
**SESJA SPRAWOZDAWCZA
UCZESTNIKÓW STUDIÓW DOKTORANCKICH
NA WYDZIALE CHEMICZNYM
POLITECHNIKI GDAŃSKIEJ
ORAZ STUDIÓW DOKTORANCKICH
NA WYDZIALE CHEMII
UNIwersytetu GDAŃSKIEGO**

GDAŃSK 16-17.09.2019

MATERIAŁY

redaktorzy

**prof. dr hab. inż. Maciej Bagiński
dr hab. Zbigniew Kaczyński, prof. UG**

redakcja techniczna

**dr inż. Renata Marcinkowska
dr inż. Agnieszka Głowacz-Różyńska
mgr Urszula Kampowska
Katarzyna Cymbała**



**Wydział Chemiczny
Politechnika Gdańska**

**Wydział Chemii
Uniwersytet Gdański**

Gdańsk 2019

Prawa autorskie © 2019 Wydział Chemiczny, Politechnika Gdańska, Gdańsk

Wszystkie prawa zastrzeżone. Żadna część niniejszej pracy objęta prawami autorskimi nie może być reprodukowana za pomocą żadnych środków - graficznych, elektronicznych lub mechanicznych
- lub wykorzystywana w żadnej postaci bez pisemnej zgody wydawcy.

SŁOWO WSTĘPNE

Szanowni Państwo,

Oddajemy w Państwa ręce opracowanie materiałów z Sesji Sprawozdawczej Studiów Doktoranckich za rok akademicki 2018/2019. Materiały te, tak jak poprzednio, zawierają abstrakty wystąpień doktorantów jak też pewne informacje ogólne o Studiach Doktoranckich prowadzonych na Wydziale Chemicznym PG i Wydziale Chemii UG.

W poprzednich latach w materiałach wstępnych do sesji sprawozdawczej przedstawiałem problematykę i wyzwania związane ze studiami doktoranckimi. Ostatni rok przyniósł szereg zmian organizacyjnych związanych z nowymi regulacjami prawnymi. Pisałem wtedy, że przed nami wszystkimi wciąż stoi wiele trudnych i w dużej mierze nowych wyzwań m.in.: i) spadek zainteresowania studiami doktoranckimi, ii) niskie stypendia, iii) niewielki wymiar międzynarodowy, iv) trudności w pozyskiwaniu finansowania przez zespoły naukowe, czy też v) narzucanie odgórne biurokratyzacji procesu kształcenia na tych studiach. Z wyzwaniami tymi wszystkimi na co dzień mamy do czynienia, gdyż uczestnictwo w studiach doktoranckich kończące się obroną pracy doktorskiej, to wspólny wysiłek i odpowiedzialność doktorantów, opiekunów (w tym wykładowców) i Wydziału. Najważniejszą jednak zmianą jaką przyniósł ostatni rok jest wprowadzenie Ustawy 2.0 i powstanie ogólnouczelnianej Szkoły Doktorskiej. Oznacza to, że nie ma już nowego naboru na studia doktoranckie na Wydziale Chemicznym. Studia te będą stopniowo wygaszane. Co prawda uczestnicy studiów doktoranckich, którzy rozpoczęli kształcenie przed rokiem akademickim 2019/2020, będą odbywali te studia na dotychczasowych zasadach, jednak nie dłużej niż do dnia 31 grudnia 2023 r. Po tej dacie doktoranci, którzy jeszcze nie ukończyli studiów doktoranckich zostaną włączeni do Szkoły Doktorskiej. Poczynając od 1 października 2019 r. ci którzy będą otwierać przewody doktorskie będą to robić na nowych zasadach. Rolę Rady Wydziału w tym względzie przejmuje Rada Dyscypliny Nauk Chemicznych. Ponadto, po tym dniu stopnie doktora będą nadawane w dyscyplinach i dziedzinach według nowej klasyfikacji. W okresie od dnia 1 maja 2019 r. do dnia 30 września 2019 r. nie będą wszczynane postępowania w sprawie nadania stopnia doktora. Postępowania w tej sprawie według zasad przewidzianych w nowej ustawie będzie można wszczynać dopiero od dnia 1 października 2019 r. Tego dnia wejdzie w życie nowy statut uczelni, który będzie zawierał rozstrzygnięcia dotyczące m.in. organów odpowiedzialnych w uczelni za nadawanie stopni. Do dnia 30 września 2019 r. w uczelni stopień doktora będzie nadawała, jak dotychczas, Rada Wydziału. Ustawa też przewiduje wzrost wysokości stypendiów doktoranckich oraz okresową ocenę doktoranta. W najbliższym roku akademickim w związku z wprowadzaniem szeregu zmian na studiach III stopnia planujemy przeprowadzić serię spotkań aby wszyscy doktoranci i ich opiekunowie jak najlepiej mogli poznać i wykorzystać rozwiązania nowego systemu.

Zacieśniamy też współpracę z Wydziałem Chemii Uniwersytetu Gdańskiego w zakresie prowadzenia studiów doktoranckich. Wyrazem tego jest wspólny program studiów INTERCHEM, wspólna sesja sprawozdawcza ostatnich roczników czy też partnerstwo w ramach projektu InterPhD2.

Warto też wspomnieć, że sytuacja finansowa naszych studiów doktoranckich jest bardzo dobra. Projekt InterPhD2 funkcjonuje od dwóch lat i jest nim objętych ok. 50 doktorantów naszego Wydziału. Dodatkowo uczelnia otrzymała drugi projekt (można go nazwać AdvancedPhD2), w którym kwota ok. 5 mln zł jest przeznaczona na wszystkie studia doktoranckie na PG. Istnieją też centralne fundusze uczelni, w ramach których możliwe jest finansowanie profesorów wizytujących czy też opłacenie redakcyjnej pomocy przy pisaniu publikacji. Ważnym elementem organizacyjnym naszych studiów doktoranckich jest też obniżenie wymiaru godzinowego praktyki zawodowej obowiązującego w roku

akademickim 2018/2019. Wszystkie te działania nakierowane są na zwiększenie aktywności naukowej doktorantów. W tym miejscu chciałbym, jako kierownik studiów doktoranckich, podziękować wszystkim Doktorantom za dotychczasową pracę i wysiłek, gdyż to również dzięki Waszej pracy Wydział Chemiczny PG otrzymał najwyższą notę A+ w ostatniej ocenie parametrycznej jednostek.

Mimo szeregu wyzwań i trudności z optymizmem zatem patrzę na rozwój studiów doktoranckich na naszym Wydziale, które staną się za rok silnym elementem ogólnouczelnianej interdyscyplinarnej Szkoły Doktorskiej. Dotychczasowe doświadczenia i osiągnięcia jak też możliwości jakie oferuje nowa ustawa na pewno pozwolą sprostać tym ambitnym wyzwaniom stawianym nowoczesnym studiom doktoranckim. Wszyscy zatem powinniśmy dołożyć starań i skorzystać z nowych możliwości.

Maciej Bagiński
Kierownik Studiów Doktoranckich

STUDIA DOKTORANCKIE NA WYDZIALE CHEMICZNYM PG

Od kilku lat zgodnie z PROCESEM BOŁOŃSKIM studia doktoranckie są trzecim stopniem kształcenia realizowanego na uczelniach typu uniwersyteckiego.

Wydział Chemiczny Politechniki Gdańskiej posiada pełne prawa akademickie, w tym prawo do nadawania stopni doktora w zakresie:

NAUKI CHEMICZNE		NAUKI TECHNICZNE
Chemia	Biotechnologia	Technologia Chemiczna
- chemia nieorganiczna - chemia organiczna - chemia fizyczna - chemia analityczna - chemia supramolekularna - chemia środowiska	- biotechnologia leków - biotechnologia i diagnostyka molekularna - biokataliza i biotransformacja - enzymologia molekularna - farmakologia molekularna - biotechnologia żywności	- korozja i ochrona tworzyw konstrukcyjnych - technologia tłuszczów technicznych, detergentów i kosmetyków - technologia polimerów i gumy - chemia i technologia żywności - monitoring i analityka zanieczyszczeń środowiska - analityka techniczna i przemysłowa - technologia oczyszczania środowiska i utylizacji odpadów - chemia i technologia materiałów proekologicznych - inżynieria i aparatura procesowa - inżynieria materiałowa

W związku z wejściem w życie nowej ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce, od 1 maja 2019 r. na Wydziale Chemicznym PG nadawane są stopnie naukowe w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie – nauki chemiczne.

Krótką historia Studiów Doktoranckich na Wydziale Chemicznym PG

1966 - powołanie 3-letniego Studium Doktoranckiego w zakresie:
Chemii Fizycznej Roztworów (od 1974 r. Chemii Fizycznej, Nieorganicznej i Analitycznej)

Kierownik: prof. Włodzimierz Libuś

Chemii i Technologii Związków Biologicznie Czynnych

Kierownik: prof. Edward Borowski

1977 - przekształcenie obu powyższych Studiów w Studium Doktoranckie w zakresie Chemii i Technologii Chemicznej. Studium to początkowo, do 1979 r., działało jako studium dla pracujących (słuchaczami byli asystenci zatrudnieni na Wydziale), a od 1.10.1979 r. uzyskało charakter studium stacjonarnego.

Kierownik: prof. dr hab. inż. Irmína Uruska

Studium działało do roku akademickiego 1985/86, a potem jego działalność została zawieszona.

1990 - reaktywacja Studium Doktoranckiego przy Wydziale Chemicznym PG. Początkowo było to Studium Doktoranckie w zakresie Chemii Organicznej, od 1991 r. w zakresie Chemii Organicznej i Technologii Chemicznej, obecnie w zakresie Chemii Organicznej, Chemii Nieorganicznej, Technologii Chemicznej oraz Biotechnologii.

Kierownicy:

prof. dr hab. inż. Jerzy Konopa (1991-2003)

prof. dr hab. inż. Jacek Namieśnik (2003-2005)

prof. dr hab. inż. Aleksander Kołodziejczyk (2005-2012)

prof. dr hab. inż. Jacek Namieśnik (2012-2016)

prof. dr hab. inż. Maciej Bagiński (od 2016)

Liczba doktoratów obronionych na Wydziale Chemicznym przez uczestników Studiów:

Rok	2001-2002	2003-2004	2005-2006	2007-2008	2009-2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019**
Liczba obronionych doktoratów	27	33	56	49	38	29	29	24	28	19	33	40	36	14
Liczba słuchaczy Studium	120*	128*	120*	107*	124*	144*	148	148	159	154	141	146	134	140

*średnio rocznie; **stan na 31.07.2019

Wydział Chemiczny Politechniki Gdańskiej prowadzi tę formę kształcenia również w języku angielskim. Od roku akademickiego 2004/05 wszystkie obowiązkowe zajęcia (wykłady) dla uczestników Studiów są prowadzone w języku angielskim. Bliższe informacje na temat funkcjonowania Studiów Doktoranckich przy Wydziale Chemicznym PG można znaleźć na poniższych stronach internetowych:

<http://chem.pg.edu.pl/studia-doktoranckie-wch>

<http://pg.edu.pl/dsn>

<http://pg.edu.pl/sd>

Rekrutację kandydatów na Studia Doktoranckie na rok akademicki 2018/2019 prowadziła Wydziałowa Komisja Rekrutacyjna w składzie:

Przewodniczący:

prof. dr hab. inż. Maciej Bagiński

Członkowie:

prof. dr hab. inż. Agata Kot-Wasik - Prodziekan ds. Nauki

prof. dr hab. inż. Piotr Konieczka

prof. dr hab. inż. Dariusz Witt

prof. dr hab. inż. Janusz Datta

dr hab. inż. Adam Macierzanka

mgr Urszula Kampowska

KONSORCJUM „GDAŃSKA CHEMIA AKADEMICKA”

Dnia 9 lipca 2015, w myśl integracji studiów doktoranckich realizowanych na Wydziale Chemicznym Politechniki Gdańskiej oraz Wydziale Chemii Uniwersytetu Gdańskiego Dziekani obu Wydziałów podpisali umowę dotyczącą utworzenia konsorcjum „Gdańskiej Chemii Akademickiej”. Radę Konsorcjum tworzą Dziekani obu Wydziałów, tj. prof. dr hab. inż. Sławomir Milewski oraz dr hab. Mariusz Makowski, prof. UG oraz czterech samodzielnych pracowników naukowych, również z obu Wydziałów. Wydział Chemiczny PG w tej Radzie oprócz Dziekana reprezentują prof. dr hab. inż. Agata Kot-Wasik oraz prof. dr hab. inż. Maciej Bagiński. Efektem tego konsorcjum jest powołanie **interdyscyplinarnych, środowiskowych, międzyuczelnianych studiów doktoranckich pn.: *International Ph.D. Programme „Chemistry for Health and the Environment” (INTERCHEM)***, których obszar kształcenia obejmuje nauki ścisłe (Wydział Chemii UG) oraz techniczne (Wydział Chemiczny PG). Kierownikiem INTERCHEMu jest dr hab. Zbigniew Kaczyński, prof. UG, natomiast Zastępcą Kierownika – prof. dr hab. inż. Piotr Konieczka (WCh PG). Program tych studiów jest realizowany na obu uczelniach w sposób określony przez łączony program studiów w trybie stacjonarnym, w języku angielskim. Studia te, jako jedyna tego typu instytucja w Polsce, oferują zdobycie stopnia naukowego we wszystkich dyscyplinach naukowych dziedziny nauk chemicznych, tj. chemii, biochemii, biotechnologii, ochronie środowiska i technologii chemicznej. Inicjatywa „Gdańskiej Chemii Akademickiej” ma również na celu wzmocnienie współpracy PG i UG w zakresie rozwoju priorytetowych kierunków badań istotnych dla gospodarki i społeczeństwa, szczególnie w zakresie wykorzystania osiągnięć chemii, biochemii, biotechnologii i technologii chemicznej w ochronie zdrowia człowieka i środowiska oraz w inżynierii materiałowej. Konsorcjum ma sprzyjać powoływaniu interdyscyplinarnych zespołów badawczych złożonych z uczonych obu uczelni, których badania uzyskiwać będą dofinansowanie ze źródeł krajowych i zagranicznych.

PROGRAM „DOKTORAT WDROŻENIOWY”

Zgodnie z Konstytucją dla Nauki szkoły doktorskie mogą być powoływane we współpracy z przedsiębiorstwami. Tym samym stworzone zostały ramy ściślejszej współpracy gospodarczo-naukowej. Nie jest to rozwiązanie nowe, na świecie prace doktorskie zwane doktoratami przemysłowymi (Industrial PhDs) funkcjonują na najlepszych uczelniach technicznych od dawna ugruntowując ich rangę. Współpraca na poziomie prac doktorskich jest atrakcyjna zarówno dla uczelni jak i przedsiębiorcy zapewniając:

- Podniesienie kwalifikacji pracowników środowisk społeczno-gospodarczych oraz wzmocnienie potencjału technologicznego gospodarki.
- Kształcenie kadr firm na najwyższym trzecim poziomie i prowadzenie prac badawczych aplikacyjnych zwiększających rolę uczelni w życiu gospodarczym.
- Zwiększenie konkurencyjności jednostek ze środowiska gospodarczego i pobudzenie ich innowacyjności.
- Zwiększenie znaczenia prac naukowych o charakterze aplikacyjnym i urealnienie badań naukowych na uczelniach.
- Warunki do uczestniczenia przedstawicieli ośrodków społeczno-gospodarczych w życiu środowiska naukowego oraz do współpracy naukowej w zespołach badawczych.

Formą doktoratu przemysłowego w Polsce jest program „Doktorat wdrożeniowy”. Szczegóły tego programu określa Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego w sprawie szczegółowych kryteriów i trybu przyznawania, przekazywania oraz rozliczania środków finansowych na naukę, trybu wyznaczania opiekuna pomocniczego i przyznawania stypendium doktoranckiego w ramach programu „Doktorat wdrożeniowy” z dnia 28 kwietnia 2017 r. (Dz.U. z 2017 r. poz. 873).

Przeprowadzenie doktoratu wdrożeniowego wymaga udziału trzech podmiotów: doktoranta, uczelni oraz przedsiębiorcy albo innego podmiotu zatrudniającego doktoranta. Główną wartością z perspektywy przedsiębiorcy jest zdobycie fachowej wiedzy badawczej i umiejętności z nią związanych przez osoby, które mają prowadzić komercyjną działalność badawczo-rozwojową. Dodatkowo przedsiębiorca w ramach doktoratu wdrożeniowego uzyskuje naukowe rozwiązanie konkretnego, ważkiego problemu technologicznego, konstrukcyjnego lub projektowego. Zatrudniony w firmie doktorant uzyskuje wsparcie ministra w formie stypendium i stopień naukowy doktora. Uczelnia uzyskuje natomiast zwrot ryczałtowych kosztów związanych z wykorzystaniem parku aparaturowego. Innych zysków uczelni nie trzeba przedstawiać.

Wprowadzony program finansowania doktoratów wdrożeniowych oparty jest na zasadach konkursu przeznaczonego dla jednostek naukowych legitymujących się udokumentowaną, realną współpracą z przedsiębiorcami. W roku 2018 zgłoszony został do konkursu projekt Politechniki Gdańskiej na realizację 10 doktoratów wdrożeniowych. Wszystkie doktoraty wdrożeniowe prowadzone są w Katedrze Elektrochemii, Korozji i Inżynierii Materiałowej i obejmują problematykę ochrony przed korozją kluczowych obiektów i instalacji takich koncernów jak: PKN ORLEN S.A., LOTOS PETROBALTIC S.A., czy KGHM Polska Miedź S.A. Projekt ten w procesie recenzowania uzyskał jedną z najwyższych ocen spośród wszystkich ocenianych projektów, spełniając wszystkie wymagania konkursowe z nadatkiem. W ocenie projektu recenzenci podkreślili między innymi wagę podjętych problemów badawczych, ich złożoność naukową oraz znaczenie dla funkcjonowania strategicznych polskich koncernów przemysłowych. Ten niewątpliwý sukces Politechniki Gdańskiej podkreśla jej rolę w życiu gospodarczym naszego regionu i kraju.

LISTA UCZESTNIKÓW STUDIÓW DOKTORANCKICH

(stan na dzień 31.07.2019):

PO IV ROKU

1. mgr inż. Aszyk Justyna
2. mgr inż. Filipowicz Natalia
3. mgr inż. Grynda Jakub
4. mgr inż. Jeszke Maciej
5. mgr inż. Kaniewska Kinga
6. mgr inż. Kobylak Natalia
7. mgr inż. Kogut Mateusz
8. mgr inż. Kosek Klaudia
9. mgr inż. Majewska Koleta
10. mgr inż. Maślewski Piotr
11. mgr inż. Mielcarek Agnieszka
12. mgr inż. Owczarek Katarzyna
13. mgr inż. Pacyna Aneta
14. mgr inż. Parchem Karol
15. mgr inż. Szczepańska Natalia
16. mgr inż. Szepiński Emil
17. mgr inż. Waraksa Emilia
18. mgr inż. Wieczór Miłosz
19. mgr inż. Wojewódka Dorota
20. mgr inż. Wojewódka Przemysław
21. mgr inż. Wóźniak Mateusz
22. mgr inż. Wysocka Izabela

IV ROK

1. mgr inż. Baranowska Monika
2. mgr inż. Bielán Zuzanna
3. mgr inż. Byliński Hubert
4. mgr inż. Dulko Dorota
5. mgr Fernandes Andre
6. mgr inż. Garwolińska Dorota
7. mgr inż. Glinka Marta
8. mgr inż. Gosz Kamila
9. mgr inż. Jaszcak Ewa
10. mgr inż. Kaczkowska Emilia
11. mgr inż. Kasprzyk Paulina
12. mgr inż. Martynow Dorota
13. mgr inż. Mroczyńska Martyna
14. mgr inż. Nalazek-Rudnicka Katarzyna
15. mgr inż. Nierzwicki Łukasz
16. mgr inż. Ordyszewska Anna
17. mgr inż. Przybysz Marta
18. mgr inż. Rosiak Damian
19. mgr inż. Sass Piotr
20. mgr inż. Sosnowski Paweł
21. mgr inż. Suliborska Klaudia
22. mgr inż. Szulczyński Bartosz
23. mgr inż. Śmiełowska Monika
24. mgr inż. Terebieniec Agata
25. mgr inż. Wojnowski Wojciech
26. mgr inż. Wojtkiewicz Paweł
27. mgr inż. Wysocka Magdalena

III ROK

1. mgr inż. Biernacka Daria
2. mgr inż. Błażek Kamila

-
3. mgr inż. Borzyszkowska-Bukowska Julia
 4. mgr inż. Gontarek Emilia
 5. mgr inż. Grabowska Joanna
 6. mgr Grecka Katarzyna
 7. mgr inż. Haryńska Agnieszka
 8. mgr inż. Heldt Mateusz
 9. mgr inż. Kamińska Jolanta
 10. mgr inż. Kempieńska-Kupczyk Dagmara
 11. mgr inż. Kowalkowska-Zedler Daria
 12. mgr inż. Lubinska-Szczygeł Martyna
 13. mgr inż. Majchrzak Tomasz
 14. mgr inż. Mielniczek Michał
 15. mgr inż. Mieszkowska Anna
 16. mgr inż. Momotko Malwina
 17. mgr inż. Nowak Paulina
 18. mgr inż. Pajor Magdalena
 19. mgr inż. Plata-Gryl Maksymilian
 20. mgr inż. Różańska Anna
 21. mgr Serbakowska Katarzyna
 22. mgr inż. Stasiulewicz Marcin
 23. mgr inż. Szewczyk Milena
 24. mgr inż. Yavir Kateryna
 25. mgr inż. Zedler Łukasz

II ROK

1. mgr Bakhytkyzy Inal
2. mgr inż. Borowska Małgorzata
3. dr Brankiewicz Wioletta
4. mgr inż. Bystrzanowska Marta
5. mgr inż. Cieślik Mateusz
6. mgr inż. Fabjanowicz Magdalena
7. mgr inż. Gospodarek Milena
8. mgr inż. Grażlewska Weronika
9. mgr inż. Jakubek Patrycja
10. mgr inż. Jurasz Jakub
11. mgr inż. Kleist Cyprian
12. mgr inż. Knozowski Dominik
13. mgr inż. Maciejewska Natalia
14. mgr inż. Ollick Karolina
15. mgr inż. Pancielejko Anna
16. mgr inż. Pilch Joanna
17. mgr inż. Potapowicz Joanna
18. mgr inż. Przybyłowska Maja
19. mgr inż. Pytel Klaudia
20. mgr inż. Ryczkowska Małgorzata
21. mgr inż. Szynkiewicz Natalia
22. mgr inż. Świerczek Lesław

I ROK

1. mgr inż. Alfuth Jan
 2. mgr Badocha Michał
 3. mgr inż. Banaszkiewicz Laura
 4. mgr inż. Biernacki Karol
 5. mgr inż. Bućko Krzysztof
 6. mgr Cako Elvana
 7. mgr Chmielewska Klaudia
 8. mgr inż. Chodnicki Paweł
 9. mgr inż. Cymann Anita
 10. mgr inż. Czaplicka Natalia
 11. mgr inż. Czekało Marcin
 12. mgr inż. Domańska Kinga
-

-
13. mgr inż. Drozda Michał
 14. mgr inż. Dudziak Szymon
 15. mgr inż. Emiljanowicz Katarzyna
 16. mgr Fedorov Kirill
 17. mgr inż. Galant Grzegorz
 18. mgr inż. Galiński Błażej
 19. mgr inż. Gospoś Radosław
 20. mgr inż. Grzegórska Anna
 21. mgr inż. Igliński Piotr
 22. mgr inż. Jędrzejewski Bartosz
 23. mgr inż. Kalinowska Kaja
 24. mgr inż. Kierepa Sławomir
 25. mgr inż. Konieczna Karolina
 26. mgr inż. Koziara Zuzanna
 27. mgr inż. Malinowska Izabela
 28. mgr inż. Mazur Robert
 29. mgr Muringayil Tomy
 30. mgr Nguyen Hung
 31. mgr inż. Nowak Michał
 32. mgr inż. Olczak Tomasz
 33. mgr Olszewski Mateusz
 34. mgr Padariya Chintankumar
 35. mgr Pallikunnel Mereena
 36. mgr inż. Pawlak Filip
 37. mgr inż. Rudnicka Małgorzata
 38. mgr inż. Słupek Edyta
 39. mgr inż. Sulowska Agnieszka
 40. mgr inż. Szarlej Paweł
 41. mgr inż. Szulc Paulina

OFERTA WYKŁADÓW DLA DOKTORANTÓW:

Dla uczestników Studiów Doktoranckich Wydziału Chemicznego PG przygotowana jest szeroka oferta wykładów, w roku akademickim 2018/2019 obejmowała ona m.in.:

1. "Multidrug resistance" prof. Rajendra Prasad, Amity University Haryana (Indie);
2. "Malignant transformation and cancer progression" prof. Józefa Gądek-Węsierska, Medical University of Vienna (Austria);
3. "Drug analysis in forensic chemistry and toxicology" dr. Calum Morrison, Dentistry and Nursing University of Glasgow (Wielka Brytania);
4. "Application of basic statistic and chemometric approaches in chemical studies" prof. dr. Stefan Tsakovski, University of Sofia (Bułgaria);
5. "Recent trends in sample preparation" prof. dr hab. inż. Agata Kot-Wasik, Wydział Chemiczny, Politechnika Gdańska;
6. „Introduction to bioorganic chemistry” prof. dr hab. inż. Dariusz Witt, Wydział Chemiczny, Politechnika Gdańska;
7. "Experimental design and intelligent data analysis in analytical, environmental and technological chemistry" prof. Vasil Simeonov, University of Sofia (Bułgaria);
8. "Metalloid clusters and metal nanoparticles: synthesis and basic principles" prof. Andreas Schnepf, Eberhard Karls Universität Tübingen (Niemcy);
9. "Compatibilization of polymer blends: interface analysis of blends and properties manipulation" dr Mohammad Reza Saeb, Institute for Color Science and Technology, Teheran (Iran);
10. "Design of experiment in natural science" prof. Vasil Simeonov, University of Sofia (Bułgaria);
11. "Complexity of biological samples: an art of sample preparation and analytics" prof. Paweł Ciborowski, University of Nebraska Medical Center (USA);
12. "Methods and applications of flavor analysis" prof. Erwin Rosenberg, Vienna University of Technology (Austria);
13. "Physical chemistry of organic compounds in natural waters" prof. Tadeusz Górecki, University of Waterloo, Ontario (Kanada);
14. "Selected topics in experimental design and chemometrics" prof. Tadeusz Górecki, University of Waterloo, Ontario (Kanada).

SUKCESY DOKTORANTÓW WYDZIAŁU CHEMICZNEGO PG:

Rok akademicki 2018/2019 obfitował w wiele sukcesów uczestników Studiów Doktoranckich Wydziału Chemicznego PG.

Wśród laureatów konkursu na **stypendia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego** za wybitne osiągnięcia w roku akademickim 2018/2019 znalazło się trzech doktorantów Wydziału Chemicznego PG:

- **mgr inż. Paulina Parcheta** (Katedra Technologii Polimerów);
- **mgr inż. Tomasz Majchrzak** (Katedra Chemii Analitycznej);
- **mgr inż. Wojciech Wojnowski** (Katedra Chemii Analitycznej).

W gronie laureatów konkursu grantowego Narodowego Centrum Nauki w programie **PRELUDIUM** znalazły się następujące osoby:

- **mgr inż. Marta Przybysz** (Katedra Technologii Polimerów)
Wpływ struktury inicjatorów nadtlennokowych na mechanizm oraz efektywność dynamicznego sieciowania biodegradowalnych poliesterów alifatycznych oraz ich mieszanin.
- **mgr inż. Kamila Błażek** (Katedra Technologii Polimerów)
Wpływ nowych bio-polioli o różnej masie cząsteczkowej na budowę chemiczną, morfologię i wybrane właściwości poliuretanów syntezowanych bez udziału diizocyjanianów.
- **mgr inż. Martyna Lubinska-Szczygeł** (Katedra Chemii Analitycznej)
Wyznaczanie szlaku metabolicznego wybranych terpenów w owocach cytrusowych z wykorzystaniem techniki PTR-TOF-MS.
- **mgr inż. Tomasz Majchrzak** (Katedra Chemii Analitycznej)
Nowe rozwiązanie metodyczne do analizy w czasie rzeczywistym wtórnych produktów utleniania olejów jadalnych wykorzystywanych podczas smażenia żywności.
- **mgr inż. Monika Śmielowska** (Katedra Chemii Analitycznej)
Bromowane uniepalniacze (BFR) - ich obecność oraz ścieżki migracji w środowisku wewnętrznym. Czy są zagrożeniem dla człowieka?
- **mgr inż. Wojciech Wojnowski** (Katedra Chemii Analitycznej)
Komplementarne wykorzystanie GC x GC-MS i PTR-MS do monitorowania emisji lotnych związków organicznych podczas drukowania 3D w czasie rzeczywistym.

W ramach naboru do **Programu im. Iwanowskiej organizowanego przez Narodową Agencję Wymiany Akademickiej (NAWA)**, do finansowania zakwalifikowane zostały następujące projekty badawcze, które będą realizowane w zagranicznych ośrodkach naukowych:

- Evaluation and fate of flame retardants (FRs) concentrations in environmental and biological samples using advanced chromatographic techniques – **mgr inż. Monika Śmielowska** (Katedra Chemii Analitycznej); miejsce realizacji badań: Uniwersytet w Antwerpii (Belgia)
- Cyanogenic glucosides in fruit species like almond (*Prunus dulcis*) – **mgr inż. Ewa JaszczaK** (Katedra Chemii Analitycznej); miejsce realizacji badań: CEBAS-CSIC (Hiszpania)

W Konkursie o Nagrodę Oddziału PAN w Gdańsku dla młodych naukowców za najlepszą pracę twórczą opublikowaną w 2018 r. wyróżnienie otrzymał **mgr inż. Łukasz Zedler** (Katedra Technologii Polimerów) w kategorii nauk technicznych.

PROJEKTY WSPIERAJĄCE DZIAŁALNOŚĆ UCZESTNIKÓW STUDIÓW DOKTORANCKICH WYDZIAŁU CHEMICZNEGO PG

Projekt „Rozwój interdyscyplinarnego programu studiów doktoranckich o wymiarze międzynarodowym” (InterPhD2) jest współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego - Program Operacyjny Wiedza Edukacja Rozwój (PO WER). Zgodnie z założeniami konkursu ogłoszonego przez Dział Rozwoju Kadry Naukowej Narodowego Centrum Badań i Rozwoju studia doktoranckie mogły być realizowane wyłącznie przez jednostki naukowe, którym w wyniku kompleksowej oceny jakości działalności naukowej lub badawczo-rozwojowej została przyznana co najmniej kategoria A (poziom bardzo dobry).

Warunki te zostały spełnione przez powołane do tego celu konsorcjum: trzy wydziały Politechniki Gdańskiej (Wydział Chemiczny, Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki oraz Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska) wraz z Wydziałem Chemii Uniwersytetu Gdańskiego (w ramach studiów doktoranckich INTERCHEM). Konsorcjum otrzymało środki finansowe w ramach programu PO WER z NCBR w wysokości ok 9,5 mln zł na realizację w/w projektu. Dzięki temu dofinansowaniu 75 doktorantów – uczestników projektu, będzie mogło w ciągu czterech lat zrealizować swoje prace doktorskie, korzystając z licznych form wsparcia zapewnianych w ramach projektu.

Projekt InterPhD2 jest trzecim projektem finansowanym z Funduszy Europejskich dedykowanym dla studiów doktoranckich na Politechnice Gdańskiej. Poprzednie dwa to projekty InterPhD I i AdvancedPhD realizowane w latach 2009-2015 o łącznym finansowaniu ok. 27 mln zł. Podobnie jak w przypadku poprzednich dwóch projektów, projekt InterPhD2 cieszy się od początku dużym zainteresowaniem uczestników studiów doktoranckich, którzy mogą liczyć nie tylko na wymierne wsparcie finansowe w postaci corocznych stypendiów zadaniowych, ale również dodatkowe formy wsparcia o charakterze międzynarodowym realizowane na Uczelni jak i poza nią. W ramach projektu w roku akademickim 2018/19 oferta wykładów dla uczestników studiów doktoranckich została znacznie poszerzona – gościliśmy 15 profesorów wizytujących z renomowanych ośrodków naukowych z całego świata. W każdym semestrze odbywają się również otwarte zajęcia typu soft-skills w języku angielskim. W minionym roku akademickim na długoterminowe zagraniczne staże naukowe w ramach projektu wyjechało 18 doktorantów Wydziału Chemicznego, 4 doktorantów Wydziału Inżynierii Lądowej i Środowiska oraz 6 doktorantów Wydziału Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki. Doktoranci wybierali najczęściej ośrodki naukowe zlokalizowane w Europie i USA, jednak nie zabrakło również chętnych na zdobywanie nowych umiejętności na uczelniach w Japonii, Tajwanie, Singapurze czy nawet ośrodku badawczym na Antarktydzie. W celu zdobywania wiedzy oraz nawiązywania kontaktów naukowych w środowisku międzynarodowym 10 doktorantów skorzystało z możliwości udziału w konferencji naukowej a 6 wybrało formę doskonalenia swoich umiejętności w ramach szkół letnich.

Udział w projekcie InterPhD2 zapewnia uczestnikom szeroki wymiar międzynarodowy i mobilność, z szeregiem działań zarówno poza krajem jak i na miejscu. Wiele prac doktorskich realizowana jest jako elementy grantów naukowych, uczestnicy projektu wykazują dużą aktywność naukową a ich wyniki są publikowane w wysokiej rangi czasopismach, biorą udział w prestiżowych konferencjach i sympozjach. Nadrzędnym celem tych działań jest dążenie do aktywnego uczestniczenia w międzynarodowej sieci naukowej i powstawanie prac doktorskich na najwyższym poziomie.

Projekt InterPhD2 realizowany będzie do 31 grudnia 2021.

W ramach projektu „Zintegrowany Program Rozwoju Politechniki Gdańskiej” WND-POWR.03.05.00-00-Z044/17, do potrzeb społeczno-gospodarczych dostosowanych zostanie 20 kierunków studiów II stopnia o profilu ogólnoakademickim oraz uruchomiony zostanie nowy kierunek praktyczny. Z oferty tej będzie mogło skorzystać łącznie 1330 studentów.

Zrealizowane zostaną również interdyscyplinarne i międzynarodowe programy studiów doktoranckich dla 90 doktorantów z przewidzianym wyborem ścieżek rozwoju o profilu: dydaktycznym, naukowo-badawczym bądź przemysłowym.

Podniesione zostaną kompetencje kadr PG w zakresie: dydaktyki, umiejętności informatycznych i prezentacyjnych oraz atrakcyjności kształcenia. Natomiast kadry kierownicze i administracyjne podniosą swoje kompetencje zarządcze. Programem objętych zostanie 72 pracowników kadry dydaktycznej oraz 240 pracowników kadry kierowniczej i administracyjnej. Jakość kształcenia

i zarządzanie uczelnią zostaną udoskonalone przez jeszcze szersze niż dotychczas wprowadzenie narzędzi informatycznych. Dodatkowo planuje się wprowadzenie szeregu zmian i usprawnień organizacyjnych w obszarach mających wpływ na efektywność zarządzania uczelnią.

Zintegrowany Program Rozwoju Politechniki Gdańskiej rozpoczął się 1 kwietnia 2018 r. i potrwa do 31 marca 2022 r. Wsparcie finansowe pochodzi z Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój na lata 2014-2020. Wartość projektu to 29 799 045,08 PLN, w tym wkład Funduszy Europejskich wynosi 28 905 073,51 PLN.

W ramach modułu, który skierowany jest do doktorantów PG zakłada się zdobycie wiedzy na najwyższym poziomie oraz uzyskanie wysokiej jakości umiejętności przez 90 doktorantów/ek z Politechniki Gdańskiej (Wydział Architektury, Chemiczny, Elektryczny, Telekomunikacji i Informatyki, Elektrotechniki i Automatyki, Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej, Inżynierii Lądowej i Środowiska, Mechaniczny, Oceanotechniki i Okrętownictwa, Zarządzania i Ekonomii). Cel ten ma zostać zrealizowany głównie poprzez uzupełnienie dotychczasowego programu studiów doktoranckich o dodatkowe działania umożliwiające przygotowanie interdyscyplinarnych rozpraw z różnych dziedzin nauki/dyscyplin, prowadzenie badań w zespołach badawczych oraz środowisku międzynarodowym. Do tych działań należą m.in. specjalistyczne zajęcia soft-skills w j. angielskim i polskim, specjalistyczne zajęcia z j. angielskiego, indywidualne konsultacje z redagowania tekstu w j. angielskim, interdyscyplinarne wykłady profesorów wizytujących, szkoły letnie na PG z udziałem zagranicznych wykładowców, naukowe stypendium zadaniowe na realizację prac badawczych dla 36 osób, rocznie, stypendia na pokrycie kosztów utrzymania i zakwaterowania na czas realizowania zadań zagranicą dla 90 osób, 3-miesięczne staże naukowo-badawcze lub przemysłowe dla 60 osób, opłatę wynagrodzenia międzynarodowych recenzentów rozpraw doktorskich dla 27 doktorantów, udział kopromotorów w 9 przewodach oraz umożliwienie rozwoju ścieżki naukowej 10 osobom poprzez pokrycie kosztów Open Access w procesie publikacji artykułów w czasopismach, wysoko notowanych na liście filadelfijskiej.

Dzięki realizacji projektu doktoranci zdobędą wiedzę i umiejętności, które zwiększą ich szanse na rynku pracy oraz udział w krajowych i międzynarodowych zespołach badawczych.

W obecnej chwili projekt liczy już 306 doktorantów ze wszystkich dziewięciu wydziałów Politechniki Gdańskiej, z różnych roczników.

W roku akademickim 2018/19 odbyło się 10 interdyscyplinarnych, 15-godzinnych wykładów profesorów wizytujących z różnych uczelni na świecie, na które uczęszczali chętni doktoranci ze wszystkich wydziałów.

W ramach projektu zorganizowano również dwie szkoły letnie (28-30.06.2018 oraz 01-03.07.2019), podczas których wszystkim uczestnikom oraz wykładowcom zapewniono catering.

Dla chętnych doktorantów, którzy byli zainteresowani podnoszeniem swojej znajomości języka angielskiego zorganizowano 30-godzinne specjalistyczne zajęcia, w których wzięło udział 59 doktorantów. Natomiast dla kolejnych 59 osób, które potrzebowały konsultacji dotyczącej tekstu rozprawy doktorskiej lub artykułu w języku angielskim zorganizowano 5-godzinne konsultacje. Następna edycja zajęć z języka angielskiego oraz indywidualnych konsultacji przewidziana jest na semestr zimowy 2019/20.

W ramach projektu Power 3,5 dwie osoby wyjechały za długoterminowe (90 dni), zagraniczne staże. Pierwszy staż odbył się w Melbourne w Australii, a drugi w Tuluzie we Francji.

W celu zaprezentowania wyników badań, poszerzenia wiedzy oraz nawiązania kontaktów w międzynarodowym środowisku każdy doktorant może uczestniczyć w 1 konferencji naukowej (max. 7 dni). Do tej pory z takiej okazji skorzystało już 27 doktorantów. Wnioski przyjmowane są w sposób ciągły.

Na zasadach konkursu, ogłoszonego w zeszłym roku przyznano 36 stypendiów zadaniowych (po cztery na każdy wydział), które były wypłacane do 31.03.2019. Od 01.04.2019 do 31.03.2020 rozdano nowych 35 stypendiów, których zadaniem jest motywowanie doktorantów do prac badawczych, doktoratów i ukończenia studiów.

W poprzednim roku akademickim odbyły się również cztery rodzaje specjalistycznych zajęć typu soft-skills, m.in.: „Warsztat pedagogiczny nauczyciela akademickiego”, „Zajęcia z zaawansowanych technologii inżynierii dużych zbiorów danych”, „Metodyka pisanie oraz redakcja rozprawy doktorskiej”, „Obsługa narzędzi informatycznych do organizowania i prowadzenia webinarów i spotkań on-line „ClickMeeting”. Do tej pory z tych form aktywności skorzystało 206 doktorantów.

**LISTA OBRONIONYCH PRAC DOKTORSKICH UCZESTNIKÓW
STUDIÓW DOKTORANCKICH PRZY WYDZIALE CHEMICZNYM
POLITECHNIKI GDAŃSKIEJ Z OSTATNICH 5 LAT**

Imię i nazwisko	Data nadania stopnia	Promotor
2015		
1. dr inż. Mateusz Tobiszewski	04.02.2015	prof. dr hab. inż. K. Darowicki nauki techniczne - technologia chemiczna
2. dr inż. Mariusz Marć	04.03.2015	dr hab. inż. B. Zabiegała nauki chemiczne - chemia
3. dr inż. Ewa Janicka	08.04.2015	prof. dr hab. inż. K. Darowicki nauki techniczne - technologia chemiczna
4. dr inż. Andrzej Okuniewski	08.04.2015	prof. dr hab. inż. B. Becker dr hab. inż. J. Chojnacki nauki chemiczne - chemia
5. dr inż. Paweł Punda	06.05.2015	dr hab. S. Makowiec nauki chemiczne - chemia
6. dr inż. Ewa Głowińska	27.05.2015	dr hab. inż. J. Datta nauki techniczne - technologia chemiczna
7. dr inż. Karolina Kucharska	27.05.2015	prof. dr hab. inż. B. Kawalec-Pietrenko nauki techniczne - technologia chemiczna
8. dr inż. Marzena Szczygłowska	07.07.2015	prof. dr hab. inż. P. Konieczka nauki chemiczne - chemia
9. dr inż. Monika Pawłowska	07.07.2015	prof. dr hab. inż. Z. Mazerska nauki chemiczne - biotechnologia
10. dr inż. Karolina Kwiatkowska-Semrau	07.07.2015	prof. dr hab. inż. Z. Mazerska nauki chemiczne - biotechnologia
11. dr inż. Mirosław Szarmach	16.09.2015	dr hab. inż. E. Luboch nauki chemiczne - chemia
12. dr inż. Marek Klein	16.09.2015	prof. dr hab. inż. A. Zaleska-Medynska nauki techniczne - technologia chemiczna
13. dr inż. Aleksandra Ptaszyńska	07.10.2015	prof. dr hab. inż. J. Hupka dr R. Suarez-Rivera nauki techniczne - technologia chemiczna
14. dr inż. Justyna Pilipczuk	07.10.2015	prof. dr hab. J. Kur dr inż. R. Piątek nauki chemiczne - biotechnologia
15. dr inż. Malwina Diduch	04.11.2015	prof. dr hab. inż. Ż. Polkowska nauki chemiczne - chemia
16. dr Vearasilp Kann	09.12.2015	prof. Shela Gorinstein (Hebrew University, Israel) prof. dr hab. inż. J. Namieśnik nauki chemiczne - biotechnologia
17. dr inż. Bartłomiej Ferra	09.12.2015	prof. dr hab. J. Kur dr inż. L. Holec-Gąsior nauki chemiczne - biotechnologia
18. dr inż. Paulina Rakowska	09.12.2015	prof. dr hab. inż. J. Stangret nauki chemiczne - chemia
19. dr inż. Łukasz Marcinkowski	09.12.2015	prof. dr hab. inż. J. Namieśnik dr hab. inż. A. Kloskowski nauki chemiczne - chemia

2016

1. dr inż. Piotr Rybarczyk	13.01.2016	prof. dr hab. inż. B. Kawalec-Pietrenko nauki techniczne - technologia chemiczna
2. dr inż. Justyna Podolak-Popinigis	13.01.2016	dr hab. inż. P. Sachadyn nauki chemiczne - biotechnologia
3. dr inż. Wioleta Januchta	13.01.2016	prof. dr hab. inż. K. Dzierzbicka nauki chemiczne - chemia
4. dr inż. Anna Malankowska	13.01.2016	prof. dr hab. inż. A. Zaleska-Medynska nauki techniczne - technologia chemiczna
5. dr inż. Monika Kukowska	13.01.2016	prof. dr hab. inż. K. Dzierzbicka nauki chemiczne - chemia
6. dr inż. Joanna Boros-Majewska	03.02.2016	prof. dr hab. inż. S. Milewski nauki chemiczne - biotechnologia
7. dr inż. Bartosz Górniewicz	02.03.2016	dr hab. inż. P. Sachadyn nauki chemiczne - biotechnologia
8. dr inż. Grzegorz Gorczyca	02.03.2016	prof. dr hab. inż. S. Milewski nauki chemiczne - biotechnologia
9. dr inż. Kacper Jurak	06.04.2016	prof. dr hab. inż. K. Darowicki nauki techniczne - technologia chemiczna
10. dr inż. Sylwia Godlewska	11.05.2016	dr hab. inż. A. Dołęga nauki chemiczne - chemia
11. dr inż. Małgorzata Bodnar	25.05.2016	prof. dr hab. inż. P. Konieczka nauki chemiczne - chemia
12. dr inż. Milena Kordalewska	05.07.2016	dr hab. inż. A. Brillowska-Dąbrowska nauki chemiczne - biotechnologia
13. dr inż. Kinga Kochańska	05.07.2016	prof. dr hab. inż. J. Namieśnik nauki chemiczne - chemia
14. dr inż. Marta Schielmann	05.07.2016	prof. dr hab. inż. S. Milewski dr inż. P. Szweda nauki chemiczne - biotechnologia
15. dr inż. Paweł Kubica	05.07.2016	dr hab. inż. A. Wasik nauki chemiczne - chemia
16. dr inż. Natalia Łukasik	14.09.2016	dr hab. inż. E. Wagner-Wysiecka nauki chemiczne - chemia
17. dr inż. Magdalena Zalewska	14.09.2016	prof. dr hab. inż. S. Milewski dr inż. P. Szweda nauki chemiczne - biotechnologia
18. dr inż. Marcin Serocki	14.09.2016	prof. dr hab. inż. A. Składanowski nauki chemiczne - biotechnologia
19. dr inż. Andrzej Rogala	14.09.2016	prof. dr hab. inż. J. Hupka nauki techniczne - technologia chemiczna
20. dr inż. Konrad Trzciniński	05.10.2016	prof. dr hab. inż. A. Lisowska-Oleksiak nauki chemiczne - chemia
21. dr Christina Guerreiro	05.10.2016	prof. dr hab. inż. J. Pacyna nauki chemiczne - chemia
22. dr inż. Katarzyna Piszcz-Karaś	05.10.2016	prof. dr hab. inż. J. Hupka nauki techniczne - technologia chemiczna
23. dr inż. Anna Pawlak-Szukalska	05.10.2016	prof. dr hab. inż. J. Kur dr inż. Marta Wanarska
24. dr inż. Katarzyna Eichstaedt	05.10.2016	prof. dr hab. inż. T. Połoiński dr hab. inż. T. Olszewska nauki chemiczne - chemia
25. dr inż. Michał Nischk	05.10.2016	prof. dr hab. inż. A. Zaleska-Medynska nauki techniczne - technologia chemiczna

26. dr inż. Barbara Borowa-Mazgaj	09.11.2016	prof. dr hab. inż. Z. Mazerska dr hab. inż. E. Augustin nauki chemiczne - biotechnologia
27. dr inż. Aleksandra Trawińska	09.11.2016	prof. dr hab. inż. K. Mędrzycka nauki techniczne - technologia chemiczna
28. dr inż. Michał Narożny	09.11.2016	prof. dr hab. inż. K. Darowicki nauki techniczne - technologia chemiczna
29. dr inż. Alma Melnyk	07.12.2016	prof. dr hab. Lidia Wolska nauki chemiczne - chemia
30. dr inż. Beata Kamińska	07.12.2016	dr hab. inż. A. Skwierawska nauki chemiczne - chemia
31. dr inż. W. Hewelt-Belka	07.12.2016	prof. dr hab. inż. A. Kot-Wasik nauki chemiczne - chemia
32. dr inż. K. Wilczewska	07.12.2016	dr hab. inż. A. Wasik nauki chemiczne - chemia
33. dr inż. P. Wiśniewska	31.12.2016	prof. dr hab. inż. W. Wardencki dr inż. T. Dymerski nauki chemiczne - chemia
2017		
1. dr Marcin Kawczyński	01.02.2017	prof. dr hab. inż. M. Milewska nauki chemiczne - chemia
2. dr inż. Anna Gołębiewska	01.03.2017	prof. dr hab. inż. A. Zaleska-Medynska nauki techniczne - technologia chemiczna
3. dr Michalina Bielawska	01.03.2017	prof. dr hab. inż. W. Wardencki nauki chemiczne - chemia
4. dr inż. Katarzyna Szware	01.03.2017	prof. dr hab. inż. R. Andruszkiewicz nauki chemiczne - chemia
5. dr Olga Krasodomska	22.03.2017	dr hab. C. Jungnickel prof. M. Casadei nauki techniczne - technologia chemiczna
6. dr inż. Renata Jędrkiewicz	22.03.2017	prof. dr hab. inż. J. Namieśnik dr inż. J. Gromadzka nauki chemiczne - chemia
7. dr inż. Karolina Kuklińska	22.03.2017	prof. dr hab. Lidia Wolska nauki chemiczne - chemia
8. dr inż. Marcin Włoch	22.03.2017	dr hab. inż. J. Datta, prof. nadzw. PG nauki techniczne - technologia chemiczna
9. dr inż. Magdalena Kupska	05.04.2017	prof. dr hab. inż. J. Namieśnik dr inż. J. Gromadzka nauki chemiczne - chemia
10. dr inż. Magdalena Śliwińska	10.05.2017	prof. dr hab. inż. W. Wardencki dr inż. T. Dymerski nauki chemiczne - chemia
11. dr inż. Małgorzata Rutkowska	10.05.2017	prof. dr hab. inż. J. Namieśnik prof. dr hab. inż. P. Konieczka nauki chemiczne - chemia
12. dr inż. Dorota Pawlak	10.05.2017	prof. dr hab. inż. R. Andruszkiewicz nauki chemiczne - chemia
13. dr inż. Hubert Denda	10.05.2017	prof. dr hab. inż. W. Lewandowski dr inż. M. Ryms nauki techniczne - technologia chemiczna
14. dr inż. Aleksandra Miszkiel	10.05.2017	prof. dr hab. inż. S. Milewski nauki chemiczne - biotechnologia
15. dr inż. Agnieszka Jabłońska	07.06.2017	dr hab. inż. A. Dołęga nauki chemiczne - chemia

16. dr inż. Aleksander Hejna	07.06.2017	prof. dr hab. inż. J. Haponiuk dr inż. Ł. Piszczyk nauki techniczne - technologia chemiczna
17. dr inż. Katarzyna Kozak	11.07.2017	prof. dr hab. inż. Ż. Polkowska dr inż. M. Ruman nauki chemiczne - chemia
18. dr inż. Paulina Bigus	11.07.2017	prof. dr hab. inż. J. Namieśnik dr inż. M. Tobiszewski nauki chemiczne - chemia
19. dr inż. Kasjan Szemiako	11.07.2017	dr hab. B. Krawczyk nauki chemiczne - biotechnologia
20. dr inż. Tadeusz Pilipczuk	11.07.2017	dr hab. inż. A. Bartoszek-Pączkowska dr inż. B. Kusznierevich nauki chemiczne - biotechnologia
21. dr inż. Iga Gubańska	11.07.2017	prof. dr hab. inż. H. Janik dr inż. J. Kucińska-Lipka nauki techniczne - technologia chemiczna
22. dr inż. Michał Banasiak	13.09.2017	dr hab. inż. P. Sachadyn nauki chemiczne - biotechnologia
23. dr inż. Anna Strzelczyk	13.09.2017	dr hab. inż. B. Chachulski nauki techniczne - technologia chemiczna
24. dr inż. Patrycja Wcisło-Kucharek	11.10.2017	prof. dr hab. inż. E. Klugmann-Radziemska dr inż. M. Ryms nauki techniczne - technologia chemiczna
25. dr inż. Mohamed Sulyman	11.10.2017	prof. dr hab. inż. J. Haponiuk dr inż. M. Sienkiewicz nauki techniczne - technologia chemiczna
26. dr inż. Anna Dettlaff	11.10.2017	prof. dr hab. inż. E. Klugmann-Radziemska dr inż. M. Wilamowska nauki techniczne - technologia chemiczna
27. dr inż. Agata Jażdżewska	08.11.2017	dr hab. inż. J. Orlikowski nauki techniczne - technologia chemiczna
28. dr inż. Anna Zakaszewska	08.11.2017	dr hab. S. Makowiec nauki chemiczne - chemia
29. dr inż. Marcin Urbanowicz	08.11.2017	prof. dr hab. inż. M. Bocheńska dr inż. M. Moderhak nauki techniczne - technologia chemiczna
30. dr inż. Andrzej Skwarecki	08.11.2017	prof. dr hab. inż. M. Milewska nauki chemiczne - chemia
31. dr inż. Witold Kozak	08.11.2017	prof. dr hab. inż. J. Rachoń dr inż. S. Demkowicz nauki chemiczne - chemia
32. dr inż. Beata Wicikowska	08.11.2017	prof. dr hab. A. Lisowska-Oleksiak dr inż. A. Nowak nauki techniczne - technologia chemiczna
33. dr inż. Nikola Śniadecka	08.11.2017	prof. dr hab. inż. J. Hupka nauki techniczne - technologia chemiczna
34. dr inż. Monika Wicka-Grochocka	06.12.2017	dr hab. inż. H. Cieśliński dr inż. M. Wanarska nauki chemiczne - biotechnologia
35. dr inż. Anna Selwent	06.12.2017	prof. dr hab. inż. J. Hupka dr inż. J. Łuczak nauki techniczne - technologia chemiczna
36. dr inż. Anna Bejrowska	06.12.2017	prof. dr hab. inż. Z. Mazerska nauki chemiczne - biotechnologia

37. dr inż. Łukasz Gawęł	06.12.2017	prof. dr hab. inż. K. Darowicki nauki techniczne - technologia chemiczna
38. dr inż. Monika Wieczerek	06.12.2017	prof. dr hab. inż. J. Namieśnik dr inż. B. Kudłak nauki chemiczne - chemia
39. dr inż. Anna Mróz	06.12.2017	prof. dr hab. inż. Z. Mazerska nauki chemiczne - biotechnologia
40. dr inż. Szymon Mania	06.12.2017	dr hab. inż. H. Staroszczyk dr inż. R. Tylingo nauki techniczne - technologia chemiczna

2018

1. dr inż. Izabela Koss-Mikołajczyk	10.01.2018	dr hab. inż. A. Bartoszek-Pączkowska dr inż. B. Kusznierek nauki chemiczne - chemia
2. dr inż. Artur Jasiński	10.01.2018	prof. dr hab. inż. M. Bocheńska nauki chemiczne - chemia
3. dr inż. Magdalena Stolarska	10.01.2018	prof. dr hab. inż. R. Andruszkiewicz nauki chemiczne - chemia
4. dr inż. Michał Prejs	10.01.2018	prof. dr hab. inż. K. Dzierzbicka dr inż. G. Cholewiński nauki chemiczne - chemia
5. dr Katarzyna Książniak	10.01.2018	prof. dr hab. inż. J. Hupka dr inż. W. Pawlos (KGHM) nauki techniczne - technologia chemiczna
6. dr inż. Paweł Szczeblewski	10.01.2018	prof. dr hab. inż. R. Andruszkiewicz nauki chemiczne - chemia
7. dr inż. Agnieszka Brozdowska	10.01.2018	dr hab. inż. J. Chojnacki nauki chemiczne - chemia
8. dr inż. Ewelina Najda-Mocarska	07.02.2018	dr hab. S. Makowiec nauki chemiczne - chemia
9. dr inż. Katarzyna Gucwa	07.02.2018	prof. dr hab. inż. S. Milewski dr inż. P. Szveda nauki chemiczne - biotechnologia
10. dr inż. Anna Stupak	07.03.2018	prof. dr S. Raina nauki chemiczne - biotechnologia
11. dr inż. Małgorzata Szopińska	07.03.2018	prof. dr hab. inż. Ż. Polkowska dr Danuta Szumińska (UKW) nauki chemiczne - chemia
12. dr inż. Ewelina Krajewska	09.05.2018	dr hab. inż. H. Cieśliński dr inż. M. Wanarska nauki chemiczne - biotechnologia
13. dr inż. Bartłomiej Cieślik	09.05.2018	prof. dr hab. inż. P. Konieczka nauki chemiczne - chemia
14. dr inż. Mateusz Zauliczny	06.06.2018	prof. dr hab. inż. J. Pikies dr hab. inż. R. Grubba nauki chemiczne - chemia
15. dr inż. Beata Adamczak	06.06.2018	prof. dr hab. inż. J. Stangret dr hab. inż. J. Czub nauki chemiczne - chemia
16. dr Sreeraj Gopi	11.07.2018	prof. dr hab. inż. J. Haponiuk prof. S. Thomas (MG University India) nauki techniczne - technologia chemiczna
17. dr inż. Maria Rybarczyk	11.07.2018	dr hab. inż. M. Lieder nauki techniczne - technologia chemiczna
18. dr inż. Agata Śliwińska	11.07.2018	dr hab. inż. H. Staroszczyk dr inż. I. Sinkiewicz nauki chemiczne - biotechnologia

19. dr inż. Ewelina Kurzyk	11.07.2018	dr hab. inż. A. Brillowska-Dąbrowska dr inż. P. Szweda nauki chemiczne - biotechnologia
20. dr inż. Joanna Mioduska	11.07.2018	prof. dr hab. inż. J. Hupka dr hab. inż. A. Zielińska-Jurek nauki techniczne - technologia chemiczna
21. dr inż. Michał Gągół	12.09.2018	prof. dr hab. inż. J. Haponiuk dr hab. inż. G. Boczkaj nauki techniczne - technologia chemiczna
22. dr inż. Marta Śpibida	09.10.2018	dr hab. B. Krawczyk dr inż. M. Olszewski nauki chemiczne - biotechnologia
23. dr inż. Kamila Rząd	09.10.2018	prof. dr hab. inż. S. Milewski dr inż. I. Gabriel nauki chemiczne - biotechnologia
24. dr inż. Mateusz Daśko	09.10.2018	prof. dr hab. inż. J. Rachoń dr hab. inż. S. Demkowicz nauki chemiczne - chemia
25. dr inż. Patrycja Jutrzenka Trzebiatowska	06.11.2018	prof. dr hab. inż. J. Datta nauki techniczne - technologia chemiczna
26. dr inż. Paulina Kosmela	06.11.2018	prof. dr hab. inż. J. Haponiuk dr inż. Ł. Piszczek nauki techniczne - technologia chemiczna
27. dr inż. Monikaben Padariya	06.11.2018	prof. dr hab. inż. M. Bagiński nauki chemiczne - biotechnologia
28. dr inż. Łukasz Burczyk	06.11.2018	prof. dr hab. inż. K. Darowicki dr hab. inż. J. Ryl nauki techniczne - technologia chemiczna
29. dr inż. Patrycja Makoś	06.11.2018	dr hab. inż. G. Boczkaj nauki techniczne - technologia chemiczna
30. dr inż. Umesh Kalathiya	06.11.2018	prof. dr hab. inż. M. Bagiński nauki chemiczne - biotechnologia
31. dr inż. Mariusz Szkoda	06.11.2018	prof. dr hab. A. Lisowska-Oleksiak dr hab. inż. K. Siuzdak (IMP PAN) nauki techniczne - technologia chemiczna
32. dr Paulina Dederko	06.11.2018	dr hab. inż. H. Staroszczyk dr hab. P. Siondalski (GUMed) dr hab. inż. E. Malinowska-Pańczyk nauki chemiczne - biotechnologia
33. dr inż. Anna Kuczyńska-Łażewska	04.12.2018	prof. dr hab. E. Klugmann-Radziemska nauki techniczne - technologia chemiczna
34. dr inż. Olga Otłowska	04.12.2018	dr hab. M. Śliwka-Kaszyńska nauki chemiczne - chemia
35. dr inż. Paulina Kolasińska	04.12.2018	prof. dr hab. inż. J. Namieśnik dr inż. T. Dymerski nauki chemiczne - chemia
36. dr inż. S. Lehmann-Konera	17.12.2018	prof. dr hab. inż. Ż. Polkowska dr W. Kociuba (UMCS) nauki chemiczne - chemia
2019		
1. dr inż. Agnieszka Siebert	08.01.2019	prof. dr hab. inż. J. Rachoń dr hab. inż. G. Cholewiński nauki chemiczne - chemia
2. dr Ahmet Kertmen	08.01.2019	prof. dr hab. inż. R. Andruszkiewicz dr inż. B. Scheibe (UAM) nauki chemiczne - chemia

3. dr inż. Kaja Borzędowska-Labuda	08.01.2019	prof. dr hab. inż. H. Janik dr inż. M. Sienkiewicz nauki techniczne - technologia chemiczna
4. dr inż. Monika Gensicka-Kowalewska	05.02.2019	prof. dr hab. inż. K. Dzierzbicka nauki chemiczne - chemia
5. dr inż. Majus Misiak	05.03.2019	prof. dr hab. inż. M. Bagiński prof. dr hab. inż. A. Składanowski nauki chemiczne - biotechnologia
6. dr inż. Izabela Wysocka	05.03.2019	dr hab. C. Jungnickel dr hab. inż. A. Zielińska-Jurek nauki techniczne - technologia chemiczna
7. dr inż. Małgorzata Puta	09.04.2019	dr hab. inż. H. Staroszczyk dr hab. inż. D. Martysiak-Żurowska nauki chemiczne - biotechnologia
8. dr inż. Kornelia Skarbek	09.04.2019	prof. dr hab. inż. M. Milewska nauki chemiczne - chemia
9. dr inż. Paulina Parcheta	09.04.2019	prof. dr hab. inż. J. Datta nauki techniczne - technologia chemiczna
10. dr inż. Justyna Doroszuk	04.06.2019	prof. dr hab. inż. D. Witt nauki chemiczne
11. dr inż. Aleksandra Ziółkowska	04.06.2019	prof. dr hab. inż. J. Pikies dr inż. Ł. Ponikiewski nauki chemiczne
12. dr inż. Mateusz Musiejuk	04.06.2019	prof. dr hab. inż. D. Witt nauki chemiczne
13. dr Jan Lica	04.06.2019	prof. dr hab. inż. M. Bagiński prof. dr hab. inż. A. Składanowski nauki chemiczne
14. dr inż. Agnieszka Mielcarek	09.07.2019	dr hab. inż. A. Dołęga nauki chemiczne

STUDIA DOKTORANCKIE NA WYDZIALE CHEMII UG

Wydział Chemii Uniwersytetu Gdańskiego do 30 kwietnia 2019 r. posiadał prawa do nadawania stopni doktora w **d dziedzinie nauk chemicznych w dyscyplinach: chemia, biochemia, ochrona środowiska**. Od 1 maja, w związku z wprowadzeniem Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r – „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” oraz odpowiednich rozporządzeń, Wydział Chemii UG posiada prawa do nadawania stopnia doktora w **d dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki chemiczne**.

Krótką historia Studiów Doktoranckich przy Wydziale Chemii UG

Wydział Chemii Uniwersytetu Gdańskiego (do roku 1970 jako jednostka w Wyższej Szkole Pedagogicznej, w latach 1970-90 roku jako Instytut Chemii UG) uzyskał uprawnienia w zakresie nadawania stopnia doktora w dziedzinie nauk chemicznych w dyscyplinie chemia w roku 1967. Studia doktoranckie w zakresie chemii funkcjonują od 1969 roku. Kształcenie doktoranckie początkowo odbywało się w ramach Studiów Doktoranckich Chemii. Obecnie na Wydziale Chemii prowadzone są 4 różne studia doktoranckie:

- Stacjonarne Studia Doktoranckie Chemii i Biochemii,
- Interdyscyplinarne, środowiskowe studia doktoranckie pn. International Ph.D. Programme „Chemistry for Health and the Environment” (INTERCHEM), prowadzone wspólnie z Wydziałem Chemicznym Politechniki Gdańskiej, częściowo w ramach projektu „Rozwój interdyscyplinarnego programu studiów doktoranckich o wymiarze międzynarodowym”, który jest współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego - Program Operacyjny Wiedza Edukacja Rozwój.
- Międzywydziałowe interdyscyplinarne studia doktoranckie Chemia z Fizyką (CHEMFIZ) prowadzone wspólnie przez Wydział Chemii i Wydział Matematyki, Fizyki i Informatyki w ramach projektu, który jest współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego - Program Operacyjny Wiedza Edukacja Rozwój
- Niestacjonarne Studia Doktoranckie Chemii i Ochrony Środowiska

Kierownicy Studiów Doktoranckich:

prof. Tadeusz Jasiński (1969-1972 i 1978-1980)

prof. Jerzy Szychliński (1972-1975)

prof. dr hab. Bogdan Liberek (1975-1978, 1981-1984 i 1985-1987)

prof. Zygmunt Warnke (1984-1985)

prof. Gotfryd Kupryszewski (1988-1992)

prof. Krzysztof Rolka (1992-1996)

prof. Zbigniew Maćkiewicz (1996-1999)

prof. Leszek Łankiewicz (1999-2003)

prof. Andrzej Wiśniewski (2003-2008)

prof. Jerzy Ciarkowski (2008-2012)

prof. Adam Prahl i dr hab. Iwona Anusiewicz, prof. UG (2012-2016)

dr hab. Zbigniew Kaczyński, prof. UG. (2016-

Liczba doktoratów obronionych na Wydziale Chemii:

Rok	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Liczba obronionych doktoratów	13	14	22	18	9	20	8	11	10	15	9	14	14	22	16

Bliższe informacje na temat funkcjonowania Studiów Doktoranckich przy Wydziale Chemii UG można znaleźć na poniższych stronie internetowej:

https://chemia.ug.edu.pl/studenci/studia_doktoranckie/kierunki_sd

Rekrutację kandydatów na Studia Doktoranckie na rok akademicki 2018/19 prowadziła Wydziałowa Komisja Rekrutacyjna w składzie:

Stacjonarne Studia Doktoranckie Chemii i Biochemii przy Wydziale Chemii i INTERCHEM

Przewodniczący:

dr hab. Marek Gołębiowski, prof. UG

Członkowie:

dr hab. Aleksandra Dąbrowska, prof. UG

dr hab. Zbigniew Kaczyński, prof. UG

CHEMFIZ

Przewodniczący:

dr hab. Dagmara Strumińska-Parulska, prof. UG

Członkowie:

dr hab. Zbigniew Kaczyński, prof. UG

dr hab. Aleksander Kubicki, prof. UG

LISTA UCZESTNIKÓW STUDIÓW DOKTORANCKICH

(stan na dzień 05.07.2019):

Stacjonarne Studia Doktoranckie Chemii i Biochemii

PO IV ROKU

1. mgr Bojke Aleksandra
2. mgr Cebula Zofia
3. mgr Cirocka Anna
4. mgr inż. Fiszka Borzyszkowska Agnieszka
5. mgr Giżyńska Małgorzata
6. mgr Jakubus Aleksandra
7. mgr Karczyńska Agnieszka
8. mgr Kropidłowska Magdalena
9. mgr Lubos Marta
10. mgr inż. Mazierski Paweł
11. mgr Olkiewicz Aleksandra
12. mgr Rybińska-Fryca Anna
13. mgr Szulta Sylwia
14. mgr Topolewska Anna
15. mgr Wyrzykowska Ewelina
16. mgr Załuska Izabela

IV ROK

1. mgr Białobrzaska Wioleta
2. mgr Gromelski Maciej
3. mgr inż. Kobylański Marek
4. mgr Kobylis Paulina
5. mgr Lis Hanna
6. mgr Marczak Maria
7. mgr Okońska Joanna
8. mgr Osińska-Basałaj Klaudia

-
9. mgr Reszka Milena
 10. mgr Saba Martyna
 11. mgr inż. Spisz Paulina

III ROK

1. mgr Backtrog Ewelina
2. mgr Fularczyk Martyna
3. mgr Grabarczyk Łukasz
4. mgr Jędrzejewska Katarzyna
5. mgr Mędyk Małgorzata
6. mgr Pazda Magdalena
7. mgr Pianka Joanna
8. mgr Pieńkos Milena
9. mgr Romanowska Anna
10. mgr Stachurski Oktawian

II ROK

1. mgr Bojarski Krzysztof
2. mgr Brzeski Jakub
3. mgr Chylińska Monika
4. mgr Godlewska Klaudia
5. mgr Miodyńska Magdalena
6. mgr Pakiet Alicja
7. mgr Parnicka Patrycja
8. mgr Skibiszewska Sandra
9. mgr Skowierzak Grzegorz
10. mgr Szymczak Marta
11. mgr Śmigiel-Kamińska Daria
12. mgr Wilczewska Patrycja
13. mgr Wolecki Daniel
14. mgr Zięba Karolina
15. mgr Zwara Julia
16. mgr Żygowska Justyna

I ROK

1. mgr Biskupek Iga
2. mgr Kowalska Dorota
3. mgr Kubiś Agnieszka
4. mgr Kulpa Amanda
5. mgr Maculewicz Jakub
6. mgr Malinowski Jacek
7. mgr Nowiak Grzegorz
8. mgr Pettke Paulina
9. mgr Starego Dominika

International Ph.D. „Chemistry for Health and the Environment” (INTERCHEM) (pierwszy nabór w roku akademickim 2016/2017)

III ROK Programme

1. mgr Apanowicz Tomasz
2. mgr Bojko Magdalena
3. mgr Toński Michał
4. mgr Wojsławski Jerzy

III ROK

1. mgr Lewandowski Łukasz
2. mgr Szczepańska Elżbieta
3. mgr Witkowska Małgorzata

I ROK

1. mgr Gacka Nikola
2. mgr Orszulak Aleksandra
3. mgr Ponikowska Małgorzata

Niestacjonarne Studia Doktoranckie Chemii i Ochrony Środowiska przy Wydziale Chemii Uniwersytetu Gdańskiego (pierwszy nabór w roku akademickim 2014/2015)

PO IV ROKU

1. mgr inż. Magda Kozak

IV ROK

1. mgr Wojciechowska Marta

Międzywydziałowe interdyscyplinarne studia doktoranckie Chemia z Fizyką realizowane w Uniwersytecie Gdańskim (CHEMFIZ)

I ROK

1. mgr Bogunia Małgorzata
2. mgr inż. Cavdar Onur
3. mgr Falkiewicz Karina
4. mgr Faron Dawid
5. mgr Kaczor Marcin
6. mgr Karman Marta
7. mgr Kowalczyk Agnieszka
8. mgr Mech Paulina
9. mgr Mirocki Artur
10. mgr Prusinowski Maciej
11. mgr Romanowska Anita

OFERTA WYKŁADÓW DLA DOKTORANTÓW:

Dla uczestników Studiów Doktoranckich Wydziału Chemii UG przygotowana jest szeroka oferta wykładów, w roku akademickim 2018/2019 obejmowała ona m.in.:

1. BHP i ERGONOMIA, dr Waldemar Nowicki,
2. Biochemia Wirusa HIV, prof. UG., dr hab. Piotr Mucha,
3. Dydaktyka Akademicka, dr Aleksandra Bielicka-Giełdoń/ dr inż. Krzysztof Żamojć
4. Energia jądrowa prof. dr hab. Bogdan Skwarzec
5. Ekonomia, prof. UG., dr hab. Marek Szczepaniec,
6. Filozofia nauki, prof. UG., dr hab. Jarosław Mrozek,
7. Język angielski, mgr Ewa Mrozek
8. Języki skryptowe, prof. UG., dr hab. Cezary Czaplewski,
9. Konwersatorium chemoinformatyczne, prof. UG., dr hab. Tomasz Puzyn,
10. Mechanizmy oddziaływania białek z kwasami nukleinowymi, prof. UG dr hab. Piotr Mucha,
11. Mechanizmy reakcji w chemii organicznej, prof. UG., dr hab. Beata Liberek
12. Medycyna nuklearna, prof. dr hab. Bogdan Skwarzec
13. Molecular Simulations in chemistry, prof. dr hab. Adam Liwo,
14. Nagrody Nobla w dziedzinie chemii, prof. UG., dr hab. Sylwia Rodziewicz-Motowidło/ dr Ewa Wiczerzak
15. Numerical methods in chemistry, prof. dr hab. Adam Liwo,
16. Ocena biologicznej aktywności związków. Teoria i praktyka, prof. Adam Lesner,

-
17. Programy użytkowe i administracja systemami operacyjnymi, e-learning, dr Rafał Ślusarz,
 18. Protein structure and energetics, prof. dr hab. Adam Liwo,
 19. Scientific writing, prof. UG., dr hab. Tomasz Puzyn,
 20. Strukturalne zagadki związków biologicznie czynnych, dr hab. Artur Sikorski, prof. UG,
 21. Świat RNA – Hipoteza Powstania Życia na Ziemi, prof. UG., dr hab. Piotr Mucha,
 22. Tworzenie i własność materiałów informatycznych, e-learning, dr Rafał Ślusarz,
 23. Właściwości kwasowo-zasadowe związków organicznych i farmaceutyków, prof. UG, dr hab. Beata Liberek,
 24. Zastosowanie wielowymiarowej spektroskopii NMR w ustalaniu struktury, stereochemii i konformacji związków organicznych dr hab. Zbigniew Kaczyński, prof. UG,
 25. Zarządzanie projektem naukowym, prof. UG, dr hab. Tomasz Puzyn,
 26. Znakowanie cząsteczek. Teoria i praktyka, prof. Adam Lesner,
 27. Conformational stability of globular proteins, Prof. Giuseppe Graziano,
 28. Nanotechnology Applied to Water and Soil Treatments, prof. Luis Cumbal,
 29. *Saccharomyces cerevisiae* – old concepts and new questions, Dr. Lavinia Liliana Ruta,
 30. Ion Mobility Spectrometry - its place among analytical techniques Dr. Victor Bocoş-Binţişan,
 31. Fundamentals and applications of advanced oxidation processes (AOPs), Prof. Ewa Kowalska.

SUKCESY DOKTORANTÓW WYDZIAŁU CHEMII UG

W gronie laureatów konkursu grantowego Narodowego Centrum Nauki w programie **PRELUDIUM** znalazły się następujące osoby:

- **mgr Patrycja Parnicka** (Katedra Technologii Środowiska)
Nowe nanomateriały typu REOF@TiO₂ o potencjalnym zastosowaniu w procesach fotokatalitycznych.
- **mgr inż. Marek Kobyłański** (Katedra Technologii Środowiska)
Przestrzenie zorientowane nanorurki TiO₂ modyfikowane kopolimerami przewodzącymi do generowania wodoru.
- **mgr Łukasz Golon** (Katedra Chemii Teoretycznej)
Przystosowanie metod elektroforetycznych do oznaczania wpływu składników żywności na poziom całkowitej metylacji DNA.
- **mgr Magdalena Miodyńska** (Katedra Technologii Środowiska)
Perowskity metalohalogenkowe do fotokatalizy heterogenicznej.
- **mgr Samanta Romanowska** (Katedra Chemii Fizycznej)
Modelowanie reakcji fosforylacji katalizowanej ludzką kinazą tymidynową 1. Konieczny element racjonalnego projektowania radiouczulających analogów tymidyny.
- **mgr inż. Magda Kozak** (Katedra Technologii Środowiska)
Fotoaktywne kompleksowe nanostruktury otrzymywane w procesie utleniania anodowego.
- **mgr Milena Reszka** (Katedra Chemii Organicznej)
Pochodne 3-hydroksychromen-4-onu jako efektywne fluorescencyjne wskaźniki aktywności glikozydaz.
- **mgr Krzysztof Bojarski** (Katedra Chemii Teoretycznej)
Udział glikozaminoglikanów w dojrzewaniu prokatepsyn - podejście obliczeniowe.
- **mgr inż. Onur Cavdar** (Katedra Technologii Środowiska)
Tlenohalogenki bizmutu wspomagane asymetrycznymi lub multimerycznymi nanocząstkami zawierającymi siarczki srebra.

PROJEKTY WSPIERAJĄCE DZIAŁALNOŚĆ UCZESTNIKÓW STUDIÓW DOKTORANCKICH WYDZIAŁU CHEMII UG

Projekt „Międzywydziałowe interdyscyplinarne studia doktoranckie Chemia z Fizyką” (CHEMFIZ) realizowany wspólnie przez Wydział Chemii i Wydział Matematyki, Fizyki i Informatyki, który jest współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego - Program Operacyjny Wiedza Edukacja Rozwój (WND-POWR.03.02.00-00-I059/16).

Głównym celem projektu jest zwiększenie jakości i efektywności kształcenia na studiach doktoranckich poprzez utworzenie i realizację nowego interdyscyplinarnego programu doktoranckiego o zasięgu krajowym o profilu akademickim chemiczno-fizycznym. Projekt będzie realizowany w okresie 01.03.2018 – 31.12.2022, a jego budżet wynosi 1 996 140 zł.

W ramach realizacji tych działań dla wszystkich doktorantów przewidziano m.in.

- naukowe stypendia zadaniowe umożliwiające realizację zdefiniowanych zadań badawczych na najwyższym poziomie (39 miesięcy po 1900 zł),
- obowiązkowe 3-miesięczne staże w ramach realizowanego zadania badawczego,
- udział w międzynarodowej konferencji tematycznej,
- wykłady z profesorami wizytującymi,
- udział w krajowej szkole letniej,
- udział w zajęciach prowadzonych przez przedstawicieli przemysłu.

Doktoranci realizujący program CHEMFIZ są zobowiązani do uzyskania stopnia naukowego doktora w okresie 4 lat od rozpoczęcia studiów, czyli do 30 września 2022.

Projekt „Rozwój interdyscyplinarnego programu studiów doktoranckich o wymiarze międzynarodowym” (Nr projektu: POWR.03.02.00-I008/16) jest współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego - Program Operacyjny Wiedza Edukacja Rozwój (PO WER) a jego realizację przewidziano na okres 1.09.2017-31.12.2021. W projekcie ze strony Wydziału Chemii UG uczestniczą doktoranci programu INTERCHEM. Projekt jest szczegółowo opisany w rozdziale „Projekty wspierające działalność uczestników studiów doktoranckich Wydziału Chemicznego PG”.

**LISTA OBRONIONYCH PRAC DOKTORSKICH UCZESTNIKÓW
STUDIÓW DOKTORANCKICH PRZY WYDZIALE CHEMII
UNIwersytetu Gańskiego z OSTATNICH 5 LAT**

Imię i nazwisko	Data nadania stopnia	Promotor
2015		
1. dr Iwona Sieradzan	14.01.2015 chemia	dr hab. I. Anusiewicz
2. dr Lidia Chomicz	18.03.2015 chemia	prof. dr hab. J. Rak
3. dr Beata Łubkowska	10.06.2015 chemia	prof. dr hab. Z. Maćkiewicz
4. dr Marzena Marchaj	08.07.2015 chemia	prof. dr hab. P. Skurski
5. dr Paweł Krupa	08.07.2015 chemia	dr hab. C. Czaplewki
6. dr Magdalena Mozolewska	08.07.2015 chemia	prof. dr hab. J. Liwo
7. dr Grzegorz Olszewski	08.07.2015 ochrona środowiska	prof. dr hab. B. Skwarzec
8. dr Monika Łęgowska	18.11.2015 biochemia	prof. dr hab. A. Lesner
9. dr Marta Sosnowska	18.11.2015 biochemia	prof. dr hab. F. Kasprzykowski
2016		
1. dr Ireneusz Sobolewski	10.02.2016 biochemia	prof. dr hab. J. Rak
2. dr Tomasz Wirecki	10.02.2016 chemia	dr hab. C. Czaplewski
3. dr Illia Serdiuk	15.06.2016 chemia	prof. dr hab. inż. J. Błazejewski
4. dr Jadwiga Popow-Stellmaszyk	15.06.2016 chemia	prof. dr hab. A. Lesner
5. dr Małgorzata Drewnowska	06.07.2016 ochrona środowiska	prof. dr hab. J. Falandysz
15. dr Paulina Strzelecka	06.07.2016 biochemia	prof. dr hab. A. Lesner
16. dr Krzysztof Żamojć	06.07.2016 chemia	prof. dr hab. inż. L. Chmurzyński
17. dr Natalia Gruba	12.10.2016 chemia	prof. dr hab. A. Lesner
18. dr Anna Wcisło	12.10.2016 chemia	prof. dr hab. inż. T. Ossowski
19. dr Przemysław Karpowicz	09.11.2016 chemia	dr hab. E. Jankowska
20. dr Nataliia Syzochenko	09.11.2016 chemia	dr hab. T. Puzyn
21. dr Justyna Wicz	09.11.2016 chemia	prof. dr hab. J. Rak
22. dr Magdalena Filipowicz	14.12.2016 chemia	dr hab. A. Łęgowska
23. dr Agata Gitlin-Domagalska	14.12.2016 chemia	prof. dr hab. K. Rolka

2017

1. dr Joanna Drzeżdżon	11.01.2017 chemia	dr hab. D. Jacewicz
2. dr Olga Żolnierkiewicz	11.01.2017 chemia	prof. dr hab. P. Skowron
3. dr Natalia Ptaszyńska	15.02.2017 chemia	dr hab. A. Łęgowska
4. dr Karol Sikora	17.05.2017 chemia	dr hab. B. Liberek
5. dr Martyna Prądzińska	14.06.2017 chemia	dr hab. S. Rodziewicz-Motowidło
6. dr Julia Witkowska	14.06.2017 biochemia	dr hab. E. Jankowska
7. dr Joanna Żebrowska	05.07.2017 chemia	prof. dr hab. P. Skowron
8. dr Marta Borecka	27.09.2017 ochrona środowiska	prof. dr hab. P. Stepnowski
9. dr Elżbieta Czaczyk	27.09.2017 chemia	prof. dr hab. inż. T. Ossowski
10. dr Magdalena Diak	27.09.2017 ochrona środowiska	prof. dr hab. inż. A. Zaleska-Medynska
11. dr Angelika Głębocka	27.09.2017 chemia	dr hab. M. Makowski
12. dr Dorota Wirkus	27.09.2017 biochemia	prof. dr hab. P. Stepnowski
13. dr Alicja Mikołajczyk	15.11.2017 chemia	dr hab. T. Puzyn
14. dr Martyna Maszota-Zieleniak	13.12.2017 chemia	dr hab. S. a Rodziewicz-Motowidło

2018

1. dr Maciej Barycki	17.01.2018 ochrona środowiska	dr hab. T. Puzyn
2. dr Magdalena Zdrowowicz	17.01.2018 chemia	prof. dr hab. J. Rak
3. dr Monika Lewandowska-Goch	21.02.2018 chemia	prof. dr hab. A. Prahł
4. dr Natalia Karska	21.02.2018 chemia	dr hab. S. Rodziewicz-Motowidło
5. dr Małgorzata Pieszko	21.02.2018 chemia	dr hab. P. Mucha
6. dr Magdalena Alenowicz	14.03.2018 chemia	prof. dr hab. P. Rekowski
7. dr Marta Paszkiewicz-Gawron	14.03.2018 ochrona środowiska	prof. dr hab. inż. A. Zaleska-Medynska
8. dr Marcin Czapla	13.06.2018 chemia	prof. dr hab. P. Skurski
9. dr Anna Kojta	04.07.2018 chemia	prof. dr hab. J. Falandysz
10. dr Patrycja Zięba-Meyer	04.07.2018 chemia	prof. dr hab. inż. T. Ossowski
11. dr Beata Bajorowicz	26.09.2018 ochrona środowiska	prof. dr hab. inż. A. Zaleska-Medynska
12. dr Anna Górską	26.09.2018 biochemia	prof. dr hab. A. Lesner
13. dr Kinga Westphal	26.09.2018 chemia	prof. dr hab. J. Rak

14. dr Paweł Wityk	26.09.2018 chemia	prof. dr hab. J. Rak
15. dr Daria Krefft	17.10.2018 biochemia	prof. dr hab. P. Skowron
16. dr Martyna Marchelek	17.10.2018 ochrona środowiska	prof. dr hab. inż. A. Zaleska-Medynska
17. dr Agnieszka Kozłowska	19.11.2018 chemia	prof. dr hab. P. Rekowski
18. dr Teresa Łepk	19.11.2018 biochemia	prof. dr hab. A. Prah
19. dr Małgorzata Biedulska	19.12.2018 chemia	prof. dr hab. M. Makowski
20. dr Anna Krukowska	19.12.2018 ochrona środowiska	prof. dr hab. inż. A. Zaleska-Medynska
21. dr Małgorzata Sobocińska	19.12.2018 biochemia	dr hab. E. Kamysz
22. dr Aleksandra Tesmar	19.12.2018 chemia	prof. dr hab. inż. L. Chmurzyński

2019

1. dr Agnieszka Lipska	16.01.2019 chemia	prof. dr hab. J. Liwo
2. dr Katarzyna Mioduszevska	13.02.2019 ochrona środowiska	prof. dr hab. P. Stepnowski
3. dr Przemysław Jurczak	13.03.2019 biochemia	dr hab. S. Rodziejwicz-Motowidło
4. dr Paulina Łukaszewicz	13.03.2019 ochrona środowiska	prof. dr hab. P. Stepnowski
5. dr Daria Grzywacz	08.05.2019 nauki chemiczne	dr hab. B. Liberek
6. dr Alan Puckowski	08.05.2019 nauki chemiczne	prof. dr hab. P. Stepnowski
7. dr Monika Rafalik	08.05.2019 nauki chemiczne	dr hab. A. Kołodziejczyk
8. dr Olimpia Ciepl	12.06.2019 nauki chemiczne	prof. dr hab. P. Skurski
9. dr Urszula Judycka	12.06.2019 nauki chemiczne	prof. dr hab. inż. J. Błażejowski
10. dr Samanta Romanowska	12.06.2019 nauki chemiczne	prof. dr hab. J. Rak
11. dr Justyna Sawicka	12.06.2019 nauki chemiczne	dr hab. S. Rodziejwicz-Motowidło
12. dr Anna Barabaś	03.07.2019 nauki chemiczne	dr hab. A. Dąbrowska
12. dr Edyta Czajkowska	03.07.2019 nauki chemiczne	dr hab. A. Żylicz-Stachula
13. dr Łukasz Golon	03.07.2019 nauki chemiczne	dr hab. A. Sieradzan
14. dr Dorota Kubiak	03.07.2019 nauki chemiczne	dr hab. J. Makowska
15. dr Katarzyna Kuncewicz	03.07.2019 nauki chemiczne	dr hab. S. Rodziejwicz-Motowidło

**STRESZCZENIA KOMUNIKATÓW
UCZESTNIKÓW STUDIÓW DOKTORANCKICH
PRZY WYDZIALE CHEMICZNYM
POLITECHNIKI GDAŃSKIEJ**

**KATEDRA APARATURY
I MASZYNOZNAWSTWA CHEMICZNEGO**

SYNTEZA ORAZ CHARAKTERYSTYKA STRUKTURALNA I ELEKTROCHEMICZNA WIELOSKŁADNIKOWYCH NANOKOMPOZYTÓW JAKO MATERIAŁÓW ELEKTRODOWYCH W URZĄDZENIACH DO MAGAZYNOWANIA ENERGII

mgr inż. Anita Cymann, I rok

Opiekun naukowy: prof. dr hab. Ewa Klugmann-Radziemska

Kondensatory elektrochemiczne są urządzeniami służącymi do magazynowania energii elektrycznej. Charakteryzują się krótkimi czasami ładowania i rozładowania (rzędu sekund), co przekłada się na wysokie wartości gęstości mocy [1]. Ich główną wadą jest natomiast stosunkowo niewielka ilość magazynowanej energii elektrycznej w porównaniu do powszechnie stosowanych baterii [1, 2].

Sposoby gromadzenia ładunku elektrycznego w kondensatorach elektrochemicznych można podzielić na dwa zasadnicze rodzaje: elektrostatyczne porządkowanie jonów (kondensatory elektrycznej warstwy podwójnej) oraz za pomocą reakcji redoks zachodzących na granicy faz elektroda/elektrolit (tzw. kondensatory o charakterze pseudopojemnościowym) [2]. Mechanizm gromadzenia ładunku zależy w głównej mierze od materiału elektrodowego.

Celem prowadzonych przeze mnie badań jest synteza, a także scharakteryzowanie kompozytowych materiałów elektrodowych łączących w sobie komponenty o różnych mechanizmach gromadzenia energii. Wytworzone materiały oparte są na polimerze przewodzącym (materiał pseudopojemnościowy) oraz nanostrukturach węglowych, które oprócz gromadzenia ładunku w podwójnej warstwie elektrycznej na rozwiniętej powierzchni właściwej mają za zadanie poprawić właściwości mechaniczne kompozytów.

W ramach I roku studium doktoranckiego w roku akademickim 2018/19 dokonałam przeglądu literaturowego, dotyczącego szeregu różnych materiałów elektrodowych do kondensatorów elektrochemicznych, w tym głównie materiałów kompozytowych.

Prowadziłam też badania eksperymentalne, które polegały na elektrochemicznym osadzeniu cienkiej warstwy materiału kompozytowego złożonego z polimeru przewodzącego, tlenku grafenu oraz utlenianych nanorurek węglowych. Wytworzony materiał charakteryzowałam w celu określenia składu, morfologii i struktury kompozytu (analiza elementarna, EDAX, SEM, spektroskopia Ramana, XPS) jak i jego właściwości pojemnościowych (badania elektrochemiczne w układach dwu- i trójelektrodowym). Materiał elektrodowy przebadalam w szeregu różnych elektrolitów wodnych (kwasowych, neutralnych oraz zasadowych) o różnych stężeniach oraz w elektrolicie aprotycznym. Część badań wykonałam w ramach dwumiesięcznego stażu naukowego w Technicznym Uniwersytecie w Darmstadt.

Literatura:

[1] J. Piwek, A. Platek, K. Fic, E. Frąckowiak, *Electrochim. Acta* **215**, 179, 2016.

[2] L. Guan, L. Yu, G. Z. Chen, *Electrochim. Acta* **206**, 464, 2016.

Praca finansowana ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego, Działanie 4.4 Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój w ramach programu POWROTY Fundacji na rzecz Nauki Polskiej, nr grantu: POIR.04.04.00-00-4582/17-00, pt. „Urządzenia hybrydowe do magazynowania energii wykonane z materiałów kompozytowych do zastosowań o dużej mocy”.

ZACIENIENIE JAKO KRYTYCZNY WARUNEK DOKŁADNOŚCI MODELOWANIA WYDAJNOŚCI ENERGII INSTALACJI FOTOWOLTAICZNYCH

mgr inż. Małgorzata Rudnicka, I rok

Opiekun naukowy: prof. dr hab. Ewa Klugmann-Radziemska

W ciągu kilku ostatnich dziesięcioleci zauważalny jest intensywny rozwój przemysłu związanego z fotowoltaiką. Niezaprzeczalnymi zaletami instalacji fotowoltaicznych jest ich znikoma szkodliwość względem środowiska, niski koszt utrzymania i eksploatacji oraz długoletnia żywotność. Jednakże należy mieć na uwadze fakt, iż energia pozyskiwana z tego typu źródła jest w znacznym stopniu zależna od warunków zewnętrznych, w tym również od zanieczyszczeń różnego pochodzenia zakumulowanych na powierzchni modułów. Przylegający osad zmniejsza przezroczystość szkła [1], co skutkuje ograniczeniem natężenia promieniowania świetlnego, jakie dociera do ogniw fotowoltaicznych [2].

Analizę wpływu zanieczyszczeń na uzysk energetyczny instalacji fotowoltaicznej przeprowadzić należy w oparciu o wiele czynników, wśród których znajdują się – czas wystawienia na warunki zewnętrzne bez oczyszczenia powierzchni modułu, ewentualne opady deszczu, wilgotność otoczenia, a także wielkość oraz rodzaj molekuł osadu. Wystąpienie opadu może doprowadzić do zmycia części zabrudzeń, tym samym poprawiając konwersję energii słonecznej modułów [3]. Z kolei duża wilgotność ma negatywny wpływ na parametry pracy instalacji fotowoltaicznej, bowiem sprzyja zbijaniu się cząstek w zwartą masę oraz ich mocniejszemu przywieraniu do powierzchni [4].

Niebagatelne znaczenie na szybkość akumulacji osadu ma optymalny kąt nachylenia instalacji fotowoltaicznej dla danej szerokości geograficznej. Udowodnione zostało, iż spadek przezroczystości powierzchni jest najmniejszy przy nachyleniu jej do podłoża pod kątem 90° i rośnie stopniowo wraz z coraz bardziej horyzontalnym ułożeniem [5][6]. W związku z tym instalacje fotowoltaiczne pracujące przy niskich optymalnych kątach nachylenia, a więc w rejonach silnie nasłonecznionych, są bardziej narażone na spadek generowanej energii spowodowany zanieczyszczeniami przywierającymi do powierzchni.

Literatura:

- [1] H. C. Hotel, B. B. Woertz, *Trans. ASME* **64**, 91, 1942.
- [2] A. Rao, R. Pillai, M. Mani, P. Ramamurthy, *Energy Procedia* **54**, 690, 2014.
- [3] S. K. Yadav, U. Bajpai, *IJETER* **5**, 67, 2017.
- [4] D. Goossens, Z. Y. Offer, A. Zangvil, *Solar Energy* **50**, 75, 1993.
- [5] H. K. Elminir, A. E. Ghitas, R. H. Hamid, F. El-Hussainy, M. M. Beheary, K. M. Abdel-Moneim, *Energy Conversion and Management* **47**, 3192, 2006.
- [6] A. A. Hegazy, *Renewable Energy* **22**, 525, 2001.

MATERIAŁY KOMPOZYTOWE W URZĄDZENIACH DO GROMADZENIA ENERGII

mgr inż. Dominik Knozowski, II rok

Opiekun naukowy: prof. dr hab. Ewa Klugmann-Radziemska

Urządzenia do gromadzenia energii elektrycznej stanowią ważny element rozwoju technologicznego. Urządzenia te powinny charakteryzować się zarówno wysoką gęstością energii jak i dużą mocą. Niestety, obecne na rynku baterie litowo-jonowe oraz kondensatory elektrochemiczne zwykle posiadają jedną z wymienionych cech. Obiecującym rozwiązaniem jest hybryda tych dwóch urządzeń, tzw. kondensator litowo-jonowy (LIC). Aby móc zbudować LIC, konieczne jest otrzymanie materiałów elektrodowych o odpowiednich właściwościach.

Jednym z potencjalnych materiałów do LIC są tlenowęglik krzemu (SiOC) [1]. Materiały te cechuje dobra stabilność, wysoka pojemność elektryczna dochodząca do 600 mAh g⁻¹ oraz zachowana aktywność elektrochemiczna przy dużych prądach ładowania i rozładowania, co w konsekwencji przekłada się na wysoką gęstość energii oraz na dużą moc urządzenia. Czynnikiem ograniczającym powszechne stosowanie SiOC jako materiałów elektrodowych jest wysoka, nieodwracalna pojemność pierwszego cyklu ładowania i rozładowania, sięgająca nawet 50% [2]. Z drugiej strony komercyjnie stosowany grafit posiada relatywnie małą pojemność nieodwracalną, ale jednocześnie duży spadek pojemności elektrycznej przy wysokich prądach ładowania i rozładowania. Z tych względów synteza kompozytów opartych na SiOC oraz graficie jest interesującym podejściem do opracowania materiałów łączących zalety obu komponentów.

Celem prowadzonych przeze mnie badań jest zaprojektowanie, synteza oraz charakterystyka kompozytów SiOC-grafit o odpowiednim składzie oraz strukturze, do urządzeń magazynujących energię charakteryzujących się wysoką mocą i gęstością energii.

W minionym roku akademickim zostały przeprowadzone syntezy kompozytów SiOC-grafit z dwóch prekursorów preceramicznych, z różną ilością węgla. Materiały otrzymano w procesie zol-żel, a następnie spirolizowano. Uzyskane kompozyty przetestowano pod kątem elektrochemicznym, z wykorzystaniem woltamperometrii cyklicznej oraz galwanostatycznego ładowania-rozładowania prądami o różnej gęstości w zakresie od 18,6 mA g⁻¹ do 1860 mA g⁻¹. Ponadto otrzymane materiały zbadano pod kątem morfologicznym i strukturalnym (technikami SEM, XRD, Raman), składu (EDAX, analiza elementarna), a także prześledzono zmiany masy podczas procesu pirolizy (TGA).

Literatura:

- [1] M. Halim, G. Liu, R.E.A. Ardhi, C. Hudaya, O. Wijaya, S.H. Lee, A.Y. Kim, J.K. Lee, *ACS Appl. Mater. Interfaces* **9**, 20566, 2017.
- [2] V.S. Pradeep, M. Graczyk-Zajac, R. Riedel, G.D. Soraru, *Electrochim. Acta* **119**, 78, 2014.

Praca finansowana ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego, Działanie 4.4 Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój w ramach programu POWROTY Fundacji na rzecz Nauki Polskiej, nr grantu: POIR.04.04.00-00-4582/17-00, pt. „Urządzenia hybrydowe do magazynowania energii wykonane z materiałów kompozytowych do zastosowań o dużej mocy”.

**KATEDRA
BIOTECHNOLOGII MOLEKULARNEJ
I MIKROBIOLOGII**

KONSTRUKCJA BAKTERYJNYCH SYSTEMÓW EKSPRESYJNYCH DO PRODUKCJI BIAŁEK REKOMBINANTOWYCH *BORRELIA* *BURGDORFERI SENSU LATO O PRZYDATNOŚCI* DIAGNOSTYCZNEJ

mgr inż. Weronika Grąźlewska, II rok

Opiekun naukowy: dr hab. inż. Lucyna Holec-Gąsior, prof. nadzw. PG

Borelioza jest najczęściej występującą chorobą odkleszczową wśród mieszkańców półkuli północnej. Jej czynnikiem etiologicznym są bakterie Gram-ujemne należące do kompleksu *Borrelia burgdorferi sensu lato* (s.l.). Dotychczas opisano około 20 genogatunków zaliczanych do tej grupy jednak wciąż odkrywane są nowe. Podczas gdy w Ameryce Północnej boreliozę u ludzi wywołuje jedynie *B. burgdorferi sensu stricto* (s.s.), w Europie zidentyfikowano aż 5 genogatunków groźnych dla człowieka tj. *B. burgdorferi s.s.*, *Borrelia afzelii*, *Borrelia spielmanii*, *Borrelia garinii* i *Borrelia bavariensis*.

Obecnie podstawą diagnostyki laboratoryjnej boreliozy jest dwustopniowe badanie serologiczne. Pierwszym etapem jest czuły test immunoenzymatyczny (ELISA). Jeżeli wynik badania jest dodatni lub wątpliwy jako test drugiego stopnia (potwierdzający) wykorzystuje się technikę Western blot. W obu metodach jako główne źródło antygenów wykorzystuje się całkowite lizaty komórkowe *B. burgdorferi* s.l. Niestety ogromna różnorodność gatunków w obrębie *B. burgdorferi* s.l. oraz niski stopień zakonserwowania sekwencji aminokwasowej ich białek sprawia, że wykorzystanie lizatów komórkowych jednego genogatunku nie jest wystarczające do prawidłowego rozpoznania boreliozy. Potencjalnym rozwiązaniem wyżej wymienionych problemów może być zastosowanie w serodiagnostyce boreliozy antygenów rekombinantowych. Odpowiednio wytypowane, zakonserwowane fragmenty białek (otrzymane z wykorzystaniem metod biologii molekularnej i inżynierii genetycznej), dają szansę na opracowaniom testów rozpoznających wszystkie przypadki boreliozy, niezależnie od genogatunku którym nastąpiła infekcja.

W trakcie drugiego roku studium doktoranckiego udało się skonstruować bakteryjne systemy ekspresyjne oparte na plazmidzie pUET1 pozwalające na produkcję białek rekombinantowych: BBA64, DbpA, OspA, BmpA, BBK32. Dalszymi etapami pracy była optymalizacja warunków produkcji oraz oczyszczania antygenów BBA64, DbpA oraz OspA. Przeprowadzono również wstępne testy określające reaktywność tych białek ze swoistymi przeciwciałami obecnymi w surowicach pobranych od pacjentów ze stwierdzoną boreliozą. Otrzymano również produkty PCR łączące w sobie sekwencje DNA kodujące najbardziej immunogenne fragmenty trzech antygenów *B. burgdorferi* (BmpA, BBK32, BBA64). Inerty te wklonowane do odpowiednich wektorów ekspresyjnych pozwolą na otrzymanie diwalentnych białek chimerycznych.

BADANIE WIRULENCJI IZOLATÓWCANDIDA SPP. Z WYKORZYSTANIEM GALLERIA MELLONELLA JAKO ORGANIZMU MODELOWEGO

mgr inż. Martyna Mroczyńska, IV rok

Promotor: dr hab. inż. Anna Brillowska-Dąbrowska, prof. nadzw. PG

Przez ostatnie lata zaobserwowano dramatyczny wzrost zakażeń grzybiczych, których przyczyną są grzyby z rodzaju *Candida*. Według niektórych źródeł śmiertelność u pacjentów leczonych środkami immunosupresyjnymi podczas kandydemii wynosi od 10% do 49% [1]. Większość zakażeń związana jest z infekcją gatunków takich jak: *C. albicans*, *C. glabrata*, *C. krusei*, *C. parapsilosis* i *C. tropicalis* [2]. Podczas badań w ramach mojej pracy doktorskiej zidentyfikowałam oporne na echinokandyny izolaty *Candida* spp. pochodzące z trzech polskich ośrodków (Gdańsk, Wrocław, Warszawa).

Larwy Barciaka większego (*Galleria mellonella*) w ostatnich latach wykorzystywane są jako organizmy modelowe do badania patogenności mikroorganizmów, a także badania toksyczności substancji. Wyniki uzyskane z wykorzystaniem *G. mellonella* są porównywalne z wynikami uzyskanymi dzięki innym modelom gospodarzy. Odpowiedź immunologiczna larw jest związana z komórkami ziarnistymi i plazmatocytami. Zidentyfikowano sześć typów hemocytów, które biorą udział w trzech procesach: fagocytozie, enkapsulacji i melanizacji. Larwy są coraz chętniej wykorzystywane do badania zjadliwości wśród różnych gatunków bakterii i grzybów, ze względu na mnogość zalet, do których można zaliczyć: stosunkowo niska cena eksperymentów, łatwość ich przeprowadzania, możliwość inkubacji lar w 37°C po infekcji grzybiczej/bakteryjnej.

Celem badań było określenie wirulencji szczepów opornych na echinokandyny z wykorzystaniem *Galleria mellonella* jako gospodarza. Eksperyment miał na celu zweryfikowanie czy oporność na echinokandyny może być skorelowana ze zwiększoną bądź zmniejszoną patogennością poszczególnych szczepów. Nowatorskim elementem podjętych badań jest określenie patogenności szczepów rzadko występujących w zakażeniach grzybiczych takich jak *C. palmiophila* i *C. inconspicua*.

Literatura:

- [1] O. Cornely, J. Vazquez, *Mycoses*. 57, 79, 2014.
- [2] S. R. Lockhart, *Clin. Microb. News*. 36, 131, 2014.

POSZUKIWANIE MIKROORGANIZMÓW PSYCHROTOLERANCYJNYCH I BADANIE ICH POTENCJAŁU BODEGRADACYJNEGO I BIOTRANSFORMACYJNEGO

mgr inż. Agata Terebieniec, IV rok

Promotor: dr hab. inż. Hubert Cieśliński, prof. nadzw. PG

Celuloza jest najpowszechniej występującym w przyrodzie polimerem, składającym się z reszt D-glukopiranozydowych połączonych wiązaniami β -1,4 glikozydowymi. Stabilizację struktury zapewniają wewnątrz- i zewnątrz łańcuchowe wiązania wodorowe oraz oddziaływania Van der Waalsa. Wyróżnia się dwie formy natywnej celulozy – krystaliczną i amorficzną [1]. Krystaliczna celuloza występuje w dwóch postaciach – celulozy I i II. W środowisku naturalnym przeważa forma I, w której łańcuchy polisacharydowe są ułożone równolegle [2].

Kluczową rolę w procesie rozkładu celulozy pełnią enzymy celulolityczne, należące do rodziny hydrolaz glikozydowych. Rozkładają one wiązania β -1,4-glikozydowe pomiędzy cząsteczkami glukozy w łańcuchu polimeru. Podstawowe typy celulaz to: endoglukanazy, egzoglukanazy, β -glukozydazy. Ze względu na to, że celuloza jest jednym z najobficiej występujących w przyrodzie biopolimerów, istnieje wiele wysoko wyspecjalizowanych organizmów zdolnych do jej degradacji. Pełnią one ważną rolę w obiegu węgla w przyrodzie. Spontaniczna degradacja celulozy w naturze jest zjawiskiem bardzo powolnym. Odpowiadają za nią organizmy celulolityczne - bakterie i grzyby. Mają one zdolność do degradacji krystalicznej formy celulozy [3].

W toku badań przeprowadzonych w trakcie IV roku m.in. zbadano zdolność degradacji celulozy przez psychrotolerancyjne drożdże zdeponowane w Kolekcji KBMiM oraz wyizolowane ze środowiska naturalnego. Spośród 213 szczepów celulozę degradowe 29 szczepów, z czego 4 są zdolne do wydajnej degradacji tego biopolimeru i na nich skupiono się w badaniach. Ich celem było oznaczenie aktywności w zatężonych preparatach enzymatycznych oraz wpływu różnych czynników fizycznych (temperatura, pH, dodatek środków denaturujących etc.) na aktywność celulolityczną.

Literatura:

- [1] R. M. Brown, *J. Polym. Sci. Part Polym. Chem.* **42**, 487, 2008.
- [2] R. A. Festucci-Buselli, W. C. Otoni, C. P. Joshi, *Braz. J. Plant Physiol.* **19**, 1, 2007.
- [3] L. R. Lynd, P. J. Weimer, W. H. van Zyl, *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* **66**, 506, 2002.

WPLYW LEKÓW IMMUNOSUPRESYJNYCH NA WZROST I EKSPRESJĘ GENÓW BAKTERYJNYCH KLEBSIELLA PNEUMONIAE IZOLOWANYCH OD PACJENTÓW PO PRZESZCZEPNIENIU NERKI

mgr inż. Magdalena Wysocka, IV rok

Promotor: dr hab. Beata Krawczyk, prof. nadzw. PG

Promotor pomocniczy: dr n. med. Justyna Gołębiewska

Przeszczep nerki stanowi 60% wszystkich przeszczepów narządowych w Polsce. U pacjentów po przeszczepieniu nerki (RTx) już w pierwszym roku, najczęściej w ciągu pierwszych trzech miesięcy od zabiegu pojawiają się zakażenia układu moczowego (ZUM). *Klebsiella pneumoniae* odpowiedzialna jest za ponad 50% powikłań z powodu ZUM. Symptomy ZUM są zazwyczaj maskowane z powodu zastosowanej immunosupresji, która obok korzystnego efektu hamowania procesu odrzucania przeszczepu sprzyja niestety zakażeniom.

Dotychczas nie udało się wskazać żadnego ze stosowanych leków immunosupresyjnych jako czynnika ryzyka występowania ZUM u pacjentów po przeszczepieniu nerki oraz które czynniki wirulencji decydują o ciężkości zakażeń u poddawanych immunosupresji biorców nerki. To właśnie skłoniło mnie do prowadzenia szczegółowych badań genetycznych bakterii *K. pneumoniae* w obecności immunosupresanta, mających na celu zaproponowanie panelu czynników, które mogą uzupełnić istniejący stan wiedzy dotyczący patomechanizmu występowania ZUM o tej etiologii.

Badaniu poddani zostali biorcy nerki ze zdiagnozowanym zakażeniem układu moczowego o etiologii *K. pneumoniae* oraz pacjenci inni niż po transplantacji nerki z infekcją układu moczowego o tej samej etiologii. Wyizolowane od pacjentów szczepy bakterii zostały poddane odpowiednim badaniom genetycznym pod kątem oceny ich stopnia zjadliwości oraz potencjalnych czynników na nie wpływających (m.in. zdolność wiązania sideroforów) w zależności od ekspozycji na dany lek immunosupresyjny. Poziom ekspresji genów kodujących wybrane czynniki wirulencji został określony w oparciu o technikę PCR czasu rzeczywistego (qPCR), czułą i specyficzną metodę monitorowania ilości produktu w każdym cyklu prowadzonej reakcji amplifikacji. W celu interpretacji obserwowanych różnic pomiędzy pacjentami przed i po przeszczepie, określono związek profilu genetycznego z danymi klinicznymi oraz porównano z innymi czynnikami ryzyka.

W trakcie zagranicznego stażu naukowego, rozwinięto prowadzone w ramach pracy doktorskiej badania nad patomechanizmem występowania ZUM u biorców nerek, wzbogacając je o analizę sekwencji genomów. Umożliwi to rozpoznanie zmian powodujących bardzo wczesne odrzucenie przeszczepu nerki z powodu powikłań ZUM o etiologii *K. pneumoniae*.

Identyfikacja kluczowych dla procesu genów, analiza poszczególnych zmian genetycznych i rozumienie ich współdziałania może mieć wpływ na opracowanie nowych strategii terapeutycznych w walce z ZUM o etiologii *K. pneumoniae*, a co za tym idzie przewidywanie rokowania.

BADANIE ZDOLNOŚCI WYBRANYCH SZCZEPÓW DROŻDŻY PSYCHROTOLERANCYJNYCH DO BIODEGRADACJI TOKSYCZNYCH ZWIĄZKÓW FENOLOWYCH NA PRZYKŁADZIE FENOLU I KATECHOLU

mgr inż. Natalia Filipowicz, V rok

promotr: dr hab. inż. Hubert Cieśliński, prof. nadzw. PG

dr hab. inż. Grzegorz Boczkaj, prof. nadzw. PG

Węglowodory aromatyczne to grupa toksycznych związków organicznych zdolnych do akumulacji w glebie i wodach gruntowych. Do głównych źródeł ich emisji można zaliczyć przemysł chemiczny, procesy przeróbki węgla i przemysł tekstylny. Związki te wywołują toksyczność drogą oddechową, pokarmową oraz przez kontakt ze skórą. Nawet w niskich stężeniach mogą wpływać negatywnie na środowisko naturalne oraz na organizm człowieka i zwierząt.

Poniższe badania skupiają się na poszukiwaniu zdolności do biodegradacji związków monoaromatycznych wśród psychrotolerancyjnych szczepów drożdżowych pochodzących z próbek gleby i wody z terenów torfowiska Rucianka.

Niniejsze sprawozdanie przedstawia wyniki będące kontynuacją badań rozpoczętych w poprzednich latach SD. W sprawozdaniu ujęto wyniki dotyczące kluczowego etapu badań podjętych w ramach SD. Przedstawia obszernie opisane oraz wnikliwie przeanalizowane wyniki dotyczące badania szlaków biodegradacji fenolu przez wybrane szczepy drożdży. Badania uwzględniają różne początkowe stężenia fenolu znajdujące się w podłożu hodowlanym oraz różne sposoby przygotowywania inokulum drożdżowego. Badania dotyczące szlaków biodegradacji fenolu zostały wykonane z wykorzystaniem kilku technik, m.in. badań enzymatycznych oraz chromatografii gazowej sprzężonej ze spektroskopią mas.

Praca poszerza współczesną wiedzę dotyczącą potencjału biodegradacyjnego drożdży pochodzących z terenów torfowisk. Nie odnotowano w literaturze publikacji badających zdolność drożdży torfowiskowych do degradacji fenolu czy innych węglowodorów monoaromatycznych, pomimo że ten węglowodór i jego pochodne występują w torfowiskach jako produkt rozkładu biomasy. Pomimo izolacji i identyfikacji wielu gatunków grzybów z terenów torfowisk na całym świecie, bardzo mało badań skupia się na badaniu gatunków drożdży z nich wyizolowanych. W dostępnych bazach znajduje się jedynie kilkanaście publikacji dotyczących drożdży torfowiskowych i zaledwie kilka, w których przedstawiono wyniki badań nad ich identyfikacją taksonomiczną. Ponadto, rola drożdży w procesie rozkładu materii roślinnej i tworzenia torfu również nie jest poznana. Istotnym jest również fakt, iż praca porusza temat szlaków biodegradacji fenolu wykorzystywanych przez szczepy torfowiskowe – co nie zostało do tej pory odnotowane w literaturze.

KATEDRA CHEMII ANALITYCZNEJ

ZASTOSOWANIE TECHNIKI LC-ESI-MS/MS DO OZNACZANIA KLASYCZNYCH ORAZ PROJEKTOWANYCH BENZODIAZEPIN W PRÓBKACH LUDZKIEJ KRWI

mgr inż. Laura Banaszkiewicz, I rok

Opiekun naukowy: prof. dr hab. inż. Agata Kot-Wasik

Benzodiazepiny (BZD) stanowią grupę leków stosowanych w celach terapeutycznych w przypadku problemów psychicznych, związanych głównie z bezsennością, skurczami mięśni, napadami padaczkowymi lub jako środki łagodzące skutki związane z odstawieniem alkoholu [1]. Jednakże, ze względu również na silne efekty psychostymulujące odczuwane po ich zażywaniu w większych dawkach niż dawki terapeutyczne, współcześnie obserwuje się zjawisko polegające na niewłaściwym użyciu lub nadużywaniu tego typu substancji (jako środków psychoaktywnych). Ponadto, w ostatnich latach wiele nowych związków należących do grupy BZD zostało zsyntezowanych jako modyfikacja istniejących substancji i wprowadzonych do nielegalnego obrotu. Nowe BZD zazwyczaj nie są dopuszczone komercyjnie jako produkty medyczne i są sprzedawane głównie jako „projektowane benzodiazepiny” (*designer benzodiazepines*, DBZD) do użytku w celach rekreacyjnych jako składniki „dopalaczy” (podobnie jak nowe substancje psychoaktywne (NPS)) [2]. Łatwa dostępność zarówno klasycznych, jak i projektowanych benzodiazepin, stanowi poważny problem społeczny i może prowadzić do zagrożeń życia bądź zdrowia.

Podczas przeprowadzonych badań opracowano szybką i prostą procedurę analityczną umożliwiającą oznaczanie związków z grupy klasycznych oraz projektowanych benzodiazepin w próbkach ludzkiej krwi (obejmującej sumarycznie ponad 20 analitów) z zastosowaniem chromatografii cieczowej sprzężonej z tandemową spektrometrią mas (LC-ESI-MS/MS). Na etapie przygotowania próbek do analizy zastosowano ekstrakcję w układzie ciecz-ciecz (LLE) wykorzystując 500 µL próbki krwi. Wykonano optymalizację pracy układu LC-MS/MS, w tym dobrano specyficzne reakcje fragmentacji (MRM), odpowiednią kolumnę chromatograficzną i program elucji oraz procesu ekstrakcji (dobrano odpowiedni rozpuszczalnik organiczny i jego objętość, jak również warunki ekstrakcji: czas oraz pH). Przeprowadzono walidację opracowanej procedury, a uzyskane wyniki spełniały wymagania stawiane metodom bioanalitycznym.

Literatura:

- [1] I. Álvarez-Freire, P. Brunetti, P. Cabarcos-Fernández, A. Fernández-Liste, M.J. Tabernero-Duque, A.M. Bermejo-Barrera, *J Pharm Biomed Anal.* **159**, 45, 2018.
- [2] J.B. Zawilska, J. Wojcieszak, *Neurotoxicology* **73**, 8, 2019.

WYKORZYSTANIE BAI DO OCENY ŚWIEŻOŚCI MIĘSA DROBIOWEGO

mgr inż. Kaja Kalinowska, Irok

Opiekun naukowy: dr hab. inż. Marek Tobiszewski, prof. nadzw. PG

Aminy biogenne to organiczne związki powstające w wyniku procesów metabolicznych zachodzących w komórkach zwierzęcych, roślinnych i bakteryjnych. Ich podwyższony poziom w żywności może być spowodowany przez jej długotrwałe lub niewłaściwe przechowywanie bądź też niekontrolowaną aktywność mikroorganizmów. Ze względu na to, że ich wysokie stężenie może świadczyć o tym, że żywność nie jest zdatna do spożycia, a także dlatego, że zwiększona konsumpcja amin biogennych może powodować negatywne skutki zdrowotne, niezbędne jest określenie na jakim poziomie są one obecne w produktach spożywczych, m.in. w mięsie i produktach mięsnych. BAI (ang. BiogenicAmines Index) jest to jedna z metod wykorzystywanych do oceny świeżości żywności. Na podstawie jego wartości, obliczanej w oparciu o całkowite stężenie tyraminy, putrescyny, kadaweryny i histaminy w próbce, można określić, czy dany produkt nadaje się do spożycia.

Celem podjętych badań było określenie poziomu stężeń histaminy, putrescyny, kadaweryny i tyraminy w próbkach mięsa z piersi kurczaka w kolejnych dniach jego przechowywania. Oznaczenia przeprowadzono z wykorzystaniem dyspersyjnej mikroekstrakcji w układzie ciecz-ciecz połączonej z chromatografią gazową sprzężoną ze spektrometrią mas (DLLME-GC-MS). Z jej zastosowaniem możliwe było określenie, że wartość BAI mieściła się w przedziale 2,45 - 20,39, przy czym wyraźny wzrost jej wartości następował po drugim dniu przechowywania próbek. Ponadto, na podstawie wyników przeprowadzonych badań stwierdzono, że elektroniczny nos w połączeniu z analizą chemometryczną może być użyty do oceny świeżości mięsa drobiowego.

IDENTYFIKACJA/ILOŚCIOWE OZNACZANIE WYBRANYCH GRUP TRWAŁYCH ZANIECZYSZCZEŃ ORGANICZNYCH OBECNYCH W PRÓBKACH WÓD OPADOWYCH/POWIERZCHNIOWYCH ZLOKALIZOWANYCH W OKOLICACH POLSKIEJ STACJI BADAWCZEJ W HORSUNDZIE (SPITSBERGEN)

mgr inż. Filip Pawlak, I rok

Opiekun naukowy: prof. dr hab. inż. Żaneta Polkowska

Trwałe zanieczyszczenia organiczne (TZO) takie jak polichlorowanebifenyle, pestycydy chloroorganiczne i wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne mogą ulegać depozycji wraz z śniegiem na terenach wysokogórskich i Arktyce [1,2]. Związki te cechują się wysoką trwałością dzięki czemu mogą być zachowane w środowisku przez długi czas np. w lodzie lodowcowym [3]. Jednakże w wyniku postępującego zjawiska globalnego ocieplenia lodowce ulegają szybkiemu topnieniu [4]. Co może powodować uwolnienie zdeponowanych w nich związków chemicznych do środowiska [5], które to z powodu swojej toksyczności mogą powodować zagrożenie dla organizmów żywych [6].

W ramach sprawozdania rocznego przedstawiono wyniki studium literaturowego opisującego zawartość wybranych związków w matrycach środowiskowych takich jak: powietrze, śnieg, woda rzeczna i jeziorna, osady dennie. Zebrane dane posłużą do oceny lodowców jako wtórnego źródła zanieczyszczeń.

W okresie od 07.04.2019 do 16.05.2019 brałem udział w wyprawie polarnej do Polskiej Stacji Polarnej im. Stanisława Siedleckiego w Horsundzie. Celem wyprawy było pobranie próbek śniegu w którym będzie oznaczana zawartość pestycydów chloroorganicznych i polichlorowanych bifenyli.

Literatura:

- [1] G. Carrera, P. Fernandez, R. Vilanova, J. Grimalt, *Atmospheric Environ.* **35**, 245, 2001.
- [2] M.Lafrenière, J. Blais, M. Sharp, D. Schindler, *Environ. Sci. Technol.* **40**, 4909, 2006.
- [3] C. Giorio, N. Kehrwald, C. Barbante, M. Kalberer, A. King, E. Thomas, E. Wolff, P. Zennaro, *Quat. Sci. Rev.* **183**, 1, 2018.
- [4] T. Moon, *Science* **356**, 580, 2017.
- [5] C. Bogdal, P. Schmid, M. Zennegg, F. Anselmetti, M. Scheringer, K. Hungerbühler, *Environ. Sci. Technol.* **43**, 8173, 2009.
- [6] K. Kozak, Z. Polkowska, M. Ruman, K. Kozioł, J. Namieśnik, *TrAC - Trends Anal. Chem.* **50**, 107, 2013.

COMPARISON OF LIPIDS EXTRACTED FROM FLAXSEED SAMPLES USING LIQUID CHROMATOGRAPHY COUPLED WITH TIME-OF-FLIGHT MASS SPECTROMETRY

Inal Bakhytkyzy, MSc., IInd year

Scientific supervisor: prof. dr hab. inż. Agata Kot-Wasik

Flaxseed or linseed (*Linum usitatissimum* L.) is one of the oldest cultivated crops, originating from eastern Mediterranean, through Western Asia and the Middle East, to India. Consumption of flaxseed has been increased due to its possible functional properties in health. In addition to being one of the richest sources of α -linolenic acid oil and lignans, flaxseed is an essential source of high-quality protein and soluble fiber and has considerable potential as a source of phenolic compounds. Scientific evidences support that the consumption of flaxseed may prevent some chronic diseases such as many types of cancer, diabetes, cardiovascular diseases and cerebrovascular stroke.

Flaxseed consists of approximately 45% lipids. Flaxseed lipid consists of 98% neutral lipid, 1.3% protein or oleosin, 0.9% phospholipids and 0.1% free fatty acids. Due to the favorable balance of polyunsaturated and monounsaturated and saturated fatty acids, flaxseed lipids are the most attractive chemical component in terms of nutritional value. The flaxseed lipid fraction also contains a small proportion of vitamin E derivatives (for example, tocopherol and tocotrienol), sterols, and carotenoid pigments, such as lutein.

Although a lot of studies have focused on the chemical composition of flaxseed and its possible health effects, more information is needed to determine the composition of minor lipids in flaxseed, particularly wax esters, sterol esters, and phospholipids.

The physical and chemical structure of flaxseed makes it relatively difficult to extract the oil from the seed. Those methods most often used for food labeling purposes, give inaccurately low values when applied to flaxseed. The typical methods for oil content determination rely on exhaustive extraction of the ground seed using neutral solvents. Standard analytical methods for the determination of fatty acids in foods are time-consuming, expensive and non-environmentally friendly. Thus, in this work, several sample preparation strategies were applied to flaxseed to develop a comprehensive lipid extraction method that would enable to analyze a wide range of flaxseed lipidome.

Sample preparation strategies included of using different organic solvents, utilization of ultrasound energy, application of dispersive-micro-solid phase extraction, as well as using glass beads to break down physical structure of the flaxseed. DSPE method in combination with intense mixing using vortex mixer and glass beads at elevated temperature proved to extract the biggest range of lipidome coverage.

The developed method, then was applied to discover lipidomic variation in 23 commercially available flaxseed and flaxseed products from different varieties and origin.

ZASTOSOWANIE ŚRODKÓW PRZECIWDROBNOUSTROJOWYCH W POWŁOKACH NA IGŁY BIOPSYJNE

mgr inż. Małgorzata Borowska, II rok

Opiekun naukowy: prof. dr hab. inż. Agata Kot-Wasik

Biopsja stercza jest standardowym badaniem w diagnostyce raka gruczołu krokowego. Obecnie przed wykonaniem biopsji pacjentowi podawany jest antybiotyk w formie doustnej. Lek stosowany jest w celu ochrony przed infekcjami, będącymi powikłaniami po przeprowadzeniu badania. W wielu przypadkach antybiotyk podany w takiej formie nie zapewnia wystarczającej ochrony przeciwdrobnoustrojowej. Pacjenci borykają się z infekcjami zakaźnymi, wśród których wyróżnia się głównie zapalenie układu moczowego. Pojawiające się infekcje związane są ze wzrostem oporności szczepów flory jelitowej na działanie antybiotyków stosowanych w profilaktyce około zabiegowej. Rozwiązaniem problemu związanego z infekcjami pojawiającymi się po zabiegu biopsji prostaty może być zastosowanie igły biopsyjnej uwalniającej leki. W takim rozwiązaniu igła biopsyjna jest pokryta warstwą polimeru z zawartą w niej substancją przeciwdrobnoustrojową. Lek uwalniany jest bezpośrednio do gruczołu krokowego w trakcie wykonywania biopsji, co pozwala na zmniejszenie ryzyka pojawienia się infekcji po badaniu. Substancja przeciwdrobnoustrojowa jest dostarczana bezpośrednio do miejsca narażonego na rozwój infekcji. Istnieje możliwość jednoczesnego zastosowania różnych antybiotyków, co pozwala na zwiększenie spektrum działania przeciwdrobnoustrojowego [1].

W trakcie drugiego roku studium doktoranckiego przygotowano powłoki polimerowe zawierające substancje przeciwdrobnoustrojowe i naniesiono je na powierzchnię igieł biopsyjnych. Opracowano metodę oznaczania stosowanych substancji przeciwdrobnoustrojowych w oparciu o wykorzystanie wysokosprawnej chromatografii cieczowej. Zbadano szybkość uwalniania poszczególnych substancji aktywnych z powłok polimerowych.

Literatura:

- [1] M. Sieczkowski, A. Gibas, A. Wasik, A. Kot-Wasik, L. Piechowicz, J. Namieśnik, M. Matuszewski, *Technol. Cancer Res. Treat.* **16**, 1038, 2017.

WIELOKRYTERIALNE PODEJMOWANIE DECYZJI W CHEMII ANALITYCZNEJ I NAUKACH CHEMICZNYCH

mgr inż. Marta Bystrzanowska, II rok

Opiekun naukowy: dr hab. inż. Marek Tobiszewski, prof. nadzw. PG

Podejmowanie właściwych decyzji, to problem występujący w wielu obszarach ludzkiej działalności, także w chemii analitycznej. Jednymi z najistotniejszych dylematów analityków są wybór odpowiednich metod przygotowania próbek do analizy, odczynników, technik analitycznych, czy warunków prowadzenia procesów oznaczania analitów.

Dokonanie właściwego wyboru, czyli takiego, który przyniesie najwięcej korzyści, nie jest zadaniem łatwym. W szczególności, przy ogromnej liczbie wariantów i kryteriów, będących niekiedy przeciwstawnymi względem siebie.

Jednoznaczne wskazanie najlepszego rozwiązania za pomocą klasycznych metod oceny, może być niewystarczające. Jednym z rozwiązań jest wykorzystanie wielokryterialnych metod podejmowania decyzji (MCDA – *Multi-Criteria Decision Analysis*). Są to narzędzia oparte na algorytmach matematycznych, które pozwalają opisać dany problem decyzyjny za pomocą wartości liczbowych i umożliwiają uzyskanie końcowych wyników analizy w postaci szeregowania dostępnych rozwiązań, co pozwala na wybranie obiektywnie najlepszego wariantu. Niewątpliwą zaletą metod MCDA jest przeprowadzanie analizy przy wykorzystaniu ogromnej ilości danych (wiele kryteriów i wariantów), biorąc pod uwagę preferencje osoby podejmującej decyzję. Zatem istnieje możliwość oceny procedury analitycznej, odczynników chemicznych itd. z różnych punktów widzenia – metrologicznego (lub technologicznego), środowiskowego i ekonomicznego. Taki sposób oceny, czyni go znacznie wszechstronniejszym niż dotychczasowo wykorzystywane metody, jak np. Eko-skala, czy oznaczenia NEMI.

W ramach kontynuacji realizacji pracy doktorskiej porównano wykorzystanie różnych metod oceny zieloności procedur analitycznych na przykładzie oznaczania DDT w próbkach miodu [1]. Dokonano kompleksowej oceny uciążliwości środowiskowej szerokiej gamy komercyjnie dostępnych cieczy jonowych [2]. Ponadto przeprowadzono studium literaturowe na temat metod optymalizacji wielocelowej dotyczącej procedur mikroekstrakcyjnych, gdzie jedną z możliwych do zastosowania technik jest MCDA [3].

Literatura:

- [1] M. Bystrzanowska, J. Namieśnik, M. Tobiszewski, Evaluation of analytical procedure greenness. W: Greener Analytical Techniques. (Praca zbiorowa pod redakcją M. de la Guardia, S. Garrigues). Royal Society of Chemistry 2019.
- [2] M. Bystrzanowska, F. Pena-Pereira, Ł. Marcinkowski, M. Tobiszewski, *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 174, 455, 2019.
- [3] M. Bystrzanowska, M. Tobiszewski, *Trends Anal. Chem.* 116, 266, 2019.

OPRACOWANIE METODY DO OZNACZANIA ANALITÓW Z GRUPY SIDEROFORÓW W PRÓBKACH TORFU Z WYKORZYSTANIEM DWUWYMIAROWEJ CHROMATOGRAFII CIECZOWEJ SPRZĘŻONEJ ZE SPEKTROMETRIĄ MAS

mgr inż. Magdalena Fabjanowicz, II rok
Opiekun naukowy: prof. dr hab. inż. Piotr Konieczka

Pobieranie jak również łatwość przyswajania żelaza jest kluczowe do życia wszystkich organizmów żywych. Powszechną rolą bakterii w środowiskach, w których żelazo jest trudno dostępne jest biosynteza związków chemicznych chelatujących jony żelaza (siderofory), ich transport do środowiska pozakomórkowego i odzysk kompleksu żelazo-siderofor za pośrednictwem dedykowanych transporterów błonowych. Poznanie tego procesu ma ogromne znaczenie w aspekcie (i) mikrobiologii środowiskowej, w której żelazo często musi być pozyskiwane z nierozpuszczalnego tlenowodorotlenku w środowisku zasadowym lub (ii) chorób, w których wiele czynników wirulencyjnych jest silnie związanych z pozyskiwaniem składników odżywczych.

Identyfikacja oraz określenie ilościowe wytworzonych ligandów i kompleksów żelaza umożliwi poznanie mechanizmu produkcji, transportu oraz obiegu sideroforów w środowisku. Siderofory to grupa związków o niskiej masie cząsteczkowej (500-1100 kDa). Najczęściej w celu ich oznaczania wykorzystuje się technikę chromatografii cieczowej sprzężonej ze spektrometrią mas [1,2]. Głównym problemem analitycznym pojawiającym się podczas analizy próbek torfu jest etap przygotowania próbki [3].

Torf to bardzo skomplikowana matryca, co sprawia, że jego analiza jest ogromnym wyzwaniem. Kilkakrotne filtrowanie, odwirowanie oraz zastosowanie filtra typu *cutoff* to poszczególne etapy niezbędne w celu zwiększenia selektywności oznaczeń - usunięcie zakłócającej frakcji o wysokiej masie cząsteczkowej i otrzymanie oddzielnych sygnałów dla poszczególnych analitów z grupy sideroforów.

Podczas wyjazdu stażowego, który odbył się we francuskim mieście Pau w Instytucie Nauk Analitycznych i Fizykochemii Środowiska i Materiałów (IPREM), opracowano innowacyjną metodę online SPE-UPLC sprzężoną z wysokorozdzielczą spektrometrią mas, pozwalającą na zatężenie próbki oraz zmniejszenie efektu matrycy. Początkowe wyniki są bardzo obiecujące. Zastosowanie kolumny C18 oraz odpowiednio dobranych faz wodnych pozwoliły już na początku badań oznaczyć dwa związki należące do grupy sideroforów.

Literatura:

- [1] R. Boiteau, S. Fansler, Y. Farris, J. Shaw, D. Koppenaal, L. Pasa-Tolic, J. Jansson, *Metallomics* **11**, 166, 2018.
- [2] R. Boiteau, J. Shaw, L. Pasa-Tolic, D. Koppenaal, J. Jansson, *Soil Biol. Biochem.* **120**, 283, 2018.
- [3] M. Deicke, J. Bellenger, T. Wichard, *Analyst.* **139**, 6096, 2014.

ANALIZA GEOCHEMICZNA I KORELACJE MIĘDZY INDYWIDUAMI CHEMICZNYMI W PRÓBKACH OSADÓW I WÓD POBRANYCH NA WYSPIE KRÓLA JERZEGO (ANTARKTYDA)

mgr inż. Joanna Potapowicz, II rok

Promotor: prof. dr hab. inż. Żaneta Polkowska

Promotor pomocniczy: dr inż. Małgorzata Szopińska

Niewątpliwie Antarktykę uznaje się za przestrzeń stosunkowo wolną od przejawów antropopresji, związanej z różnymi dziedzinami działalności człowieka, jednakże na podstawie danych literaturowych [1,2,3] można stwierdzić, że nie jest to obszar wolny od zanieczyszczeń antropogenicznych. Zanieczyszczenia, które są identyfikowane w różnych elementach środowiska Antarktyki związane są głównie z ich transportem na duże odległości oraz depozycją na tym obszarze, a także z lokalną działalnością człowieka.

Z powodu zachodzących zmian klimatycznych [4] wraz z wodami ablacyjnymi możliwe jest nie tylko wzmożone uwalnianie zanieczyszczeń, które wcześniej zgromadziły się na tym obszarze np. w pokładach wieloletniej zmarzliny, ale także ich dalsza dystrybucja do środowiska abiotycznego (np. wodnego), a w konsekwencji również do środowiska biotycznego. Dlatego też podczas przeprowadzonych badań, określono stężenia ogólnego węgla organicznego (OWO), jonów oraz metali śladowych i niemetalu w próbkach osadów i wód. Próbkę pobierano dwukrotnie punktach zlokalizowanych na Wyspie Króla Jerzego w pobliżu stacji Arctowski pod koniec stycznia i marca 2016 r.

Średnia zawartość OWO była zróżnicowana w obu seriach i zależała od lokalnych czynników środowiskowych. Obecność kolonii ptaków i ssaków w pobliżu punktów pomiarowych miały największy wpływ na zmiany we właściwościach osadów. Dodatkowo materia organiczna odgrywa ważną rolę w transporcie metali ciężkich, ponieważ mogą one ulegać adsorpcji na jej powierzchni. Na szczególną uwagę zasługuje poziom stężeń SO_4^{2-} . Jony te mogą pochodzić ze źródeł antropogenicznych (np. przemysł, emisja ze statków) i są transportowane wraz z morskim aerozolem. W przypadku metali i niemetalu najwyższe wartości uzyskano dla glinu i żelaza, co jest spowodowane morfologią form morenowych uformowanych przez lodowiec [5]. Niemniej jednak obecność niektórych metali ciężkich np. Cd, Pb może być związane z lokalną działalnością człowieka.

Monitorowanie poziomu stężeń metali ciężkich i innych zanieczyszczeń jest ważne ze względu na zagrożenie dla środowiska, jakie mogą one powodować. Duże ilości zanieczyszczeń w środowisku mogą powodować zakłócenia równowagi ekosystemów Antarktyki.

Literatura:

- [1] S. Corsolini, *J Chromatogr. A*. **1216**, 598, 2009.
- [2] R. Bargagli, *Sci. Total. Environ.* **400**, 212, 2008.
- [3] H. Wolschke, X. Meng, Z. Xie, R. Ebinghaus, M. Cai, *Mar. Pollut. Bull.* **96**, 513, 2015.
- [4] M. Kejna, A. Arażny, I. Sobota, *Pol. Polar Res.* **34**, 213, 2013.
- [5] Z. Lu, M. Cai, J. Wang, H. Yang, J. He, *Environ. Monit. Assess.* **184**, 7013, 2012.

CHEMIZM TERPENÓW W POWIETRZU WEWNĘTRZNYM

mgr inż. Klaudia Pytel, II rok

Opiekun naukowy: prof. dr hab. inż. Bożena Zabiegała

Już w czasach starożytnych ludzie zaczęli zauważać wpływ jakości powietrza atmosferycznego na ich zdrowie i samopoczucie, jednakże jakością powietrza wewnętrznego zaczęto interesować się dopiero około roku 2000, kiedy to wzrosła świadomość na temat związków, które znajdują się w powietrzu wewnętrznym oraz na temat ich wpływu na ludzkie zdrowie. Z literatury wynika, iż Lotne Związki Organiczne (LZO), w tym związki z grupy terpenów, znacząco wpływają na jakość powietrza wewnętrznego. Terpeny są substancjami zapachowymi, wytwarzanymi w sposób naturalny przez rośliny i często stosowanymi w produktach codziennego użytku. Terpeny zawierają w swojej budowie jedno lub więcej wiązań podwójnych, przez co szybko ulegają utlenieniu w powietrzu wewnętrznym. Reakcje utleniania powodują powstawanie szeregu różnych produktów, w tym Wtórnego Aerosolu Organicznego (ang. Secondary Organic Aerosol).

SOA stanowi zagrożenie dla ludzkiego zdrowia, ponieważ powoduje podrażnienia skóry, oczu, a także układu oddechowego. Cząstki SOA o submikronowych rozmiarach docierają do najmniejszych struktur układu oddechowego, a nawet do krwioobiegu. Mechanizm utleniania terpenów w powietrzu wewnętrznym jest skomplikowany i nie do końca poznany, zatem nadal stanowi wyzwanie dla naukowców.

W ramach mojej pracy doktorskiej, w roku 2018/2019 przeprowadzone zostały badania laboratoryjne z wykorzystaniem dwóch technik pomiaru w czasie rzeczywistym, mające na celu określenie dynamizmu reakcji ozonolizy terpenów oraz powstawania submikronowego SOA w powietrzu wewnętrznym. Równolegle prowadzone były badania terenowe mające na celu określenie stężenia terpenów oraz ich pochodnych w powietrzu wewnętrznym środowisk specyficznych, jakimi są salony SPA.

ZAGOSPODAROWANIE NADMIAROWYCH OSADÓW ŚCIEKOWYCH ORAZ POPIOŁÓW PO ICH TERMICZNEJ UTYLIZACJI W MATERIAŁACH BUDOWLANYCH

mgr inż. Lesław Świerczek, II rok

Opiekun naukowy: prof. dr hab. inż. Piotr Konieczka

Jednym z ważniejszych współczesnych problemów gospodarki odpadami są zwiększające się z roku na rok ilości nadmiarowych osadów ściekowych powstających podczas prowadzenia procesów i operacji jednostkowych oczyszczalni. Utylizacja tego odpadu wiąże się z licznymi wyzwaniami, związanymi z wysokim stopniem zanieczyszczenia osadów oraz ich znaczną objętością. Jest ona konieczna nie tylko ze względu na obowiązujące prawo, ale także ze względów praktycznych i społecznych [1]. Istnieje wiele metod zagospodarowania osadów ściekowych, które można podzielić na dwie główne grupy: metody biologiczne oraz termiczne. Ze względu na rosnące wymagania dotyczące jakości samych osadów ściekowych, a także produktów uzyskanych na drodze wybranej metody utylizacji, spopielenie staje się główną metodą ich utylizacji. Wadą takiego zagospodarowania jest powstawanie trudnego w zagospodarowaniu odpadu – stałych pozostałości, które traktowane są jako materiał niebezpieczny i składowane są na odpowiednich składowiskach odpadów [2, 3].

Ze względu na znaczną redukcję objętości osadów ściekowych, zawarte w nich metale ciężkie występują w pyłach i popiołach w podwyższonych stężeniach. Pewne podobieństwa pozostałości po procesie spopielenia do powszechnie stosowanych mineralnych dodatków do betonów lub zapraw dają możliwość wykorzystania ich jako substytutu spoiw cementowych lub kruszyw w materiałach cementowych [4, 5]. Zaletą tej metody jest fakt, że metale ciężkie zostają skutecznie zimmobilizowane w matrycy uwodnionych faz spoiwa, przez co produkcja materiałów budowlanych z dodatkiem stałych pozostałości może stać się alternatywnym rozwiązaniem dla obecnie stosowanego składowania popiołów i pyłów.

Złożoność i różnorodność składu pyłów i popiołów, a także rozbieżność informacji dotyczących ich aktywności w mieszaninach cementowych, powodują, że uzyskiwane materiały budowlane z ich udziałem charakteryzują się gorszymi właściwościami niż materiały bez takich dodatku. Istnieje zatem konieczność szczegółowego scharakteryzowania wpływu stałych pozostałości na materiały cementowe w celu uzyskania produktu nieodbiegającego właściwościami mechanicznymi od powszechnie stosowanych, a także niewywierającego negatywnego wpływu na środowisko.

Literatura:

- [1] M. Kacprzak, E. Neczaj, K. Fijałkowski, A. Grobelak, A. Grosser, M. Worwag, A. Rorat, H. Brattebo, Å. Almås, B.R. Singh, *Environ Res.* **156**, 39, 2017.
- [2] C.J. Lynn, R.K. Dhir, G.S. Ghataora, R.P. West, *Constr Build Mater.* **98**, 767, 2015.
- [3] M.M. Tashima, L. Reig, M.A. Santini, J.C. B Moraes, J.L. Akasaki, J. Payá, M.V. Borrachero, L. Soriano, *Waste and Biomass Valorization* **8**, 1441, 2017.
- [4] Z. Chen, J.S. Li, C.S. Poon, *J. Clean Prod.* **171**, 1447, 2018.
- [5] F. Baeza-Brotons, P. Garcés, J. Payá, J.M. Saval, *J. Clean Prod.* **82**, 112, 2014.

STRATEGIE OZNACZANIA MARKERÓW Z GRUPY NOWO POJAWIAJĄCYCH SIĘ ZANIECZYSZCZEŃ ŚRODOWISKA WODNEGO Z WYKORZYSTANIEM TECHNIKI WYSOKOSPRAWNEJ CHROMATOGRAFII CIECZOWEJ SPRZĘŻONEJ ZE SPEKTROMETRIĄ MAS

mgr inż. Dagmara Kempieńska-Kupczyk, IIIrok
Promotor: prof. dr hab. inż. Agata Kot-Wasik

Codziennie do środowiska wodnego emitowane jest mnóstwo związków, których obecność może powodować wiele niepożądanych skutków. Związki te charakteryzują się różną lipofilowością, przez co ich migracja i akumulacja w środowisku jest zróżnicowana. Spośród nich, największe potencjalne zagrożenie mogą wywoływać chiralne nowo pojawiające się zanieczyszczenia organiczne, które wskutek działalności mikroorganizmów mogą ulegać chiralnej inwersji, oddziałując przez to na organizmy żywe w różny sposób. Co więcej, organizmy wodne mogą być narażone na działanie mieszanin różnych enancjomerycznych form zanieczyszczeń, których to ekotoksyczność może wzrastać z powodu występowania efektów synergistycznych[1-3].

Celem pracy doktorskiej jest wykorzystanie techniki wysokosprawnej chromatografii cieczonej sprzężonej z wysokorozdzielczą spektrometrią mas do celu identyfikacji markerów z grupy nowo pojawiających się zanieczyszczeń środowiska wodnego w próbkach ścieków i wód środowiskowych. Opracowanie uniwersalnego narzędzia analitycznego umożliwi selekcję wskaźników charakterystycznych dla źródła zanieczyszczenia oraz rzetelną ocenę jakości wód w Polsce. W pierwszym etapie badań opracowano i oceniono pod kątem przydatności trzy metodyki analityczne wykorzystane do oznaczania polarnych i niepolarnych związków z grupy nowo pojawiających się zanieczyszczeń w próbkach ścieków pochodzących z oczyszczalni zbierającej ścieki z terenów wiejskich i małomiastek. W drugim etapie, jedno z tych podejść wykorzystano do monitorowania tych zanieczyszczeń w próbkach ścieków pochodzących z oczyszczalni ścieków oraz w próbkach wód powierzchniowych znajdujących się na terenie Trójmiasta. Obecnie skupiono się na wyznaczeniu lipofilowości oznaczonych nowo pojawiających się zanieczyszczeń w próbkach ścieków oraz dalszym monitoringu tych związków. Ponadto podjęto próbę opracowania metodyki oznaczania enancjomerów chiralnych nowo pojawiających się zanieczyszczeń organicznych w próbkach środowiskowych.

Literatura:

- [1] E. Sanganyado, Z. Lu, Q. Fu, D. Schlenk, J. Gan, *Water Res.* **124**, 527, 2017.
- [2] S.J. Khan, *Biologically mediated chiral inversion of emerging contaminants. W: Transformation Products of Emerging Contaminants in the Environment.*(Praca zbiorowa pod redakcją D. A. Lambropoulou i L. M. L. Nollet). Wydawnictwo John Wiley and Sons Ltd, Chichester, 2014, str. 261-280.
- [3] A. Courtier, A. Cadere, B. Roig, *Curr. Opin. Green Sustain. Chem.* **15**, 77, 2019.

BADANIE WPŁYWU GOTOWANIA NA PARZE NA WŁAŚCIWOŚCI AROMATYCZNE I PROZDROWOTNE OWOCU *MOMORDICA CHARANTIA*

mgr inż. Martyna Lubinska-Szczygeł, III rok
Promotor: prof. dr hab. inż. Żaneta Polkowska
Promotor pomocniczy: dr inż. Tomasz Dymerski

Momordica Charantia, zwana gorzkim melonem, to roślina z gatunku dyniowatych, występująca w krajach tropikalnych i subtropikalnych. W zależności od odmiany i pochodzenia geograficznego tego owocu, zawartość związków o działaniu prozdrowotnym może się znacznie różnić. Najczęstszym sposobem przygotowania owocu do spożycia jest gotowanie na parze. Jest to jedna z najlepszych metod przygotowywania posiłków, ponieważ zapobiega utracie wartości odżywczych, jednocześnie zachowując smak gotowanych potraw.

Celem prezentowanych badań było opracowanie metodologii analitycznej do oznaczania związków chemicznych o działaniu prozdrowotnym w próbkach dużej i małej odmiany owocu *Momordica Charantia*, w celu określenia wpływu gotowania na parze na zmianę zawartości tych związków, a także rozróżnienia botanicznego i geograficznego tych owoców. Zbadano dwie odmiany owoców – chińską i indyjską. Owoce te różniły się kształtem, kolorem i teksturą, na co wpływ miały różne warunki ich dojrzewania. Do przeprowadzenia badań wykorzystano technikę dwuwymiarowej chromatografii gazowej sprzężonej ze spektrometrią mas GC×GC-TOF-MS

Do zaprezentowania danych wykorzystano technikę analizy głównych składowych – PCA (ang. *Principal Component Analysis*). Na podstawie przeprowadzonych badań udało się zidentyfikować 212 związków chemicznych, z których 16 oznaczono ilościowo. Dla tych związków chemicznych wyznaczono wartości parametrów: OAV (ang. *Odour Activity Value*), parametru określającego wartość aktywności zapachowej danego związku chemicznego i ROC (ang. *Real Odour Contribution*), parametru określającego udział danego związku w tworzeniu całego aromatu. Na tej podstawie Citronellol został wybrany jako kluczowy związek aromatyczny analizowanych owoców. Jest on głównym związkiem chemicznym dużej odmiany *Momordica Charantia*, a jego stężenie wynosi 96,6 µg/g. Ze względu na właściwości antydiabetyczne tego związku, duża odmiana owocu jest zalecana do spożycia przez diabetyków.

Dzięki zastosowaniu techniki GC×GC-TOFMS możliwa była ocena wpływu gotowania na parze na zmiany frakcji lotnej badanych owoców. Możliwe było także rozróżnienie geograficzne i botaniczne owoców różnych odmian *Momordica charantia*. Uzyskane wyniki potwierdziły, że gotowanie na parze jest skuteczną metodą przygotowywania posiłków z owoców melon gorzkiego, gdyż nie powoduje utraty wartości odżywczych.

OPRACOWANIE NOWYCH METODYK ANALITYCZNYCH DO CHARAKTERYSTYKI ORAZ OCENY JAKOŚCI SOKÓW OWOCOWYCH

mgr inż. Anna Różańska, III rok

Promotor: prof. dr hab. inż. Żaneta Polkowska

Promotor pomocniczy: dr inż. Tomasz Dymerski

W ostatnich latach można zaobserwować wzrost zainteresowania zdrową i zbilansowaną dietą. Konsumenci zwracają coraz większą uwagę na właściwości prozdrowotne produktów spożywczych. Jednym z najzdrowszych soków są soki surowe i naturalnie mętne, czyli soki bezpośrednio wyciskane NFC (*Not Form Concentrate*). Według Europejskiego Stowarzyszenia ds. Soków Owocowych EFJA (*European Fruit Juice Association*), w ciągu ostatnich pięciu lat zapotrzebowanie na soki NFC znacznie wzrosło. W Europie wzrost ten wyniósł około 14,0 %. W Polsce spożycie soków NFC wzrosło prawie dziesięciokrotnie [1]. Tak duży wzrost zapotrzebowania na soki owocowe może spowodować obniżenie jakości produktu.

Najczęściej spożywanym sokiem NFC jest sok pomarańczowy [2], jednak w ostatnich latach można zauważyć wzrost popularności soków produkowanych z owoców jagodowych, takich jak maliny, jagody, jeżyny, aronia, czy morwa [3]. Soki te charakteryzują się dużą zawartością związków bioaktywnych, takich jak polifenole, karotenoidy lub antocyjany [4]. Sok z jagód charakteryzuje się właściwościami przeciwnowotworowymi, przeciwzapalnymi i przeciwbakteryjnymi. Włączenie go do codziennej diety może mieć pozytywny wpływ na zdrowie i organizm człowieka. Do soku jagodowego może być dodawany sok z morwy, ponieważ jest on tańszy i łatwo dostępny. Dodanie innego rodzaju soku powoduje zmianę właściwości organoleptycznych i zawartości składników odżywczych.

Celem pracy była charakterystyka frakcji lotnej soków z jagód oraz morwy. Ponadto wybrano kluczowe związki aromatyczne i przypisano im deksyptory aromatu i smaku. Dodatkowo określono zawartość substancji o działaniu bioaktywnym. Podczas badań wykorzystano technikę dwuwymiarowej chromatografii gazowej sprzężonej ze spektrometrią mas. Wyniki analizy frakcji lotnej soków przy użyciu metody instrumentanej porównano z wynikami oceny sensorycznej. Na podstawie uzyskanych wyników wybrano potencjalne wyróżniki autentyczności soku jagodowego, a mianowicie: 2,3-butanodiol, 2,3-butanodion, acetoinę, butyrolakton i mleczan etylu. Wybrane związki chemiczne charakteryzują się kremowym, maślanym i owocowym zapachem i smakiem. Do zbadania zawartości polifenoli, flawonoidów oraz antocyjanów zastosowano metody spektrofotometryczne.

Literatura:

- [1] AIJN European Fruit Juice Association Fruit Juice Matters 2017 Report, 1, 2017.
- [2] F. Garcia-Wass, D. Hammond, D.S. Mottram, C.S. Gutteridge, *Food Chem.* **69**, 215, 2000.
- [3] N. Deighton, D. Stewart, H.V. Davies, P.T. Gardner, G.G. Duthie, W. Mullen, A. Crozier, *Acta Hort.* **123**, 459, 2002.
- [4] G. Borges, W. Mullen, A. Crozier, *Food Funct.* **1**, 73, 2010.

METABOLOMIKA MLEKA KOBIECEGO Z ZASTOSOWANIEM NOWOCZESNYCH NARZĘDZI ANALITYCZNYCH

mgr inż. Dorota Garwolińska, IV rok

Promotor: prof. dr hab. inż. Agata Kot-Wasik

Promotor pomocniczy: dr inż. Weronika Hewelt-Belka

Dogłębny wgląd w dynamikę składu mleka kobiecego ma zasadnicze znaczenie dla zrozumienia korzyści zdrowotnych płynących z karmienia piersią oraz dla zapewnienia optymalnego żywienia niemowląt, a także podniesienia świadomości społecznej na temat znaczenia karmienia piersią. Zdobycie dogłębnej wiedzy na temat dynamiki składu mleka kobiecego jest niemożliwe bez zastosowania podejścia metabolomicznego.

Badania będące przedmiotem przewodu doktorskiego mają na celu zastosowanie połączonych narzędzi analitycznych (nowoczesnych technik HPLC-Q-TOF-MS i NMR) w celu stworzenia strategii badawczej, prowadzącej do określenia metabolomicznego składu mleka kobiecego na poziomie molekularnym

Podczas pierwszego roku studiów doktoranckich opracowano metodę analityczną, opartą na zastosowaniu HPLC-Q-TOF-MS, pozwalającą na szybkie przesiewowe badanie lipidów mleka kobiecego, a w szczególności występujących na wysokim poziomie stężeń glicerolipidów. Opracowana metoda nie umożliwiała jednak izolacji niezwykle istotnych dla rozwoju nowonarodzonego dziecka fosfolipidów, z których część występuje w mleku kobiecym na bardzo niskim poziomie stężeń i znajdowała się poniżej progu wykrywalności [1]. W związku z tym w kolejnym etapie badań, realizowanym podczas drugiego roku studiów doktoranckich, opracowano procedurę przygotowania próbek, umożliwiającą jednoczesne oznaczenie fosfolipidów oraz pozostałych związków lipidowych występujących na wyższym poziomie stężeń. Dodatkowo, uzyskana podczas ekstrakcji frakcja wodna umożliwiła oznaczenie polarnych metabolitów w mleku matki. Dzięki przygotowaniu próbki za pomocą nowej strategii możliwe stało się uzyskanie nie tylko większego odwzorowania lipidomu mleka ludzkiego, ale również odwzorowanie metabolomu. Opracowaną procedurę analityczną zastosowano do monitorowania zmian metabolomicznych w mleku matki w czasie [2] oraz do badania wpływu warunków jego przechowywania na stabilność metabolomu. W bieżącym, czwartym roku akademickim przeprowadzono również metabolomiczną analizę porównawczą składu mleka kobiecego ze składem mieszanek mlekozastępczych z zastosowaniem NMR oraz HPLC-Q-TOF-MS. Zastosowanie odpowiednich narzędzi chemometrycznych do opracowania uzyskanych wyników, pozwoliło na określenie dynamiki składu mleka kobiecego i wskazanie różnic metabolomicznych w składzie mleka kobiecego oraz mieszanek mlekozastępczych.

Literatura:

- [1] D. Garwolińska, W. Hewelt-Belka, J. Namieśnik, A. Kot-Wasik, *J. Proteome Res.* **16**, 3200, 2017.
- [2] W. Hewelt-Belka, D. Garwolińska, M. Belka, T. Bączek, J. Namieśnik, A. Kot-Wasik, *Food Chem.* **288**, 154, 2019.

*Praca finansowana ze środków NCN w ramach projektu OPUS nr UMO-2018/29/B/NZ7/02865:
„Dynamika składu mleka kobiecego. Długofalowa analiza metabolomiczna mleka kobiecego.”.*

ANLITYKA ANTYBIOTYKÓW Z GRUPY AMINOGLIKOZYDÓW

mgr inż. Marta Glinka, IV rok

Promotor: prof. dr hab. inż. Andrzej Wasik

Promotor pomocniczy: dr hab. inż. Justyna Kucińska-Lipka, prof. nadzw. PG

Zwiększające się zużycie produktów farmaceutycznych i ich przedostawanie się do środowiska naturalnego, jest jednym z istotnych problemów współczesnego świata. Limity prawne, dotyczące zawartości antybiotyków w środowisku naturalnym, żywności pochodzenia zwierzęcego oraz w przypadku kontroli składu produktów farmaceutycznych ulegają zaostrzeniom. Stawia to przed analitykami coraz to nowe wyzwania, związane z opracowaniem możliwie czułych oraz selektywnych metod ich oznaczania. Jednak czy w każdym przypadku jest to możliwe i łatwe do osiągnięcia?

Szczególnie istotną grupą farmaceutyków, powszechnie stosowanych w przypadku antybiotykoterapii ludzi, jak również w leczeniu weterynaryjnym, są antybiotyki aminoglikozydowe. Z analitycznego punktu widzenia, antybiotyki aminoglikozydowe, ze względu na wysoką polarność oraz zdolność do tworzenia kompleksów ze składnikami matrycy próbki są szczególnie trudne do oznaczenia, a wykorzystanie wielu istniejących technik analitycznych oraz metod detekcji, możliwe jest jedynie po wcześniejszej derywatywacji [1 – 3].

Podczas wystąpienia zaprezentowane zostaną wyniki analiz oznaczania antybiotyków aminoglikozydowych z wykorzystaniem wysokosprawnej chromatografii cieczowej. Przedstawione zostaną metody oznaczania, wykorzystujące pre-kolumnową derywatyzację antybiotyków i detekcję z wykorzystaniem detektora fluorescencyjnego (FLD) oraz UV. Ponadto, zaprezentowane zostaną również metody chromatograficzne, umożliwiające oznaczanie antybiotyków w postaci natywnej, między innymi z wykorzystaniem chromatografii oddziaływań hydrofilowych (HILIC), chromatografii tworzenia par jonowych (IPLC) z detekcją w postaci spektrometrii mas (MS/MS) oraz detekcji wykorzystującej rozproszenie światła laserowego (ELSD).

Literatura:

- [1] F. Farouk, H.M.E. Azzay, W.M.A. Niessen, *Anal. Chimica Acta* **890**, 21, 2015.
- [2] G. Saluti, I. Diamanti, D. Giusepponi, L. Pucciarini, R. Rossi, S. Moretti, R. Sardella, R. Galarini, *Food Chem.* **266**, 9, 2018.
- [3] A. Kaufmann, P. Butcher, K. Maden, *Anal. Chimica Acta* **711**, 46, 2012.

**ZASTOSOWANIE TECHNIKI CHROMATOGRAFII JONOWEJ
Z PULSACYJNĄ DETEKCJĄ AMPEROMETRYCZNĄ (IC-PAD)
DO OZNACZANIA JONÓW CYJANKOWYCH W PRÓBKACH
PESTEK WYBRANYCH OWOCÓW DOSTĘPNYCH
NA POLSKIM RYNKU, SUPLEMENTÓW DIETY I MATERIAŁÓW
BIOLOGICZNYCH POBRANYCH OD CZŁOWIEKA**

*mgr inż. Ewa Jaszcak-Wilke, IV rok
Promotor: prof. dr hab. inż. Żaneta Polkowska*

Jon cyjankowy jest biomarkerem narażenia na składniki dymu tytoniowego, a jego obecność w próbkach biologicznych może również wynikać ze spożycia produktów zawierających glikozydy cyjanogenne. Około 70% z 500 mg dymu wdychanego z jednego papierosa przez palacza to azot z tlenem. Spośród pozostałych 30% większość stanowią substancje biologicznie nieneutralne, z których około 22% to tlenek węgla, tlenek azotu, cyjanowodór i akroleina, natomiast pozostałe 8% to faza molekularna [1]. Bardzo trudne jest dokładnie oszacowanie narażenia kobiet w ciąży na działanie substancji toksycznych, zwłaszcza tych pochodzenia środowiskowego. Źródłem informacji na temat nawyków żywieniowych i nałogowych kobiety podczas ciąży jest próbka smółki noworodka. Tworzenie smółki rozpoczyna się w 12-13 tygodniu ciąży z cykli połkniętych lub wdychanych płynów owodniowych, komórek nabłonka, wydzielin jelitowych i moczu. W związku z tym oceniono, że wszystkie substancje spożywane przez matkę lub na które są narażone mogą być gromadzone w smółce ciąży [2].

W trakcie czwartego roku studium doktoranckiego przeprowadzono badania dotyczące zawartości jonów cyjankowych w próbkach moczu i smółki. Do wytypowanej grupy dawców należały kobiety po porodzie przebywające na Oddziale Położnictwa Uniwersyteckiego Centrum Klinicznego w Gdańsku, ich partnerzy oraz noworodki. Wśród grupy dawców były osoby palące, niepalące oraz narażone na środowiskowy dym tytoniowy (ETS). Na podstawie informacji zawartych w anonimowych ankietach podjęto również próbę wpływu diety, a w szczególności ilości spożywanych roślin zawierających glikozydy cyjanogenne, na wynik analizy. Może mieć to powiązanie z wynikami analiz próbek osób niepalących i jednocześnie nienarażonych na ETS, u których stwierdzono obecność jonów cyjankowych w próbkach biologicznych. Otrzymane wyniki zostaną poddane analizie statystycznej i chemometrycznej.

Literatura:

- [1] S. Narkowicz, E. Jaszcak, Ż. Polkowska, B. Kiełbratowska, A. Kotłowska, J. Namieśnik, *Biomed Chromatogr* 32, 1, 2018.
- [2] M. Woźniak, E. Jaszcak, M. Wiergowski, Ż. Polkowska, J. Namieśnik, M. Biziuk, *TRAC-Trend Anal Chem* 109, 124, 2018.

MONITOROWANIE W TRYBIE ON-LINE JAKOŚCI OLEJÓW ROŚLINNYCH WYKORZYSTYWANYCH W PROCESIE SMAŻENIA ZANURZENIOWEGO Z WYKORZYSTANIEM ELEKTRONICZNEGO NOSA

mgr inż. Tomasz Majchrzak, III rok

Promotor naukowy: prof. dr hab. inż. Andrzej Wasik

Promotor pomocniczy: dr inż. Tomasz Dymerski

Rosnący popyt na żywność i związana z nim redukcja kosztów produkcji może prowadzić do obniżenia jakości produktów spożywczych. Jednym z przykładów nagannej praktyki może być wielokrotne wykorzystanie oleju podczas smażenia zanurzeniowego. Obecnie stosowane metody oceny jakości są w większości niedostosowane do warunków przemysłowych, między innymi nie można ich wykorzystywać w trybie on-line. W związku z tym powinno się poszukiwać nowych rozwiązań dedykowanych analityce przemysłowej. Jedną z możliwości może być użycie systemu wyposażonego w czujniki chemiczne, a mianowicie zastosowanie elektronicznego nosa. Przedstawione badania są pierwszym tego typu wykorzystaniem elektronicznego nosa do pomiarów jakości olejów jadalnych, które prowadzone były w trybie on-line podczas procesu smażenia zanurzeniowego.

Przedmiotem badań, w których wykorzystano prototyp elektronicznego nosa wyposażonego w czujniki elektrochemiczne, była ocena jakości olejów rzepakowego i palmowego, które stanowiły medium w procesie smażenia zanurzeniowego frytek. Badania obejmowały również wykorzystanie standardowych metod odniesienia (np. testu przyspieszonego utleniania Rancimat) oraz monitorowanie składu oparów emitowanych podczas smażenia z wykorzystaniem spektrometrii mas reakcji przeniesienia protonu (PTR-MS). W celu opracowania wyników wykorzystano wybrane metody wieloczynnikowej analizy danych, między innymi analizę głównych składowych (PCA) czy analizę wiązkową (CA).

Na podstawie uzyskanych wyników badań można potwierdzić zasadność użycia elektronicznego nosa do określania jakości olejów jadalnych. Z uwagi na niskie koszty wyprodukowania urządzenia, niezłożoną i mało czasochłonną procedurę pomiarową, zaproponowane rozwiązanie może stanowić uzupełnienie dotychczas wykorzystywanych metod oceny jakości. Z kolei możliwość prowadzenia pomiaru w trybie on-line sprawia, że może być onow przyszłości użyte w kontroli jakości w zakładach przetwórstwa żywności.

POLIBROMOWANE ETERY DIFENYLOWE (PBDE) W ŚRODOWISKU WEWNĘTRZNYM – ŹRÓDŁA, POZIOMY ZAWARTOŚCI ORAZ WIELKOŚĆ NARAŻENIA ORGANIZMU CZŁOWIEKA

mgr inż. Monika Śmielowska, IV rok
Promotor: prof. dr hab. inż. Bożena Zabiegała

Polibromowane etery difenyłowe (PBDE) należą do trwałych i szeroko rozpowszechnionych w środowisku związków chemicznych. W przeszłości były stosowane jako środki obniżające palność wielu produktów codziennego użytku, np. obudowy sprzętów elektrycznych, wykładziny. Z uwagi na wywoływane szkodliwe efekty zdrowotne wiele organizacji (np. UE, US EPA) stworzyło szczególne przepisy prawne, dotyczące zminimalizowania stosowania PBDE w produkcji przemysłowej [1]. Pomimo tego, wciąż pojawiają się kolejne doniesienia na temat wykrywania obecności PBDE w przedmiotach codziennego użytku, obecnych na rynku. Dodatkowo, obecne przepisy określają obszar tzw. „wrażliwych zastosowań”, w których wtórne stosowanie polimerów pochodzących z recyklingu, powinno być zabronione. Do obszaru „wrażliwych zastosowań” należą m.in. zabawki i materiały przeznaczone do kontaktu z żywnością.

PBDE są średniolotnymi związkami organicznymi, zatem po uwolnieniu ich do powietrza wewnętrznego, ulegają depozycji na powierzchni materii zawieszanej, która następnie, wskutek grawitacyjnego opadania, tworzy kurz. Dlatego analiza próbek kurzu może być ważnym źródłem informacji na temat emisji PBDE i ich obecności w środowisku wewnętrznym [2]. Ponadto, na podstawie analizy próbek kurzu, możliwe jest szacowanie stężenia PBDE w powietrzu [3].

Przedmiotem sprawozdania jest przedstawienie wyników badań, dotyczących określania zawartości PBDE w polimerowych zabawkach, umieszczonych w czekoladowym produkcie spożywczym. Ponadto, uwzględniono próbki polimerowych opakowań, w których producent umieścił zabawkę oraz próbki czekolady. Na tej podstawie określono wielkość migracji PBDE do produktu spożywczego, a także potraktowano czekoladę jako dodatkowe źródło narażenia na PBDE.

Odrębną część sprawozdania stanowi przedstawienie poziomów zawartości PBDE w kurzu różnego pochodzenia. Na podstawie otrzymanych wyników, oszacowano stężenie każdego z przedstawicieli w powietrzu. Dzięki temu możliwe było określenie wielkości narażenia organizmu człowieka wszystkimi dostępnymi drogami, tzn. absorpcją przez skórę (kurz i powietrze), drogami pokarmowymi (kurz) oraz drogami oddechowymi (powietrze i materia zawieszona).

W przypadku wszystkich próbek (zarówno polimerów, czekolady, jak i kurzu), zastosowane nowe procedury analityczne. Na etapie oznaczenia końcowego wykorzystano chromatografię gazową sprzężoną ze spektrometrią mas z jonizacją chemiczną w trybie monitorowania jonów ujemnych (GC-NCIMS).

Literatura:

- [1] G. Stieger, M. Scheringer, C. A. Ng, K. Hungerbuehler, *Chemosphere* 116, 118, 2014.
- [2] M. Śmielowska, B. Zabiegała, *Analytica Chimica Acta* 2019, DOI:[10.1016/j.aca.2019.08.001](https://doi.org/10.1016/j.aca.2019.08.001)
- [3] P. Rantakokko, E. Kumar, J. Braber, T. Huang, H. Kiviranta, E. Cequier, C. Thomsen, *Chemosphere* 223, 99, 2019.

BADANIA NAD OSZACOWANIEM WPLYWU RODZAJU OPAKOWANIA PRODUKTÓW SPOŻYWCZYCH, ICH WARUNKÓW PRODUKCJI ORAZ PRZECHOWYWANIA NA STOPIEŃ UWALNIANIA ZWIĄZKÓW O CHARAKTERZE ENDOKRYNNYM DO PRODUKTÓW ŻYWNOŚCIOWYCH

mgr inż. Natalia Jatkowska, V rok

Promotor: dr hab. inż. Błażej Kudlak, prof. nadzw. PG

W światowej literaturze naukowej związanej z szeroko rozumianą problematyką materiałów opakowaniowych przeznaczonych do kontaktu z żywnością zawarte są liczne informacje na temat surowców stosowanych do ich produkcji, ich właściwości fizykochemicznych czy rodzajów i parametrów eksploatacyjnych. Bardzo duża jest również liczba publikacji na temat zagospodarowania i utylizacji zużytych opakowań [1]. Niestety jednak stosunkowo mało uwagi poświęca się zagadnieniom dotyczącym migracji substancji toksycznych (obecnych na śladowych poziomach stężeń) z opakowań oraz ich faktycznego wpływu na organizm konsumenta. Obecnie wiadomo, że większość z uwalnianych substancji wykazuje znaczną aktywność biologiczną i zaliczane są do grupy EDC czyli ksenobiotyków odpowiedzialnych za wywoływanie zakłóceń w prawidłowym funkcjonowaniu układu dokrewnego żywych organizmów [2]. Dlatego też, konieczne wydaje się prowadzenie badań umożliwiających identyfikację możliwie szerokiego spektrum uwalnianych związków oraz monitorowanie poziomów ich stężeń w próbkach żywności.

Głównym celem prowadzonych badań było opracowanie nowej procedury umożliwiającej izolację i wzbogacenie analitów z próbek warzyw przechowywanych w różnego rodzaju materiałach opakowaniowych. Do tego celu zastosowana została technika rozpuszczalnikowej mikroekstrakcji z próbki upakowanej w porowatej membranie (ang. *solvent extraction of porous membrane packed samples*). Procedura przygotowania próbki poddana została wewnątrz-laboratoryjnej walidacji, która miała na celu wyznaczenie takich parametrów jak: granica wykrywalności, granica oznaczalności, odzysk, powtarzalność oraz precyzja. Wartości LOQ dla oznaczanych związków mieściły się w zakresie od 0.8 do 1.5 ng/g.

Literatura:

- [1] I. S. Arvanitoyannis, K.V. Kotsanopoulos, *Food Bioprocess Technol.* 7, 21, 2014.
- [2] E. Canellas, P. Vera, C. Nerín, *Food Chem. Toxicol.* 75, 79, 2015.

*Praca finansowana ze środków NCN, w ramach projektu PRELUDIUM nr 2015/17/N/ST4/03835
„Opracowanie toku postępowania analitycznego w celu oszacowania wpływu rodzaju opakowania produktów
spożywczych, ich warunków produkcji oraz przechowywania na stopień uwalniania związków o charakterze
endokrynnym do produktów żywnościowych”*

OPRACOWANIE METODY ANALITYCZNEJ SŁUŻĄCEJ OZNACZENIU ZWIĄZKÓW Z GRUPY BISFENOLI W PRÓBKACH ODŻYWEK I MOCZU

mgr inż. Katarzyna Owczarek, V rok
*Promotorzy: prof. dr hab. inż. Zofia Mazerska/
dr hab. inż. Błażej Kudlak, prof. nadzw. PG*

Bisfenol A (BPA) jest związkiem posiadającym szeroko znane zdolności do zaburzania równowagi hormonalnej organizmów żywych, bardzo powszechnie występującym w środowisku. Znacznie mniej uwagi poświęca się zagadnieniom związanym ze strukturalnymi analogami BPA. Występują one zarówno jako zanieczyszczenie środowiska i żywności oraz jako komponent wielu materiałów, z których wytwarzane są przedmioty codziennego użytku. Są powszechnie stosowane do produkcji żywic epoksydowych (podobnie jak BPA), papieru termalnego, wypełnień dentystycznych, obecne są też w niektórych produktach higieny osobistej oraz w żywności. Od niedawna zaczęto skupiać się na negatywnych skutkach zdrowotnych, jakie bisfenole wywierają na organizm ludzki oraz na stopniu, w jakim człowiek jest narażony na ich wchłanianie [1-3].

Podczas badań prowadzonych w roku akademickim 2018/2019 została nawiązana współpraca z Państwowym Instytutem Sportu w Warszawie, w wyniku której opracowano nową metodę analityczną, służącą do detekcji, identyfikacji i ilościowej analizy związków z grupy bisfenoli w próbkach preparatów odżywczych, przeznaczonych dla sportowców techniką chromatografii gazowej połączonej z detekcją w spektrometrze mas. Skupiono się na optymalizacji procesu przygotowania próbek do analizy, ponieważ znacząco wpływa on na efektywność metody analitycznej. Kończącym etapem było ilościowe oznaczenie związków z grupy bisfenoli w kilkunastu rzeczywistych próbkach odżywek za pomocą techniki GC-MS.

W ubiegłym roku akademickim opracowano i zwalidowano również metodę analityczną, służącą do oznaczania związków z grupy bisfenoli w próbkach moczu ludzkiego, pobranego od pacjentek cierpiących na zaburzenia hormonalne. Zastosowano ekstrakcję w układzie ciecz-ciecz poprzedzoną hydrolizą enzymatyczną, celem konwersji analitów występujących w moczu jako metabolity glukuronidowe do ich formy pierwotnej. Wykorzystaną techniką analityczną była technika HPLC-MS/MS ze względu na jej wysoką czułość i selektywność. Wyniki uzyskane z analizy kilkuset próbek moczu zostały poddane opracowaniu statystycznemu oraz odniesione do wyników oznaczeń zawartości bisfenoli w próbkach surowicy, pochodzącej od tej samej grupy pacjentek.

Literatura:

- [1] Y. Sui, N. Ai, S-H. Park, J. Rios-Pilier, J.T. Perkins, W. Welsh, C. Zhou, *Environ. Health Perspect.* 120, 399, 2012.
- [2] A. Maćczak, M. Cyrkler, B. Bukowska, J. Michalowicz, *J. Hazard. Mater.* 307, 328, 2016.
- [3] J. Michałowicz, K. Mokra, A. Bąk, *Toxicol. in Vitro* 29, 1464, 2015.

MATERIAŁY BIOLOGICZNE POCHODZĄCE OD PTAKÓW ORAZ RENIFERÓW JAKO ŹRÓDŁO INFORMACJI O ZANIECZYSZCZENIU ŚRODOWISKA POLARNEGO - WYKORZYSTANIE NIE-DESTRUKCYJNYCH METOD POBIERANIA PRÓBEK W BIOMONITORINGU OBSZARU ARKTYCZNEGO

mgr inż. Aneta Pacyna-Kuchta, V rok

Promotor: prof. dr hab. inż. Żaneta Polkowska

Promotor pomocniczy: dr hab. Katarzyna Wojczulanis-Jakubas

Trwałe związki organiczne, takie jak wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne, polichlorowane bifenyle oraz pestycydy, jak również wybrane metale i metalloidy mogą znacząco wpłynąć na równowagę ekologiczną ekosystemu polarnego [1-3]. Wykorzystanie nie-destrukcyjnie pobranych tkanek takich jak sierść oraz pióra umożliwia pobieranie próbek od żywych osobników, nie naruszając struktury populacji oraz kwestii moralnych związanych z odłowem. W roku akademickim 2018/2019 przeprowadzono szereg badań będących źródłem informacji na temat zanieczyszczenia środowiska polarnego, zarówno Arktyki jak i Antarktyki. Badania obejmowały m.in. analizę zawartości metali w piórach piskląt oraz osobników dorosłych morskich ptaków zamieszkujących północne oraz południowe obszary polarne (alczyk *Alle alle* reprezentujący obszar arktyczny oraz 2 gatunki oceaników *Oceanites oceanicus* oraz *Fregetta tropica* reprezentujące Antarktykę). W efekcie wykryto szereg różnic międzygatunkowych, przykładowo między zamieszkującymi ten sam obszar oceanikami, różnica w diecie osobników dorosłych miała wpływ na wyższą zawartość rtęci, selenu oraz miedzi w piórach oceanika czarnobrzuchego. Wystąpiły również znaczące różnice między pisklętami, a osobnikami dorosłymi. W ramach pracy wykonane zostały kompleksowe analizy zawartości wybranych pierwiastków na różnych etapach rocznego cyklu życia alczyka. Ekosystem lądowy Arktyki Europejskiej jest reprezentowany przez dużo mniejszą liczbę gatunków, w porównaniu do ekosystemu morskiego. Renifer Svalbardski (*Rangifer tarandus platyrhynchus*) jest jedynym dużym ssakiem, korzystającym wyłącznie z pokarmu lądowego na Svalbardzie. W przeciwieństwie do populacji nominalnej renifer Svalbardski jest gatunkiem osiadłym, nie migrującym na dalekie odległości i może być wykorzystany jako lokalny organizm biowskaźnikowy. W badaniach wykorzystano próbki sierści oraz odchodów grup osobników zamieszkujących różne lokalizacje na wyspie. Próbkę zostały przygotowane do oznaczeń pod kątem metali (wykonane przy zastosowaniu ICP-MS, ICP-OES) oraz wybrane próbki sierści pod kątem śladowych pozostałości pestycydów, wielopierścieniowych węglowodórów aromatycznych oraz polichlorowanych bifenyli (GC-MS/MS). Badania umożliwiły oszacowanie ekspozycji reniferów na wybrane związki na lądowym obszarze polarnym.

Literatura:

- [1] A. Adout, D. Hawlena, R. Maman, O. Paz-Tal, Z. Karpas, *Int. J. Mass Spectrom.* **267**, 109, 2007.
- [2] V.L.B. Jaspers, A. Covaci, E. Van den Steen, M. Eens, *Environ. Int.* **33**, 766, 2007.
- [3] A.D. Pacyna, K. Kozirowska, S. Chmiel, J. Mazerski, Ż. Polkowska, *Chemosphere* **203**, 209, 2018.

OPRACOWANIE METODYK OZNACZANIA SUBSTANCJI DOPINGUJĄCYCH I/LUB ICH METABOLITÓW W PRÓBKACH BIOLOGICZNYCH POCHODZĄCYCH OD KONI ORAZ PRÓBKACH ODŻYWEK I SUPLEMENTÓW DIETY

mgr inż. Emilia Waraksa, V rok
*Promotorzy: prof. dr hab. inż. Piotr Konieczka/
dr hab. Ewa Kłodzińska*

Postęp technologiczny, konieczność wykrywania, identyfikacji i oznaczania coraz to nowych generacji substancji zabronionych w sporcie oraz coraz ostrzejsze wymagania zawarte w przepisach ustanowionych przez ekspertów ze Światowej Agencji Antydopingowej (WADA) [1], Stowarzyszenia Oficjalnych Chemików Wyścigów Konnych (AORC)[2] i Międzynarodowej Federacji Jeździeckiej (FEI) [3] przyczyniły się do rozwoju metodyk analitycznych wykorzystywanych w badaniach antydopingowych. Szczególnie ważnym elementem tych badań jest poszukiwanie metabolitów substancji dopingujących występujących w wyższych stężeniach i/lub pozostających w organizmie przez dłuższy okres czasu niż związek macierzysty, a także źródeł zanieczyszczeń substancjami dopingującymi poprzez analizę odżywek i suplementów diety.

W wyniku badań prowadzonych w roku akademickim 2018/2019 opracowano nową metodykę umożliwiającą wykrycie, identyfikację i oznaczenie bromheksyny i jej metabolitów w próbkach surowicy pochodzących od koni z wykorzystaniem techniki LC-MS/MS. Analiza próbek rzeczywistych pozwoliła na wyznaczenie krzywych stężenia analitów w czasie obrazujących proces eliminacji bromheksyny z organizmu. Podczas wystąpienia, zostaną również zaprezentowane wyniki badań dotyczących oznaczania ibuprofenu i jego metabolitów w próbkach moczu pochodzących od koni wykorzystaniem hydrolizy enzymatycznej i prostej ekstrakcji ciecz-ciecz na etapie przygotowania próbek do analizy oraz techniki GC-MS/MS na etapie rozdzielenia, detekcji i ilościowego oznaczenia. Wyniki badań uzupełniają dane uzyskane w poprzednich latach [4-5].

W trakcie prowadzonych badań opracowano również metodyki oznaczania kofeiny w próbkach odżywek przedtreningowych przeznaczonych dla sportowców z wykorzystaniem technik MEKC oraz GC-MS. Analiza uzyskanych danych pozwoliła na ocenę narażenia sportowców stosujących tego typu preparaty na kofeinę.

Literatura:

- [1] www.wada-ama.org
- [2] www.aorc-online.org
- [3] www.fei.org
- [4] E. Waraksa, M. Wójtowicz-Zawadka, D. Kwiatkowska, A. Jarek, A. Małkowska, R. Wrzesień, J. Namieśnik, *J. Pharm. Biomed. Anal.* **152**, 279, 2018.
- [5] E. Waraksa, M.K. Woźniak, E. Kłodzińska, R. Wrzesień, B. Bobrowska-Korczak, J. Namieśnik, *J Sep Sci.* **41**, 3881, 2018.

*Praca finansowana ze środków NCN, w ramach projektu PRELUDIUM nr 2016/21/N/ST4/02342:
„Opracowanie metody analitycznej zapewniającej możliwość wykrycia niesteroidowych leków przeciwzapalnych w odżywkach i suplementach diety przeznaczonych dla koni oraz analiza tych preparatów pod kątem obecności substancji dopingujących” oraz ze środków MNiSW, w ramach projektu IS-PIB nr 106.13: „Opracowanie metodyk wykrywania i oznaczenia substancji dopingujących i ich metabolitów w próbkach biologicznych pozyskanych od koni oraz określenie ich profili eliminacyjnych”.*

KATEDRA CHEMII FIZYCZNEJ

MECHANIZM TRANSMISJI ENERGII W OBRĘBIE KATALITYCZNEJ PODJEDNOSTKI SYNTAZY ATP

mgr Michał Badocha, I rok
Opiekun naukowy: dr hab. inż. Jacek Czub

Syntaza ATP jest białkiem odpowiedzialnym za syntezę prawie 90% ATP utworzonego w trakcie oddychania komórkowego[1]. Syntaza składa się z 2 domen: Fo odpowiedzialnej za transfer protonów poprzez błonę komórkową oraz F1, która katalizuje proces syntezy ATP. W trakcie działania podjednostka F1 obraca się i w trakcie pełnego obrotu syntetyzuje 3 cząsteczki ATP [2]. Wiele istotnych aspektów działania tego białka jest znanych od kilkunastu lat, jednak nadal nie powstał pełen opis, który uwzględniłby wszystkie interakcje zachodzące pomiędzy podjednostkami.

Głównym celem moich badań jest opisanie mechanizmu obrotu podjednostki γ i jego wpływu na reakcję syntezy ATP w podjednostkach β . W tym celu połączę wyniki pochodzące z obliczeń dynamiki molekularnej z różnorodnymi modelami statystycznymi [3]. Moje badania mają na celu opisanie działania mechanizmu ATPazy na wielu różnych płaszczyznach. Badanie dimeru $\alpha\beta$ w domenie F1 pozwoli na poznanie i dokładne opisanie mechanizmów i sił działających w czasie syntezy ATP oraz na wykrycie aminokwasów, które mają największy wpływ na ten proces. Obliczenia obejmujące całą domenę F1 pozwolą na dokładniejsze poznanie wpływu obrotu podjednostki γ na proces zachodzący w dimerze $\alpha\beta$ oraz na zaobserwowanie oddziaływań występujących w tej domenie[4]. Zbadanie całego kompleksu FoF1 pozwoli na dokładniejsze zrozumienie jak reakcje zachodzące w jednej z domen przekładają się na działanie drugiej.

Dalszym krokiem w moich badaniach będzie stworzenie dokładnego modelu matematycznego opisującego kinetykę reakcji zachodzącej w tym białku. W tym celu stworzony zostanie model Markowa opisujący przejścia pomiędzy kolejnymi etapami rotacji ATPazy[5].

Literatura:

- [1] I.N. Watt, M.G. Montgomery, M.J. Runswick, A.G.W. Leslie, J.E.Walker, *Proc Natl Acad Sci U S A* **107**, 16823, 2010.
- [2] S. Toshiharu, T. Kazumi, W. Chiaki, S. Eiichiro, Y. Masasuke, *Nature Chemical Biology* **10**, 930, 2014.
- [3] Tuckerman M, *Statistical Mechanics: Theory and Molecular Simulation* (2010), Oxford University Press
- [4] N. Mnatsakanyan, Y. Li, J. Weber, *Journal of Biological Chemistry* **294**, 1152, 2018.
- [5] H.Wu, F. Paul, C. Wehmeyer, F. Noé, *PNAS* **113**, 201525092, 2016.

*Praca finansowana ze środków NCN w ramach projektu SONATA BIS 7nr 2017/26/E/NZ2/00472:
„Molekularny mechanizm sprzężenia mechanochemicznego w syntazie ATP jako punkt wyjścia do opracowania
nowych leków przeciwdrobnoustrojowych”.*

ROLA NIEDOPASOWANIA HYDROFOBOWEGO W FUNKCJACH BIOLOGICZNYCH BŁON LIPIDOWYCH

mgr inż. Paweł Chodnicki, I rok
Opiekun naukowy: dr hab. inż. Jacek Czub

Jednym z ważniejszych komponentów błon biologicznych są białka transbłonowe, które uczestniczą w procesach takich jak: przekazywanie sygnału, utrzymanie gradientu elektrochemicznego lub działające jako enzymy. Powszechnie wiadomym jest, że działanie białek transbłonowych zależy od wielu czynników np.: temperatura, pH, potencjał błonowy czy obecność efektorów allosterycznych. Uważano także, że fosfolipidy obecne w błonie odpowiedzialne są wyłącznie za zapewnienie środowiska hydrofobowego dla białek. Nowsze badania pokazują, że fosfolipidy mogą również pełnić rolę regulatorową, zarówno poprzez bezpośrednie oddziaływania z białkami [1] jak i pośrednio, wpływając na takie właściwości błony jak grubość warstwy hydrofobowej, płynność, zakrzywienie czy stopień uporządkowania [2]. Jednym z lepiej poznanych mechanizmów, w jaki lipidy mogą wpływać na zachowanie białek jest niedopasowanie hydrofobowe, które jest różnicą między grubością warstwy hydrofobowej a długością hydrofobowej części błonowej białka [3]. Aby zminimalizować niekorzystny energetycznie efekt niedopasowania hydrofobowego, białka mogą ulegać asocjacji [4]. Z drugiej strony, aby białka właściwie funkcjonowały, mogą się lokalizować w jednej z domen błony ze względu na stopień uporządkowania, wbrew pojawiającemu się niekorzystnemu efektowi niedopasowania [5]. Mimo, że asocjacja i lokalizacja białek w obrębie domen były już wcześniej obserwowane, nie jest znane ich podłoże molekularne, za jaką ich część odpowiada niedopasowanie hydrofobowe, a za jaką różnica w uporządkowaniu łańcuchów lipidowych.

W moich badaniach skupiam się na opracowaniu uniwersalnego modelu białka, który pozwoli w prosty sposób badać energetykę procesu i określić mechanizm, w jakim białka transbłonowe asocjują ze sobą bądź lokalizują się w jednej z domen błonowych. Do badań wykorzystywane są symulacje pełnoatomowej dynamiki molekularnej (MD), w których modelowa cząsteczka bądź białko znane w przyrodzie osadzone jest w błonach lipidowych, które różnią się między sobą grubością warstwy hydrofobowej oraz stopniem uporządkowania.

Literatura:

- [1] C. Hunte, *Biochem. Soc. Trans.* **33**, 938, 2005.
- [2] O. S. Andersen, R. E. Koeppe, *Annu. Rev. Biophys. Biomol. Struct.* **36**, 107, 2007.
- [3] J. A. Kilian, *BBA-Rev. Biomembranes.* **1373**, 401, 1998.
- [4] O. Soubias, W. E. Teague, K. Hines, K. Gawrisch, *Biophys. J.* **108**, 1125, 2015.
- [5] L. V. Schäfer, D. H. de Jong, A. Holt, A. J. Rzepiela, A. H. de Vries, B. Poolman, J. A. Killian, S. J. Marrink, *PNAS.* **108**, 1343, 2011.

INVESTIGATION OF THE INTERACTION BETWEEN DNA AND PROTEINS: MD SIMULATION APPROACH

Nguyen Van Hung, MSc., 1st year
Scientific supervisor: dr hab. inż. Jacek Czub

Protein-DNA interactions have an important role in controlling various cellular processes. In particular, they are involved in regulating gene-expression programs during development, differentiation, proliferation, and lineage-specification. Besides regulating transcription, DNA-binding proteins are essential for DNA replication, DNA repair, and chromosomal stability.

My PhD thesis is organized around the three following specific questions related to DNA-protein interactions: (1) Sequence-specific protein-DNA interactions fall into two major classes: (a) protein recognizes the unique chemical signatures of DNA bases (direct readout), and (b) protein recognizes a sequence-dependent DNA shape (indirect readout). These deformations are dependent on the sequence and as such contribute to the binding free energy and significantly affect the binding preferences. Despite these general claims no quantitative studies so far could directly estimate the relative contribution of the direct and indirect readout to sequence recognition in any specific case. To understand the interplay between direct and indirect readout, I selected a set of model DNA-binding proteins, and used a thermodynamic cycle approach to compute binding free energy differences between a target and a set off-target DNA sequences. (2) When thymine absorbs ultraviolet light, this may lead to the formation of cyclobutane dimers in which two thymine residues are covalently linked (TTdimers). Polymerases η and κ , are known for their capability to replicate damaged DNA (translesion DNA synthesis, TLS). Recent reports attempted to explain the mechanism of inserting a proper nucleotide opposite the TTdimer and opposite undamaged thymines based on static structural data. However, the thermodynamics and kinetics of these processes has not yet been explained at the microscopic level. Therefore, I use alchemical free energy simulations in combination with a properly designed thermodynamic cycles to study structural and energetic factors responsible for TLS at TT-dimer lesions. (3) DHX36 is a helicase protein that specifically binds and unfolds the parallel conformation of G-quadruplex DNA (G4-DNA) with a single-stranded tail. The co-crystal structure of DHX36 bound to G4-DNA showed that the resolved state entails a single guanine base pulled out of the folded G4 structure, indicating a partial rearrangement of G4 instead of a complete unfolding. It is suggested that ATP-independent structural changes of DHX36 can remodel the G4-DNA, making a substrate unwound by a single nucleotide. However a specific mechanism of this G4-DNA unfolding by DHX36 is not fully understood. Thus, I use a combination of steered MD and umbrella sampling simulations to estimate binding affinities of G4-DNA for DHX36 which lies behind a proper recognition and unfolding of G4-DNA.

METODA OPRACOWANIA UNIWERSALNEJ OSNOWY DO UNIERUCHOMIENIA CIECZY JONOWYCH JAKO MATERIAŁÓW SORPCYJNYCH W TECHNICIE MIKROEKSTRAKCJI DO FAZY STACJONARNEJ

mgr inż. Karolina Konieczna, I rok

Opiekun naukowy: dr hab. inż. Adam Kloskowski, prof. nazdw. PG

W większości analiz próbek środowiskowych wymagane jest wprowadzenie do procedury analitycznej dodatkowego etapu przygotowania próbki przed etapem oznaczeń końcowych. Spośród wielu technik przygotowania próbki do analizy, na szczególną uwagę zasługuje technika mikroekstrakcji do fazy stacjonarnej (SPME) [1]. Proces ekstrakcji za pomocą techniki SPME sprowadza się do umieszczenia włókna pokrytego fazą sorpcyjną w analizowanej próbce. Wydajność techniki SPME jest bezpośrednio związana z dostępnością oraz możliwością wyboru odpowiedniego pokrycia włókna. Obecnie na rynku dostępnych jest kilka rodzajów komercyjnych włókien, przy czym obecnie dostępne pokrycia tych włókien wykonane są z materiałów polimerowych, które w przypadku związków o charakterze polarnym wykorzystują adsorpcyjny mechanizm ekstrakcji. Mechanizm adsorpcji podatny jest na występowanie niepożądanych zjawisk, ograniczających użyteczność techniki SPME, tj. zjawiska konkurencyjności w próbkach o złożonym składzie, co może skutkować ograniczeniem zakresu liniowości procesu ekstrakcji prowadzącym do obniżenia jego wydajności. Powyższe ograniczenia można wyeliminować wykorzystując materiały w ciekłym lub „pseudociekłym” stanie skupienia. Ten rodzaj zastosowanych materiałów pozwala na izolację składników próbki poprzez mechanizm absorpcji (podziału) [2]. Jedną z grup substancji, stanowiących obiecującą alternatywę dla stałych pokryć włókien SPME, są ciecze jonowe. Dotychczasowy stan badań nad wykorzystaniem tej grupy substancji jako materiałów sorpcyjnych w technice SPME jest dość ograniczony z uwagi na niewystarczającą trwałość uzyskanej warstwy cieczy jonowej na powierzchni włókna. Podjęte liczne próby rozwiązania problemu kończyły się wynikiem niesatysfakcjonującym [3].

W ramach pracy doktorskiej, w roku 2018/2019 przeprowadziłam badania laboratoryjne, mające na celu opracowanie uniwersalnej osnowy pokrywającej włókno urządzenia do SPME, charakteryzującej się dobrze rozwiniętą strukturą porowatą, w porach której możliwe będzie unieruchomienie dowolnie wybranej cieczy jonowej. Opracowana metoda syntezy i pokrycia szklanego włókna warstwą materiału porowatego pozwoli na każdorazowe otrzymanie struktury o ściśle określonej oraz zdefiniowanej wielkości porów. Zaletą tego rozwiązania znajdzie odzwierciedlenie w możliwości powtarzalnego unieruchomienia dowolnej cieczy jonowej.

Literatura:

- [1] C. L. Arthur, J. Pawliszyn, *Anal. Chem.* **62**, 2145, 1990.
- [2] V. Mani, Application of Solid Phase Microextraction, W: Properties of commercial SPME coatings in Application of Solid-Phase Microextraction, (praca zbiorowa pod redakcją J. Pawliszyna), Royal Society of Chemistry, Cambridge 1999, str. 57-72.
- [3] F. Pena-Pereira, Ł. Marcinkowski, A. Kloskowski, J. Namieśnik, *Anal. Chem.* **23**, 85, 2014.

SYMULACYJNE METODY BADAŃ ALLOSTERII NA PRZYKŁADZIE PODJEDNOSTKI F1 SYNTAZY ATP

mgr inż. Cyprian Kleist, II rok
Opiekun naukowy: dr hab. inż. Jacek Czub

Termin allosteria określa mechanizm regulacyjny białek, związany ze zmianą ich struktury przestrzennej pod wpływem związania ligandu w miejscu innym niż regulatorowe. Przypuszcza się, że każde białko może być regulowane allosterycznie [1]. Dlatego też rozwijanie metod pozwalających identyfikować szlaki komunikacyjne oraz reszty kluczowe dla tej sygnalizacji jest bardzo pożądane, szczególnie w kontekście lepszego zrozumienia funkcjonowania układów molekularnych. Co więcej dzięki dobremu poznaniu właściwości allosterycznych białek, możliwe staje się opracowanie szeregu nowych leków modulujących te właściwości oraz działających specyficznie na dany typ białka.

Rzeczywistym przykładem komunikacji allosterycznej może być podjednostka F1 syntazy ATP. Syntaza ATP jest kluczowym enzymem w szlaku oddychania wewnątrzkomórkowego. Jej rolą jest katalizowanie syntezy ATP z wykorzystaniem gradientu elektrochemicznego w poprzek wewnętrznej błony mitochondrialnej [2]. Podjednostka Fo jest odpowiedzialna za transport protonów z przestrzeni między błonowej do macierzy mitochondrialnej. Z kolei w podjednostce F1 następuje wiązanie substratów i właściwa reakcja syntezy ATP z ADP i fosforanu. Podjednostka F1 składa się z trzech dimerów domen $\alpha\beta$ oraz domeny γ stanowiącej obrotowy wał. Obrót c-pierścienia w obrębie podjednostki Fo jest przy tym sprzężony z domeną γ . W wyniku tego obrotu następuje cykliczna zmiana konformacyjna w obrębie dimerów $\alpha\beta$, modulująca powinowactwo do ATP i ADP.

Celem przeprowadzonych badań było zdeterminowanie zależności pomiędzy zmianą konformacyjną indukowaną przez podjednostkę γ a kieszenią wiążącą nukleotyd. Do badania korelacji pomiędzy obserwablami opisującymi poszczególne aminokwasy zastosowano metody bazujące na formalizmie teorii informacji (informacja wzajemna, entropia transferu). Ponadto zastosowano metody bazujące na mechanice statystycznej, pozwalające na zaobserwowanie naprężeń w obrębie białka podczas zmiany konformacyjnej. Dodatkowo przeprowadzone mutacje alchemiczne wskazały na znaczącą rolę ujemnie naładowanych aminokwasów zlokalizowanych na helisie w pobliżu miejsca wiążącego.

Literatura:

- [1] J. Liu, R. Nussinov, *PLoS computational biology*, **12**, no. 6: e1004966, 2016.
- [2] A. P. Srivastava, M. Luo, W. Zhou, J. Symersky, D. Bai, M. G. Chambers, D. M. Mueller, *Science*, **360**, 6389, 2018.

BADANIE MECHANIZMU ODDZIAŁYWANIA HIPERAKTYWNEGO BIAŁKA Z GRUPY PRZECIWDZIAŁAJĄCYCH ZAMARZANIU Z POWIERZCHNIĄ KRYSZTAŁU LODU

mgr inż. Joanna Grabowska, III rok
Promotor: prof. dr hab. inż. Jan Zielkiewicz
Promotor pomocniczy: dr inż. Anna Kuffel

Białka z grupy przeciwdziałających zamarzaniu płynów komórkowych (AFP) to grupa związków chemicznych umożliwiającą organizmom żywym zamieszkiwanie obszarów Ziemi, w których temperatura otoczenia spada poniżej zera stopni w skali Celsjusza. Mechanizm działania tych białek opiera się na ich adsorpcji do powierzchni kryształów lodu powstających w płynach ustrojowych organizmów, co prowadzi do zahamowania krzepnięcia. Sposób, w jaki białka AFP są w stanie rozpoznać i związać się z lodem w obecności znacznego nadmiaru ciekłej, przechłodzonej wody wciąż pozostaje niejasny, jednak wiele badań wskazuje na kluczową rolę wody solwatacyjnej w tym procesie.

Zdolność białek AFP do wiązania się z powierzchnią lodu jest jedną z głównych cech odróżniających je od pozostałych białek. Badania, prowadzone z wykorzystaniem metod dynamiki molekularnej, pokazały, że białka z grupy przeciwdziałających zamarzaniu, które nie są w odpowiedni sposób zorientowane w stosunku do powierzchni lodu, są od tej powierzchni odpychane. Zaobserwowano, że siła odpychająca zanika jedynie w przypadku, gdy białko zwrócone jest obszarem aktywnym w kierunku powierzchni lodu, a odległość białko-lód przyjmie odpowiednią wartość. Pokazano wcześniej, że woda solwatacyjna powierzchni aktywnej białek AFP posiada strukturę w pewnym stopniu podobną do struktury wody solwatacyjnej lodu oraz że białka te mogą zdalnie oddziaływać z powierzchnią lodu za pośrednictwem ciekłej wody znajdującej się w obszarze między białkiem i lodem. Na podstawie uzyskanych wyników zaproponowano, że białka AFP są w stanie związać się z powierzchnią lodu dzięki dopasowaniu strukturalnemu wody solwatacyjnej powierzchni aktywnej i powierzchni lodu. Niewłaściwa orientacja białka względem powierzchni lodu uniemożliwia połączenie się tych dwóch warstw solwatacyjnych, a narastający lód naciska na białko, które jest odpychane od jego powierzchni.

*Praca finansowana ze środków NCN w ramach projektu PRELUDIUM14 nr: 2017/27/N/ST4/02519 pt.
„Rola wody solwatacyjnej w kształtowaniu aktywności białek z grupy przeciwdziałających zamarzaniu”.*

WPLYW MOCZNIKA NA SFERĘ HYDRATACYJNĄ CZĄSTECZEK MODELOWYCH Z WYKORZYSTANIEM SPEKTROSKOPII FTIR

mgr inż. Marcin Stasiulewicz, III rok
Promotor: prof. dr hab. inż. Janusz Stangret
Promotor pomocniczy: dr Aneta Panuszko

Osmolity są cząsteczkami organicznymi mającymi zdolność do modyfikowania stabilności białek. Mocznik należy do grupy związków nazywanych osmolitami denaturującymi [1]. Mechanizm stabilizacji/destabilizacji jest przedmiotem badań od wielu lat, jednak nie został on do tej pory w sposób jednoznaczny wyjaśniony. Zgodnie z jedną z teorii, wpływ osmolitów na strukturę białek jest wywierany w sposób pośredni poprzez modyfikacje właściwości wody hydratacyjnej [2].

Podczas ubiegłorocznej sesji sprawozdawczej przedstawiłem wyniki badań, zgodnie z którymi energia wiązań wodorowych wody w sferach hydratacyjnych *N*-metyloacetamidu (NMA) i dimetylosulfotlenku (DMSO) ulega osłabieniu w obecności mocznika. W tych cząsteczkach hydrofobowe grupy metylowe znajdują się bezpośrednim sąsiedztwie grupy hydrofilowej. Postawiono hipotezę według której mocznik oddziałujący bezpośrednio z grupami hydrofilowymi osłabia strukturę wody w otoczeniu znajdujących się w bezpośrednim sąsiedztwie grup hydrofobowych. W celu jej zweryfikowania użyłem glicynę, nie zawierającą grup hydrofobowych, oraz *N*-metyloglicynę, której grupa metylowa znajduje się w większym oddaleniu od grupy hydrofilowej, jako cząsteczki modelowe.

W badaniach wykorzystałem technikę rozcieńczania izotopowego wody półciężkiej (HDO) w H₂O, która pozwala na uniknięcie większości problemów eksperymentalnych oraz trudności w interpretacji widm transmisyjnych H₂O. Otrzymane serie widmowe w zakresie drgań OD wody półciężkiej poddałem zmodyfikowanej metodzie analizy, opierającej się na metodzie widm różnicowych [3]. Pozwoliła ona na izolację widm wody hydratacyjnej cząsteczek modelowych zaburzonej obecnością osmolitu (wody zaburzonej jednocześnie przez obecność w roztworze cząsteczki modelowej i mocznik). Na podstawie położenia i kształtów otrzymanych konturów pasm OD HDO ustaliłem stan energetyczny wiązań wodorowych wody. Strukturę wody hydratacyjnej scharakteryzowałem poprzez funkcję rozkładu odległości tlen-tlen między cząsteczkami wody, uzyskaną przez transformację konturu pasma OD z wykorzystaniem empirycznej zależności korelacyjnej [4, 5].

Literatura:

- [1] P. H. Yancey, *J. Exp. Biol.* 208, 2819, 2005.
- [2] Q. Zou, B. J. Bennion, V. Daggett, K. P. Murphy, *J. Am. Chem. Soc.* 124, 1192, 2002.
- [3] M. Śmiechowski J. Stangret, *Pure Appl. Chem.* 82, 1869, 2010.
- [4] B. Berglund, J. Lindgren, J. Tegenfeldt, *J. Mol. Struct.* 43, 169, 1978.
- [5] B. Berglund, J. Lindgren, J. Tegenfeldt, *J. Mol. Struct.* 43, 179, 1978.

OCENA POTENCJAŁU EKSTRAKCYJNEGO NOWEGO RODZAJU MATERIAŁÓW SORPCYJNYCH NA BAZIE JONOŻELI W TECHNICIE SPME DO IZOLACJI LOTNYCH ZANIECZYSZCZEŃ ORGANICZNYCH Z PRÓBEK CIEKŁYCH

mgr inż. Kateryna Yavir, III rok

Promotor: dr hab. inż. Adam Kloskowski, prof. nazdw. PG

Promotor pomocniczy: dr inż. Łukasz Marcinkowski

Ciecze jonowe od prawie trzech dekad stanowią jeden z najbardziej popularnych tematów w obszarze nauki i techniki. Ciecze jonowe zbudowane są z dużego, asymetrycznego, organicznego kationu oraz mniejszego organicznego lub nieorganicznego anionu. Budowa ta, unikalne właściwości oraz możliwość sterowania nimi poprzez dobór odpowiedniego kationu i anionu przekładają się na ich wszechstronne zastosowanie.

Interesującym i w ostatnich latach intensywnie rozwijanym kierunkiem zastosowania cieczy jonowych jest wykorzystanie ich jako ekstrahentów w technikach separacyjnych, m.in. mikroekstrakcji do fazy stacjonarnej (SPME).

Prowadzone w ramach studium doktoranckiego prace badawcze stanowią kontynuację, realizowanej w zespole naukowym dr Adam Kloskowskiego, tematyki otrzymania i praktycznego wykorzystania nowego układu sorpcyjnego w technice SPME – jonożelu [1,2]. Ten hybrydowy materiał składa się z porowatej struktury na bazie krzemionki (metylotrimetoksylan jako prekursor oraz kwas trifluorooctowy jako katalizator reakcji) z unieruchomioną w jego porach cieczą jonową. Największym wyzwaniem prowadzonych badań jest równomierne unieruchomienie materiału sorpcyjnego na powierzchni włókna szklanego przy zachowaniu jego odpowiedniej grubości oraz termicznej i mechanicznej trwałości.

W toku badań, za pomocą techniki zol-żel uzyskano jonożel na bazie cieczy jonowej, po naniesieniu którego na włókno otrzymano powłokę odpowiadającą wszystkim powyższym wymaganiom. Zachowany ciekły stan skupienia cieczy jonowej eliminuje ograniczenia zakresu liniowości procesu izolacji/wzbogacania próbek analitów charakterystycznego dla procesu opartego na mechanizmie adsorpcji.

W trakcie trzeciego roku studium doktoranckiego przeprowadzona została ocena potencjału ekstrakcyjnego otrzymanych włókien do izolacji analitów z grupy insektycydów fosforanoorganicznych (malationu, diazinonu, metyl- oraz etyl parathionu) z fazy nadpowierzchniowej próbek wodnych z ich późniejszym oznaczeniem z wykorzystaniem techniki chromatografii gazowej z detektorem płomieniowo-jonizacyjnym.

Optymalne warunki ekstrakcji dobrano wykorzystując centralny plan kompozycyjny. Przeprowadzona również została pełna walidacja opracowanej metodyki analitycznej jak również porównanie wydajności ekstrakcji wybranych analitów z grupy insektycydów fosforanoorganicznych osiąganych przy użyciu opracowanych włókien SPME z wydajnościami uzyskiwanymi z wykorzystaniem włókien komercyjnie dostępnych.

Literatura:

- [1] F. Pena-Pereira, Ł. Marcinkowski, A. Kloskowski, J. Namieśnik, *Anal. Chem.* **86**, 11640, 2014.
- [2] F. Pena-Pereira, Ł. Marcinkowski, A. Kloskowski, J. Namieśnik, *Analyst* **140**, 7417, 2015.

ODDZIAŁYWANIA MIĘDZYCZĄSTECZKOWE W UKŁADACH WODA-OSMOLIT-BIAŁKO I ICH WPŁYW NA FORMOWANIE SIĘ WŁÓKIEN AMYLOIDOWYCH

mgr inż. Emilia Kaczkowska, IV rok

Promotor dr hab. inż. Joanna Krakowiak

Promotor pomocniczy: dr inż. Jarosław Wawer

Obiektem moich badań są oddziaływania w układach trójskładnikowych woda- osmolit- białko/cząsteczka modelowa. Osmolity są małymi cząsteczkami organicznymi, które m.in. wpływają na stabilność białka. Do swoich badań wykorzystałam osmolity stabilizujące (np. glicynę, N,N,N-trimetyloglicynę) i destabilizujące białko (pochodne mocznika). Jako model łańcucha polipeptydowego służyła mi cząsteczka N-metyloacetamidu (NMA). W poprzednich latach analizowałam te oddziaływania z wykorzystaniem spektroskopii ATR-FTIR. W ubiegłym roku akademickim przeprowadziłam szereg pomiarów gęstości cieczy i szybkości dźwięku, w celu wyznaczenia parametrów wolumetrycznych i akustycznych układów trójskładnikowych, by zidentyfikować oddziaływania pomiędzy osmolitem a NMA. Wielkości te są bardzo czułe na zmiany w otoczeniu związane ze zmianą oddziaływań między cząsteczkami. Do tej części badań wybrane zostały stabilizatory: glicyna, N,N,N-trimetyloglicyna i N-tlenek trimetyloglicyny, a także destabilizatory: n-butylo-mocznik i tetrametylo-mocznik. Zaobserwowałam wyraźną różnicę pomiędzy wartościami wyznaczonych parametrów dla stabilizatorów i destabilizatorów w wodnych roztworach NMA. Ujawnia się ona przede wszystkim w granicznych pozornych molowych ściśłościach, które dla stabilizatorów są ujemne, a dla destabilizatorów dodatnie.

Dodatkowo przeprowadziłam badania nad wpływem osmolitów na formowanie się włókien amyloidowych z lizozymu w środowisku wodnym tego osmolitu. Wykorzystując techniki pomiarowe takie jak: spektroskopia fluorescencyjna z wykorzystaniem tioflawiny T, mikroskopia sił atomowych, dichroizm kołowy w zakresie UV, elektroforeza i turbidymetria, śledziłam zmiany w inkubowanym przez 10 dni wodnym roztworze lizozymu z dodatkiem glicyny lub betainy. W porównaniu do wcześniej zbadanych destabilizatorów, w roztworach tych osmolitów nie widać znaczących różnic w mierzonych parametrach w stosunku do próbki inkubowanej bez dodatku.

Połączenie wszystkich uzyskanych informacji ma dać nam odpowiedź na pytanie czy istnieje związek pomiędzy oddziaływaniami osmolitu z NMA, jego właściwościami stabilizującymi białko, a wpływem na tworzenie się włókien amyloidowych z lizozymu.

SYMULACJE BIOMOLEKUŁ JAKO NARZĘDZIE DO BADANIA MECHANIZMÓW ROZPOZNANIA I WIĄZANIA POMIĘDZY BIAŁKAMI

mgr inż. Łukasz Nierzwicki, IV rok

Promotorzy: dr hab. inż. Jacek Czub, prof. nadzw. PG/

prof dr hab. Jarosław Marszałek

Białka odgrywają centralną rolę w praktycznie wszystkich procesach biologicznych, rzadko kiedy jednak działają w odosobnieniu. W zdecydowanej większości przypadków procesy te przeprowadzane są przez struktury makromolekularne, na które składa się nawet do kilkanastu różnych, specyficznie oddziałujących ze sobą białek. W tym kontekście szczególnie interesujące jest, w jaki sposób struktura białek umożliwia ich wzajemną identyfikację. Co więcej, występowanie niepożądanych oddziaływań międzybiałkowych leży u podstaw rozwoju wielu chorób, jak np. choroba Alzheimera czy choroby prionowe. Możliwość modulowania oddziaływań między białkami ma zatem ogromny potencjał terapeutyczny. W tym celu jednak potrzebna jest szczegółowa charakterystyka tych oddziaływań na poziomie molekularnym.

W swoich badaniach postanowiłem sprawdzić przydatność metod opartych o symulację dynamiki molekularnej w charakterystyce oddziaływań między białkami. W swoich badaniach skupiłem się na dwóch systemach: pierwszym z wybranych układów jest oddziaływanie białek należących do rodziny HSP70, z białkiem ko-chaperonowymi należącymi do białek z domeną J. Przeprowadzone badania pozwoliły na ustalenie sił napędowych dla specyficznego wiązania dla drożdżowych partnerów wiązania Ssq1 i Jac1. Dalej charakteryzujemy kluczowe elementy procesu stymulacji cyklu katalitycznego białek HSP70 przez białka z domeną J dla dwóch przypadków: bakteryjnego kompleksu DnaK-DnaJ oraz drożdżowego Ssq1-Jac1, wskazując na uniwersalność mechanizmu stymulacji wśród tej rodziny białek.

Drugim z rozważanych układów jest aspartylowa proteaza γ -sekretaza, przeprowadzająca wewnątrzblonową proteolizę białek transblonowych typu 1. Aktywność γ -sekretazy jest regulowana przez środowisko lipidowe, w którym się znajduje - stwierdzono m.in. że zwiększenie zawartości cholesterolu w błonie wzmacnia intensywność proteolizy prowadzonej przez ten enzym. Otrzymane w ramach tej pracy wyniki wskazują, iż wiązanie substratu napędzane jest przez tzw. niedopasowanie hydrofobowe (ang. hydrophobic mismatch) pomiędzy białkami a błoną.

Wyniki otrzymane w tej pracy pokazują, że dynamika molekularna stanowi odpowiednie narzędzie do badania mechanizmów rozpoznania i wiązania pomiędzy białkami, oraz pozwalają na pogłębienie wglądu w molekularną naturę oddziaływań między nimi.

Praca finansowana ze środków NCN w ramach projektów PRELUDIUM nr 2016/23/N/ST4/00378: „Mechanizm rozpoznania i wiązania substratów przez gamma-sekretazę na przykładzie prekursora polipeptydów beta-amyloidowych” oraz MAESTRO nr 2012/06/A/NZ1/00002: „Wykonanie obliczeń z zastosowaniem technik komputerowych (atomic resolution molecular dynamics simulations) z wykorzystaniem modelu struktury białka DnaK w kompleksie z domeną J, białka DnaJ”.

WOLTAMPEROMETRIA PULSOWO-RÓŻNICOWA JAKO NARZĘDZIE POZWALAJĄCE NA OCENĘ MOCY PRZECIWUTLENIAJĄCEJ MIESZANIN

mgr inż. Klaudia Suliborska, IV rok

Promotor: prof. dr hab. inż. Wojciech Chrzanowski

Standardowy potencjał redukcji (E^0) jako parametr określający zdolność przeciwutleniaczy, jak np. flawan-3-oli do przyjmowania elektronów wykazywał wysoką korelację z ich aktywnością biologiczną. Jednak, w przypadku oceny całkowitej aktywności przeciwutleniającej mieszanin tych związków, parametr ten może okazać się być niewystarczającym. Bowiem do określenia tzw. mocy przeciwutleniającej *ang. antioxidant power* (AOP) powinny być brane pod uwagę trzy elementy takie jak: wielkość przenoszonego ładunku, czas jego przeniesienia oraz energia przenoszonego ładunku odzwierciedlająca potencjał piku utlenienia. Sumarycznie elementy te – jako wynik oznaczeń woltamperometrycznych, mogą zostać wyrażone w jednostce mocy prądu elektrycznego (wat) jako parametr mocy przeciwutleniającej.

Spośród znanych technik woltamperometrycznych – pulsowo-różnicowa woltamperometria (DPV) charakteryzująca się wysoką czułością jest najbardziej odpowiednia do pomiaru całkowitej aktywności przeciwutleniającej próbki.

Wartości AOP dla mieszanin flawan-3-oli, odzwierciedlające matrycę żywieniową – kakao, zostały otrzymane dwiema technikami: elektrochemiczną (DPV) i spektrofotometryczną z wykorzystaniem rodnika DPPH. Pomiaru elektrochemiczne przeprowadzono w układzie trójelektrodowym, gdzie elektrodę pracującą stanowiła elektroda szklista węglowa. Otrzymane piki utlenienia – zależność zadanego potencjału od zmierzonego prądu, a także zaproponowany szereg obliczeń pozwoliły na wyznaczenie wartości AOP badanych próbek. Co z kolei pozwoliło na określenie efektu synergistycznego, antagonistycznego czy addytywnego poszczególnych składników matrycy żywieniowej.

Praca finansowana ze środków NCN projektu Maestro 6 „Szereg mocy przeciwutleniającej jako narzędzie pozwalające na racjonalne projektowanie i ocenę właściwości prozdrowotnych żywności funkcjonalnej wykorzystującej przeciwutleniające związki fitochemiczne”.

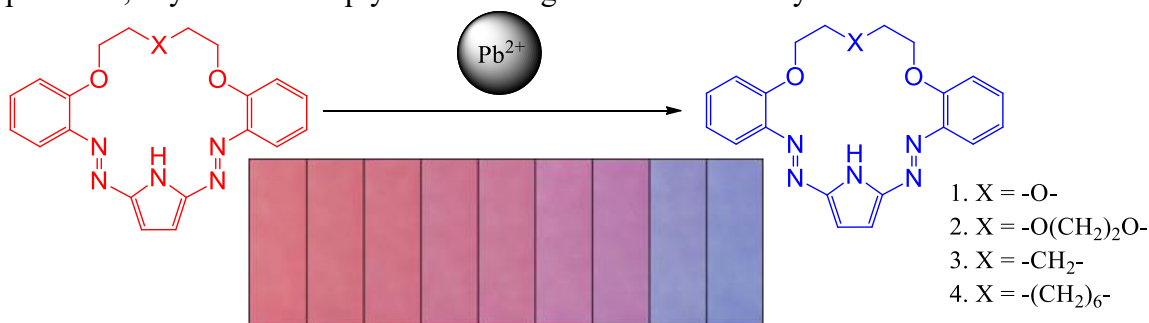
**KATEDRA CHEMII I TECHNOLOGII
MATERIAŁÓW FUNKCJONALNYCH**

NOWE FLUORO- I CHROMOGENICZNE POCHODNE JAKO SKŁADNIKI WARSTW RECEPTOROWYCH CZUJNIKÓW OPTYCZNYCH

mgr inż. Błażej Galiński, I rok

Opiekun naukowy: dr hab. inż. Ewa Wagner-Wysiecka, prof. nadzw. PG

Czujniki optyczne, ze względu na stosunkową prostotę konstrukcji, przy jednoczesnym zapewnieniu dokładności i precyzji oznaczeń, cieszą się bardzo dużą popularnością [1]. Podstawowym elementem czujnika jest warstwa receptorowa, w której zachodzi proces rozpoznawania molekularnego. Zastosowanie odpowiednio selektywnego związku w warstwie receptorowej pozwala uzyskać warstwy czujnikowe do wykrywania i oznaczania różnych związków chemicznych. Dobrymi kandydatami na składniki warstw receptorowych czujników optycznych są związki azowe ze względu na relatywnie prostą syntezę, właściwości spektralne oraz selektywność [2]. Wcześniej dowiedziono, że makrocycliczne pochodne bisazowe (związki 1, 2), z resztą pirolu, wykazują czułość na jony ołowiu(II) zarówno w roztworze (acetonitryl i jego mieszanina z wodą), jak i jako jonofory w membranowych elektrodach jonoselektywnych [3,4]. Związki 1 oraz 2 (Rys.1) zostały unieruchomione w membranach z trioctanu celulozy i zbadane jako potencjalne warstwy receptorowe czujników optycznych. Właściwości optod porównano z charakterystyką materiałów zawierających jako chromojonofory nowe, makrocycliczne związki 3 oraz 4. Rozpoznanie jonów ołowiu(II) przejawia się znaczącymi zmianami w widmie absorpcyjnym UV-Vis, czego konsekwencją jest istotna zmiana barwy: z czerwonej na niebieską. Spektrofotometryczną odpowiedź optod na wodny roztwór jonów ołowiu(II) badano w zależności od składu membrany oraz pH. Obiecujące wyniki m.in. czas odpowiedzi, czas życia, możliwość regeneracji warstwy receptorowej, granicę wykrywalności oraz liniowość odpowiedzi, uzyskano dla zoptymalizowanego składu membrany.



Rys. 1. Zmiany barwy membrany ze związkiem 2, w obecności jonów ołowiu(II) dla stężeń 0-5×10⁻³ mol/dm³.

Literatura:

- [1] I.I. Ebralidze, N.O. Laschuk, J. Poisson, O.V. Zenkina, *Colorimetric Sensors and Sensor Arrays*, W: *Nanomaterials Design for Sensing Applications* (Praca zbiorowa pod redakcją O.V. Zenkina). Micro and Nano Technologies, 2019, str. 1-39.
- [2] E. Wagner-Wysiecka, N. Łukasik, J.F. Biernat, E. Luboch, *J. Incl. Phenom. Macrocycl. Chem.* **90**, 189, 2018.
- [3] E. Wagner-Wysiecka, E. Luboch, M. Kowalczyk, J.F. Biernat, *Tetrahedron* **59**, 4415, 2003.
- [4] E. Luboch, E. Wagner-Wysiecka, M. Fainerman-Melnikova, L.F. Lindoy, J.F. Biernat, *J. Supramol. Chem.* **18**, 593, 2006.

FLUORESCENCJA ZWIĄZKÓW AZOMAKROCYKLICZNYCH – CHARAKTERYSTYKA I POTENCJALNE ZASTOSOWANIA

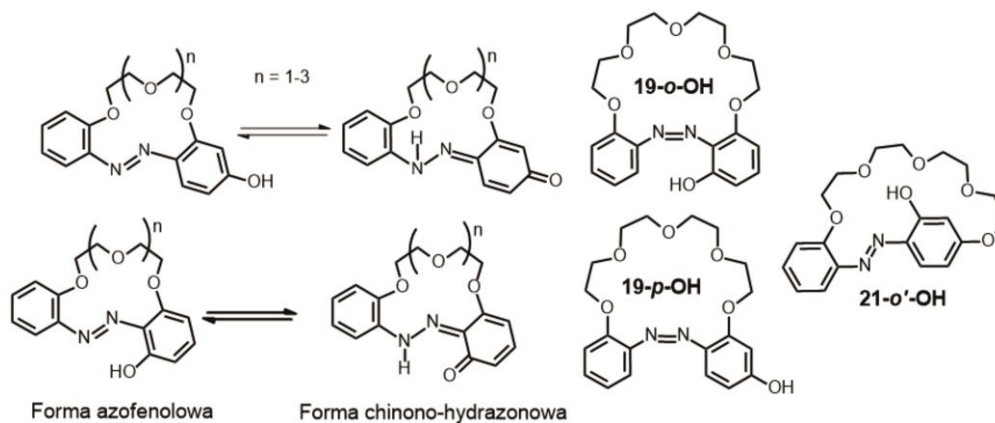
mgr inż. Paulina Szulc, I rok

Opiekun naukowy: dr hab. inż. Ewa Wagner-Wysiecka, prof. nadzw. PG

Azobenzokorony to pochodne azobenzenu, połączone w pozycjach 2,2' łańcuchem polieterowym. Charakteryzują się właściwościami typowymi zarówno dla azobenzenu i jego pochodnych (m.in. barwa, foto- i elektroaktywność), jak i eterów koronowych (m.in. selektywne kompleksowanie jonów metali) [1,2].

Dla funkcjonalizowanych pochodnych azobenzokoron zawierających w pierścieniu benzenowym grupę hydroksylową, jak dla większości związków hydroksyazowych, można rozważać istnienie tautomerycznej równowagi azofenolowo-chinonohydrazonewej (Rys. 1). Równowaga ta zależy m.in. od rodzaju rozpuszczalnika, obecności jonów metali, a dla hydroksyazobenzokoron także od wielkości makropierszcienia. Forma chinonohydrazonewa charakteryzuje się właściwościami fluorescencyjnymi. Hydroksyazobenzokorony można więc rozpatrywać zarówno jako chromojonofory jak i fluorojonofory [3,4].

Celem badań było scharakteryzowanie właściwości izomerycznych 19-członowych hydroksyazobenzokoron oraz 21-członowego związku z grupą hydroksylową zlokalizowaną wewnątrz makropierszcienia (rys.1.) metodami spektroskopowymi (spektroskopia UV-Vis, spektrofluorymetria, spektroskopia ^1H NMR). Badano m.in. wpływ rodzaju rozpuszczalnika, pH, obecności jonów metali, na równowagę tautomeryczną.



Rys.1. Równowaga tautomeryczna hydroksyazobenzokoron oraz badane związki 19-członowe oraz 21- członowy makrocykl.

Literatura:

- [1] E. Wagner-Wysiecka, N. Łukasik, J.F. Biernat, E. Luboch, *J. Incl. Phenom. Macrocycl. Chem.* **90**, 189, 2018.
- [2] M. Shiga, H. Nakamura, M. Takagi, K. Ueno, *Bull Chem. Soc. Jpn.* **57**, 1984, 412-415.
- [3] E. Wagner-Wysiecka, M. Szarmach, J. Chojnacki, N. Łukasik, E. Luboch, *J. Photochem. Photobiol. A Chem.* **333**, 220, 2017.
- [4] E. Luboch, E. Wagner-Wysiecka, Z. Poleska-Muchlado, V. Ch. Kravtsov, *Tetrahedron* **61**, 10738, 2005.

WYKORZYSTANIE CYKLODEKSTRYN W FORMOWANIU POŁĄCZEŃ SUPRAMOLEKULARNYCH O POTENJALNYM ZASTOSOWANIU W MEDYCYNIE I TECHNOLOGII

mgr inż. Koleta Majewska, V rok

Promotor: dr hab. inż. Anna Skwierawska

Ścieki pochodzące ze źródeł przemysłowych i komunalnych zawierają niepożądane ilości zanieczyszczeń organicznych. Obecnie, konwencjonalne technologie oczyszczania ścieków nie są na tyle efektywne, aby móc usunąć niebezpieczne substancje do akceptowalnego poziomu. Jednym z przykładów takich zanieczyszczeń są pozostałości aktywnych składników farmaceutycznych, które zagrażają środowisku, zdrowiu ludzi i zwierząt. Z uwagi na fakt, że ścieki przemysłowe są bardzo złożonymi i zależnymi od czasu, mieszaninami zanieczyszczeń organicznych i nieorganicznych, oczyszczanie ich jest bardzo trudne i często wiąże się z zastosowaniem więcej niż jednej techniki oczyszczania w sposób najbardziej ekonomiczny. Spośród wielu technik oczyszczania ścieków, proces adsorpcji jest jednym z najbardziej popularnych, ponieważ jest prosty, stosunkowo tani i pozwala na skuteczne usunięcie szerokiego spektrum zanieczyszczeń ze ścieków i wód [1]. Najczęściej spotykanymi adsorbentami w tym procesie są węgle aktywne i choć są one bardzo skuteczne, to ich regeneracja jest bardzo trudna i nieopłacalna, przez co po zużyciu stają się trudnym do zagospodarowania niebezpiecznym odpadem [2]. Z tego też względu, wiele wysiłku wkłada się obecnie w poszukiwanie nowych, tańszych, bardziej lub porównywalnie skutecznych adsorbentów, a szczególną uwagę skupia się na polimerach naturalnych [3]. Oligosacharydy takie jak cyklodekstryny (CDs), są związkami dobrze znanymi, biodegradowalnymi i odnawialnymi. Przeprowadzenie CDs w postaci usieciowanych polimerów (nanogąbki, NSs) pozwala uzyskać nierozpuszczalne w wodzie naturalne adsorbenty stosowane w procesach rozdzielania i oczyszczania [4].

Celem realizowanych badań była możliwość zastosowania cyklodekstrynowych polimerów do efektywnej adsorpcji leku przeciwpyschotycznego- pimawanseryny (PMV) z modelowych i rzeczywistych ścieków przemysłowych. W pierwszym etapie oceniono toksyczność i podatność na biodegradację PMV. Na podstawie otrzymanych wyników, zaproponowano syntezę nierozpuszczalnych w wodzie nanogąbek, w łatwy sposób regenerowanych, zapewniających porównywalny stopień usunięcia leku jak powszechnie wykorzystywane w przemyśle węgle aktywne. Przeprowadzono szczegółową charakterystykę otrzymanych adsorbentów. Badania koncentrowały się na osiągnięciu najlepszych warunków adsorpcji oraz wyznaczeniu mechanizmu adsorpcji PMV przez NSs na podstawie interakcji między lekiem a naturalną cyklodekstryną.

Literatura:

- [1] E.K. Putra, R. Pranowo, J. Sunarso, N. Indraswati, S. Ismadji, *Water Res.* **43**, 2419, 2009.
- [2] L. Kovalova, D.R.U. Knappe, K. Lehnberg, C. Kazner, J. Hollender, *Environ. Sci. Pollut. Res.* **20**, 3607, 2013.
- [3] I. Corsi, A. Fiorati, G. Grassi, I. Bartolozzi, T. Daddi, L. Melone, C. Punta, *Materials* **11**, 1, 2018.
- [4] N. Morin-Crini, G. Crini, *Prog. Polym. Sci.* **38**, 344, 2013.

KATEDRA CHEMII NIEORGANICZNEJ

AKTYWACJA CO₂ ZA POMOCĄ FOSFINOBORANÓW

mgr inż. Natalia Szynkiewicz, II rok
Opiekun naukowy: dr hab. inż. Rafał Grubba

Przedmiotem badań jest reaktywność monomerycznych fosfinoboranów względem CO₂. Układy te stanowią ambifilowe związki fosforu i boru, które, ze względu na budowę, klasyfikuje się jako borylofosfiny R₂P-BR₂, zawierające pojedyncze wiązanie P-B z piramidalnym atomem P oraz fosfino borany o wzorze R₂P=BR₂ z podwójnym wiązaniem P=B i trygonalnym atomem fosforu. [1] Istnieje ograniczona liczba doniesień literaturowych dotyczących reaktywności układów z wiązaniem P-B względem małych cząsteczek. Fosfinoborany R₂P=P(C₆F₅)₂ (R = tBu, Cy) wykazują reaktywność podobną do układów FLP względem H₂ [2]. Borylofosfiny, a dokładniej najszerzej przebadany ester Ph₂P-Bpin (pin = 1,2-O₂C₂Me₄) [3], okazał się skutecznie funkcjonalizować szereg związków nieorganicznych w tym: karbonylki, [4] N-heterocykle, [5] aldiminy, karbodiimidy oraz izocyjaniany [6].

W wyniku przeprowadzonych badań wstępnych udało nam się otrzymać cztery nowe fosfinoborany o wzorze ogólnym (iPr₂N)₂B-PRR', gdzie (R, R' = tBu, Ph, Cy), które zdolne są do aktywacji CO₂ w łagodnych warunkach (p_{CO2} = 1 atm, temperatura pokojowa) z utworzeniem odpowiednich adduktów (iPr₂N)₂B-O-C(O)-PRR'. Ponadto dla dwóch z otrzymanych adduktów udało się wyznaczyć strukturę metodami rentgenografii strukturalnej ostatecznie potwierdzając aktywność otrzymanych układów względem CO₂. Mechanizm przeprowadzonych reakcji został w pełni wyjaśniony w oparciu o metody DFT.

Literatura:

- [1] J. A. Bailey, P. G. Pringle, *Coord. Chem. Rev.* **297**, 77, 2015.
- [2] S. J. Geier, T. M. Gilbert, D. W. Stephan, *J. Am. Chem. Soc.* **130**, 12632, 2008.
- [3] E. N. Daley, C. M. Vogels, S. J. Geier, A. Decken, S. Doherty, S. A. Westcott, *Angew. Chemie - Int. Ed.* **54**, 2121, 2015.
- [4] M. B. Kindervater, J. F. Binder, S. R. Baird, C. M. Vogels, S. J. Geier, C. L. B. Macdonald, S. A. Westcott, *J. Organomet. Chem.* **880**, 378, 2019.
- [5] S. J. Geier, C. M. Vogels, N. R. Mellonie, E. N. Daley, A. Decken, S. Doherty, S. A. Westcott, *Chem. - A Eur. J.* **23**, 14485, 2017.
- [6] S. J. Geier, J. H. W. Lafortune, D. Zhu, S. C. Kosnik, C. L. B. Macdonald, D. W. Stephan, S. A. Westcott, *Dalt. Trans.* **46**, 10876, 2017.

*Praca finansowana ze środków NCN w ramach projektu OPUS nr 016/21/B/ST5/03088:
„Sfrustrowane pary Lewisa (FLP): nowa klasa związków fosforu z zastosowaniem w syntezie i katalizie”.*

HETEROLEPTYCZNE SILANOTIOLANY KOBALTU(II) I NIKLU(II) Z AMINOWYMI POCHODNYMI PIRYDINY – BADANIA STRUKTURALNE, SPEKTRALNE I MAGNETYCZNE

mgr inż. Daria Kowalkowska-Zedler, III rok

Promotor: dr hab. inż. Agnieszka Pladzyk

Kompleksy tiolanowe niklu i kobaltu to ważna grupa związków, ciesząca się niesłabnącym zainteresowaniem naukowców ze względu na ich właściwości i obszary potencjalnych zastosowań. Ostatnie doniesienia literaturowe wskazują na możliwość zastosowania jednordzeniowych związków kompleksowych niklu(II) i kobaltu(II) jako jednojonowe magnesy molekularne (SIM, z *ang.* Single Ion Magnets), czyli układy, które w odpowiednich warunkach zachowują się jak pojedyncze, izolowane, nanowymiarowe magnesy [1, 2]. Wysiłki naukowców w tym obszarze badań skupiają się na poznaniu zależności pomiędzy strukturą molekularną otrzymywanych związków, a ich właściwościami magnetycznymi, co jest szczególnie istotne dla rozwoju wiedzy w tym temacie i uzyskania kompleksów o pożądanym parametrach magnetycznych [3].

Mimo, że znane są przykłady związków typu SIM opartych na jonach Ni(II) i Co(II), w których metal koordynowany jest przez miękkie S-donorowe ligandy tiolanowe, to obszar ten nie został jeszcze wystarczająco poznany. Dlatego też, jednym z celów mojej pracy badawczej jest synteza heteroleptycznych związków kompleksowych Ni(II) i Co(II), w których rolę miękkiego liganda S-donorowego pełni tri-*tert*-butoksylanotiol (TBST). Związek ten charakteryzuje się względną stabilnością w warunkach atmosferycznych, odpornością na hydrolizę wiązania Si-S i pozwala na otrzymanie relatywnie trwałych związków kompleksowych.

W badaniach przeprowadzonych w roku akademickim 2018/2019, jako ligandy N-donorowe zastosowałam pochodne aminopirydyny: 4-aminopirydynę (1), 3-(aminometylo)pirydynę (2) oraz 4-(aminometylo)pirydynę (3), dzięki czemu otrzymałam szereg związków kompleksowych Ni(II) i Co(II), w tym monokryształy jednordzeniowych związków (1) i (2) oraz wielordzeniowego dwuwymiarowego polimeru koordynacyjnego (3), dla których wykonano pomiary XRD. Wyniki pokazują, że rodzaj liganda azotowego użytego do syntezy determinuje strukturę otrzymanego kompleksu. Dla otrzymanych do tej pory kompleksów Co(II) przeprowadzone zostały szczegółowe badania określające ich właściwości magnetyczne.

Podczas sesji sprawozdawczej zaprezentowana zostanie pełna analiza strukturalno-spektralna otrzymanych silanotiolanów Ni(II), a także właściwości spektralne i magnetyczne silanotiolanów Co(II) otrzymanych w poprzednim roku akademickim.

Literatura:

- [1] J. Miklovič, D. Valigura, R. Boča, J. Titiš, *Dalton Trans.* **44**, 12484, 2015.
- [2] S. Sottini, G. Poneti, S. Ciattini, N. Levesanos, E. Ferentinos, J. Krzystek, L. Sorace, P. Kyritsis, *Inorg. Chem.* **55**, 9537, 2016.
- [3] D. Kowalkowska, A. Dołęga, N. Nedelko, Z. Hnatejko, Ł. Ponikiewski, A. Matracka, A. Ślawska-Waniewska, A. Strągowska, K. Słowy, M. Gazda, A. Pladzyk, *Cryst Eng Com* **19**, 3506, 2017.

SYNTEZA I STRUKTURY NOWYCH DIFOSFINOBORANÓW

mgr inż. Anna Ordyszewska, IV rok
Promotor: dr hab. inż. Rafał Grubba

Związki zawierające w swojej budowie atomy boru i fosforu cieszą się rosnącym zainteresowaniem ze względu na ich właściwości ambifilowe, które znalazły zastosowanie w aktywacji małych cząsteczek i katalizie. Chemia związków zawierających trójwalencyjne atomy boru i fosforu połączone wiązaniem chemicznym jest ciągle słabo poznana^{1,2}. Wśród tej grupy połączeń można wyróżnić fosfinoborany $R_2P-BR'_2$ i difosfinoborany $R_2P-B(R'')-PR'_2$.

Pierwszym dobrze opisanym difosfinoboranem jest $(PPh_2)_2BMes$, który został zsyntetyzowany przez Power'a³, a ostatnio ten difosfinoboran został również użyty jako ligand do kompleksowania związków platyny(0) i niklu(II)⁴. Z kolei Karsch opisał syntezę i izolację $(Mes_2P)_2BX$ ($X = Br, OEt$)⁵. Pierwszym i jedynym difosfino(amino)boranem z dostarczonymi danymi krystalograficznymi jest $Ph_2NB[P(SiMe_3)_2]_2$ syntetyzowany i charakteryzowany przez Paine'a⁶.

Głównym celem badawczym była synteza nowej serii difosfinoboranów, a także określenie wpływu podstawników na strukturę i reaktywność otrzymanej nowej klasy związków. Otrzymano i scharakteryzowano dwa prekursory $(tBu_2P)(Br)BNiPr_2$, $(Cy_2P)(Br)BNiPr_2$ oraz osiem difosfinoboranów $(tBu_2P)_2BPh$, $(tBuPhP)_2BPh$, $(Cy_2P)_2BPh$, $(Ph_2P)_2BNiPr_2$, $((Me_3Si)_2P)_2BNiPr_2$, $(Cy_2P)_2BNiPr_2$, $(Cy_2P)(Ph_2P)BNiPr_2$, $(tBu_2P)(Ph_2P)BNiPr_2$. Związki te zostały otrzymane w wyniku reakcji wybranego fosfidu R_2PLi ($R_2P = tBu_2P, Cy_2P, Ph_2P, (Me_3Si)_2P, tBuPhP$) z odpowiednim dibromoboranem $R'BBr_2$ ($R' = NiPr_2, Ph$)⁷.

Literatura:

- [1] J. A. Bailey, P. G. Pringle, *Coord. Chem. Rev.* **297**, 77, 2015.
- [2] R. T. Paine, H. Nöth, *Chem. Rev.* **95**, 343, 1995.
- [3] R. A. Bartlett, H. V. Rasika Dias, P. P. Power, *Inorg. Chem.* **27**, 3919, 1988.
- [4] M. W. Drover, J. C. Peters, *Dalt. Trans.* **47**, 3733, 2018.
- [5] H. H. Karsch, G. Hanika, B. Huber, K. Meindl, S. König, C. Krüger, G. Müller, *J. Chem. Soc., Chem. Commun.* **373**, 1989.
- [6] D. Dou, M. Westerhausen, G. L. Wood, G. Linti, E. N. Duesler, H. Noth, R. T. Paine, *Chem. Ber.* **126**, 379, 1993.
- [7] A. Ordyszewska, N. Szynkiewicz, E. Perzanowski, J. Chojnacki, A. Wiśniewska, R. Grubba, *Dalton Trans.* 2019, DOI: 10.1039/C9DT02195G.

*Praca finansowana ze środków NCN w ramach projektu PRELUDIUM
 nr 2017/25/N/ST5/00766 : „Nowe drogi funkcjonalizacji ligandów bogatych w fosfor”.*

SYNTEZA, WŁAŚCIWOŚCI I STRUKTURA WYBRANYCH POCHODNYCH TIOMOCZNIKA ORAZ ICH ZWIĄZKÓW KOMPLEKSOWYCH Z KATIONAMI METALI O KONFIGURACJI d^{10}

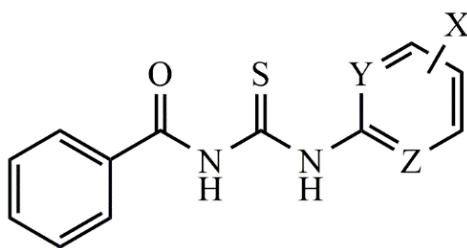
mgr inż. Damian Rosiak, IV rok

Promotor: dr hab. inż. Jarosław Chojnacki, prof. nadzw. PG

Promotor pomocniczy: dr inż. Andrzej Okuniewski

Inżynieria krystaliczna zajmuje się projektowaniem i syntezą kryształów o pożądanym właściwościach w oparciu o zrozumienie i wykorzystanie oddziaływań międzycząsteczkowych. Aby zrealizować główny cel inżynierii krystalicznej, jakim jest umiejętność przewidywania struktur krystalicznych, niezbędne jest przebadanie jak największej liczby związków o podobnej budowie. Ma to na celu poszerzenie wiedzy na temat oddziaływań międzycząsteczkowych [1].

W ramach przeprowadzonych badań zsyntezowana została seria ligandów 1-benzoilotiomocznikowych (Rys. 1), które zostały wykorzystane do syntezy związków kompleksowych z halogenkami metali o konfiguracji elektronowej d^{10} (miedziowce na +1 stopniu utlenienia i cynkowce na +2 stopniu utlenienia). Ponadto zsyntezowano 1-benzoilo-3-(3,4-dimetoksyfenylo)tiomocznik oraz 1-benzoilo-3-*tert*-butyloitiomocznik.



Rys. 1. Ogólna struktura zsyntezowanych ligandów:

X – podstawnik (-H, -Me, -Cl, -Br, -I, -OH, -OMe w pozycji *orto*, *meta* lub *para*),

Y, Z – atom azotu lub grupa CH.

Podczas wystąpienia przedstawione zostaną wyniki badań przeprowadzonych w trakcie studiów doktoranckich. Zaprezentuję motywy strukturalne otrzymanych związków i produkty reakcji pobocznych. Łącznie zostanie zaprezentowanych 30 struktur benzoilotiomoczników oraz 4 ich solwaty; 19 związków kompleksowych miedzi(I), 1 srebra(I), 1 kadmu(II) i 28 rtęci(II); 9 związków heterocyklicznych i ich 4 formy polimorficzne; 4 struktury benzoilomoczników i 1 produkt kondensacji.

Zsyntezowanie dużej liczby ligandów o różnym rozmieszczeniu podstawników oraz użycie różnych halogenków metali pozwoliło na otrzymanie szerokiej gamy związków kompleksowych, co z kolei dało możliwość prowadzenia dyskusji na temat wpływu części organicznej oraz nieorganicznej na ich finalną strukturę.

Literatura:

[1] G. R. Desiraju, *J. Am. Chem. Soc.* **135**, 9952, 2013.

KATEDRA CHEMII ORGANICZNEJ

INDUKOWANIE CZYNNOŚCI OPTYCZNEJ CZĄSTECZEK ACHIRALNYCH

mgr inż. Jan Alfuth, I rok

Opiekun naukowy: dr hab. inż. Teresa Olszewska

W przyrodzie (szczególnie ożywionej) znajdujemy wiele przykładów cząsteczek chiralnych (aminokwasy, białka, DNA). W przeważającej większości ich chiralność wynika z obecności atomu węgla związanego z czterema różnymi podstawnikami (tzw. asymetryczny atom węgla). Jednak fakt, że cząsteczka jest chiralna nie musi wynikać z obecności tylko tego pierwiastka – w formie enancjomerów (lub diastereoizomerów) mogą występować także związki azotu, siarki, krzemu, fosforu i in. Obserwuje się również cząsteczki nieposiadające asymetrycznego atomu w swojej konstytucji. Wówczas mówimy o chiralności osiowej, planarnej lub o strukturach helikalnych.

W pewnych przypadkach chiralność można również generować. Taki efekt uzyskuje się m. in. poprzez tworzenie kompleksów inkluzyjnych lub kokryształów cząsteczki achiralnej z chiralnymi donorami wiązań drugorzędowych (np. wodorowych). Wówczas w cieple stałym cząsteczka może przyjąć chiralną konformację. [1]

Wiązanie halogenowe to kierunkowe oddziaływanie pomiędzy regionem o zmniejszonej gęstości elektronowej znajdującym się na kowalencyjnie związanym atomie halogenu a parą elektronową zasady Lewisa, co można przedstawić jako $R-X\cdots B$, gdzie X to atom chloru, bromu lub jodu, a B jest zasadą Lewisa, jednocześnie nazywaną akceptorem wiązania halogenowego. Oddziaływanie to jest coraz częściej brane pod uwagę w projektowaniu nowych materiałów funkcjonalnych (polimerów, struktur porowatych, materiałów opto-elektronicznych i in.), a także przy syntezie i badaniu mechanizmów działania leków [2]. W literaturze brak jest informacji o wykorzystaniu tego typu sił międzycząsteczkowych do generowania chiralności.

W trakcie I roku Studium Doktoranckiego otrzymałem pięć nowych związków będących chiralnymi ditopowymi donorami wiązań halogenowych. Wykorzystałem je do utworzenia kokryształów z 4,4'-azopirydyną (**apy**) – achiralną cząsteczką zdolną do tworzenia silnych oddziaływań halogenowych. Otrzymane monokryształy zostały poddane badaniom rentgenostrukturalnym, które dowiodły, że cząsteczki **apy** przyjmują chiralną konformację (realizowaną poprzez skręcenie pierścieni pirydynowych). Wykonane zostały również widma CD i UV-Vis w cieple stałym pozwalające na powiązanie znaku efektu Cottona z obserwowaną chiralnością cząsteczki. Wszystkie otrzymane związki scharakteryzowałem przy pomocy widm NMR (1H , ^{13}C , ^{19}F), spektroskopii masowej, a także zmierzyłem ich temperatury topnienia oraz wykonałem pomiary skręcalności optycznej.

Literatura:

- [1] L. Rosaria, A. D'Urso, A. Mammana, R. Perrello, *Chirality* **20**, 411, 2008.
- [2] G. Cavallo, P. Metrangolo, R. Milani, T. Pilati, A. Priimagi, G. Resnati, G. Terraneo, *Chem. Rev.* **116**, 2478, 2016.

PROJEKTOWANIE, SYNTEZA ORAZ BADANIE AKTYWNOŚCI BIOLOGICZNEJ NOWYCH INHIBITORÓW SULFATAZY STEROIDOWEJ (STS) NA BAZIE AMIDOSIARCZANOWYCH POCHODNYCH TRIAZOLI I OKSADIAZOLI

mgr inż. Karol Biernacki, I rok

Opiekun naukowy: dr hab. inż. Sebastian Demkowicz

Hormono-zależny rak piersi (HDBC) jest główną przyczyną zgonów u kobiet w okresie pomenopauzalnym i jest najczęściej występującym typem nowotworu wśród kobiet na całym świecie. Według *National Cancer Institute* w 2019r. w Stanach Zjednoczonych zostanie zdiagnozowanych około 270 000 nowych przypadków zachorowań na raka piersi i około 41 000 zgonów z powodu tej choroby. Z tej przyczyny, poszukiwanie nowoczesnych metod leczenia tego typu nowotworów nabiera szczególnego znaczenia. W ostatnich latach udowodniono istotny wpływ steroidów, takich jak estrogeny czy androgeny, na wzrost zmienionych nowotworowo tkanek. Jedną z metod terapeutycznych zakłada wykorzystanie syntetycznych, biologicznie aktywnych związków, które są w stanie hamować działanie enzymów biorących udział w biosyntezie steroidów. Obecnie zostały poznane trzy szlaki biosyntetyczne: szlak aromatazy, dehydrogenazy 17β -hydroksysteroidowej oraz sulfatazy steroidowej (STS). STS jest enzymem powszechnie występującym w organizmie człowieka, odpowiadającym za hydrolizę siarczanowych prekursorów steroidów do ich biologicznie aktywnych form. Doniesienia literaturowe wskazują, że aktywność STS w komórkach nowotworowych raka piersi, jest milion razy większa niż aktywność aromatazy [1], sugerując tym samym, że to właśnie STS może odgrywać kluczową rolę w proliferacji HDBC. Wieloletnie poszukiwania skutecznych inhibitorów STS doprowadziły do otrzymania ogromnej gamy związków, wykazujących zdolność inhibicyjną [2]. Niemniej jednak, znaczna część to pochodne steroidów, których metabolity wykazują właściwości estrogenowe, prowadząc tym samym do progresji HDBC, uniemożliwiając otrzymanie pozytywnych wyników badań klinicznych.

Tematyka realizowanej pracy doktorskiej obejmuje projektowanie, syntezę oraz badanie aktywności biologicznej nowych inhibitorów STS na bazie amidosiarczanowych pochodnych 4-(1-fenylo-1*H*-1,2,3-triazo-4-yl)fenolu oraz 4-(5-fenylo-1,2,4-oksadiazol-3-yl)fenolu. Powyższe pochodne, doskonale imitujące układ steroidowy naturalnego substratu STS, charakteryzują się wysokim stopniem dopasowania do miejsca aktywnego sulfatazy steroidowej, dzięki czemu mogą w skuteczny sposób hamować działanie enzymu. Co więcej, niesteroidowa budowa projektowanych związków może zminimalizować właściwości estrogenowe metabolitów, które są parametrem limitującym w wykorzystaniu wielu nowych inhibitorów STS w praktyce klinicznej.

Literatura:

- [1] V. H. T. James, J. M. McNeill, L. C. Lai, C. J. Newton, M. W. Ghilchik, M. J. Reed, *Steroids*, 50, 269, 1987.
- [2] R. Shah, J. Singh, D. Singh, A. Singh Jaggi, N. Singh, *Eur. J. Med. Chem.*, 114, 170, 2016.

SYNTEZA POCHODNYCH KARNOZYNY

mgr Klaudia Chmielewska, I rok

Opiekun naukowy: prof. dr hab. inż. Krystyna Dzierzbicka

Karnozyna jest naturalnym dipeptydem zbudowanym z β -alaniny i L-histydyny o właściwościach antyoksydacyjnych, powszechnie występującym w mięśniach oraz w ośrodkowym układzie nerwowym ssaków. Wykazuje ona szerokie spektrum działań biologicznych, między innymi zapobiega powstawaniu wolnych rodników, tworzy kompleksy z jonami metali (np. cynkiem, żelazem, miedzią), działa przeciwzapalnie, przeciwdziała starzeniu się komórek, hamuje wzrost guzów nowotworowych. Jest substancją bezpieczną dla komórek somatycznych co czyni ją potencjalnym czynnikiem terapeutycznym dla wielu schorzeń [1-3].

Podczas pierwszego roku studium doktoranckiego otrzymałam odpowiednio chronione pochodne karnozyny w postaci estrów metylowych ze zmienioną sekwencją aminokwasową. Do tworzenia wiązania peptydowego wykorzystałam różne odczynniki kondensujące (np. CDI, EEDQ, EDCI, T3P, mieszane bezwodniki). Struktura zsyntezowanych związków została potwierdzona za pomocą ^1H NMR, ^{13}C NMR i MS. W kolejnym etapie syntezy otrzymane dipeptydy będą łączone z pochodnymi akrydyny/akrydonu i badane pod kątem ich potencjalnej aktywności biologicznej.

Literatura:

- [1] K. Bauer, *Neurochemical. Res.* 30, 1339, 2005.
- [2] S. E. Gariballa, A.J. Sinclair, *Age Ageing* 29, 207, 2000.
- [3] M. H. El-Dakdouki, N. Daouk, H. Abdallah, *Int. J. Pep. Res. Ther.* 25, 379, 2019.

OTRZYMYWANIE DISULFANÓW ETYLENOWYCH

mgr inż. Bartosz Jędrzejewski, I rok

Opiekun naukowy: prof. dr hab. inż. Dariusz Witt

Niesymetryczne disulfany alkenylowe są mało poznaną grupą związków siarkoorganicznych. Tego typu cząsteczki występują naturalnie w organizmach żywych. Niestety literatura na temat syntezy tych związków jest bardzo uboga. Jednym z najdokładniej poznanych naturalnych disulfanów alkenylowych jest, zidentyfikowany w 1983 roku [1], ajoen. Związek ten posiada szereg interesujących aktywności biologicznych. Wykazuje między innymi: działanie przeciwzakrzepowe, przeciwwirusowe, przeciwbakteryjne [2] oraz działanie cytostatyczne i cytotoksyczne wobec niektórych komórek nowotworowych [3]. W badaniach struktura-aktywność udowodniono rolę układu zawierającego alkenylowy fragment disulfanu niesymetrycznego jako głównego farmakoforu ajoenu [4]. Ta informacja spowodowała wzrost zainteresowania tego typu związkami, oraz konieczność poszerzenia stanu wiedzy na ich temat. W celu realizacji planów badawczych niezbędne jest opracowanie dogodnych metod otrzymywania alkenylowych disulfanów.

W ramach studium doktoranckiego przeprowadzone zostały badania nad opracowanie dogodnej metody otrzymywania disulfanów etylenowych. Zaprezentowane zostaną metody optymalizacji warunków procesów poszczególnych etapów syntezy oraz wady i zalety opracowanych dróg syntetycznych.

Literatura:

- [1] E. Block, S. Ahmad, R. Apitz, *J. Org. Chem.* **22**, 108, 1985.
- [2] H. A. Perez, M. De La Rosa, R. Apitz, *Antimicrobe Agent Chemother* **38**, 337, 1994.
- [3] C. H. Kaschula, R. Hunter, M. Caria, N. Stellenboom *European Journal of Medicinal Chemistry* **50**, 236, 2012.
- [4] C. H. Kaschula, R. Hunter, I. M. Parker, *Biofactor* **36**, 78, 2010.

*Praca finansowana ze środków NCN w ramach projektu OPUS 10 (2015/19/B/ST5/03359):
„Opracowanie nowatorskiej i wszechstronnej syntezy funkcjonalizowanych niesymetrycznych sulfanów
alkinylowych oraz ich zastosowanie do pierwszej totalnej syntezy Ajoene”*

BADANIA NAD SYNTEZĄ LINKERÓW W ZWIĄZKACH PRZECIWGRZYBOWYCH

mgr inż. Michał Nowak, I rok

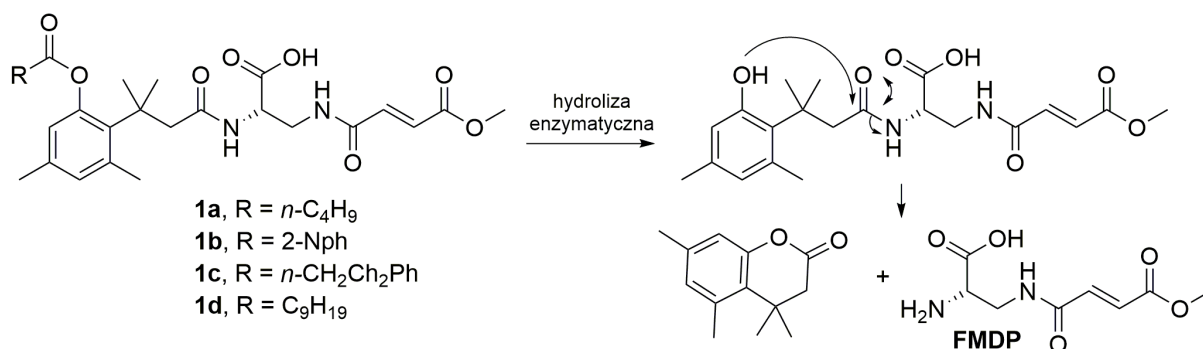
Opiekun naukowy: prof. dr hab. inż. Maria J. Milewska

Syntaza glukozamino-6-fosforanu jest obiecującym celem molekularnym w terapii przeciwgrzybiczej. Jednym z najbardziej efektywnych i selektywnych inhibitorów tego enzymu jest kwas(S)-N³-(4-metoksyfumarilo)-2,3-diaminopropanowy (FMDP, Rys. 1). Niestety, ze względu na wysoce hydrofilowy charakter FMDP wykazuje słabą zdolność do przenikania przez błony komórkowe patogenów, co w konsekwencji przekłada się na jego niską aktywność przeciwgrzybową [1].

Jednym ze sposobów zwiększenia dostępności substancji biologicznie czynnej do celu molekularnego jest synteza proleków – związków nieaktywnych biologicznie, ulegających przekształceniu do formy aktywnej na skutek przemian metabolicznych. Ważną cechą proleków jest modyfikowanie właściwości farmakokinetycznych cząsteczki aktywnej, m.in. zwiększanie lub zmniejszanie stopnia jej polarności, co przekładać może się na zintensyfikowanie transportu przez błony biologiczne.

Atrakcyjnym fragmentem strukturalnym, mogącym znaleźć zastosowanie w tworzeniu potencjalnych proleków FMDP, jest układ „trimethyl lock” (TML). Silnie hydrofobowy charakter układu TML sprzyja obniżeniu stopnia polarności cząsteczki aktywnej – FMDP, co może przekładać się na usprawnienie procesu transportu w poprzek błony komórkowej patogennych grzybów. Ponadto, aktywność grzybowych esteraz prowadzić może do degradacji struktury proleku, prowadzącej do uwolnienia cząsteczki FMDP w formie natywnej (Rys. 1) [2].

Przeprowadzono wieloetapową syntezę pochodnych FMDP zawierających w swojej konstytucji układ TML (1a-d, Rys. 1). Otrzymane, potencjalne struktury proleków, zaprojektowano tak, aby wykazywały zwiększony charakter hydrofobowy w porównaniu do cząsteczki FMDM. Aktywność biologiczna otrzymanych połączeń została przebadana w stosunku do patogennych drożdżaków *Candida spp.*



Rys. 1. Synteza pochodnych FMDP zawierających w swojej konstytucji układ TML

Literatura:

- [1] S. Milewski, *Biochim Biophys Acta* **1597**, 2, 2002.
- [2] O. Okoh, P. Kahn, *ChemBioChem* **19**, 16, 2018.

OCENA AKTYWNOŚCI BIOLOGICZNEJ NOWYCH ANALOGÓW TAKRYNY JAKO POTENCJALNYCH LEKÓW STOSOWANYCH W CHOROBY ALZHEIMERA

mgr inż. Maja Przybyłowska II rok

Promotorzy: prof. dr hab. inż. Krystyna Dzierzbicka/

dr hab. Iwona Inkielewicz-Stępnia, prof. GUMed

Choroba Alzheimer (AD) jest postępującym i nieodwracalnym zaburzeniem neurodegeneracyjnym, będącym najczęstszą postacią demencji [1]. Pomimo dużej wiedzy na temat etiologii, genetyki i patofizjologicznego mechanizmu AD, wciąż nie znaleziono skutecznej metody leczenia tej choroby, dlatego poszukuje się nowych strategii terapeutycznych [2].

Jednym z pierwszych leków stosowanych w AD była takryna (1,2,3,4-tetrahydro-9-aminoakrydyna). Została ona wycofana z użytku ze względu na swoje działania niepożądane, w tym hepatotoksyczność oraz słabą biodostępność po podaniu doustnym. Pomimo tego jest ona doskonałym inhibitorem cholinoesteraz, dlatego jest szeroko wykorzystywana w chemii medycznej do projektowania wielofunkcyjnych związków mających potencjalne znaczenie terapeutyczne w AD [3].

Nowe fosforowe i tiofosforowe pochodne takryny zostały zsyntezowane, a ich aktywność biologiczna została zbadana jako potencjalne związki przeciwko AD. Ocenie poddano neurotoksyczność na linii komórkowej SHSY-5Y oraz hepatotoksyczność na linii Hep-G2. Dodatkowo zbadano zdolność hamowania acetylocholinoesterazy (AChE) i butyrylocholinoesterazy (BChE) całej serii nowych pochodnych oraz takryny, będącej związkiem referencyjnym.

Na podstawie otrzymanych wyników wyselekcjonowano najbardziej aktywne związki, które zostaną poddane dalszej modyfikacji chemicznej.

Literatura:

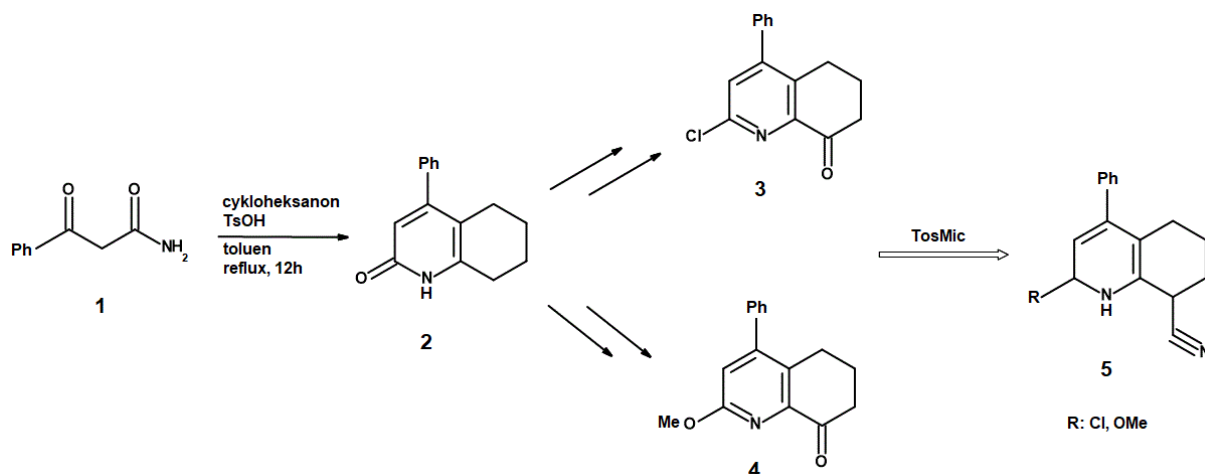
- [1] A. Wimo, M. Guerchet, G. C. Ali, Y. T. Wu, A. M. Prina, B. Winblad, L. Jönsson, Z. Liu, M. Prince, *Alzheimers Dement.* 13, 1, 2017.
- [2] R. A. Armstrong, *Folia Neuropathol.* 51, 169, 2013.
- [3] M. Przybyłowska, S. Kowalski, K. Dzierzbicka, I. Inkielewicz-Stępnia, *Curr. Neuropharmacol.* 17, 472, 2019.

FUNKCJONALIZACJA POCHODNYCH 5,6,7,8-TETRAHYDROCHINOL-2(1H)-ONÓW - ISO-PILICYDY DRUGIEJ GENERACJI JAKO ZWIĄZKI O POTENCJALE PRZECIWDROBNOUSTROJOWYM

mgr inż. Małgorzata Ryczkowska, II rok

Opiekun naukowy: dr hab. Sławomir Makowiec, prof. nadzw. PG

Iso-pilicydy to pochodne tetrahydrochinoliny zaprojektowane w celu syntezy analogów strukturalnych 2H-tiazolo[3,2- α]piryd-5(3H)-onów zwanych zwyczajowo plicydami. Pierwotne pilicydy wykazały aktywność bakteriostatyczną wobec uropatogennych szczepów *Escherichia coli*. Aktywność ta została potwierdzona w licznych badaniach biologicznych oraz testach *in vitro* [1]. Rdzeń iso-pilicydu (2) został otrzymany na drodze kondensacji amidu kwasu bezoilooctowego (1) oraz cykloheksanonu (Rys.1) [2]. Tetrahydrochinolon (2) został następnie poddany dwóm odrębnym ścieżkom syntezy. W pierwszej kolejności rdzeń iso-pilicydu poddano chlorowaniu i następnie kilkietapowemu utlenianiu w wyniku czego otrzymano 2-chloro-6,7-dihydrochinol-8(5H)-on (3) [3]. W drugiej kolejności postanowiono otrzymać 2-metoksy-6,7-dihydrochinol-8(5H)-on (4) na drodze wstępnego O-metylowania związku (2) i analogicznie postępującego utleniania obejmującego utlenianie nadtlaniem wodoru oraz Swern'a. Z uwagi na to, iż obecność grupy karboksylowej w pozycji 8 jest kluczowa dla potencjalnej aktywności biologicznej zaprojektowanych związków, pochodne (3) i (4) posłużą jako substarty do kluczowej reakcji cyjanowania redukcyjnego przy pomocy izocyjanku metylotoluenosulfonowego, dzięki której możliwe będzie wprowadzenie grupy nitrylowej w tę pozycję i otrzymanie pochodnej (5).



Rys.1. Skrócony schemat syntezy iso-pilicydów.

Literatura:

- [1] N. Pemberton, Doctoral thesis, Department of Chemistry Umeå University, 2002.
- [2] H. Yang, M. Jie, X. Sun, CN 104447551, Assignee Cheer Fine Pharmaceutical, 2015.
- [3] M. P. A. Lyle, P. D. Wilson, *Org. Lett.* **6**, 5, 2004.

ZWIĄZKI BIOLOGICZNIE CZYNNE OPARTE NA RDZENIU KARBAZOLU- SYNTEZA I ASPEKTY MECHANISTYCZNE

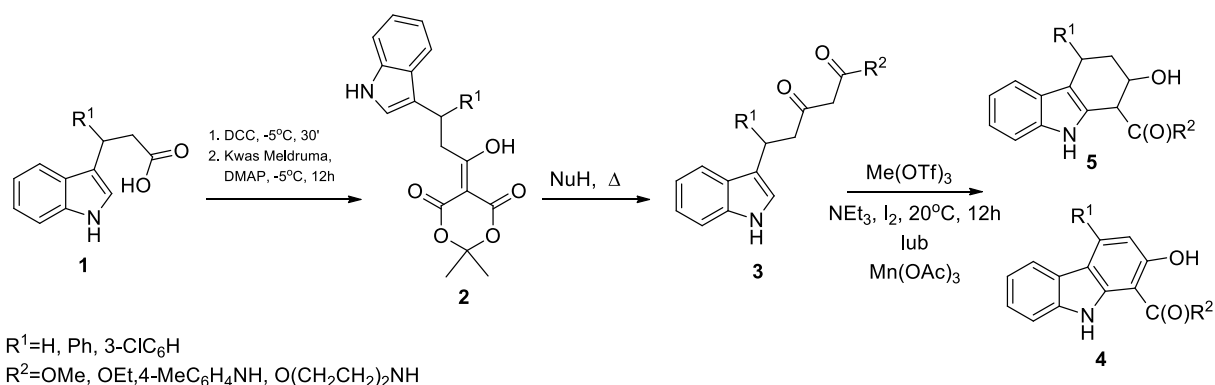
mgr inż. Milena Witkowska, III rok

Promotor: dr hab. Sławomir Makowiec, prof. nadzw. PG

W ramach realizacji badań stanowiących treść przyszłej rozprawy doktorskiej, w trakcie trzeciego roku studium doktoranckiego zajęłam się problematyką dotyczącą reakcji cyklizacji estrów/amidów kwasu 5-(1*H*-indolo-3-yl)-3-oksopentanowego katalizowaną związkami metali przejściowych. Opracowaną metodę zamierzam wykorzystać do uzyskania potencjalnych inhibitorów telomerazy opartych na rdzeniu karbazolu.

Związki zawierające rdzeń karbazolu bardzo często występują w produktach naturalnych i biologicznie czynnych związkach. Na przykład wiskostatyna (inhibitor wzrostu *C. albicans*) [1], mukonal (inhibitor proliferacji ludzkich komórek raka krtani) [2] oraz haptafilina (inhibitor proliferacji ludzkich komórek raka płuc i okrężnicy) [3] są pochodnymi karbazolu.

W celu otrzymania pochodnych karbazolu opracowałam ścieżkę syntezy składającą się z następujących etapów: kondensacji Knoevenagla kwasu Meldruma z kwasem indolo-3-karboksylowym (1) w obecności DCC i DMAP [4], syntezy odpowiednich β-ketoestrów/β-ketoamidów (3) [5,6] oraz wewnątrzcząsteczkowej cyklizacji związków (3) katalizowaną metalami przejściowymi (Rys 1) [7,8].



Rys 1. Cyklizacja β-ketoestrów/β-ketoamidów katalizowana metalami przejściowymi

Literatura:

- [1] M. Bashir, A. Bano, A. S. Ijaz, B. A. Chaudhary, *Molecules* **20**, 8, 2015.
- [2] C. Boonyarat, C. Yenjai, O. Vajragupta, P. Waiwut, *Asian Pac J Cancer Prev.* **15**, 23, 2014.
- [3] L. Li., L. Huizhi, W. Binu, D. Xinxin, W. Longjun, Y. Liping, Z. Yingying, *Med Sci Monit.* **24**, 2018.
- [4] S. P. Raillard, W. Chen, E. Sullivan, W. Bajjalieh, A. Bhandari, T. A. Baer, *J. Comb. Chem.* **4**, 5, 2002.
- [5] K. Janikowska, S. Makowiec, *Syn. Comm.* **42**, 7, 2012.
- [6] B. B. Snider, B. J. Neubert, *J. Org. Chem.* **69**, 25, 2004.
- [7] X. Ban, Y. Pan, Y. Lin, S. Wang, Y. Du, K. Zhao, *Org. Biomol. Chem.* **10**, 18, 2012.
- [8] P. Punda, Ł. Ponikiewski, S. Makowiec, *Helv. Chim. Acta* **96**, 11, 2013.

SYNTEZA, WŁAŚCIWOŚCI ORAZ ZASTOSOWANIE CIECZY JONOWYCH, POCHODNYCH NATURALNYCH ZWIĄZKÓW ORGANICZNYCH

mgr inż. Emil Szepiński, V rok

Promotor: prof. dr hab. inż. Maria J. Milewska

Cieczami jonowymi nazywane są związki, w skład których wchodzi wyłącznie jony. Kationy cieczy jonowej są zwykle związkami organicznymi, natomiast anionem mogą być, zarówno związki organiczne, jak i nieorganiczne. Właściwością, która odróżnia je od innych soli jest temperatura topnienia, która dla cieczy jonowych wynosi poniżej 100°C. Z uwagi na możliwość ich szerokiego zastosowania największe zainteresowanie wzbudzają te ciecze jonowe, które występują w fazie ciekłej w temperaturze pokojowej.

Jednym z najważniejszych zastosowań cieczy jonowych jest stosowanie ich jako rozpuszczalników. Nazywane są „projektowanymi rozpuszczalnikami” ze względu na łatwość sterowania takimi właściwościami jak rozpuszczalność, gęstość, reaktywność, lepkość czy temperatura topnienia poprzez odpowiedni dobór kationu oraz anionu. Ważnym zagadnieniem jest rozpuszczalność związków organicznych oraz soli metali ciężkich w cieczach jonowych ze względu na syntezę i prowadzenie nich reakcji chemicznych prowadzonych w obecności katalizatorów [1].

Poza zastosowaniem cieczy jonowych w syntezie organicznej pojawiają się doniesienia o wykorzystaniu tego rodzaju związków w przemyśle farmaceutycznym. Co roku rośnie liczba publikowanych przykładów aktywnych związków farmaceutycznych występujących w formie kationu lub anionu, idących w parze z neutralnymi lub biokompatybilnymi przeciwjonami. Połowa leków używanych w medycynie istnieje w postaci soli, a możliwość przekształcenia związków biologicznie aktywnych w formę soli jest kluczowym elementem projektowania nowych leków.

Tematem prac badawczych prowadzonych w ramach Studium Doktoranckiego jest zaprojektowanie oraz synteza nowych cieczy jonowych, które będą wpisywały się w nurt zielonej chemii.

W trakcie V roku Studium Doktoranckiego opracowałem metodę otrzymywania nowych grup cieczy jonowych: czterokationowych cieczy jonowych będących estrowymi oraz eterowymi pochodnymi pentaerytrytoli oraz dokonałem analizy ich właściwości termicznych.

Literatura:

[1] P. Wassercheid, T. Welton, *Ionic Liquids in Synthesis*, Wiley-WCH, 2003

**KATEDRA CHEMII, TECHNOLOGII
I BIOTECHNOLOGII ŻYWNOŚCI**

WŁAŚCIWOŚCI PRODUKTÓW UZYSKANYCH PODCZAS FERMENTACJI WYTŁOKÓW OWOCOWYCH Z UŻYCIEM SYMBIOTYCZNEJ KULTURY BAKTERII I DROŻDŻY

mgr inż. Katarzyna Emiljanowicz, I rok

Opiekun naukowy: dr hab. inż. Edyta Malinowska-Pańczyk

Rośnie świadomość ludzi na temat wpływu odpowiedniej diety na zdrowie i prewencję chorób przewlekłych. Konsumenci oczekują, że pożywienie nie będzie jedynie dostarczać składników odżywczych, ale również będzie źródłem bioaktywnych substancji o korzystnym wpływie na zdrowie. Takie produkty nazywane są „żywnością funkcjonalną”, a ich prozdrowotne działanie musi być udowodnione badaniami naukowymi [1]. Produkty fermentowane takie jak jogurty czy kombucha wpasowują się w definicję żywności funkcjonalnej: są pożywieniem, a nie suplementem diety oraz udowodniono, że ich spożywanie niesie wiele korzyści zdrowotnych i obniża ryzyko chorób przewlekłych [2]. Kombucha to napój, otrzymywany poprzez fermentację słodzonej herbaty przez symbiotyczną kulturę bakterii i drożdży (*symbiotic culture of bacteria and yeast* – SCOBY). SCOBY to konsorcjum mikrobiologiczne, które metabolizuje cukier i składniki herbaty i przekształca je w bioaktywne substancje o działaniu terapeutycznym (m.in. w kwas glukuronowy i 1,4-lakton kwasu D-sacharynowego) [3].

Przy przetwarzaniu surowych owoców wytwarzane są odpady m.in. wytloki, które są źródłem wielu cennych substancji, np. kwasów organicznych, witamin i polifenoli. Stwierdzono, że po wyciśnięciu soku z aronii w wytlókach pozostaje do 60% całkowitej ilości antocyjanów z owoców. Z tego powodu wytloki należy traktować jako produkt pośredni, przeznaczony do dalszego przetwarzania np. wykorzystując je jako podłoże do fermentacji z użyciem SCOBY [4].

Celem badań było ustalenie przydatności różnych surowców oraz opisanie warunków prowadzenia procesu biotechnologicznego przy użyciu SCOBY, który umożliwi otrzymanie funkcjonalnych produktów fermentowanych w postaci napojów na bazie wytlóków owocowych oraz deserów z błonnikiem. Określono również wpływ różnych warunków fermentacji na jakość otrzymanych napojów i celulozy bakteryjnej. Dodatkowym celem było zbadanie możliwości wykorzystania bakteryjnej celulozy otrzymanej podczas fermentacji, jako aktywnego materiału opakowaniowego.

Literatura:

- [1] D. Martirosyan, J. Singh, *Funct. Foods Heal. Dis.* 5, 209, 2015.
- [2] T. Hazra, K. Gandhi, A. Das, *Res. Rev. J. Dairy Sci. Technol.* 2, 25, 2018.
- [3] S. Villarreal-Soto, S. Beaufort, J. Bouajila, J. Souchard, P. Taillandier, *J. Food Sci.* 83, 580, 2018.
- [4] K. Baranowski, E. Baca, A. Salamon, D. Michałowska, D. Meller, M. Karaś, *Żywność. Nauk. Technol. Jakość.* 65, 100, 2009.

CHARAKTERYSTYKA KWASÓW NUKLEINOWYCH W WYBRANYCH PRODUKTACH ŻYWNOŚCIOWYCH

mgr inż. Zuzanna Koziara, I rok

Opiekun naukowy: dr hab. inż. Agnieszka Bartoszek-Pączkowska, prof. nadzw. PG

Większość badań nad kwasami nukleinowymi skupia się głównie na ich roli jako nośnika informacji genetycznej, gdzie najważniejszą cechą jest ich specyficzna sekwencja nukleotydowa. Obok DNA, będącego m. in. źródłem informacji nt. budowy białek, w ostatnich latach dużym zainteresowaniem cieszą się również niekodujące cząsteczki RNA, pełniące liczne funkcje regulatorowe. Związki te, tak samo jak białka, tłuszcze i węglowodany, są składnikami żywności, jednak ich udział jest często pomijany – są one traktowane jako mające marginalny wpływ na wartości odżywcze produktów żywnościowych. Pomimo, że procesy absorpcji i metabolizmu kwasów nukleinowych zostały już częściowo poznane [1] nadal niewiele jest informacji nt. przemian tych związków zachodzących podczas produkcji czy obróbki kulinarnej żywności.

Do wstępnej charakterystyki kwasów nukleinowych w wybranych tkankach zwierzęcych, roślinnych oraz grzybowych, reprezentujących produkty żywnościowe różnego pochodzenia, zastosowano dwie metody badawcze. Metoda bloczków parafinowych, powszechnie stosowana w badaniach histopatologicznych, została zaadaptowana do przygotowania preparatów mikroskopowych z badanego materiału, które następnie wybarwiono różnymi rodzajami barwników. Pozwoliło to na wizualizację kwasów nukleinowych w tkankach *in situ*, obserwację rozmieszczenia, wielkości oraz ilości jąder komórkowych w badanym materiale.

Test kometowy, wykorzystywany m. in. w badaniach genotoksyczności związków chemicznych, biotycznych i abiotycznych czynników stresu powodujących oksydacyjne uszkodzenia materiału genetycznego, a także w badaniach ekotoksykologicznych [2], został wykorzystany do oceny stopnia uszkodzenia DNA w analizowanych próbkach żywności. Umożliwił on porównanie stopnia fragmentacji materiału genetycznego znajdującego się w tkankach różnego pochodzenia.

Literatura:

- [1] J. Głazowska, U. Stankiewicz, A. Bartoszek, *Żywność. Nauk. Technol. Jakość.* 24, 1, 2017.
- [2] L. Ventura, A. Giovannini, M. Savio, M. Dona, A. Macovei, A. Buttafava, D. Carbonera, A. Balestrazzi. *Chemosphere.* 92, 1, 2013.

WŁAŚCIWOŚCI PRZECIWUTLENIAJĄCE KWASU ASKORBINOWEGO I JEGO POCHODNYCH

mgr inż. Patrycja Jakubek, II rok

Opiekun naukowy: dr hab. inż. Agnieszka Bartoszek, prof. nadzw. PG

Kwas L-askorbinowy, znany także jako witamina C, jest jednym z najważniejszych związków organicznych umożliwiających prawidłowe funkcjonowanie organizmu człowieka ze względu na jego wszechstronne działanie. Między innymi, witamina C stanowi kofaktor wielu enzymów (hydroksylaz, oksygenaz), utrzymuje jony metali w stanie zredukowanym zapewniając w ten sposób aktywność enzymatyczną białkom uczestniczącym w syntezie kolagenu oraz karnityny, zwiększa przyswajalność żelaza niehemowego oraz wapnia, a także działa jako przeciwutleniacz [1]. Właściwości przeciwutleniające witaminy C wywodzą się z jej struktury chemicznej, gdyż może ona występować w formie zredukowanej jako kwas L-askorbinowy (donor elektronów), lub w formie utlenionej jako kwas dehydroaskorbinowy (akceptorem elektronów). W ten sposób możliwy jest jej wpływ na potencjał oksydacyjno-redukcyjny komórek [2]. Celem badań w roku akademickim 2018/2019 było określenie właściwości przeciwutleniających kwasu askorbinowego oraz jego pochodnych w komórkowym modelu przewodu pokarmowego z zastosowaniem linii komórkowej gruczolakoraka jelita grubego HT29.

Na podstawie wyników testu komórkowej aktywności przeciwutleniającej (Cellular Antioxidant Activity, CAA) najwyższą aktywnością charakteryzował się askorbinian wapnia, który jest wykorzystywany w przemyśle jako dodatek do żywności. Wynik ten jest zgodny z chemicznymi pomiarami aktywności przeciwutleniającej oraz wartościami standardowych potencjałów oksydacyjno-redukcyjnych określonych dla badanej grupy związków w ramach projektu Maestro 6. W szerokim zakresie stężeń, zarówno fizjologicznym jak i farmakologicznym, został też zbadany wpływ badanych związków na integralność DNA za pomocą testu kometowego. W ostatnim etapie badań został zbadany wpływ osiągalnych fizjologicznie stężeń witaminy C i jej wybranych pochodnych na ekspresję genów odpowiedzialnych za komórkową ochronę przed stresem oksydacyjnym.

Literatura:

- [1] K. Janda, M. Kasprzak, J. Wolska, *Pom. J. Life Sci.* 61, 4, 2015.
- [2] J. Gruz, R. Oliński, *Postepy Hig. Med. Dosw.* 71, 2017.

*Praca finansowana ze środków NCN w ramach projektu „MAESTRO 6”nr 2014/14/A/ST4/00640:
„Szereg Mocy Przeciwutleniającej jako narzędzie pozwalające na racjonalne projektowanie
i ocenę właściwości prozdrowotnych żywności funkcjonalnej zawierającej przeciwutleniające związki
fitochemiczne”*

WERYFIKACJA KONCEPCJI SYNERGIZMU ŻYWNOŚCIOWEGO W ODNIESIENIU DO KOMÓRKOWEJ HOMEOSTAZY REDOKS NA PRZYKŁADZIE EKSTRAKTU Z KAKAO I MODELOWYCH MIESZANIN BIOAKTYWNYCH ZWIĄZKÓW WYSTĘPUJĄCYCH W KAKAO

mgr inż. Monika Baranowska, IV rok

Promotor: dr hab. inż. Agnieszka Bartoszek-Pączkowska, prof. nadzw. PG

Zapobieganie procesom nowotworowym przez katechiny wykazano w wielu badaniach i przypisuje się je właściwościom redoks tych polifenoli. Katechiny znajdują się w szczególnie wysokich stężeniach w kakao i produktach spożywczych wytworzonych na jego bazie. Wykazano jednak, że izolowane bioaktywne związki fitochemiczne z kakao nie są tak skuteczne biologicznie jak produkty naturalne. Taką rozbieżność można wyjaśnić koncepcją synergizmu żywieniowego, którą zweryfikowano w prezentowanych badaniach.

Głównym celem badań było określenie wpływu właściwości redoks mieszanin bioaktywnych fitozwiązków występujących w kakao i ekstrakcie z kakao na aktywność biologiczną w ludzkich komórkach nowotworowych jelita grubego HT29. Wyniki wskazują, że rosnąca złożoność mieszanin modelowych wpłynęła zarówno na wzrost komórek rakowych, jak i na regulację ekspresji genów związanych z przeciwutleniającą ochroną komórek. Mieszaniny złożone tylko z katechin przy niższych stężeniach (poniżej 1 μM) stymulowały wzrost komórek, podczas gdy przy wyższych obserwowano hamowanie wzrostu komórek. Bardziej skompleksowane mieszaniny składem przypominające ekstrakt z kakao hamowały wzrost komórek HT29 w całym zakresie stężeń podobnie jak ekstrakt z kakao. Różnicę między modelową mieszaniną zawierającą 8 głównych składników kakao a ekstraktem z kakao zaobserwowano również na poziomie ekspresji genów. Obie próbki zwiększały ekspresję czterech genów związanych z komórkową odpowiedzią redoks (EPHX2, HSPA1A, PTGS1 i STK25), jednak modelowa mieszanina dodatkowo stymulowała ekspresję większego zestawu genów, aby utrzymać homeostazę redoks na podobnym poziomie jak ekstrakt z kakao charakteryzujący się niższym potencjałem redukcji. Podsumowując, ekstrakt z kakao jest cenną naturalną mieszaniną bogatą w związki redoks aktywne, którą można wykorzystać do zrozumienia interakcji między poszczególnymi składnikami przeciwutleniającymi oraz ich udziału w potencjale redoks, a w konsekwencji modulacji odpowiedzi komórkowej na stres oksydacyjny pod względem chemoprewencji.

*Praca finansowana ze środków NCN w ramach projektu MAESTRO 6 nr 2014/14/A/ST4/00640:
„Szereg Mocy Przeciwutleniającej jako narzędzie pozwalające na racjonalne projektowanie
i ocenę właściwości prozdrowotnych żywności funkcjonalnej zawierającej przeciwutleniające związki
fitochemiczne”.*

METABOLIZM FOSFOLIPIDÓW ORAZ PRODUKTÓW ICH UTLENIEŃ NA PRZYKŁADZIE KOMÓREK PRZEWODU POKARMOWEGO HT29

mgr inż. Karol Parchem, V rok

Promotor: dr hab. inż. Agnieszka Bartoszek-Pączkowska

Wyniki licznych badań epidemiologicznych wskazują, że rodzaj, ilość oraz jakość dostarczanych wraz z pożywieniem związków lipidowych może przyczyniać się do ograniczenia bądź rozwoju chorób dietozależnych m. in. otyłości, cukrzycy typu 2, miażdżycy czy nadciśnienia tętniczego [1]. Rosnące zainteresowanie określeniem wpływu lipidów dostarczanych z pożywieniem na funkcjonowanie ludzkiego organizmu wymaga przeprowadzenia licznych badań, zarówno pod kątem określenia ich składu w próbkach żywności, jak i ich aktywności biologicznej.

Lipidami wykazującymi szczególną aktywność biologiczną, a tym samym będącymi w centrum badań lipidomicznych są fosfolipidy, a zwłaszcza produkty ich utlenienia [2]. Aktywność biologiczna fosfolipidów uwarunkowana jest zarówno budową podjednostki hydrofilowej, determinującą przynależność do danej klasy, jak również składem kwasów tłuszczowych występujących w ugrupowaniu diacylowym. Istotną rolę biologiczną odgrywają fosfolipidy zawierające w swojej strukturze wielonienasycone kwasy tłuszczowe, będące jednocześnie szczególnie narażonymi na utlenienie. Fosfolipidy obecne w żywności mogą ulec utlenieniu zarówno w wyniku reakcji enzymatycznych, jak również mechanizmów nieenzymatycznych, np. autooksydacji.

Celem niniejszej pracy było określenie cytotoksyczności natywnych i utlenionych fosfolipidów przed oraz po ich trawieniu katalizowanym trzustkową fosfolipazą A₂. Komórki przewodu pokarmowego, jako model komórek narażonych na bezpośredni kontakt z treścią pokarmową zawierającą lipidy, w kolejnym etapie badań zostały wybarwione odpowiednimi odczynnikami fluorescencyjnymi pozwalającymi na obserwację struktur komórkowych pełniących kluczową rolę w przypadku absorpcji oraz metabolizmu związków lipidowych, takich jak cytozolowe krople tłuszczowe. Ponadto przy zastosowaniu testu kometowego określono efekt genotoksyczny utlenionych fosfolipidów oraz produktów ich hydrolizy.

Literatura:

- [1] E. Wąsowicz, A. Gramza, M. Hęś, H. Jeleń, J. Korczak, M. Małecka, S. Mildner-Szkudlarz, M. Rudzińska, U. Samotyja, R. Zawirska-Wojtasiak, *Pol. J. Food Nutr. Sci.* **13**, 51, 2004.
- [2] D. Küllenberg, L. A. Taylor, M. Schneider, U. Massing, *Lipids Health Dis.* **11**, 3, 2012.

*Praca finansowana ze środków NCN w ramach projektu PRELUDIUM 12 nr UMO-2016/23/N/NZ9/02224:
„Charakterystyka produktów utlenienia fosfolipidów oraz określenie toksyczności i zdolności utlenionych
fosfolipidów i produktów ich trawienia do indukcji komórkowego stresu oksydacyjnego w modelowych liniach
komórek przewodu pokarmowego”.*

**KATEDRA ELEKTROCHEMII,
KOROZJI I INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ**

GŁOWICE TYPU EMAT DO REJESTRACJI ZMIAN STRUKTURALNYCH WYSOKOSTOPOWYCH STALI AUSTENITYCZNYCH POD WPŁYWEM DZIAŁANIA RÓŻNYCH CZYNNIKÓW CHEMICZNYCH I FIZYCZNYCH

mgr inż. Mateusz Cieślik, II rok

Opiekun naukowy: prof. dr hab. inż. Kazimierz Darowicki

Korozja jest naturalnym procesem niszczenia materiałów pod wpływem działania otaczającego go środowiska. Jednym z rodzajów korozji jest korozja międzykrystaliczna. Występuje ona w stalach chromowo-niklowych poddawanych procesom obróbki cieplnej w zakresie temperatur od 650 – 800°C. Pod wpływem działania wysokiej temperatury dochodzi do dechromizacji ziaren a na ich granicach wytrącają się węgliki chromu (Cr₂₃C₆). Prowadzi to do uczulenia materiału na korozję międzykrystaliczną, która może zajść w warunkach elektrolitycznych. Pomiędzy ziarnami a granicami ziaren tworzy się ogniwo galwaniczne o niekorzystnym stosunku dużej katody i małej anody [1].

Klasyczne metody normowe oceniające podatność stali stopowych na korozję międzykrystaliczną są metodami niszczącymi. Polegają one na umieszczeniu próbki badanego materiału w agresywnym korozyjnie środowisku i gotowanie go przez wiele godzin. Przeprowadzenia tego typu badań jest możliwe jedynie w warunkach laboratoryjnych.

Nieniszczące badania ultradźwiękowe są stosowane do wykrywania wad materiałowych, głównie spoin. Wady możliwe do wykrycia tą metodą to: nieciągłości, pęknięcia, braki przetopu, pęcherze itp. Fala ultradźwiękowa odbijając się od nieciągłości powraca szybciej do przetwornika niż fala odbijająca się od ścianki obiektu co jest odzwierciedlone na ekranie defektoskopu. Znając prędkość rozchodzenia się fali ultradźwiękowej w danym materiale, grubość materiału i czas powrotu fali ultradźwiękowej można określić lokalizację wady [2]. Badania przeprowadzone w ramach doktoratu mają na celu stworzenie nowej metody badań stopnia uczulenia stali wysokostopowych, co przekłada się na ich podatność na korozję międzykrystaliczną. Kolejnym krokiem będzie określenie ich stopnia degradacji po procesie korozji. Do realizacji tego zagadnienia wykorzystywane są badania ultradźwiękowe wykonane przy użyciu głowic elektromagneto-akustycznych (EMAT). Głowice tego typu nie wymagają sprzęgu akustycznego, a fala ultradźwiękowa jest generowana bezpośrednio w materiale badanym a nie w głowicy. Na podstawie charakterystycznej odpowiedzi akustycznej możliwe jest ustalenie w jakim stanie aktualnie badana stal wysokostopowa się znajduje [3].

Literatura:

- [1] Korozja materiałów (red. J. Baszkiewicz, M. Kamiński). Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2006.
- [2] J. Stella, J. Cerezo, E. Rodríguez, *NDT&E Int.* 42, 267, 2009.
- [3] F. Li, D. Xiang, Y. Qin, R. B. Pond, K. Slusarski, *Ultrasonics*. 51, 561, 2011.

WPŁYW TEMPERATURY NA IMPEDANCYJNĄ CHARAKTERYSTYKĘ DYNAMICZNYCH PROCESÓW ZACHODZĄCYCH W ELEKTROCHEMICZNYCH ŹRÓDŁACH ENERGII

mgr inż. Michał Mielniczek, III rok

Promotor naukowy: prof. dr hab. inż. Kazimierz Darowicki

Promotor pomocniczy: dr inż. Ewa Janicka

Elektrochemiczne źródła energii (EŹE) już teraz odgrywają kluczową rolę w wielu sektorach przemysłu. Urządzenia te przyczyniają się do redukcji emisji gazu cieplarnianego w porównaniu do tradycyjnych źródeł energii. Zgodnie z założeniami określonymi w raporcie Europejskiej Agencji Środowiska z 2016 r. planowane jest zmniejszenie udziału pojazdów ze silnikiem spalinowym o połowę w transporcie miejskim do 2030 r. i ich wycofanie z miast do 2050 r.. Działania te mają na celu zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych o 85–90% do 2050 r.. Mimo szybkiego rozwoju EŹE wciąż konieczne są ich intensywne badania w celu poprawy ich wydajności oraz żywotności [1].

EŹE są głównie badane poprzez monitorowanie napięcia. Jest to prosta metoda, ale nie dostarcza ona szczegółowych informacji na temat pracy tych urządzeń. W laboratoriach EŹE poddawane są testom z użyciem Elektrochemicznej Spektroskopii Impedancyjnej (EIS), która dostarcza bardziej kompleksowych informacji na temat badanego obiektu wraz z opisem zachodzących w nim procesów. Jednakże EIS nie jest metodą idealną poprzez swoje ograniczenia. Głównym z nich jest konieczność utrzymania stacjonarności badanego układu podczas całego czasu trwania badania, co uniemożliwia badanie tych ogniw w dynamicznych warunkach pracy. W celu wyeliminowania tych ograniczeń zastosowano Dynamiczną Elektrochemiczną Spektroskopię Impedancyjną (DEIS), w której wykorzystuje się multisinusoidalny sygnał pobudzenia [2]. Dzięki temu czas pomiaru jest ograniczony tylko do okresu najniższej wybranej częstotliwości. Pozwala to na badanie dynamicznych procesów podczas np. zmiany obciążenia lub temperatury.

Badania przeprowadzono dla dwóch różnych typów EŹE - ogniw paliwowych z membraną do wymiany protonów (PEMFC) zasilanych wodorem oraz superkondensatorów litowo – jonowych (LiC). Jako ogniwo PEMFC wykorzystano pojedynczą celkę o geometrycznej powierzchni aktywnej 96 cm² dostarczoną przez ZSW. Badanym LiC był komercyjny model o pojemności 270 F. Przeprowadzono badania wpływu temperatury z użyciem metody DEIS oraz pogłębionej analizy z wykorzystaniem obwodu zastępczego.

Literatura:

- [1] K. Darowicki, E. Janicka, M. Mielniczek, A. Zielinski, L. Gawel, J. Mitzel, J. Hunger, *Electrochim. Acta* **292**, 1, 2018.
- [2] K. Darowicki, *J. Electroanal. Chem.* **486**, 2, 2000.

Praca finansowana ze środków NCBR w ramach projektu STAIR nr STAIR/6/2016:

„Algorytm sterowania i sterownik do podnoszenia sprawności hybrydowych systemów zasilania opartych na ogniwach paliwowych z elektrolitem polimerowym w różnych zastosowaniach” oraz ze środków NCN w ramach projektu PRELUDIUM nr UMO-2016/23/N/ST8/02027: „Opracowanie nowej metody do badania dynamicznych procesów ładowania i rozładowania superkondensatorów litowo-jonowych”

**KATEDRA INŻYNIERII PROCESOWEJ
I TECHNOLOGII CHEMICZNEJ**

STUDY OF BRILLIANT CRESYL BLUE DEGRADATION UNDER HYDRODYNAMIC CAVITATION BASED ADVANCED OXIDATION PROCESSES (AOPs)

Elvana Cako, MSc., 1st year

scientific supervisor: dr hab. inż. Grzegorz Boczkaj, prof. nadzw. PG

Brilliant cresyl blue (BCB) is an oxazine dye and is widely used in textile and printing industries. It is also used as a tracer within the red blood cells to determine the RNA stain. Studies have shown that brilliant cresyl blue is considered as toxic, carcinogenic and mutagenic. Even, low concentration of this dye has adverse effects on the environment [1].

The structure of the dye, with two amino groups forming a push-pull conjugated system, consists of an electron donor and an electron-withdrawing aromatic system. Since it has hydrogen bond donor/acceptor groups, it is expected to form H-bonds in donor/acceptor media [2]. This property gives this dye persistence in aqueous media, therefore it was seen reasonable to implement the study of degradation of this dye under hydrodynamic cavitation based AOPs.

In hydrodynamic cavitation, a substantial pressure change occurs when an aqueous solution passes through cavitating devices such as orifice or Venturi tube, due to the alteration in the fluid flow path. Cavitation involves nucleation, growth, and subsequent collapse of micro bubbles or cavities that occur in a small-time interval at multiple reactor locations and thus release large amounts of energy. The sudden collapse of the cavities creates a hot spot (high localized temperatures (5000–10,000°K) and pressures (500 atm) resulting in the formation of $\cdot\text{OH}$, $\cdot\text{H}$, $\text{HO}_2\cdot$ and H_2O_2 [3]. These generated radicals (non - selective reactive species) are capable of oxidizing dye molecules within the cavitating devices and as a consequence, a decolorization and degradation of dye occur.

The paper presents results of studies on oxidation of BCB by using hydrodynamic cavitation in the presence of various oxidants such as hydrogen peroxide, ozone and persulfate. In order to investigate the synergistic effect of various parameters on the oxidation of dye by different combined processes, a several oxidation systems such as $\text{HC}/\text{H}_2\text{O}_2$, HC/Ozone , HC/PS , $\text{HC}/\text{H}_2\text{O}_2/\text{Ozone}$, HC/UV and $\text{HC}/\text{UV}/\text{H}_2\text{O}_2$, etc. were compared. The degradation of (BCB) was examined by UVspectrophotometer (DR2010, HACH®, USA) and high performance liquid chromatography (HPLC).

Literatura:

- [1] K. A. Adegoke, O. S. Bello, *J. Water. Resources and Industry.* **12**, 8, 2015.
- [2] A. G. Gilani, S. Shokri, *J. Mol. Liq.* **193**, 194, 2014.
- [3] M. Gagol, A. Przyjazny, G. Boczkaj, *J. Chemical Engineering.* **338**, 599, 2018.

*Praca finansowana ze środków NCN w ramach projektu, OPUS nr UMO-2017/25/B/ST8/01364 :
„Studies on transformation of chemical compounds under cavitation conditions.”*

PRECYPITACJA WĘGLANU WAPNIA W OBECNOŚCI WYBRANYCH DODATKÓW

mgr inż. Natalia Czaplicka, I rok

Opiekun naukowy: dr hab. inż. Jacek Gębicki, prof. nadzw. PG

Węglan wapnia jest związkiem szeroko rozpowszechnionym w przyrodzie. Wyróżnia się jego trzy bezwodne formy polimorficzne, kalcyt, aragonit i wateryt, spośród których najbardziej stabilnym termodynamicznie jest kalcyt. Wateryt to metastabilna faza krystaliczna łatwo przekształcająca się na drodze rozpuszczania i rekrystalizacji do bardziej stabilnych form, przez co może być ich prekursorem. W wielu gałęziach przemysłu zastosowanie znajduje syntetyczny CaCO_3 wytwarzany w procesie precypitacji (*precipitated calcium carbonate*, PCC). Stanowi on ważny dodatek w produkcji m.in. tworzyw sztucznych, farb, papieru, gum, a także środków farmaceutycznych, kosmetycznych oraz spożywczych. Poszczególne zastosowania PCC wymagają użycia cząstek o określonej charakterystyce definiowanej przez ich morfologię, rozkład wielkości cząstek oraz formę polimorficzną. Przebieg precypitacji oraz właściwości wytrącanego CaCO_3 zależą od temperatury procesu, pH mieszaniny reakcyjnej, stężenia reagentów, sposobu i czasu prowadzenia reakcji, a także od obecności dodatków organicznych i nieorganicznych [1]. Wybór reaktora, jak i warunki hydrodynamiczne są również ważnymi czynnikami, od których zależy przebieg reakcji, ponieważ wpływają na rozkład przesycenia w objętości reaktora [1, 2]. Można wyróżnić dwie główne metody wykorzystywane do produkcji PCC na skalę przemysłową. Pierwszą z nich jest precypitacja w układzie gaz-ciecz polegająca na wprowadzeniu gazowego CO_2 do mieszaniny reakcyjnej będącej roztworem zawierającym jony Ca^{2+} oraz promotor absorpcji, np. NH_3 . Druga metoda to proces w układzie ciecz-ciecz, w którym miesza się wodne roztwory rozpuszczalnej soli wapnia (np. CaCl_2) i węglanów (np. Na_2CO_3).

Podczas pierwszego roku Studiów Doktoranckich w Katedrze Inżynierii Procesowej i Technologii Chemicznej zajmowałam się badaniem wpływu wybranych dodatków organicznych na precypitację węglanu wapnia w układzie gaz-ciecz. Wykonano serię doświadczeń w reaktorze zbiornikowym z mieszadłem magnetycznym z zastosowaniem DMSO, metanolu oraz izopropanolu jako dodatków. W reaktorze air-liftz cyrkulacją wewnętrzną przeprowadzono natomiast badania z dodatkiem glicerolu oraz różnych promotorów absorpcji (NH_3 lub trietanolamina). Ponadto wykonano serię doświadczeń, w wyniku której zaproponowana została metoda produkcji PCC z cieczy podestylacyjnej pochodzącej z procesu Solvaya oraz CO_2 będącego składnikiem gazów odlotowych. Dokonano również przeglądu dobrze zbadanych oraz nowych konstrukcji reaktorów stosowanych do wytrącania CaCO_3 .

Literatura:

- [1] M. Kitamura, *J. Cryst. Growth*, **237**, 2205, 2002.
- [2] D. Konopacka-Łyskawa, Z. Cisiak, B. Kawalec-Pietrenko, *Powder Technol.* **190**, 319, 2009.

SYNTEZA I CHARAKTERYSTYKA MATERIAŁÓW FERROMAGNETYCZNYCH NA BAZIE FERRYTU $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$

mgr inż. Szymon Dudziak, I rok
Opiekun naukowy: dr hab. inż. Anna Zielińska-Jurek

Z uwagi na możliwość wytwarzania reaktywnych form tlenu *in situ* pod wpływem promieniowania świetlnego, fotokataliza heterogeniczna stanowi obiecującą metodę utleniania zanieczyszczeń organicznych. Zastosowanie nanocząstek fotokatalizatora umożliwia osiągnięcie wysokiej sprawności procesu, wpływa jednak na utrudnioną separację fotokatalizatora z zawiesiny po etapie oczyszczania. Z tego powodu zaproponowano otrzypywanie struktur hybrydowych materiałów aktywnych fotokatalitycznie z cząstkami ferromagnetycznymi [1]. Wprowadzenie dodatkowej fazy ferromagnetyku do struktury fotokatalizatora wpływa na aktywność kompozytu, zarówno poprzez zmianę jego morfologii, jak również w wyniku oddziaływań pomiędzy obiema fazami. W związku z tym, istotne jest zbadanie i predykcja właściwości fotokatalitycznych i magnetycznych nowych materiałów kompozytowych stosowanych do fotokatalitycznej degradacji zanieczyszczeń organicznych w fazie wodnej i gazowej.

Celem badań było opracowanie metody syntezy cząstek heksagonalnego ferrytu barowego $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$, która umożliwiłaby kontrolę nad natężeniem koercji otrzymanego materiału. Zbadano wpływ zawartości wprowadzanych jonów Ba^{2+} oraz Fe^{3+} , połączenia heksagonalnego ferrytu barowego z ferrytami o strukturze spinelowej, takimi jak CoFe_2O_4 lub ZnFe_2O_4 , oraz stężenia dodawanego związku powierzchniowo czynnego (CTAB) na morfologię i właściwości magnetyczne otrzymanych cząstek.

Aktywność fotokatalityczną otrzymanych fotokatalizatorów magnetycznych zanalizowano w szerokim zakresie wybranych parametrów, tworząc model degradacji leku przeciwpadaczkowego karbamazepiny, wykorzystując powszechnie stosowane cząstki magnetytu, modyfikowane powierzchniowo TiO_2 . Otrzymane wyniki stanowią podstawę do dalszych badań oraz oceny wpływu struktury fotokatalizatora na efektywność prowadzonego procesu fotokatalitycznego.

Literatura:

- [1] A. Zielińska-Jurek, Z. Bielan, S. Dudziak, I. Wolak, Z. Sobczak, T. Klimczuk, G. Nowaczyk, J. Hupka, *Catalysts*, **7**, 360, 2017.

Praca finansowana ze środków NCN w ramach projektu SONATA 12 nr NCN 2016/23/D/ST5/01021.: „Badania nad syntezą, charakterystyką właściwości fizykochemicznych oraz fotokatalitycznych nanokompozytów TiO_2 , opartych na ferrytach spinelowych i heksagonalnych do utleniania zanieczyszczeń organicznych w fazie wodnej”.

STUDIES ON BTEX DEGRADATION BY SONO-ACTIVATED SULFATE RADICAL-BASED ADVANCED OXIDATION PROCESSES (AOPS)

Kirill Fedorov, Msc., 1st year

scientific supervisor: dr hab. inż. Grzegorz Boczkaj, prof. nadzw. PG

The petroleum hydrocarbon compounds are a group of organic constituents, which are components of gasoline and aviation fuels. Crude oil, and in particular gasoline fraction is a main source of monoaromatic hydrocarbons, such as benzene, toluene, ethylbenzene and xylene isomers (BTEX) [1]. BTEX are frequently introduced into groundwater and soil by accidental spills and leakage from storage tanks and associated piping, improper waste disposal practice and leaching landfills as well as pollutants present in effluents discharged into the environment [2]. Discharge of petroleum hydrocarbons, including BTEX is strictly regulated, thus the development of green remediation technology is highly desired.

As a promising technology, advanced oxidation processes (AOPs) have been widely employed in the treatment of wastewaters contaminated with organic compounds. AOPs generate and use highly reactive hydroxyl radicals ($\text{OH}^\bullet$) with high oxidation potential to oxidize or mineralize the contaminants present in the effluents. Recently, sulfate radical based AOPs (S-AOPs) received a growing interest. S-AOPs utilize sulfate radicals ($\text{SO}_4^{\bullet-}$), which possess a strong oxidation potential and longer half-life as $\text{SO}_4^{\bullet-}$ prefers electron-transfer reactions, while $\text{OH}^\bullet$ reacts by hydrogen-atom abstraction which is less dominant. Two types of $\text{SO}_4^{\bullet-}$ precursors are commonly used in S-AOPs: persulfate (PS) and peroxymonosulfate (PMS). Persulfate anions ($\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$) can be activated by heat, UV-irradiation and transition metal ions to produce $\text{SO}_4^{\bullet-}$ [3]. $\text{SO}_4^{\bullet-}$ was determined to react with organics faster than $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$. Thus, maintain of sufficient amount of $\text{SO}_4^{\bullet-}$ along with high solubility, relatively high stability and low cost are crucial to the applicability of PS for the degradation of organic contaminants [4]. Among activation approaches of PS, ultrasound (20-40 kHz) has received attention owing to the formation of cavities due to acoustic cavitation. This phenomenon also leads to formation of $\text{OH}^\bullet$ without intermediate contaminants. However, to the best of our knowledge, there is no articles that reported the impact of sono-activation on the PS oxidation of BTEX. Thus, the aim of this study is to investigate the effectiveness of sono-activated PS and PMS on removal of BTEX. BTEX concentration was evaluated by gas chromatography.

Literatura:

- [1] J.S.Yadav, C.A.Reddy, *Appl. Environ. Microbiol.* **59**, 756, 1993.
- [2] G.Boczkaj, A.Fernandes, *Chem. Eng. J.* **320**, 608, 2017.
- [3] M.Gagol, A.Przyjazny, G.Boczkaj, *Chem. Eng. J.* **338**, 599, 2018.
- [4] B.-T.Zhang, Y.Zhang, Y.Teng, M.Fan, *Crit. Rev. Environ.Svi. Technol.* **45**, 1756, 2015.

*Praca finansowana ze środków NCN w ramach projekt, OPUS nrUMO-2017/25/B/ST8/01364 :
„Studies on transformation of chemical compounds under cavitation conditions.”*

OTRZYMYWANIE ORAZ CHARAKTERYSTYKA FOTOKATALIZATORÓW MAGNETYCZNYCH NA BAZIE TiO_2

mgr inż. Izabela Malinowska, I rok

Opiekun naukowy: dr hab. inż. Anna Zielińska-Jurek

Jedną z najbardziej skutecznych metod zaawansowanego utleniania, pozwalającą na trwałe usunięcie ksenobiotyków występujących w wodach powierzchniowych i w ściekach jest proces fotokatalizy heterogenicznej, przebiegający przy udziale promieniowania elektromagnetycznego i w obecności półprzewodników. TiO_2 jest najpowszechniej stosowanym fotokatalizatorem z uwagi na wysoki potencjał utleniający zanieczyszczeń organicznych, wysoką stabilność chemiczną w szerokim zakresie pH oraz relatywnie niską cenę [1]. Jednym z wyzwań związanych z zastosowaniem TiO_2 do oczyszczania wód i ścieków jest separacja fotokatalizatora po procesie oczyszczania. Do separacji fotokatalizatora stosowane są obecnie metody ultrafiltracji, koagulacji z flokulacją cząstek, sedymentacji, separacji w polu sił odśrodkowych oraz separacji membranowej. Metody te są zarówno energochłonne, jak i kosztowne [2].

W tym odniesieniu celem przeprowadzonych badań była funkcjonalizacja TiO_2 na powierzchni cząstek ZnFe_2O_4 o właściwościach magnetycznych i modyfikacja powierzchni półprzewodnika za pomocą związków jodu lub cząstek Pt, Pd prowadząca odpowiednio do zwiększenia efektywności separacji fotokatalizatora i wzrostu wydajności procesu fotodegradacji zanieczyszczeń organicznych w fazie wodnej.

Otrzymane fotokatalizatory $\text{Pt(Pd)/I-TiO}_2\text{@SiO}_2\text{/ZnFe}_2\text{O}_4$ scharakteryzowano za pomocą dyfrakcji promieniami Rentgena (XRD), spektroskopii fotoelektronów (XPS), analizy powierzchni właściwej (BET), pomiaru energii pasma wzbronionego. Aktywność fotokatalityczną otrzymanych nanokompozytów zbadano w reakcji degradacji fenolu ($\text{Co}=0,21\text{mmol/dm}^3$) w roztworze wodnym, w obecności światła UV-Vis i Vis ($\lambda>420\text{nm}$) oraz ultrafioletowego. Przeprowadzono również badania aktywności biobójczej otrzymanych nanocząstek $\text{TiO}_2\text{@SiO}_2\text{/ZnFe}_2\text{O}_4$ na szczepach *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans*, *Saccharomyces cerevisiae*.

Najwyższą efektywność w reakcji degradacji fenolu wykazywał fotokatalizator $\text{ZnFe}_2\text{O}_4\text{@SiO}_2\text{/TiO}_2$ domieszkowany 10% jodu i modyfikowany 0,1% Pt. Po 60 min. naświetlania degradacji uległo 77% fenolu (UV-Vis) oraz 32% fenolu pod promieniowaniem z zakresu światła widzialnego. Wszystkie sfunkcjonalizowane fotokatalizatory charakteryzowały się wysokim stopniem odzysku w polu magnetycznym przekraczającym 90%, co świadczy o możliwości efektywnej separacji w krótkim czasie po procesie oczyszczania ścieków.

Literatura:

- [1] H. Hamad, M. A. El-Latif, A. Kashyout, W. Sadik, M. Feteiha, *New J. Chem.* **39**, 3116, 2015.
- [2] X. Xue, J. Fu, W. Zhu, X. Guo, *Desalination* **225**, 29, 2008.

*Praca sfinansowana ze środków NCN w ramach projektu SONATA12 nr 2016/23/D/ST5/01021:
„Badania nad syntezą, charakterystyką właściwości fizykochemicznych oraz fotokatalitycznych nanokompozytów
 TiO_2 opartych na ferrytach spinelowych i heksagonalnych do utleniania zanieczyszczeń organicznych
w fazie wodnej”.*

KONTROLA PROCESOWA WYTWARZANIA I SELEKTYWNEGO OCZYSZCZANIA BIOGAZU Z SUBSTANCJI UCIAŹLIWYCH ZAPACHOWO ZA POMOCĄ TECHNIK CZUJNIKOWYCH

mgr inż. Edyta Słupek, I rok

Promotor: dr hab. inż. Jacek Gębicki, prof. nadzw. PG

Promotor pomocniczy: dr inż. Patrycja Makoś

W ostatnich latach obserwuje się gwałtowny wzrost zainteresowania wytwarzaniem biogazu ze składowisk odpadów komunalnych oraz oczyszczalni ścieków. Otrzymany biogaz może być wykorzystany do produkcji energii cieplnej, elektrycznej oraz jako biopaliwo. Biogaz w zależności od typu ścieków oraz rodzaju odpadów składowanych na wysypiskach może mieć różny skład. Z reguły zawiera 30-60% v/v CH₄, 15-30% v/v CO₂, 5-20% v/v N₂, 1-10% v/v O₂ oraz około 1-2% pozostałych zanieczyszczeń do których zaliczany jest H₂S, NH₃ oraz szeroka gama toksycznych lotnych związków organicznych (LZO) [1].

Wśród dostępnych technologii oczyszczania strumienia biogazu, można wyróżnić proces absorpcji fizycznej, który umożliwia selektywne usuwanie różnych grup zanieczyszczeń, poprzez dobór odpowiedniego materiału absorpcyjnego. Z uwagi na troskę o środowisko, używane absorbenty powinny charakteryzować się brakiem toksyczności, łatwą regeneracją i biodegradowalnością. Wszystkie te standardy spełniają rozpuszczalniki nowej generacji - ciecze eutektyczne (*ang. Deep Eutectic Solvents, DES*) [2]. Są związki złożone głównie z dwóch substancji występujących w formie stałej w temperaturze pokojowej, które po połączeniu w wyniku specyficznych oddziaływań tj. wiązania wodorowe tworzą nową ciekłą substancję.

W przeprowadzonych wstępnych badaniach wykorzystano DES na bazie chlorku choline i glikoli (di- i tetraetylenowego) do efektywnego usuwania toluenu ze strumienia azotu, osiągając krzywą przebiecia na poziomie 70% po 90 minutach procesu. Ponadto zsyntezowano nowe DES na bazie związków pochodzenia naturalnego, dla których wykonano widma ¹H, ¹³C-NMR, FT-IR oraz wyznaczono podstawowe właściwości fizykochemiczne. Nowe DES z powodzeniem użyto do usuwania lotnych związków chloroorganicznych z modelowego strumienia biogazu. Przesycenie DES osiągnięto po 30h prowadzenia procesu. Ocenę efektywności usuwania LZO wykonano z użyciem techniki chromatografii gazowej sprzężonej z detektorem płomieniowo-jonizacyjnym (GC-FID).

Wykonano również wstępne badania nad zastosowaniem matryc czujnikowych do monitorowania procesu wytwarzania biogazu (CH₄ i H₂) w procesie fermentacji ciemnej. Otrzymane wyniki przy użyciu komercyjnie dostępnych czujników i metody odniesienia-GC z detektorem FID i cieplno-przewodnościowym (TCD) były porównywalne (RSD=3,58-1,59%). Uzyskane wyniki pozwolą w przyszłości na wykorzystanie zaprojektowanych matryc czujnikowych do kontroli procesów oczyszczania rzeczywistych strumieni biogazu w trybie on-line.

Literatura:

- [1] M.F. Demirbas, M. Balat, H. Balat, *Energy Convers. Manag.* **50**, 1746, 2009.
- [2] P. Abbot, G. Capper, D. L. Davies, R. K Rasheed, V. Tambyrajah, *Chem. Commun.* **9**, 70, 2003.

NANOKOMPOZYTY HYBRYDOWE NA BAZIE POLPRZEWODNIKÓW NIEORGANICZNYCH I POLIMERÓW

mgr inż. Agnieszka Sulowska, I rok

Opiekun naukowy: dr hab. inż. Anna Zielińska-Jurek

Jednym z głównych wyzwań w XXI wieku jest zanieczyszczenie środowiska wodnego, negatywnie oddziałujące na zdrowie ludzi oraz całe ekosystemy. Zastosowanie zaawansowanych procesów utleniania (AOP) umożliwia skuteczne usuwanie zanieczyszczeń w fazie wodnej. Fotokataliza heterogeniczna należąca do skutecznych metod zaawansowanego utleniania to proces przebiegający przy udziale promieniowania elektromagnetycznego i w obecności półprzewodników. Nanokompozyty hybrydowe składające się z półprzewodnika nieorganicznego i polimeru skoniugowanego są obiecującymi materiałami, które można stosować w fotokatalizie heterogenicznej do degradacji zanieczyszczeń w fazie wodnej. Polimery skoniugowane to makrocząsteczki organiczne charakteryzujące się układem wiązań sprzężonych w łańcuchu głównym. Ze względu na wąską przerwę wzbronioną są zdolne do absorpcji promieniowania elektromagnetycznego z zakresu widzialnego. Tworzenie połączeń polimeru skoniugowanego z tlenkiem tytanu(IV) pozwala na aktywację TiO_2 światłem widzialnym [1]. Ponadto, układy hybrydowe charakteryzują się zwiększoną separacją fotogenerowanych nośników ładunków, co wpływa na wzrost aktywności fotokatalitycznej [2]. Polianilina (PANI) jest jednym z najpowszechniej stosowanych polimerów skoniugowanych ze względu na dobrą stabilność, nietoksyczność, niski koszt syntezy, właściwości optyczne i elektryczne oraz wysoką mobilność elektronów [3]. Z technologicznego punktu widzenia, ważnym aspektem jest separacja fotokatalizatora po procesie degradacji oraz możliwość jego ponownego wykorzystania. Funkcjonalizacja układu TiO_2 -PANI nanocząstkami spinelowego ferrytu kobaltowego CoFe_2O_4 umożliwia zastosowanie separacji magnetycznej fotokatalizatora.

Celem niniejszych badań była preparatyka i charakterystyka nanokompozytów polianiliny z tlenkiem tytanu(IV) oraz trójskładnikowego nanokompozytu: polianiliny, tlenku tytanu(IV) oraz spinelowego ferrytu kobaltowego. Charakterystyka materiałów obejmowała: spektroskopię w podczerwieni, spektroskopię rozproszonego promieniowania UV-Vis, dyfraktometrię rentgenowską, analizę powierzchni właściwej BET, analizę termogravimetryczną oraz transmisyjną mikroskopię elektronową. Aktywność fotokatalityczną otrzymanych materiałów zbadał w reakcji degradacji fenolu i błękitu metylenowego w zakresie promieniowania ultrafioletowego oraz widzialnego.

Literatura:

- [1] X. Chen, H. Li, H. Wu, Y. Wu, Y. Shang, J. Pan, X. Xiong, *Materials Letters* **172**, 52, 2016.
- [2] C. Yanga, W. Dong, G. Cuid, Y. Zhao, X. Shi, X. Xia, B. Tan, W. Wang, *Electrochim. Acta* **247**, 486, 2017.
- [3] Z.-J. Gu, Q. Shen, *Superlattices Microstruct.* **89**, 53, 2016.

*Praca finansowana ze środków NCN w ramach projektu SONATA BIS 8 nr 2018/30/E/ST5/00845:
„Projektowanie, synteza oraz badanie struktur 2D fotokatalizatorów hybrydowych do degradacji farmaceutyków
w fazie wodnej”*

DEZODORYZACJA LOTNYCH ZWIĄZKÓW ORGANICZNYCH O CHARAKTERZE HYDROFOBOWYM W PROCESIE BIOFILTRACJI ZE ZŁOŻEM ZASIEDLANYM RÓŻNYMI GATUNKAMI MIKROORGANIZMÓW

mgr inż. Milena Gospodarek, II rok

*Promotorzy: dr hab. inż. Jacek Gębicki, prof. nadzw. PG/
dr hab. inż. Anna Brillowska-Dąbrowska, prof. nadzw. PG*

Problematyka uciążliwości zapachowej, wywołanej emisjami substancji odorotwórczych z różnych źródeł, stanowi ważny problem społeczno – środowiskowy. W Polsce w ostatnich latach rośnie liczba skarg zgłaszanych organom Inspekcji Ochrony Środowiska. Związki o charakterze odorowym są emitowane z wielu sektorów działalności człowieka, m.in. z zakładów oczyszczania ścieków i składowisk odpadów komunalnych. Odory w sposób naturalny stwarzają poczucie dyskomfortu, kojarzone są z zagrożeniami mogą być przyczyną negatywnych objawów psychosomatycznych. Związki te mogą być usuwane w procesach fizycznych, chemicznych i biologicznych. Ze względu na niskie koszty eksploatacyjne oraz niską odpadowość, metody biologiczne, w tym różne typy biofiltracji, są powszechnie stosowane do oczyszczania dużych objętości powietrza o względnie niskich stężeniach odorantów.

Jedną z najbardziej powszechnych technik biologicznego oczyszczania gazów jest biofiltracja. Proces biofiltracji polega na przepuszczeniu zanieczyszczonego strumienia gazu przez złożo filtracyjne, zasiedlone mikroorganizmami różnych gatunków (bakterie, grzyby). Zanieczyszczenia dyfundują z fazy gazowej do tzw. biofilmu, tworzącego się na powierzchni elementów złoża. Zaadsorbowane na powierzchni lub zaabsorbowane w biofilmie związki ulegają biodegradacji, a oczyszczone i pozbawione związków odorowych powietrze opuszcza biofiltr. Proces biofiltracji może być realizowany w dwóch głównych typach aparatów, tj. w biofiltrze konwencjonalnym lub w biofiltrze ze złożem zraszanym.

Mikroorganizmy stanowią podstawowy element biologicznych procesów oczyszczania powietrza. Biorąc pod uwagę opisany wyżej mechanizm dezodoryzacji, dobór drobnoustrojów zasiedlających złożo biofiltra jest kluczowy dla skutecznej degradacji określonych grup związków chemicznych. Zależnie od rodzaju zanieczyszczeń powietrza, biofiltry mogą być zasiedlane wyselekcjonowanymi szczepami lub konsorcjami mikroorganizmów.

W trakcie mienionego roku studium doktoranckiego wytypowano izolaty grzybowe, będące w stanie optymalnie degradować lotne związki organiczne o charakterze hydrofobowym z powietrza, zidentyfikowano je oraz przeprowadzono ich wstępną selekcję. Kolejnym etapem będzie sprawdzenie możliwości ich zastosowaniu w procesie biofiltracji.

Ponadto prowadzono badania doświadczalne procesu dezodoryzacji powietrza zanieczyszczonego kolejno parami n-butanolu, cykloheksanu oraz ich mieszaniną (50/50) w biofiltrze ze złożem zraszanym zaprojektowanym i wykonanym w Katedrze Inżynierii Procesowej i Technologii Chemicznej. Zaproponowano układ badawczy do procesu biofiltracji, oparty na biofiltrze dwusekcyjnym, wypełnionym złożem w postaci torfu z dodatkiem perlitu.

DOMIESZKOWANE POWŁOKI TLENKU GRAFENU ORAZ ICH WŁAŚCIWOŚCI

mgr inż. Karolina Ollick, II rok
Opiekun naukowy: dr hab. inż. Marek Lieder

Powłoki ochronne stanowią jedną z metod ochrony przed korozją. Powinny charakteryzować się wytrzymałością mechaniczną, obojętnością chemiczną, silną przyczepnością do metalu i nieprzepuszczalnością cząsteczek tlenu i/lub wody. Jedną z metod osadzania powłok grafenowych jest chemiczne osadzanie z fazy gazowej (CVD). Wysoka temperatura procesu oraz wyrafinowany sprzęt czynią tą metodę nieatrakcyjną dla powszechnego użycia. Na podstawie ostatnich badań, elektroforetyczne osadzanie (EPD) wydaje się być bardziej obiecującą techniką. Jednakże, otrzymanie czystych warstw grafenowych tą techniką jest trudne, ponieważ jego grafenowy prekursor tj. tlenek grafenu nie odzyskuje po transformacji elektrochemicznej bezbłędnej struktury grafenu. Pomimo to elektroforetycznie osadzone powłoki grafenowe skutecznie chronią przed korozją wiele podłoży, m.in. miedź [1], stal nierdzewną [2] lub aluminium [3]. Aczkolwiek warunki osadzania elektroforetycznego [4, 5] i skład chemiczny tlenku grafenu [6] determinują właściwości ochronne. Ta ostatnia cecha otwiera interesującą ścieżkę dla poprawienia właściwości fizykochemicznych takich jak: przyczepność do podłoża czy hydrofobowość, jednocześnie przyczyniając się do wzmocnienia właściwości antykorozyjnych. Można to osiągnąć poprzez podstawienie niektórych atomów węgla atomami azotu. W literaturze istnieje kilka doniesień na temat powłok tlenku grafenu domieszkowanych azotem zapobiegających korozji miedzi i stali [7, 8].

Literatura:

- [1] N. Kiran, S. Dey, B. Singh, L. Besra, *Coatings*. 7, 214, 2017.
- [2] A. Mohammed Ali AL-Sammarraie, M. Hassan Raheema, *Int. J. Corros.* 2017, 1, 2017.
- [3] S. Naghdi, B. Jaleh, A. Ehsani, *Bull. Chem. Soc. Jpn.* 88, 722, 2015.
- [4] M. Raza, Z. Rehman, F. Ghauri, A. Ahmad, R. Ahmad, M. Raffi, *Thin Solid Films* 620, 150, 2016.
- [5] M. Bagherzadeh, Z. Ghahfarokhi, E. Yazdi, *RSC Adv.* 6, 22007, 2016.
- [6] J. Park, J. Park, *Surf. Coatings Technol.* 254, 167, 2014.
- [7] S. Ren, M. Cui, W. Li, J. Pu, Q. Xue, L. Wang, *J. Mater. Chem. A*. 6, 24136, 2018.
- [8] A. Madhan Kumar, R. Suresh Babu, I. Obot, Z. Gasem, *RSC Adv.* 5, 19264, 2015.

WPLYW CIECZY JONOWEJ NA WŁAŚCIWOŚCI POWIERZCHNIOWE ORAZ FOTOKATALITYCZNE DITLENKU TYTANU

mgr inż. Anna Pancielejko, II rok

Promotor: dr hab. inż. Justyna Łuczak, prof. nadzw. PG

Ditleneku tytanu (TiO_2) jest istotnym materiałem z uwagi na liczne zastosowania, m. in. jako ogniwa fotowoltaiczne [1], materiały do magazynowania energii [2] oraz do analizy środowiskowej [3]. Spośród wielu znanych metod syntezy, najczęściej stosowaną do otrzymywania TiO_2 jest metoda elektrochemicznego utlenienia. W zależności od warunków prowadzenia syntezy, możliwe jest otrzymanie na powierzchni anodowanego materiału nadcząsteczkowych struktur mających postać pustych w środku walców - nanorurek (NTs). Ze względu na szereg zalet, takich jak wysoce uporządkowana struktura, dobrze rozwinięta powierzchnia, dobre zdolności absorpcyjne, otwarta struktura, bardzo dobre właściwości korozyjne, stabilne właściwości fizykochemiczne oraz zdolność rozkładania zanieczyszczeń, nanorurki przyciągają sporą uwagę. Jednym z nowych podejść do wpływu na parametry morfologiczne i właściwości TiO_2 NTs jest zastosowanie cieczy jonowych (ILs). Ciecze jonowe to związki wykazujące unikalne właściwości, wśród których wymienia się m.in. wysokie przewodnictwa, niską prężność par, temperaturę topnienia poniżej 100°C oraz wysoka rozpuszczalność. W odróżnieniu od rozpuszczalników organicznych, ciecze jonowe zbudowane są wyłącznie z jonów. Co więcej, właściwości termodynamiczne i kinetyczne reakcji przeprowadzonych z zastosowaniem cieczy jonowych różnią się całkowicie od poznanych dotąd innych związków chemicznych [4]. Najczęściej wykorzystywane w badaniach ILs powstają w wyniku kombinacji dużego organicznego, heterocyklicznego kationu oraz nieorganicznego lub organicznego anionu. Modyfikacja budowy kationu i anionu daje możliwość syntezy niemal nieograniczonej liczby pochodnych wykazujących różne właściwości fizykochemiczne.

W opisanych badaniach analizowano wpływ cieczy jonowej, chlorku 1-butylopirydyniowego ($[\text{BPy}][\text{Cl}]$), a także zawartości wody i warunków przygotowania na morfologię, właściwości fizykochemiczne elektrolitów oraz fotokatalityczne i fotoelektrochemiczne właściwości IL-NTs. Zastosowanie IL umożliwiło kontrolę jednego z głównych parametrów geometrycznych - średnicy, podczas gdy długość IL-NTs pozostała taka sama mimo różnych ilości $[\text{BPy}][\text{Cl}]$. Zaobserwowano poprawę aktywności fotokatalitycznej IL-NT w porównaniu z próbką referencyjną (około 2,5 razy wyższą). Najbardziej znaczącym parametrem wpływającym na fotoaktywność był skład elektrolitu, zwłaszcza zawartość wody i IL (odpowiednio 15% objętościowych i 0,01% wagowych).

Literatura:

- [1] M.-L. Kääriäinen, T. O. Kääriäinen, D. C. Cameron, *Thin Solid Films* **517**, 6666, 2009.
- [2] B. Li, X. Gao, H. C. Zhang, C. Yuan, *ACS Sustain. Chem. Eng.* **2**, 404, 2014.
- [3] B. Tryba, A. W. Morawski, M. Inagaki, M. Toyoda, *Appl. Catal. B Environ.* **63**, 215, 2006.
- [4] M. Doble, A. Kruthiventi, *Green Chemistry and Engineering*, **5**, 93, 2007.

WSPOMAGANY TRANSPORT PARY WODNEJ W SUPERHYDROFOBOWYCH MEMBRANACH PODCZAS ODSALANIA WODY

mgr inż. Emilia Gontarek, III rok

Promotor: dr hab. inż. Marek Lieder, prof. nadzw. PG

Grafen posiada doskonałe właściwości mechaniczne, co więcej jest świetnym przewodnikiem elektrycznym i ciepłym. W związku z tym z powodzeniem stosowany jest w elektronice, fotowoltaice, czy w systemach magazynowania energii. Ten materiał węglowy i jego pochodne posiadają potencjał wykorzystania w różnych procesach filtracji jako materiał membranowy ze względu na swoje niezwykle właściwości.

Destylacja membranowa jako jedna z najnowocześniejszych technik membranowych, z uwagi na parametry prowadzenia procesu (niska temperatura i ciśnienie) oraz efektywność (wysoki współczynnik odrzucenia soli, niska podatność ulegania zjawisku polaryzacji stężeniowej) wydaje się być korzystniejsza w stosunku do innych procesów membranowych, szczególnie podczas uzdatniania wody morskiej. Aby wykorzystać pełen potencjał destylacji membranowej, kluczowe jest zaprojektowanie materiału o odpowiednich właściwościach strukturalnych i powierzchniowych. Celem pracy było zbadanie właściwości transportowych superhydrofobowych membran na bazie termoplastycznego polimeru fluorowego (PVDF) i grafenu, o lepszych właściwościach mechanicznych i filtracyjnych oraz ich pełna charakterystyka. Membrany, o różnej zawartości grafenu, zostały przygotowane metodą mokrej inwersji faz. Zbadano wpływ dodatku grafenu na strukturę otrzymanych membran oraz ich właściwości transportu w procesie MD. Fluorowana powierzchnia, grubość rzędu kilkudziesięciu mikrometrów oraz duża ilość mikroporów zapewniła membranę trwałe właściwości zapobiegające zwilżaniu, a także wyjątkową stabilność mechaniczną i chemiczną. Co więcej, w membranie kompozytowej nie zaobserwowano zjawiska polaryzacji termicznej, ale mechanizmy wspomagane adsorpcją [1], które wpłynęły na wydajność transportu w procesie destylacji membranowej. Badania wykazują znaczącą poprawę wydajności pod względem wartości przepływu przez membranę i odrzucania soli w odniesieniu do pierwotnej membrany PVDF [2].

Literatura:

- [1] A. Politano, M. Cattelan, D. W. Boukhvalov, D. Campi, A. Cupolillo, S. Agnoli, N. G. Apostol, P. Lacovig, S. Lizzit, D. Farias, G. Chiarello, G. Granozzi, R. Larciprete, *ACS Nano*, **10**, 4543, 2016.
- [2] E. Gontarek, F. Macedonio, F. Militano, L. Giorno, M. Lieder, A. Politano, E. Drioli, A. Gugliuzza, *Nanoscale*, **11**, 11521, 2019.

NOWE FAZY STACJONARNE DO CHROMATOGRAFII GAZOWEJ NA BAZIE CIECZY EUTEKTYCZNYCH.

mgr inż. Malwina Momotko, III rok

Opiekun naukowy: dr hab. inż. Justyna Łuczak, prof. nadzw. PG

Ciecze eutektyczne (ang. *Deep Eutectic Solvents*, DES) stanowią obecnie przedmiot rosnącej w ogromny tempie liczby publikacji naukowych. DES stanowią mieszaninę substancji chemicznych o znacznie obniżonej temperaturze topnienia względem wartości temperatury topnienia jej składników w postaci czystej. Możliwość otrzymania DES pozostającej w stanie ciekłym w warunkach standardowych, a często również w temperaturach znacznie poniżej 0°C, otwiera niezliczone możliwości zarówno w obszarze badań nad nowymi DES, charakterystyki właściwości fizykochemicznych, jak również w kwestii ich możliwych zastosowań praktycznych.

W wielu przypadkach składniki DES charakteryzują się niskim kosztem, a otrzymane medium wykazuje unikalne oddziaływania z wieloma grupami substancji chemicznych. Z tego powodu, DES w dużym stopniu stały się obiektem zainteresowania naukowców pracujących w obszarze technik rozdzielania – jako ekstrahenty.

Jednym z intensywnie badanych zagadnień w odniesieniu do technik rozdzielania – są prace nad nowymi mediami sorpcyjnymi do operacji w układach gaz – ciało stałe i gaz - ciecz, w tym fazami stacjonarnymi do chromatografii gazowej [1-3].

Dotychczas, nie opublikowano jednak prac dotyczących zastosowania DES w tej tematyce.

Praca przedstawia wyniki badań nad możliwością zastosowania DES jako faz stacjonarnych do chromatografii gazowej. Badania wykonano dla pierwszej, najbardziej scharakteryzowanej w literaturze DES – chlorek choliny-mocznik oraz nowych rodzajów DES. Fazy stacjonarne w postaci immobilizowanej na nośnikach stałych zostały scharakteryzowane za pomocą kolumnowej chromatografii gazowej z detektorem płomieniowo-jonizacyjnym (GC-FID). Wyznaczono stałe McReynolds'a, które porównano z danymi literaturowymi dla komercyjnie dostępnych faz stacjonarnych do GC. Zbadano również selektywność otrzymanych faz stacjonarnych w odniesieniu do wybranych grup lotnych związków organicznych (LZO).

Literatura:

- [1] G. Boczkaj, M. Momotko, D. Chruszczyk, A. Przyjazny, M. Kamiński, *J. Sep. Sci.* **39**, 2527, 2016.
- [2] A. Miciak, M. Momotko, M. Plata-Gryl, G. Boczkaj, *Cam. Sep.* **9**, 5, 2017.
- [3] M. Plata-Gryl, M. Momotko, S. Makowiec, G. Boczkaj, *Sep. Pur. Technol.* **224**, 315, 2019.

NOWE METODYKI BADANIA SKŁADU GRUPOWEGO WSPÓŁCZESNYCH OLEJÓW SMAROWYCH, SZCZEGÓLNIE EMITOWANYCH DO ŚRODOWISKA

mgr inż. Paulina Nowak, III rok

Promotor: prof. dr hab. inż. Marian Kamiński

Promotor pomocniczy: dr inż. Karolina Kucharska

Olej smarowy to „płynny element konstrukcyjny wielu maszyn i urządzeń. W przypadku tzw. pilarek, urządzeń z otwartym układem tnącym, wykorzystywanych w pracach leśnych, drogowych i ogrodnictwie, cały olej smarujący, złożony w ok. 95% z bazy olejowej, jest emitowany do środowiska w postaci mgły i mikro-kropel. Niestety, ciągle jeszcze wiele tego rodzaju olejów smarowych zawiera składniki pochodzące z ropy naftowej, w tym węglowodory aromatyczne, wpływające bardzo niekorzystnie na zdrowie oraz środowisko. Bardzo ważne jest więc, by takie oleje smarowe zawierały wyłącznie składniki całkowicie biodegradowalne, nieszkodliwe dla zdrowia i środowiska, przede wszystkim, składniki pochodzenia naturalnego!

Regulacje obowiązujące na terenie UE dla olejów smarowych emitowanych do otoczenia wymagają oceny biodegradowalności oleju z wykorzystaniem testu OECD 301 B. Olej zostaje uznany za biodegradowalny, gdy przez okres 28 dni ma miejsce powyżej 60% biodegradacji. Badania wykazują, że warunki testu 301 B są spełniane też wtedy, gdy olej smarowy zawiera nawet 50 % oleju bazowego z ropy naftowej. Konieczne są, więc, inne metodyki kontroli technicznej olejów smarowych pod względem obecności i zawartości trudno biodegradowalnych i nie biodegradowalnych ropopochodnych oraz biodegradowalnych składników smarujących oleju, pochodzenia naturalnego, szczególnie roślinnego.

Celem badań, jest opracowanie nowych, możliwie prostych, mało kosztownych metodyk badania składu grupowego współczesnych olejów smarowych, szczególnie, emitowanych do środowiska. Powinny umożliwiać identyfikację i oznaczanie trudnobiodegradowalnych, szczególnie szkodliwych w formie utlenionych pochodnych, aromatycznych ropopochodnych składników oraz składników łatwo biodegradowalnych (szczególnie pochodzenia roślinnego).

Techniki i metodyki opracowane w ramach badań, to: 1) prosty, wstępny „test kropłowy”, polegający na badaniu fluorescencji oleju pod wpływem światła UV 365 nm, 2) ocena obecności i zawartości acylo-gliceroli poprzez zbadanie widma oleju w zakresie średniej podczerwieni z transformacją Fouriera (FT-MIR), 3) ocena obecności i zawartości węglowodorów aromatycznych, poprzez zbadanie widma roztworu oleju z zastosowaniem spektrofotometrii w zakresie UV-Vis, 4) ocena składu grupowego z wykorzystaniem cienkowarstwowej chromatografii cieczowej w normalnych układach faz (NP-TLC), 5) oznaczanie składu grupowego oleju w zakresie: węglowodorów alifatycznych, aromatycznych, acylogliceroli i innych grup z zastosowaniem wysokosprawnej kolumnowej chromatografii cieczowej w normalnych układach faz (NP-HPLC) z detekcją spektrofotometryczną typu UV-Vis-DAD, refraktometryczną (RID) oraz z laserowym detektorem rozproszenia światła (ELSD).

WYKORZYSTANIE SORBENTÓW NA BAZIE FRAKCJI ASFALTENOWEJ, WYIZOLOWANEJ Z SUROWCÓW ROPOPOCHODNYCH, DO PROCESÓW SORPCJI DESORPCJI W UKŁADACH GAZ-CIAŁO STAŁE I GAZ-CIECZ.

mgr inż. Maksymilian Plata-Gryl, III rok
Opiekun naukowy: dr hab. inż. Grzegorz Boczkaj, prof. nadzw. PG

Asfalteny stanowią najbardziej aromatyczną i polarną grupę związków występującą w ropie naftowej i pozostałościach po jej destylacji. Definiowane są jako frakcja nierozpuszczalna w n-alkanach a rozpuszczalna w toluenie. Asfalteny zbudowane są z układów skondensowanych pierścieni aromatycznych z przyłączonymi grupami alkilowymi, pierścieniami naftenowymi oraz licznymi grupami funkcyjnymi zawierającymi heteroatomy tj. siarka, tlen, azot, wanad, nikiel, żelazo.

Obecność pierścieni aromatycznych, różnorodnych grup funkcyjnych, heteroatomów oraz asymetrycznych atomów węgla może być źródłem specyficznych oddziaływań ze związkami chemicznymi i może zostać wykorzystane w technikach rozdzielania. Dodatkowo, rodzaj i niska cena surowca oraz prosta i wydajna procedura izolacji [1] sprawia, że prowadzone badania wpisują się w trend poszukiwania tanich sorbentów produkowanych z materiałów niskokosztowych, mogących być zamiennikami drogich tradycyjnych sorbentów tj. węgiel aktywowany.

W ostatnim czasie, wykazano możliwość wykorzystania asfaltenów jako sorbentów do rozdzielania mieszanin lotnych związków organicznych [2, 3, 4] oraz możliwość modyfikacji właściwości sorpcyjnych asfaltenów poprzez wprowadzenie różnych grup funkcyjnych do ich struktury za pomocą prostych reakcji chemicznych [5].

Praca przedstawia rezultaty badań nad właściwościami sorpcyjnymi surowych i modyfikowanych (nitrowanych oraz cyjanometylowanych) asfaltenów. Efekt modyfikacji zbadano za pomocą spektroskopii w podczerwieni z transformacją Fouriera (FTIR, ang. *Fourier-transform Infrared Spectroscopy*) oraz odwróconej chromatografii gazowej (IGC, ang. *Inverse Gas Chromatography*). Wyznaczono wartości stałych Rohrschneidera-McReynoldsa, składowe dyspersyjną i specyficzną swobodnej energii powierzchniowej, właściwości elektronoakceptorowe i elektronodonorowe. Dla wybranych lotnych związków organicznych wyznaczono izotermę adsorpcji oraz krzywe przebiegu złożeń. Badania wykazały, że istnieje możliwość „tuningu” właściwości sorpcyjnych asfaltenów na drodze modyfikacji chemicznych.

Literatura:

- [1] M. Plata-Gryl, C. Jungnickel, G. Boczkaj, *J. Pet. Sci. Eng.* **167**, 608, 2018.
- [2] G. Boczkaj, M. Momotko, D. Chruszczyk, A. Przyjazny, M. Kamiński, *J. Sep. Sci.* **39**, 2527, 2016.
- [3] M. Plata-Gryl, G. Boczkaj, *Cam. Sep.* **9**, 25, 2017.
- [4] A. Miciak, M. Momotko, M. Plata-Gryl, G. Boczkaj, *Cam. Sep.* **9**, 5, 2017.
- [5] M. Plata-Gryl, M. Momotko, S. Makowiec, G. Boczkaj, *Sep. Pur. Technol.* **224**, 315, 2019.

*Praca finansowana ze środków NCBiR w ramach projektu LIDER nr LIDER/036/573/L-5/13/NCBR/2014:
„Badania nad otrzymywaniem i właściwościami sorbentów wytwarzanych z asfaltów.”*

MAGNETYCZNE FOTOKATALIZATORY NA BAZIE TiO_2 O STRUKTURZE RDZEN-OTOCZKA

mgr inż. Zuzanna Bielan, IV rok
Promotor: dr hab. inż. Anna Zielińska-Jurek

W ostatnich latach, wiele prac badawczych w zakresie fotokatalizy heterogenicznej ukierunkowanych jest na modyfikację fotokatalizatorów TiO_2 , w celu uzyskania wyższej aktywności w zakresie światła UV-vis oraz aktywacji w vis. W tym celu stosuje się domieszkowanie niemetalami, takimi jak jod, azot, węgiel, bor, modyfikację powierzchni aktywnej metalami szlachetnymi (Pt, Ag, Au, Pd), półszlachetnymi (Cu), metalami ziem rzadkich (Sc, Y, La, Nd, Ce etc.), sensybilizację barwnikami oraz sprzęganie z innym półprzewodnikiem. Innym kluczowym zagadnieniem jest separacja ultradrobnych cząstek fotokatalizatora po etapie oczyszczania. Wykorzystuje się do tego głównie ultrafiltrację, separację odśrodkową, bądź też osadzanie fotokatalizatora na elementach reaktora lub nośnikach. Jednak te metody prowadzą do znacznego zwiększenia kosztów procesu, jak również

W tym odniesieniu, celem prac prowadzonych na czwartym roku SD było otrzymanie magnetycznych fotokatalizatorów na bazie TiO_2 o strukturze rdzeń-otoczka (ogólny wzór: $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$) modyfikowanych nanocząstkami platyny i/lub miedzi. Jako tlenek tytanu(IV) wykorzystano trzy komercyjne TiO_2 , o różnych strukturach krystalicznych i wielkościach cząstek: ST01, ST41, FP6 oraz TiO_2 otrzymany na drodze hydrolizy prekursora tytanianu tetra-n-butyłu (TBT). Charakterystyka obejmowała analizę XRD, analizę spektroskopową DR-UV/Vis, wyznaczenie powierzchni właściwej metodą BET, analizę XPS oraz analizę STEM/TEM. Aktywność fotokatalityczną otrzymanych nanokompozytów zbadano w reakcji generowania wodoru, degradacji kwasu octowego do CO_2 oraz degradacji fenolu, zarówno w świetle UV-Vis, jak i widzialnym. Dodatkowo, wybrany nanokompozyt $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2/\text{TBT-Pt0.1_z2}$ przebadano w reakcji degradacji karbamazepiny, leku przeciwpadaczkowego, który stanowi poważny problem w oczyszczalniach ścieków. Po dwóch godzinach naświetlania, w obecności H_2O_2 i 0,5 g/l katalizatora, niemal 100% karbamazepiny uległo degradacji, co potwierdzono analizą HPLC oraz analizą całkowitego węgla organicznego (TOC).

*Praca finansowana ze środków NCN w ramach projektu SONATA 12 (2016/23/D/ST5/01021):
„Studies on preparation, physicochemical characterization of TiO_2 nanocomposites based on spinel and hexagonal ferrites for oxidation of organic compounds in the aqueous phase”.*

SYNERGISTIC EFFECT OF TiO₂ PHOTOCATALYTIC ADVANCED OXIDATION PROCESSES IN THE TREATMENT OF REFINERY EFFLUENTS FROM BITUMEN PRODUCTION

André Fernandes, MSc., IVth year

Promotor: dr hab. inż. Grzegorz Boczkaj, prof. nadzw. PG

Petroleum & Refinery effluents are known to contain several refractory and recalcitrant compounds, and a highly organic load, which can be difficult to treat effectively [1]. In the case of post oxidative effluents from bitumen production, their caustic pH (≈ 11), presence of sulfide ions (S^{2-}) and the presence of several types of volatile organic compounds (VOCs), limits the range of treatment technologies that can be applied, namely open air, biological and Fenton technologies. Recent studies that used classic Advanced Oxidation Processes (AOPs)[2] and sulfate radical based AOPs [3] to treat such effluents, achieved effective degradation of the VOCs and S^{2-} , along with a partial COD and BOD₅ reduction.

Thusto attempt to improve the degradation rate of the refinery effluents from bitumen production, the photolytic and photocatalytic AOPs were proposed. The studies revealed synergistic effects of TiO₂ based processes for improved COD and BOD₅ reduction as well as the degradation of the VOCs present in the effluents. It was proved that the matrix of the real wastewater (WW) studied influences negatively the degradation rate of the generality of the VOCs studied (k values) comparing to treatment of model effluents. S^{2-} were effectively oxidized in all experiments conducted. The biodegradability of the effluents did not change significantly and treated water can be considered as biodegradable. A photocatalytic process combined with peroxone (TiO₂/UV/O₃/H₂O₂) was the optimal and the most economical technology studied, with a ratio between the oxygen source from the oxidant to COD of the effluents (r_{ox}) of 0.28 and 500 mgTiO₂/L obtaining 38 and 32% of COD and BOD₅ reduction, 84% of total VOCs degradation and an operational cost of 126 \$/m³.

The reduced COD exceeds over 30% a theoretical value expected based on used dose of oxidants, which proves the photocatalytic importance of the developed technology. In case of application of this process for pre-treatment focused on S^{2-} oxidation, the process costs are limited only to 6\$/m³. This approach allows to treat the caustic effluents after pH correction at different conditions like Fenton based technology. In both options, the technologies studied are promising as a pre-treatment stage before a biological technology like activated sludge.

Literatura:

- [1] F. Autelitano, F. Giuliani, *J. Clean. Prod.* **172**, 1212, 2018.
- [2] G. Boczkaj, A. Fernandes, P. Makoś, *Ind. Eng. Chem. Res.* **56**, 8806, 2017.
- [3] A. Fernandes, P. Makos, G. Boczkaj, *J. Clean. Prod.* **195**, 374, 2018.

*Praca finansowana ze środków NCN w ramach projektu SONATA 5 nr DEC-2013/09/D/ST8/03973:
Opracowanie optymalnej metody redukcji ładunku zanieczyszczeń ścieków z produkcji asfaltów*

NOWE SPOSOBY INSTRUMENTALNEGO OKREŚLANIA INTENSYWNOŚCI I JAKOŚCI HEDONICZNEJ MIESZANIN ZAPACHOWYCH

mgr inż. Bartosz Szulczyński, IV rok

Promotor: dr hab. inż. Jacek Gębicki, prof. nadzw. PG

Obecnie wiele obszarów działalności człowieka, szczególnie zagospodarowanie odpadów komunalnych oraz oczyszczanie ścieków bytowych i przemysłowych jest źródłem uciążliwości zapachowych. Głównymi źródłami uciążliwości zapachowych jest występowanie w powietrzu złoonych substancji nieorganicznych (amoniak czy siarkowodór) oraz lotnych związków organicznych (LZO), które powstają w procesach biodegradacji odpadów organicznych [1].

Jednymi z najczęściej określanymi cechami zapachu są: intensywność zapachu oraz jakość hedoniczna. Intensywność jest definiowana jest jako „siła odczuwania zapachu”, która wywołana jest przez określony bodziec zapachowy, natomiast jakość hedoniczna to wynik ocen wrażenia zmysłowego lub ocenianej próbki (zespół wrażeń) pod kątem subiektywnych emocji - pozytywnych lub negatywnych [2]. W przypadku pojedynczych substancji o charakterze odorowym stosunkowo łatwo jest określić w/w parametry, ze względu na ich bezpośredni związek ze stężeniem odoranta. W przypadku mieszanin, w szczególności wieloskładnikowych, ze względu na występujące interakcje zapachowe, intensywność zapachu i jakość hedoniczna nie jest wielkością addytywną [3]. Z praktycznego punktu widzenia najbardziej cenne byłoby bezpośrednie powiązanie stopnia odczuwanej intensywności zapachu z wynikami analitycznego monitoringu powietrza, co umożliwiłoby prowadzenie monitoringu w systemie on-line. Taką możliwość stwarza wykorzystanie elektronicznych nosów (urządzeń, które w swoim działaniu mają naśladować zmysł węchu człowieka) do pomiaru zapachów, które ze względu na krótszy czas analizy i możliwą automatyzację pomiarów coraz częściej zastępują tradycyjne pomiary oparte na technikach olfaktometrycznych.

W ramach przeprowadzonych badań skonstruowano prototyp elektronicznego nosa wyposażonego w osiem gazowych czujników chemicznych oraz zaproponowano nowy algorytm analizy danych, uzyskanych z e-nosa, oparty na logice rozmytej [4], który wykorzystano do oceny intensywności zapachu modelowych, dwuskładnikowych mieszanin zapachowych ośmiu związków o charakterze odorowym. Uzyskane wyniki porównano z rezultatami otrzymanymi z zastosowaniem analizy sensorycznej oraz teoretycznych modeli percepcyjnych.

Literatura:

- [1] P. Lewkowska, B. Cieślík, T. Dymerski, P. Konieczka, J. Namieśnik, *Environ. Res.* **151**, 573, 2016.
- [2] J. Kośmider, B. Mazur-Chrzanowska, B. Wyszynski, *Odory*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2012, str. 28-44.
- [3] B. Szulczyński, K. Armiński, J. Namieśnik, J. Gębicki, *Sensors*, **18**, 2380, 2018.
- [4] B. Szulczyński, J. Namieśnik, J. Gębicki, *Chem. Eng. Trans.* **68**, 259, 2018.

*Praca finansowana ze środków NCN w ramach projektu OPUS nr UMO-2015/19/B/ST4/02722:
„Instrumentalizacja pomiaru zapachu z zastosowaniem elektronicznego nosa”.*

WŁAŚCIWOŚCI SORPCYJNE ASFALTENÓW I FRAKCJI ASFALTENOWYCH W UKŁADACH CIECZ-CIAŁO STAŁE

mgr inż. Dorota Wojewódka, IV rok
Promotor: prof. dr hab. inż. Marian Kamiński

Asfalteny, to polarna, nierozpuszczalna w alkanach, grupa nielotnych, organicznych związków chemicznych, obecna w ropy naftowej i w asfaltach naturalnych. Zostaje wzbogacona w pozostałości po destylacji ropy naftowej. W procesach tzw. oksydacji asfaltów ma miejsce przekształcanie asfaltenów i innych składników we frakcje asfaltenowe, zwane także, asfaltenami. Korzystnym sposobem wydzielania asfaltenów jest precypitacja gorącym n-heptanem, wg standardowych procedur, następnie, oczyszczanie w aparacie Soxhleta.

W skład asfaltenów wchodzi skondensowane policykliczne węglowodory aromatyczne z bocznymi strukturami alifatycznymi i ali-cyklicznymi. Oprócz węgla i wodoru w strukturze molekularnej asfaltenów występują atomy siarki, azotu i tlenu (w śladowych ilościach), a także, kationy metali- głównie niklu, wanadu i żelaza. Asfalteny, w istocie frakcje asfaltenowe, otrzymane po procesach oksydacyjnych mają podwyższone zawartości strukturalnego tlenu. Niemożliwość wydzielenia indywiduów chemicznych, powoduje, że struktura molekularna asfaltenów uważana jest za poznaną dotąd tylko częściowo.

Celem pracy jest: 1) bliższe zbadanie właściwości fizykochemicznych asfaltenów i frakcji asfaltenowych; 2) opanowanie metodyki preparatyki impregnowanych asfaltenami faz stacjonarnych na bazie żelu krzemionkowego dla chromatografii; 3) zbadanie retencji i selektywności takich sorbentów w warunkach normalnych (NP) i odwróconych (RP) układów faz.

Dotąd, dla frakcji asfaltenowej z asfaltu przemysłowego 20/30, zbadano wybrane właściwości fizykochemiczne, w tym, widma MIR-FTIR, rozpuszczalność w potencjalnych składnikach eluentu, skład elementarny (HCNS), widma ^1H i ^{13}C NMR oraz TGA. Pracowano nad metodyką oznaczania składu grupowego asfaltenów techniką TLC-FID. Modelując warunki HPLC za pomocą TLC, opracowano korzystne warunki modyfikacji powierzchni sorpcyjnej żelu krzemionkowego asfaltenami, rozpuszczonymi w chlorku metylenu albo w toluenie. Z n-heksanem, jako eluentem, zbadano retencję i selektywność rozdzielania nisko polarnych związków chemicznych- alkanów, olefin i węglowodorów aromatycznych z wykorzystaniem TLC i żelu krzemionkowego impregnowanego asfaltenami/ frakcją asfaltenową po elucji: tolueniem, chlorkiem metylenu, acetonem i THF.

Stwierdzono m.in., że asfalteny zaadsorbowane na żelu krzemionkowym, mają zdolność ujawniania w świetle lampy UV-365, obecności alifatycznych struktur molekularnych, nie wykazujących absorpcji światła UV w zakresie powyżej 200 nm, podobną do impregnacji solą berberyny.

Planowane jest zbadanie właściwości sorpcyjnych i selektywności asfaltenowych faz stacjonarnych w warunkach NP i RP HPLC, po elucji „słabiej” związanych składników rozpuszczalnikami o rosnącej polarności oraz zbadanie ewentualnej selektywności chiralnej asfaltenowych faz stacjonarnych.

**KATEDRA TECHNOLOGII
KOŁOIDÓW I LIPIDÓW**

WYKORZYSTANIE LUDZKICH SOLI ŻÓŁCIOWYCH W MODELACH TRAWIENIA *IN VITRO*

mgr inż. Dorota Dulko IVrok

Promotor: dr hab. inż. Adam Macierzanka

Tematyka mojej pracy obejmuje wykorzystanie eksperymentalnych modeli *in vitro*, symulujących środowisko poszczególnych odcinków przewodu pokarmowego, celem oceny wpływu fizjologicznych surfaktantów, takich jak sole żółciowe, na kinetykę trawienia *in vitro*. Sole żółciowe są biosurfaktantami syntezowanymi w wątrobie i wydzielanymi wraz z żółcią do jelita cienkiego. Istnieje wiele doniesień dotyczących udziału soli żółciowych w lipolizie, natomiast wiedza dotycząca ich wpływu na inne składniki odżywcze jest bardzo ograniczona [1-3].

Dotychczasowo badaniu zostały poddane roztwory białek serwatkowych (czystych i spożywczych). Porównywano ich hydrolizę w symulowanych warunkach jelitowych podczas obecności czystych soli żółciowych, a także z wykorzystaniem próbek ludzkiej żółci. Próbkę ludzkiej żółci uzyskano dzięki współpracy z Kliczniczym Szpitalem Wojewódzkim nr 1 w Rzeszowie. Skład ludzkiej żółci został przebadany na Uniwersytecie w Leeds (Wielka Brytania) z wykorzystaniem HPLC oraz technik spektrofotometrycznych. Na podstawie wyników zgromadzonych w Leeds, wybrano odpowiednie próbki celem wykorzystania ich w eksperymentach trawienia białek *in vitro*. Na podstawie analizy jakościowej (SDS-PAGE) i ilościowej (HPLC) oceniano wpływ soli żółciowych na proteolizę.

Poza proteolizą, próbki ludzkiej żółci wykorzystano do eksperymentów lipolizy na granicy faz woda-olej z wykorzystaniem białek serwatkowych jako stabilizatora powierzchni międzyfazowej. Badania te wykonano na Uniwersytecie w Grenadzie (Hiszpania), gdzie możliwe było przeprowadzenie eksperymentów *in vitro* z użyciem techniki wiszącej kropli umożliwiającej wymianę wewnętrznej fazy kropli z zachowaniem jej objętości. Urządzenie to, nazywane „OCTOPUS”, zostało zaprojektowane i opatentowane przez grupę badawczą w Grenadzie, co zostało opisane szczegółowo przez J. Maldonado-Valderramę i wsp. [4]. Podczas badań obserwowano zmiany napięcia powierzchniowego na granicy faz w czasie rzeczywistym.

Przeprowadzone przeze mnie eksperymenty obejmowały porównanie systemu modelowego (czyste sole żółciowe) z ludzką żółcią zawierającą różne stężenia soli żółciowych, fosfolipidów i innych substancji aktywnych powierzchniowo. Wyniki pracy dostarczają wiedzy na temat wpływu ludzkich (oraz czystych) soli żółciowych na trawienie białek spożywczych. Przedstawione wyniki wniosą nowy pogląd na temat fizjologicznej roli soli żółciowych w ludzkim przewodzie pokarmowym. Posłużą również do walidacji stosowanych obecnie modeli trawienia *in vitro*, z punktu widzenia fizjologicznego odwzorowywania roli soli żółciowych w ludzkim przewodzie pokarmowym.

Literatura:

- [1] R.P. Hjelm, C.D. Schteingart, A.F. Hofmann and P. Thiyagarajan, *J. Phys. Chem. B* **104**, 197, 2000.
- [2] A.F. Hofmann and K.J. Mysels, *Colloids Surf.* **30**, 145, 1988.
- [3] A. Macierzanka, N.M. Rigby, A.P. Corfield, N. Wellner, F. Botger, E.N.C. Mills, A.R. Mackie, *Soft Matter* **7**, 8077, 2011.
- [4] J. Maldonado-Valderrama, A. Torcello-Gomez, T. del Castillo-Santaella, J.A. Holgado-Terriza, M.A. Cabrerizo-Vilchez, *Adv. Colloid Interface Sci.* **222**, 488, 2015.

HYDRODYNAMIKA I WYMIANY MASY W REAKTORZE Z WIRUJĄCYMI PŁYNAMI

mgr inż. Przemysław Wojewódka, V rok

Promotor: dr hab. Christian Jungnickel, prof. nadzw. PG

Promotor pomocniczy: dr inż. Robert Aranowski

Reaktor z wirującymi płynami (ang. Spinning Fluids Reactor – SFR) jest reaktorem odśrodkowym typu barbotażowego, wykorzystywanym w procesach kontaktu fazowego gaz - ciecz. Strumień cieczy wprowadzany do reaktora stycznie na wewnętrzną ścianę przegrody porowatej wiruje z dużą wartością siły odśrodkowej przemieszczając się ku wylotowi. Jednocześnie, faza gazowa wirującą na zewnątrz przegrody porowatej permeuje przez pory przegrody, gdzie powstające pęcherzyki cieczy zostają ścinane przez wirujący strumień fazy ciekłej. Mieszanina gaz – ciecz usuwana jest grawitacyjnie u dołu reaktora. Silna zależność pomiędzy hydrodynamiką i parametrami wymiany masy reaktora (powierzchnią wymiany masy a oraz ogólnym objętościowym współczynnikiem wymiany masy kLa) wynika z ogromnego wpływu parametrów procesowych (natężenie przepływu fazy gazowej oraz ciekłej) oraz zmiennych geometrycznych reaktora (charakterystyka materiału tworzącego wewnętrzną przegrodę porowatą) na rozkład czasu przebywania mediów w reaktorze oraz wartość siły odśrodkowej decydującej o rozmiarach i ilości powstających pęcherzyków.

Zmierzone rozkłady czasów przebywania dla różnych nastaw procesowych pozwoliły na wyodrębnienie metodą momentów rozkładu średniego czasu przebywania cieczy w reaktorze [1]. Wartości te umożliwiły wyznaczenie parametrów wymiany masy przeliczanych na jednostkę powierzchni cieczy w reaktorze z uwzględnieniem objętości buforowej układu pomiarowego (dotychczas niespotykane w literaturze). Wyznaczone parametry a oraz kLa pozwoliły na porównanie reaktora SFR do komercyjnie stosowanych rozwiązań, wykazując jego ogromną przewagę i możliwość aplikacji w przemyśle [2-4].

Literatura:

- [1] P. Wojewódka, R. Aranowski, C. Jungnickel, *J. Ind. Eng. Chem.* 69, 370, 2018.
- [2] A. Kuzmin, M. Pravdina, A. Yavorsky, N. Yavorsky, V. Parmon, *Chem. Eng. J.* 107, 55, 2005.
- [3] A. M. Dehkordi, C. Savari, *Ind. Eng. Chem. Res.* 50, 6426, 2011.
- [4] S. S. Alves, C. I. Maia, J. M. T. Vasconcelos, *Chem. Eng. Process. Process Intensif.* 43, 823, 2004.

**KATEDRA TECHNOLOGII LEKÓW
I BIOCHEMII**

OKREŚLENIE PRZECIWNOWOTWOROWEGO MECHANIZMU DZIAŁANIA NOWYCH POCHODNYCH KARBAZOLU

mgr Mateusz Olszewski, I rok

Opiekun naukowy: prof. dr hab. inż. Maciej Bagiński

Choroby nowotworowe należą do grupy chorób obejmujących nieograniczony wzrost nieprawidłowych komórek z możliwością rozprzestrzeniania się ich na inne części ciała. Nowotwory występują powszechnie w każdej populacji i charakteryzują się stosunkowo wysoką śmiertelnością. Według danych WHO z 2018 r. najczęstszą przyczyną zgonów na świecie z powodu chorób nowotworowych jest rak płuca (1,76 miliona zgonów/rocznie), zaś drugim najbardziej śmiertelnym nowotworem jest nowotwór jelita grubego (862 tys. zgonów/rocznie) [1]. W swoich badaniach zajmuję się związkami posiadającymi szkielet karbazolowy lub izosteryczny, które posiadają szeroki zakres właściwości biologicznych powszechnie stosowanych w farmakoterapii przeciwnowotworowej. Obecność karbazolowego rusztowania (*potentscaffold*) w strukturach chemicznych wielu związków i możliwość przenoszenia takiego szkieletu (*scaffoldhopping*) pozwala na modyfikacje i tworzenie pochodnych wyjściowych związków o nowych właściwościach biologicznych [2]. W pierwszych etapach badań zsyntezowane przez współpracujący zespół związki zostały przebadane pod kątem aktywności cytotoksycznej z wykorzystaniem testu MTT na kilku liniach komórek nowotworowych. Na podstawie wyników testu zostaną wyselekcjonowane związki najbardziej aktywne – wykazujące obiecującą aktywność przeciwnowotworową do kolejnych badań. Celem badań będzie określenie mechanizmu działania tych związków. W tym celu, aby poszerzyć wiedzę o badanych związkach zostaną przeprowadzone eksperymenty z wykorzystaniem m. in. mikroskopii fluorescencyjnej i cytometrii przepływowej. Zostały zaplanowane badania na liniach komórek nowotworowych (A549 - niedrobnokomórkowy rak płuca, HCT 116 - nowotwór jelita grubego) po traktowaniu związkiem: określenie zmian w budowie morfologicznej jąder komórkowych, zmiany w dystrybucji komórek w fazach cyklu komórkowego, określenie celu i efektu molekularnego związku z wykorzystaniem technik immunofluorescencji, ustalenie efektu działania związku ze względu na rodzaj indukowanej śmierci komórkowej – apoptoza, autofagia, starzenie komórkowe.

Literatura:

- [1] raport WHO za rok 2018
- [2] A. Głuszyńska, *Eur. J. Med. Chem.* 94, 405, 2015.

*Praca finansowana ze środków NCBiR w ramach projektu STRATEGMED3/306853/9/NCBR/2017
(TARGETTELO)*

„Nowe związki o działaniu przeciwnowotworowym zaburzające funkcje telomerów”.

EWALUACJA I BADANIE ODPOWIEDZI KOMÓRKOWEJ NOWYCH INHIBITORÓW DZIAŁANIA BIAŁEK TRF1/TRF2 JAKO POTENCJALNYCH LEKÓW ZABURZAJĄCYCH FUNKCJĘ TELOMERÓW

dr Wioletta Brankiewicz, II rok

Opiekun naukowy: prof. dr hab. inż. Maciej Bagiński

Zwiększenie skuteczności terapeutycznej oraz ograniczenie działań niepożądanych stanowi główny cel nowych terapii przeciwnowotworowych. Wspomniane wymagania spełnia molekularna terapia celowana, m.in. polegająca na poszukiwaniu nowych bardziej selektywnie działających celów molekularnych. Jedną z głównych cech komórek nowotworowych jest nieśmiertelność. Większość normalnych komórek somatycznych ma predefiniowaną maksymalną długość życia *in vitro*. Strukturami kontrolującymi liczbę podziałów komórkowych są telomery. Telomery są strukturami nukleoproteinowymi zlokalizowanymi na końcach chromosomów eukariotycznych, które chronią je przed degradacją i działaniami naprawczymi DNA, zapewniając stabilność chromosomów [1]. U kręgowców telomery składają się z kompleksu telomerazy, tandemowych powtórzeń sekwencji TTAGGG oraz kompleksów białkowych zwanych ang. shelterin, które obejmują białka TRF1, TRF2, TIN2, POT1, RAP1 i TPP1 [2].

W przedstawionym sprawozdaniu został scharakteryzowany wpływ pięciu małowymagających związków (0070, 0087, 0176, 0280, 0327), które zostały zaprojektowane metodami *in silico* przez innych członków zespołu jako potencjalne inhibitory oddziaływań pomiędzy białkiem TRF1-TIN2 (0070, 0087) oraz TRF2-TIN2 (0176, 0280, 0327) na komórki raka piersi. Do badań wykorzystano układ trzech linii MCF-7 (estrogenozależny gruczolakorak), MB-MDA231 (estrogenoniezależny gruczolakorak) oraz komórek linii nienowotworowej (MCF-10A). Stosując metody biologii molekularnej zaobserwowano lokalizację białka TIN2 poza jądrem komórkowym w przypadku zastosowania związku 0280. Skutkiem długotrwałej inkubacji (120h) komórek z wspomnianym związkiem był wzrost aktywności β -galaktozydazy – markera starzenia komórkowego. Wykazano ponadto, że żaden z w/w związków nie wywoływał znaczących zaburzeń cyklu komórkowego, pęknięć w obrębie dsDNA oraz indukcji procesu autofagii niezależnie od linii komórkowej.

Literatura:

- [1] T. de Lange *Science*, 326, 948, 2009.
- [2] C. Hu, R. Rai, Ch. Huang, C. Broton, J. Long, Y. Xu, J. Xue, M. Lei, S. Chang, *Cell Res.*27, 1485, 2017.

*Praca finansowana ze środków NCBiR w ramach projektu STRATEGMED III nr 3/306853/9/NCBR/2017:
„Nowe związki o działaniu przeciwnowotworowym zaburzające funkcję telomerów”.*

**MODELOWANIE MOLEKULARNE I PROJEKTOWANIE
POTENCJALNYCH INHIBITORÓW BIAŁKA TRANSPORTOWEGO
BAKTERII *ESCHERICHIA COLI* - EmrE.
BADANIA ZA POMOCĄ METOD DYNAMIKI MOLEKULARNEJ.**

mgr inż. Jakub Jurasz, II rok

Opiekun naukowy: prof. dr hab. inż. Maciej Bagiński

EmrE jest małym transporterem oporności wielolekowej, znalezionym w *Escherichia coli*, który odpowiedzialny jest za oporność na m.in. toksyczne kationy poliaromatyczne dzięki protonowemu sprzęganiu tych substratów. Jednym z mechanizmów, dzięki którym komórki neutralizują działanie toksycznych związków, jest działanie transporterów błonowych [2]. Wtórne transportery, takie jak białko EmrE *Escherichia coli*, łączą wypływ leków z wewnętrznym ruchem protonów przez błonę komórkową. EmrE jest prototypowym członkiem rodziny SMR (small multidrugresistance) i jest jednym z najmniejszych znanych transporterów w przyrodzie, złożonym z zaledwie 110 reszt aminokwasowych. Badania wykazały, że podstawową jednostką funkcjonalną EmrE jest oligomer, jak można się było spodziewać po białku błonowym o niewielkich rozmiarach [1].

Celem mojej pracy doktorskiej jest zaprojektowanie potencjalnych inhibitorów oraz przedstawienie hipotezy dotyczącej mechanizmu transportu i mechanizmu rozpoznawania przez białko EmrE toksycznych związków. W minionym roku akademickim zostały dokończone symulacje równowagowe oraz wyznaczone zostały profile energetyczne tworzenia kompleksów białkowych dla dopracowanej struktury EmrE z dostępnej struktury pochodzącej z bazy danych PDB. Symulacje te są przeprowadzane za pomocą programu GROMACS i pakietu PLUMED. W symulacjach tych znajdują się trajektorie dimeru umieszczonego w błonie [4], zarówno w towarzystwie ligandu oraz bez niego. Użytym ligandem został kation tetrafenylofosfoniowy (TPP+). Celem przeprowadzenia symulacji jest określenie oraz zaproponowanie możliwego mechanizmu transportu, ale też mechanizmu rozpoznawania molekularnego [3, 5]. Z otrzymanych rezultatów, poznając dobrze zarówno strukturę oraz sposób działania białka EmrE, będzie można przejść do kolejnego etapu, czyli projektowanie potencjalnych inhibitorów.

Literatura:

- [1] I. Ubarretxena-Belandia, J.M. Baldwin, S.Schuldiner, C.G. Tate, *EMBO J* 22, 81,2003.
- [2] E. A.Morrison, G. T. Dekoster, S. Dutta, R. Vafabakhsh, M. W. Clarkson, A. Bahl, *Nature* 481, 45,2012.
- [3] A. E. Robinson, N. E. Thomas, E. A. Morrison, B. M. Balthazor, K. A. Henzler-Wildmant, *Proc Natl AcadSci* 114, 103,2017.
- [4] S. Dutta, E. A. Morrison, K. A. Henzler-Wildman, *Biochim Biophys Acta. Biomembr* 1838, 22, 2014.
- [5] Y-J. Chen, O. Pornillos, S. Lieu, C. Ma, A. P. Chen, G. Chang, *Proc Natl Acad Sci* 104, 48, 2007.

EWALUACJA ODPOWIEDZI KOMÓRKOWEJ NA NOWE INHIBITORY TELOMERAZY

mgr inż. Natalia Maciejewska, II rok

Opiekun naukowy: prof. dr hab. inż. Maciej Bagiński

Telomeraza jest rybonukleoproteinowym kompleksem odgrywającym kluczową rolę w procesie proliferacji komórek, homeostazy oraz transformacji nowotworowej dzięki zdolności do syntezy powtórzeń TTAGGG telomerowego DNA na końcach 3' liniowych chromosomów. Komórki nowotworowe w odróżnieniu od prawidłowych charakteryzują się telomerami o niewielkiej długości, co stwarza możliwość blokowania procesu kancerogenezy poprzez inhibicję aktywności telomerazy bez skutków ubocznych dla komórek zdrowych. Ustalono bowiem, że enzym ten jest aktywny w około 85% komórek nowotworowych, przy jednoczesnej niskiej ekspresji w komórkach prawidłowych, co czyni go obiecującym celem molekularnym w chemioterapii przeciwnowotworowej [1].

Złożone i wielopoziomowe podłoże molekularne dotyczące regulacji aktywności telomerazy umożliwia zastosowanie wielu strategii w kierunku inhibicji tego enzymu wykazującego funkcję odwrotnej transkryptazy. Jedną z nich jest celowanie w podjednostkę katalityczną hTERT, odpowiedzialną za aktywność enzymatyczną [2]. Mimo, że podjednostka ta została wyczerpująco zbadana jako cel, do tej pory żadna z obiecujących cząsteczek nie została zarejestrowana jako lek, dlatego wciąż istnieje zapotrzebowanie na nowe związki, będące inhibitorami telomerazy, a w szczególności tej podjednostki [3].

Przedmiotem badań prowadzonych w ramach mojej dysertacji doktorskiej są pochodne chalkonów i karbazoli, finansowane w ramach projektu STRATEGMED NCBiR „TARGETTELO” oraz pochodne antrachinonów, które otrzymałam dzięki współpracy Katedry Technologii Leków i Biochemii z Politechniką Lwowską.

Badania rozpoczęłam od szerokiego przebadania związków poprzez wyznaczenie cytotoksyczności wobec komórek niedrobnokomórkowego raka płuc A-549 w hodowli *in vitro* za pomocą testu MTT oraz określenia stopnia inhibicji telomerazy w odpowiedzi na działanie nowych pochodnych, zmodyfikowaną metodą TRAP (z ang. *Telomerase Repeated Amplification Protocol*). Najbardziej obiecujące związki, wyselekcjonowałam do dalszych badań, które obejmowały: określenie wpływu nowych pochodnych na progresję cyklu komórkowego, morfologię jądra oraz ekspresję podjednostki hTERT na poziomie mRNA i białka. Wyzaczyłam również zdolność do indukcji uszkodzeń DNA, a następnie badałam rodzaj śmierci komórkowej jakiej podlegają komórki nowotworowe po indukcji związkami.

Literatura:

- [1] S. C. Akincilar, B. Unal, V. Tergaonkar, *Cell. Mol. Life Sci.* **73**, 8, 2016.
- [2] M. A. Jafri, S. A. Ansari, M. H. Alqahtani, J. W. Shay, *Genome Med.* **8**, 1, 2016.
- [3] V. Sekaran, J. Soares, and M. B. Jarstfer, *J. Med. Chem.* **57**, 3, 2014.

Praca finansowana ze środków NCN w ramach projektu STRATEGMED nr 3/306853/9/NCBR/2017 „Nowe związki o działaniu przeciwnowotworowym zaburzające funkcje telomerów” „TARGETTELO”

ODPOWIEDŹ KOMÓRKOWA INDUKOWANA PRZEZ NIESYMETRYCZNE BISAKRYDYNY SKONIUGOWANE Z NANOCZĄSTKAMI W KOMÓRKACH LUDZKICH RAKÓW OKRĘŻNICY I PŁUC

mgr inż. Joanna Pilch, II rok

Promotor: dr hab. Ewa Augustin, prof. nadzw. PG

Skuteczne metody leczenia nowotworów są wciąż ograniczone, m.in. z powodu braku istotnych różnic pomiędzy komórkami nowotworowymi, a prawidłowymi. Chemioterapia wywołuje wiele efektów ubocznych, które mogą powodować niespecyficzne działanie leku [1]. W celu obniżenia działań niepożądanych oraz podniesienia specyficzności chemoterapeutyków względem komórek nowotworowych poszukiwane są nowe metody ich dostarczania do komórek guza. Jedną z nich, jest zastosowanie nanocząstek, m.in. kropek kwantowych (ang. Quantum Dots, QD) jako platform transportujących [2].

Otrzymane w Zespole Chemii i Biochemii Związków Przeciwnowotworowych pochodne niesymetrycznych bisakrydyn (ang. unsymmetrical bisacridine, UAs) charakteryzują się wysoką aktywnością cytotoksyczną *in vitro* i przeciwnowotworową *in vivo* wobec wielu ludzkich nowotworów, w tym okrężnicy i płuc [3, 4].

W trakcie badań prowadzonych podczas II roku studiów doktoranckich zbadalam wpływ UAs (C-2028 oraz C-2045) i ich koniugatów z dwoma rodzajami QD: czerwonymi i zielonymi na przebieg cyklu życiowego oraz indukcję przyspieszonego procesu starzenia w komórkach nowotworowych i prawidłowych. Przeprowadziłam także badania dotyczące procesu wnikania UAs i ich koniugatów do komórek badanych linii oraz określiłam ich wpływ na indukcję kwaśnych organelli z jednoczesną kolokalizacją badanych związków w komórce.

Skoniugowanie UAs z QD indukowało wyraźne zmiany w progresji komórek nowotworowych w cyklu życiowym, które to w komórkach prawidłowych przebiegały z mniejszą intensywnością. Koniugaty bisakrydyn z QD indukowały proces przyspieszonego starzenia w komórkach nowotworowych znacznie intensywniej niż nieskoniugowane UAs. Mikroskopia konfokalna wykazała, iż skoniugowanie bisakrydyn z QD (głównie C-2028) znacząco zwiększało ilość dostarczanego związku oraz jego akumulację w komórkach nowotworowych (linia H460), a także prowadziło do zwiększenia ilości kwaśnych organelli w komórkach w stosunku do komórek traktowanych nieskoniugowanymi UAs.

Literatura:

- [1] P. Rafiei, A. Haddadi, *Pharm. Nanotechnol.* 5, 1, 2017.
- [2] E. Matysiak-Brynda, P. Bujak, E. Augustin, A. Kowalczyk, Z. Mazerska, A. Pron, A. M. Nowicka, *Nanoscale*, 10, 1286, 2018.
- [3] J. Konopa, B. Horowska, E. Paluszkiwicz, B. Borowa-Mazgaj, E. Augustin, A. Skwarska, Z. Mazerska, EP 3070078, 2017.
- [4] J. Konopa, B. Horowska, E. Paluszkiwicz, B. Borowa-Mazgaj, E. Augustin, A. Skwarska, Z. Mazerska, US Patent: US10,202,349 B2, 2019.

*Praca finansowana ze środków NCN w ramach projektu OPUS nr DEC 2016/23/B/NZ7/03324:
„Odpowiedź biologiczna indukowana przez niesymetryczne bisakrydyny o wysokiej aktywności
przeciwnowotworowej w komórkach ludzkiego raka okrężnicy i płuc, wzmocniona przez dostarczanie tych
związków w postaci koniugatów z nanocząstkami”.*

BADANIE ODDZIAŁYWAŃ PRZEDSTAWICIELI GRUPY AROMATYCZNYCH MAKROLIDÓW HEPTAENOWYCH ZE STEROLAMI ZAWARTYMI W BŁONACH LIPIDOWYCH METODAMI DYNAMIKI MOLEKULARNEJ

mgr inż. Julia Borzyszkowska-Bukowska, III rok

Promotor: prof. dr hab. inż. Jan Mazerski

Promotor pomocniczy: dr inż. Tomasz Laskowski

Aromatyczne makrolidy heptaenowe (AMH) należą do grupy przeciwgrzybowych antybiotyków polienowych [1]. Amfoterycyna B (AmB) oraz Nystatyna, czyli niearomatyczni przedstawiciele makrolidów heptaenowych, mają istotne znaczenie kliniczne w leczeniu, odpowiednio grzybic wewnętrznych i zewnętrznych. Molekularne podstawy mechanizmu działania AMH nie były do tej pory badane. Można założyć - na podstawie podobieństwa strukturalnego do AmB - że pierwszym i kluczowym etapem dla aktywności i selektywności tych związków jest oddziaływanie z błoną lipidową, a konkretnie sterolami w niej zawartymi [2]. Do tej pory związki należące do grupy AMH w swojej natywnej formie nie znalazły szerokiego zastosowania w medycynie. Wyniki najnowszych badań nad tą podgrupą antybiotyków potwierdzają możliwość uzyskania ich stabilnych pochodnych w postaci izomerów all-trans na drodze fotochemicznej izomeryzacji [3].

Prowadzone badania obejmują trzech przedstawicieli AMH: kandycydynę D, gedamycynę oraz wacydynę w formie natywnej i all-trans. Eksperymenty obliczeniowe mają na celu przede wszystkim określenie zależności pomiędzy powinowactwem antybiotyku do sterolu, a geometrią pierścienia makrolidowego. Otrzymane rezultaty mogą stać się pierwszym krokiem dla wyjaśnienia molekularnych podstaw o ponad rząd wielkości wyższej aktywności biologicznej AMH w porównaniu do AmB.

Symulacje przeprowadzone do tej pory dla kandycydyny D oraz gedamycyny doprowadziły do uzyskania profili oraz map energii swobodnej opisujących oddziaływanie związków ze sterolami zawartymi w błonie lipidowej. Potwierdzają one korzystny wpływ zmiany geometrii chromoforu (z cis-trans na all-trans) antybiotyku na jego powinowactwo do cholesterolu lub ergosterolu.

Literatura:

- [1] S. A. Waksman, H. A. Lechevalier, C. P. Schaffner, *Bull. World Health Organ.* **33**, 219, 1965.
- [2] A. Neumann, M. Baginski, J. Czub, *J. Am. Chem. Soc.* **132**, 18266, 2010.
- [3] P. Szczeblewski, T. Laskowski, A. Bałka, E. Borowski, S. Milewski, *J. Nat. Prod.* **81**, 1540, 2018.

*Praca finansowana ze środków NCN w ramach projektu OPUS nr UMO-2016/23/B/NZ7/01223:
„Pochodne aromatycznych makrolidów polienowych o polepszonej selektywnej toksyczności”.*

OCENA MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA PRODUKTÓW PSZCZELICH JAKO ALTERNATYWA LUB UZUPEŁNIENIE KLASYCZNEJ ANTYBIOTYKOTERAPII

***mgr Katarzyna Grecka, III rok
Promotor: dr hab. inż. Piotr Szweda***

Staphylococcusepidermidis jest zwykle nieszkodliwą bakterią komensalną występującą powszechnie na ludzkiej skórze. W określonych warunkach, przede wszystkim związanych z wszczepianiem implantowych wyrobów medycznych, *S. epidermidis* może zmienić styl życia z kolonizującego na inwazyjny. Występowanie *S. epidermidis* jako oportunistyczny patogen jest ściśle związane ze zdolnością tego gatunku do tworzenia biofilmu [1].

Obiecującymi kandydatami do potencjalnego zastosowania w leczeniu i profilaktyce infekcji gronkowcowych wydają się produkty pochodzenia pszczelego. Szczególnie ciekawym produktem jest propolis, mieszanina wielu substancji powstająca z wydzielin żywicznych pączków liściowych drzew lub krzewów do której następnie pszczoły dodają воск i niewielkie ilości wydzieliny gruczołowej [2].

Celem pracy było zbadanie aktywności biologicznej etanolowych ekstraktów propolisów (EEP), produktów pochodzenia pszczelego pozyskanych z polskich pasiek wobec szczepu *Staphylococcusepidermidis* rosnącego w postaci biofilmu. Ponadto istotną częścią pracy było oznaczenie jakościowe oraz ilościowe zawartości związków polifenolowych zawartych w badanych próbkach propolisu.

Literatura:

- [1] M. Otto, *Nat Rev Microbiol* 7, 555, 2009.
- [2] J.M.Sforcin, V.J. Bankova, *Ethnopharmacol.* 133, 253, 2011.

*Praca finansowana ze środków NCNw ramach projektu SONATA BIS nr 2015/18/E/NZ6/00700:
„Ocena możliwości wykorzystania produktów pszczelich oraz bakteriocyn syntetyzowanych przez mikroflorę
tych produktów jako alternatywę lub uzupełnienie klasycznej antybiotykoterapii”.*

TRIAZOLOAKRYDON C1305 I JEGO POCHODNE JAKO MULTIMODALNE ZWIĄZKI ZABURZAJĄCE FUNKCJE TELOMERÓW

mgr inż. Mateusz Heldt, III rok

Opiekun naukowy: prof. dr hab. inż. Maciej Bagiński

8-podstawione triazoloakrydony zostały po raz pierwszy zsyntezowane pod koniec lat 80. ubiegłego stulecia w KTLiBWCh PG. We wstępnym screeningu w modelu raka jajnika HeLa S3 *in vitro* oraz modelu mysiej białaczki P388 *in vivo* wyselekcjonowano związek znany pod nazwą kodową C1305[1].

Badania mechanistyczne przeprowadzone w naszej grupie badawczej wskazują na topoisomerazę II α jako główny cel molekularny. W szczególności C1305 jest interkalatorem zdolnym do stabilizacji kompleksów topoisomeraza II-DNA [2]. Związki takie nazywamy truciznami topoisomerazy II. Cechą wyróżniającą C1305 spośród innych trucizn topoisomerazy II (w tym również z grupy akrydyn) jest wysoka specyficzność dotopoisomerazy II α oraz znacząco mniejsza liczba stabilizowanych kompleksów białko-DNA przy ekwitoksycznych dawkach. Zaproponowano hipotezę o specyficzności sekwencyjnej oddziaływań C1305 z DNA. Dalsze badania zasugerowały istnienie specyficznego sposobu wiązania C1305 do sekwencji trypletów guaninowych [3]. Obalono jednocześnie hipotezę selektywności sekwencyjnej.

Indukcja specyficznych zmian struktury DNA w obrębie trójek G sugeruje zdolność związku C1305 do zaburzania wiązania specyficznych sekwencyjnie białek. Do regionów bogatych w tryplety guaninowe należą m.in. regiony regulatorowe promotorów (np. genu *CMYC*) oraz telomery (u ssaków powtórzenia TTAGGG). Istotnie wykazano, iż związek C1305 jest zdolny do zaburzania wiązania kompleksu szelteryiny *in vitro*, a w szczególności kluczowych białek strukturalnych TRF1 oraz TRF2.

We wcześniejszych badaniach prowadzonych w naszym zespole zwrócono uwagę na charakterystyczny przebieg krzywej przeżywalności związku C1305 (bifazowość). Podobnie, jak w przypadku innych związków bezpośrednio lub pośrednio uszkadzających DNA, C1305 indukuje proces starzenia komórkowego [4]. Poziom przeżywalności obserwowany w teście MTT (aktywność metaboliczna) dla dawek subletalnych nie koreluje jednak z testem SRB (ilość białka). Wykazano, że C1305 pozytywnie reguluje szlak biogenezy mitochondrialnej, prowadząc do wzrostu liczby mitochondriów w komórkach starzejących się.

Literatura:

- [1] W. M. Cholody, S. Martelli, J. Konopa, *J. Med. Chem.* **33**, 2852, 1990.
- [2] K. Lemke, V. Poindessous, A. Skladanowski, A.K. Larsen, *Mol.pharmacol.* **66**, 1035, 2004.
- [3] K. Lemke, M. Wojciechowski, W. Laine, C. Bailly, P. Colson, M. Baginski, A. K. Larsen, A. Skladanowski, *NucleicAcids Res.* **33**, 6034, 2005.
- [4] M. Sabisz, A. Skladanowski, *Cell Cycle* **8**, 3208, 2009.

*Praca finansowana ze środków NCBiRw ramach projektu STRATEGMED
nrSTRATEGMED3/306853/9/NCBR/2017: „Nowe związki o działaniu przeciwnowotworowym zaburzające
funkcje telomerów”.*

PRZEMIANY METABOLICZNE *IN VITRO* NIESYMETRYCZNYCH BIS-AKRYDYN WOBEC KOMÓREK NOWOTWOROWYCH ORAZ ICH WPŁYW NA AKTYWNOŚĆ REKOMBINANTOWYCH IZOENZYMÓW P450

mgr inż. Anna Mieszkowska, III rok

Promotorzy: prof. dr hab. inż. Zofia Mazerska, dr hab. Ewa Augustin

Przedmiotem badań prowadzonych w ramach mojej pracy doktorskiej są niesymetryczne bis-akrydyny o symbolach C-2028, C-2045 i C-2053. Wykazały one aktywność cytotoksyczną wobec wielu linii komórek nowotworowych tj. prostaty, piersi, jelita oraz trzustki i hamowały wzrost ludzkich nowotworów przeszczepionych na nagie myszy [1]. Dotychczas wykazałam, że związki C-2028, C-2045 i C-2053 podlegają biotransformacji wobec enzymów mikrosomalnych, która prowadzi do kilku głównych metabolitów. Następnie kontynuowałam powyższe prace rozszerzając je o badania przemian metabolicznych badanych związków wobec ludzkich enzymów rekombinantowych I fazy (P450 2C19 i P450 3A4) oraz II fazy (UGT z rodzin 1A i 2B). Związek C-2045 wykazał znacząco niższą podatność na metabolizm wobec P450 w porównaniu z C-2053 (analog bez grupy hydroksylowej) i C-2028 (analog bez grupy hydroksylowej i metylowej). Badania przesiewowe wykazały również, że tylko związek C-2045 (analog z grupą hydroksylową) ulegał glukuronidacji wobec UGT1A1, UGT1A9 i UGT1A10. Ponadto badane bis-akrydyny znacząco hamowały aktywność izoenzymów UGT1A1 i UGT2B7.

W minionym roku przeprowadziłam badania nad metabolizmem niesymetrycznych bis-akrydyn wobec trzech linii komórek nowotworowych tj. ludzkiego raka okrężnicy HCT116 o naturalnie niskiej ekspresji izoenzymów UGT, HCT116_1A10 transfekowanej wektorem z genem UGT1A10 oraz gruczolaka jelita grubego HT29 o naturalnie wysokiej ekspresji izoenzymów UGT. Zbadałam również wpływ tych związków na aktywność izoenzymów cytochromu P450: P450 2C19 i 3A4. Zarówno w komórkach nowotworowych HCT116_1A10 jak i HT29 w wyniku traktowania związkiem C-2045 otrzymano produkty reakcji glukuronidacji. Pozostałe związki nie wykazały zdolności do przemian metabolicznych we wszystkich trzech liniach komórkowych. Zaobserwowałam jedynie powstawanie śladowych ilości produktów monomerycznych. Ponadto wszystkie cztery związki hamowały aktywność izoenzymu P450 3A4, natomiast nie miały one wpływu na aktywność P450 2C19.

Podsumowując, analiza otrzymanych dotychczas wyników wykazała, iż pomimo podobieństwa struktur niesymetrycznych bis-akrydyn do monomerycznych pochodnych akrydyny, szlaki przemian metabolicznych nowych badanych związków różnią się w sposób istotny. W kolejnym roku będę kontynuowała badania, które pozwolą na głębsze poznanie zaobserwowanych różnic, a także zbadać wpływ tych związków na aktywność wybranych enzymów metabolizujących leki w układach komórkowych.

Literatura:

- [1] Konopa J. et al., Patent US, US 10,202,349 B2, data publikacji 12.02.2019

OCENA MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA PRODUKTÓW PSZCZELICH JAKO ŹRÓDŁA MIKROFLORYWYTWARZAJECEJ SUBSTANCJE BĘDĄCE UZUPEŁNIENIEM LUB ALTERNATYWĄ DLA KLASYCZNEJ ANTYBIOTYKOTERAPII

***mgr inż. Magdalena Pajor, III rok
Promotor: dr hab. inż. Piotr Szweda***

Bakterie z rodzaju *Staphylococcus*. należą do najważniejszych patogenów ludzi i zwierząt, które w alarmującym tempie nabywają oporność na stosowane powszechnie antybiotyki. Na szczególną uwagę zasługują szczepy gronkowca złocistego określane jako MRSA – Methicillin Resistant *S. aureus*, które charakteryzują się opornością na niemal wszystkie antybiotyki β laktamowe. Innymi interesującymi mikroorganizmami z punktu widzenia patogenności względem ludzi są szczepy *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli* i *Listeria monocytogenes*. Możliwość zastosowania związków wyizolowanych ze źródeł naturalnych działających w sposób bakteriostatyczny lub bakteriobójczy wydaje się obiecującym i przyjaznym dla środowiska podejściem, ponadto jest ekscytującym kierunkiem badań.

Do tej pory szczególnie ciekawe okazały się wyniki dotyczące metabolitów hamujących wzrost gronkowców: *S. aureus* i *S. epidermidis* oraz *L. monocytogenes*. Zaobserwowano mniejszą aktywność wobec bakterii Gram-ujemnych: *E. coli* i *P. aeruginosa*.

Po przeanalizowaniu sekwencji genów 16S rRNA. okazało się, że 80,4% wyizolowanych szczepów należy do rodzaju *Bacillus*. Wyizolowano też szczepy z rodzajów *Paenibacillus*; *Lysinibacillus*, *Microbacterium* i *Staphylococcus*.

Do dalszych badań wybrano szczep z rodzaju *Paenibacillus* wyizolowany z miodu gryczanego. Obecnie prowadzone są prace nad analizą sekwencji całego genomu szczepu *Paenibacillus*, optymalizacji warunków produkcji substancji potwierdzonych właściwościami antibakteryjnymi względem szczepów wzorcowych – *L. monocytogenes*, *S. aureus* i *E. coli*. Po próbie oczyszczenia substancji białkowej została przeprowadzona analiza de Novo sequencing.

*Praca finansowana ze środków NCN o numerze 2015/18/E/NZ6/00700 w ramach projektu SONATA BIS 5
„Ocena możliwości wykorzystania produktów pszczelich oraz bakteriocyn syntetyzowanych przez mikroflorę
tych produktów jako alternatywa lub uzupełnienie klasycznej antybiotykoterapii”*

JEDNOSTKA KATALITYCZNA TELOMERAZY JAKO POTENCJALNY CEL MOLEKULARNY W CHEMIOTERAPII PRZECIWNOWOTWOROWEJ

Mgr Katarzyna Serbakowska, III rok

Opiekun naukowy: prof. dr hab. inż. Maciej Bagiński

Stabilność materiału genetycznego organizmu na poziomie pojedynczych komórek zapewniona jest dzięki szeregowi mechanizmów komórkowych. Jednym z takich mechanizmów jest występowanie na końcach chromosomów telomerów. Telomerami nazywane są fragmenty niekodującego DNA w kompleksie z białkami szelterynowymi. Odpowiadają one za utrzymanie zdolności do podziałów komórkowych aż do krytycznego skrócenia jednej z nici DNA telomerowego i wystąpienia „problemu replikacyjnego końca”. Kontynuacja podziałów spowodowałaby utratę fragmentu materiału genetycznego kodującego funkcjonalne białko. Przejście komórki w stan spoczynku lub jej apoptoza ma na celu uniemożliwienie dalszych podziałów i utraty telomerów. Skrócona nie telomerowego DNA może zostać odtworzona w komórkach z wykorzystaniem enzymu telomerazy. Telomeraza jest nieaktywna w 95% zdrowych komórek somatycznych.

Jedną z cech odróżniających komórki nowotworowe od większości zdrowych komórek somatycznych człowieka jest ich ciągła zdolność do podziałów (unieśmiertelnienie). Komórki przekraczają ilość podziałów wyznaczonych przez limit Hayflicka dzięki zdolności do odtwarzania telomerów przy pomocy telomerazy. Telomeraza składa się z dwóch podjednostek: katalitycznej, odpowiedzialnej za syntezę powtórzeń telomerowego DNA (TERT), oraz fragmentu nie-kodującego RNA stanowiącego matrycę do tej syntezy (TR). Szacuje się, że 80-90% komórek nowotworowych wykazuje się konstytutywną produkcją telomerazy. Fakt ten sprawia, że telomeraza stanowi obiecujący cel molekularny w projektowaniu leków przeciwnowotworowych.

Celem mojej pracy jest zaprojektowanie nowych inhibitorów podjednostki katalitycznej telomerazy bazując na różnorodnych strategiach modelowania molekularnego, na bazie struktury chalkonów i pirazoli, oraz rozpoznanie strukturalnych analogii z innymi inhibitorami telomerazy i określenie elementów strukturalnych odpowiedzialnych za ich aktywność.

Praca finansowana ze środków NCBIr w ramach projektu STRATEGMED (program strategiczny „PROFILAKTYKA I LECZENIE CHOROÓB CYWILIZACYJNYCH”) nr 3/306853/9/NCBR/2017: „Nowe związki o działaniu przeciwnowotworowym zaburzające funkcje telomerów” (TARGETTELO).

AKTYWNOŚĆ PRZECIWDROBNOUSTROJOWA NOŚNIKÓW NANOKONIUGATÓW MOLEKULARNYCH Z INHIBITORAMI ENZYMATYCZNYMI

mgr inż. Dorota Martynow, IV rok

Promotor: prof. dr hab. inż. Sławomir Milewski

Oporność drobnoustrojów na tradycyjne antybiotyki to coraz częstszy problem natury medycznej. Dodatkowo, z roku na rok wzrasta liczba osób cierpiących z powodu chorób związanych z układem immunologicznym. Oba te czynniki mają wpływ na zapadalność na infekcje grzybicze. Z tego powodu naukowcy poszukują nowych rozwiązań, które często polegają na modyfikacji już otrzymanych cząsteczek aktywnych.

Aby ominąć komplikacje związane z chemioterapią przeciwgrzybową, opracowuje się różne sposoby pozwalające na wyeliminowanie problemów związanych ze standardową chemioterapią. Tym rozwiązaniem są nośniki leków. Nośniki leków są to cząsteczki doczepione do natywnego chemoterapeutyku, które mają na celu ułatwienie jego transportu do wybranego rodzaju komórek oraz polepszenie jego stabilności i rozpuszczalności w organizmie pacjenta. Jest to istotne, ponieważ poprawienie właściwości leku ma znaczący wpływ na zmniejszenie jego toksyczności wobec zdrowych komórek chorego.

W trakcie IV roku studiów doktoranckich przeprowadziłam badania dotyczące trzech rodzajów nośników substancji czynnych – peptydów penetrujących, parasoli molekularnych i związków z łącznikiem typu trimetyl-lock. Analiza prezentowana przeze mnie jest kontynuacją badań z poprzedniego roku akademickiego. Wyniki przedstawione w niniejszej pracy dotyczą modyfikacji antybiotyku przeciwbakteryjnego – ciprofloksacyny, substancji przeciwgrzybowej - cispentacyny oraz kwasu N^3 -(4-metoksyfumarylo)-L-2,3-diaminopropanowego (dalej FMDP) o potencjalnym działaniu przeciwdrobnoustrojowym. Przedstawiłam również badania związane z ich mechanizmem działania. Pierwsza grupa wyników jest kontynuacją badań z poprzedniego roku i dotyczy aktywności przeciwgrzybowej oraz hydrolizy enzymatycznej parasoli molekularnych z cispentacyną oraz FMDP. W drugiej części przedstawiłam wyniki dotyczące aktywności przeciwgrzybowej antybiotyku przeciwbakteryjnego – ciprofloksacyny oraz FMDP wraz z peptydami penetrującymi. Wykonałam obserwacje mikroskopowe przy pomocy mikroskopu konfokalnego, aby określić zdolność związku do gromadzenia się w komórkach grzybowych oraz przedstawiłam wyniki dotyczące aktywności przeciwgrzybowej kolejnej grupy związków tego typu. Kolejnym badaniem było zbadanie aktywności przeciwgrzybowej związków z łącznikiem typu trimetyl-lock z FMDP i cispentacyną. Badanie wykonałam względem czterech szczepów referencyjnych: *C. albicans* ATCC 10231, *C. albicans* SC 5314, *C. glabrata* oraz *C. krusei*.

BADANIA ODDZIAŁYWAŃ LIGANDÓW Z G-KWADRUPLEKSAMI FORMAMI DNA

mgr inż. Jakub Grynda, V rok
Promotor: prof. dr hab. inż. Jan Mazerski

G-kwadrupleksy to niekanoniczne formy DNA, które mogą powstać w rejonach bogatych w guaninę. Podstawową jednostką strukturalną jest G-tetrada, która jak sama nazwa wskazuje, jest złożona z czterech guanin połączonych wiązaniami wodorowymi typu Hoogsteen [1]. Przeważnie występują one w rejonach odpowiedzialnych za regulację ekspresji genomu. W tym telomerach oraz promotorach onkogenów takich jak *c-Myc*, *BCL-2*, *KRAS* [2]. Uważa się, że G-kwadrupleksy odgrywają znaczną rolę w regulacji procesów transkrypcji, translacji i replikacji DNA [3]. W celu zmniejszenia ekspresji genów stosuje się małocząsteczkowe ligandy oddziałujące z niekanonicznymi formami DNA [2].

Mimo zainteresowania i syntezy znacznej liczby ligandów oddziałujących z G-kwadrupleksami do tej pory nie było prowadzone badania nad termodynamiką oddziaływań pomiędzy ligandami a DNA. Podczas swojej prezentacji przedstawię wyniki badań nad próbą charakterystyki oddziaływań wybranych ligandów z G-kwadrupleksami, które przeprowadziłem podczas stażu naukowego w Konan Uniwersitet – Japonia w zespole prof. Sugimoto

Literatura:

- [1] S. Burge, G. N. Parkinson, P. Hazel, A. K. Todd, S. Neidle, *Nucleic Acids Res.* **19**, 34, 2006.
- [2] V. S. Chambers, G. Marsico, J. M. Boutell, M. Di Antonio, G. P. Smith, S. Balasubramanian, *Nat Biotechnol.* **8**, 33, 2015.
- [3] S. Balasubramanian, L. H. Hurley, S. Neidle, *Nat Rev Drug Discov.* **4**, 10 2011.

*Praca finansowana ze środków NCN w ramach projektu Etiuda nr 2018/28/T/ST5/00165:
„Budowa chemiczna i stereostruktura kowalencyjnych adduktów wybranych przeciwnowotworowych
pochodnych akrydyny z zasadami DNA”.*

KATEDRA TECHNOLOGII POLIMERÓW

ZASTOSOWANIE FUNKCJONALIZOWANYCH POLIOLEFIN I AMFIFILOWYCH KOPOLIMERÓW W ROLI MODYFIKATORÓW ASFALTU

mgr inż. Anna Grzegórska, I rok

Opiekun naukowy: dr hab. inż. Lidia Jasińska-Walc, prof. nadzw. PG

Światowa produkcja asfaltu wynosi ponad 100 milionów ton metrycznych rocznie. Niski koszt asfaltu oraz jego korzystne właściwości takie jak: wodoodporność, wytrzymałość czy elastyczność sprawiają, że jest powszechnie wykorzystywany do wytwarzania nawierzchni drogowych a także w membranach dachowych czy uszczelnieniach [1]. Pomimo licznych zalet materiał ten posiada też pewne wady. Wady te dotyczą głównie słabej adhezji do kruszywa mineralnego czy wrażliwości temperaturowej.

W ostatnich latach coraz większe zainteresowanie budzi możliwość poprawy właściwości asfaltu poprzez jego modyfikację za pomocą polimerów. Głównymi modyfikatorami polimerowymi asfaltu są elastomery – stanowią około 75%, natomiast 15% to plastomery, do pozostałych 10% zalicza się m.in. odpady gumowe [2]. Biorąc pod uwagę względy ekonomiczne szczególną uwagę skupia się ostatnio na modyfikatorach poliolefinowych. Jednakże poliolefiny, ze względu na niepolarny charakter, wykazują słabe powinowactwo do asfaltu. Ponadto ich wysoki stopień krystaliczności może powodować zwiększenie podatności asfaltu na pękanie w niskich temperaturach [3].

Podczas I roku SD wykonałam przegląd literatury dotyczący technik modyfikacji asfaltu oraz stosowanych modyfikatorów. Szczególną uwagę poświęciłam poliolefinom i produktom ich modyfikacji, jako wydajnym i tanim alternatywom dla obecnie stosowanych modyfikatorów: kopolimerów styren-butadien-styren, etylen-octan winylu lub etylen-akrylan butylu.

W ramach pracy badawczej, przeprowadzonej podczas I roku SD, zsyntezowałam funkcjonalizowaną poliolefinę oraz oparte na nich amfifilowe kopolimery. W celu przygotowania tych materiałów wykorzystałam dwie techniki: funkcjonalizację w reaktorze oraz reaktywne wytłaczanie. Głównym założeniem prac było otrzymanie modyfikatorów, które dzięki obecności polarnych grup funkcyjnych (grupy hydroksylowe czy karboksylowe) będą wykazywały zwiększoną kompatybilność z polarnymi składnikami asfaltu oraz lepszą adhezję do kruszywa mineralnego w mieszanke mineralno-asfaltowej, w porównaniu do niefunkcjonalizowanych poliolefin [3]. Analizując wyniki swoich prac zauważyłam, że dodatek funkcjonalizowanych poliolefin jako modyfikatorów asfaltu pozwala zachować optymalną lepkość układu w temperaturze 180°C. Ponadto zaobserwowałam korzystne zmniejszenie penetracji modyfikowanego asfaltu oraz wzrost temperatury mięknięcia, w porównaniu z asfaltem bazowym. Asfalty modyfikowane amfifilowymi kopolimerami charakteryzowały się również poprawioną stabilnością w trakcie przechowywania w wysokiej temperaturze.

Literatura:

- [1] F. Navarro, P. Partal, F. Martínez-Boza, *Chem Eng J.* **89**, 53, 2002.
- [2] G. Polacco, S. Filippi, F. Merusi, *Adv Colloid Interface Sci.* **224**, 72, 2015.
- [3] M. Vargas, A. Sánchez-Sólis, O. Manero, *Constr Build Mater.* **45**, 243, 2013.

SYNTHESIS, CHARACTERIZATION AND THERMOPLASTIC ELASTOMER PROPERTIES OF CARDANYL ACRYLATE AND PENTADECYL PHENYL METHACRYLATE COPOLYMERS VIA ATRP

Tomy Muringayil Joseph, MSc., 1st year

Scientific supervisor: prof. dr hab. inż. Józef T. Haponiuk

Relatively few studies on renewable resources for the derivation of thermoplastic elastomers (TPEs) are known. I have chosen to use oils as a raw material source for TPEs since they are particularly attractive source due to their low toxicity, biodegradability, availability, relatively low price, and ease of functionalization. In the 1st year, I focused on the study on synthesis and physical properties of copolymers of cardanyl acrylate and pentadecyl phenyl methacrylate which is expected to act as TPEs. I have the copolymer of the above monomers with styrene as these monomers and styrene offer a number of advantages, including low glass transition temperatures and long alkyl side chains which are highly hydrophobic and provide a greater resistance to degradation. Additionally, I hypothesize that varying the length of the side chains will allow us to tune the physical properties of the copolymer. The synthesis, morphology, and thermal and mechanical properties of these copolymers are the subject of my work. Below are the schemes for the synthesis of co polymers (Fig 1 and Fig 2).

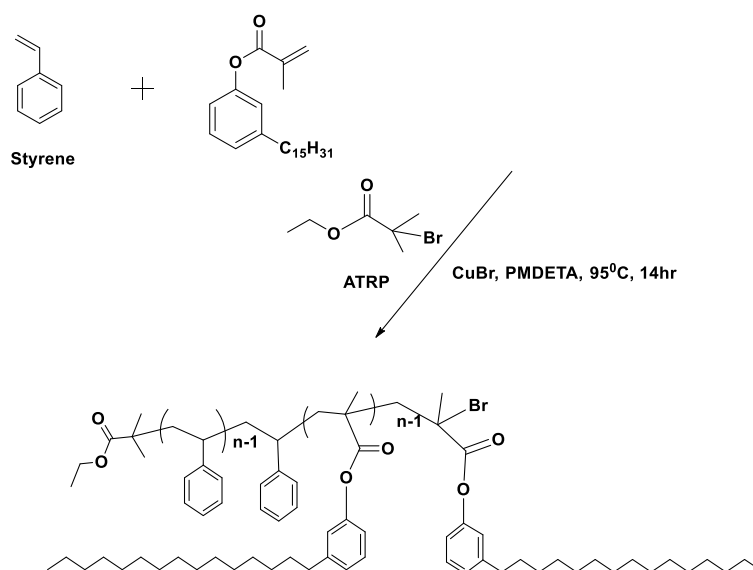


Fig 1. Copolymerization of styrene-pentadecylphenyl methacrylate via ATRP.

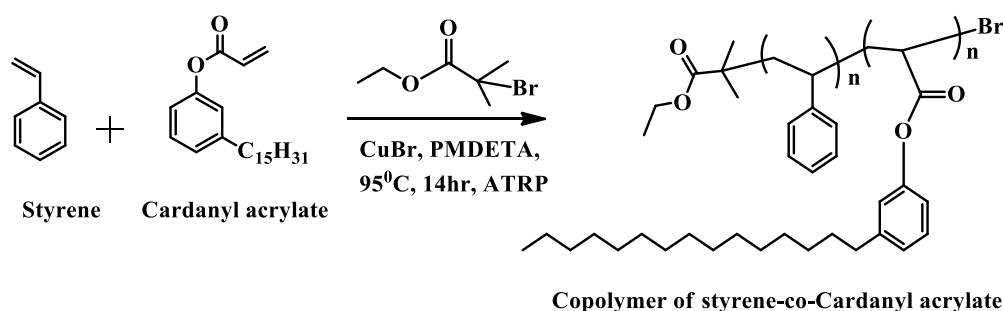


Fig 2. Preparation of Styrene-co-cardanyl acrylate copolymer via ATRP

PREPARATION AND EVALUATION OF NANO DRUG DELIVERY SYSTEMS BASED ON PAMAM OH DENDRIMERS AND NATURAL POLYMERS

Mereena Luke Pallikunnel, MSc., 1st year

Scientific supervisor: prof. dr hab. inż. Józef T. Haponiuk

Alginates are naturally available anionic polysaccharides derived from marine algae. It is a promising biomaterial particularly in the field of wound care management, due to its availability and least toxicity. Nano particle based drug delivery systems are revolutionizing the field of medicine by significantly improving the therapeutic efficacy and reducing the side effect of clinically established drugs. They have caused significant impacts on the biomedical applications. The major limits of some important drugs with hydrophobic agent such as Curcumin have the poor solubility and wettability it will leads to poor bioavailability and reduction in therapeutic efficiency. These challenges are addressed in this work presented here. This work is particularly focused on the preparation and the characterizations of metal ion cross linked alginate films loaded with curcumin nano particles. These Nano Curcumin loaded alginate films can perform as potential wound dressing material, and also it provide a greater water-absorption welling stability, bioavailability minimal solubility and are capable to maintain their integrity up to a week due to the presence of curcumin nano particles more over the nano curcumin loaded films exhibit a significant antimicrobial activities against S.aureus and E. coli. In summary, alginate-Nano curcumin loaded films suitable to formulate as an antimicrobial wound healing films.

POLIMEROWE SYSTEMY UWALNIANIA SUBSTANCJI AKTYWNYCH

Mgr inż. Paweł Szarlej, I rok

Promotor: dr hab. inż. Justyna Kucińska-Lipka

Promotor pomocniczy: dr inż. Iga Gubańska

Ostatnie lata przyniosły wiele badań nad rozwojem polimerowych systemów uwalniania substancji aktywnych (DDS, ang. *Drug Delivery Systems*). Mianem tym określa się szereg technik ukierunkowanego i kontrolowanego uwalniania leków poprzez modyfikację ich właściwości farmakokinetycznych oraz farmakodynamicznych [1]. Do najpopularniejszych polimerowych DDS należą m.in. nanocząstki, micelle, liposomy czy hydrożele [2]. Ponadto, DDS wykazują także potencjał do zastosowań w inżynierii tkankowej (TE, ang. *Tissue Engineering*). Do najbardziej znanych systemów tego typu należą m. in. rusztowania tkankowe [3], a także różnego typu opatrunki polimerowe, stosowane w celu regeneracji uszkodzonej tkanki skórnej [4].

Dzięki szybkiemu rozwojowi technologii addytywnych (AM, ang. *Additive Manufacturing*), możliwe stało się zrewolucjonizowanie metod wytwarzania polimerowych DDS. Obiecującą metodę stanowi druk z termoplastycznych filamentów (FDM, ang. *Fused Deposition Modeling*) [5]. Zaletą technologii FDM jest możliwość wykorzystania do druku termoplastycznych poliuretanów (TPU), których właściwości można w szerokim zakresie projektować.

W związku z powyższym, podczas pierwszego roku studiów doktoranckich przeprowadzono przegląd literaturowy skupiający się na analizie DDS mających za zadanie wspomaganie regeneracji skóry. W trakcie przeglądu produktów handlowych oraz dostępnej literatury, nie znaleziono matrycowych opatrunków drukowanych przy pomocy FDM, przeznaczonych do bezpośredniego stosowania na trudno gojące się rany na powierzchni skóry.

Wobec tego, zaprojektowano i zoptymalizowano proces wytłaczania filamentów, przeznaczonych do druku plastrów wspomagających regenerację tkanki skórnej. Wytworzone prototypy filamentów poddano następnie badaniu objętościowego i masowego współczynnika płynięcia (MVR, MFR) oraz ocenie profilu uwalniania substancji aktywnych przy pomocy HPLC. Ponadto, otrzymane filamenty zostały poddane degradacji krótko- i długoterminowej, wraz z oceną zmian strukturalnych i morfologicznych (MO i FTIR) przed i po procesie degradacji. Uzyskane wyniki pozwalają przypuszczać, że wybrane filamenty będą stanowiły materiał odpowiedni do druku w technologii FDM i będą skutecznie spełniać swoją rolę w postaci gotowego produktu.

Literatura:

- [1] V. Sri Vajra Priya, H. Krishna Roy, *Sch. Acad. J. Pharm.* 5, 305, 2016.
- [2] A. Srivastava, T. Yadav, S. Sharma, *Journal of Biosciences and Medicines* 4, 69, 2016.
- [3] H. Janik, M. Marzec, *Material Science and Engineering*, 48, 586, 2015.
- [4] S. Saghazadeh, C. Rinoldi, *Advanced Drug Delivery Reviews*, 127, 138, 2018.
- [5] K. Tappa, U. Jammalamadaka, *Journal of Functional Biomaterials*, 9, 1, 2018.

SYNTEZA, STRUKTURA CHEMICZNA I WYBRANE WŁAŚCIWOŚCI BEZIZOCYJANIANOWYCH POLIURETANÓW OTRZYMANYCH Z WYKORZYSTANIEM BIO-POLIOLI O RÓŻNEJ MASIE CZĄSTECZKOWEJ

mgr inż. Kamila Błażek, III rok

Promotor: prof. dr hab. inż. Janusz Datta

Poliuretany ze względu na możliwość dostosowania ich właściwości do potrzeb użytkowych znajdują zastosowanie w wielu gałęziach przemysłu. Komercyjnie poliuretany otrzymywane są w wyniku poliaddycji di- lub poliizocyjanianów do polioli z wykorzystaniem małowartościowych przedłużaczy łańcucha prepolimeru [1]. Izocyjaniany, które stanowią główny substrat do syntezy otrzymuje się z toksycznego fosgenu. Ekspozycja organizmu na działanie tego gazu, jak również izocyjanianów może przyczynić się do poważnych problemów zdrowotnych. Kolejnym problemem w stosowaniu izocyjanianów jest ich wysoka reaktywność, która wiąże się z wrażliwością tych związków na wilgoć [2]. Alternatywą dla komercyjnie otrzymywanych poliuretanów jest ich synteza drogą bezizocyjanianową. Bezizocyjanianowe poliuretany (NIPU) wykazują zwiększoną odporność chemiczną, stabilność termiczną, zmniejszoną podatność na hydrolizę oraz porównywalne właściwości mechaniczne w stosunku do konwencjonalnych poliuretanów [3]. Ponadto z uwagi na wciąż malejące zasoby ropy naftowej oraz związane z tym wahania cenowe istotne jest zastąpienie surowców petrochemicznych przez substraty otrzymywane ze źródeł naturalnych [4]. Synteza poliuretanów drogą bezizocyjanianową może być również realizowana z wykorzystaniem dwutlenku węgla, co przyczynia się do rozwoju perspektyw utylizacji tego gazu w syntezach organicznych [5].

W ramach przeprowadzanych prac laboratoryjnych, w trakcie III roku studiów doktoranckich, została opracowana metoda otrzymywania pięcioczłonowych węglanów cyklicznych z wykorzystaniem komercyjnie dostępnych bio-polioli, charakteryzujących się różnymi masami cząsteczkowymi. Do struktury chemicznej eterów diglicydylowych wbudowywano CO₂ metodą bezciśnieniową, kontrolując prędkość przepływu gazu. Następnie prowadzono reakcję poliaddycji otrzymanych węglanów cyklicznych z pochodnymi zdimeryzowanych kwasów tłuszczowych, w wyniku której otrzymano bezizocyjanianowe poliuretany. Strukturę chemiczną otrzymanych związków, na każdym etapie prac weryfikowano metodami spektroskopowymi. Scharakteryzowano również właściwości wytrzymałościowe oraz termiczne otrzymanych materiałów.

Literatura:

- [1] J. Datta, M. Włoch, *Polym. Bull.* **73**, 1459, 2016.
- [2] K. Błażek, J. Datta, *Crit. Rev. Environ. Sci. Technol.* **49**, 173, 2019.
- [3] H. Blattmann, M. Fleischer, M. Bähr, R. Mülhaupt, *Macromol. Rapid Commun.* **35**, 14, 2014
- [4] P. Parcheta, J. Datta, *Crit. Rev. Environ. Sci. Technol.* **47**, 20, 2017.
- [5] M. Fleischer, H. Blattmann, R. Mülhaupt, *Green. Chem.* **15**, 934, 2013.

*Praca finansowana ze środków NCN w ramach projektu PRELUDIUM nr UMO-2018/29/N/ST8/02444:
„Wpływ nowych bio-polioli o różnej masie cząsteczkowej na budowę chemiczną, morfologię
i wybrane właściwości poliuretanów syntezowanych bez udziału diizocyjanianów”.*

DRUKOWANE W 3D STRUKTURY ELASTYCZNE DO ZASTOSOWAŃ W INŻYNIERII TKANKOWEJ: MODELOWANIE, CHARAKTERYSTYKA I BADANIA PODATNOŚCI NA DEGRADACJĘ

mgr inż. Agnieszka Haryńska, III rok

Promotor: dr hab. inż. Justyna Kucińska-Lipka, prof. nadzw. PG

Promotor pomocniczy: dr inż. Iga Gubańska

W dziedzinie inżynierii tkankowej opracowano dotychczas wiele różnych technik formowania porowatych struktur 3D do hodowli komórek (elektroprzędzenie, termicznie indykowana separacja faz, formowanie gazowe) [1]. Nowe rozwiązania poszukiwane są ze względu na zwiększenie kontroli oraz personalizację architektury rusztowania. Połączenie technik druku 3D z modelowaniem komputerowym pozwala na precyzyjną personalizację wyrobu, dzięki czemu druk 3D jest obecnie jedną z najbardziej atrakcyjnych metod wytwarzania rusztowań tkankowych (RT). Jednym z kluczowych aspektów w produkcji RT jest dobór biomateriału który pozwoli na prawidłowy wzrost komórek. Materiał ten musi być biokompatybilny i biostabilny oraz powinien ulegać kontrolowanej degradacji w trakcie wzrostu komórek. Pomimo dostępności biomateriałów w postaci filamentów dostosowanych do druku 3D (PLA, PCL, blendy PLA/TPS), nadal brakuje elastycznych polimerów o bardzo wysokiej udarności, które mogą w znaczący sposób wspomóc rozwój inżynierii tkankowej. Obecnie prowadzone badania wskazują na to, że odpowiedni projekt i architektura rusztowania, może w znaczący sposób wpływać nie tylko na właściwości mechaniczne rusztowania ale również na prawidłowy rozwój i różnicowanie hodowanych na nich komórek [2].

W trzecim roku SD zaprojektowano serię porowatych struktur 3D o zróżnicowanej architekturze wykorzystując otrzymany we wcześniejszych etapach doktoratu poliuretanowy filament (F-EPA), i za pomocą drukarki 3D (FDM) wydrukowano elastyczne rusztowania tkankowe. Handlowy elastyczny filament Bioflex stanowił materiał odniesienia. Na wstępie dokonano oceny przydatności do druku 3D obu filamentów poprzez opracowanie profiliów druku. Następnie wydrukowane rusztowania poddano badaniom wytrzymałościowym (odporność na ściskanie 0,3-5MPa), określono ich porowatość ($p \sim 60-80\%$) oraz podatność na degradację w różnych mediach (degradacja krótkoterminowa 5M NaOH, 2M HCl, długoterminowa 0.1M PBS). Postęp degradacji monitorowano poprzez pomiar ubytku masy próbek oraz zmiany w budowie chemicznej (analiza FTIR materiału). Zbadano również wpływ inkubacji (w stymulowanym płynie ustrojowym SBF, pH 7.4) wydrukowanych struktur na właściwości mechaniczne. Wykonane badania biologiczne potwierdziły biokompatybilność wybranych struktur 3D. Podjęte badania pozwoliły na utworzenie bazy projektów porowatych rusztowań 3D przy wykorzystaniu których otrzymano, za pomocą druku 3D, elastyczne porowate struktury 3D spełniające kryteria inżynierii tkankowej.

Literatura:

- [1] H. Janik, M. Marzec, *Mater. Sci. Eng. C.* **48**, 586, 2015.
- [2] S. J. Hollister, *Nat. Mater.* **4**, 518, 2005.

REAKTYWNE SPIEKANIE ODPADÓW GUMOWYCH W OBECNOŚCI DODATKÓW WSPOMAGAJĄCYCH SIECIOWANIE

mgr inż. Łukasz Zedler, III rok

Promotor: prof. dr hab. inż. Józef Tadeusz Haponiuk

Promotor pomocniczy: dr inż. Krzysztof Formela

Zagospodarowanie odpadów gumowych, w szczególności opon samochodowych wycofanych z eksploatacji, stało się w ostatnich dziesięcioleciach znaczącym problemem ekologicznym, jak i ekonomicznym. Utylizacja wspomnianych materiałów wymaga specjalnych działań, które można podzielić na dwie grupy: (i) odzysk energetyczny i (ii) recykling. Obecnie nadal bardzo często wykorzystuje się pierwszą metodę w celu zniwelowania problemu zalegających odpadów gumowych, natomiast ze względu na rygorystyczne prawo Unii Europejskiej oraz aspekty ekonomiczne i środowiskowe poszukuje się nowych, bardziej ekologicznych metod rozwiązania tego problemu [1, 2].

W badaniach przeprowadzonych w bieżącym roku akademickim miał gumowy poddano regeneracji mechaniczno-chemicznej przy użyciu walcarki dwuwalcowej w obecności komercyjnie dostępnych związków sieciujących, powszechnie stosowanych w przetwórstwie mieszanek kauczukowych. Otrzymane regeneraty gumowe poddano rewulkanizacji.

Wpływ zastosowanych substancji chemicznych na właściwości końcowe otrzymanych rewulkanizatów został przeanalizowany i oceniony na podstawie: charakterystyki sieciowania, wytrzymałości na rozciąganie, wydłużenia przy zerwaniu, twardości, gęstości, spęczenia, frakcji zolu, gęstości usieciowania, morfologii, właściwości akustycznych oraz termicznych. Podczas sesji sprawozdawczej zostaną przedstawione wyniki przeprowadzonych badań.

Literatura:

- [1] J. Karger-Kocsis, L. Mészáros, T. Bárány, *J. Mater. Sci.* **48**, 1, 2013.
- [2] N. Singh, D. Hui, R. Singh, I.P.S. Ahuja, L. Feo, F. Franternali, *Compos. Part B-Eng.* **115**, 409, 2017.

*Praca finansowana ze środków NCBiR w ramach projektu LIDER nr LIDER/6/0035/L-8/16/NCBR/2017 :
„Opracowanie niskoemisyjnej technologii wytwarzania modyfikowanych regeneratów gumowych jako
proekologiczna metoda recyklingu zużytych opon samochodowych”*

MATERIAŁY POLIURETANOWE O ZMNIEJSZONEJ PALNOŚCI OTRZYMANE Z UDZIAŁEM BIOMASY LIGNINOCELULOZOWEJ

mgr inż. Kamila Gosz, IV rok

Promotor: prof. dr hab. inż. Józef Haponiuk

Promotor pomocniczy: dr hab. inż. Łukasz Piszczyk

Obecnie odnawialne źródła biomasy ligninocelulozowej zyskują na znaczeniu, w tym szczególnie biomasa otrzymana z pozostałości przemysłowych, która nie jest w całości zagospodarowywana. Określana jest ona także jako sucha substancja roślinna (tj. odpadowe drewno), zawierająca trzy główne składniki, a mianowicie celulozę (30-50 %), hemicelulozę (15-35%) i ligninę (20-35%), które zawierają dwie lub więcej grup hydroksylowych w cząsteczce i tworzą stabilną trójwymiarową strukturę sieci. Depolimeryzacja makrocząsteczkowych składników drewna w procesie upłynniania, a następnie reakcja z odczynnikami organicznymi, umożliwia przekształcenie biomasy drzewnej w surowiec do syntezy materiałów polimerowych, które można stosować do otrzymania materiałów poliuretanowych, podobnie jak poliole wytwarzane z ropy naftowej (PU) [1].

Poliuretany stanowią jedną w najważniejszych i najbardziej wszechstronnych klas materiałów polimerowych o szerokim zastosowaniu tj. jako elastyczne lub sztywne pianki, elastomery termoplastyczne, kleje, powłoki, żywice. Produkcja poliuretanów opiera się na reakcji poliaddycji między oligomerycznym poliiolem zakończonym grupami hydroksylowymi z diizocyjanianem. Dzięki różnorodności oligomerycznych polioli można modelować strukturę i właściwości końcowe PU. Żywice poliuretanowe znalazły również zastosowanie w modelarstwie do odlewania różnych elementów np. modeli, szablonów lub też do wykonywania form. Stosowane są jako uszczelniacze szczelin w ceglach, betonie, kamieniu, a także jako hydroizolatory [2].

W ramach prac badawczych podczas IV roku SD opracowałam innowacyjne żywice poliuretanowe oparte na bio-poliolu otrzymanym z biomasy drzewnej. Materiały te syntetyzowałam metodą jednoetapową z dwuskładnikowego układu przy różnym stosunku grup NCO do OH z użyciem mieszaniny polioli zawierającej 90% bio-poliolu. Następnie otrzymywałam kompozyty wzmacniane matą z włókna bazaltowego, przy czym stosowałam żywice o stosunku 0,9:1 NCO:OH, modyfikowane komercyjnie dostępnym związkiem zmniejszającym palność (Ro flam TCPP). Ocenę fizycznych i mechanicznych właściwości żywicy przeprowadziłam poprzez badania laboratoryjne (gęstość, stabilność wymiarowa, wytrzymałość na rozciąganie i zginanie, udarność, twardość) oraz analizę termiczną i palnościową. Uzyskane wyniki porównałam z wynikami eksperymentalnymi opisanymi w literaturze wykazując przydatność otrzymanych materiałów poliuretanowych

Literatura:

- [1] A. Hejna, P. Kosmela, M. Klein, K. Gosz, K. Formela, J. Haponiuk, Ł. Piszczyk, *Polym Degrad Stabil.* 152, 29, 2018
- [2] R. Mori, *Wood Sci Technol.* 3, 503, 2015.

SYNTEZA, STRUKTURA CHEMICZNA I WŁAŚCIWOŚCI TERMOPLASTYCZNYCH BIO-POLIURETANÓW WYTWARZANYCH Z MONOMERÓW POCHODZENIA ROŚLINNEGO

mgr inż. Paulina Kasprzyk, IV rok

Promotor: prof. dr hab. inż. Janusz Datta, prof. zw. PG

Tworzywa sztuczne są kluczowymi materiałami wykorzystywanymi w strategicznych sektorach przemysłowych, do których zalicza się budownictwo, transport, medycynę oraz gospodarstwa domowe. Zapotrzebowanie na materiały poliuretanowe (PU) stanowi ok. 8% całkowitego zużycia materiałów polimerowych i rośnie z roku na rok [1]. Zaletą materiałów PU jest możliwość ich wytwarzania o ściśle zaprojektowanych właściwościach. Materiały poliuretanowe mogą być otrzymywane w postaci pianek, elastomerów, klejów oraz termoplastów. Termoplastyczne poliuretany (TPUs) w przeciwieństwie do innych rodzajów PU mogą być ponownie przetwarzane z zastosowaniem typowych metod przetwórczych [2]. TPUs powstają w wyniku reakcji poliaddycji polioliu, diizocyjanianu oraz małowcząsteczkowego przedłużacza łańcucha prepolimeru. Materiały te charakteryzują się szerokim zakresem właściwości użytkowych [3]. Do niedawna otrzymywane były głównie z surowców pochodzenia petrochemicznego. Jednakże w ostatnich latach nastąpił wzrost produkcji tych materiałów z wykorzystaniem monomerów pochodzenia roślinnego, co wpisuje się w zasady zielonej chemii. Właściwości przygotowanych materiałów zależą od wielu czynników do których zaliczamy m.in. stosunek molowy użytych monomerów, rodzaj i właściwości stosowanych substratów [4].

W trakcie czwartego roku studiów doktoranckich zbadalam właściwości termiczne, termomechaniczne oraz proces degradacji zsyntezowanych termoplastycznych bio-poli(etero-uretanów). Wykorzystane do badań materiały syntezowano metodą dwu-etapową z monomerów pochodzenia roślinnego. Przygotowano materiały zsyntezowane w trzech stosunkach molowych grup $[NCO]/[OH]$ wynoszących odpowiednio 0.9, 0.95 oraz 1.0.

Analizę termiczną próbek termoplastów przeprowadzono przy użyciu aparatu NETZSCH TG 209 (prace zrealizowane podczas stażu naukowego). Wyznaczono temperatury ubytku masy ($T_{5\%}$ i $T_{50\%}$) oraz temperaturę w której spadek masy zachodzi z największą szybkością (T_{max}). Na podstawie uzyskanych wyników danych metodą izokonwersji Kissingera oraz Ozawa-Flynn-Wall's zbadano kinetykę degradacji.

Właściwości termomechaniczne zbadano z wykorzystaniem analizy termicznej dynamicznych właściwości mechanicznych stosując urządzenie DMA Q800 Analyser. Wyznaczono moduły (E' , E'') oraz temperaturę zeszklenia T_g .

Literatura:

- [1] PlasticsEurope, Plastics – the Fact, <https://www.plasticseurope.org/en> data dostępu: 16.06.201r.
- [2] A. Prociak, G. Rokicki, J. Ryszkowska, Materiały Poliuretanowe. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2014.
- [3] J. Datta, P. Kasprzyk, *Polym. Eng. Sci.* **58**, E14, 2017.
- [4] P. Kasprzyk, J. Datta, *Polymer*. **160**, 1, 2019.

DYNAMICZNE SIECIOWANIE JAKO METODA KOMPATIBILIZACJI BIODEGRADOWALNYCH MIESZANIN POLIMEROWYCH

mgr inż. Marta Urszula Przybysz-Romatowska, IV rok

Promotor: prof. dr hab. inż. Józef Haponiuk

Promotor pomocniczy: dr inż. Krzysztof Formela

Przyjazne dla środowiska polimery otrzymywane ze źródeł odnawialnych oraz biodegradowalne polimery na bazie ropy naftowej, są alternatywą dla materiałów polimerowych, które nie spełniają wymagań w zakresie bezpieczeństwa środowiska naturalnego i zrównoważonego rozwoju nałożonego przez dyrektywy Unii Europejskiej [1]. Biodegradowalne polimery zarówno wzbudzają duże zainteresowanie wielu jednostek naukowo-badawczych, głównie w zakresie ich modyfikacji [2,3]. Ciągłe udoskonalanie materiałów polimerowych na bazie poliestrów alifatycznych jest spowodowane ich licznymi ograniczeniami, takimi jak wysoka cena, niewystarczające właściwości mechaniczne i słaba stabilność termiczna, co ogranicza ich szersze zastosowanie. Aby wyeliminować wspomniane wady, jednym z najczęściej stosowanych rozwiązań jest modyfikacja polimerów w stanie stopionym [4,5]. Biodegradowalne mieszaniny polimerowe mają wiele kluczowych cech, które wpływają na zdecydowanie większe zainteresowanie tymi materiałami, m.in.: (a) możliwe jest uzyskanie tanich materiałów o ściśle zaprojektowanych parametrach, (b) możliwość poszerzenia zakresu zastosowań, (c) modyfikacja wybranych właściwości polimeru (np. wytrzymałość na rozciąganie, sztywność), (d) poprawa właściwości przetwórczych i redukcja odpadów z produkcji tradycyjnych polimerów, (f) łatwe wprowadzanie zmian w składzie produktów końcowych. Niestety, większość biodegradowalnych mieszanin polimerowych wykazuje termodynamiczną niemieszalność, co skutkuje słabą kompatybilnością między zmieszanymi składnikami [6].

W niniejszej pracy przedstawiono wyniki badań realizowanych w ramach rozprawy doktoranckich, dotyczących modyfikacji biodegradowalnych alifatycznych poliestrów, w tym poli(ϵ -kaprolaktonu) oraz poli(kwasu mlekowego) i ich mieszanin, w których jako kompatybilizatory zastosowano komercyjnie dostępne nadtlarki organiczne. Celem prowadzonych przeze mnie prac jest poszerzenie wiedzy na temat wpływu różnych typów inicjatorów nadtlarkowych na kompatybilizację mieszanin poliestrów alifatycznych.

Literatura:

- [1] R. A. Gross, B. Kalra, *Science* **297**, 803, 2002.
- [2] K. Van De Velde, P. Kiekens, *Polym. Test.* **21**, 433, 2002.
- [3] I. Vroman, L. Tighzert, *Materials* **2**, 307, 2009.
- [4] K. Formela, Ł. Zedler, A. Hejna, A. Tercjak, *Express Polym. Lett.* **12**, 24, 2018.
- [5] B. Imre, B. Pukánszky, *Eur. Polym. J.* **49**, 1215, 2015.
- [6] J. B. Zeng, K. A. Li, A. K. Du, *RSC Adv.* **41**, 32546, 2015.

*Praca finansowana ze środków NCN w ramach projektu PRELUDIUM 15 nr 2018/N/ST8/02042:
„Wpływ struktury inicjatorów nadtlarkowych na mechanizm oraz efektywność dynamicznego sieciowania
biodegradowalnych poliestrów alifatycznych oraz ich mieszanin”.*

**PRACOWNIA BIOTECHNOLOGII
REGENERACYJNEJ**

INDUKOWANA FARMAKOLOGICZNIE REGENERACJA TKANEK U SSAKÓW ORAZ ZACHODZĄCE W JEJ WYNIKU ZMIANY METYLACJI DNA ORAZ EKSPRESJI GENÓW

mgr inż. Jolanta Kamińska, III rok
Promotor: dr hab. inż. Paweł Sachadyn

Zmiany epigenetyczne, związane głównie z metylacją DNA oraz potranslacyjnymi modyfikacjami histonów, wykazują wysoką intensywność na etapie rozwoju embrionalnego. Wraz ze wzrostem organizmu ich dynamika znacząco się obniża, dochodzi do epigenetycznego wyciszenia ekspresji wielu genów zaangażowanych w rozwój, a jednocześnie następuje spadek zdolności regeneracyjnych organizmu. Wiadomo też, że przeprogramowanie epigenetyczne ma miejsce w obszarze gojących się ran. Można więc przypuszczać, że przejściowe zdjęcie tej epigenetycznej represji może przyspieszyć naprawę uszkodzonych tkanek albo nawet pozwolić na regenerację uszkodzonych lub utraconych struktur, także w wypadku tkanek, które w normalnych warunkach w dorosłym organizmie nie są zdolne do regeneracji.

Istotnym czynnikiem warunkującym różnicowanie się komórek u ssaków jest m.in. metylacja DNA. Zazwyczaj metylacja DNA sekwencji regulatorowych, takich jak promotory czy wzmacniacze transkrypcji, skutkuje wyciszeniem ekspresji regulowanych przez nie genów.

W ramach realizacji pracy doktorskiej wykonałam analizę poziomów lokalnej metylacji DNA oraz ekspresji panelu genów potencjalnie powiązanych z procesami regeneracyjnymi w tkankach myszy regenerujących się po podaniu kombinacji inhibitora epigenetycznego zebularyny z kwasem retinowym jako aktywatorem transkrypcji. Badania wykonałam na tkankach pobranych z regenerującej się skóry grzbietowej myszy BALB/c. Ponadto oznaczałam aktywność transkrypcyjną wybranych regulatorów sygnalizacji *Wnt* i wiodących markerów zaangażowanych w neogenezę mieszków włosowych w zranionej skórze grzbietowej myszy. Dodatkowo badałam poziom aktywności genów pluripotencji w hodowli ludzkich keratynocytów traktowanych wybranymi inhibitorami epigenetycznymi. Dla tych samych modeli komórkowych oznaczałam globalne zmiany metylacji DNA w oparciu o poziom metylacji elementów repetytywnych *LINE1* przy użyciu metody qPCR.

Z zamiarem zastąpienia zebularyny, potencjalnie genotoksycznego nukleozydowego inhibitora metylotransferazy DNA, testowałam działanie kwercetyny, innego inhibitora metylotransferazy DNA, flawonoidu, obecnego w wielu produktach spożywczych pochodzenia roślinnego. Analizowałam wpływ tego związku na ekspresję głównych markerów remodelingu epigenetycznego oraz pluripotencji jak również na poziom lokalnej metylacji DNA w regionach promotorowych wybranych genów w skórze grzbietowej myszy podczas gojenia ran.

Poznanie epigenetycznych podstaw procesów regeneracyjnych oraz sposobów ich stymulowania otworzy nowe możliwości modelowania tych zjawisk, co może znaleźć zastosowanie w leczeniu ran i medycynie regeneracyjnej.

*Praca finansowana ze środków NCBIr, w ramach projektu „REGENNOVA”
nr STRATEGMED 1/235077/9/NCBR/201.*

BADANIE MECHANIZMU GOJENIA RAN W MODELU USZKODZENIA SKÓRY MYSIEJ

Mgr inż. Piotr Sass IV rok

Promotor: prof. dr hab. Paweł Sachadyn, prof. nadzw. PG

Uszkodzenia skóry są często wykorzystywanym modelem w badaniach nad gojeniem ran. Są one powszechne a ich leczenie jest poważnym problemem ze względu na duże ryzyko zakażeń, nierzadko rozległą powierzchnie rany czy zanieczyszczenia dostające się do rany. Jako narząd modelowy do badania uszkodzeń ma także szereg zalet: jest narządem łatwo dostępnym dla operacji, co znacząco upraszcza procedury, pozwala na stosowanie szeregu czynników uszkadzających i opatrunków, oraz stosowania badanych terapeutyków powierzchniowo. Powyższe cechy decydują o popularności tego modelu w badaniach regeneracyjnych, zwłaszcza z wykorzystaniem myszy.

Jednym z elementów gojenia ran skóry u ssaków jest ściąganie brzegów rany przez miofibroblasty. Pozwala to na szybką redukcję powierzchni rany, co przyspiesza gojenie oraz znacznie zmniejsza ryzyko zakażenia. Proces ten nazywany jest często kontrakcją i występuje u wszystkich ssaków z różną intensywnością. U myszy proces ten przebiega z dużo większą intensywnością niż u ludzi, co jest kojarzone z obecnością podskórnej warstwy mięśni (mięśniówki). W eksperymentach przeprowadzanych na myszach przyjęło się za kluczowe zahamowanie kontrakcji, aby model eksperymentalny przybliżyć do procesu gojenia ran skóry u ludzi. Powszechnie stosowaną procedurą jest przytwierdzenie dookoła rany silikonowego krążka, który zatrzyma kurczenie jej brzegów. Jednakże jest to procedura bardzo inwazyjna i istnieją podejrzenia, że zahamowanie gojenia wynika nie z zatrzymania kontrakcji a z dużego stresu związanego z założeniem i utrzymaniem przytwierdzonych krążków.

W ramach mojej pracy wykonałem szereg eksperymentów w celu zbadania zjawiska kontrakcji ran skóry u myszy w kontekście modelu uszkodzenia skóry grzbietowej, jaki stosowałem w moich badaniach. Moim zamierzeniem było określenie do jakiego stopnia ściąganie brzegów rany wpływa na otrzymywane wyniki, a w szczególności czy stosowany przez nas opatrunek okluzyjny wpływa na hamowanie kontrakcji. Wyniki eksperymentów pokazały, że stosowany w moich eksperymentach opatrunek całkowicie hamuje ściąganie brzegów rany we wczesnych dniach gojenia (0-2 dni po zabiegu) i jest dużo mniej inwazyjny od stosowanych powszechnie silikonowych krążków mocowanych do skóry. Zastosowanie silikonowych krążków spowalnia gojenie ran w porównaniu do stosowanego przez nas opatrunku okluzyjnego.

POSZUKIWANIE CZYNNIKÓW O WŁAŚCIWOŚCIACH PRO-REGENERACYJNYCH PRZY UŻYCIU MODELU USZKODZENIA SKÓRY GRZBIETOWEJ U MYSZY

mgr inż. Paweł Sosnowski, IV rok

Promotor: dr hab. inż. Paweł Sachadyn, prof. nadzw. PG

Pomimo znaczącego rozwoju medycyny wiele aspektów gojenia ran jest wciąż badana. Badania na zwierzęcych modelach uszkodzenia skóry grzbietowej (modele ubytku tkanki, poparzeń, wrzodów, ran przewlekłych) umożliwiają poszukiwanie i badanie czynników o właściwościach pro-regeneracyjnych oraz ocenie ich skuteczność i bezpieczeństwa stosowania. Brak optymalnych modeli przedklinicznych umożliwiających odwzorowanie ludzkiego mechanizmu gojenia ran wciąż stanowi problem. Niemniej, pojawiają się nowe perspektywy terapii eksperymentalnych wspomagających leczenie ran. Szczególnie interesujące jest użycie w leczeniu ran nietoksycznych i bezpiecznych związków naturalnych, modulujących różne elementy procesu gojenia takie jak: stan zapalny, cytokiny, czynniki wzrostu.

Celem pracy było znalezienie związków chemicznych wykazujących działanie pro-regeneracyjne ze wstępnie wyselekcjonowanej w oparciu o rozpoznanie literaturowe grupy związków. W tym celu wykorzystany został model uszkodzenia skóry grzbietowej myszy. Przyjętą miarą aktywności pro-regeneracyjnej testowanego związku chemicznego w tym modelu był procent zmniejszenia powierzchni otworów o średnicy 6 mm wyciętych w skórze grzbietowej.

W ramach przeprowadzonych badań z grupy 7 związków oraz ich kombinacji wytypowano związek o największym potencjale pro-regeneracyjnym. Po miejscowym podaniu tej substancji aktywnej pochodzenia naturalnego uzyskano istotne statystycznie przyspieszenie zamknięcia rany względem kontroli. Uzyskane wyniki były podstawą złożenia wniosku patentowego, którego przedmiotem jest nowa kompozycja przyspieszająca gojenie ran.

Praca finansowana ze środków Inkubatora Innowacyjności+ w ramach projektu „Wsparcie zarządzania badaniami naukowymi i komercjalizacja wyników prac B+R w jednostkach naukowych i przedsiębiorstwach”, realizowanego w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014-2020 (Działanie 4.4)

PRACOWNIA GENETYKI BAKTERII

**MOLECULAR BASIS OF SUPPRESSION BY A NOVEL
TRANSCRIPTION FACTOR SRR A OF DEFECTS IN STRAINS
LACKING PEPTIDYL PROLYL CIS-TRANS ISOMERASES
IN *ESCHERICHIA COLI***

Chintankumar Padariya, MSc., 1st year
Scientific supervisor: prof. dr Satish Raina

Peptidyl-prolyl cis/trans isomerases (PPIases) were identified as enzymes, which catalyze the rate-limiting protein folding step at peptidyl bonds preceding proline residues. PPIases participate in several functions such as protein secretion, signalling, cell cycle control, and RNA processing. *Escherichia coli* contains 6 cytoplasmic, 4 periplasmic peptidyl-prolyl cis/trans isomerases that cover all 3 known families of such folding catalysts. The rate-limiting step of isomerization of Xaa-Pro bond in protein folding is catalyzed by all three known classes of these enzymes.

Misfolded proteins have ability to form aggregates, which fails to function properly in organisms. As the in vivo function and substrates of most of PPIases are not known, strains that lack all cytoplasmic members of these folding catalysts were constructed. In $\Delta 6ppi$ strains, the bacterial growth is severely inhibited by either exposure to elevated temperature (eg. 43°C) or in rich medium.

To understand factors that are limiting in the absence of PPIases, multicopy suppress approach was previously employed in our laboratory. Overexpression of several genes that encode either folding factors or potential transcriptional were identified. In my PhD research project, we are addressing function of a novel putative transcriptional factor designated SrrA. The gene encoding was identified as a multicopy suppressor, whose overexpression restores growth of $\Delta 6ppi$ on rich medium and at elevated temperatures.

As the function of SrrA is unknown, several approaches were undertaken to address molecular basis of suppression of $\Delta 6ppi$ by overexpression of the *srrA* gene. These include analysis of changes in transcriptome when the *srrA* gene is either overexpressed or when it is deleted in comparison to either transcriptional pattern observed in $\Delta 6ppi$ bacteria or in the parental wild-type strain. Furthermore, *trans* acting insertion mutations that abolish multicopy suppression by SrrA were isolated and are now being analyzed to reveal pathway of suppression.

FUNCTIONAL CHARACTERIZATION AND SUBSTRATE RECOGNITION OF CYTOPLASMIC PEPTIDYL PROLYL *CIS/TRANS* ISOMERASES IN *ESCHERICHIA COLI*

mgr inż. Daria Biernacka, III rok

Promotor: prof. dr. Satish Raina

Peptidyl prolyl *cis/trans* isomerases (PPIases) are folding catalysts that accelerate the rate-limiting step of *cis/trans* isomerization of peptide bonds preceding prolyl residues. PPIases are universally conserved enzyme class widely distributed through all kingdoms of life, found in almost all cellular compartments. *Escherichia coli* has six cytoplasmic and four periplasmic PPIases, which are representatives of all three known classes of these enzymes: cyclophilins (Cyp), FK506-binding proteins (FKBPs) and parvulins (Par). They exhibit different substrates specificities and have been shown to be sensitive to different types of inhibitors.

Despite intensive research, there are fundamental aspects of the functional characterization of PPIases that are yet to be discovered. Certain elemental biochemical properties like catalytic mechanisms, selective usage of substrates or active site residues are still left to be fully established. Results obtained in the Unit of Bacterial Genetics indicate that constructed mutant strains that lack all six cytoplasmic enzymes ($\Delta 6PPI$) are characterized by severely impaired growth above 42°C. In order to identify potentially interacting proteins or metabolic or signaling pathways in which cytoplasmic peptidyl prolyl *cis/trans* isomerases may be involved, the extensive multicopy suppressors screening was performed. One of the isolated suppressors, is the *dksA* gene. DksA, named as a multicopy suppressor of temperature sensitivity of chaperones-encoding *dnaKJ* mutants, is a global transcription factor that acts by binding directly to the RNA polymerase. It is involved in regulation of rRNA expression and several amino acid biosynthesis promoters.

Selected approach in order to establish DksA role in alleviation of $\Delta 6PPI$ mutant phenotype was Tn10 transposon-mediated mutagenesis performed on $\Delta 6PPI$ strain with overexpressed *dksA* gene from introduced vector. Such isolated mutants were tested in lethal conditions at high temperature on rich medium in parallel to permissive-growth conditions. Selected mutants that exhibited no growth under stress conditions and had Tn10 disruption in genes of potential pathway that DksA is involved in, were followed by sequencing of chromosome fragments where transposon element is inserted. Currently, such genes whose inactivation prevents multicopy suppression by DksA are under investigation.

FUNCTIONAL CHARACTERIZATION OF CYTOPLASMIC PEPTIDYL PROLYL CIS/TRANS ISOMERASES IN *ESCHERICHIA COLI*

mgr inż. Paweł Wojtkiewicz, IV rok

Promotor: prof. dr Satish Raina

It is now established that *in vivo* protein folding is facilitated by molecular chaperones and folding catalysts. Folding catalysts accelerate rate limiting steps in protein folding. There are two types of folding catalysts, protein disulfide isomerases (PDIs) and peptidyl-prolyl *cis/trans* isomerases (PPIs). The latter accelerate isomerization of peptide bonds between proline and preceding amino acid.

PPIs are universally conserved, they are present in all organisms and can be found in all cellular compartments. Beside their role in healthy cells, they are also known to contribute to development of multiple protein misfolding-related diseases and play important roles as virulent factors in some pathogens.

Escherichia coli is the organism of choice to study PPIs as representatives of all three families of PPIs (FKBPs, cyclophilins and parvulins) can be found among six members of *E. coli* cytoplasmic PPIs. In *E. coli*, only the role of Tig (trigger factor) as a nascent polypeptide chain chaperone is known. To establish *in vivo* function of PPIs, strains lacking all six cytoplasmic PPIs were constructed in our laboratory. Such mutants display severe growth defects like sensitivity to rich medium, detergents, high (>42°C) and low (<30°C) temperatures sensitivity, defects in cell division. Cellular protein fractionation demonstrated that they accumulate protein aggregates even under permissive growth conditions. Construction of strains carrying chromosomal single copy translational *ibpA-gfp* fusion (green fluorescent protein fused to inclusion bodies binding protein A) in $\Delta 6ppi$ background allowed for visualization of aggregates by fluorescence microscopy. Microscopic observation also revealed abnormal cell morphology. These and other phenotypes were used to determine factors that are limiting in 6 null derivatives, by multicopy suppressor analysis approach. Identified suppressors were subjected to detailed analysis. Among them there is a well studied gene *dksA*, which is known to act as a global transcription regulator. In order to elucidate molecular basis of *dksA* suppression, random Tn10 transposon-mediated mutagenesis was employed in 6 deletion strains carrying the *dksA* gene on a plasmid. Additionally, from the collection of multicopy suppressors, ones which contribute to reduction of cellular aggregation in strains lacking PPIases were identified. These studies reveal that the main function of cytoplasmic PPIs is accelerating protein folding in the cytoplasm and overall protein folding machinery is impaired in strains lacking PPIs.

DOKTORATY WDROŻENIOWE

MOBILNA OCHRONA ICCP

mgr inż. Krzysztof Bućko I rok

Opiekun naukowy: dr hab. inż. Stefan Krakowiak, prof. nadzw. PG

Opiekun ze strony przemysłu: mgr inż. Adam Czerkawski

Budowa statków w stocznich jest, a właściwie powinna być procesem dopracowanym pod względem technologicznym i konstrukcyjnym. Jest to w znacznym zakresie prawda ale pozostaje kwestia przyzwyczajenia i rozwiązań na zasadzie „my tak robimy od zawsze”. Jednym z takich elementów jest zabezpieczenie antykorozyjne części podwodnej statku od momentu wodowania do momentu zakończenia budowy i przekazania statku Armatorowi. Przedział czasu o którym mówimy to kilka do kilkunastu miesięcy. Jest to okres, w którym na statku prowadzi się intensywne prace wyposażeniowe w dużym zakresie związane z pracami spawalniczymi i związanymi z tym problemami. Ochrona ICCP statku jest w tym okresie jeszcze nieuruchomiona, zaznaczyć przy tym należy, że nie wszyscy armatorzy decydują się na taką instalację na swoich jednostkach. Zabezpieczeniem części podwodnej kadłuba są powłoki malarskie aplikowane jako docelowy system zabezpieczający powierzchnie stalowe statku oraz czasowa, specjalnie przygotowana na czas budowy, ochrona za pomocą anod galwanicznych. Ochrona w postaci anod cynkowych rozwieszana jest wzdłuż obu burt statku na kablach miedzianych co 3 metry. Powinna ona być zamontowana od razu po wodowaniu. Rozwiązanie to przeszkadza w prowadzeniu innych prac utrudniając dostęp do poszycia kadłuba. Oczywistym wyjściem z tej sytuacji byłaby ochrona nabrzeży. W stocznich Trójmiasta w praktyce na dzień dzisiejszy rozwiązanie to z wielu przyczyn nie jest stosowane. W jednej z nich toczą się rozmowy i przygotowania do zaprojektowania i wykonania instalacji ochrony katodowej nabrzeża.

Dlaczego ochrona statku jest tak istotna w omawianej fazie budowy niech świadczy niżej opisany, nieodosobniony niestety, przypadek.

Wodowany statek na części podwodnej był wymalowany tylko warstwę technologiczną, która nie była docelowym zabezpieczeniem antykorozyjnym a jedynie czasowym rozwiązaniem wynikającym ze specyfiki budowanego statku. Poprzez rutynę/zaniedbanie polegające na spóźnionym i niekompletnym zabezpieczeniu za pomocą protektorów (anod galwanicznych) na statku zaszły procesy, które mogły doprowadzić do niebezpiecznych i kosztownych zdarzeń.

Choć wydaje się to nieprawdopodobne, to na części podwodnej kadłuba zabezpieczonego farbą epoksydową o grubości 100µm podczas czyszczenia strumieniowo ściernego na doku po okresie 5 miesięcy od wodowania pojawiły się po wyczyszczeniu do klasy Sa2 ½ liczne wżery.

Najgłębsze wżery dochodziły do 10 mm. Ilość wżerów była bliska 500. Grubość blach na części podwodnej nie przekraczała 14 mm co daje nam obraz jak poważna sytuacja miała miejsce.

Dla zapewnienia ochrony przed korozją i rezygnacji z rozwieszania anod wokół statku opracowywana jest wersja mobilna ochrony ICCP dla jednostek o długości od 40 do 120 m z uwzględnieniem specyfiki zakładu pracy jakim jest stocznia.

**ZAPROJEKTOWANIE, BUDOWA I URUCHOMIENIE
PROTOTYPOWEJ INSTALACJI OCHRONY KATODOWEJ
KLASYFIKATORA SPIRALNEGO W KGHM POLSKA MIEDŹ S.A.
ODDZIAŁ ZAKŁADY WZBOGACANIA RUD W POLKOWICACH**

mgr inż. Marcin Czekajło, I rok

Opiekun naukowy: dr hab. inż. Krzysztof Żakowski, prof. nadzw. PG

Opiekun ze strony przemysłu: dr inż. Ewelina Kasińska-Pilut

W pierwszym semestrze, po podpisaniu w dn. 09.11.2018 r. trójstronnej umowy o współpracy w zakresie realizacji projektu doktorskiego rozpocząłem literaturową analizę przedmiotu, wstępną selekcję materiałów trudnościaralnych do badań eksperymentalnych oraz przygotowania do wykonania laboratoryjnego modelu klasyfikatora spiralnego.

W połowie maja 2019 r. Koordynator Programu Doktoratów Wdrożeniowych KGHM przekazał informację dotyczącą procedury realizacji prac doktorskich dla pracowników KGHM.

Oprócz zajęć zrealizowanych na Politechnice Gdańskiej uczestniczyłem w kursach z zakresu wyszukiwania, redagowania i tworzenia informacji naukowej.

W dn. 27-29 maja br. brałem udział w konferencji „Corrosion 2019”, gdzie wystąpiłem z prezentacją pt.: „The concept of a corrosion protection system for spiral classifiers at KGHM Ore Enrichment Plant (OEP) in Polkowice”. Kolejną aktywnością było przygotowanie wystąpienia na III Ogólnopolskiej Konferencji Naukowej pn. „Nauki techniczne i praktyka przemysłowa w Zagłębiu Miedziowym” w Polkowicach w dn. 13-14 czerwca 2019 r. Przy tej okazji współtworzyłem referat pt.: „Nowe kierunki ochrony antykorozyjnej w obszarze przetwarzania urobku miedzi oraz unieszkodliwiania odpadów wydobywczych w KGHM Polska Miedź S.A.”. Aktualnie artykuł naukowy, którego jestem współautorem, pt.: „Failures and a concept of corrosion protection system for spiral classifiers at KGHM Polska Miedź S.A. Ore Concentration Plant” przechodzi proces recenzowania w czasopiśmie Engineering Failure Analysis.

W obszarze praktycznej realizacji projektu doktorskiego w połowie lipca br. zleciłem zakup dwóch potencjostatów/galwanostatów, które posłużą do pomiarów układów elektrochemicznych w pracującym laboratoryjnym modelu klasyfikatora. Zlecenie na jego wykonanie, po przygotowaniu rysunku wykonawczego oraz specyfikacji technicznej, przesłałem do realizacji na początku sierpnia br. Zaprojektowany model będzie możliwie wiernie odzwierciedlał charakterystykę oraz rzeczywiste warunki pracy urządzenia. Zgodnie z otrzymana ofertą, urządzenie powinno być gotowe do pracy do końca września br. Jednocześnie, w związku z obowiązującymi w KGHM Polska Miedź S.A. procedurami w dniu 26 lipca br. podpisałem umowę na udostępnienie próbek do badań laboratoryjnych, które stanowić będą wylew z młyna I i II mielenia jako rzeczywiste medium zasilające (nadawa) pracujący w warunkach laboratoryjnych klasyfikator spiralny.

SYSTEM MONITOROWANIA KOROZJI W INSTALACJI WODY MORSKIEJ NA PLATFORMIE BALTIC BETA

mgr inż. Kinga Domańska, I rok

Opiekun naukowy: dr hab. inż. Juliusz Orlikowski, prof. nadzw. PG

Opiekun ze strony przemysłu: mgr inż. Sławomir Sochacki

LOTOS Petrobaltic, jako jedyna firma w Polsce, realizuje eksploatację ropy na obszarze Bałtyku. W celu poprawy efektywności produkcji stosowana jest metoda zatłaczania wody morskiej do strefy wodonośnej złoża ropy. Zatłaczana woda musi spełniać ściśle określone kryteria jakościowe, dlatego jest uzdatniania w instalacji zatłaczającej. System składa się z pompy podającej, zbiorników filtracyjnych, wieży odtleniającej oraz manifoldu zatłaczającego. Woda jest chlorowana, odtleniana oraz uzdatniana poprzez dodatek biocydów, inhibitora korozji i inhibitora osadu, na odcinku po wieży odtleniającej.

W ramach pierwszego roku pracy doktorskiej dokonano pomiarów szybkości korozji w instalacji zatłaczającej, metodami polaryzacji liniowej, spektroskopii impedancyjnej, krzywych Tafela. Podjęto działania mające określić przyczyny występowania korozji. Przeanalizowano zastosowane procesy technologiczne. Wykonano analizy chemiczne i biologiczne wody morskiej wejściowej oraz uzdatnionej na poszczególnych etapach procesu technologicznego.

Uzyskane wyniki pozwoliły stwierdzić, że pod względem zagrożeń korozyjnych, instalację można podzielić na dwa obszary, w których korozja ma różny charakter. Odcinek przed wieżą odtleniającą to obszar z wysoką zawartością tlenu i chloru wolnego w wodzie [1]. Odcinek od wieży odtleniającej do manifoldu zatłaczającego to obszar, w którym zawartość tlenu i chloru wolnego spada do zera, występuje natomiast agresywny dwutlenek węgla, pochodzący z gazu używanego w procesie odtleniania. Szybkość korozji jest tu kontrolowana poprzez dodatek inhibitora korozji. Istnieje konieczność objęcia monitoringiem korozyjnym obydwu opisanych odcinków instalacji. W wymienionych obszarach występuje również ryzyko korozji mikrobiologicznej, spowodowanej rozwojem bakterii redukujących siarczany w biofilmie [2].

Zaprojektowano i wykonano 4 czujniki elektrochemiczne do pomiarów korozji metodą LPR, stanowiące część automatycznego systemu monitorowania korozji, określono czas ich eksploatacji.

Czujniki monitorowania korozji metodą LPR typu BPLPR-2 przeszły pomyślnie następujące badania: badania jakości połączeń, testy na przebicie elektryczne poroskopem o napięciu 25kV, badanie rezystancji przewodów, odporności na przebicie elektryczne napięciem o wartości 25kV, badanie szczelności czujników pod ciśnieniem wody o ciśnieniu 5MPa, badanie szybkości korozji w warunkach laboratoryjnych.

Literatura:

- [1] T. Eggum, S. Arumugam, N. Tajallipour, P. Teevens, *Comprehensive approach to oxygen corrosion analysis of water injection systems*, Corrosion 2015, Conference & Expo, Paper No. 5962.
- [2] J. L. Crolet, *Microbial Corrosion in the Oil Industry: a Corrosionist's View*. In, *Petroleum Microbiology*, pp 143-169, ASM Press, Washington DC (2005).

WYMAGANIA TECHNICZNE DLA ZABEZPIECZEŃ ANTYKOROZYJNYCH POWIERZCHNI ZEWNĘTRZNYCH MŁYNÓW W O/ZWR

mgr inż. Michał Drozda I rok

Opiekun naukowy: dr hab. inż. Andrzej Miszczyk, prof. nadzw. PG

Opiekun ze strony przemysłu: dr inż. Ewelina Kasińska-Piłut

W pierwszym roku interdyscyplinarnego Programu Doktoratów Wdrożeniowych poddałem analizie i ocenie zabezpieczenie antykorozyjne infrastruktury Oddziału Zakłady Wzbogacania Rud KGHM Polska Miedź S.A. (O/ZWR). Zidentyfikowałem zagrożenia korozyjne i inne czynniki powodujące degradację elementów infrastruktury. Wykonałem studia literaturowe dotyczące zagrożeń i metod ochrony powłokowej w warunkach przemysłowych. Stalowe konstrukcje w ZWR narażone są na niszczące oddziaływanie agresywnego środowiska. Powoduje to konieczność stosowania skutecznych powłokowych zabezpieczeń przeciwkorozyjnych. Do rozwiązania tego problemu zaproponowano innowacyjne podejście wykorzystujące technikę spektroskopii impedancyjnej, pozwalające na obiektywną ocenę właściwości ochronnych badanych zestawów malarskich w środowisku symulującym warunki przyszłej eksploatacji. W pierwszym roku trwania doktoratu wykonałem charakterystykę i ocenę stanu wyjściowego, dokonałem wyboru powłok malarskich do realizacji pracy badawczej, wykonałem samodzielnie symulator narażeń do pomiaru trwałości powłoki malarskiej. Dodatkowo brałem aktywny udział w konferencji: 12th International Scientific Corrosion Conference “Corrosion 2019” organizowanej przez Warsaw University of Technology prezentując poster [1]. W ramach powyższej konferencji zgłosiłem artykuł do publikacji w czasopiśmie z listy filadelfijskiej. Jednocześnie, w ramach III Ogólnopolskiej Konferencji Naukowej pn. Nauki techniczne i praktyka przemysłowa w Zagłębiu Miedziowym wygłosiłem wykład [2]. Został zgłoszony do publikacji drugi artykuł.

Literatura:

- [1] M. Drozda, A. Miszczyk, *Impedance selection of corrosion protection coating systems of industrial infrastructure of the Ore Enrichment Plants Division, KGHM POLSKA MIEDŹ S.A.*, 12th International Scientific Corrosion Conference “Corrosion 2019”, Warsaw, 2019.
- [2] R. Mazur, M. Czekajło, M. Drozda, S. Kierepa, *Nowe kierunki ochrony antykorozyjnej w obszarze przetwarzania urobku miedzi oraz unieszkodliwiania odpadów wydobywczych w KGHM Polska Miedź S.A.* III Ogólnopolska Konferencja Naukowa: Nauki techniczne i praktyka przemysłowa w Zagłębiu Miedziowym, Polkowice, 2019.

BADANIE POWŁOK OCHRONNYCH NA PODWODNYCH KONSTRUKCJACH STALOWYCH Z WYKORZYSTANIEM ELEKTROCHEMICZNEJ SPEKTROSKOPII IMPEDANCYJNEJ

mgr inż. Grzegorz Galant, I rok

Opiekun naukowy: dr hab. inż. Paweł Ślepski, prof. nadzw. PG

Opiekun ze strony przemysłu: dr inż. Andrzej Degórski

Firma „UT Marine” przy współpracy z „Politechniką Gdańską” pracuje nad zaprojektowaniem oraz uruchomieniem systemu do nieniszczących badań malarskich powłok ochronnych na konstrukcjach pracujących w zanurzeniu, za pomocą elektrochemicznej spektroskopii impedancyjnej (EIS) [1].

System, który obecnie tworzymy w ramach doktoratu wdrożeniowego, pozwoli między innymi na ocenę jakości powłok malarskich na pracujących konstrukcjach, bez konieczności wydobywania jej z wody. Efektem doraźnym będzie obniżeniem kosztów takiego przeglądu oraz umożliwienie planowania ewentualnych napraw w późniejszym terminie.

Obecny etap prac: Zostały stworzone próbki do długoterminowych badań laboratoryjnych w wodzie morskiej. Pierwszym krokiem było określenie czy system jednocelkowy może zostać zastąpiony systemem dwucelkowym, który nie wymaga bezpośredniego połączenia się z elementem badanym, co wiąże się ze zniszczeniem powłoki malarskiej. Systemy składały się z cel na stałe przytwierdzonych do próbek badawczych. Wyniki powyższych badań dowodzą jednoznacznie, że można zastosować system dwucelkowy, dzięki czemu badanie klasyfikuje się jako „nieniszczące” [2].

Kolejnym etapem było zaprojektowanie i stworzenie prototypu mobilnych cel w systemie dwucelkowym do badań podwodnych.

Po ich stworzeniu zostały przeprowadzone badania porównawcze systemu dwucelkowego przytwierdzonego na stałe do próbki oraz mobilnego systemu dwucelkowego. Celem było sprawdzenie jakości uszczelnienia prototypowych mobilnych cel podczas przytwierdzania ich do próbki. Wyniki świadczą o dobrej jakości połączenia.

Obecnie zostały stworzone próbki, które zostaną zastosowane do badań w środowisku naturalnym.

Dalszy plan badań obejmuje sprawdzenie stworzonych próbek w warunkach laboratoryjnych, a następnie przygotowanie ich do umieszczenia w środowisku naturalnym (np. morskim). Zostanie również zaprojektowana oraz stworzona mobilna aparatura badawcza do EIS.

Literatura:

- [1] Gamry Instruments – application note. *Basics of electrochemical impedance spectroscopy*. G. Instruments, *Complex impedance in Corrosion*, 1-30, 2007.
- [2] D. Loveday, P. Peterson, B. Rodgers, *JCT coatings tech* 8, 46, 2004.

DIAGNOSTYKA I MONITOROWANIE ZAGROŻENIA KOROZYJNEGO WYWOŁANEGO WODOREM W INSTALACJI KRAKINGU KATALITYCZNEGO

mgr inż. Radosław Gospoś, I rok

Opiekun naukowy: prof. dr hab. inż. Kazimierz Darowicki

Opiekun ze strony przemysłu: dr inż. Arkadiusz Majoch

Celem pracy doktorskiej jest ocena zagrożenia korozyjnego wywołanego wodorem na instalacji przemysłowej Kraking Katalityczny II w PKN ORLEN, określenie wartości granicznych nawodorowania materiałów konstrukcyjnych zastosowanych na instalacji Krakingu Katalitycznego oraz wypracowanie metod mitygacji degradacji materiałów konstrukcyjnych wywołanych kruchością wodorową wraz z oceną wpływu czynników zewnętrznych na stopień zagrożenia korozją wodorową takich jak parametry procesowe, wpływ strumieni surowcowych oraz dodatków antykorozyjnych. W zakresie pracy doktorskiej będzie również wypracowanie rekomendacji w kierunku doboru właściwych materiałów, określenie optymalnych parametrów procesowych (ciśnienie, temperatura itp.), optymalizacja strumieni wsadowych na instalację Krakingu Katalitycznego stanowiących szczególne zagrożenie związane z degradacją materiałów.

Wykonano projekt czujnika dualnego do oceny szybkości korozji równomiernej oraz poziomu nawodorowania i wykonano prototypy tych czujników.

Na konferencji „Corrosion 2019” zorganizowanej w dniach 27-29.05.2019 w Warszawie wystąpiłem w roli prelegenta prezentując tematykę ściśle związaną z realizacją studiów III stopnia na Wydziale Chemicznym Katedry Elektrochemii, Korozji i Inżynierii Materiałowej pt. „Corrosion and hydrogen embrittlement monitoring in petrochemical industry”

Na potrzeby realizacji doktoratu wdrożeniowego przeprowadziłem badanie literaturowe w zakresie czynników wpływających na degradację metali w wyniku wnikania wodoru do sieci krystalicznej metali oraz metod zapobiegania korozji wodorowej w szczególności w przemyśle rafineryjnym. Dodatkowo zebrałem wymagane dane procesowe na temat szybkości korozji w krytycznych punktach instalacji Krakingu Katalitycznego, aktualnych metod oceny szybkości korozji, dozowanych środków antykorozyjnych, przerabianych strumieni wsadowych z instalacji produkcyjnych oraz parametrów procesowych takich jak : ciśnienie, temperatura, przepływy itp. na całej instalacji w szczególności kolumnach i reaktorach. Powyższe dane są konieczne do oceny aktualnego zagrożenia korozyjnego w aspekcie korozji ogólnej (równomiernej) oraz kruchości wodorowej.

W ramach doktoratu wdrożeniowego pozyskałem próbki materiałów eksploatowanych z instalacji Krakingu Katalitycznego oraz brałem udział w badaniach nawodorowania, składu oraz badaniach wytrzymałościowych materiałów. Następnie pozyskałem próbki nieeksploatowane (zakupione z rynku) odpowiadające materiałom eksploatowanym z instalacji Krakingu Katalitycznego w celu wykonania analogicznych badań porównawczych tj. dokonania oceny stopnia nawodorowania konkretnych materiałów w okresie ich eksploatacji. Na podstawie otrzymanych wyników można wnioskować że w przypadku pięciu lokalizacji poza korozją równomierną i wodorową wykryto mechanizm typowy dla korozji typu „wet H₂S”.

ZAPROJEKTOWANIE ORAZ URUCHOMIENIE NA PLATFORMIE WYDOBYWCZEJ BALTIC BETA KOMPLEKSOWEGO SYSTEMU ZABEZPIECZAJĄCEGO CAŁOŚĆ KONSTRUKCJI NÓG PRZED KOROZJĄ

mgr inż. Piotr Igliński, I rok

Opiekun naukowy: dr hab. inż. Krzysztof Żakowski, prof. nadzw. PG

Opiekun ze strony przemysłu: dr inż. Piotr Kamiński

Podczas pierwszego roku studiów doktoranckich podjęto prace mające na celu zaprojektowanie układu pomiarowego pozwalającego określić szybkość korozji stali węglowych w środowisku wody morskiej. Pierwszy zaprojektowany i zmontowany układ pomiarowy składający się z trzech zestawów czujników, został poddany ekspozycji w warunkach morskich na okres trzech miesięcy.

Średnie wartości szybkości korozji dla badanych głębokości wynoszą ponad 0,1 mm/rok. Uzyskane wyniki wskazują, że środowisko elektrolityczne wody morskiej w rejonie platformy Baltic Beta charakteryzuje się dużą agresywnością korozyjną, przy której konieczne jest zastosowanie zabezpieczeń przeciwkorozyjnych stali węglowej w postaci powłok ochronnych oraz ochrony elektrochemicznej.

Na podstawie doświadczeń zdobytych podczas pierwszego okresu eksploatacji układu pomiarowego, zaprojektowano kolejny docelowy zestaw pomiarowy, który zbierał będzie dane po całej wysokości konstrukcji nóg. Montaż układu planowany jest na przełomie września i października 2019 roku, a czas ekspozycji to okres minimum dwunastu miesięcy, co zapewni miarodajność wyników. Zebrane dane posłużą do sporządzenia mapy faktycznej prędkości korozji konstrukcji nóg platformy w rejonie jej posadowienia.

Ponadto rozpoczęto prace nad zagadnieniem związanym z określeniem wielkości zewnętrznej powierzchni konstrukcji przeznaczonej do zabezpieczenia katodowego oraz stanem powłoki ochronnej nóg platformy.

Przeprowadzono generalną inspekcję wizualną stanu całości powłoki ochronnej konstrukcji nóg. Wyniki inspekcji podwodnej potwierdziły przypuszczenia co do złego stanu ochrony anodowej. Inspekcja nadwodnej części konstrukcji nóg również wskazała zły stan powłoki malarskiej.

W celu określenia powierzchni konstrukcji przeznaczonej do ochrony elektrochemicznej wykonano obliczenie powierzchni kratownicowej podwodnej części konstrukcji nóg. Kratownicowa konstrukcja nóg platformy składa się z różnych rodzaju elementów takich jak: rury, odlewy stalowe oraz listwy zębate. Stwierdzono także iż koniecznym staje się wliczenie dodatkowych elementów infrastruktury podwodnej w rejonie platformy do powierzchni konstrukcji przewidzianej do ochrony konstrukcji nóg. Omawiane elementy to rury wydobywcze oraz stalowa konstrukcja ochronna na dnie morza w rejonie płyty dennej. Wszystkie te elementy połączone są elektrycznie z konstrukcją platformy Baltic Beta i pod względem ochrony katodowej stanowią jedność. Opracowano założenia projektowe ochrony katodowej nóg platformy i przeprowadzono uzgodnienia z Polskim Rejestrem Statków dotyczące konkretnych rozwiązań konstrukcyjnych systemu ochrony katodowej.

BADANIE ODPORNOŚCI KOROZYJNEJ STALI NIERDZEWNYCH W WARUNKACH O/ZWR. PRÓBA WPROWADZENIA STALI NIERDZEWNYCH JAKO ALTERNATYWNYCH MATERIAŁÓW KONSTRUKCYJNYCH

mgr inż. Sławomir Kierepa, I rok

Opiekun naukowy: dr hab. inż. Stefan Krakowiak, prof. nadzw. PG

Opiekun ze strony przemysłu: dr inż. Ewelina Kasińska - Pilut

Praca jest częścią Interdyscyplinarnego Programu Doktoratów Wdrożeniowych dla Pracowników KGHM Polska Miedź S.A., obejmującego tematykę prac doktorskich odpowiadającą potrzebom firmy. Program realizowany jest w tym przypadku przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, Politechnikę Gdańską, KGHM Polska Miedź S.A. oraz pracownika Oddziału Zakładu Wzbogacania Rud w Polkowicach.

Celem badań jest uzyskanie odpowiedzi na pytanie, jak wybrane rodzaje najważniejszych stali nierdzewnych zachowują się w warunkach agresywności korozyjnej w różnym umiejscowieniu zakładów przeróbczych rud miedzi w Polsce i czy uzasadnionym ekonomicznie jest stosowanie stali nierdzewnych spełniających kryterium odporności korozyjnej w warunkach O/ZWR. Będzie to miało przełożenie na trwałość konstrukcji i urządzeń w silnie korozyjnych warunkach O/ZWR a co za tym idzie przyczyni się do podniesienia bezpieczeństwa procesu produkcji koncentratu miedziowego [1].

W roku akademickim, na bazie dostępnych informacji i opracowań przeanalizowano środowiska korozyjne poszczególnych miejsc ciągu produkcyjnego polskich zakładów przeróbczych rud miedzi pod kątem badania stali nierdzewnych [2].

Jako najbardziej agresywne czynniki działające na materiały konstrukcyjne w O/ZWR wskazano zawartość jonów chlorkowych w wodzie procesowej, która jest zmienna nawet w tych samych miejscach kontroli. Kolejnym czynnikiem działającym destrukcyjnie na stale nierdzewne jest działanie erozyjne rozkruszonej skały na decydującą o jej odporności warstwę pasywną [3] oraz odczynniki chemiczne używane w procesie flotacji. Ostatnim czynnikiem, którego wpływ na stale nierdzewne nie jest do końca wyjaśniony jest obecność jonów Cu^{2+} w wodzie wykorzystywanej w przeróbce rudy miedzi. Określono przyczyny procesów korozyjnych stali i oszacowano szybkości korozji.

Analiza ta skutkowałą wyborem miejsc badania stali nierdzewnych oraz rodzajem stali nierdzewnych, które będą eksponowane w warunkach rzeczywistych (korozymetria kuponowa) oraz poddane badaniom laboratoryjnym w odpowiednio skomponowanych roztworach modelowych.

Literatura:

- [1] R. Mazur, M. Czekało, M. Drozda, S. Kierepa, *Nowe kierunki ochrony antykorozyjnej w obszarze przetwarzania urobku miedzi oraz unieszkodliwiania odpadów wydobywczych w KGHM Polska Miedź S.A.* III Ogólnopolska Konferencja Naukowa: Nauki techniczne i praktyka przemysłowa w Zagłębiu Miedziowym, Polkowice, 2019.
- [2] S. Kierepa, S. Krakowiak, *Introduction to research on resistance of stainless steel under highly corrosive conditions of copper ore processing plants in Poland*, 12th International Scientific Corrosion Conference “Corrosion 2019”, Warsaw, 2019.
- [3] S. Krakowiak, S. Kierepa, *The impact of crushed rock spoil on pitting corrosion of selected stainless steels*, 12th International Scientific Corrosion Conference “Corrosion 2019”, Warsaw, 2019.

**BEZOBSŁUGOWY SYSTEM MONITOROWANIA KOROZJI
W WODNYCH INSTALACJACH TECHNICZNYCH
W KGHM „POLSKA MIEDŹ S.A.
ODDZIAŁ ZAKŁAD HYDROTECHNICZNY**

mgr inż. Robert Mazur, I rok

Opiekun naukowy: dr hab. inż. Juliusz Orlikowski, prof. nadzw. PG

Opiekun ze strony przemysłu: dr inż. Paweł Stefanek

Instalacje wodne są instalacjami strategicznymi z punktu widzenia produkcyjnego jak i zagrożenia środowiska w KGHM Polska Miedź S.A., szczególnie w Oddziale Zakład Hydrotechniczny. Zakład Hydrotechniczny zarządza rozległą siecią rurociągów wodnych i odpadowych o łącznej długości ponad 150 km. W wyniku zachodzących procesów korozyjnych występuje znaczna ilość awarii związanych z występowaniem perforacji instalacji technicznych (technologicznych) i armatury. Nie określono do tej pory jaki etap produkcji oraz jakie źródło wody charakteryzuje się największą agresywnością. Nie znane są także zmiany agresywności wody przemysłowej w cyklu sezonowym. Poznanie źródeł występowania zagrożeń korozyjnych umożliwi opracowanie właściwej technologii zapobiegania korozji przede wszystkim pozwoli na optymalizowanie gospodarki wodnej pod kątem zmniejszenia agresywności korozyjnej wody. W celu realizacji oceny wymienionych wcześniej zagrożeń zostanie zbudowany zintegrowany system monitorowania korozji.

W obszarze praktycznej realizacji doktoratu przeprowadziłem analizę opracowań i dokumentacji znajdującej się w zakładowym archiwum. Ponadto przeprowadziłem inwentaryzację stanu istniejącego w zakresie jakości, ilości i kategoryzacji wód zasolonych/przemysłowych oraz infrastruktury służącej do gospodarki wodami. Najistotniejszym agresywnym czynnikiem korozyjnym powodującym degradację elementów infrastruktury technicznej jest zawartość chlorków w wodzie przemysłowej (technologicznej). Chlorki te znajdują się głównie w wodach kopalnianych (odwadnianie kopalń) oraz są uwalniane w procesie flotacji rud miedzi [1, 2, 3]. W trakcie ustalenia w zakresie kluczowych elementów systemu monitorowania korozji tj.: wybór instalacji wodnej oraz ustalenie punktów zabudowy sond pomiarowych w wybranych reprezentatywnych miejscach instalacji, określenie zakresu badań fizykochemicznych i ich częstotliwości oraz ustalenie punktów poboru wody przemysłowej. Ponadto w trakcie: wytypowanie materiałów konstrukcyjnych i ustalenie miejsca ich ekspozycji oraz typowanie zestawów powłokowych różnych producentów i ustalenie miejsca ich ekspozycji w celu przeprowadzenia korozymetrii kuponowej.

Literatura:

- [1] „Dokumentacja systemu gospodarowania wodami kopalnianymi i przemysłowymi w ciągu górniczo-przeróbczym KGHM Polska Miedź S.A.” Opracowanie KGHM Cuprum Centrum Badawczo-Rozwojowe – maj 2016 r.
- [2] „Ocena wpływu wód kopalnianych LGOM na jakość wód rzeki Odry w rejonie zrzutu w 2017 roku”. Opracowanie firmy JARS Sp. z o.o. Badania laboratoryjne, konsultacje, ekspertyzy, opracowania – marzec 2018 r.
- [3] „Bilans wodny i hydrochemiczny Obiektu Unieszkodliwiania Odpadów Wydobywczych Żelazny Most za lata 2017 – 2018”. Opracowanie Instytutu Inżynierii Środowiska Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu – maj 2019 r.

KOROZYJNOŚĆ ROP NAFTOWYCH, WARUNKI BLENDOWANIA

mgr inż. Tomasz Olczak, I rok

Opiekun naukowy: dr hab. inż. Artur Zieliński, prof. nadzw. PG

Opiekun ze strony przemysłu: dr inż. Arkadiusz Majoch

Korozyjność z tytułu przetwarzania ropy naftowej stanowi bardzo duże wyzwanie dla funkcjonowania zakładów rafineryjnych w dzisiejszych czasach. Szczególnie istotne jest to z punktu widzenia dywersyfikacji surowca. Korozja instalacji podczas procesu przeróbki ropy naftowej w rafineriach jest ogromnym problemem technicznym. Wpływy chemiczne są różnorodne, ponieważ surowa ropa naftowa zawiera różne substancje korozyjne w bardzo różnych stężeniach, np. woda, związki chloru lub siarkowodor. Dla przykładu korozja wynikająca z obecności siarkowodoru (nazywana korozją kwaśną), siarkowodor rozpuszcza się w wodzie obniżając pH. W wyniku reakcji siarkowodoru z żelazem powstaje siarczek żelaza oraz gaz wodorowy. Siarczek żelaza tworząc powłokę na powierzchni metalu w pierwszej fazie hamuje korozję, ale niewielkie uszkodzenie tej powłoki jest przyczyną dynamicznej korozji. Kwaśna korozja powoduje powstawanie wżerów, często towarzyszą jej pęknięcia powłok metalowych wywołane wytwarzaniem się wodoru. Część wodoru wnika do stali i staje się przyczyną powstawania pęcherzy na powierzchni materiałów konstrukcyjnych, pęknięcia i tzw. kruchości wodorowej.

Opracowanie metody przewidywania korozji przy blendowaniu różnych gatunków rop przyczyni się do podniesienia niezawodności pracy instalacji rafineryjnych oraz podniesienia marżowości zakładu. Celem pracy doktorskiej jest przeprowadzenie badań korelacji właściwości określonych typów rop oraz określenia wartości korozji materiałów konstrukcyjnych.

Zainicjowałem prace w kierunku przygotowania artykułu pod roboczym tytułem „Hydrogen embrittlement and corrosion caused by the presence of hydrogen sulphide in petrochemical industry” przedstawiający informacje zarówno w kwestii kruchości wodorowej jak również korozji siarkowej oraz informacji o silnej zależności pomiędzy zjawiskami. Artykuł przedstawia również obecne metody ochrony antykorozyjnej (inhibitory korozji, neutralizatory, odsalanie) na przykładzie jednej z instalacji destylacji rurowo-wieżowej w zakładzie w którym jestem zatrudniony.

Na potrzeby realizacji projektu badawczego w ramach przeprowadzonych badań i testów laboratoryjnych uczestniczyłem w badaniu wielu gatunków rop naftowych zarówno potencjalnie nadających się do przerobu w zakładzie produkcyjnym w którym pracuję jak również tych już przerabianych. W zakresie rop przerabianych badane są parametry własności fizykochemicznych: Zawartość siarki; Zawartość soli chlorkowych; Gęstość w 15 °C; Pozostałość po koksowaniu; Liczba kwasowa; Zawartość metali (V+Ni+Fe); Zawartość azotu; Zawartość asfaltenów; Temperatura płynięcia; Uzysk produktów białych; Uzysk frakcji benzynowych; Uzysk frakcji napędowych; Uzysk pozostałości próżniowej; Zawartość chlorków organicznych we frakcji do 204 °C [mg/kg]. Wykonane analizy służą do bieżącej oceny kierowanych do przerobu rop, a ponadto realizacja analiz laboratoryjnych różnych gatunków rop ma na celu zbudowania bazy danych niezbędnych do przeprowadzenia symulacji w kierunku opracowania algorytmu ułatwiającego w prosty sposób dokonania oceny ropy/mieszanek pod kątem wpływu na korozyjność zgodnie z przyjętym programem doktoratu.

Literatura:

- [1] B. Gaździk, *Nafta-Gaz*, 72 (3), 198, 2016.

**STRESZCZENIA KOMUNIKATÓW
UCZESTNIKÓW STUDIÓW DOKTORANCKICH
CHEMII I BIOCHEMII
PRZY WYDZIALE CHEMII
UNIwersytetu Gdańskiego**

BADANIE KORELACJI POMIĘDZY WŁAŚCIWOŚCIAMI ELEKTROCHEMICZNYMI I SPEKTROSKOPOWYMI WYBRANYCH POCHODNYCH 9,10-ANTRACHINONU A ICH AKTYWNOŚCIĄ BIOLOGICZNĄ

mgr Wioleta Białobrzaska, IV rok

Promotor: prof. dr hab. inż. Tadeusz Ossowski

W ostatnich latach pochodne 9,10-antrachinonu jako grupa związków pochodzenia roślinnego stanowi istotny punkt zainteresowania szerokiej grupy badaczy ze względu na możliwość ich wykorzystania jako potencjalnych leków i substancji wspomagających w medycynie. Związki pochodzenia roślinnego, wykazują szeroką różnorodność strukturalną, różnią się od siebie mechanizmem działania na organizmy żywe, a zwłaszcza cytotoksycznością. Ich aktywność biochemiczna powoduje, że mogą być wykorzystane w medycynie, kosmetologii, a przede wszystkim w leczeniu onkologicznym. Niezwykle istotną grupą związków są pochodne 9,10-antrachinonu, które występują między innymi w roślinach z rodzin: Polygonaceae, Rhamnaceae, Liliaceae oraz Fabacea. Ta grupa związków posiada silną aktywność biologiczną, co zostało już dostrzegane w starożytności.

Celem prezentowanych badań było badanie korelacji pomiędzy właściwościami elektrochemicznymi i spektroskopowymi wybranych pochodnych 9,10-antrachinonu, a ich aktywnością biologiczną. Przeprowadzone zostały badania, których celem było określenie podstawowych właściwości elektrochemicznych i spektroskopowych pochodnych 9,10-antrachinonu. W niniejszej pracy zbadano oddziaływanie układów 9,10-antrachinonu zawierających w swojej strukturze w pozycji 1-, 4-, 5- i 8- pierścienia antrachinonu cząsteczkę piperazyny, piperydyny oraz grupę hydroksylową. Zbadany został mechanizm niekowalencyjnego oddziaływania pochodnych 9,10-antrachinonu z DNA, kardiolipiną oraz mechanizm oddziaływania z tlenem. Badając oddziaływanie takich układów można określić zależność pomiędzy budową danego związku, a jego aktywnością biologiczną.

MODELOWANIE ZALEŻNOŚCI POMIĘDZY STRUKTURĄ CHEMICZNĄ LEKÓW A EFEKTYWNOŚCIĄ ICH SORPCJI PRZEZ WYBRANE SORBENTY ORGANICZNE

mgr Maciej Gromelski, IV rok

Promotor: prof. dr hab. Tomasz Puzyn

Promotor pomocniczy: dr inż. Karolina Jagiello

Leki z grup β -blokerów, sulfonamidów oraz niesteroidowych leków przeciwzapalnych są jednymi z najczęściej przepisywanych przez lekarzy i konsumowanych leków na świecie. Znaczna część tych związków i ich metabolitów wydalana jest z ustroju do wód ściekowych, co prowadzi do coraz częstszego identyfikowania ich śladowych ilości w różnych komponentach środowiskowych. Z tego powodu poszukuje się nowych metod efektywnego i selektywnego usuwania wymienionych zanieczyszczeń farmaceutycznych w oparciu o alternatywne sorbenty.

Głównym celem prezentowanych badań było ustalenie jakiecechy strukturalne leków (z grup β -blokerów, sulfonamidów oraz niesteroidowych leków przeciwzapalnych) determinują zmiany w ich sorpcji na wybranych rodzajach sorbentów organicznych (wielościenne nanorurkach węglowych [1, 2], cieczach jonowych oraz stałym polimerycznym sorbencie HLB), z wykorzystaniem metod kwantowej chemii komputerowej, technik chemometrycznych oraz modelowania zależności struktura-właściwości (ang. *Quantitative Structure-Property Relationship*, QSPR). Konsekwencją przeprowadzonych badań będzie metodologia optymalizacji i wyboru warunków sorpcji (pH i/lub sorbent), stanowiąca podstawę do projektowania selektywnych filtrów dla danego rodzaju zanieczyszczeń farmaceutycznych.

Literatura:

- [1] A. Jakubus, M. Gromelski, K. Jagiello, T. Puzyn, P. Stepnowski, M. Paszkiewicz, *Microchem. J.* 146, 258, 2019.
- [2] A. Jakubus, K. Godlewska, M. Gromelski, K. Jagiello, T. Puzyn, P. Stepnowski, M. Paszkiewicz, *Microchem. J.* 146, 1113, 2019.

KOMPOZYTY NA BAZIE NANORUREK OTRZYMANYCH METODĄ ELEKTROCHEMICZNĄ

mgr inż. Marek P. Kobylański IV rok

Promotor: prof. dr hab. inż. Adriana Zaleska-Medynska

Fotokataliza heterogeniczna jest technologią przyjazną środowisku, która może zostać wykorzystana do fotorozkładu zanieczyszczeń w fazie wodnej i gazowej, fotokonwersji CO₂ do paliw organicznych, fototransformacji związków organicznych i nieorganicznych oraz do generowania wodoru w reakcji fotorozkładu wody. Największym wyzwaniem, jakie obecnie stoi przed badaczami tej dziedziny, jest otrzymanie nowego materiału lub modyfikacja obecnie znanych związków, aby otrzymać fotokatalizator o wysokiej aktywności pod wpływem promieniowania z zakresu widzialnego.

Przeprowadzone badania obejmowały opracowanie syntezy nanorurek ze stopów tytanu z kobaltem oraz manganem metodą utleniania anodowego. Otrzymano kompozyt TiO₂-Co_xO_y, który charakteryzował się podwyższoną aktywnością fotokatalityczną pod wpływem promieniowania z zakresu widzialnego w modelowej reakcji fotodegradacji fenolu. [1] oraz materiał, zawierający nanorurki tlenku tytanu (IV) z wbudowanym tlenkiem manganu (IV). Następnie zbadano wpływ ilości manganu w stopie na aktywność fotokatalityczną materiału w modelowej reakcji fotodegradacji toluenu w fazie gazowej. Uzyskany materiał wykazał podwyższoną aktywnością fotokatalityczną pod wpływem promieniowania o długości fali 465 nm, emitowanego przez diody LED [2].

Badania kolejnej serii nowych fotokatalizatorów obejmowały opracowanie metody syntezy nanorurek Ta₂O₅ charakteryzujących się wysoką adhezją do podłoża, a następnie modyfikacje ich kropką kwantową siarczku bizmutu stosując metodę SILAR. Tak otrzymany materiał wykazywał wysoką aktywność fotokatalityczną w reakcji fotodegradacji toluenu w fazie gazowej pod wpływem promieniowania z zakresu UV-Vis

Ostatnia seria próbek obejmowała modyfikację nanorurek tlenku tytanu (IV) polimerem przewodzącym – poli(4,7-bis(tiofen-2yl)-2,1,3-benzotiadiazolem), metodą elektrodpozycji. Dalsze etapy pracy będą dotyczyły syntezy pochodnych poli(4,7-bis(tiofen-2-yl)-2,1,3-benzotiadiazolu) zawierających chlorowce w swoim łańcuchu głównym i zbadanie właściwości fotokatalitycznym kompozytu w modelowej reakcji generowania wodoru.

Literatura:

- [1] M. P. Kobylański, P. Mazierski, A. Malankowska, M. Kozak, M. Diak, M. J. Winiarski, T. Klimczuk, W. Lisowski, G. Nowaczyk, A. Zaleska-Medynska, *Surfaces and Interfaces* **12**, 179, 2018.
- [2] M. Nevárez-Martínez, M. P. Kobylański, P. Mazierski, J. Wólkiewicz, G. Trykowski, A. Malankowska, M. Kozak, P. J. Espinoza-Montero, A. Zaleska-Medynska, *Molecules* **22**, 4, 2017.

*Praca finansowana ze środków (NCN) w ramach projektu OPUS 8 nr 2014/15/B/ST5/00098
„Przestrzennie zorientowane nanostruktury typu TiO₂/MxOy otrzymywane metodą elektrochemiczną”,
PRELUDIUM 14 nr UMO-2017/27/N/ST8/00946 „Przestrzennie zorientowane nanorurki TiO₂
modyfikowane kopolimerami przewodzącymi do generowania wodoru”*

CHARAKTERYSTYKA I ZASTOSOWANIE CIEKŁOJONOWYCH MATRYC DO ANALIZY IŁOŚCIOWEJ FARMACEUTYKÓW TECHNIKĄ MALDI-TOF

mgr Paulina Kobylis, IV rok

Promotor: prof. dr hab. Piotr Stepnowski

Spektrometria mas z jonizacją laserem wspomagana matrycą oraz analizatorem czasu przelotu (MALDI-TOF-MS) dotychczas stosowana była do identyfikacji dużych biomolekuł takich jak białka, polimery, kwasy nukleinowe oraz peptydy. Do badania tych związków stosowano standardowe matryce, takie jak pochodne kwasu benzoowego, cynamonowego oraz kwas synapinowy. Niestety ze względu na ich krystalizację na płytce analiza jakościowa, a zwłaszcza ilościowa związków niskocząsteczkowych (np. farmaceutyków) była dotychczas mało wiarygodna. Głównym powodem była duża ilość sygnałów pochodzących od jonizującej się matrycy, która uniemożliwiała identyfikację badanych substancji oraz niepowtarzalność uzyskiwanego widma mas. Rewolucyjne w tej dziedzinie okazały się badania opublikowane w 2001 roku dotyczące drugiej generacji cieczy jonowych, nazywanych ciekłojonowymi matrycami.

Matryce ciekłojonowe (MCJ, ang. *Ionic Liquid Matrices*) to organiczne sole powstałe w wyniku reakcji równomolowej ilości krystalicznej standardowej matrycy MALDI (kwasu np. α -cyjano-4-hydroksycynamonowego) z organiczną zasadą (np. diizopropyletyloaminą) [1]. Połączenie to pozwala na przeniesienie protonu z kwasu (elektrofila) do zasady (nukleofila) nadając powstającemu produktowi charakter protycznej cieczy jonowej.

Ze względu na brak wiedzy dotyczącej ich właściwości fizykochemicznych oraz ich potencjalnych możliwości aplikacyjnych, głównym celem niniejszej pracy doktorskiej była charakterystyka fizykochemiczna oraz próba zastosowania ciekłojonowych matryc do analizy ilościowej farmaceutyków techniką MALDI-TOF. Wykonane eksperymenty obejmowały syntezę, weryfikację stopnia przebiegu reakcji syntezy za pomocą wybranych metod wagowych, spektroskopowych oraz termoanalitycznych [2], badanie wpływu zastosowanej matrycy na efektywność jonizacji niskocząsteczkowych związków. Ponadto zbadanie wpływu sposobu nakładania na płytkę mieszaniny matryca/analitna na homogeniczność plamki, a także analizę ilościową leków za pomocą techniki MALDI-MS z wykorzystaniem ciekłojonowych matryc oraz wzorca zewnętrznego i wewnętrznego. Obecnie prowadzone są badania dotyczące zastosowania opracowanych metod analitycznych do monitoringu farmaceutyków w próbkach ścieków.

Literatura:

- [1] D. W. Armstrong, L.-K. K. Zhang, L. He, M. L. Gross, *Anal. Chem.* **75**, 3679, 2001.
- [2] P. Kobylis, H. Lis, P. Stepnowski, M. Caban, *J. Mol. Liq.* **284**, 328, 2019.

Praca finansowana ze środków NCN w ramach projektu PRELUDIUM 13nr: UMO- 2017/25/N/ST4/02390 „Badania porównawcze matryc ciekłojonowych i standardowych stosowanych w spektrometrii z jonizacją MALDI”. BNM nr: 538-8725-B046-15 i 16 „Badanie wpływu pH roztworu próbki na jonizację analitu za pomocą techniki MALDI z wykorzystaniem jonowych ciekłych matryc”, BMN nr: 538-8615-B387-16 i 17 „Charakterystyka i zastosowanie jonowych ciekłych matryc do analizy ilościowej techniką MALDI-TOF”

ZASTOSOWANIE CIECZY JONOWYCH JAKO FAZ AKCEPTOROWYCH W EKSTRAKCJI PASYWNEJ LEKÓW

mgr Hanna Lis, IV rok

Promotor: prof. dr hab. Piotr Stepnowski

Promotor pomocniczy: dr hab. Magda Caban

Zgodnie z aktualnym rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego poziom stężenia leków w wodach powinien być stale monitorowany [1]. Jedną technik stosowaną w długoterminowym monitoringu poziomu zanieczyszczeń wód jest ekstrakcja pasywna. Techniki tego typu stosuje się w celu uzyskania średniego w czasie stężenia analitów, które jest niezależne od chwilowych wahań. Obecnie najpowszechniej stosowaną techniką pasywną jest POCIS (ang. *Polar Organic Chemical Integrative Sampler*), w której wewnątrz próbnika zawarty jest stały sorbent.

W ramach niniejszej pracy doktorskiej przeprowadzono badania dotyczące nowej techniki ekstrakcji pasywnej leków, w której jako fazę akceptorową zastosowano ciecz jonowe. To związki chemiczne zbudowane wyłącznie z jonów, pozostające w stanie ciekłym w temperaturze poniżej 100 °C. Dzięki swojej unikatowej strukturze charakteryzują się również wyjątkowymi właściwościami rozpuszczalnikowymi. Zaprojektowaną technikę nazwano skrótem PASSIL (ang. *PASive Sampling by Ionic Liquids*). Próbnik zbudowany jest z dwóch dysków polimetakrylanowych oraz membran polieterosulfonowych zaimpregnowanych cieczą jonową. Po dokonaniu szeregu eksperymentów jako fazę akceptorową wytypowano ciecz zawierającą kationfosfoniowy [P66614]⁺.

W badaniach sprawdzono wpływ warunków fizyko-chemicznych na efektywność oraz kalibrację ekstrakcji analitów, w tym temperatury, zasolenia, pH fazy donorowej i jej przepływu [2]. Zaobserwowano, że zastosowanie zwiększonego przepływu wody przyspiesza proces ekstrakcji. Nie zauważono znaczącego wpływu temperatury na przebieg ekstrakcji, występuje jednak obniżenie wydajności ekstrakcji z silnie zasolonej fazy donorowej. Ponadto, w ekstrakcji PASSIL selektywnie wykluczane są anality naładowane dodatnio. Wszystkie eksperymenty przeprowadzono jednocześnie z zastosowaniem próbnika POCIS. Zaobserwowano liniową w czasie sorpcję analitów, co potwierdziło kinetyczny charakter próbnika PASSIL (podobnie jak w przypadku POCIS).

Ostatnim krokiem było przeprowadzenie badań dotyczących zastosowania próbników PASSIL w ekstrakcji z wód środowiskowych. Zaobserwowano wzrost wydajności ekstrakcji w obecności materii organicznej oraz zadowalający odzysk cieczy jonowej. Obecnie trwają badania dotyczące zastosowania próbnika PASSIL jako narzędzia do monitorowania poziomu stężeń leków w oczyszczalni ścieków.

Literatura:

- [1] M. Caban, H. Męczykowska, P. Stepnowski, *Talanta* **155**, 185, 2016.
- [2] H. Męczykowska, P. Stepnowski, M. Caban, *Talanta* **179**, 271, 2018.

*Praca finansowana ze środków NCN w ramach projektów Sonata 9 nr 2015/17/D/ST4/00774:
"PASSIL – innowacyjna technika dozymetrii pasywnej wykorzystująca ciecz jonowe" oraz Preludium 13 nr
2017/25/N/ST4/02389: "Studium porównawcze technik PASSIL i POCIS w monitoringu wybranych
farmaceutyków w środowisku wodnym"*

ODDZIAŁYWANIA MIĘDZYCZĄSTECZKOWE W KRYSZTAŁACH WIELOSKŁADNIKOWYCH ZAWIERAJĄCYCH AKRYDYNY ORAZ KWASY DINITROBENZOESOWE

mgr Maria Marczak, IV rok
Promotor: dr hab. Artur Sikorski, prof. UG

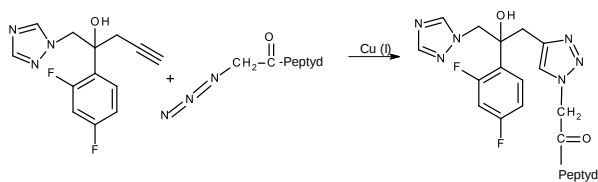
Pochodne akrydyny wykazują szerokie spektrum działania leczniczego. Związki te stanowią aktywne substancje farmaceutyczne wielu leków o właściwościach przeciwbakteryjnych, przeciwwirusowych, przeciwnowotworowych, przeciwprwotniakowych i innych. Jednym z celów współczesnej farmacji jest otrzymywanie nowych form leków – o ulepszonych właściwościach farmakokinetycznych i farmakodynamicznych. Możliwości takie stwarza inżynieria krystaliczna – dynamicznie rozwijająca się dziedzina nauki, której jednym z głównych celów jest projektowanie i otrzymywanie kryształów wieloskładnikowych o określonej strukturze oraz właściwościach. Ich projektowanie i otrzymywanie jest możliwe poprzez poznanie i zrozumienie oddziaływań wewnątrz- i międzycząsteczkowych: wiązań wodorowych, oddziaływań z udziałem grup nitrowych, czy atomów halogenów, między poszczególnymi składnikami takich kryształów. Oddziaływania te powodują bowiem występowanie ściśle określonych, powtarzalnych motywów strukturalnych (syntonów). Uwzględniając zatem syntony jakietworzą oddziałujące ze sobą grupy funkcyjne, możemy zaprojektować kryształ wieloskładnikowy – odpowiednio dobierając jego składniki. Przykładem związków, które tworzą wiele motywów strukturalnych są kwasy nitrobenzoesowe. Kwasy te, ze względu na obecność jednej lub więcej grupy karboksylowej oraz nitrowej, stwarzają możliwości różnej samoorganizacji cząsteczek w kryształach wieloskładnikowych – zależnej od struktury pozostałych jego składników. W ramach badań przeprowadzona została analiza oddziaływań i syntonów tworzących się z udziałem grup nitrowych, występujących w kryształach wieloskładnikowych zawierających kwasy dinitrobenzoesowe oraz akrydyny, przy użyciu metod eksperymentalnych oraz na podstawie obliczeń kwantowomechanicznych.

Literatura:

- [1] G.R. Desiraju, *Crystal Engineering: The design of Organic Solids*, Elsevier, Amsterdam, 1989, str. 21, 48, 120.
- [2] A. Ibragimov, J. Ashurov, B. Ibragimov, *Acta Cryst.* C72, 566, 2016.
- [3] A. Sikorski, D. Trzybiński, *J. Mol. Struct.* 1049, 90, 2013.
- [4] J. Robinson, D. Philp, K. Harris, *New J. Chem.* 24, 799, 2000.

mgr Joanna Okońska IV rok
Promotor: prof. dr hab. Krzysztof Rolka
Promotor pomocniczy: dr Natalia Ptaszyńska

W ramach niniejszej pracy doktorskiej opracowałam metody syntezy koniugatów składających się z peptydów o właściwościach przeciwdrobnoustrojowych (AMP, ang. Antimicrobial Peptide) lub penetrujących komórki (CPP, ang. Cell Penetrating Peptide) oraz flukonazolu lub jego pochodnych. W rezultacie otrzymałam nowe związki o właściwościach przeciwbakteryjnych oraz przeciwgrzybowych. Flukonazol jest lekiem przeciwgrzybiczym z grupy leków azolowych. Mechanizm jego działania polega na blokowaniu syntezy ergosterolu poprzez hamowanie układu cytochromu P450 komórek grzybów, który jest niezbędny do syntezy błony komórkowej grzybów [4]. Pochodna flukonazolu 2-(2,4-difluorofenilo)-1-(1H-1,2,4-triazol-1-yl)-pent-4-yn-2-ol (alkin) syntetyzowana była metodą opisaną w literaturze [5], a następnie łączona z peptydem zawierającym grupę azydkową, wykorzystując reakcję „clickchemistry” [6] (Rys. 1). Zsyntetyzowane koniugaty poddano badaniom biologicznym w grupie prof. dr. hab. Sławomira Milewskiego z Wydziału Chemicznego PG.



Literatura:

- [1] A.Y. Hwang, J.G. Gums, *Bioorg. Med. Chem.* **24**, 6440, 2016.
- [2] D. Bohme, A.G. Beck-Sickinger, *J.Pept.Sci.* **21**, 186, 2015.
- [3] J. Sen Gupta, S. Saha, A. Khetan, S.K. Sarkar, S.M. Mandal, *J. Infect. Chemother.* **18**, 698, 2012.
- [4] F.C. Odds, A.J. Brown, N.A. Gow, *Trends Microbiol.* **11**, 272, 2003.
- [5] V.S. Pore, N.G. Aher, M. Kumar, P.K. Shukla, *Tetrahedron.* **62**, 11178, 2006.
- [6] C. Kolb, M.G. Finn, K.B. Sharpless, *Angew. Chem. Int. Edit.* **40**, 2004, 2001.

*Praca finansowana ze środków NCN w ramach projektu OPUS 11, UMO-2016/21/B/ST5/00101.
„Projektowanie i chemiczna synteza koniugatów peptydowych o aktywności przeciwdrobnoustrojowej -
atrakcyjny sposób poprawy właściwości farmakologicznych antybiotyków”.*

BADANIE ODDZIAŁYWANIA ODLEWNI METALI NIEŻELAZNYCH NA POBLISKI EKOSYSTEM LEŚNY: WPŁYW EMISJI METALI CIĘŻKICH NA GLEBĘ I GRZYBY

mgr Martyna Saba, IV rok
Promotor: prof. dr hab. Jerzy Falandysz

Pierwiastki metaliczne emitowane nawet w niedużej ilości przez lata ze źródeł antropogenicznych, np. odlewnia metali, mogą niemal trwale zanieczyścić okoliczne środowisko. Ma to szczególne znaczenie, gdy w bezpośrednim sąsiedztwie mieszkają ludzie, są pola uprawne, las czy zbiorniki wodne. Tematyka badań dotyczy wpływu możliwych emisji metali (m.in. Hg, Pb, Cd, Cr, Ni) z odlewni metali nieżelaznych na pobliski ekosystem leśny: grzyby i ich podłoże glebowe. Przedstawiono dane o stanie zanieczyszczenia grzybów oraz wierzchniej warstwy gleby leśnej i profili glebowych z miejsc na terenie kompleksu leśnego (ok. 150 ha) położonego w sąsiedztwie odlewni, gdzie w różnej odległości zlokalizowane są m.in. pobliskie zabudowania z ogrodami i działkami przydomowymi, droga, jezioro.

Wstępna faza badań objęła zebranie materiału doświadczalnego: możliwie dużej ilości różnych gatunków grzybów (w toku), próbek wierzchniej warstwy gleby i profili glebowych. Kolejne etapy objęły przygotowanie i analizy chemiczne zbieranych materiałów oraz gromadzenie materiałów dotyczących miejsca badań.

Oznaczono zawartości Hg, Li, Be, Al, V, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Sr, Rb, Ag, Cd, Sb, In, Cs, Ba, Tl, Pb, U, As, Se i Cr. Rtęć jest oznaczana metodą zimnych par bezpłomieniowej absorpcyjnej spektroskopii atomowej po desorpcji termicznej. Pozostałe pierwiastki są oznaczane metodą spektrometrii mas w plazmie wzbudzonej indukcyjnie z dynamiczną komorą reakcyjną. Materiał do oznaczeń techniką ICP-MS jest mineralizowany na mokro zestężonym roztworem kwasu azotowego w ciśnieniowych naczyniach teflonowych w piecu mikrofalowym. Metodyki analityczne poddano walidacji. Kontrolę i jakość wyników realizowano przez walidację procedur analitycznych, wykonując próby ślepe i analizując certyfikowane materiały odniesienia.

Wstępne wyniki badań materiału grzybowego zebranego w niezbyt grzybowych latach 2017 i 2018, z uwagi na długie okresy bezdeszczowe i generalnie panująca suszę, wskazują na wyjątkowo duże ilości m.in. ołowiu w części materiału, a także większą zawartość rtęci niż w materiałach referencyjnych z miejsc nie podlegających oddziaływaniu odlewni.

Wyniki oznaczeń zawartości rtęci uzyskane dla próbek wierzchniej warstwy gleby z różnych miejsc wskazują na zróżnicowane, miejscami podwyższone, zawartości. W materiale glebowym względnie silnie zanieczyszczonym zawartość rtęci przekraczała wartość typową dla leśnego podłoża glebowego w Polsce tj. $< 0,050 \text{ mg kg}^{-1} \text{ m. s.}$ Pozyskiwanie materiału doświadczalnego (grzyby - rok 2019) oraz analizy chemiczne są w toku.

*Praca finansowana ze środków NCN w ramach projektu Preludium nr UMO-2016/23/N/NZ9/02746:
„Badanie oddziaływania odlewni metali nieżelaznych na pobliski ekosystem leśny: wpływ emisji metali ciężkich
na glebę i grzyby”*

BADANIA RADIACYJNE I BIOLOGICZNE MODYFIKOWANYCH NUKLEOZYDÓW W KONTEKŚCIE WSPOMAGANIA RADIOTERAPII W WARUNKACH HIPOKSJI

mgr inż. Paulina Spisz, IV rok

Promotor: prof. dr hab. Janusz Rak

Promotor pomocniczy: dr Magdalena Zdrowowicz-Żamojć

Radioterapia jest jedną z najpowszechniej stosowanych metod leczenia raka, jednak nie zawsze przynosi pożądane efekty i niesie za sobą wiele skutków ubocznych [1]. Alternatywą jest zastosowanie terapii skojarzonej czyli radioterapii wspomaganej działaniem związków — radiosensybilizatorów — których zadaniem jest uwrażliwienie komórek nowotworowych na działanie promieniowania jonizującego (IR) [2].

Przykładem związków należących do tej grupy są modyfikowane nukleozydy (MN). Charakteryzują się one kilkoma bardzo istotnymi cechami, które wyróżniają je na tle innych potencjalnych sensybilizatorów. Są strukturalnie podobne do natywnych nukleozydów i zazwyczaj charakteryzują się niewielką cytotoksycznością. Jednak ich największą zaletą jest wysokie powinowactwo elektronowe. Przyłączenie elektronów do MN inkorporowanych do DNA prowadzi do powstania reaktywnych rodników wewnątrz biopolimeru, to zaś może skutkować jego uszkodzeniami a w konsekwencji śmiercią komórki.¹

Bardzo obiecującą grupą tego typu związków są pochodne 4-tio-2'-deoksyurydyny: 5-jodo-4-tio-2'-deoksyurydyny (ISdU) i 5-bromo-4-tio-2'-deoksyurydyny (BrSdU), znane fotosensybilizatory DNA [3].

Przeprowadzone w ramach projektu doktorskiego badania pokazują, że ISdU sensybilizuje komórki nowotworowe na działanie promieniowania X. Radioliza wodnego roztworu ISdU prowadzi do powstania 5 głównych produktów. Zanik substratu jest prawie 1,5 razy większy niż rozkład BrdU — dobrze znanego radiosensybilizatora. Test klonogeniczności wykazuje znaczne obniżenie żywotności komórek traktowanych związkiem po poddaniu ich działaniu niskich dawek IR. Ponadto test fosforylacji histonu H2A.X potwierdza zwiększenie ilości DBS (podwójne pęknięcia nici) w stosunku do komórek w kontroli [4].

Mimo iż ISdU i BrSdU są do siebie strukturalnie bardzo podobne, to w przypadku tej drugiej pochodnej otrzymane wyniki nie są już tak spektakularne. W wyniku radiolizy wodnego roztworu BrSdU obserwuje się produkt dysocjacyjnego przyłączenia elektronu (DEA). W konsekwencji żywotność komórek w teście klonogeniczności też nie jest obniżona. Różnic w reaktywności pomiędzy ISdU i BrSdU wynika prawdopodobnie z różnych energii aktywacji dysocjacji wiązania C5-halogen w anionach obydwu związków.

Literatura:

- [1] H. Choy, Humana Press Inc.: Totowa, NJ, 2011.
- [2] P. Wardman, *Clin. Oncol.* **19**, 397, 2007.
- [3] R. Brem, M. Guven, P. Karran, *Free Radic. Biol. Med.* **107**, 101, 2017.
- [4] S. Makurat, P. Spisz, W. Kozak, J. Rak, M. Zdrowowicz, *IJMS* **20**, 1308, 2019.

*Praca finansowana ze środków NCN w ramach projektu MAESTRO nr UMO-2014/14/A/ST4/00405 (J. R.):
„Od modelu molekularnego in silico do odpowiedzi komórkowej in vitro. Modyfikowane nukleozydy jako radio-
bądź/i fotosensybilizatory uszkodzeń DNA”*

OKREŚLENIE STRUKTURY JEDNOSTKI POWTARZALNEJ O-POLISACHARYDÓW IZOLOWANYCH ZE SZCZEPÓW BAKTERII RODZAJU *PECTOBACTERIUM*

mgr Sylwia Szulta, IV rok

Promotor: dr hab. Zbigniew Kaczyński, prof. UG

Fitopatogenne bakterie z rodzaju *Pectobacterium* odpowiedzialne są za proces chorobotwórczy wielu roślin, co przyczynia się do ogromnych strat ekonomicznych w rolnictwie. Powodują one przede wszystkim tzw. czarną nóżkę w początkowym stadium wegetacji ziemniaka oraz mokrą zgniliznę u rośliny w pełni rozwiniętej [1]. W przypadku bakterii Gram-ujemnych ważnym czynnikiem odpowiedzialnym za patogenезę jest O-polisacharyd będący częścią LPS-u, który jest jednym z najbardziej wyeksponowanych na zewnątrz elementów ściany komórkowej tych bakterii [2].

Struktury chemiczne O-polisacharydów izolowanych ze szczepów bakterii rodzaju *Pectobacterium* zostały określone na podstawie interpretacji jedno- i dwuwymiarowych widm NMR. Badania z wykorzystaniem modyfikacji chemicznych, takich jak analiza cukrowa i analiza metylacyjna oraz reakcja z optycznie czynnym butan-2-olem pozwoliły określić skład cukrowy OPS-u, ustalić sposób powiązania ze sobą reszt cukrowych oraz przyporządkować poszczególne monosacharydy do szeregu konfiguracyjnego D lub L. Otrzymane pochodne analizowane były z wykorzystaniem techniki chromatografii gazowo-cieczowej (GLC) oraz chromatografii gazowo-cieczowej sprzężonej ze spektrometrią mas (GLC-MS).

Literatura:

- [1] R. Czajkowski, M.C.M. Pérombelon, S. Jafra, E. Lojkowska, M. Potrykus, J.M. van der Wolf, W. Sledz, *Ann. Appl. Biol.* **166**, 1, 2015.
- [2] I. Lerouge, J. Vanderleyden, *FEMS Microbiol. Rev.* **26**, 1, 2001.

PROJEKTOWANIE, SYNTEZA I BADANIE AKTYWNOŚCI BIOLOGICZNEJ PEPTYDÓW O WŁAŚCIWOŚCIACH PRO-REGENERACYJNYCH

mgr Izabela Załuska

Promotor: dr hab. Piotr Mucha, prof. UG

Regeneracja w kontekście biologicznym jest to odtwarzanie uszkodzonych lub utraconych komórek, tkanek, narządów albo części ciała organizmów żywych [1]. Proces ten występuje w następstwie urazowego lub chorobowego uszkodzenia i jest niezwykle złożony. Regeneracja obejmuje procesy naprawcze, wyrównawcze i przystosowawcze, które mają na celu zminimalizowanie skutków tych zaburzeń i przystosować organizm do funkcjonowania w nowych warunkach. Naprawa uszkodzonych tkanek wymaga aktywacji komórek, syntezy cytokin umożliwiających komunikację pomiędzy komórkami i ich interakcje ze składowymi macierzy pozakomórkowej ECM (ang. *extracellular matrix*), a także syntezy enzymów umożliwiających degradację uszkodzonych składowych ECM. W ostatnim etapie gojenia zaktywowane komórki syntezują białka niezbędne do odbudowy uszkodzonej tkanki i enzymy zaangażowane w jej przebudowę. Jednym z celów pracy jest znalezienie peptydów o właściwościach pro-regeneracyjnych [2].

Celem farmakologicznej stymulacji regeneracji jest pobudzenie zdolności organizmu do regeneracji. Liczne grupy związków chemicznych aktywują szereg procesów metabolicznych w organizmie. Koncept „samo-naprawy” ustroju indukowany przez małocząsteczkowe związki wydaje się być prostym i szybkim rozwiązaniem na ograniczone możliwości regeneracyjne organizmu. Działanie to może zwiększyć aktywację komórek progenitorowych, czyli tkankowo-specyficznych komórek macierzystych w naprawie uszkodzeń tkanek i narządów.

Czynnik wzrostu związany z angiopoetyną – AGF, określany także jako Angptl6 (ang. Angiopoietin-related protein 6) należy do rodziny białek angiopoetyno-podobnych, odgrywających kluczową rolę w rozwoju naczyń krwionośnych u myszy i metabolizmie [3]. W ramach badań nad peptydami o potencjalnej aktywności proregeneracyjnej w uszkodzeniach skóry, zaprojektowałam peptyd AGF (Tabela 2). Sekwencja zaprojektowanego peptydu to fragment białka AGF (angiopoetyno-podobnego czynnika wzrostu). AGF posiada charakterystyczny motyw RGD, który odpowiada m.in. za procesy adhezji komórkowej związane z remodelowaniem podczas różnicowania tkanek.

Peptyd AGF scharakteryzowano za pomocą wysokosprawnej chromatografii cieczowej (HPLC) oraz spektrometrii mas, a następnie został zbadany wpływ peptydu AGF na proliferację, żywotność i migrację na liniach uniesmiertelnionych fibroblastów i keratynocytów.

Literatura:

- [1] Słownik języka polskiego PWN, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, Wyd. 3, 2016.
- [2] Stocum D.L. *Regenerative Biology and Medicine* (Second Edition). Wyd.Elsevier Science Publishing Co Inc; Academic press. San Diego, United States ; 2012.
- [3] T. Hato, M. Tabata, Y. Oike, *Trends Cardiovasc. Med.* 18, 6, 2008.

*Praca finansowana ze środków NCBiR, w ramach projektu STRATEGMED 1; nr 235077/9/NCBR/2014:
„Nowe technologie farmakologicznej stymulacji regeneracji”*