mikrosfery.

Badania zwilżalności wykazały zwiększenie wartości kąta zwilżania, co jest wynikiem powstałej mikrostruktury, a analiza obliczeń swobodnej energii powierzchniowej (SEP) metodą Owensa-Wendta-Rabela-Kaelble'a wykazała zmniejszanie się SEP wraz ze wzrostem zawartości poroforu, co może sugerować mniejszą adhezję do tak modyfikowanej folii. Ma to znaczenie m. in. w przemyśle opakowaniowym.

Literatura

- [1] Tor-Świątek A., Samujło B.: Adv. Sci. Technol. Res. J. 2024; 18(8): 300-310.
- [2] Yang J, Zhou Z., Lu P, Wu M.: Chemical Engineering Journal 2023; 464: 142660.

Wykorzystanie biowęgla magnetycznych w procesach fotokatalizy heterogenicznej

Barbara Wawrzaszek¹, Barbara Charmas¹, Katarzyna Jedynak²

¹*Katedra Chromatografii, Instytut Nauk Chemicznych, Wydział Chemii, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, pl. Marii Curie-Skłodowskiej 3, 20-031 Lublin, Polska*

²*Instytut Chemii, Wydział Nauk Przyrodniczych, Uniwersytet Jana Kochanowskiego, ul. Uniwersytecka 7, 25-406 Kielce, Polska*

Woda stanowi najcenniejszy i najważniejszy zasób naturalny naszej planety. Wraz ze wzrastającą działalnością człowieka istotnym problemem staje się zanieczyszczenie środowiska naturalnego, w tym zasobów wodnych. Z tego względu obecnie dużą uwagę poświęca się procesom uzdatniania. Za jedną z najbardziej niezawodnych, najprostszych i niedrogich metod uważa się adsorpcję. Inną obiecującą techniką stanowi fotokataliza, która pozwala na usuwanie zanieczyszczeń w wydajny, ekologiczny oraz przyjazny dla środowiska sposób. Wydajność tej metody wymaga jednak odpowiedniego materiału o właściwościach fotokatalitycznych. Wiele fotokatalizatorów wykazuje nietoksyczność oraz wysoką fotostabilność, jednak często wzbudzenie w części UV widma jest ograniczone. Z tego względu wiele uwagi przyciągnęły fotokatalizatory kompozytowe bazujące na biowęglu.

Biowęgle można otrzymać z szerokiej gamy materiałów bogatych w węgiel, takich jak odpady roślinne czy zwierzęce. Cechuje go niska cena, przyjazność dla środowiska, wysoka zawartość powierzchniowych grup funkcyjnych, porowatość, wysoka stabilność oraz zdolność wymiany jonowej. Dodatkowo połączenie biowęgla z innymi rodzajami metali lub tlenków metali może wpływać na jego właściwości adsorpcyjne, zwiększać absorpcję światła widzialnego i separację generowanych par dziura-elektron, zmniejszać przerwę pasmową, przyczyniając się do zwiększania wydajności fotokatalizatora. Ponadto materiały te często wykazują również właściwości magnetyczne (np. domieszkowanie Fe_3O_4 , NiO , CoO), co dodatkowo pozwala w prosty sposób oddzielić fotokatalizator od badanego układu.

W badaniach przygotowano magnetyczne biowęgle domieszkowane niklem w różnych stosunkach masowych. Dokonano charakterystyki fizykochemicznej otrzymanych materiałów oraz wykonano testy fotokatalityczne z zastosowaniem barwnika organicznego, oranżu metylowego, jako zanieczyszczenia. Wykazano, że domieszkowane biowęgle wykazują cechy efektywnego fotokatalizatora w procesie degradacji MO pod wpływem promieniowania UV.

Charakterystyka fizykochemiczna właściwości strukturalnych, adsorpcyjnych i funkcjonalnych skrobi modyfikowanych metodami fizycznymi i enzymatycznymi

Monika Sujka¹, Agnieszka Ewa Wiącek²

¹*Katedra Analizy i Oceny Jakości Żywności, Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie,*

²*Katedra Zjawisk Międzyfazowych, Wydział Chemii, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin*

Skrobie porowate mogą być stosowane jako adsorbenty i/lub nośniki substancji bioaktywnych w przemyśle spożywczym, farmaceutycznym i pokrewnych. Poprzez zastosowanie odpowiednich metod modyfikacji (chemicznych, fizycznych, enzymatycznych lub mieszanych) możliwe jest tworzenie porów na powierzchni granulek skrobi bez naruszania ich integralności [1, 2]. Celem badań była analiza fizykochemiczna rodzimej skrobi kukurydzianej, ziemniaczanej i grochowej modyfikowanych przy użyciu metod mieszanych, tj. fizycznych i enzymatycznych. Zawiesiny skrobi (30%, w/w) poddano działaniu ultradźwięków (20 kHz, 30 min, 20 °C), a następnie wysuszono i zhydrolizowano amyloglukozydazą (1000 U/g skrobi, 50 °C, 24 h). Po trawieniu enzymatycznym granulki liofilizowano przez 72 h. Strukturę skrobi natywnej i modyfikowanej badano przy użyciu spektroskopii VIS, SEM, ATR-FTIR i adsorpcji N₂. Na podstawie pomiarów ruchliwości elektroforetycznej układów skrobiowych obliczono potencjały dzeta w celu określenia poziomu ładunku powierzchniowego. Ponadto, analizowano wybrane właściwości funkcjonalne, takie jak pojemność zatrzymywania wody i oleju, najniższe stężenie żelowania (LGC) i klarowność pasty. Wyniki wykazały, że skrobia kukurydziana była najbardziej podatna na łączone metody modyfikacji, w efekcie najbardziej odpowiednia do produkcji skrobi porowatej i potencjalnych zastosowań.

Literatura

- [1] M. Sujka, *Ultrasonics Sonochemistry*, 37 (2017) 424–429.
- [2] A.E. Wiącek, *Food Hydrocolloids*, 48 (2015) 228–237.

Podziękowania: *Badania częściowo finansowane z projektu grantowego Związku Uczelni Lubelskich, ZUL "Staż za miedzą" (nr SzM/23/222/TŻ).*

Charakterystyka fizykochemiczna skrobi modyfikowanych jako potencjalnego nośnika kwasu galusowego

Monika Sujka¹, Małgorzata Jurak², Agnieszka Ewa Wiącek²

¹*Katedra Analizy i Oceny Jakości Żywności, Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii, Uniwersytet Przyrodniczy, Lublin,*

²*Katedra Zjawisk Międzyfazowych, Wydział Chemii, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin.*

Przeprowadzono charakterystykę fizykochemiczną skrobi kukurydzianej, ziemniaczanej i grochowej przed i po modyfikacji metodami fizycznymi i enzymatycznymi [1]. Pomiary zwilżalności wykonano dla wodnych dyspersji skrobi natywnych i modyfikowanych osadzonych na szklanych płytkach metodą cienkowarstwową (*thin layer wicking*) przy użyciu cieczy testowych o różnym charakterze chemicznym (polarna woda i formamid lub niepolarny diiodometan) [2]. Wysokie wartości współczynnika determinacji R^2 potwierdziły, że zastosowany model regresji liniowej dobrze opisuje zależność między czasem zwilżania a kwadratem odległości penetracji (równanie Washburna). Ponadto, określono zmianę energii swobodnej (entalpii) podczas ruchu cieczy testowej w warstwie porowatej dla wszystkich skrobi. Czasy zwilżania dla cieczy polarnych znacznie wzrosły (od 3 do 4 razy), szczególnie dla skrobi kukurydzianej. Im niższa wartość napięcia adhezyjnego, tym łatwiej zachodzi proces zwilżania, a co za tym idzie, proces adsorpcji jest ułatwiony. W przypadku adsorpcji kwasu galusowego na skrobi kluczowe są relacje uzyskane dla substancji polarnych. Adsorpcja kwasu galusowego poprzez tworzenie wiązań wodorowych lub, ogólniej, wiązań donor–akceptor (kwas–zasada) była zdecydowanie wyższa w przypadku skrobi kukurydzianej niż w przypadku pozostałych skrobi. Dlatego skrobia ta ma największy potencjał do wykorzystania, jako nośnik kwasu galusowego lub, szerzej, związków z grupy polifenoli.

Literatura

- [1] M. Sujka, A.E. Wiącek, *International Journal of Molecular Sciences*, 25 (3), (2024) 1662.
- [2] A.E. Wiącek, *Food Hydrocolloids*, 48 (2015) 228–237.

CHEMIA W MEDYCYNIE I KOSMETYCE - WYKŁADY

Formy fizykochemiczne leków i produktów kosmetycznych – emulsje, nano-układy, oleosomy.

Sebastian Grzyb

Wyższa Szkoła Inżynierii i Zdrowia w Warszawie, ul. Bitwy Warszawskiej 1920 r. 18, 02 - 366 Warszawa, sebastian.grzyb@wsiiz.pl

Projektowanie i wytwarzanie stabilnych, posiadających pożądane cechy reologiczne i atrakcyjnych sensorycznie kosmetyków, a także biodostępnych i skutecznych postaci leków, warunkowane jest doбором odpowiednich surowców oraz dopasowanej formy fizykochemicznej. Charakteryzujące się właściwą hydro- lub lipofilowością i wartością parametru HLB surowce, układy nano-nośnikowe, dyspersyjność, w tym wielkość i rozkład wielkości rozproszonych kropeł oraz inne elementy pozwalają otrzymywać zróżnicowane formułacje, o szerokich zastosowaniach w przemyśle kosmetycznym i farmaceutycznym [1].

Prowadzone badania pokazują, że pomimo wielu surowców, w tym pochodzenia naturalnego, roślinnego, zawierających pożądane związki biologicznie aktywne, opracowanie stabilnych fizykochemicznie układów jest czasem problematyczne, a zapotrzebowanie na nowe, lepsze układy jest ciągle aktualne. Właściwości reologiczne emulsji, w tym mikro- i nanoemulsji, ich stabilizacja, powinny być wynikiem badań właściwości fizykochemicznych surfaktantów, emulgatorów, stabilizatorów, modyfikatorów reologii i ich zastosowań w odpowiednio dobranych, zoptymalizowanych formach kosmetycznych. Interesującymi układami, mogącymi mieć znaczenie i zastosowanie w przemyśle kosmetycznym i farmaceutycznym są formy zawierające oleosomy, struktury magazynujące tłuszcze znane z komórek roślinnych. Wykazują one m.in. unikalne właściwości ze względu na wysoką aktywność międzyfazową cząsteczek na ich powierzchni oraz są zdolne do stabilizacji pian i wielofazowych emulsji [2].

Literatura

- [1] S. Nemichand Kale, S. Laxman Deore, „Emulsion Micro Emulsion and Nano Emulsion: A Review”, *Sys Rev Pharm*, 8, 1, (2017) 39.
- [2] E. Ntone, J. Yang, M. Meinders, J. H. Bitter, L. M.C. Sagis, C. V. Nikiforidis, „The emulsifying ability of oleosomes and their interfacial molecules”, *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 229 (2023) 113476.

O projektowaniu związków kompleksowych rutenu zdolnych do niszczenia nowotworów

Iwona Łakomska¹, Adriana Kaszuba¹

¹*Wydział Chemii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, ul. Gagarina 7, 87-100 Toruń*

Osiągnięcia chemii koordynacyjnej w projektowaniu nowych leków przeciwnowotworowych, opartych na kompleksach metali, stanowią ważny wkład w rozwój coraz bardziej skutecznej chemioterapii. W poszukiwaniach nieplatynowych kompleksów metali o potencjalnych właściwościach antynowotworowych szczególną uwagę zwrócono na połączenia rutenu(II/III), które oferują nowe perspektywy w leczeniu nowotworów opornych na cisplatynę, i leczenie przerzutów. Zainteresowanie badawcze kompleksami rutenu(III) jako potencjalnymi lekami z możliwością ich terapeutycznych zastosowań, wynika głównie z ich trzech właściwości takich jak: **i)** szybkość wymiany ligandów porównywalna do związków platyny(II); **ii)** szeroki zakres stopni utleniania dostępnych w warunkach fizjologicznych; **iii)** zdolność jonu rutenu(III) do naśladowania żelaza(III) w sposobie wiązania niektórych molekuł biologicznych takich jak ludzka apotransferyna.

Inspirując się przesłankami literaturowymi w swoich badaniach naukowych skoncentrowaliśmy się na projektowaniu nowych połączeń rutenu(II/III) z wybranymi dipodstawionymi triazolopirymidynami (dstp) o wzorach ogólnych $[\text{RuCl}_2(\text{dmsO})_2(\text{dstp})_2]$, $[\text{RuCl}_2(\text{dmsO})_3(\text{dstp})]$, $[\text{RuCl}_3(\text{dstp})_3]$; $[\text{RuCl}_3(\text{dstp})_2(\text{OH}_2)]$, $[(\eta^6\text{-p-cym})\text{Ru}(\text{L})\text{Cl}_2]$, $[(\eta^6\text{-bip})\text{RuCl}_2(\text{dstp})]$, gdzie p-cym – p-cymen; bip – bifenyl.

Zgromadzony bogaty materiał eksperymentalny obejmujący badania strukturalne (IR, ¹H, ¹³C, ¹⁵N, X-ray, EPR) i biologiczne (lipofilowość, potencjał redukcji, cytotoksyczność *in vitro*, oddziaływanie z białkami i DNA) pozwolił na: **i)** określenie czynników determinujących aktywność cytotoksyczną związków koordynacyjnych **ii)** wstępne określenie mechanizmu odpowiedzialnego za działanie cytotoksycznych *in vitro* kompleksów Ru(III/II) **iii)** wyselekcjonowanie potencjalnych kandydatów do badań przedwdrożeniowych.

Podziękowania: Autorki dziękują Centrum Doskonałości W kierunku medycyny spersonalizowanej Inicjatywa Doskonałości Uczelnia Badawcza UMK za wsparcie finansowe badań.

Zastosowanie biomimetycznych układów chromatograficznych do przewidywania aktywności biologicznej substancji

Irena Malinowska

Katedra Chemii Fizycznej, Instytut Nauk Chemicznych, Wydział Chemii Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie, Lublin

Substancje aktywne biologicznie to substancje, które w niewielkich ilościach wywierają wpływ na funkcjonowanie organizmu. Aktywność biologiczną substancji można badać *in vivo*, *in vitro* oraz *in silico*. Ta ostatnia metoda coraz bardziej zyskuje na popularności, gdyż dzięki nim można przewidzieć aktywność biologiczną związku już na etapie jego projektowania. Metody *in silico* korzystają z danych dotyczących struktury cząsteczki, jednakże w wielu wypadkach nie są one wystarczające. Jedną z metod dostarczających danych do metod *in silico* są metody chromatograficzne w układach imitujących środowisko działania substancji –układy biomimetyczne [1]. Dane retencyjne otrzymane w takich układach mogą bezpośrednio informować nas o aktywności biologicznej danej substancji lub na podstawie tych danych można wyznaczyć deskryptory aktywności biologicznej.

W układach biomimetycznych zarówno faza stacjonarna jak i faza ruchoma powinny imitować środowisko działania leków. Biomimetyczne fazy stacjonarne to głównie fazy imitujące wnętrze błon biologicznych (fazy z ligandami alkilowymi – C-18, C-8, C-4), imitujące błony biologiczne – fazy IAM, cholesterolowe, fazy z fragmentami błon komórkowych. Imitacją fazy stacjonarnej mogą być micelle w micelarnej chromatografii cieczowej. Środowisko działania leku również powinna odzwierciedlać faza ruchoma, dlatego też takie badania prowadzi się przy użyciu faz ruchomych z fizjologicznym pH osocza - 7.4 lub z użyciem wodnych roztworów imitujących skład osocza krwi – SBF.

W prezentowanej pracy zastosowano kilka niemimetycznych układów chromatograficznych do określenia wybranych deskryptorów aktywności biologicznej wybranych substancji oraz porównano je z deskryptorami uzyskanymi wyłącznie na podstawie danych strukturalnych związków lub danych eksperymentalnych [2]. Badano wpływ różnych czynników takich jak: rodzaj układu biomimetycznego, sposób prowadzenia procesu chromatograficznego na otrzymane wartości deskryptorów aktywności biologicznej substancji.

Literatura

- [1] K.L. Valko Anal. Sci. Adv. 3 (2022) 146 doi:10.1002/ansa.20220004
- [2] M.H. Abraham, W.E. Acree Sep.Sci. Technol. 49 (2014) 235, doi:10.1080/01496395.2014.928768

Innowacyjny kosmetyk – nowe rozwiązania surowcowe i technologiczne

Elżbieta Sikora

Politechnika Krakowska, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Katedra Chemii i Technologii Organicznej, ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków

W ostatnich latach, na rynku produktów kosmetycznych, widoczny jest stały wzrost zainteresowania kosmetykami naturalnymi, bazującymi na surowcach roślinnych. Formułacje kosmetyków naturalnych nie tylko muszą spełniać wymagania Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady Europy (WE) nr 1223/2009, ale również standardy COSMOS określone przez europejskie jednostki certyfikujące, dla „kosmetyków naturalnych i organicznych”[1].

Surowce naturalne stanowią zarówno bazowe, funkcjonalne składniki preparatów kosmetycznych (woski, oleje roślinne, polisacharydy czy białka), jak i źródło surowców aktywnych biologicznie, wywierających bezpośredni wpływ na stan skóry i włosów. Ekstrakty roślinne zawierają prawdziwe bogactwo substancji aktywnych: flawonoidów, hydroksykwasów, kwasów fenolowych, glikozydów saponinowych, witamin, fitohormonów, terpenoidów, garbników. Dzięki temu stanowią atrakcyjne, surowce kosmetyczne o szerokim spektrum aktywności. Wykazują działanie nawilżające, odżywcze, przeciwrodnikowe, łagodzą podrażnienia i przyspieszają regenerację skóry. Ponadto wśród aktualnych trendów widoczne jest zapotrzebowanie na kosmetyki bezpieczne dla skóry i środowiska, pozyskiwane w oparciu o etyczne zasady produkcji. Producenci kosmetyków w poszukiwaniu zrównoważonych metod produkcji, coraz częściej sięgają po odnawialne źródła energii, ograniczają zużycie wody w procesach produkcyjnych, czy sięgają po rodzime zasoby surowcowe, w celu redukcji śladu węglowego. Oprócz bezpieczeństwa i odpowiednich właściwości aplikacyjnych od nowoczesnych produktów kosmetycznych oczekuje się przede wszystkim skutecznego działania.

W referacie omówione zostaną wyniki prowadzonych badań, dotyczących pozyskiwania ze źródeł naturalnych, wielofunkcyjnych surowców kosmetycznych oraz opracowywania nowoczesnych formułacji kosmetycznych, w tym emulsji, mikroemulsji, nanoemulsji, nanocząstek lipidowych, liposomów czy mikrokapsulek polimeropowych jako efektywnych form dostarczania składników aktywnych z kosmetyku do skóry [2-3].

Literatura

- [1] <http://cosmos-standard.org>
- [2] E. Sikora, P. Michorczyk, M. Olszańska, J. Ogonowski, *Int J Cosmet Sci* 37(6), 574-578, 2015.
- [3] E. Sikora, M. Llinas, M. J. Garcia-Celma, E. Escribano, C. Solans, *Colloids Surf B*, 126, 541–545, 2015.

Postęp w chemii medycznej - czy wygramy ostateczną walkę z nowotworami?

Marcin Sobczak¹

¹ *Warszawski Uniwersytet Medyczny, Wydział Farmaceutyczny, Katedra i Zakład Chemii Farmaceutycznej i Biomateriałów*

Choroby nowotworowe są jedną z głównych przyczyn zgonów w krajach wysokorozwiniętych i rozwijających się. Według danych Global Cancer Observatory, w 2020 r. na świecie odnotowano około 19,3 mln nowych przypadków raka, a prawie 10 mln osób zmarło z powodu tej choroby. Najczęstszymi przypadkami były rak piersi u kobiet oraz rak płuc, jelita grubego, prostaty i żołądka u mężczyzn [1,2].

W zależności od rodzaju i stadium rozwoju raka stosowana są tradycyjne terapie (chirurgia, chemio- i radioterapia) lub nowsze formy leczenia (immunoterapia, terapia ukierunkowana, hormonalna, genowa i fotodynamiczna).

Pomimo poważnych skutków ubocznych i możliwości rozwoju oporności na lek, chemioterapia nadal pozostaje główną opcją leczenia, szczególnie w bardziej zaawansowanych stadiach raka. Dlatego też wysiłki współczesnej chemii medycznej koncentrują się na poszukiwaniu nowych kandydatów na bardziej skuteczne i lepiej tolerowane leki przeciwnowotworowe.

Pomimo wielu sukcesów terapia przeciwnowotworowa jest nadal jednym z największych wyzwań nowoczesnej medycyny. Odkrywanie i rozwój leków to długi, kosztowny i obarczony wysokim ryzykiem proces, który zwykle trwa około 10–15 lat. Średni koszt zatwierdzenia każdego nowego leku do użytku klinicznego wynosi ponad 1–2 miliardy dolarów.

W ramach wykładu zaprezentowany zostanie aktualny stan wiedzy dotyczący rozwoju technologii nowych substancji przeciwnowotworowych oraz innowacyjnych postaci leków przeciwnowotworowych. Podjęta zostanie próba odpowiedzi na pytanie: czy współczesna chemia medyczna jest w stanie wygrać ostateczną walkę ze śmiertelnymi chorobami nowotworowymi?

Literatura

- [1] Sung, H., Ferlay, J., Siegel, R.L., Laversanne, M., Soerjomataram, I., Jemal, A., Bray, F. *CA Cancer J. Clin.*, 71 (2021) 209.
- [2] Deo, S.V.S., Sharma, J., Kumar, S. *Ann. Surg. Oncol.* 29 (2022), 6497.
- [3] Ugai, T., Sasamoto, N., Lee, H.Y., Ando, M., Song, M., Tamimi, R.M., Kawachi, I., Campbell, P.T., Giovannucci, E.L., Weiderpass, E. *Nat. Rev. Clin. Oncol.* 19 (2022) 656.

Koncepcja wytwarzania kosmetyków naturalnych na bazie wyłóków z winogron z uwzględnieniem Chemicznej Ekstrakcji Pożyczkowej (LCE)

Tomasz Wasilewski^{1,2}, Zofia Hordyjewicz-Baran¹, Maciej Zegarski³

¹*Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Ciężkiej Syntezy Organicznej "Błachownia" Energetyków 9, 47-225 Kędzierzyn-Koźle*

²*Uniwersytet Radomski, Chrobrego 27, 26-600 Radom*

³*Onlybio.life S.A., Hechlińskiego 4, 85-825 Bydgoszcz*

W ostatnich latach obserwowane jest znaczące zwiększenie liczby dostępnych na rynku kosmetyków naturalnych. Producenci, w odpowiedzi na potrzeby konsumentów, poszukują rozwiązań cechujących się wysokim bezpieczeństwem stosowania (np. niskie działanie wysuszające oraz drażniące). Ponadto, nowoczesne kosmetyki muszą posiadać wysoką funkcjonalność, przystępną ceną, spełniać założenia tak zwanych produktów zrównoważonych oraz charakteryzować się ograniczonym negatywnym oddziaływaniem na środowisko naturalne.

W pracy przedstawiono rezultaty badań z zakresu możliwości wykorzystania koncepcji Chemicznej Ekstrakcji Pożyczkowej (*Loan Chemical Extraction*, LCE) do wytwarzania naturalnych kosmetyków przeznaczonych do higieny. Istota metody polega na zapożyczeniu komponentów z docelowego kosmetyku, przygotowaniu z ich udziałem medium ekstrakcyjnego, przeprowadzeniu ekstrakcji (w stosowanych rozwiązaniach przeprowadzano ekstrakcję micelarną), a następnie na zawróceniu uzyskanego ekstraktu do masy kosmetyku. W efekcie – w składzie danego preparatu pojawiają się składniki wyizolowane w materiału roślinnego, natomiast masa kosmetyku nie zawiera żadnych substancji pomocniczych (np. powszechnie stosowanych rozpuszczalników).

W prezentacji omówiono wady i zalety nowego rozwiązania. Wykorzystywanym materiałem roślinnym były wyłoki z winogron, pozyskiwane z polskich winnic. Nową metodę wytwarzania kosmetyków naturalnych zilustrowano konkretnymi przykładami. Wykazano, że uzyskane prototypy produktów posiadają wysoki potencjał aplikacyjny i są ciekawą alternatywą dla obecnie stosowanych rozwiązań.

Podziękowania: Projekt FENG.02.07-IP-05-0439/23 jest realizowany w ramach działania FENG.02.07 Proof of Concept Fundacji na rzecz Nauki Polskiej współfinansowanego przez Unię Europejską ze środków 2. Priorytetu Programu Fundusze Europejskie dla Nowoczesnej Gospodarki 2021-2027 (FENG).

CHEMIA W MEDYCYNIE I KOSMETYCE - KOMUNIKATY

Znaczenie ekstrakcji micelarnej w procesie przetwarzania produktów ubocznych z produkcji wina w cenne surowce kosmetyczne.

Zofia Hordyjewicz-Baran¹, Tomasz Wasilewski^{1,2}, Maciej Zegarski³

¹*Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Ciężkiej Syntezy Organicznej "Blachownia" Energetyków 9, 47-225 Kędzierzyn-Koźle*

²*Uniwersytet Radomski, Wydział Nauk Medycznych i Nauk o Zdrowiu, Chrobrego 27, 26-600 Radom*

³*Onlybio.life S.A., Hechlińskiego 4, 85-825 Bydgoszcz*

W dzisiejszych czasach przemysł kosmetyczny przeżywa dynamiczny rozwój, co prowadzi do wzrastającego zapotrzebowania na nowe składniki, zwłaszcza te pochodzenia naturalnego. Wykorzystanie wyłóków winogronowych, pozyskiwanych z odpadów generowanych podczas produkcji wina, staje się obiecującym kierunkiem rozwoju branży kosmetycznej, wpisując się w zasady zrównoważonego rozwoju.

W niniejszej pracy przedstawiono wyniki badań dotyczących możliwości zastosowania ekstrakcji micelarnej do wyługowania związków bioaktywnych z wyłóków winogronowych. Przeprowadzono badania mające na celu opracowanie warunków procesu ekstrakcji. Otrzymane ekstrakty poddano badaniom jakościowym i ilościowym oraz oceniono ich właściwości przeciwutleniające. Wyniki badań przeprowadzonych z zastosowaniem techniki UPLC-MS/MS wykazały, że ekstrakty są bogate w związki polifenolowe. Dodatkowo, badania zdolności antyoksydacyjnej techniką UV-VIS z zastosowaniem metod DPPH oraz ABTS potwierdziły ich właściwości antyoksydacyjne. Udowodniona aktywność biologiczna związków pochodzących z wyłóków winogronowych korzystnie pozycjonuje je jako źródło bioaktywnych fitochemikaliów do zastosowań kosmetycznych, oferując skuteczną i ekologiczną alternatywę w zarządzaniu powstającymi odpadami.

Podziękowania: Projekt FENG.02.07-IP-05-0439/23 jest realizowany w ramach działania FENG.02.07 Proof of Concept Fundacji na rzecz Nauki Polskiej współfinansowanego przez Unię Europejską ze środków 2. Priorytetu Programu Fundusze Europejskie dla Nowoczesnej Gospodarki 2021-2027 (FENG).

Kompozyty glinki zielonej, hydroksyapatytu i pyłku pszczelego – nowatorskie połączenie chemii z naturą

Klaudia Kowalska¹, Ewa Skwarek¹

¹*Katedra Radiochemii i Chemii Środowiskowej, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie.*

Gwałtowny rozwój medycyny i postępujące starzenie się naszego społeczeństwa popychają badaczy do zwielokrotnionych badań nad nowymi sposobami dostarczania substancji bioaktywnych do naszych organizmów. Jednym z obiecujących metod aplikacji są np. kompozyty.

Niezbędnym do przeżycia źródłem białka dla pszczół są ziarna pyłku. Posiada on bogaty skład i ze względu na to może stanowić wartościowy dodatek do diety człowieka zapewniając dodatkowe wzbogacenie dla ludzkiego organizmu. Zauważono szeroką gamę kolorystyczną bazującą na składzie konkretnych ziaren. Swoje dobroczynne właściwości zawdzięcza składowi bogatemu m.in. w witaminy i przeciwutleniacze [1].

Różne rodzaje glinok i hydroksyapatyt są szeroko stosowane w różnych dziedzinach przemysłu, medycynie, kosmetyce, rolnictwie itp. ze względu na ich naturalność, biokompatybilność i cenę. Mogą być łatwo modyfikowane i mieszane z innymi nanocząsteczkami, dzięki czemu możemy korzystać z ich bogatych właściwości, które mogą być pogłębiane i modyfikowane np. przy pomocy syntezy mechanochemicznej [2].

Literatura

- [1] L.B. Almeida-Muradian, L.C. Pamplona, S. Coimbra, O.M. Barth, w: *Journal of Food Composition and Analysis*, vol. 18, 2005.
- [2] I. Protsak, V.V. Paientko, O.I. Oranska, Yu. I. Gornikov, P.A. Prokhnenko, S.A. Alekseev, L.M., Babenko, N.A. Liedienov, A.V. Pashchenko, G.G. Levchenko, V.M. Gun'ko, w: *„Colloids and Surfaces A”*, vol. 586, 2020.

Materiały kompozytowe na bazie haloizytu, diatomitu i bioaktywnych związków pochodzenia roślinnego: właściwości strukturalne i zastosowania

Viktorii Paientko^{1,2}, Agnieszka Gładysz-Płaska², Evgeniy Demianenko¹, Anatoly Grebenyuk¹, Oksana Yesypchuk³

¹*Chuiko Institute of Surface Chemistry, NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine;
e-mail.: payentkovv@gmail.com*

²*Faculty of Chemistry, Maria Curie-Skłodowska University, Lublin, Poland*

³*Clinic of Personalized Medicine Naturel, Piaseczno, Poland*

Materiały kompozytowe na bazie haloizytu, diatomitu i bioaktywnych związków pochodzenia roślinnego stanowią obiecujący kierunek w rozwoju funkcjonalnych produktów dla medycyny i kosmetologii. W niniejszym badaniu omówiono właściwości strukturalne, biodostępność oraz potencjalne zastosowania takich kompozytów wzbogaconych kwasem rozmarynowym, antocyjanami i witaminą C.

Do wytworzenia kompozytów wykorzystano rośliny *Asimina triloba*, *Akebia quinata*, *Agastache foeniculum*, *Lavandula angustifolia*, *Melissa officinalis*, i *Rosmarinus officinalis*. Rośliny te dostarczają kwasu rozmarynowego, antocyjanów i witaminy C jako składników aktywnych. Kompozyty zostały przygotowane metodą mechanochemiczną w młynie nożowym, co zapewniło równomierne rozmieszczenie składników aktywnych w matrycy haloizytu i diatomitu. Haloizyt wprowadza nanorurkową strukturę umożliwiającą enkapsulację, natomiast diatomit dostarcza dużej powierzchni do adsorpcji i stabilizacji bioaktywnych cząsteczek.

Metodą półempiryczną PM6-D3H4 z wykorzystaniem programu chemii kwantowej MOPAC2016 przeprowadzono modelowanie interakcji między kwasem rozmarynowym a grupami funkcyjnymi haloizytu i krzemionki (głównego składnika diatomitu). Analiza wyników obliczeń wskazuje, że termodynamicznie stabilne kompleksy międzycząsteczkowe powstają w wyniku tworzenia wiązań wodorowych oraz obecności oddziaływań dyspersyjnych między grupami funkcyjnymi cząsteczek adsorbatów a powierzchnią adsorbentów. Taka organizacja strukturalna poprawia stabilność aktywnych związków i zwiększa ich biodostępność w systemach biologicznych.

Otrzymane materiały wykazują znaczący potencjał do wykorzystania w kosmetologii (produkty przeciwutleniające) oraz medycynie (środki wspomagające gojenie ran i redukujące stres oksydacyjny). Wyniki te podkreślają znaczenie kompozytów na bazie haloizytu, diatomitu i surowców roślinnych jako innowacyjnych rozwiązań dla sektora zdrowia i urody.

Podziękowania: Prace były wspierane przez Fundusz Wyszehradzki.

CHEMIA W MEDYCYNIE I KOSMETYCE - POSTERY

Filtry UV w ochronnych kosmetykach przeciwsłonecznych

Anita Bocho-Janiszewska

Wydział Chemii Stosowanej, Uniwersytet Radomski, a.janiszewska@urad.edu.pl

Zasadniczą funkcją kosmetyków do opalania jest ochrona skóry przed nadmiernym promieniowaniem ultrafioletowym. Przewlekła ekspozycja skóry na promieniowanie UV prowadzi do wielu skutków ubocznych takich jak oparzenia słoneczne, przedwczesne starzenie się skóry, czy w skrajnych przypadkach, nawet do powstawania nowotworów skóry. Zadaniem kosmetyków promieniochronnych jest przeciwdziałanie tym niekorzystnym dla skóry procesom.

Głównym składnikiem w recepturze kosmetyków odpowiadającym za właściwości promieniochronne są filtry UV. Obecnie komercyjnie stosowane są dwa rodzaje filtrów: nieorganiczne (fizyczne) oraz organiczne (chemiczne). Mechanizm działania filtrów nieorganicznych jest oparty na typowym fizycznym odbijaniu i rozpraszaniu promieniowania, podczas gdy filtry organiczne działają głównie jako absorbery promieniowania. Oba rodzaje filtrów mają swoje ograniczenia w stosowaniu związane z niską skutecznością, możliwą fototoksycznością lub fotouczuleniem. Mogą również niekorzystnie wpływać na środowisko naturalne. Dlatego cały czas prowadzone są intensywne poszukiwania skutecznych i ekologicznych filtrów UV.

Podziękowania: *Badania były prowadzone w ramach pracy badawczej nr 3522/182/P, realizowanej ze środków na działalność statutową Wydziału Chemii Stosowanej (Uniwersytet Radomski im. Kazimierza Pułaskiego).*

Amorfizacja daidzeiny z użyciem nadkrytycznego CO₂ – przewyższenie ograniczeń BCS IV

Szymon Sip¹, Judyta Cielecka-Piontek¹

¹ *Katedra i Zakład Farmakognozji i Biomateriałów, Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, ul. Rokietnicka 3, 60-806 Poznań, Polska*

Daidzeina to bioaktywny izoflawon o silnych właściwościach przeciwutleniających i neuroprotekcyjnych. Jej zastosowanie kliniczne ogranicza jednak niska rozpuszczalność w wodzie (~0,035 mg/mL) oraz słaba przepuszczalność przez błony komórkowe, co klasyfikuje ją do IV klasy BCS i skutkuje niską biodostępnością po podaniu doustnym [1,2]. Celem badania była poprawa właściwości farmaceutycznych daidzeiny przez zastosowanie współstrącania z użyciem nadkrytycznego dwutlenku węgla (SC-CO₂) w celu uzyskania amorficznej dyspersji stałej.

Amorficzną dyspersję daidzeiny otrzymano w efekcie połączenia z Soluplusem® w stosunku 1:10. Amorficzny charakter potwierdzono metodą dyfrakcji rentgenowskiej (XRPD), a oddziaływania międzycząsteczkowe wyznaczano w oparciu o analizę widm FT-IR. Stabilność amorficznych dyspersji oceniano w okresie trzech miesięcy w warunkach badań półkowych (T= 3 m. RH = 60%). Rozpuszczalność i szybkość rozpuszczania badano w symulowanych płynach żołądkowym (pH 1,2) i jelitowym (pH 6,8). Przepuszczalność oceniano stosując metodę PAMPA GIT dla bariery jelitowej oraz PAMPA BBB dla bariery krew-mózg. Potencjał antyoksydacyjny oceniono za pomocą testów ABTS, CUPRAC, DPPH i FRAP, a aktywność neuroprotekcyjną poprzez ocenę inhibicję acetylo- i butyrylocholinesterazy.

Amorficzna dyspersja daidzeiny wykazała istotny wzrost rozpuszczalności wodnej i szybsze uwalnianie w porównaniu z krystaliczną postacią daidzeiny. Dyspersja pozostała stabilna przez okres 3 miesięcy. Zaobserwowano również poprawę przepuszczalności w modelu przewodu pokarmowego oraz silne działanie antyoksydacyjne i inhibitory cholinesteraz.

Zastosowanie SC-CO₂ znacząco poprawia profil farmaceutyczny daidzeiny, przełamując ograniczenia klasy BCS IV przy zachowaniu jej aktywności biologicznej, co stwarza perspektywę dla szerszego zastosowania terapeutycznego.

Literatura

- [1] Alshehri, M.M. et al. Therapeutic Potential of Isoflavones with an Emphasis on Daidzein, *Oxid. Med. Cell. Longev*, 2021.
- [2] Panizzon, G.P. et al. Manufacturing Different Types of Solid Dispersions of BCS Class IV Polyphenol (Daidzein) by Spray Drying: Formulation and Bioavailability, *Pharmaceutics* 2019, 11, 492.

Podziękowania: Badanie zostało sfinansowane w całości przez Narodowe Centrum Nauki, Polska, grant Preludium nr UMO-2023/49/N/NZ7/00702.

Mezoporowate krzemionki modyfikowane grupami aminowymi i miedzią jako układy dostarczania acyklowiru

Joanna Gościńska, Julia Andrzejewska, Aleksander Ejsmont

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

Wirus opryszczki zwykłej (*Herpes simplex virus*) należy do najpowszechniej występujących wirusów u ludzi. W leczeniu zakażeń tym patogenem stosuje się acyklowir – lek przeciwwirusowy o ograniczonej rozpuszczalności w wodzie i niskiej biodostępności. Jednym z rozwiązań mających na celu poprawę jego właściwości farmakokinetycznych jest użycie odpowiednich nośników opartych na uporządkowanych materiałach mezoporowatych.

W ramach podjętych badań otrzymano krzemionki typu SBA-15, SBA-16, KIT-6, WMS, funkcjonalizowane (3-aminopropyl)trimetoksylanem oraz chlorkiem miedzi(II), które wykorzystano jako układy dostarczania acyklowiru. Przygotowano również emulsje olej w wodzie, do których wprowadzono układy hybrydowe z zaadsorbowanym lekiem. Strukturę oraz właściwości fizykochemiczne mezoporowatych krzemionek scharakteryzowano za pomocą dyfrakcji promieniowania rentgenowskiego, niskotemperaturowej adsorpcji/desorpcji azotu, analizy elementarnej oraz spektroskopii w podczerwieni z transformacją Fouriera.

Badania wykazały, że otrzymane krzemionki cechują się uporządkowaną strukturą mezoporowatą oraz dobrze rozwiniętą porowatością. Przeprowadzone modyfikacje prowadziły do zmniejszenia powierzchni właściwej oraz objętości porów materiałów. Określono wpływ pH oraz stężenia roztworów acyklowiru na pojemności sorpcyjne mezoporowatych krzemionek. Materiały czyste i modyfikowane aminosilanem wykazywały najwyższą zdolność sorpcyjną wobec acyklowiru przy pH 2, a próbki funkcjonalizowane jednocześnie aminosilanem i chlorkiem miedzi(II) w pH 8. Zbadano uwalnianie leku z otrzymanych krzemionek i emulsji olej w wodzie zawierających układy hybrydowe krzemionka-acyklowir w płynie akceptorowym imitującym warunki fizjologiczne skóry. Ustalono, że funkcjonalizacja nośników znacząco wpływa na szybkość uwalniania acyklowiru z ich powierzchni i formulacji farmaceutycznych.

Wpływ warunków syntezy sieci MIL-101(Fe) i MIL-88A(Fe) na adsorpcję i uwalnianie dapagliflozyny – selektywnego inhibitora kotransportera sodowo-glukozowego

Joanna Gościańska, Agata Matusiak, Aleksander Ejsmont

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

Cukrzyca typu 2 to przewlekła choroba metaboliczna, w której występuje podwyższony poziom glukozy we krwi. Dapagliflozyna (DAPA), selektywny inhibitor transportera sodowo-glukozowego typu 2, znajduje zastosowanie w leczeniu tej choroby, jednak jej podawanie może prowadzić do działań niepożądanych. Jedną z metod ograniczania skutków ubocznych DAPA jest jej kontrolowane uwalnianie z odpowiednio zaprojektowanych nośników, np. nietoksycznych sieci metalo-organicznych zawierających żelazo (Fe-MOF). Zmieniając temperaturę, rozpuszczalnik i czas reakcji podczas syntezy struktur Fe-MOF można wpływać na ich morfologię i właściwości fizykochemiczne.

Celem badań była synteza stabilnych i biokompatybilnych materiałów MIL-101(Fe) oraz MIL-88A(Fe) o ściśle określonej morfologii oraz wykorzystanie ich jako platform dla dapagliflozyny - leku przeciwhiperglikemicznego. Materiały otrzymano metodą solwotermalną przy zastosowaniu chlorku żelaza(III) oraz kwasów fumarowego i tereftalowego jako prekursorów linkerów organicznych. Określono parametry teksturalne, krystaliczność, morfologię i chemię powierzchni nośników Fe-MOF. Uwalnianie dapagliflozyny przeprowadzono w płynie akceptorowym imitującym warunki fizjologiczne śliny (pH 7,2) i temperaturze 37°C.

Wykazano, że morfologia i porowatość sieci metalo-organicznych zależą od warunków ich syntezy (pH, czasu, doboru rozpuszczalnika). MIL-101(Fe), uzyskany bez modulatorów charakteryzuje się porowatą oraz trójwymiarową strukturą. Jego cząstki mają kształt heksagonalny. MIL-88A(Fe) posiada bardziej elastyczną strukturę niż MIL-101(Fe) i cząstki o morfologii wrzecionowatej. Brak zastosowania modulatorów podczas syntezy przyczynił się do obecności większej liczby nieskoordynowanych centrów Fe^{3+} na powierzchni materiałów, które pełniły rolę aktywnych miejsc adsorpcyjnych dla dapagliflozyny. Analiza profili uwalniania DAPA z materiałów MIL-101(Fe) i MIL-88A(Fe) w pH 7,2 wykazała dobrą korelację z modelem Korsmeyer–Peppasa. Niska wartość wykładnika n ($\leq 0,45$) wskazuje, że lek uwalnia się głównie na drodze dyfuzji zgodnej z prawem Ficka.

Analiza wpływu parametrów ekstrakcji micelarnej na skład chemiczny i właściwości ekstraktów otrzymanych z wyłóków winogronowych

Zofia Hordyjewicz-Baran¹, Tomasz Wasilewski^{1,2}, Ewa Dresler¹, Ewa Sabura¹, Katarzyna Malorna¹, Sławomir Napiórkowski¹, Maciej Zegarski³

¹*Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Ciężkiej Syntezy Organicznej "Blachownia" Energetyków 9, 47-225 Kędzierzyn-Koźle*

²*Uniwersytet Radomski, Wydział Nauk Medycznych i Nauk o Zdrowiu, Chrobrego 27, 26-600 Radom*

³*Onlybio.life S.A., Hechlińskiego 4, 85-825 Bydgoszcz*

Wzrost zainteresowania konsumentów produktami naturalnymi przyczynił się do coraz szerszego wykorzystywania ekstraktów roślinnych jako składników aktywnych w kosmetykach. Uwagę naukowców zwróciły wyłoki winogronowe, które stanowią źródło cennych związków bioaktywnych. Spośród różnych metod ekstrakcji zastosowanie roztworów micelarnych związków powierzchniowo czynnych znacząco wspomaga skuteczne wydobywanie i solubilizację bioaktywnych substancji z materiałów roślinnych.

W niniejszej pracy przedstawiono wyniki badań dotyczących możliwości wykorzystania ekstrakcji micelarnej do wytwarzania surowców kosmetycznych na bazie wyłóków winogronowych, które stanowią materiał odpadowy powstający podczas produkcji wina. Celem prowadzonych badań była analiza wpływu parametrów procesu ekstrakcji micelarnej, takich jak czas i temperatura, na skład chemiczny oraz właściwości ekstraktów.

Roztwór micelarny został scharakteryzowany pod kątem rozmiaru agregatów oraz ich rozkładu w roztworze. Skuteczność ekstrakcji oceniono poprzez ilościowe oznaczenie wybranych związków fenolowych, całkowitej zawartości fenoli oraz aktywności przeciwutleniającej. Wyniki badań wykazały, że uzyskane ekstrakty zawierają cenne składniki bioaktywne, które znane są z korzystnego działania na skórę.

Podziękowania: Projekt FENG.02.07-IP-05-0439/23 jest realizowany w ramach działania FENG.02.07 Proof of Concept Fundacji na rzecz Nauki Polskiej współfinansowanego przez Unię Europejską ze środków 2. Priorytetu Programu Fundusze Europejskie dla Nowoczesnej Gospodarki 2021-2027 (FENG).

Oddziaływania ludzkiej katelicydyny z modelowymi błonami bakterii *Legionella longbeachae*

Katarzyna Pastuszek¹, Marta Palusińska-Szyszk², Małgorzata Jurak¹

¹*Katedra Zjawisk Międzyfazowych, Instytut Nauk Chemicznych, Wydział Chemii, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie*

²*Katedra Genetyki i Mikrobiologii, Instytut Nauk Biologicznych, Wydział Biologii i Biotechnologii, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie*

Legionella spp. to bakterie powszechnie występujące w wodach i glebach. Na skutek wdychania skażonego pyłu lub wodno-powietrznego aerozolu dostają się do płuc człowieka, gdzie mogą prowadzić do rozwoju choroby legionistów lub gorączki Pontiac [1]. Jednym z drobnoustrojów wywołujących infekcje tego typu jest *Legionella longbeachae* [2]. Zakażenie pęcherzyków płucnych wywoływane przez te bakterie stanowi poważne zagrożenie dla zdrowia publicznego, a zdolności adaptacyjne *Legionella* spp. oraz wzrastająca oporność bakterii na powszechnie stosowane antybiotyki wpływają na wzrost globalnej zachorowalności i śmiertelności wywołanej legionellozą. W związku z tym, poszukiwane są nowe substancje przeciwdrobnoustrojowe, które byłyby skuteczne względem *Legionella* spp. Duże zainteresowanie w tym kontekście budzą peptydy odpornościowe, takie jak ludzka katelicydyna LL-37, ze względu na biokompatybilność i mniejsze prawdopodobieństwo wzrostu oporności patogenów. Właściwości fizykochemiczne peptydu LL-37 (ładunek, struktura, amfifilowość) sprzyjają oddziaływaniom z fosfolipidami budującymi błony bakteryjne [3]. Jednak aktywność peptydu jest ściśle zależna od określonego składu fosfolipidów, charakterystycznego dla poszczególnych gatunków. W przedstawionych badaniach wykorzystano technikę monowarstw Langmuira do określenia wpływu peptydu LL-37 na właściwości modelowych błon, które utworzono z fosfolipidów (PL) wyizolowanych z bakterii *L. longbeachae*. Wyniki przeprowadzonych eksperymentów potwierdzają przeciwdrobnoustrojowe działanie ludzkiej katelicydyny względem *L. longbeachae*, które jest związane ze zmianami w organizacji fosfolipidów w błonie bakteryjnej. Efektywność działania peptydu LL-37 przejawia się spadkiem stabilności i wzrostem elastyczności modelowych błon w obecności peptydu oraz zwiększeniem heterogeniczności ich powierzchni.

Literatura

- [1] M.A. Moffa, C. Rock, P. Galiatsatos, et al., *Epidemiol. Infect.*, 151 (2023) e133.
- [2] S. Schmidt, S. Mondino, et al., *PLoS Pathog.*, 20 (2024) e1012534.
- [3] D. Xhindoli, S. Pacor, et al., *Biochim. Biophys. Acta Biomembr.*, 1858 (2015) 546-566.

Nowe polimerowe systemy terapeutyczne precyzyjnego dostarczania i kontrolowanego uwalniania leków przeciwnowotworowych przeznaczonych do terapii raka trzustki

Karolina Kędra¹, Adam Kasiński², Joachim Frankowski², Matylda Kurzątkowska², Ewa Olędzka², Marcin Sobczak²

¹*Instytut Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk w Warszawie*

²*Warszawski Uniwersytet Medyczny, Wydział Farmaceutyczny, Katedra i Zakład Chemii Farmaceutycznej i Biomateriałów*

Rak trzustki należy do bardzo źle rokujących jednostek chorobowych. Generalnie, 12-miesięczne przeżycie w raku trzustki nie przekracza 24%, a przeżycie 5-letnie wynosi mniej niż 5%. Nadzieję na poprawę rokowania chorych budzą terapie miejscowe, chociaż w chwili obecnej nie ma komercyjnie dostępnych systemów precyzyjnego dostarczania i kontrolowanego uwalniania leków przeciwnowotworowych (DDSs), które mogłyby być podawane bezpośrednio do guza (1).

W niniejszym komunikacie przedstawione zostaną wyniki badań nad otrzymywaniem hydrożelowych poliuretanowych DDSs. DDSs zostały zsyntetyzowane w procesie poliaddycji homo-, ko- i terpolimerów ε-kaprolaktonu (CL), laktydu (LA), glikolidu (GA), węglanu trimetyleny (TMC) i glikolu polioksyetylenowego (PEG) z diizocyjanianami alifatycznymi i cykloalifatycznymi. Strukturę otrzymanych hydrożeli określono przy użyciu metody NMR. Przeanalizowano związek pomiędzy warunkami syntezy a właściwościami otrzymanych hydrożeli (głównie zdolnością do kontrolowanego uwalniania substancji leczniczej).

Stwierdzono, że niektóre z otrzymanych układów charakteryzują się wysoce kontrolowaną kinetyką uwalniania paklitakselu zbliżoną do kinetyki zerowego rzędu.

Literatura

- [1] A. Kasiński, A. Świerczek, M. Zielińska-Pisklak, (...), E. Olędzka, M. Sobczak. *Int. J. Mol. Sci.* 2023, *Int. J. Mol. Sci.*, 24 (2023) 6906.

Podziękowania: Projekt „Opracowanie nowych systemów terapeutycznych precyzyjnego dostarczania i kontrolowanego uwalniania leków przeciwnowotworowych przeznaczonych do terapii raka trzustki” finansowany przez Agencję Badań Medycznych w ramach konkursu 2024/ABM/03/KPO.

Wieloaspektowe zastosowania połączenia kompozytowego glinki i hydroksyapatytu

Klaudia Kowalska¹, Agaton Cyprian Szapowicz¹, Ewa Skwarek¹

¹*Katedra Radiochemii i Chemii Środowiskowej, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, pl. Maria Curie-Skłodowskiej 3, 20-031 Lublin, Polska*

Rusztowania kompozytowe na bazie glinki i hydroksyapatytu to trend badawczy ostatnich lat. W związku z tym poszukiwanie nowych kombinacji połączeń między nimi od pewnego czasu stanowi obszar zainteresowania naukowców [1]. Obecnie w inżynierii tkankowej jest wysokie zapotrzebowanie na biomateriały, które są zarówno bioaktywne, nietoksyczne, jak i stosunkowo tanie. Połączenie wspomnianych wcześniej materiałów stanowi idealną odpowiedź na ten problem [2]. Ostatnio systemy te coraz bardziej przyciągają naukowców i mobilizują do przygotowywania materiałów do różnego rodzaju zastosowań funkcjonalnych i strukturalnych [3]. Nanomateriały pochodzące z trwałych i biodegradowalnych komponentów są obecnie jednym z najbardziej atrakcyjnych [4]. Zastosowanie anizotropowych nanocząstek jako środka wzmacniającego jest stosowane od początku rozwoju nanokompozytów polimerowych ze względu na ich doskonałą przejrzystość optyczną, właściwości fizyko-mechaniczne i elastyczność [5]. W ostatnich latach wzrosło także zainteresowanie wykorzystaniem tych składników do celów biomedycznych poprzez uzyskiwanie różnego rodzaju wypełniaczy kostnych, czy środków zastępczych dla układu kostnego [6].

Literatura

- [1] H. Bakht Khosh Hagh, F. Farshi Azhar, w: „J Biomed Mater Res” vol. 107, 2018, 1560–1575.
- [2] E.A. Ofudje, J.A. Akande, E.F. Sodiya, G.O. Ajayi, A.J. Ademoyegun, A.G. Al-Sehemi, Y.N. Kavi, A.M. Bakheet, w: „Sci Rep” vol. 13, 2023.
- [3] T. Sahraoui, F. Chouia, Y.I. Bourezg, A. Guelil, w: „Materials Chemistry and Physics” vol. 292, 2022, 126865.
- [4] M. Ramesh, L. Rajeshkumar, D. Balaji, V. Bhuvaneswari, w: „CAC” vol. 19, 2023, 38–69.
- [5] T.K. Das, P. Bhawal, S. Ganguly, S. Mondal, S. Remanan, S. Ghosh, N.Ch. Das, w: „Polym. Bull.” vol. 76, 2018, 3621–3642.
- [6] N.M. Nguyen, A.B. Kakarla, S.G. Nukala, C. Kong, A. Baji, I. Kong, w: „Polymers” vol. 15, 2023, 3980.

Materiały kompozytowe na bazie bentonitu, diatomitu i surowców roślinnych do walki z glikacją skóry i poprawy jej nawilżenia

Viktoriia Paientko^{1,2}, Agnieszka Gładysz-Płaska², Oksana Filonenko¹, Klaudia Tabor², Oksana Yesypchuk³

¹*Chuiko Institute of Surface Chemistry, NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine;*
E-mail.: payentkovv@gmail.com

²*Faculty of Chemistry, Maria Curie-Skłodowska University, Lublin, Poland*

³*Clinic of Personalized Medicine Naturel, Piaseczno, Poland*

Materiały kompozytowe na bazie bentonitu, diatomitu i surowców roślinnych mają duży potencjał w tworzeniu kosmetyków, które przeciwdziałają glikacji skóry oraz wspomagają jej nawilżenie.

W skład tych materiałów wchodzi: bentonit, który charakteryzuje się wysokimi właściwościami adsorpcyjnymi i zdolnością do zatrzymywania wilgoci; diatomit o mikroporowatej strukturze, pełniący funkcję efektywnego nośnika substancji aktywnych; oraz proszki pochodzenia roślinnego, w tym *Berberis buxifolia*, *Melissa officinalis*, które zawierają antocyjany, kwas rozmarynowy i witaminę C.

Proces wytwarzania materiałów obejmuje aktywację składników mineralnych w celu wzmocnienia ich właściwości adsorpcyjnych i optymalnego wiązania biologicznie aktywnych związków z surowców roślinnych. Dzięki temu zapewniona jest stabilność składników aktywnych w kompozycji. Opracowano modele kompleksów adsorpcyjnych, które pokazują interakcje antocyjanów, kwasu rozmarynowego i witaminy C z powierzchniami bentonitu i diatomitu. Analiza wyników obliczeń wskazuje, że adsorbowane kompleksy między powierzchnią bentonitu a cząsteczkami adsorbatu (kwasem rozmarynowym, askorbinowym oraz antocyjanami) powstają w wyniku tworzenia wiązań wodorowych między grupami silanolowymi powierzchni a polarnymi grupami funkcyjnymi zawierającymi tlen w cząsteczkach adsorbatu, a także dzięki obecnym oddziaływaniom dyspersyjnym między nimi.

Otrzymane materiały kompozytowe wykazują zdolność do spowalniania procesów glikacji, utrzymywania naturalnej równowagi wilgoci w skórze oraz ochrony przed stresem oksydacyjnym. Mogą być stosowane w kosmetykach takich jak kremy, maseczki czy serum, które mają na celu poprawę zdrowia i wyglądu skóry.

Podziękowania: Prace były wspierane przez Fundusz Wyszehradzki (nr 52410142).

Korelacje pomiędzy składem a właściwościami użytkowymi wybranych kosmetyków do higieny zawierających substancje bioaktywne wyizolowane z wyłóków z winogron

Tomasz Wasilewski^{1,2}, Zofia Hordyjewicz-Baran¹, Joanna Fleszer¹, Paulina Wnuk¹, Wiktoria Orzechowicz¹, Izabela Bonk-Barbara¹, Maciej Zegarski³

¹*Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Ciężkiej Syntezy Organicznej "Blachownia" Energetyków 9, 47-225 Kędzierzyn-Koźle*

²*Uniwersytet Radomski, Wydział Nauk Medycznych i Nauk o Zdrowiu, Chrobrego 27, 26-600 Radom*

³*Onlybio.life S.A., Hechlińskiego 4, 85-825 Bydgoszcz*

Preparaty kosmetyczne dostępne na rynku nieustannie ewoluują, aby sprostać rosnącym oczekiwaniom konsumentów. Współcześni użytkownicy kosmetyków poszukują produktów, które nie tylko spełniają ich funkcjonalne potrzeby, ale także wyróżniają się naturalnym składem, interesującą formą oraz bezpieczeństwem dla zdrowia ludzi i środowiska. Kluczowe znaczenie mają również działania podejmowane w ramach zrównoważonego rozwoju.

W przeprowadzonych badaniach zastosowano nowatorski proces produkcji kosmetyków, znany jako "Loan Chemical Extraction" (LCE), do wytwarzania kosmetyków do higieny opartych na ekstraktach roślinnych. Jako materiał roślinny wykorzystano wyłoki z winogron, będące produktem ubocznym procesu produkcji wina. Badania wykazały, że uzyskane ekstrakty zawierają cenne składniki bioaktywne, które odgrywają istotną rolę w pielęgnacji skóry oraz przyczyniają się do obniżenia potencjału drażniącego.

Przeprowadzono badania dotyczące wpływu obecności w preparacie składników wyizolowanych z wyłóków z winogron na parametry użytkowe wytworzonych kosmetyków. Otrzymane wyniki dają podstawy do stwierdzenia, że opracowane kosmetyki wpisują się w oczekiwania konsumentów i stanowią skuteczną oraz ekologiczną alternatywę w zarządzaniu powstającymi odpadami.

Podziękowania: Projekt FENG.02.07-IP-05-0439/23 jest realizowany w ramach działania FENG.02.07 Proof of Concept Fundacji na rzecz Nauki Polskiej współfinansowanego przez Unię Europejską ze środków 2. Priorytetu Programu Fundusze Europejskie dla Nowoczesnej Gospodarki 2021-2027 (FENG).

Uwalnianie aktywnych składników z materiałów kompozytowych do rekonstrukcji kości na bazie hydroksyapatytu, nanocząstek srebra (AgNPs) i ekstraktów roślinnych

Anna Yanovska¹, Svitlana Bolshanina¹, Klaudia Kowalska², Ewa Skwarek²

¹*Sumski Uniwersytet Państwowy, ul. Charkivska 116, 40008 Sumy, Ukraina*

²*UMCS, Wydział Chemii, Katedra Radiochemii i Chemii Środowiskowej, pl. Marii Curie-Skłodowskiej 3, 20-031 Lublin*

Materiały osteoprzewodzące do rekonstrukcji kości zostały przygotowane z syntezowanego hydroksyapatytu (HA) z dodatkiem nanocząstek srebra (AgNPs) w celu nadania właściwości przeciwbakteryjnych oraz ekstraktów roślinnych z łupin granatu, kwiatów nagietka i korzeni żywokostu. HA zmieszano z obliczoną objętością zawiesiny nanocząstek w celu uzyskania pożądanych stężeń srebra w kompozycie (25, 50, 75 i 100 µg/g). Powstałe mieszaniny HA-AgNPs poddano obróbce ultradźwiękowej, suszono i mielono w młynku. Przygotowane kompozyty o stężeniu AgNPs 100 µg/g badano pod kątem zdolności do uwalniania nanocząstek srebra lub ich jonów w roztworze symulowanego płynu ustrojowego (SBF).

Stężenie jonów srebra w roztworze SBF zawierającym próbki kompozytu rosło przez cały okres 30 dni. Najwyższa zawartość jonów srebra osiągnęła wartość 0,52 µg/mL po 30 dniach. Warto zaznaczyć, że uwalnianie było najbardziej intensywne w ciągu pierwszych trzech dni, przy czym maksymalna szybkość uwalniania wystąpiła pierwszego dnia.

Do wytworzenia kompozytów zastosowano dwa rodzaje ekstraktów roślinnych – wodne i alkoholowe, jednak nie zaobserwowano istotnych różnic w ich działaniu. Uwalnianie ekstraktów roślinnych z kompozytów przeprowadzono w 1% roztworze HCl przez 1 godzinę, próbki odwirowano, a ilość antocyjanów oznaczono metodą spektroskopii UV-Vis (Cary100Bio). Najwyższą zawartość antocyjanów stwierdzono w próbkach z ekstraktem z łupin granatu – 2,92 mg/g (roztwór wodny) oraz 2,49 mg/g (roztwór etanolowy).

Podziękowania: Praca została zrealizowana w ramach stypendium Międzynarodowego Funduszu Wyszehradzkiego (numer umowy 52410444), stypendystka Ganna Yanovska, oraz dzięki wsparciu Ministerstwa Edukacji i Nauki Ukrainy (numer grantu 0124U000540), projekt „Opracowanie materiałów osteoprzewodzących o zwiększonym potencjale osteoregeneracyjnym i przeciwbakteryjnym do odbudowy tkanki kostnej”.

Właściwości fizykochemiczne biosurfaktantów i ich zastosowanie

Anna Zdziennicka¹, Bronisław Jańczuk¹, Katarzyna Szymczyk¹

¹Katedra Zjawisk Międzyfazowych, Instytut Nauk Chemicznych, Wydział Chemii,
Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

Biosurfaktanty to amfifilowe związki powierzchniowe czynne produkowane przez bakterie, drożdże i grzyby strzępkowe. Związki te charakteryzuje całkowita biodegradowalność, specyficzność działania nawet w ekstremalnych warunkach otoczenia, niska toksyczność, wysoka biogodność i kompatybilność środowiskowa. Przedstawicielami tej grupy związków są produkowane przez bakterie *Pseudomonas aeruginosa* glikolipid - ramnolipid (RL) oraz surfaktyna (SF) będąca lipopeptydem otrzymywanym przez *Bacillus subtilis*. Biosurfaktanty te zaliczane do surfaktantów anionowych odznaczają się wysoką aktywnością w redukcji napięcia powierzchniowego wody [1,2] oraz niskimi wartościami CMC (krytyczne stężenie micelizacji) [1,2]. Izotermy napięcia powierzchniowego wodnych roztworów RL i SF mogą być opisane równaniem funkcji ekspotencjalnej oraz Szyszkowskiego. Wyznaczone na podstawie różnych metod wartości standardowej swobodnej energii adsorpcji Gibbsa wskazują na różnice RL i SF w tendencji do adsorpcji na granicy faz woda-powietrze. Niestety pomimo wysokiej aktywności powierzchniowej RL i SF nie są jednak dobrymi modyfikatorami w procesie zwilżania przez wodę różnego typu powierzchni ciał stałych [3].

Ze uwagi na niezwykle korzystną charakterystykę RL i SF mają wielokierunkowe możliwości zastosowań, m.in. w przemyśle spożywczym, kosmetycznym, remediacji i detoksyfikacji gleb, a dzięki aktywności biologicznej mają zastosowanie w farmacji i medycynie [4,5]. RL i SF wykazują aktywność przeciwgrzybiczą, przeciwwirusową (wobec wirusów opryszczki zwykłej i HSV), przeciwnowotworową, inhibitują powstawanie biofilmu na powierzchniach oraz tworzą liposomy co pozwala na ich zastosowanie jako nośniki leków.

Literatura

- [1] D. Mańko, A. Zdziennicka, B. Jańczuk, Colloids Surf. B: Biointerfaces, 119 (2014) 22.
- [2] A. Zdziennicka, B. Jańczuk, J. Mol. Liq., 243 (2017).
- [3] A. Zdziennicka, B. Jańczuk, Int. J. Adhes. Adhes., 84 (2018) 275.
- [4] A. Sarubbo et al., Biochem. Eng. J., 181 (2022) 108377.
- [5] X. Wang, J. An, T. Cao, M. Guo, F. Han, Molecules, 29 (2024) 2606.

CHEMIA ŚRODOWISKOWA I RADIOCHEMIA - WYKŁADY

Toksyczne ślady plastiku – ftalany w warzywach i glebie

Artur Sokołowski¹, Bożena Czech¹

¹Katedra Radiochemii i Chemii Środowiskowej, Instytut Nauk Chemicznych,
Wydział Chemii, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie,
pl. M. Curie-Skłodowskiej 3, 20-031 Lublin

Estry kwasu ftalowego (EKF) należą do grupy związków, które z racji swojej toksyczności, stabilności i oporności na rozkład, powinny być monitorowane w środowisku [1]. Rosnące wykorzystanie folii z tworzyw sztucznych w rolnictwie i ogrodnictwie, i związane z nimi uwalnianie EKF (słabo związane z matrycą polimerową siłami fizycznymi) do gleb stwarza ogromne ryzyko bezpieczeństwa żywności [2].

Badania losów estrów kwasu ftalowego (w tym sześciu tzw. priorytetowych EKF: ftalan dimetylu (DMP), ftalan dietylu (DEP), ftalan dibutyli (DBP), ftalan butylobenzylu (BBP), ftalan di-(2-etyloheksylu) (DEHP) i ftalan di-n-oktylu (DNOP) prowadzone były w glebie rolniczej, a jako rośliny testowe wykorzystano popularne warzywa, sałatę i rzodkiewkę. Warzywa te wybrano ze względu na konsumpcję różnych ich części.

Wyniki wyraźnie wskazują, że obecność ftalanów w glebie wpływa na plonowanie roślin, zmienia dostępność do wody i substancji odżywczych [3]. Zarówno w korzeniach, jak i w liściach obu roślin stwierdzono obecność EKF, przy czym generalnie ich zawartość w liściach była większa niż w korzeniach. DBP i DEHP, dwa najczęściej wykorzystywane plastyfikatory, występowały w liściach obu roślin w największej ilości. Wyniki wskazują, że istnieje konieczność nie tylko badania losów EKF w układzie gleba-warzywo, ale też poszukiwanie skutecznych metod ograniczenia ich biodostępności dla roślin.

Literatura

- [1] M. Chen, Z. Niu, X. Zhang, Y. Zhang, Chemosphere, 350 (2024) 141171.
- [2] A. Sokołowski, M.P. Dybowski, P. Oleszczuk, Y. Gao, B. Czech, Food Chemistry 440 (2024) 138222.
- [3] A. Sokołowski, M.P. Dybowski, P. Oleszczuk, Y. Gao, B. Czech, Journal of Environmental Management 371 (2024) 123165.

Podziękowania: Praca powstała dzięki wsparciu Narodowego Centrum Nauki w ramach projektu Sheng- 2 nr 2021/40/Q/NZ8/00006.

Radioanalityka w badaniach środowiskowych: bezpieczeństwo i wyzwania przyszłości

Katarzyna Szarłowicz¹

¹*Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Wydział Energetyki i Paliw, Katedra Energetyki Jądrowej i Radiochemii, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków*

Obecność pierwiastków promieniotwórczych w przyrodzie jest zjawiskiem naturalnym. Nie mniej jednak rozwój nauki, przemysłu oraz technologii spowodował możliwość produkcji radioizotopów otrzymywanych w sposób sztuczny. Wykorzystywane są one jako znaczniki, zarówno kontroli jakości, jak i w procesach technologicznych. Niestety wprowadzone do środowiska w sposób niekontrolowany tak jak miało to miejsce podczas testów z bronią jądrową czy awarii reaktorów jądrowych, stanowią zagrożenie zarówno dla ekosystemów jak i ludzi. W związku z tym, że radioizotopy emitują różnego rodzaju promieniowanie jonizujące, istnieje możliwość ich detekcji poprzez pomiar emitowanego promieniowania. Wśród technik wiodących w oznaczeniach radionuklidów wymienia się: pomiary ciekłoscintylacyjne, spektrometrię promieniowania alfa oraz gamma. Pierwsze dwie z tych technik wymaga zastosowania metod rozdziału oraz zagęszczania, a trzecia tylko fizycznego przygotowania próbki. Ogromnym wyzwaniem jest dobór odpowiednio wydajnej metodyki rozdziału, tak aby móc oznaczyć radioizotopy z jak największą wydajnością. Problematicznym jest też pracochłonność oraz czasochłonność procedur radioanalitycznych jak i bardzo wysoki koszt odczynników. Radioanalityka odgrywa bardzo ważną rolę m. in. w: badaniach monitoringu środowiska, interpretowaniu zmian jakie mają miejsce w środowisku naturalnym, ochronie radiologicznej, znakowaniu radioizotopowym i kontrolowaniu procesów przemysłowych, medycynie oraz energetyce jądrowej. Stąd wyzwaniem dla współczesnego radiochemika jest podejmowanie działań analitycznych zmierzających do opracowywania procedur przyjaznych dla środowiska.

Podziękowania: *Praca dofinansowana z subwencji badawczej nr 16.16.210.476.*

Surowce strategiczne - usuwanie jonów wanadu(V) z roztworów wodnych z wykorzystaniem anionitów

Anna Wołowicz, Zbigniew Hubicki

Uniwersytet Marii Curie Skłodowskiej, Wydział Chemii, Katedra Chemii Nieorganicznej, Pl. Marii Curie Skłodowskiej 2, 20-031 Lublin

Wanad jest uważany za najważniejszy pierwiastek XXI wieku. Jest on zaliczany do surowców strategicznych, które są niezbędne dla rozwoju innowacyjnych technologii, funkcjonowania gospodarki, zaspokojenia potrzeb bytowych społeczeństwa czy bezpieczeństwa narodowego [1]. Wanad znalazł się na liście surowców krytycznych Unii Europejskiej z 2020 r. obok m.in. kobaltu czy platynowców [2]. Z uwagi na ograniczone zasoby wanadu i innych surowców strategicznych, ich szerokie zastosowanie oraz niski odzysk ze źródeł wtórnych sprawia, że istnieje potencjalne ryzyko zaburzenia dostępności tych surowców zwłaszcza, że podaż danego surowca czasami jest uzależniona od produkcji innych surowców głównych.

Z drugiej strony ze względu na szerokie zastosowanie wanadu może on stanowić potencjalne ryzyko dla środowiska m.in. gleb, atmosfery, zasobów wodnych, roślin, zwierząt czy też ludzi. Wanad może przedostać się do łańcucha pokarmowego, posiada właściwości toksyczne i rakotwórcze, a większość organizmów narażonych na jego wysokie poziomy wykazuje objawy zatrucia [3, 4]. Wanad został uznany za potencjalnie niebezpieczne zanieczyszczenie w tej samej klasie co rtęć, ołów i arsen [5]. Dlatego też opracowanie skutecznych metod jego usuwania ze środowiska stały się niezbędne. Stąd celem pracy było zbadanie możliwości jego usuwania z roztworów wodnych z wykorzystaniem anionitów metodą statyczną i dynamiczną oraz zbadanie możliwości jego desorpcji.

Literatura

- [1] K. Galos, T. Smakowski, T. Zeszyty Naukowe Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energi Polskiej Akademii Nauk, 88 (2014) 59.
- [2] S. Bobba, S. Carrara, J. Huisman, F. Mathieux, C. Pavel, Technical Report 2020.
- [3] L. Minelli, E. Veschetti, S. Giammanco, G. Mancini, M. Ottaviani, Microchemical Journal, 67 (2000) 83.
- [4] K.L. Mandiwana, N. Panichev, Journal of Hazardous Materials, 170 (2009) 1260.
- [5] N.K. Lazaridis, M. Jekel, A.I. Zouboulis, Separation Science and Technology, 38 (2003) 2201.

Nanoporowate materiały węglowe precyzyjnie domieszkowane siarką: synteza, charakterystyka i zastosowania

Mariusz Barczak, Marlena Bytniewska

Instytut Nauk Chemicznych, Wydział Chemii, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie, pl. Marii Curie-Skłodowskiej 3, 20-031 Lublin

Domieszkowanie materiałów węglowych siarką przyciągnęło znaczną uwagę ze względu na rosnące zainteresowanie ich zastosowaniami takich materiałów jako materiałów elektrodowych do baterii litowo-siarkowych [1], lecz również np. jako materiałów fotoaktywnych [2]. Siarkę można inkorporować w strukturę nanoporowatych węgla różnymi metodami, jednakże często są one energochłonne, wykorzystują szkodliwe rozpuszczalniki lub oferują ograniczoną skalowalność oraz niską kontrolę nad ilością i miejscem alokacji siarki [3].

Celem badań było opracowanie i przetestowanie metody hydrotermalnej do wprowadzania siarki w strukturę nanoporowatego węgla, celem uzyskania kompozytów węglowo-siarkowych o kontrolowanej porowatości, zawartości siarki i jej alokacji zależnej od wielkości porów. Otrzymane materiały zostały szczegółowo scharakteryzowane szeregiem technik instrumentalnych takich jak pomiary adsorpcji azotu, XPS, termogravimetria, SEM, XRD czy analiza elementarna w celu znalezienia dokładnych zależności pomiędzy kluczowymi parametrami syntezy a właściwościami końcowymi otrzymanych materiałów.

Otrzymane materiały zostały przetestowane jako adsorbenty do usuwania leków cytostatycznych ze ścieków szpitalnych oraz materiałów elektrodowych do baterii aluminiowo-siarkowych (Al-S). Uzyskane wyniki potwierdziły ich użyteczność w w/w aplikacjach.

Literatura

- [1] D. Lv, J. Zheng, et al., Adv. Energy Mater. 5 (2015) 1402290.
- [2] T. J. Bandoz, et al., Carbon 156 (2020) 10–23.
- [3] M. Barczak, et al., Adv. Funct. Mater. 34 (2023) 2310398.

Podziękowania: *Badania zostały sfinansowane w ramach projektu badawczego OPUS Narodowego Centrum Nauki nr 2023/51/B/ST5/01911.*

Zastosowanie sorbentów do usuwania radionuklidów cezu z wód: perspektywa analityczna i środowiskowa

Filip Jędrzejek¹, Katarzyna Szarłowicz¹

¹ *Wydział Energetyki i Paliw, AGH w Krakowie*

Woda stanowi jeden z elementów środowiska, który narażony jest na zanieczyszczenia izotopami promieniotwórczymi. Szczególnie istotne jest występowanie w niej radionuklidów cezu, będących wyznacznikiem antropopresji przemysłu jądrowego. Ze względu na potencjalny wpływ na zdrowie ludzi i zwierząt, konieczny jest stały monitoring tego elementu środowiska.

Wymogi dotyczące ochrony zdrowia w tym zakresie, określa dyrektywa 2013/51/EURATOM. Jednym z istotnych parametrów zawartych w dyrektywie jest granica wykrywalności wynosząca $0,5 \text{ Bq} \cdot \text{l}^{-1}$, dla izotopów ^{134}Cs i ^{137}Cs [1]. Z tego względu konieczna jest odpowiednia preparatyka próbki, związana z zatężaniem np. przez odparowanie.

W ramach tej pracy zaprezentowano alternatywną metodę, opartą na sorpcji cezu z roztworu, na złożu odpowiednich sorbentów, selektywnych wobec radionuklidów cezu. Metoda pozwala na osiągnięcie wysokiego współczynnika zatężenia, przy prostej procedurze analitycznej. Badania pozwoliły zidentyfikować kluczowe parametry wpływające na sprawność procesu: pH, stężenie radionuklidów i wpływ jonów konkurencyjnych na pojemność sorpcyjną.

Wyniki pokazały duży potencjał wykorzystania sorbentów, gdzie odzysk jonów z roztworu był w przedziale od 90 do 98%, w zależności rodzaju sorbentu i od warunków.

Uzyskane rezultaty mogą znaleźć zastosowanie zarówno w optymalizacji procedur analitycznych, jak i w procesach oczyszczania wody ze skażeń promieniotwórczych. Wysoka efektywność sorpcyjna, obserwowana również w zakresie neutralnego pH, czyni badane sorbenty obiecującym materiałem, możliwym do zastosowania w otwartym środowisku.

Literatura

- [1] Council Directive 2013/51/Euratom, laying down requirements for the protection of the health of the general public with regard to radioactive substances in water intended for human consumption, 22 October 2013.

Podziękowania: Praca powstała w wyniku realizacji projektu badawczego o nr 2021/43/B/ST10/00632 finansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki.

Wstępne wyniki analizy trytu w próbkach wody przy użyciu ciekłoscyntylacyjnego spektrometru LSC z systemem Active Guard

Joanna Najman¹, Katarzyna Szarłowicz¹, Filip Jędrzejek¹

¹*Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Wydział Energetyki i Paliw, Katedra Energetyki Jądrowej i Radiochemii, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków*

Tryt (^3H) to jedyny promieniotwórczy izotop wodoru, należący do radionuklidów kosmogenicznych [1]. Radionuklid ten jest również uwalniany do środowiska w wyniku działalności człowieka, w tym w wyniku testów broni jądrowej, eksploatacji reaktorów jądrowych i przemysłowych procesów nuklearnych [2]. Współczesne stężenia aktywności trytu w opadach kształtują się na poziomie 1-25 TU (1 TU-Tritium Units odpowiada 0.11919 Bq/kg) [1], przy czym ich wartość zależy od źródeł emisji dla danego obszaru. Pomiar stężenia trytu w kontekście planowanej budowy elektrowni jądrowej w Polsce mają kluczowe znaczenie dla określenia tła radiologicznego, oceny potencjalnego wpływu przyszłej działalności jądrowej na środowisko oraz zapewnienia bezpieczeństwa radiologicznego zasobów wodnych.

W niniejszej pracy przedstawiono wstępne wyniki kalibracji spektrometru ciekłoscyntylacyjnego LSC Hidex 300 SL z systemem Active Guard do oznaczania trytu w próbkach wody. Jako wodę martwą (beztrytową), do określenia tła, wybrano glacialną wodę głębinową z Krakowa. Procedura pomiarowa uwzględniała wstępną destylację próbki wody przed jej zmieszanym z ciekłym scyntylatorem, co miało na celu eliminację potencjalnych zanieczyszczeń wpływających na dokładność oznaczeń. Optymalizacja procedury obejmowała dobór odpowiedniego typu naczynia pomiarowego LSC, objętości próbki, rodzaju scyntylatora oraz czasu pomiaru, aby osiągnąć możliwie najniższy limit detekcji, który wyniósł 3,5 Bq/kg.

Obecnie prowadzone są dalsze prace nad poprawą limitu detekcji, tak aby możliwe było oznaczanie trytu w próbkach wody na poziomie tła środowiskowego. Planuje się zastosowanie procesu elektrolizy w celu zagęszczenia próbki, co pozwoli na dokładniejsze oznaczenia niskich stężeń trytu.

Literatura

- [1] S. Terzer-Wassmuth, L.J. Araguás-Araguás, L. Copia, et al., Sci Rep 12, 10271 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-14227-5>
- [2] K. Rozanski et al (1991), J. Phys. G: Nucl. Part. Phys. 17 S523.

Podziękowania: Praca finansowana z subwencji badawczej AGH nr. 16.16.210.476.

Ocena radiologiczna stanu środowiska na terenie dawnego zakładu przetwarzania rud toru i pierwiastków ziem rzadkich w północno-wschodnim Kazachstanie

Zhanat Idrisheva¹, Iwona Ostolska², Erik Sandybaev³, Ewa Skwarek², Gulzhan Daumova¹, Małgorzata Wiśniewska²

¹ *D. Serikbayev East Kazakhstan Technical University, Ust-Kamenogorsk 070001, Kazakhstan*

² *Uniwersytet M. Curie-Skłodowskiej, Wydział Chemii, Instytut Nauk Chemicznych, Katedra Radiochemii i Chemii Środowiskowej*

³ *ECOSERVICE-S LLP, Ust-Kamenogorsk 070000, Kazakhstan*

Górnictwo i przetwórstwo wydobytych minerałów stanowi ważną gałąź gospodarki Republiki Kazachstanu. Szacuje się, że aż 12% światowych złóż uranu znajduje się na terytorium tego państwa, głównie w rejonach północnych [1]. Wynikiem procesów przerobu rud uranu i toru jest zanieczyszczenie naturalnie występujących radionuklidów, a w efekcie powstanie nisko-aktywnych odpadów promieniotwórczych klasyfikowanych jako TENORM (Technologically Enhanced Naturally Occurring Radioactive Material) [2].

Przedmiotem szeroko zakrojonych badań były próbki pobrane z terenu dawnego zakładu metalurgicznego produkującego koncentraty monacytu, tantalitu i cyny zlokalizowanego w prawobrzeżnej strefie mieszkalnej miasta Ust-Kamenogorsk. Wykryte skażenie radioaktywne zaczęło powstawać w latach 40. i 50. jako składowisko odpadów poflotacyjnych z przetwarzania rud metali ziem rzadkich i rud radioaktywnych. Po zakończeniu produkcji w latach 50. fabryka została zburzona, a opuszczony obszar wykorzystano do rozwoju infrastruktury miejskiej.

Celem było określenie poziomu dawki promieniowania gamma, aktywności emiterów α i β , jak również zawartości Ra-226, Th-232 i K-40 w próbkach gleb. Na podstawie otrzymanych wyników obliczone zostały współczynniki korelacji między danymi, dokonano oceny radiologicznej badanego terenu poprzez obliczenie szeregu dawek. Porównanie uzyskanych wartości z międzynarodowymi standardami pozwoliło określić poziom zagrożenia, a także odpowiednio sklasyfikować powstałe odpady radioaktywne.

Literatura

- [1] World Nuclear Association. The Nuclear Fuel Report: Global Scenarios for Demand and Supply Availability 2017–2035. World Nuclear Association, 174 (2017).
- [2] F. Bou-Rabee, A.Z. Al-Zamel, R.A. Al-Fares, H. Bem, Nukleonika, 54 (2009) 3.

Pomiary homogeniczności zawiesin nasyconych ^{134}Cs za pomocą spektrometru HPGe

Stobiński Marcin, Jędrzejek Filip, Szarłowicz Katarzyna

AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Energetyki i Paliw, Katedra Energetyki Jądrowej i Radiochemii

Celem niniejszej pracy było opracowanie metodyki pomiaru i porównanie aktywności ^{134}Cs w minerałach ilastych uprzednio nasyconych kationami cezu znakowanymi izotopem ^{134}Cs .

Typowa procedura pomiaru aktywności izotopów gamma promieniotwórczych za pomocą spektrometru HPGe opiera się na pomiarze próbki i wzorca w stałej (identycznej) geometrii pomiarowej. W celu osiągnięcia maksymalnej wydajności detekcji kwantów promieniowania gamma badana próbka powinna znajdować się maksymalnie blisko kryształu detektora [1]. W przypadku niniejszych pomiarów, badane minerały znajdują się w membranach osmotycznych zawieszonych w naczyniach z wodą destylowaną. Ponieważ w tych warunkach worki osmotyczne przyjmują różne, nieregularne kształty, zachowanie identycznej geometrii próbek jest niemożliwe. Dodatkowo problematycznym w pomiarze jest sam izotop ^{134}Cs , ponieważ w trakcie jego rozpadu beta, wzbudzone jądro atomowe przechodzi do stanu podstawowego poprzez kaskadową emisję kwantów gamma o energii 605 oraz 796 keV [2]. W efekcie jednoczesowej emisji kwantów gamma (w czasie krótszym niż tzw. czasowa zdolność rozdzielcza detektora) na widmie promieniowania gamma zamiast odrębnych pików gamma o w/w energiach pojawia się pojedynczy pik sumacyjny [3]. Jedną z najprostszych metod, która rozwiązuje problem różnej geometrii i jednocześnie zmniejsza sumowanie koincydencyjne, jest odsunięcie badanej próbki od detektora. Dla dystansu 10 cm pomiędzy detektorem, a badaną próbką różnice w pomiarach, dla różnych ułożeń membrany osmotycznej wypełnionej badanym minerałem były niższe od niepewności aparaturowej.

Literatura

- [1] M. Barrera, M. Casas-Ruiz, J. J. Alonso, J. Vidal, w: NUKLEONIKA vol. 62, 2017.
- [2] N. Svrkota, J. Mijušković, N. M. Antović, w: Radiation&Applications, vol. 3, 2018.
- [3] R. Keyser, S. Haywood, D. Upp, w: ORTEC, PerkinElmer Instruments, Inc. 2000.

Podziękowania: Praca powstała w wyniku realizacji projektu badawczego o nr 2021/43/B/ST10/00632 finansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki.

Sorpcja jonów złota(III) na sorbencie Amberlite XAD 2 impregnowanym TBP

Karolina Zinkowska¹, Zbigniew Hubicki¹, Grzegorz Wójcik¹

¹*Katedra Chemii Nieorganicznej, Instytut Nauk Chemicznych, Wydział Chemii UMCS, Pl. Marii Skłodowskiej-Curie 2, 20-031 Lublin*

Metale szlachetne należą do grupy najbardziej wartościowych pierwiastków. Wśród metali szlachetnych oprócz palladu, platyny, w chwili obecnej najcenniejsze jest złoto. Cena złota związana jest z jego właściwościami, ale również z sytuacją geopolityczną. Od wieków złoto było wykorzystywane do produkcji biżuterii, ale również, jako lokata kapitału. Obecnie w związku z niepewną sytuacją na rynkach finansowych oraz konfliktem zbrojnym za wschodnią granicą ceny złota osiągają wysokie wartości. Cena jednego grama złota wyniosła w marcu 2025 roku 370 zł, podczas gdy w marcu 2024 roku było to 280 zł [1]. Tak wysokie ceny metali szlachetnych a w szczególności złota skłaniają do poszukiwania metod odzysku ze źródeł wtórnych. Do źródeł wtórnych należą odpady elektroniczne, które zawierają mikroilości metali szlachetnych. Poszukiwanie skutecznych, tanich i prostych metod do odzysku metali szlachetnych jest interesującym zagadnieniem nie tylko pod względem badawczym, ale również i ekonomicznym. W niniejszej pracy skupiono się na otrzymaniu nowego sorbenta impregnowanego. W tym celu do impregnacji użyto szkieletu polimerowego styrenowo-diwinylbenzenowego, który jest komercyjnie dostępny pod nazwą Amberlite XAD-2. Do impregnacji zastosowano fosforan tri-n-butyłu komercyjnie dostępny jako TBP. Wyniki sorpcji jonów złota(III), platyny(IV), palladu(II) oraz rodu(III) wykazały, że otrzymany metodą impregnacji sorbent nadaje się do usuwania jonów złota(III). Badania dowiodły, że można usuwać jony złota(III) z roztworów kwaśnych w zakresie stężeń HCl od 0,1 do 6 M. Opracowany sposób impregnacji jest innowacyjny w porównaniu do znanych z literatury metod, gdyż nie wymaga stosowania toksycznych rozpuszczalników takich jak: chloroform, toluen czy aceton.

Literatura

[1] <https://goldprice.org/> (data dostępu 18.03.2025)

CHEMIA ŚRODOWISKOWA I RADIOCHEMIA - POSTERY

Przyjazna środowisku technologia wytwarzania zeolitów na lekkich matrycach glinokrzemianowych

Antonina Bondarieva¹, Lucyna Hołysz², Konrad Terpiłowski²

¹ *Katedra Technologii Chemicznej Ceramiki i Szkła, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", 37 Beresteyskyi Ave., 03056, Kyiv, Ukraine*

² *Katedra Zjawisk Międzyfazowych, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, pl. Marii Curie-Skłodowskiej 3, 20-031, Lublin, Polska*

Elektrociepłownie wytwarzają dużą ilość odpadów stałych, które są magazynowane w stawach popiołowych i mają negatywny wpływ na środowisko. Dlatego ważne jest, aby znaleźć sposoby na zwiększenie wykorzystania tego materiału odpadowego w celu złagodzenia jego wpływu na środowisko. W ostatnich latach wiele uwagi poświęcono syntezie materiałów porowatych na bazie popiołu lotnego z węgla jako obiecującej technologii utylizacji odpadów stałych. W szczególności mikrosfery popiołów lotnych, które mają unikalną sferyczną strukturę i skład chemiczny podobny do zeolitów o niskim module sprężystości, mogą być stosowane jako prekursor do produkcji zeolitu.

W niniejszej pracy syntezę fazy zeolitowej przeprowadzono poprzez osadzenie jej na powierzchni matrycy glinokrzemianowej powstałej w wyniku pracy elektrociepłowni na Ukrainie. W tym celu wyselekcjonowaną frakcję mikrosfer popiołu lotnego (FAM) zaimpregnowano roztworem glinianu sodu. Syntezę prowadzono w różnych warunkach: przy użyciu termostatu (w temperaturze 80–100°C) i autoklawów (w temperaturze 100–200°C) przez 2–5 godzin. Próbkę przemywano następnie wodą destylowaną do momentu uzyskania neutralnego pH, a następnie suszono w temperaturze 105 °C.

Charakterystykę fazy zeolitowej przeprowadzono za pomocą analiz XRD, adsorpcji azotu (N₂), FTIR, SEM-EDS i XPS. Wyniki pokazują, że zmodyfikowane próbki zachowują swoją pustą sferyczną strukturę, o średniej wielkości cząstek 172,2 µm, oraz wykazują wtórną zewnętrzną warstwę zeolitu w postaci nitkowatych kulek (~2–2,5 µm). W wyniku zeolityzacji FAM powierzchnia właściwa zwiększyła się ponad dziesięciokrotnie, wraz ze wzrostem zarówno liczby, jak i całkowitej objętości porów.

Ustalono, że uzyskane materiały są obiecujące w oczyszczaniu zanieczyszczonej wody z kationów metali ciężkich, takich jak Cu, Cd i Ni.

Podziękowania: Autorzy są wdzięczni za wsparcie finansowe Międzynarodowego Funduszu Wyszehradzkiego (Antonina Bondarieva i Lucyna Hołysz, numer 52410550).

Biowęgle w ochronie upraw: redukcja biodostępności ftalanów w glebie

Artur Sokołowski¹, Bożena Czech¹

¹*Katedra Radiochemii i Chemii Środowiskowej, Instytut Nauk Chemicznych, Wydział Chemii, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie, Pl. M. Curie-Skłodowskiej 3, 20-031 Lublin*

Przeróbka organicznych materiałów odpadowych w biowęgle pozwala na rozwiązanie szeregu problemów, w tym nie tylko zmniejszenie ilości niezagospodarowanych odpadów, ale też ich toksyczności. Kolejną zaletą biowęgla jest to, że w zależności od użytego materiału wyjściowego oraz przebiegu procesu pirolizy, właściwości biowęgla mogą być modyfikowane [1]. Zastosowanie dodatku biowęgla do gleb zyskuje na popularności [2]. Rosnące wykorzystanie tworzyw sztucznych w rolnictwie i ogrodnictwie staje się źródłem narażenia gleb i roślin w nich rosnących na wiele zanieczyszczeń, w tym plastyfikatorów takich jak estry kwasu ftalowego. Ze względu na działanie toksyczne, sześć związków z tej grupy uznano za tzw. priorytetowe: DMP, DEP, DBP, BBP, DEHP i DNOP, a ich obecność w środowisku powinna być monitorowana [3]. Badania losów estrów kwasu ftalowego w układzie gleba użyźniona biowęgłem- warzywo prowadzono w glebie rolniczej a jako roślinę testową wykorzystano popularne warzywo liściaste - sałatę.

Wyniki badań pokazują że biowęgiel jest skutecznym czynnikiem immobilizującym ftalany w glebie i ograniczającym ich biodostępność dla rośliny testowej. Wyniki wyraźnie wskazują, że efekt ten zależy nie tylko od charakteru chemicznego cząsteczki ftalanu (krótko- i długo łańcuchowe), ale też części rośliny (korzeń, liście). Mimo, iż obserwowane stężenia w liściach sałaty były znacznie mniejsze niż w glebie, niepokój powinien budzić fakt, że jeden z najczęściej stosowanych ftalanów, DEHP, wykazywał wyraźną tendencję do kumulowania się w liściach sałaty.

Literatura

- [1] G. Akgül, T.B. Maden, E. Diaz, E.M. Jiménez, *Journal of Water Reuse and Desalination* 9 (2019) 57.
- [2] A. Krzyszczak, M.P. Dybowski, M. Kończak, B. Czech, *Environmental Research* 214 (2022) 113787.
- [3] M. Chen, Z. Niu, X. Zhang, Y. Zhang, *Chemosphere* 350 (2024) 141171.

Podziękowania: Praca powstała dzięki wsparciu Narodowego Centrum Nauki w ramach projektu Sheng - 2 nr 2021/40/Q/NZ8/00006.

Ocena stężenia radu-226 i wskaźnika ekshalacji radonu w próbkach piasków nadmorskich z polskiego wybrzeża Bałtyku

Agnieszka Dołhańczuk-Śródka¹, Daniel Janecki¹, Aleksandra Ślusarczyk¹, Artur Skowronek², Agnieszka Strzelecka²

¹*Instytut Inżynierii Środowiska i Biotechnologii, Uniwersytet Opolski*

²*Instytut Nauk o Morzu i Środowisku, Uniwersytet Szczeciński*

Radon-222 to naturalnie występujący gaz szlachetny o właściwościach promieniotwórczych, stanowiący potencjalne zagrożenie zdrowotne ze względu na możliwość jego akumulacji w zamkniętych przestrzeniach oraz obecność krótkotrwałych produktów rozpadu emitujących promieniowanie alfa. Głównym źródłem radonu jest rozpad radu-226, który naturalnie występuje w glebie, skałach oraz osadach, w tym również w piaskach nadmorskich.

Celem niniejszego badania była ocena zawartości radu-226 oraz pomiar wskaźnika ekshalacji radonu w próbkach piasku pobranych z wybranych plaż polskiego wybrzeża Morza Bałtyckiego.

Do oznaczenia stężenia radu-226 wykorzystano spektrometr gamma firmy Canberra wyposażony w koaksjalny detektor germanowy (HPGe) o wysokiej zdolności rozdzielczej, umożliwiający precyzyjną identyfikację i ilościową analizę izotopów promieniotwórczych.

Pomiar ekshalacji radonu przeprowadzono z użyciem urządzenia AlphaGUARD DF2000, w kontrolowanych warunkach laboratoryjnych.

Uzyskane wyniki pozwalają na ocenę radiologicznego wpływu naturalnych radionuklidów zawartych w piaskach plażowych oraz dostarczają informacji na temat emisji radonu w środowisku przybrzeżnym, co ma znaczenie w kontekście ochrony zdrowia publicznego i oceny bezpieczeństwa środowiskowego.

Zebrane dane mogą również stanowić podstawę do przyszłych zaleceń dotyczących monitorowania materiałów NORM w strefach rekreacyjnych.

Rola warunków środowiskowych w dominacji gatunków okrzemek o najbardziej rozwiniętej powierzchni właściwej

Radosław Pankiewicz¹, Ibtissem Ben Hamouda², Beata Messyasz³, Katarzyna Pokajewicz², Piotr P. Wieczorek², Bogusława Łęska¹, Magdalena Strugała³

¹ Wydział Chemii, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, ul. Uniwersytetu Poznańskiego 8, 61-614 Poznań

² Wydział Chemii, Uniwersytet Opolski, ul. Oleska 48, 45-052 Opole; ³ Wydział Biologii, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, ul. Uniwersytetu Poznańskiego 6, 61-614 Poznań

Głony z wód śródlądowych są bardzo bogatym i stosunkowo słabo opisanym źródłem związków bioaktywnych. Związki te mogą stanowić element strukturalny komórek zwiększając zdolność tych organizmów do tworzenia bardziej trwałych mat glonowych lub odpowiadać za pozyskiwanie energii ze światła, np. chlorofil. Stanowią też, swojego rodzaju broń pomocną w osiągnięciu dominacji środowiskowej. W okresie letnim często obserwujemy zjawisko masowych pojawów glonów. Zalegająca wtedy w wodzie biomasa może być pozyskiwana na skalę przemysłową, a następnie przetwarzana. Dzięki temu można uzyskać wiele cennych substancji bioaktywnych wykorzystywanych jako dodatki np. do kosmetyków, żywności lub jako ekologiczny nawóz.

Ilość i jakość zawartych w glonach substancji bioaktywnych silnie zależy nie tylko od charakterystyki zbiornika wodnego, w którym się znajdują, ale też od pory roku oraz pogody.

W prezentacji zostanie omówiony wpływ warunków środowiskowych na dominację gatunków okrzemek o najbardziej rozwiniętej powierzchni właściwej.

Podziękowania: Badania wykonane w ramach grantu NCN OPUS 2021/41/B/NZ9/02584 pt. „Okrzemki epifityczne porastające makroglony słodkowodne jako źródło krzemu przyswajalnego dla roślin”

Możliwości oczyszczania wód z fosforanów z zastosowaniem zeolitów otrzymanych z odpadów przemysłowych – badania eksperymentalne

Beata Messyas¹, Mateusz Draga¹, Kinga Korniejenko², Ina Pundienė³, Thomas Grab⁴, Michał Łach², Maciej Gąbka¹

¹*Department of Hydrobiology, Adam Mickiewicz University in Poznań, Uniwersytetu Poznańskiego 6, 61-614 Poznań*

²*Faculty of Material Engineering and Physics, Institute of Materials Engineering, Cracow University of Technology, al. Jana Pawła II 37, 31-864 Krakow, Poland*

³*Laboratory of Concrete Technologies, Vilnius Gediminas Technical University, Saulėtekio al. 11, 6 Vilnius LT-10223, Lithuania. ina.pundiene@vilniustech.lt,*

⁴*Scientific Diving Center of the Technische Universität Bergakademie Freiberg, Gustav-Zeuner-Straße 7, 09599 Freiberg, Germany*

Główną ideą badań jest poszukiwanie rozwiązań systemów oczyszczania wody opartych na zeolitach otrzymanych z odpadów przemysłowych. My testowaliśmy materiały sorpcyjne z uzyskane z popiołów lotnych. Głównym celem badań jest określenie możliwości redukcji fosforanów w wodach i określenie uwarunkowań środowiskowych potencjału sorpcyjnego testowanych grup zeolitów.

Przygotowaliśmy eksperymentalne układy zamknięte z obiegiem wody i gradientowym stężeniem fosforanów od 0,5 do 5,0 mg PO₄/l. Nasze wyniki wskazują na istotne możliwości sorpcyjne fosforanów jedynie w wodach silnie zbuforowanych. W wodach miękkich, o niskim stężeniu wapnia, stwierdziliśmy uwalnianie fosforanów w obiegu wody. Wyniki eksperymentów umożliwiają modyfikację cech docelowo przygotowywanych materiałów zeolitowych i systemów oczyszczenia wód.

Podziękowania: *Badania te zostały sfinansowane w ramach projektu pt. „Development of water treatment systems that counteract the eutrophication process of lakes based on zeolites obtained from industrial by-products”, który jest finansowany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach programu M-ERA.NET 3, nr grantu M-ERA.NET3/2023/67/CleanLake/2024.*

Ocena stopnia skażenia środowiska metalami ciężkimi obecnymi w glebie na terenie dawnego zakładu przerobu rud toru, cyny i tantalu

Iwona Ostolska¹, Zhanat Idrisheva², Erik Sandybaev³, Ewa Skwarek¹, Gulzhan Daumova², Małgorzata Wiśniewska¹

¹Uniwersytet M. Curie-Skłodowskiej, Wydział Chemii, Instytut Nauk Chemicznych, Katedra Radiochemii i Chemii Środowiskowej

²D. Serikbayev East Kazakhstan Technical University, Ust-Kamenogorsk 070001, Kazakhstan

³ECOSERVICE-S LLP, Ust-Kamenogorsk 070000, Kazakhstan

Procesy przetwarzania monacytu (główne źródło toru i metali ziem rzadkich), jak również produkcja koncentratów nierozdzielnie związana jest z wytwarzaniem i składowaniem odpadów zawierających zazwyczaj znaczne ilości metali ciężkich, takich jak kadm, ołów, cynk, miedź, chrom, kobalt, rtęć, nikiel i arsen. Wspomniane zanieczyszczenia mogą następnie przedostawać się do rzek, wód gruntowych i gleby stanowiąc poważne zagrożenie dla lokalnych ekosystemów [1].

Udowodniono, że obecność metali ciężkich w glebie powoduje nie tylko spadek liczby pożytecznych mikroorganizmów glebowych poprzez hamowanie ich aktywności enzymatycznej i metabolicznej, ale także ma wysoce negatywny wpływ na bezkręgowce i gady poprzez stymulowanie powstawania reaktywnych form tlenu. Wszystko to prowadzi do zniszczenia równowagi ekosystemu i zmniejszenia bioróżnorodności drobnoustrojów glebowych [2]. Co więcej, wskazane zanieczyszczenia mogą przedostawać się i gromadzić w tkankach ludzkich poprzez łańcuch pokarmowy, wdychanie aerozoli zawierających skażoną glebę, kontakt ze skórą i inne drogi narażenia.

Celem przedstawionej pracy było oszacowanie stopnia skażenia gleby na skutek składowania odpadów poflotacyjnych dawnego zakładu przerobu rud metali ziem rzadkich i radioaktywnych w mieście Ust-Kamenogorsk (Kazachstan, obwód wschodniokazachstański). Oprócz charakterystyki badanego terenu pod kątem zawartości metali ciężkich, dokonano korelacji uzyskanych wyników z danymi otrzymanymi dla pomiarów skażeń promieniotwórczych.

Literatura

- [1] A. Kowitwiwat, P. Sampanpanish, Heliyon, 6(7) (2020) e04552.
- [2] S. Ahmed, Z. Fatema Tuj, M.M. Mahdi, M. Nurnabi, M.Z. Alam, T.R. Choudhury, Toxicology Reports, 9 (2022) 346–355.

Ekologiczne materiały opakowaniowe z dodatkiem ligniny

Beata Podkościelna¹, Marta Goliszek-Chabros², Olena Sevastyanova³

1 Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Wydział Chemii, Katedra Chemii Polimerów, ul. Gliniana 33, 20-614 Lublin,

2 Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Wydział Chemii, Laboratorium Analityczne, Pl. Marii Skłodowskiej-Curie 3, 20-031 Lublin,

3 KTH Royal Institute of Technology, Department of Fibre and Polymer Technology, Teknikringen 56-58, SE-10044, Stockholm, Sweden.

Rozpuszczalne w wodzie folie na bazie poli(alkoholu winylowego) (PVA) z dodatkiem ligniny to ekologiczne materiały opakowaniowe, które łączą rozpuszczalność i biodegradowalność PVA z unikalnymi właściwościami ligniny.

Poli(alkohol winylowy) jest syntetycznym polimerem rozpuszczalnym w wodzie, biodegradowalnym w określonych warunkach (np. w obecności mikroorganizmów). Jego rozpuszczalność zależy od stopnia hydrolizy i masy cząsteczkowej. Lignina to naturalny polimer aromatyczny, zwykle pozyskiwany jako odpad z przemysłu celulozowo-papierniczego (np. lignina kraft, organosolv lub lignosulfonaty). W folii pełni rolę wypełniacza lub modyfikatora, zwiększając udział składników biopochodnych [1].

Do niebываłych zalet tych materiałów zaliczyć należy przede wszystkim zmniejszenie odpadów stałych, wykorzystanie ligniny jako odpadu przemysłowego oraz obniżenie śladu węglowego w porównaniu z tradycyjnymi plastikami. Lignina może jednak obniżać przejrzystość i elastyczność folii, a jej nierównomierna dyspersja wymaga modyfikacji chemicznej lub frakcjonowania [2,3].

Folie na bazie PVA z dodatkiem ligniny to zrównoważona alternatywa dla tradycyjnych opakowań, łącząca rozpuszczalność PVA z odnawialnością ligniny. Ich rozwój wymaga dalszych badań nad kompatybilnością i skalowalnością, ale już teraz pokazują potencjał w redukcji odpadów.

Literatura

- [1] K. F. El-Nemr, H. R. Mohamed, M. A. Ali, R. M. Fathy, A. S. Dhmees, *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 100(14) (2019) 1578–1602.
- [2] W.O. Doherty, P. Mousavioun, C.M. Fellows, *Industrial Crops and Products* 33 (2011) 259.
- [3] J.R. Aadil, S.I. Mussatto, H. Jha, *International Journal of Biological Macromolecules* 120 (2018) 763.

Mikrosfery z ligniną jako efektywny sorbent farmaceutyków z roztworów wodnych

Beata Podkościelna¹, Marta Goliszek-Chabros², Katarzyna Jedynak³

1 Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Wydział Chemii, Katedra Chemii Polimerów, ul. Gliniana 33, 20-614 Lublin,

2 Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Wydział Chemii, Laboratorium Analityczne, pl. Marii Skłodowskiej-Curie 3, 20-031 Lublin,

3 Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach, Instytut Chemii, Zakład Chemii Fizycznej i Teoretycznej, ul. Uniwersytecka 7, 25-406 Kielce

Mikrosfery z ligniną to innowacyjny materiał, który zyskuje coraz większe zainteresowanie jako efektywny sorbent do usuwania jonów metali oraz związków szkodliwych, w tym antybiotyków. Jednym z możliwych zastosowań tej klasy materiałów jest sorpcja chlorowodoru tetracykliny – antybiotyku powszechnie stosowanego w medycynie i weterynarii. Jego obecność w środowisku wynika z niewłaściwej utylizacji leków, spływów z hodowli zwierząt oraz niepełnego metabolizmu w organizmach, co prowadzi do jego akumulacji w ekosystemach wodnych. Lignina, będąca naturalnym polimerem obecnym w ścianach komórkowych roślin, jest biodegradowalna, tania i łatwo dostępna, co czyni ją atrakcyjnym składnikiem polimerowych sorbentów [1,2].

Proces sorpcji tetracykliny na mikrosferach z ligniną opiera się głównie na oddziaływaniach fizykochemicznych, takich jak wiązania wodorowe, siły van der Waalsa oraz interakcje π - π między pierścieniami aromatycznymi ligniny a cząsteczkami tetracykliny. Dodatkowo, obecność grup funkcyjnych w ligninie, takich jak grupy hydroksylowe (-OH) czy grupy karboksylowe (-COOH), sprzyja wiązaniu cząsteczek tetracykliny, zwłaszcza w odpowiednich warunkach pH.

Podsumowując, mikrosfery z ligniną to obiecujący, efektywny i zrównoważony materiał do sorpcji chlorowodoru tetracykliny, łączący wysoką wydajność z ekologicznym podejściem, doskonale wpisując się w założenia koncepcji zrównoważonego rozwoju.

Literatura

- [1] J. Dai, T. Chen, Q. Chen, H. Ma, X. Xu, W. Yuan, L. Wang, *International Journal of Biological Macromolecules*, 242 (2023) 124672.
- [2] Y. Zhou, X. Ma, Z. Chen, R. Chen, Y. Gong, L. Cui, J. Kang, J. Shen, S. Zhao, C. Li, *Journal of Carbon Research*, 10(3) (2024) 75.

Adsorpcja amoniaku na modyfikowanym kwasowo wermikulicie

Katarzyna Wal^{1,2}, Joanna Cybińska^{1,3}, Piotr Rutkowski²

1 Sieć Badawcza Łukasiewicz – PORT Polski Ośrodek Rozwoju Technologii, Wrocław

2 Wydział Chemiczny, Politechnika Wrocławska, Wrocław

3 Wydział Chemii, Uniwersytet Wrocławski, Wrocław

Amoniak (NH_3) jest gazem niebezpiecznym, charakteryzującym się wysoką palnością. Emisje NH_3 pochodzą zarówno ze źródeł naturalnych, jak i antropogenicznych, przy czym około 90% całkowitej emisji tego związku w Unii Europejskiej generuje sektor rolniczy. Wysokie stężenia amoniaku w powietrzu przyczyniają się do występowania chorób układu oddechowego, takich jak astma i przewlekłe zapalenie oskrzeli, a także oddziałują negatywnie na środowisko, powodując eutrofizację wód oraz zakwaszenie gleb [1, 2]. W związku z tym konieczne jest opracowywanie skutecznych metod ograniczania emisji tego związku, wśród których istotną rolę odgrywa adsorpcja.

Celem niniejszej pracy było zbadanie właściwości adsorpcyjnych wermikulitu modyfikowanego kwasowo względem amoniaku. Jako materiał wyjściowy wykorzystano wermikulit pochodzący z Ugandy, który został poddany procesowi mielenia, a następnie modyfikacji kwasem solnym o stężeniach w zakresie $1\text{--}4\text{ mol dm}^{-3}$. Otrzymane próbki zostały scharakteryzowane za pomocą analizy powierzchni właściwej BET, termogravimetrii (TG), spektroskopii w podczerwieni z transformacją Fouriera (ATR-FTIR) oraz dyfrakcji rentgenowskiej (XRD).

Przeprowadzona modyfikacja kwasowa doprowadziła do istotnego zwiększenia powierzchni właściwej materiału w porównaniu do materiału wyjściowego. Miało to również bezpośrednie przełożenie na wyniki testów adsorpcyjnych, które wykazały zwiększenie pojemności adsorpcyjnej względem amoniaku dla traktowanych kwasowo próbek wermikulitu.

Literatura

- [1] C. C. Hsieh, J. S. Tsai, J. R. Chang, *Materials*, 15 (2022) 784.
- [2] C. Cardenas, L. Sigot, C. Vallières, S. Marsteau, M. Marchal, A. M. Latifi, *Separation and Purification Technology*, 313 (2023).

Podziękowania: Praca została wykonana w ramach realizacji doktoratu wdrożeniowego finansowanego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, nr DWD/3/17/2019.

Modelowanie molekularne procesu adsorpcji poli(kwasu akrylowego) na powierzchni biowęgla aktywnego

Małgorzata Wiśniewska¹, Eugeniy Demianenko², Viktoriia Paientko², Marlena Groszek¹, Piotr Nowicki³

1Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie, Wydział Chemii, Instytut Nauk Chemicznych, Katedra Radiochemii i Chemii Środowiskowej

2Narodowa Akademia Nauk Ukrainy w Kijowie, Instytut Chemii Powierzchni im. O.O Chuiko, Katedra Chemii Kwantowej i Fizyki Chemicznej Nanoukładów

3Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Chemii, Zakład Chemii Stosowanej

Węgłe aktywne uzyskane z biomasy roślinnej mogą być z powodzeniem wykorzystane jako skuteczne adsorbenty polimerów rozpuszczalnych w wodzie. Teoretyczne modelowanie procesu adsorpcyjnego usuwania związków wielkocząsteczkowych z fazy ciekłej jest bardzo pomocne w poznaniu i zrozumieniu mechanizmów nim rządzących, stanowiąc jednocześnie istotne uzupełnienie rezultatów badań eksperymentalnych.

W związku z powyższym przeprowadzono modelowanie oddziaływań oligomerów polimeru jonowego – poli(kwasu akrylowego) (PAA), występujących zarówno pomiędzy samymi oligomerami, jak również pomiędzy polimerem i powierzchnią grafenopodobną zawierającą atomy azotu i tlenu. Obliczenia wykonano przy użyciu programu MOPAC2016 [1], wykorzystując półempiryczną metodę PM6-D3H4 [2], która oprócz oddziaływań kowalencyjnych pozwala także uwzględnić wiązania wodorowe oraz znacznie słabsze siły dyspersyjne pomiędzy atomami. Obecność wodnego środowiska zawierającego PAA odwzorowano poprzez zastosowanie metody polaryzacji ciągłej COSMO (model ekranowania typu przewodnikowego).

Wyniki obliczeń wskazują, że segmenty polimerowe poli(kwasu akrylowego) mogą tworzyć między sobą kompleksy międzycząsteczkowe. Proces ten zachodzi dzięki wiązaniom wodorowym o energii wynoszącej ok. -21 kJ/mol, które powstają między niezdisocjowanymi grupami karboksylowymi. Kompleksy adsorpcyjne PAA z płaszczyzną grafenopodobną, zawierającą sześć atomów azotu (rozmieszczonych zarówno w części centralnej, jak i na obwodzie) oraz atom tlenu w części obwodowej, powstają głównie w wyniku oddziaływań dyspersyjnych i elektrostatycznych. Energia adsorpcji przypadająca na segment polimeru wynosi około -18 kJ/mol.

Literatura

- [1] J.J.P. Stewart, Colorado Springs, CO, USA, [HTTP://OpenMOPAC.net](http://OpenMOPAC.net) (2016).
- [2] J.J.P. Stewart, Journal of Molecular Modeling, 13 (2007) 1173-1213.

Ocena ryzyka środowiskowego zastosowania biowęgla i węgla aktywnych dotycząca obecności w ich strukturze izotopów promieniotwórczych

Małgorzata Wiśniewska¹, Iwona Ostolska¹, Marlena Groszek¹, Stanisław Chibowski¹, Piotr Nowicki²

1Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie, Wydział Chemii, Instytut Nauk Chemicznych, Katedra Radiochemii i Chemii Środowiskowej

2Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Chemii, Zakład Chemii Stosowanej

Ze względu na rosnące znaczenie biowęgla w praktykach rolniczych oraz jego potencjał w działaniach prośrodowiskowych, obserwuje się intensyfikację badań nad nowymi kierunkami jego zastosowania. Jednym z kluczowych obszarów zainteresowania jest minimalizacja wartości współczynnika wychwytu radionuklidów wytworzonych i uwolnionych do środowiska w wyniku działalności antropogenicznej (np. Cs-137) w układzie gleba – roślina, co jest możliwe dzięki procesom sorpcji zachodzącym na powierzchni materiałów węglowych [1].

Należy jednak mieć na uwadze, że wprowadzany do gleby materiał węglowy nie jest całkowicie wolny od zanieczyszczeń, w tym radiacyjnych. W zależności od zastosowanego prekursora, w otrzymanym biowęglu mogą występować śladowe ilości radionuklidów obecnych w materiale wyjściowym [2]. Wbudowane w strukturę węglową radioaktywne izotopy radu, toru, ołowiu czy cezu mogą z czasem ulegać uwolnieniu do gleby w wyniku degradacji biologicznej, fizycznej i chemicznej użytego biomateriału, prowadząc w konsekwencji do wtórnego skażenia terenu.

Materiał wyjściowy do badań stanowiły surowce roślinne oraz biowęgle i węgle aktywne uzyskane w wyniku ich konwersji termochemicznej. Zawartość radionuklidów pochodzenia naturalnego oraz antropogenicznego określono przy użyciu spektrometrii promieniowania gamma. Próbkę została szczelnie zamkniętą i pozostawioną na 30 dni celem osiągnięcia równowagi wiekowej pomiędzy Ra-226 a produktami jego rozpadu. Po tym czasie pojemnik umieszczono w komorze pomiarowej spektrometru gamma (HPGe, GEM S-7030, kryształ o poszerzonym zakresie energetycznym, rozdzielczość FWHM 1,9 keV dla linii 1,33 MeV Co-60, pik/Compton 40:1). Kalibrację energetyczną i wydajnościową wykonano przy użyciu mieszaniny izotopów (nr źródła BW/Z-62/24/19). Niepewność pomiarową określono na poziomie 1 sigma. Czas pomiaru dla każdej z próbek wyniósł 172 800 sekund.

Literatura

- [1] K.N. Palansooriya et al., Environmental Research, 214 (2022) 114072.
- [2] K. Szewczak et al., Journal of Environmental Quality, 49 (2020) 428-439.

Ocena zdolności sorpcyjnej żywicy anionowymiennej do usuwania jonów metali ciężkich z roztworów wodnych

Anna Wołowicz

Uniwersytet Marii Curie Skłodowskiej, Wydział Chemii, Katedra Chemii Nieorganicznej, pl. Marii Curie Skłodowskiej 2, 20-031 Lublin

Wzrost zapotrzebowania na wodę, rozwój zastosowań przemysłowych oraz intensyfikacja działalności technologicznej człowieka to główne powody rozwoju metod oczyszczania wód i ścieków zawierających liczne zanieczyszczenia, w tym jony metali ciężkich [1]. Strategia oczyszczania zanieczyszczonej wody jest planowana na podstawie wykrywanych jonów metali oraz ich stężenia. W przypadku niskiego stężenia metali konwencjonalne metody uzdatniania wody są nieopłacalne ze względu na ich koszt, a usuwanie jonów metali ciężkich ze ścieków często napotyka na liczne wyzwania. Ponadto, niewystarczające oczyszczanie wód i ścieków jest również jednym z głównych wyzwań, które sprzyjają niedoborowi świeżej wody [2]. Z uwagi, iż rezerwy wód podziemnych są ograniczone konieczne jest ponowne wykorzystanie ścieków i zanieczyszczonych wód powierzchniowych. Wysoka zawartość jonów metali ciężkich w takich wodach ogranicza ich ponowne wykorzystanie, recykling i odprowadzanie do naturalnych zbiorników wodnych; dlatego konieczne jest ich oczyszczanie. Aby sprostać tym wymaganiom adsorpcja może stanowić korzystną alternatywę.

Adsorpcja jest jedną z opłacalnych i powszechnie stosowanych metod w tym celu, która może skutecznie prowadzić do zmniejszenia zawartości poziomu metali ciężkich w wodzie i ściekach przemysłowych do akceptowalnego poziomu [3]. Stąd też celem pracy była ocena zdolności sorpcyjnej anionitu mocno zasadowego o makroporowatej strukturze i grupach funkcyjnych czwartorzędowych aminowych (typ 1) względem wybranych jonów metali ciężkich pod kątem możliwości jego późniejszego zastosowania w systemach oczyszczania wód i ścieków.

Literatura

- [1] A. Dąbrowski, Z. Hubicki, P. Podkościelny, E. Robens, *Chemosphere*, 56 (2004) 91.
- [2] Y. Dong, J. Liu, M. Sui, Y. Qu, J.J. Ambuchi, H. Wang, Y. Feng, *Journal of Hazardous Material*, 321 (2017) 307.
- [3] X. Zheng, O. Alam, Y. Zhou, D. Du, G. Li, W. Zhu, *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 12 (2024) 114366.

Opracowanie skutecznych kondycjonerów glebowych na bazie hydrożeli z alginianu sodu z dodatkiem funkcjonalnych wypełniaczy z hydroksyapatytu

Anna Yanovska^{1,2}, Olena Goncharuk^{2,3}, Ewa Skwarek⁴, Katarzyna Szewczuk-Karpisz ²

1Sumski Uniwersytet Państwowy, ul. Charkivska 116, 40008 Sumy, Ukraina

2 Instytut Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego Polskiej Akademii Nauk w Lublinie, ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin

3 Instytut Chemii Biokoloidalnej im. F.D. Ovcharenka Ukraińskiej Akademii Nauk, ul. Vernadskiego 42, Kijów, 03142, Ukraina

4 UMCS, Wydział Chemii, Katedra Radiochemii i Chemii Środowiskowej, Pl. Marii

Skłodowskiej-Curie 3, 20-031 Lublin

Celem opracowania efektywnych hydrożeli dla przyszłych zastosowań rolniczych, otrzymano kompozyty na bazie alginianu sodu i stechiometrycznego hydroksyapatytu (HA) przy użyciu trzech różnych stężeń CaCl_2 jako środka sieciującego: 0,25%, 0,3% oraz 0,5%. Zawartość HA w materiale hydrożelowym była różna i wynosiła od 2,5 do 10 g. Ze względu na właściwości chemiczne HA (właściwości kwasowo-zasadowe, duża stabilność termiczna i chemiczna, niska rozpuszczalność, zdolność adsorpcji i wymiany jonowej) możliwe było uzyskanie granulowanego sorbentu odpowiedniego do usuwania jonów kadmu z gleby.

Właściwości teksturalne HA zostały określone metodą adsorpcji/desorpcji azotu. Powierzchnia właściwa HA wynosiła $81 \text{ m}^2/\text{g}$, a średni rozmiar porów – 31.1 nm . Zdolność pęcznienia otrzymanych hydrożeli została zbadana metodą grawimetryczną w temperaturze pokojowej. Najwyższy stopień pęcznienia zaobserwowano dla hydrożeli otrzymanych przy użyciu 0,25% CaCl_2 . Badania adsorpcji wykazały wysoką pojemność adsorpcyjną syntetyzowanych hydrożeli w stosunku do jonów Cd^{2+} (nawet 150 mg/g). Jednak parametr ten zmniejszał się wraz ze wzrostem stężenia środka sieciującego użytego do syntezy materiału. Opracowane kompozyty hydrożelowe miały znacznie wyższą pojemność sorpcyjną dla jonów Cd^{2+} niż czysty stechiometryczny hydroksyapatyt.

Podziękowania: Autorzy dziękują za wsparcie finansowe Polskiej Akademii Nauk oraz Amerykańskiej Akademii Nauk (umowa nr PAN.BFB.S.BWZ.331.022.2023 „Biokompatybilne hybrydowe hydrożele z funkcjonalnymi nieorganicznymi wypełniaczami do wzmacniania wegetacji roślin”). Badania zostały częściowo sfinansowane z grantu MSCA4Ukraine.

TECHNOLOGIA CHEMICZNA I KATALIZA - WYKŁADY

Innowacyjne podejścia do wytwarzania paliw w kontekście zrównoważonego rozwoju

Bogdan Samojeden, Monika Motak

AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

Poszukiwanie innowacyjnych metod produkcji paliw jest jednym z największych wyzwań współczesnej nauki i technologii. W obliczu niestabilnych cen surowców energetycznych oraz ograniczonych zasobów paliw kopalnych, intensywnie rozwijane są alternatywne rozwiązania, takie jak wykorzystanie wodoru (H_2), synteza metanu (SNG), metanolu czy eteru dimetylowego, wpisujące się w założenia gospodarki o obiegu zamkniętym.

Paliwa syntetyczne, wytwarzane z węgla, biomasy lub gazu ziemnego, obejmują m.in. e-diesel, e-benzynę oraz paliwa GTL, CTL i BTL. Technologie te są znane i stosunkowo rozwinięte. Nowym kierunkiem jest natomiast przekształcanie CO_2 w produkty chemiczne (CCU – Carbon Capture and Utilization), co pozwala na jednoczesne magazynowanie energii. Przykładami są suchy reforming metanu (DRM), metanizacja CO_2 oraz synteza metanolu.

Ważną alternatywę stanowi także produkcja paliw RDF (Refuse-Derived Fuel) z odpadów nienadających się do recyklingu. RDF, o wysokiej wartości energetycznej, ogranicza ilość odpadów trafiających na składowiska i zmniejsza emisję gazów cieplarnianych. Stosowany jest głównie w przemyśle cementowym i energetyce, a jego produkcja jest często tańsza od tradycyjnych metod wytwarzania energii.

Efektywna produkcja paliw alternatywnych wymaga odpowiednich katalizatorów, które zapewniają wysoką aktywność, selektywność i stabilność w trudnych warunkach procesowych.

Podziękowania: Praca sfinansowana z grantu AGH 16.16.210.476

Funkcjonalizacja plazmą utleniającą katalitycznych materiałów na nośnikach węglowych do elektrolitycznego rozkładu wody

Magdalena Lofek^{1,4}, Joanna Gościńska², Grzegorz Słowik³, Andrzej Kotarba¹, Gabriela Grzybek¹, Paweł Stelmachowski¹

¹*Wydział Chemii, Uniwersytet Jagielloński, Kraków*

²*Wydział Chemii, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Poznań*

³*Wydział Chemii, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin*

⁴*Szkoła Doktorska Nauk Ścisłych i Przyrodniczych UJ, Kraków*

Zapotrzebowanie na zrównoważone źródła energii powoduje rosnące zainteresowanie nowymi materiałami elektrokatalitycznymi niezawierającymi metali szlachetnych. W tym kontekście, proces anodowego wydzielania tlenu (OER) wykorzystujący kompozytowe układy tlenków metali przejściowych i węgla może mieć szerokie zastosowanie w elektrolizerach z membraną anionowymienną czy w ogniwach typu metal-powietrze. W wielu takich układach materiały węglowe są stosowane jako dodatek przewodzący i nośnik, a interakcje pomiędzy nośnikiem węglowym a fazą aktywną wpływają na aktywność elektrokatalizatora. Kobalt tworzy jedno z najbardziej aktywnych i stabilnych elektrokatalizatorów dla OER. W układach opartych na węglu, dyspersja fazy kobaltowej na powierzchni węgla jest kluczowym czynnikiem wpływającym na aktywność katalizatora w reakcjach rozszczepiania wody. W niniejszych badaniach zastosowano niskotemperaturową obróbkę plazmową w celu zwiększenia wydajności aktywnej fazy kobaltowej poprzez funkcjonalizację nośnika węglowego różnymi grupami tlenowymi.

Aktywacja plazmowa nośnika węglowego umożliwia maksymalizację wykorzystania fazy aktywnej, co pozwala na poprawę aktywności właściwej i radykalną poprawę znormalizowanej do masy aktywności elektrokatalitycznej OER. Poprawa aktywności OER jest niezależna od fazy krystalicznej związków kobaltu (Co_3O_4 , $\text{Co}(\text{OH})_2$) lecz zależy od parametrów procesu funkcjonalizacji plazmą, czyli wynikającej z nich ilości i specjacji powierzchniowych grup tlenowych. Utlenianie nośnika węglowego przed osadzeniem fazy aktywnej zwiększa dyspersję tlenku kobaltu, zwłaszcza gdy udział grup typu COO jest znaczny. Ponadto, dodatkowa aktywacja plazmą gotowych układów kompozytowych umożliwia poprawę aktywności OER, przy czym w większym stopniu modyfikacji ulegają grupy tlenowe na nośniku węglowym niż stan fazy kobaltowej.

Podziękowania: *Prezentowane badania stanowią część projektu badawczego OPUS nr 2020/37/B/ST5/01876 finansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki.*

Funkcjonalne kompozyty cementowe – najnowsze trendy i perspektywy rozwoju

Agnieszka Ślosarczyk

Politechnika Poznańska, Wydział Inżynierii Lądowej i Transportu, Instytut Budownictwa, Zakład Budownictwa i Materiałów Budowlanych, ul. Piotrowo 5, 60-965 Poznań

W ostatnich latach zauważa się wyraźne zainteresowanie nanotechnologią w sektorze budownictwa. Wynika to z potrzeby poszukiwania nowych rozwiązań materiałowych charakteryzujących się z obniżonym śladem węglowym. Dlatego też istotnym aspektem rozwiązań materiałowych dla budownictwa są materiały charakteryzujące się podwyższoną wydajnością i trwałością, co z kolei będzie wpływało na dłuższy czas i niższe koszty eksploatacji materiałów budowlanych [1-3]. 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 własnych badań w prezentacji przedstawione zostaną najnowsze trendy w zakresie tematu, z uwzględnieniem zalet i wad oraz dalszych kierunków rozwoju funkcjonalnych kompozytów cementowych.

Literatura

- [1] Bartos, P.J.M. (2009). Nanotechnology in Construction: A Roadmap for Development. In: Bittnar, Z., Bartos, P.J.M., Němeček, J., Šmilauer, V., Zeman, J. (eds) Nanotechnology in Construction 3. Springer, Berlin, Heidelberg.
- [2] UN Environment, Scrivener K., John V.M., Gartner E.M., Eco-efficient cements: Potential economically viable solutions for a low-CO2 cement-based materials industry, Cement and Concrete Research (2018) 114, 2-26.
- [3] 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.

TECHNOLOGIA CHEMICZNA I KATALIZA - KOMUNIKATY

Wpływ dodatku tlenków metali ziem rzadkich na właściwości nośnikowych katalizatorów niklowych uwodornienia dwutlenku węgla do metanu

Wojciech Gac¹, Witold Zawadzki¹, Grzegorz Słowik¹, Marcin Kuśmierz¹, Marek Rotko¹, Magdalena Greluk¹, Karolina Karpińska-Wlizło²

¹*Wydział Chemii, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin*

²*Szkoła Doktorska Nauk Ścisłych i Przyrodniczych, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin*

Uwodornienie CO₂ do metanu stanowi odpowiedź na wyzwania związane z dekarbonizacją gospodarki, zwiększeniem jej poziomu innowacyjności i poprawą bezpieczeństwa energetycznego kraju. Proces metanizacji CO₂ może być prowadzony przy wykorzystaniu CO₂ powstającego podczas spalania paliw kopalnych lub przetwarzania biomasy. Jednocześnie duże ilości wodoru mogą być dostarczane z instalacji elektrolizy wody zasilanej nadwyżką odnawialnej energii elektrycznej, umożliwiając w ten sposób jej magazynowanie [1].

Celem prowadzonych badań było określenie wpływu niewielkich ilości tlenków wybranych metali ziem rzadkich na właściwości nośnikowych katalizatorów niklowych, ich aktywność, selektywność i odporność na procesy dezaktywacji w reakcji metanizacji CO₂, a także lepsze poznanie zjawisk międzyfazowych zachodzących podczas przemian katalitycznych [2-4]. Badania wykazały złożoną rolę wprowadzanych promotorów [2-4]. Ich obecność wpływała na procesy formowania się faz tlenkowych, sposób redukcji katalizatorów, wielkość krystalitów niklu i ich właściwości powierzchniowe. Wraz ze wzrostem zawartości promotorów w zakresie do ok. 5% wag. zwiększała się powierzchnia aktywna katalizatorów, jednocześnie zmieniała się natura centrów adsorpcyjnych. Prowadziło to do systematycznego wzrostu aktywności i stabilności pracy katalizatorów. Badania ujawniły, iż sposób aktywacji CO₂ oraz kolejne etapy przemian powstających cząstek powierzchniowych zależały od ilości i rodzaju zastosowanych promotorów [2-4].

Literatura

- [1] W. Gac, W. Zawadzki, M. Rotko, M. Greluk, G. Słowik, G. Kolb, *Cat. Today* 357 (2020) 468.
- [2] W. Gac, W. Zawadzki, M. Rotko, G. Słowik, M. Greluk, *Top. Cat.* 62 (2019) 524.
- [3] W. Gac, W. Zawadzki, M. Greluk, G. Słowik, M. Rotko, M. Kuśmierz, *Catalysts* 12 (2022) 13.
- [4] W. Gac, W. Zawadzki, M. Kuśmierz, G. Słowik, W. Grudziński, *Appl. Surf. Sci.* 631 (2023) 157542.

Wpływ struktury nośnika CeO₂ na właściwości katalizatorów Co/CeO₂ w procesie reformingu parowego etanolu

Marek Rotko¹, Grzegorz Słowik¹, Łukasz Marzec¹, Cezary Pomykała¹, Daniel Stolarek¹, Magdalena Greluk¹

¹*Katedra Technologii Chemicznej, Wydział Chemii, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, pl. Marii Curie-Skłodowskiej 3, 20-031 Lublin, Polska*

Nośniki odgrywają kluczową rolę w katalizatorach wykorzystywanych w katalizie heterogenicznej. Ich właściwości mają istotny wpływ na efektywność działania katalizatora [1]. Zastosowanie CeO₂ jako nośnika katalizatorów kobaltowych było w ostatnich latach szeroko badane pod kątem reakcji reformingu parowego etanolu (SRE). Wykazuje on dobre właściwości redoks ze względu na łatwość przekazywania elektronów dzięki istnieniu pary redoks Ce³⁺/Ce⁴⁺. Ponadto obecność Ce³⁺ w sieci krystalicznej CeO₂ wiąże się z obecnością wakancji tlenowych, które uczestniczą w utlenianiu form CH_x, będących prekursorami depozytu węglowego w reakcji SRE [2]. Produkcja CeO₂ w postaci nanokrystalicznej ma kluczowe znaczenie dla jego zastosowania w reakcji SRE. Przygotowanie nanokrystalicznego CeO₂ metodą strącania jest najprostszą metodą syntezy i dlatego dobrze nadaje się do produkcji tego tlenku na dużą skalę. Strącanie z roztworu wodnego zazwyczaj prowadzi do powstania wodorotlenku ceru (Ce(OH)₄), z którego CeO₂ musi zostać otrzymany w wyniku dalszej obróbki termicznej. Jednak nawet w umiarkowanych temperaturach proces ten często prowadzi do aglomeracji kryształitów, które z trudem ulegają ponownej dyspersji. Jedną z metod, która prowadzi do mniejszej aglomeracji cząstek polega na strącaniu w obecności nadtlenku wodoru (H₂O₂). Dlatego celem podjętych badań było uzyskanie metodą strącania - „klasyczną” oraz w obecności H₂O₂ - tlenków CeO₂, a następnie ich zastosowanie jako nośników katalizatorów kobaltowych przeznaczonych do produkcji wodoru w reakcji SRE. Określono szereg właściwości fizykochemicznych nośników oraz katalizatorów przy wykorzystaniu metod: XRF, XPS, XRD, niskotemperaturowej adsorpcji/desorpcji N₂, H₂-TPR, TEM.

Literatura

- [1] I. Dancini-Pontes, M. de Souza, R.M. Pontes, N.R.C. Fernandes, *Molecular Catalysis*, 578 (2025) 115015.
- [2] T. Bao, H. Zhou, Y. Zhang, C. Guo, W. Guo, H. Qin, P. Gao, H. Xiao, W. Liu, *Journal of Rare Earths*, 41 (2011) 1703-1713.
- [3] F. H. Scholes, A. E. Hughes, S. G. Hardin, P. Lynch, P. R. Miller, *Chemistry of Materials* 19 (2007) 2321-2328.

Zrozumienie roli metali alkalicznych w reformingu parowym etanolu na katalizatorach kobaltowych: Badania *operando* DRIFT i modelowanie DFT

Gabriela Grzybek¹, Olga Wasilek¹, Magdalena Greluk², Grzegorz Słowik², Paweł Stelmachowski¹, Filip Zasada¹, Andrzej Kotarba¹

¹Wydział Chemii, Uniwersytet Jagielloński, Kraków, Polska

²Wydział Chemii, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin, Polska

Wodór, zrównoważone i przyjazne dla środowiska paliwo, może być pozyskiwany na drodze reformingu parowego etanolu (ESR). W roli katalizatorów procesu ESR sprawdzają się układy zawierające fazy aktywne w postaci metali przejściowych, m.in. kobaltu. Aktywność, selektywność i stabilność katalizatorów silnie zależą od obecności domieszek metali alkalicznych [1].

Zsyntezowano i scharakteryzowano (z wykorzystaniem szeregu metod badawczych m.in. XRD, *in situ* XPS, TEM/EDX, H₂-TPR, RS, *operando* DRIFT, testy katalityczne w ESR) serię katalizatorów zawierających kobalt na nośniku α -Al₂O₃, domieszkowanych Na, K, Rb i Cs. Stwierdzono, że domieszkowanie metalami alkalicznymi zwiększa efektywność katalizatora Co/ α -Al₂O₃ w reformingu parowym etanolu, prowadząc do zwiększonej produkcji pożądanych produktów (H₂ i CO₂) poprzez zmianę ścieżki reakcji. Wyższy stosunek CO₂/CH₃CHO w produktach reakcji na katalizatorach domieszkowanych alkaliami, obserwowany w badaniach *operando* DRIFT, wskazuje, iż promotory alkaliczne sprzyjają rozszczepieniu wiązania C-C w pośrednim produkcie CH₃CHO, ułatwiając powstawanie CO₂. Korzystny efekt dotacji zaobserwowano dla wszystkich badanych promotorów alkalicznych (Na, K, Rb i Cs). Aby lepiej zrozumieć efekt promocyjny alkaliów, przeprowadzono szczegółowe badania DFT dla układu Co₂₆| α -Al₁₀₈O₁₆₂(0001). Wyniki wykazały, że alkalia przekazują elektrony do sąsiadujących atomów Co₂₆, zwiększając gęstość elektronową na aktywnych centrach kobaltowych. Transfer elektronów wzmacnia adsorpcję aldehydu, co ułatwia kluczowy etap rozszczepienia wiązania C-C i zwiększa selektywność w kierunku wodoru [2].

Literatura

- [1] G. Grzybek, et. al., Int. J. Hydrogen Energy, 45 (2020) 22658-22673.
- [2] G. Grzybek, et. al., ACS Appl. Mater. Interfaces 17 (2025) 7697-7706.

Podziękowania: Praca finansowana ze środków Narodowego Centrum Nauki, grant nr 2021/43/D/ST4/03016.

Rola tlenku cynku w modyfikacji właściwości kompozytów cementowych

Izabela Kłapiszewska¹, Łukasz Kłapiszewski², Agnieszka Ślosarczyk¹

¹*Politechnika Poznańska, Wydział Inżynierii Lądowej i Transportu, Instytut Budownictwa, Piotrowo 5, 60-965 Poznań*

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

Wzrastające wymagania, co do trwałości i jakości materiałów budowlanych w ostatnich kilkunastu latach sprawiają, że coraz częściej przemysł budowlany zwraca się ku nowym technologiom, w tym również w kierunku nanotechnologii. Najczęściej stosowanym w dzisiejszych czasach rozwiązaniem jest modyfikacja mikrostruktury kompozytów cementowych za pomocą nano- i mikromateriałów [1, 2].

W ramach przeprowadzonych badań oceniono wpływ tlenku cynku na wybrane właściwości fizykomechaniczne i przeciwdrobnoustrojowe kompozytów cementowych. Badania zrealizowano zgodnie z dwoma postawionymi problemami badawczymi obejmującymi określenie wpływu rodzaju, w tym struktury, morfologii i układu krystalograficznego tlenku cynku oraz sposobu jego rozproszenia na właściwości wytworzonych kompozytów cementowych. W odróżnieniu od powszechnie stosowanych sposobów rozproszenia nanomateriałów w kompozytach cementowych w przeprowadzonych badaniach zaproponowano dwie metody wprowadzenia tlenku cynku do matrycy cementowej w postaci materiałów hybrydowych z udziałem ligniny i rozpuszczalnika głęboko eutektycznego.

W wyniku przeprowadzonych badań opracowano efektywne sposoby rozproszenia ZnO w matrycy cementowej oraz zwrócono uwagę, że rodzaj wprowadzonego tlenku może w sposób istotny wpływać na poszczególne właściwości kompozytu.

Literatura:

- [1] M. Janczarek, Ł. Kłapiszewski, P. Jędrzejczak, I. Kłapiszewska, A. Ślosarczyk, T. Jesionowski, *Chemical Engineering Journal*, 430 (2022) 132062.
- [2] A. Ślosarczyk, I. Kłapiszewska, D. Skowrońska, M. Janczarek, T. Jesionowski, Ł. Kłapiszewski, *Chemical Engineering Journal*, 466 (2023) 143276.

Podziękowania: Badania były realizowane w ramach projektu finansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki nr 2022/45/B/ST8/02288.

Wpływ zjawiska żółknięcia HIPS na jego właściwości

Benita Malinowska^{1,2}, Michał Chodkowski³, Konrad Terpiłowski²

¹*Polska Korporacja Recyklingu sp. z o.o., Lublin, Polska*

²*Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Katedra Zjawisk Międzyfazowych, Lublin, Polska*

³*Politechnika Lubelska, Katedra Technologii i Przetwórstwa Tworzyw Polimerowych, Lublin, Polska*

Badania dotyczą wpływu stopnia zażółcenia powierzchni HIPS na jego właściwości: kolorymetryczne (parametry „L”, „a” oraz „b”), powierzchniowe (kąty zwilżania), reologiczne (masowy współczynnik płynięcia) i mechaniczne (udarność, twardość, temperatura mięknięcia oraz wytrzymałość na rozciąganie).

W celu uzyskania trzech próbek: około 1kg płatków HIPS białych, około 1kg płatków HIPS średnio żółtych i około 1kg płatków HIPS żółtych, zastosowano segregację opartą na kolorymetrii optycznej. Następnie próbki te poddano analizom ATR-FTIR (identyfikacja HIPS), kątów zwilżania metodą siedzącej kropli oraz masowego współczynnika płynięcia (MFR- Melt Flow Index). Te same analizy powtórzono dla wykonanych z płatków HIPS standaryzowanych wiosełek (wiosełka białe, wiosełka średnio żółte i wiosełka żółte). Obliczono średnie kąty zwilżania i wyznaczono średnie absorbancje dla 50 próbek HIPS każdego koloru w formie płatka i wiosełka (w sumie 300 zanalizowanych widm). Na koniec wykonano badania mechaniczne na standaryzowanych wiosełkach.

Wyniki badań wskazują na to, że zażółcenie powierzchni HIPS wpływa na ostateczny kolor wypraski. Co więcej, degradacja tworzywa ujawniająca się w zażółceniu jego powierzchni i potwierdzona obniżeniem absorbancji widm ATR-FTIR, wiąże się ze zmianą właściwości mechanicznych i reologicznych oraz zmianą charakteru powierzchni.

Przeprowadzone badania dają pogląd na właściwości wizualne oraz mechaniczne elementów wyprodukowanych z HIPS z recyklingu urządzeń chłodniczych, który uległ degradacji. Badania te stanowią informację dla przetwórców i producentów materiałów z tworzyw sztucznych z recyklingu.

Podziękowania: DWD/6/0413/2022

TECHNOLOGIA CHEMICZNA I KATALIZA - POSTERY

Funkcjonalne domieszki jonowe do kompozytów cementowych

Łukasz Kłapiszewski¹, Piotr Latos², Izabela Kłapiszewska³, Anna Parus¹,
Agnieszka Ślosarczyk³, Anna Chrobok²

¹Politechnika Poznańska, Wydział Technologii Chemicznej, Instytut Technologii
i Inżynierii Chemicznej, Berdychowo 4, 60-965 Poznań

²Politechnika Śląska, Wydział Chemiczny, Katedra Technologii Chemicznej
Organicznej i Petrochemii, Krzywoustego 4, 44-100 Gliwice

³Politechnika Poznańska, Wydział Inżynierii Lądowej i Transportu, Instytut
Budownictwa, Piotrowo 5, 60-965 Poznań

W dzisiejszych czasach poza nowymi wyzwaniami ekonomicznymi, zarządczymi i społecznymi, które stoją przed rozrastającymi się miastami, istotnym wydaje się potrzeba zmian w podejściu do projektowania i rozwoju miast przyszłości. Jednym z kluczowych kierunków rozwoju powinno być dążenie do opracowania nowych rozwiązań materiałowych, które przyczynią się do bardziej zrównoważonego rozwoju miast. Kluczowe rozwiązania powinny dotyczyć między innymi rozwoju nowych materiałów izolacyjnych, materiałów o niskim śladzie węglowym i wodnym oraz materiałów produkowanych w oparciu o „zieloną” chemię.

W ramach przeprowadzonych badań, w pierwszej kolejności otrzymano funkcjonalne związki jonowe, które scharakteryzowano z użyciem wybranych metod badawczych. Kolejno, zaprojektowane materiały wprowadzono do matrycy cementowej w celu ustalenia zakresów dozowania i sprawdzenia ich oddziaływania z matrycą. Dla kompozytów cementowych z dodatkiem materiału jonowego wykonano podstawowe badania fizyczne i mechaniczne, jak: badanie plastyczności, początku i końca czasu wiązania, ciepła hydratacji, wytrzymałości na rozciąganie przy zginaniu i ściskanie. Ponadto, określono wpływ domieszki na mikrostrukturę matrycy cementowej (badanie SEM czy porozymetrii rtęciowej), określono czystość mikrobiologiczną oraz przeprowadzono test mrozoodporności (150 cykli zamrażania-rozmrażania).

Na podstawie uzyskanych wyników badań wnioskowano, że nowo zaprojektowane związki jonowe mogą z powodzeniem zostać wykorzystane jako funkcjonalne domieszki do kompozytów cementowych, głównie o działaniu przeciwdrobnoustrojowym.

Podziękowania: Badania były realizowane w ramach projektu finansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki nr 2022/45/B/ST8/02288.

Charakterystyka właściwości fizyko-mechanicznych biodegradowalnych nanobiokompozytów na bazie P3HB

Tomasz Klepka¹, Aneta Tor-Świątek¹, Monika Ostapiuk¹, Iwona Zarzyka², Wiesław Frącz², Beata Krzykowska², Adam Tomczyk³, Anna Falkowska³, Michał Kuciej³

¹*Katedra Technologii i Przetwórstwa Tworzyw Polimerowych, Wydział Mechaniczny, Politechnika Lubelska, ul. Nadbystrzycka 36, 20-618 Lublin*

²*Katedra Chemii Organicznej, Wydział Chemii, Politechnika Rzeszowska, ul. Powstańców Warszawy 6, 35-959 Rzeszów*

³*Katedra Mechaniki i Informatyki Stosowanej, Wydział Mechaniczny, Politechnika Białostocka, ul. Wiejska 45C, 15-351 Białystok*

W pracy przedstawiono wyniki badań biodegradowalnego nanobiokompozytu opartego na bazie poli(3-hydroksymaślanu) (P3HB) modyfikowanego liniowym poliuretanem oraz organicznie modyfikowanym montmorylonitem. Celem badań była poprawa właściwości mechanicznych i stabilności termicznej P3HB przy zachowaniu jego wysokiej biodegradowalności. Próbkę do badań o zawartości 1–3% wag. nanonapełniacza, wytworzono stosując metodę wytłaczania dwuślimakowego oraz formowania wtryskowego.

Dodatek 10% PU obniżył moduł Younga P3HB do 2,91 GPa, zwiększył odkształcenie przy zerwaniu do 2,97% oraz uderzoność do 16,88 J/cm², przy jednoczesnym ograniczeniu propagacji pęknięć. Nanobiokompozyty z dodatkiem 1% Cloisite 30B wykazały najwyższą temperaturę początku rozkładu (263°C) oraz 82,35% biodegradacji.

Wyniki badań wskazują, że odpowiednia modyfikacja P3HB przy użyciu poliuretanu i niewielkiej ilości montmorylonitu pozwalają na uzyskanie materiałów o zbalansowanych właściwościach mechanicznych, termicznych i środowiskowych. Opracowane kompozyty mają duży potencjał do zastosowań w przemyśle i pozwalają na wytwarzanie nowych ekologicznych wyrobów o oryginalnych właściwościach.

Podziękowania: *Badania opracowane w ramach projektu ISKRA pt. „Badania wpływu modyfikacji biodegradowalnych poliestrów alifatycznych na właściwości przetwórcze i użytkowe nowatorskich kompozycji polimerowych finansowanego z zadania zleconego pn. Politechniczna Sieć Via Carpatia im. Prezydenta RP Lecha Kaczyńskiego (Środki Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego umowa nr MEiN/2022/DPI/2575 z dnia 20.10.2022 r.*

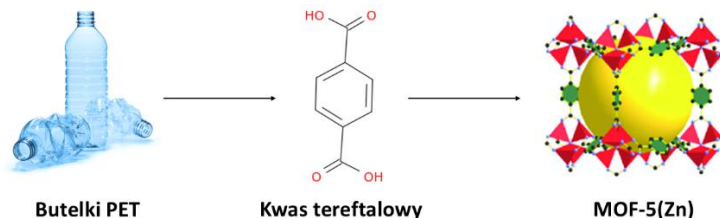
Otrzymywanie szkieletów metaloorganicznych z recyklingu PET - wpływ pochodzenia kwasu tereftalowego na właściwości MOF

Patryk Pakuła, Julia Jakacka, Agata Łamacz

*Katedra Inżynierii i Technologii Procesów Chemicznych, Wydział Chemiczny,
Politechnika Wrocławska, Wrocław, Polska*

Rosnąca ilość odpadów tworzyw sztucznych, w tym poli(tereftalanu etylenu) (PET) stanowi poważne wyzwanie środowiskowe, tym samym są poszukiwane metody coraz efektywniejszej ich utylizacji oraz recyklingu. Jednocześnie, szkielety metaloorganiczne (MOF) cieszą się dużym zainteresowaniem ze względu na ich potencjalne zastosowania w separacji gazów, katalizie, czy biomedycynie [1]. Niniejsza praca wpisuje się w nurt badań nad zrównoważoną syntezą MOF-ów, wykorzystując kwas tereftalowy (H_2BDC) odzyskany z hydrolizy zasadowej odpadowego PET (Rys. 1). Celem badań było zsyntetyzowanie kilku struktur MOF (UiO-66, MOF-5, MIL-101) przy użyciu H_2BDC z recyklingu oraz porównanie jego właściwości z materiałem otrzymanym z komercyjnego kwasu tereftalowego.

Syntezy MOF przeprowadzono metodą solwotermalną, a otrzymane materiały scharakteryzowano za pomocą dyfrakcji rentgenowskiej (XRD), spektroskopii w podczerwieni z transformacją Fouriera (FTIR) a także niskotemperaturowej sorpcji azotu.



Rys. 1. Graficzne przedstawienie schematu syntezy MOF-5(Zn) z kwasu tereftalowego, pochodzącego z butelek PET.

Literatura

- [1] Y. Zhang, X. Yu, Y. Hou, C. Liu, G. Xie, X. Chen, *Molecular Catalysis*, 555 (2024) 113851.

Wpływ Pt, Ni i La_2O_3 na aktywność katalizatora $\text{CeZrO}_2/\text{CNT}$ w reakcji suchego reformingu metanu

Mahima Kamra¹, Krzysztof Matus², Agata Łamacz¹

¹ *Katedra Inżynierii i Technologii Procesów Chemicznych, Politechnika Wrocławska, ul. Gdańska 7/9, 50-344 Wrocław*

² *Laboratorium Badania Materiałów, Politechnika Śląska, ul. Konarskiego 18a, 44-100 Gliwice*

Suchy reforming metanu (DRM) to proces umożliwiający konwersję gazów cieplarnianych – dwutlenku węgla oraz metanu – w gaz syntezowy, który stanowi cenny surowiec do wielu reakcji chemicznych, takich jak synteza metanolu. Proces ten przebiega w wysokiej temperaturze, z wykorzystaniem katalizatorów metalicznych, najczęściej opartych na tanim niklu lub metalach szlachetnych osadzonych na nośnikach tlenkowych, takich jak Al_2O_3 czy ZnO [1]. Mimo swojego potencjału technologicznego, DRM nie został jak dotąd szeroko wdrożony w przemyśle, głównie z powodu podatności katalizatorów na dezaktywację, wynikającą z osadzania się depozytów węglowych oraz spiekania cząstek metalu [2]. Trwają jednak intensywne prace nad opracowaniem katalizatorów bardziej odpornych na te zjawiska. Zastosowanie nośników węglowych (np. wielościennych nanorurek węglowych - CNT) umożliwia równomierną dystrybucję nanocząstek faz aktywnych oraz zapobiega wyżej wspomnianemu, niepożądanemu zjawisku spiekania tych faz.

Nasze badania koncentrują się na otrzymywaniu i badaniu katalizatorów metalicznych typu $\text{M-La}_2\text{O}_3\text{-CeZrO}_2/\text{CNT}$ (gdzie M to Pt i/lub Ni) w kontekście ich aktywności w reakcji DRM. Konwersja CH_4 i CO_2 do gazu syntezowego oraz obecność odwrotnej reakcji gazu wodnego (RWGS) zostały zbadane w kontekście składu fazowego katalizatora oraz jego morfologii. Stwierdzono, że badane katalizatory wykazują dużą aktywność w reakcji DRM i są odporne na odkładanie się depozytów węglowych. Jednakże zarówno obecność Pt jak i La_2O_3 ma znaczny wpływ na mechanizm reakcji DRM i obecność reakcji RWGS.

Literatura

- [1] X. Cai, Y.H Hu, *Energy Sci. Eng.* 7 (2019) 4–29.
- [2] N.A. Abd Ghani, A. Azapour, S.A.F. Syed Muhammad, N.M. Ramli, D.-V.N. Vo, B. Abdullah, *Appl. Petrochem. Res.* 8 (2018) 263–270.

Zastosowanie ogrzewania mikrofalowego w procesach aktywacji chemicznej odpadów zielarskich: badania fizykochemiczne i sorpcyjne

Dorota Paluch¹, Aleksandra Bazan-Woźniak¹, Agnieszka Nosal-Wiercińska², Robert Pietrzak¹

¹*Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Chemii, ul. Uniwersytetu Poznańskiego 8, 61-614 Poznań*

²*Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie, Wydział Chemii, Instytut Nauk Chemicznych, Katedra Chemii Analitycznej, plac Marii Curie-Skłodowskiej 3, 20-031 Lublin*

Węgiel aktywny, jako materiał o strukturze porowatej, znajduje zastosowanie w wielu dziedzinach, w tym w oczyszczaniu wody, usuwaniu zanieczyszczeń gazowych oraz w procesach przemysłowych, zwłaszcza w przemyśle spożywczym. Wykorzystanie bioodpadów do produkcji węglowych materiałów sorpcyjnych, stanowi istotny krok w kierunku ochrony środowiska i redukcji ilości odpadów stałych [1]. Węgłe aktywne otrzymane z bioodpadów często charakteryzują się wyższą efektywnością w usuwaniu zanieczyszczeń niż adsorbenty komercyjne.

Celem przeprowadzonych badań było zbadanie wpływu ogrzewania mikrofalowego i doboru prekursora na właściwości fizykochemiczne i sorpcyjne bioadsorbentów otrzymanych poprzez aktywację chemiczną węglanem sodu nasion kminku zwyczajnego (*Carum carvi* L.) oraz kopru włoskiego (*Foeniculum vulgare*). Otrzymane biowęgłe poddano szczegółowej charakterystyce fizykochemicznej. Analizy wykonano przy użyciu niskotemperaturowych izoterm adsorpcji-desorpcji azotu, analizy XPS, a także miareczkowania Boehma w celu określenia obecnych grup funkcyjnych na powierzchni materiałów. W celu zbadania właściwości sorpcyjnych otrzymanych biowęgeli zastosowano wodne roztwory czerwieni metylowej oraz błękitu metylenowego. Pojemności sorpcyjne otrzymanych adsorbentów węglowych wynosiły od 32 do 39 mg/g dla czerwieni metylowej oraz od 68 do 91 mg/g dla błękitu metylenowego. Uzyskane dane eksperymentalne zostały dopasowane do dwóch modeli: Langmuira i Freundlicha. W celu określenia kinetyki procesów adsorpcji zastosowano cztery modele: pseudo-pierwszego rzędu, pseudo-drugiego rzędu, dyfuzji wewnątrzcząsteczkowej oraz modelu Elovicha.

Literatura

- [1] M. F. Hassan, M. A. Sabri, H. Fazal, A. Hafeez, N. Shezad, M. Hussain, *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 145, (2020), 104715.

Określenie skuteczności metod chemicznych w destrukcji mikroplastików (PVC) w osadach ściekowych wykorzystywanych w rolnictwie

Sławomir Kaczmarek, Robert Wolski, Robert Pietrzak

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

Mikroplastikiem nazywa się cząstki syntetycznych polimerów, nierozpuszczalnych w wodzie i nie biodegradowalnych, pochodzenia petrochemicznego. Przyjmuje się, że mikroplastikiem określa się cząstki mniejsze niż 5 mm, choć niektóre prace podają wielkości poniżej 1 mm lub 0,1 mm [1]. Bardzo niskie zdolności do biodegradacji powodują, że zanieczyszczenie nim jest praktycznie powszechne, cząstki mikroplastiku wykryte zostały nawet w Arktyce [2]. Typowe ścieki komunalne zawierają mikrocząsteczki tworzyw sztucznych pochodzące głównie z kosmetyków, detergentów oraz włókien tekstylnych. Badania wykazały, że są to cząstki powszechnie używanych plastików – polietylenu, polipropylenu, polichlorku winylu oraz polistyrenu [3]. Ze względu na swoją strukturę i właściwości, cząstki mikroplastiku bardzo chętnie przechodzą do osadów ściekowych. W związku z tym ich obecność w osadzie ściekowym stanowi problem, zwłaszcza w kontekście wykorzystania tego osadu w celach rolniczych, tym bardziej, że procesy stabilizacji osadów ściekowych nie wpływają w żadnym stopniu na fizykochemię cząstek mikroplastiku.

W celu potwierdzenia i określenia stopnia degradacji PVC, postanowiono przeprowadzić procesy higienizacji i określić ilość wydzielanych jonów chlorkowych. Przeprowadzone procesy higienizacji metodami chemicznymi nie spowodowały znaczącej destrukcji mikroplastiku (PVC) zawartego w osadzie ściekowym.

Literatura

- [1] M. Vert, et al. (2012), Terminology for biorelated polymers and applications (IUPAC Recommendations 2012). Pure Appl. Chem., 84, 337-410. A. Nazwisko, M. Nazwisko, w: „Surface and Colloid Science”, E. Matijević (ed), vol. 14, Plenum Press, Nowy Jork, Londyn 1987, 301.
- [2] Jinsheng Huang, Hao Chen, Yulin Zheng, Yicheng Yang, Yue Zhang, Bin Gao, (2021) Microplastic pollution in soils and groundwater: Characteristics, analytical methods and impacts, Chemical Engineering Journal, Volume 425, 131870, ISSN 1385-8947.
- [3] T. Bosker, et al (2019). Microplastics accumulate on pores in seed capsule and delay germination and root growth of the terrestrial vascular plant *Lepidium sativum*. Chemosphere, 226, 774–781.

Wpływ modyfikacji kwasowej na właściwości adsorpcyjne wermikulitu względem dwutlenku węgla

Katarzyna Wal^{1,2}, Joanna Cybińska^{1,3}, Piotr Rutkowski²

¹ Sieć Badawcza Łukasiewicz – PORT Polski Ośrodek Rozwoju Technologii, Wrocław

² Wydział Chemiczny, Politechnika Wrocławska, Wrocław

³ Wydział Chemii, Uniwersytet Wrocławski, Wrocław

Zanieczyszczenie powietrza stanowi istotny problem o charakterze globalnym, który wywiera bezpośredni wpływ na środowisko oraz jakość życia ludzkiego. Wśród gazów cieplarnianych szczególnie niebezpieczny jest dwutlenek węgla (CO_2), którego emisje pochodzą głównie ze spalania paliw kopalnych, utylizacji odpadów oraz różnorodnych procesów przemysłowych. Obecność CO_2 w atmosferze przyczynia się do wzrostu efektu cieplarnianego i nasilenia zjawiska globalnego ocieplenia [1].

Jednym z obiecujących materiałów do roli adsorbentów gazowych zanieczyszczeń są minerały ilaste. Wermikulit, będący przedstawicielem tej grupy materiałów, ze względu na swoją strukturę warstwową, dużą powierzchnię właściwą oraz zdolność do modyfikacji chemicznej może być wykorzystany jako adsorbent zarówno z fazy wodnej, jak i gazowej.

Celem niniejszej pracy była ocena wpływu modyfikacji kwasowej wermikulitu na jego właściwości sorpcyjne względem dwutlenku węgla. W ramach badań przygotowano serie próbek modyfikowanych kwasem azotowym o różnych stężeniach (1, 2, 3, 4 mol dm^{-3}). Próbki poddano szczegółowej charakterystyce fizykochemicznej z wykorzystaniem technik takich jak: analiza powierzchni właściwej metodą BET, termogravimetria (TG), spektroskopia w podczerwieni (ATR-FTIR), dyfrakcja rentgenowska (XRD) oraz skaningowa mikroskopia elektronowa (SEM).

Przeprowadzona modyfikacja wykazała pozytywny wpływ na właściwości adsorpcyjne analizowanych próbek. Otrzymane wyniki potwierdzają skuteczność obróbki kwasowej jako metody zwiększającej aktywność sorpcyjną minerałów ilastych względem CO_2 .

Literatura

- [1] N. Horri, E.S. Sanz-Pérez, A. Arencibia, R. Sanz, N. Frini-Srasra, E. Srasra, *Applied Clay Science*, 180 (2019) 105195.

Podziękowania: Praca została wykonana w ramach realizacji doktoratu wdrożeniowego finansowanego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, nr DWD/3/17/2019.

Zastosowanie funkcjonalizowanych hydrotalkitów jako katalizatorów w reakcji selektywnej redukcji NO amoniakiem

Bogdan Samojedon, Ilona Kolebuk, Paulina Summa, Monika Motak

AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

Katalizatory modyfikowane tlenkami nanometrycznymi są przedmiotem intensywnych badań w kontekście ich zastosowania w reakcjach chemicznych istotnych z punktu widzenia ochrony środowiska, w tym przede wszystkim w procesach redukcji tlenków azotu (NOx). Dzięki dużej powierzchni właściwej, wysokiej dyspersji fazy aktywnej oraz zdolności do tworzenia centrów aktywnych o pożądanych właściwościach redoks, tlenki te stanowią atrakcyjną alternatywę dla konwencjonalnych materiałów nośnikowych, takich jak węgle aktywne czy glinokrzemiany.

Celem prezentowanej pracy było porównanie właściwości fizykochemicznych i katalitycznych materiałów na bazie hydrotalkitu (HT), modyfikowanych miedzią, otrzymanych w różnych warunkach syntezy. W szczególności skupiono się na wpływie temperatury kalcynacji (550°C i 650°C) na strukturę, skład fazowy oraz aktywność katalityczną uzyskanych materiałów. Hydrotalkity zostały zsyntezowane metodą współstrącania przy stałym pH (w zakresie 9,5–10,5), a następnie poddane procesom suszenia i kalcynacji.

Otrzymane próbki zostały scharakteryzowane za pomocą szeregu technik analitycznych, w tym dyfrakcji rentgenowskiej (XRD), spektroskopii w podczerwieni z transformacją Fouriera (FTIR), spektroskopii UV-VIS oraz niskotemperaturowej sorpcji azotu w celu wyznaczenia powierzchni właściwej i charakterystyki porowatości. Ponadto, próbki przetestowano w reakcji selektywnej redukcji katalitycznej amoniakiem (SCR-NH₃), oceniając ich aktywność w funkcji temperatury oraz selektywność względem tworzenia podtlenku azotu (N₂O).

Wyniki badań wykazały, że niezależnie od zastosowanej temperatury kalcynacji, wszystkie próbki wykazywały stosunkowo niską selektywność względem tworzenia N₂O, co jest zjawiskiem pożądanym z punktu widzenia środowiskowego. Jednocześnie materiały oparte na hydrotalkicie charakteryzowały się wysoką aktywnością katalityczną w zakresie temperatur średnich (250–400°C), co czyni je obiecującymi kandydatami do zastosowania w przemysłowych układach oczyszczania gazów spalinowych.

Podziękowania: Praca sfinansowana z grantu AGH 16.16.210.476

Hydrotermalna i mechanochemiczna synteza nanokatalizatorów CuBi_2O_4

Skwarek Ewa¹, Khalameida Svetlana², Charnas Barbara¹, Sydoruk Vladimir²,
Samsonenko Mariya¹, Kotynska Ludmila²

¹*Instytut Nauk Chemicznych, Wydział Chemii, Uniwersytet Marii Curie -
Sktłodowskiej, pl. Maria Curie-Sktłodowskiej 3, 20-031 Lublin, Polska*

²*Instytut Sorpcji i Problemów Endoekologii Narodowej Akademii Nauk Ukrainy,
ul. Naumova 13, 03-164 Kijów, Ukraina*

Bizmutan miedzi CuBi_2O_4 jest obiecującym materiałem do zastosowań fotokatalitycznych w świetle widzialnym. Jego właściwości fizykochemiczne (przede wszystkim powierzchnia właściwa (SSA), struktura krystaliczna i elektronowa) odgrywają decydującą rolę w aktywności. CuBi_2O_4 przygotowany metodą w stanie stałym ma niską wartość SSA, mianowicie nie większą niż $10 \text{ m}^2/\text{g}$. W celu zwiększenia SSA i przygotowania go do stanu nanodyspergowanego, współstrącony skład $\text{CuO-Bi}_2\text{O}_3$ (kserożel) poddano kolejnym zabiegom hydrotermalnym i mechanochemicznym (HTT i MChT).

Badania XRD pokazują, że dobrze skryształizowany CuBi_2O_4 powstaje po syntezie hydrotermalnej HTT. Zmieniając temperaturę HTT (w zakresie $150\text{-}250^\circ\text{C}$), parametry struktury porowatej mogą się zmieniać, w szczególności wartość SSA – w granicach $15\text{-}25 \text{ m}^2/\text{g}$. Następnie synteza sucha MChT hydrotermicznie obrobionych kserożeli CuBi_2O_4 przy 300 obr./min. powoduje ich przekształcenie w proszki wielkości nano. Jednocześnie struktura porowata i krystaliczna zmienia się nieznacznie, ale do struktury zmielonych próbek wprowadzane są defekty, prawdopodobnie wakaty tlenowe. To ostatnie sprzyja zmianom charakterystyki elektronicznej, w szczególności przerwy energetycznej. Zmienia się również struktura granicy faz ciało stałe/woda.

W rezultacie wszystkie przygotowane próbki wykazują aktywność fotokatalityczną pod wpływem promieniowania widzialnego w procesie degradacji cyprofloksacyny (CIP) w środowisku wodnym. CIP jest zanieczyszczeniem ścieków z produkcji farmaceutycznej. Stała szybkości degradacji fotokatalitycznej mieści się w granicach $1\text{-}2 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1}$, co odpowiada stopniowi oczyszczenia ścieków $50\text{-}70\%$ przez 10 godz. Późniejsze mielenie hydrotermalnie syntezowanego CuBi_2O_4 powoduje poprawę jego właściwości fotokatalitycznych.

Wpływ renu na aktywność katalizatorów niklowych do reakcji metanizacji CO₂

Witold Zawadzki¹, Sebastian Pezda¹, Karolina Karpińska-Wlizło², Wojciech Gac¹

¹*Wydział Chemii, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin*

²*Szkoła Doktorska Nauk Ścisłych i Przyrodniczych, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin*

Metanizacja dwutlenku węgla (reakcja Sabatiera) jest jednym z kluczowych procesów umożliwiających integrację odnawialnych źródeł energii z istniejącą infrastrukturą energetyczną przez konwersję CO₂ i wodoru do metanu. Proces ten stanowi odpowiedź na wyzwania związane z transformacją energetyczną, szczególnie w kontekście magazynowania nadwyżek energii z OZE w postaci paliwa gazowego oraz redukcji emisji gazów cieplarnianych. Wodór wykorzystywany w tym procesie może pochodzić z elektrolizy wody zasilanej odnawialną energią elektryczną, natomiast CO₂ – z procesów spalania paliw kopalnych lub konwersji biomasy [1].

Celem niniejszej pracy było zbadanie wpływu zawartości renu (Re) na właściwości fizykochemiczne oraz aktywność katalityczną katalizatorów niklowych stosowanych w reakcji metanizacji CO₂. Badania skoncentrowano na analizie redukowalności, aktywności i selektywności przygotowanych materiałów katalitycznych.

Katalizatory składały się z mezoporowatej krzemionki (SiO₂) jako nośnika, aktywnej fazy metalicznej niklu (Ni) oraz dodatku renu w ilościach 0; 0,5; 1,0; 2,0 i 4,0% wagowych. Przygotowano dwie serie próbek zawierające odpowiednio 10% i 20% wagowych Ni. Materiały syntetyzowano metodą impregnacji na mokro z użyciem roztworów zawierających kwas cytrynowy jako środek wspomagający.

Redukowalność badanych katalizatorów oceniono na podstawie temperaturowej redukcji wodorem (TPR-H₂). Stwierdzono, że dodatek renu znacząco ułatwia redukcję niklu. W zakresie temperatur poniżej 320 °C ren nie wpływa istotnie na aktywność katalizatorów. Jednak w wyższych temperaturach (320–400 °C) obserwuje się wzrost aktywności katalitycznej wraz ze wzrostem zawartości Re, co sugeruje korzystny efekt synergiczny w warunkach intensywnej konwersji CO₂.

Literatura

- [1] W. Gac, W. Zawadzki, M. Rotko, M. Greluk, G. Słowik, G. Kolb, *Catalysis Today*, 357 (2020) 468.

SPONSORZY



MASZ TO W NATURZE



shim-pol®

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

Urządzenia do pomiarów promieniowania dla ochrony radiologicznej, radiochemii i medycyny nuklearnej

Podczas zakupu urządzeń do pomiarów radionuklidów należy zwrócić uwagę na wiele czynników, dlatego pracujemy od A do Z. Wspólnie z klientem analizujemy jego potrzeby, dobieramy rozwiązania dopasowane do mierzonych rodzajów promieniowania, aktywności oraz zakresów energetycznych, kompleksowo szkolimy, a na koniec – zapewniamy wsparcie merytoryczne i serwisowe na każdym etapie prowadzonych badań i pomiarów.



Spektrometria promieniowania

Spektrometry promieniowania alfa, beta i gamma, elektronika, oprogramowanie



Systemy preparatyki próbek

Spopielacze próbek, ekstraktory radionuklidów, materiały zużywalne, roztwory wzorcowe



Mierniki przenośne

Spektrometry, radiometry, mierniki skażeń, dozymetry indywidualne, mierniki radonu, mierniki aerozoli

Wypożycz modele demo na bezpłatne testy i sprawdź nasze urządzenia w swoim środowisku pracy przed podjęciem decyzji zakupowej!

Bruker Polska Sp. z o.o. zajmuje się sprzedażą aparatury pomiarowej, a także oferuje wsparcie serwisowe i aplikacyjne, działając na rynku od 2004 roku. Prowadzimy sprzedaż i serwis aparatury FT-IR, FT-NIR, Raman oraz CBRNE firmy **Bruker Optics**, a także zapewniamy obsługę serwisową aparatury **Bruker Daltonics** (MS) i **Bruker BioSpin** (NMR, EPR, MRI).

Bruker Polska ze swoją długoletnią tradycją zapewnia najwyższą jakość usług serwisowych i aplikacyjnych, a bliskość macierzystych zakładów z Niemiec pozwala na szybkie i kompetentne realizowanie zadań związanych z instalacją i eksploatacją naszych przyrządów oraz umożliwia należyte przystosowanie ich do Państwa potrzeb. Naszym klientom i użytkownikom oferujemy szkolenia z zakresu obsługi spektrometrów, użytkowania oprogramowania i kursy aplikacyjne w siedzibie firmy w Poznaniu oraz w głównych oddziałach w Niemczech.

Bruker Polska Sp. z o.o. oferuje najbardziej zaawansowane spektrometry FT-IR, FT-NIR, Raman i THz oraz detektory CBRNE, aby spełnić wszystkie wymagania stawiane przez codzienną pracę naukową. Niezliczone innowacje wdrożone w naszych spektrometrach są uosobieniem naszej filozofii bycia liderem wydajności w aparaturze analitycznej. Portfolio naszej firmy obejmuje:

- Spektrometry i mikroskopy FT-IR
- Spektrometry FT-NIR
- Spektrometry i mikroskopy Raman
- Analizatory gazów FT-IR
- Detektory CBRNE

Zapraszamy do zapoznania się z naszą ofertą!

Podstawą działalności naszej firmy jest zawsze indywidualne podejście oraz dostosowanie proponowanych rozwiązań do potrzeb Klienta.

Dane teleadresowe:

Tel. +48 61 868 90 08

Bruker Polska Sp. z o.o.

Fax. +48 61 868 90 96

ul. Budziszewska 69

60-179 Poznań

www: **www.bruker.com**

email: **bruker.polska@bruker.com**



Leading Innovations

We know Vibrational Spectroscopy.

Advanced Research and QA/QC Solutions based on Infrared, Near Infrared and Raman Spectroscopy.

Our selection of near, mid and far infrared and Raman spectrometers is unrivalled across the industry. Our portfolio includes compact, portable routine as well as powerful research spectrometers. Our solutions cover the entire spectral range from near infrared, mid infrared, far infrared to THz applications.

- FT-IR Spectrometers
- FT-NIR Spectrometers
- Raman Spectrometers
- Process Monitoring
- Remote Sensing
- FT-IR Research Spectrometers
- FT-IR Microscopes
- Raman Microscopes
- Dairy Analyzers
- Gas Analyzers
- Silicon Analyzers
- Software Solutions

For more information please visit www.bruker.com/optics

Bruker Polska Sp.z o.o.

Budziszyńska 69

60-179 Poznań

Tel. +48 61 868 90 08

Fax. +48 61 868 90 96

Email: bruken.polska@bruken.com

WYSTAWCY



Altium International Sp. z o.o. provides complete solutions that enable customers to identify and conduct research on thousands of substances, determining their composition, structure, physical, chemical, and biological properties, as well as cellular, metabolic, and DNA/RNA analysis.

Our portfolio includes, among others: gas and liquid chromatographs, mass detectors, ICP-MS spectrometers, capillary electrophoresis apparatus, bioanalyzers and microarray scanners, and cellular metabolism analyzers. The analytical equipment provided by Altium International is used in scientific research laboratories at universities, research institutes, and in quality control related to environmental protection, food testing, the petrochemical, chemical, cosmetic, pharmaceutical, and food industries.



We encourage you to explore our portfolio:



Altium International Sp. z o.o.
ul. Puławska 303, 02-785 Warszawa
+48 22 549 14 00
www.altium.net/pl

Anton Paar Poland Sp. z o.o.

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

Od dziesięcioleci Anton Paar łączy precyzyjną produkcję mechaniczną z najnowszymi osiągnięciami w dziedzinie badań i rozwoju. W ostatnich latach firma Anton Paar GmbH inwestuje ok. 20% swoich rocznych obrotów w badania i rozwój. Oferowane przez nią rozwiązania analityczne powstają w dziewięciu zakładach produkcyjnych (w Europie i USA). Ciekawostką jest, że firma zaprojektowała i stworzyła dedykowany piłce nożnej symulator treningowy tzw. skills.lab, gdzie amatorzy i profesjonalści mogą doskonalić swoje umiejętności piłkarskie w rzeczywistych warunkach.

Grupa Anton Paar jest aktywna w ponad 115 krajach i posiada 39 przedstawicielstw handlowych na świecie. Obecnie ponad 4200 pracowników w światowej sieci badań i rozwoju, produkcji, sprzedaży i wsparcia bierze odpowiedzialność za jakość, niezawodność i serwis produktów wytwarzanych przez Anton Paar. Od 2003 roku właścicielem firmy Anton Paar jest Fundacja Charytatywna Santnera.

Poza pracami badawczo-rozwojowymi, rozwój firmy Anton Paar opiera się również na strategicznych przejściach. Między innymi w 2014 roku firma przejęła CSM Instruments SA w Szwajcarii (urządzenia do charakteryzacji powierzchni w skali mikro i nano). W 2017 r. firma Anton Paar wprowadziła do swojego portfolio technologię analizy wielkości cząstek opartą o trzy główne techniki pomiarowe. Wraz z przejęciem firmy Quantachrome Instruments (USA) w lutym 2018 r. i AXO Dresden w lutym 2019 r., Anton Paar poszerzyła zakres technologii pomiarowych do swojej dyspozycji o przyrządy do badania charakterystyki porów i materiałów porowatych oraz rozwiązania w zakresie optyki rentgenowskiej.



W 2022 roku obchodziliśmy setne urodziny naszej firmy. Kiedy w 1922 roku Pan Anton Paar założył firmę z siedzibą w Austrii, był to dopiero pierwszy krok w długiej podróży. Od tego czasu firma Anton Paar nieustannie bada i tworzy nowe sposoby łączenia precyzyjnej inżynierii z nauką, dążąc do perfekcji w swoich rozwiązaniach. Jesteśmy gotowi i podekscytowani, czekając na następny rozdział - kolejne 100 lat.

WYŁĄCZNY AUTORYZOWANY PRZEDSTAWICIEL HANDLOWY I SERWISOWY
W POLSCE, ŚWIATOWYCH PRODUCENTÓW APARATURY LABORATORYJNEJ –
TELEDYNE ISCO INC., CEM CORPORATION, SYRRIS LTD, MANTECH INC.,
SOAPY-EUROPE LTD, ZEULAB, THALESNANO INC.

W szerokiej ofercie naszej firmy znajdują Państwo między innymi:

Systemy chromatograficzne firmy TELEDYNE ISCO Inc.

Urządzenia laboratoryjne firmy CEM Corporation:

- reaktory mikrofalowe
- synteza peptydów
- mineralizatory mikrofalowe
- piece muflowe
- analizatory składu

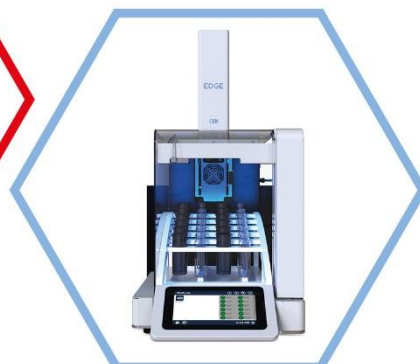
Reaktory i pompy strzykawkowe firmy SYRRIS Ltd.

Analizatory elektrochemiczne firmy MANTECH Inc.

Zmywarki laboratoryjne firmy GETINGE

Inteligentne urządzenia do mycia rąk firmy SOAPY-EUROPE Ltd.

Komory rękawicowe firmy JACOMEX



Serdecznie zachęcamy do kontaktu. Nasi specjaliści pomogą w wyborze urządzeń i dostosują ofertę do Państwa wymagań aplikacyjnych.

Zapraszamy również do korzystania z usług autoryzowanego serwisu.

Technika LC-MS

Precyzja na każdym kroku

1 Przygotowanie próbki

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



2 Przygotowanie zestawu HPLC

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



3 Analiza HPLC

Kolumny U/HPLC
 Prekolumny
 Prefiltry



Supelco®
 Analytical Products

Millipore®
 Preparation, Separation,
 Filtration & Monitoring Products

Sigma-Aldrich®
 Lab & Production Materials

Milli-Q®
 Lab Water Solutions

Analiza Termiczna



Termogravimetria (TGA)



Skaningowa kalorymetria różnicowa (DSC)

NETZSCH oferuje kompleksowe rozwiązania w zakresie aparatury do analizy termicznej. Możliwość wykonywania pomiarów w niskich i wysokich temperaturach oraz w specjalnych atmosferach gazowych pozwala na charakterystykę – nawet najbardziej zaawansowanych materiałów.



Przewodność cieplna (LFA)



Jednoczesna analiza termiczna (STA)

NETZSCH to gwarancja najwyższej jakości i innowacyjnej technologii w dziedzinie technik termooanalitycznych. Unikalne rozwiązania stwarzają szerokie możliwości zastosowań naszej aparatury w dziedzinach, takich jak kosmonautyka, nanotechnologia, nadprzewodnictwo czy energetyka jądrowa.



Reologia



Dylatometria (DIL)

NETZSCH Instrumenty Sp. z o.o.
ul. Halicka 9
31-036 Kraków
Poland
Tel.: +48 12 4240920
Fax: +48 12 4240939
www.netzsch.com.pl

LUM

- Analiza dyspersji cieczowych i charakterystyka cząstek
- Przyspieszone badanie stabilności fizycznej dyspersji
- Predykcyjne i porównawcze testy trwałości
- Kompleksowe badanie zjawisk destabilizacji fizycznej w dyspersjach cieczowych
- Badanie wielkości i rozkładu prędkości i wielkości cząstek
- Analizatory adhezji i wiązania



Sprawdź
ofertę



- Aparatura laboratoryjna do badania aerozoli
- Kondensacyjne liczniki cząstek i spektrometry wielkości cząstek
- Generatory aerozoli i Impaktory kaskadowe
- Aparatura do monitoringu zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego i wewnątrz pomieszczeń zamkniętych
- Systemy do badań nanocząstek
- Testery filtrów oraz testery szczelności



TORPAC®

ERWEKA
part of **VERDER**

ul. Sekwoi 4, 05-077 Warszawa
Biuro handlowe:
Al. Jerozolimskie 200 lok. 416
02-486 Warszawa
Tel. +48 608 921 922, fax +48 22 658 0771



Spółka z o.o.

info@nlab.pl

www.nlab.p

Since 1998 **nLab** delivers advanced research instrumentation. We specialize in the field of electrochemistry, corrosion research, electrochemical energy sources, tensiometry, studies of surface properties, surface plasmon resonance (SPR and L-SPR), scanning electrochemical microscopy (SECM), physico-chemical and analytical studies. We are the exclusive representative in Poland of well-known brands: **Metrohm-Autolab**, **Metrohm-DropSens**, **Sensolytics**, **KSV-NIMA**, **Attension**, **Biolin Scientific**, **Insplosion**, **BioNavis**. For all these products we also provide the service.

Od 1998 roku **nLab sp. z o.o.** dostarcza specjalistyczne przyrządy naukowo-badawcze i pomiarowe. Jesteśmy ekspertami w dziedzinie elektrochemii, badań korozyjnych, elektrochemicznych źródeł energii, tensjometrii, badań właściwości powierzchniowych, rezonansu plazmonów powierzchniowych (SPR i L-SPR), skaningowej mikroskopii elektrochemicznej (SECM) oraz badań fizykochemicznych i analitycznych. Jako wyłączni przedstawiciele reprezentujemy w Polsce marki **Metrohm-Autolab**, **Metrohm-DropSens**, **Sensolytics**, **KSV-NIMA**, **Attension**, **Biolin Scientific**, **Insplosion**, **BioNavis**. Prowadzimy także serwis aparatury.





PIK Instruments to dynamiczna polska firma, która od ponad 10 lat z pasją wspiera rozwój nauki i technologii. Nasz zespół, oparty na wartościach takich jak szacunek, uczciwość i pasja, dąży do zwiększenia potencjału naukowego w Polsce poprzez innowacyjne rozwiązania aparaturowe. Wierzymy, że wspólnie możemy budować renomę polskich laboratoriów na świecie i inspirować do nowych odkryć. Dołącz do nas i odkryj potencjał, który możemy razem zrealizować!



ul. Źródłana 9 05-090 Laszczki

Tel. +48 22 726 74 96

kontakt@pik-instruments.pl

NIP: 123-137-79-98



PIK-Instruments.pl

SARTORIUS

Choć Sartorius jest dobrze znany jako wiodący międzynarodowy dostawca sprzętu farmaceutycznego i laboratoryjnego, w rzeczywistości współpracuje z szerokim zakresem klientów praktycznie w każdej branży. Dzięki innowacyjnym i intuicyjnym produktom oraz rozwiązaniom pomagamy zwiększać efektywność i produktywność, zarówno w rutynowych, jak i skomplikowanych procesach laboratoryjnych, czy też w specyficznych dla konkretnej dziedziny zastosowaniach.

Możesz liczyć na nasze wsparcie w różnorodnych zastosowaniach w szerokim zakresie branż intensywnie wykorzystujących technologie, takich jak nauka - badania i rozwój, przemysł spożywczy i napojowy, motoryzacyjny, chemiczny, badania środowiskowe, urządzenia medyczne, przemysł powłok malarskich.

Poznaj nas i pozwól nam poznać Ciebie, odwiedź stronę **Sartorius.com**



Ważenie laboratoryjne



Pipetowanie



Woda laboratoryjna



Filtracja laboratoryjna



Analiza mikrobiologiczna



Serwis

Sartorius Poland Sp. z o.o.

ul. Wrzesińska 70

62-025 Kostrzyn

tel. 61 647 38 30

fax. 61 647 38 39

e-mail: info.pl@sartorius.com



UNI-EXPORT
Instruments Polska



Skaningowa mikroskopia **elektronowa**



Wykrywanie i kontrola **nieszczelności**



Analiza własności **proszków i pianek**



Technika **próżniowa**



Analiza własności **materiałów porowatych**



Reologia, Mikroreologia



Pomiar **wielkości i analiza kształtu cząstek**



Stabilność fizyczna i pomiar **potencjału zeta**



Kontrola i pomiar **przepływu gazów**



Spektrometria i analiza gazów

www.UNI-EXPORT.com.pl



MERAZET S.A. jest firmą handlowo – usługową działającą ponad 70 lat na rynku aparatury laboratoryjnej i sprzętu pomiarowo – kontrolnego w Polsce. Zapewniamy kompleksową obsługę w zakresie doradztwa technicznego sprzedaży oraz serwisu dostarczanej aparatury.

Jesteśmy autoryzowanym przedstawicielem wielu producentów krajowych i zagranicznych. W ofercie posiadamy, m.in.: zbiorniki do przechowywania ciekłego azotu, myjki ultradźwiękowe, suszarki, cieplarki, inkubatory z chłodzeniem, szafy termostatyczne, komory klimatyczne, mieszała magnetyczne i mechaniczne, pehametry, konduktometry, tlenomierze, komory laminarne, młynki, przesiewacze, laserowe mierniki wielkości cząstek, wirówki, zamrażarki niskotemperaturowe, termobloki, autoklawy, wagi, wagosuszarki, goniometry, tensjometry, mikroskopy, piece, chłodziarki, zamrażarki, pompy próżniowe.

Wyposażenie laboratoriów; serwis gwarancyjny i pogwarancyjny urządzeń, walidacje i okresowe przeglądy urządzeń laboratoryjnych. Jakość usług potwierdzona certyfikatem PNEN ISO 9001:2015.

LISTA UCZESTNIKÓW

dr Krzysztof Bańka, "SHIM-POL A. M. Borzymowski" E. Borzymowska-Reszka, A. Reszka Sp.J.
dr hab. Mariusz Barczak, prof. uczelni, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie
dr hab. inż. Piotr Batys, prof. uczelni, Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera PAN
mgr inż. Maciej Bazarnik, PIK INSTRUMENTS Sp. z o.o.
dr Aleksander Bieguński, nLab Sp. z o.o.
mgr Michał Bloch, Merazet S.A.
dr hab. Anita Bocho-Janiszewska, prof. uczelni, Uniwersytet Radomski im. Kazimierza Pułaskiego
mgr inż. Helena Bogusz-Koziarska, Anton Paar Poland Sp. z o.o.
dr Antonina Bondarieva, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie
prof. dr hab. Stanisław Chibowski, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie
prof. dr hab. Judyta Cielecka-Piontek, Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu
dr hab. Bożena Czech, prof. uczelni, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie
dr hab. inż. Olga Długosz, prof. uczelni, Politechnika Krakowska im. T. Kościuszki
dr hab. Agnieszka Dołhańczuk-Śródka, prof. uczelni, Uniwersytet Opolski
prof. dr hab. Marzena Dzida, Uniwersytet Śląski w Katowicach
dr inż. Aleksander Ejsmont, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu
dr Marzena Fiałek, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie
inż Adam Fordon, Uni-Export Instruments Polska Sp. z o.o.
prof. dr hab. Wojciech Gac, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie
dr Mariia Galaburda, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie
mgr Łukasz Giliński, NGLab Sp. z o.o.
dr Małgorzata Gil-Kowalczyk, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie
dr Rafał Głaszczka, "SHIM-POL A. M. Borzymowski" E. Borzymowska-Reszka, A. Reszka Sp. J.
dr hab. Joanna Gościańska, prof. uczelni, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu
prof. dr hab. Małgorzata Grabarczyk, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie
dr hab. Magdalena Greluk, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie
mgr Tomasz Gromulski, Altium International Sp. z o.o.
mgr Marlena Groszek, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie
mgr Marcin Groszek, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

dr Sebastian Grzyb, Wyższa Szkoła Inżynierii i Zdrowia w Warszawie

dr hab. Gabriela Grzybek, Uniwersytet Jagielloński w Krakowie

dr hab. Dorota Gugęła-Fekner, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

dr inż. Krzysztof Hodor, Netzsch Instrumenty Sp. z o.o.

prof. dr hab. Marcin Hoffmann, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

dr Zofia Hordyjewicz-Baran, Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Ciężkiej Syntezy Organicznej "Blachownia"

dr hab. Daniel Janecki, prof. uczelni, Uniwersytet Opolski

prof. dr hab. Bronisław Jańczuk, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

dr hab. Katarzyna Jedynak, prof. uczelni, Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach

dr inż. Filip Jędrzejek, Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

dr hab. Małgorzata Jurak, prof. uczelni, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

mgr inż. Piotr Kasprzycki, Irtech Sp. z o.o.

mgr Wojciech Kaźmierski, Bruker Polska Sp. z o.o.

dr Karolina Kędra, Instytut Chemii Fizycznej PAN

dr inż. Izabela Kłapiszewska, Politechnika Poznańska

dr hab. inż. Łukasz Kłapiszewski, prof. uczelni, Politechnika Poznańska

dr hab. inż. Tomasz Klepka, prof. uczelni, Politechnika Lubelska

dr hab. Jolanta Kochana, prof. uczelni, Uniwersytet Jagielloński w Krakowie

mgr Klaudia Kowalska, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

dr hab. Joanna Krawczyk, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

prof. dr hab. Mariusz Krawiec, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

mgr Kamil Kruk, Anton Paar Poland Sp. z o.o.

prof. dr hab. Paweł Kulesza, Uniwersytet Warszawski

dr hab. Joanna Lenik, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

mgr inż. Izabella Leszczyńska, Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera PAN

prof. dr hab. Iwona Łakomska, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

dr hab. inż. Agata Łamacz, prof. uczelni, Politechnika Wrocławska

prof. dr hab. Bogusława Łęska, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

prof. dr hab. Wojciech Macyk, Uniwersytet Jagielloński w Krakowie

mgr inż. Benita Malinowska, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

prof. dr hab. Irena Malinowska, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

dr hab. Beata Messyasz, prof. uczelni, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

prof. dr hab. Krzysztof Miecznikowski, Uniwersytet Warszawski

mgr Klaudia Morawska, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

prof. dr hab. Monika Motak, Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

dr inż. Joanna Najman, Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

prof. dr hab. Agnieszka Nosal-Wiercińska, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

dr hab. Piotr Nowicki, prof. uczelni, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

dr Mateusz Ochab, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

dr Iwona Ostolska, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

dr Viktoriia Paientko, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

dr Rafał Panek, Politechnika Lubelska

dr hab. Radosław Pankiewicz, prof. uczelni, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

prof. dr hab. Tomasz Pańczyk, Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera PAN

dr Aliaksei Papkov, Sartorius Poland Sp. z o.o.

mgr Alicja Pawlak, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

prof. dr hab. Robert Pietrzak, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

mgr Łukasz Pietura, Sartorius Poland Sp. z o.o.

prof. dr hab. Beata Podkościelna, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

dr hab. Paweł Rodziewicz, prof. uczelni, Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach

dr hab. inż. Piotr Rutkowski, prof. uczelni, Politechnika Wrocławska

prof. dr hab. Janusz Ryczkowski, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

dr inż. Bogdan Samojeđen, Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

dr hab. inż. Elżbieta Sikora, prof. uczelni, Politechnika Krakowska im. T. Kościuszki

prof. dr hab. Sławomira Skrzypek, Uniwersytet Łódzki

dr hab. Ewa Skwarek, prof. uczelni, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

dr inż. Hilary Smogór, Netzsch Instrumenty Sp. z o.o.

dr Małgorzata Smuga, Merck Sp. z o.o.

prof. dr hab. inż. Marcin Sobczak, Warszawski Uniwersytet Medyczny

dr hab. Paweł Stelmachowski, prof. uczelni, Uniwersytet Jagielloński w Krakowie

dr Dariusz Sternik, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

dr hab. Marcin Stobiński, prof. uczelni, Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

mgr Mirosław Stróżak, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

dr hab. Anna Szabelska, prof. uczelni, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

dr hab. Katarzyna Szarłowicz, prof. uczelni, Akademia Górniczo-Hutnicza
im. Stanisława Staszica w Krakowie

dr hab. Katarzyna Szymczyk, prof. uczelni, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

dr hab. inż. Agnieszka Ślosarczyk, prof. uczelni, Politechnika Poznańska

dr hab. Konrad Terpiłowski, prof. uczelni, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

mgr Karina Tokarska, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

mgr Stefan Tombiński, Irtech Sp. z o. o.

dr inż. Aneta Tor-Świątek, Politechnika Lubelska

dr Arnold Uhl, LUM GmbH

mgr Marcin Wachelka, CEMIS-TECH Sp. z o.o.

dr hab. Cecylia Wardak, prof. uczelni, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

prof. dr hab. inż. Piotr Warszyński, Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni
im. Jerzego Habera PAN

prof. dr hab. inż. Tomasz Wasilewski, Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Ciężkiej Syntezy
Organicznej "Błachownia"

mgr Barbara Wawrzasek, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

dr hab. Agnieszka Wiącek, prof. uczelni, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

prof. dr hab. inż. Piotr Wieczorek, Uniwersytet Opolski

dr inż. Agata Wiertel-Pochopień, Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni
im. Jerzego Habera PAN

prof. dr hab. Małgorzata Wiśniewska, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

mgr Edyta Wlazłowska, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

dr Paweł Wojciechowski, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

mgr inż. Paweł Wojda, Anton Paar Poland Sp. z o.o.

mgr inż. Gabriela Wojtan, Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni
im. Jerzego Habera PAN

dr hab. Anna Wołowicz, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

dr hab. Grzegorz Wójcik, prof. uczelni, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

dr Ganna Yanovska, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

mgr Dorota Zaburska, Merck Sp. z o.o.

dr Witold Zawadzki, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

prof. dr hab. Jan Zawala, Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni
im. Jerzego Habera PAN

prof. dr hab. Anna Zdziennicka, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

SPIS TREŚCI

HONOROWY KOMITET NAUKOWY.....	3
KOMITET NAUKOWY	5
ORGANIZATORZY	10
KOMITET ORGANIZACYJNY	11
SEKCJE KONFERENCJI	12
WYKŁAD INAGURACYJNY	13
WYKŁADY PLENARNE	17
ADSORPCJA I STABILNOŚĆ UKŁADÓW ZDYSPERGOWANYCH - WYKŁADY.....	21
ADSORPCJA I STABILNOŚĆ UKŁADÓW ZDYSPERGOWANYCH - KOMUNIKATY	25
ADSORPCJA I STABILNOŚĆ UKŁADÓW ZDYSPERGOWANYCH - POSTERY	31
ELEKTROCHEMIA, ELEKTROANALIZA I CHEMIA ANALITYCZNA - WYKŁADY.....	44
ELEKTROCHEMIA, ELEKTROANALIZA I CHEMIA ANALITYCZNA - KOMUNIKATY	48
ELEKTROCHEMIA, ELEKTROANALIZA I CHEMIA ANALITYCZNA - POSTERY	52
FIZYKOCHEMIA CIAŁA STAŁEGO - WYKŁADY	67

FIZYKOCHEMIA CIAŁA STAŁEGO - KOMUNIKATY	70
FIZYKOCHEMIA CIAŁA STAŁEGO - POSTERY	74
CHEMIA W MEDYCYNIE I KOSMETYCE - WYKŁADY	95
CHEMIA W MEDYCYNIE I KOSMETYCE - KOMUNIKATY.....	102
CHEMIA W MEDYCYNIE I KOSMETYCE - POSTERY	106
CHEMIA ŚRODOWISKOWA I RADIOCHEMIA - WYKŁADY	119
CHEMIA ŚRODOWISKOWA I RADIOCHEMIA - KOMUNIKATY	123
CHEMIA ŚRODOWISKOWA I RADIOCHEMIA - POSTERY.....	130
TECHNOLOGIA CHEMICZNA I KATALIZA - WYKŁADY	144
TECHNOLOGIA CHEMICZNA I KATALIZA - KOMUNIKATY	148
TECHNOLOGIA CHEMICZNA I KATALIZA - POSTERY	154
SPONSORZY.....	165
WYSTAWCY	170
LISTA UCZESTNIKÓW.....	182



FGF | **FIZYKOCHEMIA
GRANIC FAZ**

Odwiedź nas na
fgf.umcs.pl



UMCS
UNIWERSYTET MARII CURIE-SKŁODOWSKIEJ



UMCS
INSTYTUT NAUK CHEMICZNYCH



UMCS
WYDZIAŁ CHEMII

