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

GDAŃSK 22.09.2022

MATERIAŁY

redaktorzy

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

redakcja techniczna

dr inż. Renata Marcinkowska
dr inż. Małgorzata Rutkowska
mgr Urszula Kampowska
Katarzyna Mówińska



**Wydział Chemiczny
Politechnika Gdańska**

**Wydział Chemii
Uniwersytet Gdański**

Gdańsk 2022

Prawa autorskie © 2022 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 dotyczące Sesji Sprawozdawczej Doktorantów za rok akademicki 2021/2022. Materiały zawierają abstrakty wystąpień doktorantów, jak też ogólne informacje o Studiach Doktoranckich prowadzonych na Wydziale Chemicznym Politechniki Gdańskiej i Wydziale Chemii Uniwersytetu Gdańskiego.

Jest to już 8 SSD organizowana wspólnie przez Wydział Chemiczny PG i Wydział Chemii UG. Historia rozpoczęła się 9 lipca 2015 r., kiedy to władze obu wydziałów podpisały porozumienie o powołaniu konsorcjum „Gdańska Chemia Akademicka”. Powstanie konsorcjum miało na celu wzmacnianie współpracy obu wydziałów w zakresie rozwoju priorytetowych kierunków badań istotnych dla gospodarki i społeczeństwa. Jedną z pierwszych inicjatyw było zorganizowanie wspólnej SSD. Jej pierwsza edycja miała miejsce w dniach 17-18 września 2015 r. na Wydziale Chemicznym PG. Kolejne sesje odbywały się naprzemiennie na obu wydziałach.

Wspólne wystąpienia doktorantów obu wydziałów, a było ich kilkaset, stały się nie tylko okazją do wzajemnego poznania uprawianej tematyki naukowej, ale również były inspiracją do podejmowania nowych wyzwań badawczych oraz dały możliwość nawiązywania współpracy naukowej.

Nie da się ukryć, że obecna 8 SSD ma wymiar historyczny. Jest to ostatnie spotkanie, podczas którego zaprezentują się doktoranci ze studiów doktoranckich. Zgodnie z Ustawą z dnia 20 lipca 2018 r. „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” studia doktoranckie będą prowadzone na dotychczasowych zasadach nie dłużej niż do 31 grudnia 2023 r. Ale to nie koniec wspaniałej historii SSD, tylko miejmy nadzieję płynne przejście do nowej rzeczywistości. Zgodnie z ww. ustawą studia doktoranckie są sukcesywnie zastępowane przez szkoły doktorskie. Pierwsza rekrutacja do szkół doktorskich odbyła się w roku 2019, co oznacza, że przyjęci wówczas doktoranci będą za rok na IV roku. I wszystko wskazuje na to, że wezmą udział w 9 edycji wspólnej SSD.

Życzymy doktorantom obecnego IV r. udanych wystąpień podczas sesji, sprawnego przygotowania prac doktorskich, a także ich pomyślnych obron.

Zbigniew Kaczyński
Kierownik Studiów Doktoranckich Wydziału Chemii UG

Szanowni Państwo,

Oddajemy w Państwa ręce opracowanie materiałów z Sesji Sprawozdawczej Studiów Doktoranckich za rok akademicki 2021/2022. Materiały te, tak jak poprzednio, zawierają pewne informacje ogólne o Studiach Doktoranckich prowadzonych na Wydziale Chemicznym PG i Wydziale Chemii UG. Najprawdopodobniej będzie to jedna z ostatnich sesji w ramach starych Studiów Doktoranckich, które mają być wygaszone w przyszłym roku.

W poprzednich latach w materiałach wstępnych do sesji sprawozdawczej przedstawiałem problematykę i wyzwania związane ze studiami doktoranckimi. Ostatni rok ponownie przeszedł częściowo pod znakiem pandemii i nadal było sporo problemów w realizacji projektów doktorskich. Wciąż dotknęły też państwa ograniczenia wyjazdowe w zakresie staży i udziałów w konferencjach, gdyż niektóre laboratoria nadal nie były gotowe na przyjęcie stażystów.

Jak państwo wiedzą, działamy obecnie w ramach nowej ustawy (Ustawa 2.0). Zgodnie z tą ustawą powstała ogólnouczelniana Szkoła Doktorska. Oznacza to, że nie ma już nowego naboru na Studia Doktoranckie na Wydziale Chemicznym. Studia te są stopniowo wygaszane. W roku 2023 będą definitywnie wygaszone, a jeżeli ktoś nie ukończy ich, będzie włączony do istniejącej Szkoły Doktorskiej.

Warto w związku z tym dodać, że w przyszłym roku sesja sprawozdawcza najprawdopodobniej ostatni raz odbędzie się w tym dotychczasowym formacie. Doktoranci jedynie V roku wezmą w niej udział. Później sesje takie będą organizowane już w ramach Szkoły Doktorskiej i dyscypliny Nauki Chemiczne. Wiemy już, że w ramach współpracy z Wydziałem Chemii Uniwersytetu Gdańskiego w zakresie prowadzenia Studiów Doktoranckich nasze wspólne sesje nadal będą organizowane. W przyszłym roku będzie to sesja dla Doktorantów IV roku Szkoły Doktorskiej. Taka współpraca tym bardziej jest wskazana, gdyż uczelnie gdańskie zacieśniają współpracę w ramach Związku Uczelni Fahrenheita.

Należy też wspomnieć, że sytuacja finansowa naszych Studiów Doktoranckich jest bardzo dobra. Wzrosły nieznacznie stypendia doktoranckie. Projekt InterPhD2 funkcjonuje od czterech lat i jest nim objętych nadal wielu doktorantów naszego Wydziału. Projekt też dostał zgodę na przedłużenie prawie do czerwca 2023. Przedłużony też został program PROM, który daje możliwości wyjazdów na konferencje. Uczelnia otrzymała też projekt STER, który dotyczy studentów Szkoły Doktorskiej i będzie oferował m.in. finansowanie staży zagranicznych dla doktorantów poczynając od semestru zimowego 2022/23. 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 w dyscyplinie Nauki Chemiczne otrzymał ponownie najwyższą notę A+ w ostatniej ocenie parametrycznej jednostek. Wyniki publikacyjne zeszłego roku również wskazują na dużą aktywność w tym względzie Doktorantów naszego Wydziału, co też pozwala Doktorantom o występowanie w akcjach premie za publikacje.

Podsumowując mogę powiedzieć, że dotychczasowe doświadczenia i osiągnięcia jak też możliwości jakie oferuje nowa ustawa i środki finansowe jakie posiada uczelnia, również w związku z tym, że PG jest uczelnią badawczą, na pewno pozwolą sprostać ambitnym wyzwaniom stawianym nowoczesnym studiom doktoranckim, a Państwu pozwoli skutecznie ukończyć kształcenie i zdobyć stopień doktora.

Maciej Bagiński
Kierownik Studiów Doktoranckich Wydziału Chemicznego PG

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 historią Studiów Doktoranckich na Wydziale Chemicznym PG

- 1966** - powołanie 3-letniego Studium Doktoranckiego w zakresie:
Chemii Fizycznej i 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. Irmina 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	2009-2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022**
Liczba obronionych doktoratów	38	29	29	24	28	19	33	40	36	27	18	20	9
Liczba uczestników Studiów	124*	144*	148	148	159	154	141	146	134	140	111	89	63

*średnio rocznie; **stan na 31.07.2022

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>

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). 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 nadwyżką. 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 31.07.2022):***

PO IV ROKU

1. mgr Bakhytkyzy Inal
2. mgr inż. Borzyszkowska-Bukowska Julia
3. dr Brankiewicz Wioletta
4. mgr inż. Cieślik Mateusz
5. mgr inż. Dyguła Paulina
6. mgr inż. Fabjanowicz Magdalena
7. mgr inż. Gontarek-Castro Emilia
8. mgr inż. Grąźlewska Weronika
9. mgr inż. Haryńska Agnieszka
10. mgr inż. Jakubek Patrycja
11. mgr inż. Jurasz Jakub
12. mgr inż. Kamińska Jolanta
13. mgr inż. Kempieńska-Kupczyk Dagmara
14. mgr inż. Knozowski Dominik
15. mgr inż. Lubinska-Szczygeł Martyna
16. mgr inż. Maciejewska Natalia
17. mgr inż. Marycz Milena
18. mgr inż. Momotko Malwina
19. mgr inż. Plata-Gryl Maksymilian
20. mgr inż. Potapowicz Joanna
21. mgr inż. Pytel Klaudia
22. mgr inż. Różańska Anna
23. mgr inż. Ryczkowska Małgorzata
24. mgr Serbakowska Katarzyna

-
25. mgr inż. Stasiulewicz Marcin
 26. mgr inż. Szynekiewicz Natalia
 27. mgr inż. Wojewódka Dorota

IV 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 Chmielewska Klaudia
7. mgr inż. Chodnicki Paweł
8. mgr inż. Cymann-Sachajdak Anita
9. mgr inż. Czaplicka Natalia
10. mgr inż. Czekajło Marcin
11. mgr inż. Delińska Karolina
12. mgr Domańska Kinga
13. mgr inż. Drozda Michał
14. mgr inż. Dudziak Szymon
15. mgr inż. Galant Grzegorz
16. mgr inż. Galiński Błażej
17. mgr inż. Gospoś Radosław
18. mgr inż. Grzegórska Anna
19. mgr inż. Igliński Piotr
20. mgr inż. Jędrzejewski Bartosz
21. mgr inż. Kalinowska Kaja
22. mgr inż. Kierepa Sławomir
23. mgr inż. Koziara Zuzanna
24. mgr inż. Malinowska Izabela
25. mgr inż. Mazur Robert
26. mgr Muringayil Tomy
27. mgr inż. Nowak Michał
28. mgr inż. Olczak Tomasz
29. mgr Olszewski Mateusz
30. mgr Pallikunnel Mereena
31. mgr inż. Pawlak Filip
32. mgr inż. Rudnicka Małgorzata
33. mgr inż. Słupek Edyta
34. mgr inż. Sulowska Agnieszka
35. mgr inż. Szarlej Paweł
36. mgr inż. Szulc Paulina

SUKCESY DOKTORANTÓW WYDZIAŁU CHEMICZNEGO PG:

Rok akademicki 2021/2022 obfitował w wiele sukcesów Doktorantów Wydziału Chemicznego PG.

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

- **mgr inż. Olga Ciupak** (Katedra Chemii Organicznej)
Nowy typ analogów i koniugatów kwasu foliowego o potencjalnym zastosowaniu w terapii nowotworów hormonozależnych.
Kwota: 209 960 PLN;
- **mgr inż. Natalia Maciejewska** (Katedra Technologii Leków i Biochemii)
Aktywność przeciwnowotworowa nowych pochodnych ditiokarbaminianów 9,10-antrachinonu.
Kwota: 209 947 PLN;

-
- **mgr inż. Antoni Taraszkiewicz** (Katedra Chemii, Technologii i Biotechnologii Żywności)
Charakterystyka bioaktywnych peptydów z keratyny z piór drobiowych oraz produktów ich przemian zachodzących w trakcie reakcji Maillarda.
Kwota: 209 920 PLN;
 - **mgr inż. Szymon Dudziak** (Katedra Inżynierii Procesowej i Technologii Chemicznej)
Fotokatalizatory projektowane w oparciu o eksponowane płaszczyzny krystaliczne oraz ich zastosowanie w oczyszczaniu wody.
Kwota: 209 160 PLN;
 - **mgr inż. Paweł Chodnicki** (Katedra Chemii Fizycznej)
W jaki sposób lipidy modulują asocjację i lokalizację białek w obrębie błon lipidowych - badania z zastosowaniem symulacji molekularnych.
Kwota: 65 800 PLN;

Doktorant Katedry Inżynierii Procesowej i Technologii Chemicznej, **mgr inż. Szymon Dudziak**, jest współautorem publikacji, która została nagrodzona w konkursie na najlepszy artykuł (Best Paper Award) na międzynarodowej konferencji „*The 2nd International Electronic Conference on Catalysis Sciences—A Celebration of Catalysts 10th Anniversary*”, organizowanej przez wydawnictwo naukowe MDPI.

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 cieszył się od początku dużym zainteresowaniem uczestników studiów doktoranckich, którzy mogli 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.

Szczegółowe informacje dotyczące projektu są dostępne na stronie <https://pg.edu.pl/interphd-2/>.

Program **PROM – Międzynarodowa wymiana stypendialna doktorantów i kadry akademickiej** obejmuje podniesienie kwalifikacji doktorantów wszystkich wydziałów PG oraz podniesienie kwalifikacji kadry akademickiej w kontekście umiędzynarodowienia prowadzonych przez nich badań naukowych oraz rozpowszechniania ich wyników. Program ma na celu stworzenie mechanizmu wsparcia finansowego wymiany stypendialnej adresowanej do doktorantów i kadry akademickiej. Dzięki temu dofinansowaniu 50 doktorantów z Politechniki Gdańskiej może skorzystać z dwóch form wsparcia finansowego celem zdobycia wiedzy oraz podniesienia kompetencji językowych oraz interpersonalnych, a także kwalifikacji naukowych.

Pierwszą formą wsparcia jest umożliwienie udziału 30 doktorantów PG w zagranicznych konferencjach naukowych celem zaprezentowania wyników ich badań na forach międzynarodowych (wyjazdy od 5 do 7 dni).

Drugą formą wsparcia jest umożliwienie wyjazdów 20 doktorantów PG celem przeprowadzenia pomiarów/badań naukowych korzystając z unikatowej aparatury, bądź infrastruktury naukowo-badawczej, która jest niedostępna w kraju (wyjazdy do 30 dni).

W przypadku obu form wsparcia wymaga się, żeby dotyczyło ono działań bezpośrednio związanych z tematyką prac doktorskich. W ramach ogłoszonego konkursu można ubiegać się wyłącznie o jeden wyjazd.

Szczegółowe informacje dotyczące projektu są dostępne na stronie <https://pg.edu.pl/prom/>.

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

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

Podniesione zostały kompetencje kadr PG w zakresie: dydaktyki, umiejętności informatycznych i prezentacyjnych oraz atrakcyjności kształcenia. Natomiast kadry kierownicze i administracyjne podniosły swoje kompetencje zarządcze. Programem objętych zostało 72 pracowników kadry dydaktycznej oraz 240 pracowników kadry kierowniczej i administracyjnej. Jakość kształcenia i zarządzanie uczelnią zostało udoskonalone przez jeszcze szersze niż dotychczas wprowadzenie narzędzi informatycznych.

Zintegrowany Program Rozwoju Politechniki Gdańskiej rozpoczął się 1 kwietnia 2018 r. i trwał do czerwca 2022 r. Wsparcie finansowe pochodziło 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 wynosił 28 905 073,51 PLN.

W ramach modułu, który skierowany był do doktorantów PG zakładano zdobycie wiedzy na najwyższym poziomie oraz uzyskanie wysokiej jakości umiejętności przez 90 doktorantów/ek z Politechniki Gdańskiej (Wydział Architektury, Chemiczny, Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki, Elektrotechniki i Automatyki, Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej, Inżynierii Lądowej i Środowiska, Mechaniczny, Oceanotechniki i Okrętownictwa, Zarządzania i Ekonomii). Cel ten miał 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 należały 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, stypendia na pokrycie kosztów utrzymania i zakwaterowania na czas realizowania zadań za granicą 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 zdobyli wiedzę i umiejętności, które zwiększyły ich szanse na rynku pracy oraz umożliwiły udział w krajowych i międzynarodowych zespołach badawczych.

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

Imię i nazwisko	Data nadania stopnia	Promotor
2017		
1. dr Marcin Kawczyński	01.02.2017	prof. dr hab. inż. M. Milewska nauki chemiczne - chemia
2. dr inż. Anna Gołąbiewska	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 Miszkiewicz	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. Kusznerewicz 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 Wiczerzak	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. Kusznierewicz 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 Księżniak	10.01.2018	prof. dr hab. inż. J. Hupka dr inż. W. Pawlos (KGHM) nauki techniczne - technologia chemiczna
6. dr inż. Paweł Szczepblewski	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. Szweda 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 Gągol	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. Piszczyk 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 ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
11. dr inż. Aleksandra Ziółkowska	04.06.2019	prof. dr hab. inż. J. Pikies dr inż. Ł. Ponikiewski nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
12. dr inż. Mateusz Musiejuk	04.06.2019	prof. dr hab. inż. D. Witt nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
13. dr Jan Lica	04.06.2019	prof. dr hab. inż. M. Bagiński prof. dr hab. inż. A. Składanowski nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
14. dr inż. Agnieszka Mielcarek	09.07.2019	dr hab. inż. A. Dołęga nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
15. dr inż. Justyna Aszyk	25.09.2019	prof. dr hab. inż. A. Kot-Wasik dr inż. P. Kubica nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
16. dr inż. Mateusz Woźniak	25.09.2019	prof. dr hab. inż. M. Biziuk dr hab. inż. M. Wiergowski (GUMed) nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
17. dr inż. Hubert Byliński	15.10.2019	dr hab. inż. M. Tobiszewski dr hab. inż. J. Gębicki nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
18. dr inż. Maciej Jeszke	15.10.2019	prof. dr hab. inż. E. Luboch nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
19. dr inż. Miłosz Wieczór	15.10.2019	dr hab. inż. J. Czub nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
20. dr inż. Kinga Kaniewska	15.10.2019	prof. dr hab. inż. J. Pikies dr hab. inż. R. Grubba nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
21. dr inż. Piotr Maślewski	12.11.2019	prof. dr hab. inż. A. Dołęga nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
22. dr inż. Klaudia Kosek	12.11.2019	prof. dr hab. inż. Ż. Polkowska dr hab. K. Jankowska nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
23. dr inż. Wojciech Wojnowski	12.11.2019	prof. dr hab. inż. B. Zabiegała dr inż. T. Dymerski nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
24. dr inż. Joanna Wysocka	12.11.2019	dr hab. inż. S. Krakowiak nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
25. dr inż. Mateusz Kogut	10.12.2019	dr hab. inż. J. Czub nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
26. dr inż. Emil Szepiński	10.12.2019	prof. dr hab. inż. M. Milewska nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
27. dr inż. Łukasz Nierzwicki	10.12.2019	dr hab. inż. J. Czub prof. dr hab. J. Marszałek (UG) nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne

2020

1. dr inż. Joanna Cieślewicz	14.01.2020	prof. dr hab. inż. A. Bartoszek-Pączkowska dr hab. inż. R. Tylingo nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
2. dr inż. Natalia Jatkowska	14.01.2020	dr hab. inż. B. Kudłak nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
3. dr inż. Karol Parchem	11.02.2020	prof. dr hab. inż. A. Bartoszek-Pączkowska nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
4. dr inż. Aneta Pacyna-Kuchta	11.02.2020	prof. dr hab. inż. Ż. Polkowska dr hab. inż. K. Wojczulanis-Jakubas nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
5. dr inż. Koleta Hemine	10.03.2020	dr hab. inż. A. Skwierawska nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
6. dr inż. Paulina Kasprzyk	09.06.2020	prof. dr hab. inż. J. Datta nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
7. dr inż. Jakub Grynda	09.06.2020	prof. dr hab. inż. J. Mazerski nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
8. dr inż. Damian Rosiak	24.06.2020	prof. dr hab. inż. J. Chojnacki dr inż. A. Okuniewski nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
9. dr inż. Emilia Waraksa	10.07.2020	prof. dr hab. inż. P. Konieczka dr hab. E. Kłodzińska nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
10. dr Jacob Joby	22.09.2020	prof. dr hab. inż. J. Haponiuk prof. dr S. Thomas nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
11. dr inż. Martyna Mroczyńska	22.09.2020	dr hab. inż. A. Brillowska-Dąbrowska nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
12. dr inż. Joanna Grabowska	13.10.2020	prof. dr hab. inż. J. Zielkiewicz dr inż. A. Kuffel nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
13. dr inż. Anna Ordyszewska	13.10.2020	dr hab. inż. R. Grubba nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
14. dr inż. Tomasz Majchrzak	13.10.2020	dr hab. inż. R. Grubba nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
15. dr inż. Dorota Martynow	10.11.2020	prof. dr hab. inż. S. Milewski nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
16. dr inż. Magdalena Pajor	10.11.2020	dr hab. inż. P. Szweda nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
17. dr inż. Dorota Garwolińska	08.12.2020	prof. dr hab. inż. A. Kot-Wasik dr inż. W. Hewelt-Belka nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
18. dr Andre Fernandes	08.12.2020	dr hab. inż. G. Boczkaj nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne

2021

1. dr inż. Zuzanna Bielan	16.02.2021	dr hab. inż. A. Zielińska-Jurek nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
2. dr inż. Klaudia Suliborska	13.04.2021	dr hab. inż. W. Chrzanowski nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
3. dr inż. Emilia Kaczkowska	11.05.2021	dr hab. inż. J. Krakowiak dr inż. J. Wawer nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
4. dr inż. D. Kowalkowska-Zedler	15.06.2021	dr hab. inż. A. Pladzyk nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne

5. dr inż. Anna Mieszkowska	15.06.2021	prof. dr hab. inż. Z. Mazerska nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
6. dr inż. Paweł Sosnowski	15.06.2021	prof. dr hab. inż. P. Sachadyn nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
7. dr inż. Piotr Sass	15.06.2021	prof. dr hab. inż. P. Sachadyn nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
8. dr inż. Kamila Rohde	13.07.2021	prof. dr hab. inż. J. Datta nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
9. dr inż. Bartosz Szulczyński	13.07.2021	dr hab. inż. J. Gębicki nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
10. dr Katarzyna Grecka	14.09.2021	dr hab. inż. P. Szweda nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
11. dr inż. Natalia Kobylak	12.10.2021	dr hab. inż. A. Brillowska-Dąbrowska nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
12. dr inż. Joanna Pilch	12.10.2021	dr hab. E. Augustin nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
13. dr inż. Magdalena Wysocka	12.10.2021	dr hab. B. Krawczyk nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
14. dr inż. Maja Przybyłowska	12.10.2021	prof. dr hab. inż. K. Dzierzbicka nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
15. dr inż. Monika Śmiełowska	12.10.2021	prof. dr hab. inż. B. Zabiegała nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
16. dr inż. Milena Witkowska	16.11.2021	dr hab. S. Makowiec nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
17. dr inż. Marta Bystrzanowska	16.11.2021	dr hab. inż. M. Tobiszewski nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
18. dr inż. Kateryna Yavir	16.11.2021	dr hab. inż. A. Kloskowski nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
19. dr inż. Ewa Jaszczak-Wilke	14.12.2021	prof. dr hab. inż. Ż. Polkowska nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
20. dr inż. Michał Mielniczek	14.12.2021	prof. dr hab. inż. K. Darowicki nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne

2022

1. dr inż. Monika Baranowska	15.02.2022	prof. dr hab. inż. A. Bartoszek-Pączkowska nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
2. dr inż. Daria Biernacka	15.03.2022	prof. dr S. Raina nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
3. dr inż. Anna Pancielejko	12.04.2022	dr hab. inż. J. Łuczak nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
4. dr inż. Natalia Filipowicz	12.04.2022	dr hab. inż. H. Cieśliński nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
5. dr inż. Katarzyna Nalazek Rudnicka	17.05.2022	prof. dr hab. inż. A. Wasik nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
6. dr inż. Karolina Grajewska	17.05.2022	dr hab. inż. M. Lieder nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
7. dr inż. Łukasz Zedler	17.05.2022	prof. dr hab. inż. J. Haponiuk nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
8. dr inż. Jolanta Kamińska	12.07.2022	prof. dr hab. inż. P. Sachadyn nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
9. dr inż. Julia Borzyszkowska-Bukowska	12.07.2022	prof. dr hab. inż. J. Mazerski nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne

STUDIA DOKTORANCKIE NA WYDZIALE CHEMII UG

Wydział Chemii Uniwersytetu Gdańskiego do 30 kwietnia 2019 r. posiadał prawa do nadawania stopni doktora w **dziedzinie nauk chemicznych w dyscyplinach: chemia, biochemia oraz ochrona środowiska**. Od 1 maja, w związku z Ustawą z dnia 20 lipca 2018 r – „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce”, Rada Dyscypliny Nauki Chemiczne nadaje stopnie naukowe doktora w **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 3 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

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	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Liczba obronionych doktoratów	22	18	9	20	8	11	10	15	9	14	14	22	16	6	9	5

Więcej informacji na temat funkcjonowania Studiów Doktoranckich na Wydziale Chemii UG można znaleźć na poniższej stronie internetowej:

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

LISTA UCZESTNIKÓW STUDIÓW DOKTORANCKICH

(stan na dzień 31.08.2022):

Stacjonarne Studia Doktoranckie Chemii i Biochemii

PO IV ROKU

1. mgr Cekała Katarzyna
2. mgr Fularczyk Martyna
3. mgr Godlewska Klaudia
4. mgr Miodyńska Magdalena
5. mgr Pakiet Alicja
6. mgr Parnicka Patrycja
7. mgr Skowierzak Grzegorz
8. mgr Piotrowska Marta
9. mgr Śmigiel-Kamińska Daria
10. mgr Wilczewska Patrycja
11. mgr Wolecki Daniel
12. mgr Zięba Karolina
13. mgr Zwara Julia
14. mgr Żygowska Justyna

IV ROK

1. mgr Biskupek Iga
2. mgr Kowalska Dorota
3. mgr Kubiś Agnieszka
4. mgr Kulpa-Koterwa Amanda
5. mgr Maculewicz Jakub
6. mgr Malinowski Jacek
7. mgr Starego Dominika

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

Po IV ROKU

1. mgr Adamska Elżbieta
2. mgr Bojko Magdalena
3. mgr Lewandowski Łukasz
4. mgr Toński Michał

IV ROK

1. mgr Orszulak Aleksandra
2. mgr Ponikowska Małgorzata

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

IV ROK

1. mgr Baranowska Karolina
2. mgr inż. Cavdar Onur
3. mgr Eggen Marek
4. mgr Falkiewicz Karina
5. mgr Faron Dawid
6. mgr Kaczor Marcin
7. mgr Karman Marta
8. mgr Kowalczyk Agnieszka
9. mgr Majewska Natalia
10. mgr Mech Paulina
11. mgr Mirocki Artur

-
12. mgr Mońka Michał
 13. mgr Prusinowski Maciej
 14. mgr Romanowska Anita
 15. mgr Szpakowska Nikola

OFERTA WYKŁADÓW DLA DOKTORANTÓW:

Dla uczestników Studiów Doktoranckich Wydziału Chemii UG przygotowana jest szeroka oferta wykładów, w roku akademickim 2020/2021 obejmowała ona m.in.:

1. „Alergie – co warto wiedzieć!” dr Justyna Samaszko-Fiertek;
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. „Eksperymentalne metody badania oddziaływań międzymolekularnych” prof. dr hab. Marek Józefowicz;
6. „Język angielski” mgr Ewa Mrozek;
7. „Języki skryptowe” dr hab. Cezary Czaplewski;
8. „Konwersatorium chemoinformatyczne” dr hab. Tomasz Puzyn;
9. „Mechanizmy oddziaływania białek z kwasami nukleinowymi” dr hab. Piotr Mucha;
10. „Mechanizmy reakcji w chemii organicznej” dr hab. Beata Liberek;
11. „Medycyna nuklearna” prof. dr hab. Bogdan Skwarzec;
12. „Molecular Simulations in chemistry” prof. dr hab. Adam Liwo;
13. „Metody opisu i udostępniania danych i wyników” dr Rafał Ślusarz;
14. „Nagrody Nobla w dziedzinie chemii” 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. „Promieniotwórczość w medycynie” prof. dr hab. Bogdan Skwarzec;
19. „Protein structure and energetics” prof. dr hab. Adam Liwo;
20. „Scientific writing” dr hab. Tomasz Puzyn;
21. „Strukturalne zagadki związków biologicznie czynnych” dr hab. Artur Sikorski;
22. „Świat RNA – Hipoteza Powstania Życia na Ziemi” dr hab. Piotr Mucha;
23. „Tworzenie i własność materiałów informatycznych, e-learning” dr Rafał Ślusarz;
24. „Właściwości kwasowo-zasadowe związków organicznych i farmaceutyków” dr hab. Beata Liberek;
25. „Zastosowanie wielowymiarowej spektroskopii NMR w ustalaniu struktury, stereochemii i konformacji związków organicznych” dr hab. Zbigniew Kaczyński;
26. „Zarządzanie projektem naukowym” dr hab. Tomasz Puzyn;
27. „Znakowanie cząsteczek. Teoria i praktyka” prof. Adam Lesner.

SUKCESY DOKTORANTÓW WYDZIAŁU CHEMII UG:

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

- **mgr Klaudia Godlewska** (Katedra Analizy Środowiska)
Zastosowanie nanorurek węglowych w technikach pasywnych jako innowacyjne podejście do monitorowania mikrozanieczyszczeń środowiska.
Kwota: 134 200 PLN;
- **mgr inż. Alicja Pakiet** (Katedra Chemii i Radiochemii Środowiska)
Zmiany w profilu kwasów tłuszczowych w różnych klasach lipidowych w raku piersi – ocena ich roli i wartości diagnostycznej.
Kwota: 138 360 PLN;

-
- **mgr Patrycja Parnicka** (Katedra Technologii Środowiska)
Nowe nanomateriały typu REOF@TiO₂ o potencjalnym zastosowaniu w procesach fotokatalitycznych.
Kwota: 201 560 PLN;
 - **mgr inż. Marek Kobylański** (Katedra Technologii Środowiska)
Przestrzennie zorientowane nanorurki TiO₂ modyfikowane kopolimerami przewodzącymi do generowania wodoru.
Kwota: 139 580 PLN;
 - **mgr Łukasz Golon** (Katedra Chemii Teoretycznej)
Przystosowanie metod elektroforetycznych do oznaczania wpływu składników żywności na poziom całkowitej metylacji DNA.
Kwota: 99 600 PLN;
 - **mgr Magdalena Miodyńska** (Katedra Technologii Środowiska)
Perowskity metalohalogenkowe do fotokatalizy heterogenicznej.
Kwota: 206 214 PLN;
 - **mgr Samanta Romanowska** (Katedra Chemii Fizycznej)
Modelowanie reakcji fosforylacji katalizowanej ludzką kinazą tymidynową 1. Konieczny element racjonalnego projektowania radiouczulających analogów tymidyny.
Kwota: 179 184 PLN;
 - **mgr inż. Magda Kozak** (Katedra Technologii Środowiska)
Fotoaktywne kompleksowe nanostruktury otrzymywane w procesie utleniania anodowego.
Kwota: 69 934 PLN;
 - **mgr Milena Reszka** (Katedra Chemii Organicznej)
Pochodne 3-hydroksychromen-4-onu jako efektywne fluorescencyjne wskaźniki aktywności glikozydaz.
Kwota: 70 000 PLN;
 - **mgr Krzysztof Bojarski** (Katedra Chemii Teoretycznej)
Udział glikozaminoglikanów w dojrzewaniu prokatepsyn - podejście obliczeniowe.
Kwota: 102 600 PLN;
 - **mgr inż. Onur Cavdar** (Katedra Technologii Środowiska)
Tlenohalogenki bizmutu wspomagane asymetrycznymi lub multimerycznymi nanocząstkami zawierającymi siarczki srebra.
Kwota: 209 514 PLN;

Nagroda Oddziału PAN w Gdańsku dla Młodych Naukowców 2021
mgr Magdalena Miodyńska

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
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. Prahł
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 Mioduszeńska	13.02.2019 ochrona środowiska	prof. dr hab. P. Stepnowski
3. dr Przemysław Jurczak	13.03.2019 biochemia	dr hab. S. Rodziejewicz-Motowidło
4. dr Paulina Łukaszewicz	13.03.2019 ochrona środowiska	prof. dr hab. P. Stepnowski
5. dr Daria Grzywacz	08.05.2019 nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne	dr hab. B. Liberek
6. dr Alan Puckowski	08.05.2019 nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne	prof. dr hab. P. Stepnowski
7. dr Monika Rafalik	08.05.2019 nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne	dr hab. A. Kołodziejczyk
8. dr Olimpia Cieplą	12.06.2019 nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne	prof. dr hab. P. Skurski
9. dr Urszula Judycka	12.06.2019 nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne	prof. dr hab. inż. J. Błażejowski
10. dr Samanta Romanowska	12.06.2019 nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne	prof. dr hab. J. Rak
11. dr Justyna Sawicka	12.06.2019 nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne	dr hab. S. Rodziejewicz-Motowidło
12. dr Anna Barabaś	03.07.2019 nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne	dr hab. A. Dąbrowska
13. dr Edyta Czajkowska	03.07.2019 nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne	dr hab. A. Żylicz-Stachula
14. dr Łukasz Golon	03.07.2019 nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne	dr hab. A. Sieradzan
15. dr Dorota Kubiak	03.07.2019 nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne	dr hab. J. Makowska

16. dr Katarzyna Kuncewicz	03.07.2019	dr hab. S. Rodziewicz-Motowidło
		nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
17. dr Wioleta Białobrzaska	25.09.2019	prof. dr hab. inż. T. Ossowski
		nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
18. dr Agnieszka Karczyńska	25.09.2019	dr hab. C. Czaplewski
		nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
19. dr Marta Lubos	25.09.2019	prof. dr hab. K. Rolka
		nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
20. dr Paweł Mazierski	25.09.2019	prof. dr hab. inż. A. Zaleska-Medynska
		nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
21. dr Sandra Ramotowska	25.09.2019	dr hab. P. Mucha
		nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
22. dr Agnieszka Fiszka Borzyszkowska	11.12.2019	prof. dr hab. E. Siedlecka
		nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
23. dr Izabela Załuska	11.12.2019	dr hab. P. Mucha
		nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne

2020

1. dr Karolina Szymańska	15.01.2020	dr hab. D. Strumińska-Parulska
		nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
2. dr Małgorzata Giżyńska	01.07.2020	dr hab. E. Jankowska
		nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
3. dr Anna Cirocka	30.09.2020	prof. dr hab. inż. T. Ossowski
		nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
4. dr Joanna Kreczko-Kurzawa	18.11.2020	prof. dr hab. P. Skowron
		nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
5. dr Anna Rybińska-Fryca	09.12.2020	prof. dr hab. T. Puzyn
		nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
6. dr Paulina Spisz	09.12.2020	prof. dr hab. J. Rak
		nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne

2021

1. dr Jakub Brzeski	07.07.2021	prof. dr hab. P. Skurski
		nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
2. dr Sylwia Szulta	07.07.2021	dr hab. Z. Kaczyński
		nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
3. dr Hanna Lis	28.09.2021	prof. dr hab. P. Stepnowski
		nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
4. dr inż. Marek Kobyłański	10.11.2021	prof. dr hab. inż. A. Zaleska-Medynska
		nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
5. dr Milena Śliwa	10.11.2021	dr hab. B. Liberek
		nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
6. dr Krzysztof Bojarski	08.12.2021	dr hab. S. Samsonov
		nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
7. dr inż. Paweł Duszczyk	08.12.2021	prof. dr hab. inż. A. Zaleska-Medynska
		nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
8. dr Joanna Pianka	08.12.2021	prof. dr hab. A. Lesner
		nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
9. dr Ewelina Wyrzykowska	08.12.2021	prof. dr hab. T. Puzyn
		nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne

2022

1. dr Karolina Ossowska	09.03.2022	dr hab. Z. Kaczyński
		nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
2. dr Piotr Urbaszek	08.06.2022	prof. dr hab. T. Puzyn
		nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne

3. dr Małgorzata Dettlaff	06.07.2022	prof. dr hab. M. Makowski nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
4. dr Sviatlana Pankavec	06.07.2022	prof. dr hab. J. Falandysz nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne
5. dr Sandra Skibiszewska	06.07.2022	dr hab. E. Jankowska nauki ścisłe i przyrodnicze; dyscyplina - nauki chemiczne

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

**KATEDRA
BIOTECHNOLOGII MOLEKULARNEJ
I MIKROBIOLOGII**

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

mgr inż. Weronika Grąźlewska, V rok

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

Borelioza to choroba wektorowa przenoszona przez kleszcze z rodzaju *Ixodes*. Czynnikiem etiologicznym są bakterie Gram-ujemne należące do kompleksu *Borrelia burgdorferi* sensu lato (s.l.). Obecnie grupa ta składa się z około 20 genogatunków, spośród których co najmniej 5 jest patogennych dla człowieka. *B. burgdorferi* s.l. charakteryzuje się bardzo zróżnicowaną strukturą antygenową, zarówno pomiędzy genogatunkami, jak i na różnych etapach cyklu życiowego. Ponadto *B. burgdorferi* s.l. dzieli wspólne sekwencje aminokwasowe z innymi patogenami, a nawet z fragmentami znajdującymi się w ludzkim organizmie, co powoduje, że serodiagnostyka boreliozy boryka się z wieloma problemami.

Problemy te można rozwiązać za pomocą białek rekombinantowych otrzymanych na drodze produkcji biotechnologicznej. Jednak aby odpowiednio wyselekcjonować białka pozwalające na zwiększenie użyteczności diagnostycznej testów immunoenzymatycznych konieczne jest lepsze zrozumienie oddziaływań antygen-przeciwciała. Jedną z metod umożliwiającą osiągnięcie tego celu jest identyfikacja epitopów rozpoznawanych przez swoiste przeciwciała anty-*Borrelia* w celu wytypowania tych najbardziej reaktywnych.

Podczas piątego roku Studium Doktoranckiego za pomocą macierzy peptydowych zmapowano liniowe epitopy antygenów BmpA i BBK32 *B. burgdorferi* sensu stricto (s.s.) rozpoznawane zarówno przez przeciwciała IgM jak i IgG. Pozwoliło to na identyfikację fragmentów, które reagują swoiście z przeciwciałami anty-*Borrelia* i nie powodują reakcji krzyżowych. Następnie na podstawie uzyskanych wyników zaprojektowano dwa białka chimeryczne mające służyć jako swoiste narzędzia diagnostyczne do rozpoznania boreliozy. Dodatkowo geny kodujące wybrane antygeny *B. burgdorferi* s.l. wklonowano do plazmidu ekspresyjnego pET-42a pozwalającego na produkcję białek rekombinantowych posiadających w swojej sekwencji dodatkową domenę GST, która zwiększa rozpuszczalność otrzymanych w ten sposób antygenów. Następnie dokonano wstępnej oceny przydatności otrzymanych białek rekombinantowych w rozpoznawaniu boreliozy u ludzi z wykorzystaniem techniki Western blot i ELISA. Przebadane antygeny charakteryzowały się zróżnicowaną reaktywnością ze swoistymi immunoglobulinami zawartymi w surowicach pacjentów z boreliozą oraz wykazywały również oddziaływania krzyżowe z przeciwciałami występującymi w próbach pobranych od osób niezakażonych *B. burgdorferi* s.l.

KATEDRA CHEMII ANALITYCZNEJ

ANALITYKA ZWIĄZKÓW Z GRUPY BENZODIAZEPIN I PODOBNE DZIAŁAJĄCYCH W TOKSYKOLOGII KLINICZNEJ I SĄDOWEJ

mgr inż. Laura Banaszkiewicz, IV rok

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

Opiekun pomocniczy: dr inż. Mateusz Woźniak (GUMed)

Benzodiazepiny (BZD) są często przepisywane jako środki uspokajające, przeciwlękowe, przeciwdrgawkowe, leki nasenne lub zwiotczające mięśnie. Znajdują zastosowanie w leczeniu terapeutycznym ze względu na szerokie spektrum działania, podobnie jak ich niebenzodiazepinowa generacja, czyli tzw. Z-leki. Jednakże, ze względu na silne efekty psychostymulujące odczuwane po ich zażywaniu w większych dawkach, 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 zsyntetyzowanych jako modyfikacja istniejących substancji i wprowadzonych do nielegalnego obrotu. Wiele z nowych BZD nie zostało dopuszczonych do obrotu jako produkty medyczne i są sprzedawane głównie jako projektowane benzodiazepiny (DBZD) do użytku w celach narkotycznych, co może powodować ciężkie zatrucia, a nawet śmierć [1].

Oznaczenie wyżej opisanych związków w próbkach materiałów biologicznych jest często celem zleceń nadsyłanych do zakładów medycy sądowej. Ze względu na dużą częstotliwość pojawiania się nowych projektowanych benzodiazepin, ich złożony metabolizm oraz silne działanie psychostymulujące niektórych z tych związków, opracowanie kompleksowych i miarodajnych metod analitycznych do ich oznaczania może stanowić duże wyzwanie analityczne.

W ramach studiów doktoranckich przeprowadzono badania w celu opracowania procedury analitycznej umożliwiającej jednocześnie oznaczenie BZD (20 związków), DBZD

(4 związki) oraz Z-leków (3 związki) w próbkach krwi z zastosowaniem techniki LC-MS/MS [2]. Metodę zastosowano do analizy próbek krwi w 145 przypadkach toksykologicznych w okresie trzech lat (2017–2019), co pozwoliło uzyskać informacje o rozpowszechnieniu używania tych związków i sporządzić opinie toksykologiczne dla potrzeb organów ścigania i wymiaru sprawiedliwości. Celem rozszerzenia możliwości analitycznych i laboratoryjnych oraz mając na uwadze zasady zielonej chemii analitycznej, w następnym etapie badań opracowano procedurę oznaczania tych samych związków w próbkach krwi z zastosowaniem techniki GC-MS/MS jako alternatywy dla laboratoriów nieposiadających aparatury LC-MS/MS. Ostatni etap badań obejmował określenie długoterminowej stabilności ww. związków w próbkach krwi przechowywanych w różnych temperaturach (temperatura pokojowa, 4°C, -20°C i -80°C) bez dostępu do światła przez sześć miesięcy [3]. Ma to kluczowe znaczenie w celu zapewnienia jakości i miarodajności uzyskiwanych wyników, zwłaszcza, że niejednokrotnie próbki transportowane są do laboratorium w niewłaściwych warunkach temperatury, a czas oczekiwania na analizę również często wynosi nawet kilka miesięcy.

Literatura:

- [1] G. Drevin, M. Briet, S. Ferec, C. Abbata, *Forensic Sci Int.* **336**, 111324, 2022.
- [2] L. Banaszkiewicz, M.K. Woźniak, M. Kata, E. Domagalska, M. Wiergowski, B. Szpiech, A. Kot-Wasik, *J Pharm Biomed Anal.* **191**, 113569, 2020.
- [3] L. Banaszkiewicz, M.K. Woźniak, E. Domagalska, M. Kaliszan, A. Kot-Wasik, *J. Anal. Toxicol.* **bkac006**, 2022.

WYKORZYSTANIE SPEKTROFOTOMETRII I SMARTFONÓW DO OZNACZANIA AMIN BIOGENNYCH W PRÓBKACH ŻYWNOŚCI

mgr inż. Kaja Kalinowska, IVrok

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

Celem podjętych badań było sprawdzenie, czy możliwe jest zastosowanie chromogenicznego barwnika do stworzenia charakteryzującej się niską uciążliwością środowiskową metody określania całkowitego stężenia amin biogennych (BA) w próbkach wina. W tym celu opracowano dwie różne metody oznaczania BA: z wykorzystaniem spektrofotometru oraz smartfona.

Przygotowanie próbki i analiza zostały uproszczone, aby metody mogły w przyszłości być potencjalnie zastosowane w rutynowej analizie żywności. Ponadto w celu optymalizacji etapu przygotowania próbek wykorzystano plan czynnikowy Boxa-Behnkena. W przypadku obu metod próbki przygotowywano według tej samej zoptymalizowanej procedury: 1,6 ml etanolu, 100 µl roztworu barwnika S 0378 i 100 µl wina zmieszano w szklanej fiole. Po dodaniu 10 µl TEA, roztwór uzupełniono wodą do 2 ml. Następnie próbkę umieszczono w łaźni wodnej (75°C) na 2 godziny. Na koniec próbki były analizowane z wykorzystaniem spektrofotometru bądź smartfona. Całkowita zawartość amin biogennych obliczona była następnie jako ekwiwalent putrescyny i wyrażona w mg PUT/L wina ± odchylenie standardowe.

Opracowane metody oznaczania ekwiwalentu putrescyny charakteryzują się zadowalającymi parametrami metrologicznymi: R² metod opartych na zastosowaniu spektrofotometru i smartfona wynosiły, odpowiednio, 0,9906 – 0,9933 i 0,9851. Odzysk procedur wynosił 99,7 – 101,2 oraz 97,9%. Opracowane procedury oznaczania BA w próbkach wina zostały również ocenione pod kątem zieloności z wykorzystaniem narzędzia AGREEp^{rep} i uzyskały zadowalające rezultaty (wynik równy 0,70).

Na podstawie uzyskanych wyników możliwe jest stwierdzenie, że obie te metodyki mogą zostać w przyszłości zastosowane do rutynowej analizy próbek wina w przemyśle czy warunkach domowych. Zastosowane metody detekcji znacząco zwiększają dostępność proponowanych rozwiązań, do ich stosowania nie jest bowiem wymagany znaczący nakład finansowy czy wykwalifikowany personel. Ponadto uproszczenie etapu przygotowania próbki przekłada się też, poprzez zmniejszenie liczby etapów analitycznych, na mniejsze zużycie odczynników, co czyni opracowane procedury mniej uciążliwymi środowiskowo.

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, IV rok

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

Pomimo zakazu produkcji i stosowania pestycydów chloroorganicznych i polichlorowanych bifenili, wprowadzonego przez Konwencją Sztokholmską, nadal są one obecne w środowisku. Związki te, stosowane na masową skalę w regionach o klimacie umiarkowanym, są transportowane do Arktyki wraz z ciepłymi masami powietrza. Następnie, m.in. z powodu obniżenia temperatury, ulegają one depozycji suchej i mokrej. Środowisko polarne charakteryzujące się niską średnią roczną temperaturą, obecnością czap lodowych i występowaniem nocy polarnej sprzyja gromadzeniu się zanieczyszczeń; w przyszłości, z powodu zmian klimatycznych, region Arktyki może stać się wtórnym źródłem zanieczyszczenia.

W ramach sprawozdania rocznego przedstawiono postęp prac nad doбором optymalnych warunków metody analitycznej służącej do oznaczania zawartości wybranych pestycydów chloroorganicznych i polichlorowanych bifenili w śniegu, a także przeanalizowano próbki świeżego śniegu zebrane wokół Polskiej Stacji Polarnej im. Stanisława Siedleckiego w Horsundzie. Polową kampanię pobierania próbek świeżo opadłego śniegu na Svalbardzie przeprowadzono 05.04.2021 do 16.05.2021. roku. W celu oznaczenia zawartości pestycydów chloroorganicznych i polichlorowanych bifenili w badanych próbkach, ekstrahowano je metodą ekstrakcji do fazy stałej (SupelcleanTM ENVITM - 18 SPE Probówki 6ml 0,5g; Supelco, USA), a następnie ekstrakt poddano analizie z wykorzystaniem metody chromatografii gazowej sprzężonej z detekcją mas (zastosowano chromatograf gazowy Agilent Technologies 7890B sprzężony ze spektrometrem mas Agilent Technologies 7000D, potrójny kwadrupol). Wyprawa miała związek z moim udziałem w projekcie badawczym: Sea-snow POPs: wtórny obieg trwałych zanieczyszczeń organicznych (TZO) w Arktyce, NCN 2017/26/D/ST10/00630, RiS ID 11108.

NEW SAMPLE PREPARATION METHODS FOR FOODOMICS BASED ON DISPERSIVE MICRO SOLID PHASE EXTRACTION AND RP-Q-TOF-MS

Inal Bakhytkyzy, MSc., Vth year

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

Scientific co-supervisor: dr. inż. Weronika Hewelt-Belka

Growing public health awareness increased the demand for natural products with positive health benefits. Omega-3 and omega-6 fatty acids are the essential fatty acids with numerous health benefits and significant biological actions at physiological level. The rise in global population has put an enormous pressure on wild marine resources. Therefore, there is an utmost need to switch toward novel sources of omega-3 fatty acids. The vegetable oil source of omega-3 fatty acids (FA) as alpha-linoleic acid (ALA) has been proposed as a possible source of Eicosapentaenoic acid (EPA) and Docosahexaenoic acid (DHA). The necessity of comprehensive lipidomic analysis of oilseeds high in polyunsaturated fatty acids (PUFA) stems from the fact that bioavailability and absorption of PUFAs depend on numerous factors, including the type of lipid and steric position of the FA in the lipid. However, the FA composition of oilseeds is mainly analysed using fatty acid methyl esterification coupled with gas chromatography (FAME-GC). Derivatization of fatty acids limits information about the lipid form of fatty acids and total lipid content of the matrix.

During last academic year, a comprehensive lipidome analysis and comparison of 7 oilseeds using a novel dispersive micro-solid phase extraction (D- μ -SPE) coupled with liquid chromatography quadrupole time-of-flight mass spectrometry (LC-Q-TOF-MS) was performed for a detailed characterisation of oilseed lipid profiles. The study showed that flax, hemp, and chia seed were very similar in their relative lipid content, having higher amounts of lipids with more unsaturated FAs, while black cumin, black and white sesame samples shared similar lipid composition with less unsaturated FAs. ALA and LA were present in all detected classes of lipids including PCs, PEs, DGs and TGs. Additionally, a variation in the FA composition of the same lipid species in different seeds was observed. Poppy seeds had the least amount of identified lipid species and shared similarities with both high PUFA and low PUFA seeds.

WIELOWYMIAROWA ANALIZA STATYSTYCZNA DO OCENY WZAJEMNYCH ZALEŻNOŚCI POMIĘDZY WYBRANYMI POLIFENOLAMI, KWASAMI ORGANICZNYMI I JONAMI METALI W WINACH POLSKIEGO POCHODZENIA

mgr inż. Magdalena Fabjanowicz, V rok

Opiekun naukowy: dr hab. inż. Justyna Płotka-Wasyłka, prof. nadzw. PG

Polifenole, kwasy organiczne i jony metali stanowią ważną grupę związków wpływających na zdrowie człowieka oraz jakość produktów spożywczych i napojów, w tym win. W dostępnej literaturze można doszukać się informacji na temat wzajemnych korelacji pomiędzy wybranymi grupami związków w winach pochodzących z krajów Nowego i Starego Świata, jednak brakuje badań na winach pochodzących z chłodnych klimatów w tym z Polski [1,2]. Jednym z celów prowadzonych badań było określenie składu pierwiastkowego próbek wina, które później, łącznie z oznaczoną wcześniej zawartością polifenoli i kwasów organicznych, posłużyły jako dane wejściowe do analizy chemometrycznej. Do oceny wzajemnych zależności pomiędzy wybranymi grupami związków oraz charakterystyki polskich win zastosowano wielowymiarową analizę statystyczną. Wybrane podejście posłużyło do znalezienia markerów, które są specyficzne dla win białych, różowych i czerwonych. Wyniki wykazały, że zawartości kwasu mlekowego, kwasu p-kumarowego, kwasu galusowego, kwasu synapowego, resweratrolu, katechiny, potasu i selenu są wyższe w winach czerwonych niż w winach białych i różowych. Natomiast wina białe i różowe są bogatsze w kwas jabłkowy, cytrynowy, wapń i kobalt. Ponadto szczególną uwagę zwrócono na resweratrol i jego korelację z wybranymi składnikami wina. Badania wskazały na potencjalny związek resweratrolu z wieloma metalami, w tym Zr, K, B, Pb i Ba, co powinno być poparte dodatkowymi badaniami z wykorzystaniem innych narzędzi analitycznych w celu identyfikacji ewentualnych kompleksów.

Literatura:

- [1] R.S. Faustino, S. Sobrattee, A.L. Edel, G.N. Pierce, *Mol. Cell. Biochem.* 249, 11, 2003.
- [2] D. Granato, F.C. Uchida Katayama, I.A. de Castro, *J. Sci. Food Agric.* 92, 526, 2011.

CHEMIZM TERPENÓW W POWIETRZU WEWNĘTRZNYM

mgr inż. Klaudia Pytel, V rok

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

W ostatnich latach zaobserwować można intensyfikację badań w zakresie chemizmu powietrza wewnętrznego, ze szczególnym uwzględnieniem wpływu wtórnego aerozolu organicznego (*Secondary Organic Aerosol SOA*) na ludzkie zdrowie i samopoczucie. Jednym z głównych źródeł SOA w powietrzu wewnętrznym są reakcje utleniania terpenów prowadzące do powstawania nanocząstek aerozolu. Terpeny są substancjami zapachowymi, powszechnie i w dużych ilościach stosowanymi w produktach codziennego użytku. Z tego względu stężenie terpenów w pomieszczeniach może znacznie przewyższyć ich stężenie w powietrzu atmosferycznym. Terpeny są związkami wysoce reaktywnymi i bardzo szybko ulegają reakcjom utleniania prowadząc do powstania SOA o niewielkich średnicach cząstek, co stanowi zagrożenie dla zdrowia.

Z uwagi na fakt, iż przemiany z udziałem terpenów w powietrzu wewnętrznym zachodzą w sposób bardzo dynamiczny, badania prowadzone w tym zakresie są skomplikowane. Ponadto, wpływ na chemizm terpenów prowadzący do powstawania SOA ma szereg czynników środowiskowych. Problem stanowi także różnorodność procedur stosowanych w badaniach powstawania SOA zainicjowanego reakcjami utleniania terpenów, przez co bezpośrednie porównywanie wyników z danymi literaturowymi jest czasami niemożliwe.

W ramach mojej pracy doktorskiej, w roku akademickim 2021/2022 przeprowadzone zostały badania mające na celu określenie wpływu wilgotności względnej na powstawanie produktów utleniania limonenu oraz SOA. Ponadto, sfinalizowano pracę przeglądową na temat postępów poczynionych w ciągu ostatniej dekad w temacie oznaczania produktów utleniania terpenów oraz SOA w powietrzu wewnętrznym

KATEDRA CHEMII FIZYCZNEJ

MECHANIZM TRANSMISJI ENERGII W OBRĘBIE KATALITYCZNEJ PODJEDNOSTKI SYNTAZY ATP

mgr Michał Badocha, IV rok

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

Syntaza ATP jest enzymem, który odgrywa kluczową rolę w funkcjonowaniu wszystkich organizmów żywych. Bierze ona istotny udział w procesie oddychania wewnątrzkomórkowego poprzez wytwarzanie ATP niezbędnego do napędzenia wszystkich procesów zachodzących w komórkach. Syntaza ATP składa się z dwóch domen: Fo utrzymującej gradient stężeń po obu stronach błony oraz F1 odpowiadającej za katalizę ATP. Domena F1 obraca się i w trakcie pełnego obrotu syntetyzuje 3 cząsteczki ATP [1]. Sposób działania tego białka jest znany od lat, jednak nadal nie zostały w pełni opisane wszystkie interakcje zachodzące pomiędzy podjednostkami. Wykorzystanie technik modelowania molekularnego pozwoli na zbadanie mechanizmu konwersji energii w katalitycznej podjednostce syntazy ATP. Celem mojego doktoratu jest opisanie mechanizmu działania syntazy ATP i wskazanie elementów, które mogą zostać wykorzystane do projektowania nowych leków [2].

W ramach pracy doktorskiej, w roku akademickim 2021/2022, sfinalizowane zostały prace nad modelami Markowa opisującymi proces obrotu podjednostki γ - odpowiedzialnej za transfer energii z domeny Fo do katalitycznych podjednostek domeny F1. Zmiany konformacji tych podjednostek mają kluczowy wpływ na proces syntezy ATP, dlatego stanowią idealny punkt wyjściowy do badań obejmujących cały kompleks. Badania pełnego kompleksu F1Fo doprowadziły do wyznaczenia istotnych elementów strukturalnych, które mogą wspomóc badania nad opracowaniem leków umożliwiających selektywną inhibicję tego enzymu.

Przeprowadzone analizy wykorzystują zarówno modelowanie statystyczne (modele Markowa), jak i symulacje komputerowe (obliczenia termodynamiczne i alchemiczne) [3]. Takie podejście sprawia, że wypracowana metodologia z łatwością może zostać uogólniona do badania innych białek. Ponadto, zastosowanie metod z zakresu mechaniki statystycznej m.in. informacji wzajemnej i entropii transferu pozwala na szczegółowe badanie przepływu informacji w białkach. Analizy obejmujące cały kompleks F1F0 pomogą w dokładniejszym zrozumieniu, jak reakcje zachodzące w jednej z domen przekładają się na działanie drugiej. Uzyskane wyniki będą stanowić ważny krok w badaniu syntazy ATP i ułatwią zrozumienie mechanizmu działania tego białka.

Literatura:

- [1] W. Kühnbrandt, *Annu. Rev. Biochem.* **88**, 515, 2019.
- [2] K. Andries et al., *Science* **307**, 223, 2005.
- [3] B.E Husic, V.S. Pande, *J. Am. Chem. Soc.* **140**, 7, 2018.

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, IV rok

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

Błony komórkowe są dwuwymiarowymi, ciekłokrystalicznymi mozaikami lipidów i białek, które oddzielają organella komórki od jej otoczenia. Ponadto, błona uczestniczy w procesach związanych ze wzrostem komórki, przekazywaniem sygnału oraz odpowiedzią immunologiczną. Tak wielką liczbę funkcji błona zawdzięcza zawartym w niej białkom, na których działanie wpływają takie czynniki, jak: temperatura, pH, potencjał błonowy, obecność oddziałujących z nimi cząsteczek, jak również kompozycja lipidowa błony. [1]

Ponieważ białka i lipidy różnią się długością fragmentów hydrofobowych, tak zwane „niedopasowanie hydrofobowe” pojawia się, ilekroć te dwie długości różnią się znacznie. [2] W wyniku tego, białka asocjują ze sobą, zmieniają swoją orientację w łonie lub indukują zmiany konformacyjne białka bądź lipidów obecnych w bliskim kontakcie z białkiem. Niedopasowanie hydrofobowe uważa się za jeden z kluczowych mechanizmów segregacji białek między organellami komórkowymi.

Podobnie, na działanie białek wpływa upakowanie lipidów, które wynika z nasycenia wiązań w łańcuchach acylowych lipidów oraz obecności steroli. Zróżnicowana kompozycja błony prowadzi do utworzenia domen o różnym stopniu upakowania lipidów, które różnią się między sobą płynnością, ale też jednocześnie grubością domeny. Aby zapewnić poprawne funkcjonowanie w błonie, białka wykazują tendencję do selektywnego lokalizowania się w jednej z domen.

Celem badań jest ustalenie, jak niedopasowanie hydrofobowe oraz upakowanie lipidów wpływają na współczynnik podziału między domeny błony, wykorzystując do tego symulacje pełno-atomowej dynamiki molekularnej. Zaproponowany w projekcie uproszczony model helisy transbłonowej wyklucza obecność specyficznych oddziaływań między helisami oraz z lipidami. Wykorzystując podejście alchemiczne [4] ustalono, w jaki sposób poszczególne elementy otoczenia białka, a więc zarówno lipidy, jak i solwatująca błonę woda, wpływają na równowagę procesu transferu helisy między domenami błony.

Literatura:

- [1] F. Schmitt et al., *Front. Cell. Neurosci.* **8**, 25, 2014.
- [2] J. A. Kilian, *BBA-Rev. Biomembranes.* **1373**, 401, 1998.
- [3] MS. Bretscher, S. Munro, *Science* **5216**, 1280, 1993.
- [4] ASJS Mey et al., *Living J. Comput. Mol. Sci.* **1**, 2020.

**KATEDRA CHEMII I TECHNOLOGII
MATERIAŁÓW FUNKCJONALNYCH**

MAKROCYKLICZNE POCHODNE BISAZOWE IMIDAZOLU ORAZ 4-METYLOIMIDAZOLU JAKO SKŁADNIKI WARSTW RECEPTOROWYCH CZUJNIKÓW OPTYCZNYCH

mgr inż. Błażej Galiński, IV rok

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

Czujniki chemiczne wykorzystywane są do wykrywania i oznaczania analitów jonowych na różnych poziomach stężeń i stosowane m.in. w diagnostyce klinicznej, badaniach żywności, badaniach biologicznych, monitorowaniu środowiska i przemyśle [1]. Czujniki chemiczne, których koncepcja opiera się na rozpoznaniu molekularnym zawierają w warstwie receptorowej odpowiednio selektywne jonofory [2,3]. Czujniki optyczne oparte na chromo- lub fluorojonoforach, do których należą optody, są szczególnie istotne ze względu na możliwość detekcji analitów w zakresie widzialnym promieniowania [4] oraz na mniejszą podatność na zakłócenia elektromagnetyczne niż ich analogi - elektrody jonoselektywne. Dodatkowo, widoczna „gołym okiem” zmiana barwy materiału czujnikowego sprawia, że możliwe jest także zastosowanie nieinstrumentalnych metod detekcji [5].

Makrocykliczne związki azowe to interesujące receptory molekularne m.in. ze względu na względnie prostą syntezę, właściwości spektralne oraz selektywność procesu rozpoznania molekularnego w układach typu gość-gospodarz [6]. Wykazano, że makrocykliczne związki bisazowe z resztą pirolu wykazują czułość na jony ołowiu(II) i mogą być stosowane jako chromojonofory w warstwach receptorowych czujników optycznych [7]. Stanowiło to inspirację do zbadania wpływu rodzaju reszty heterocyklicznej w makrocyklicznych pochodnych bisazowych na odpowiedź czujników chemicznych generowaną obecnością jonów metali. W tym celu pochodne zawierające jako integralną część makropierścienia resztę imidazolu lub 4-metyloimidazolu zostały zastosowane jako chromojonofory w warstwach receptorowych optod, w których matrycę polimerową stanowił trioctan celulozy. Wykazano, że obserwowana jest zmiana barwy materiału czujnikowego z pomarańczowej/czerwonej na fioletową/niebieską, co pozwala na rozważenie wyselekcjonowanych pochodnych jako efektywnych chromojonoforów w optodach czułych na jony bizmutu(III). Spektrofotometryczną odpowiedź optod na obecność w roztworze wodnym jonów bizmutu(III) badano w zależności od składu membrany, pH oraz obecności jonów przeszkadzających.

Literatura:

- [1] X. Du, X. Xie, *Sens. Actuators B Chem.* **335**, 129368, 2021.
- [2] G. Fukuhara, *J. Photochem. Photobiol. C Photochem. Rev.* **42**, 100340, 2020.
- [3] J. Kramer, R. Kang, L.M. Grimm, L.D. Cola, P. Picchetti, F. Biedermann, *Chem. Rev.* **122**, 3459, 2022.
- [4] X. Wang, C. Shen, C. Zhou, Y. Bu, X. Yan, *Chem. Eng. J.* **417**, 129125, 2021.
- [5] R. Sivakumar, N.Y. Lee, *Chemosphere* **275**, 130096, 2021.
- [6] E. Wagner-Wysiecka, N. Łukasik, J.F. Biernat, E. Luboch, *J. Incl. Phenom. Macrocycl. Chem.* **90**, 189, 2018.
- [7] Galiński, E. Wagner-Wysiecka *Sens. Actuators B Chem.* **361**, 131678, 2022.

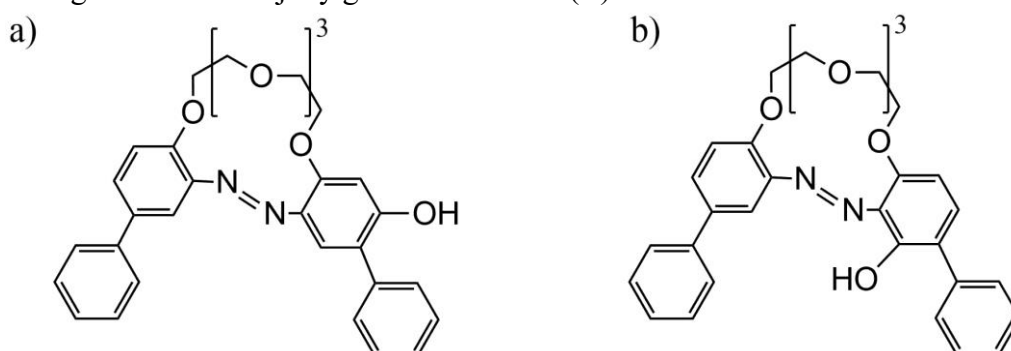
MAKROCYKLICZNE ZWIĄZKI ARYLOAZOWE Z PODSTAWNIKAMI FENYLOWYMI – WŁAŚCIWOŚCI I POTENCJALNE ZASTOSOWANIA

mgr inż. Paulina Szulc, IV rok

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

Hydroksyazobenzokorony to barwne makrocykliczne związki azowe. Obecność łańcucha oligoeterowego sprawia, że związki te mają zdolność kompleksowania jonów, a tworzenie kompleksu skutkuje zmianą barwy roztworu. Hydroksyazobenzokorony mogą występować w dwóch formach tautomerycznych: azofenolowej oraz chinono-hydrazonowej. Udział tautomerów w stanie równowagi zależy m.in. od położenia grupy hydroksylowej (pozycja *orto* lub *para* w stosunku do grupy azowej), wielkości makropierścienia czy rodzaju rozpuszczalnika [1-5].

Celem prowadzonych badań było zbadanie właściwości nowych 19-członowych hydroksyazobenzokoron z dwoma podstawnikami fenyłowymi w pierścieniach benzenowych (**Rys. 1.**). Metodami spektroskopowymi (spektroskopia UV-Vis i ^1H NMR) badano równowagę tautomeryczną oraz właściwości chromojonoforowe nowych pochodnych w roztworach acetonitrylu. 19-członową hydroksyazobenzokoronę z dwiema grupami fenyłowymi oraz z grupą hydroksylową w pozycji *para* do grupy azowej zastosowano jako chromojonofor w warstwie receptorowej czujnika optycznego, dedykowanego wykrywaniu i oznaczaniu jonów metali w próbkach wodnych. Wykazano czułość – zmianę barwy warstwy receptorowej – otrzymanego materiału na jony glinu oraz ołowiu(II).



Rys.1. 19-członowa a) *p*-hydroksyazobenzokorona, b) *o*-hydroksyazobenzokorona z dwoma podstawnikami fenyłowymi

Literatura:

- [1] E. Wagner-Wysiecka, M. Szarmach, J. Chojnacki, N. Łukasik, E. Luboch, *J. Photochem. Photobiol. A: Chem.* **333**, 220, 2017.
- [2] M. Szarmach, E. Wagner-Wysiecka, E. Luboch, *Tetrahedron* **69**, 10893, 2013.
- [3] E. Wagner-Wysiecka, T. Rzymowski, M. Szarmach, M.S. Fonari, E. Luboch, *Sens. Actuat. B: Chem.* **177**, 913, 2013.
- [4] E. Wagner-Wysiecka, P. Szulc, E. Luboch, J. Chojnacki, K. Szwarc-Karabyka, N. Łukasik, M. Murawski, M. Kosno, *ChemPlusChem* **85**, 2067, 2020.
- [5] E. Wagner-Wysiecka, P. Szulc, E. Luboch, J. Chojnacki, P. Sowiński, K. Szwarc-Karabyka, *Molecules* **27**, 1835, 2022.

KATEDRA CHEMII ORGANICZNEJ

PEPTYDOWE POCHODNE AKRYDYN/AKRYDONÓW JAKO POTENCJALNE ZWIĄZKI PRZECIWNOWOTWOROWE

mgr Klaudia Chmielewska, IV rok

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

prof. dr hab. Iwona Inkielewicz-Stępnia, GUMed

Akrydyny są jednymi z najczęściej badanych związków heterocyklicznych. Obecność atomu azotu w pierścieniu aromatycznym umożliwia niekowalencyjne oddziaływanie tej struktury z kwasami nukleinowymi, dzięki czemu charakteryzują się one wysoką aktywnością przeciwnowotworową. Ważnym jednak aspektem powinowactwa wobec enzymów DNA-zależnych jest obecność łańcuchów bocznych, stabilizujących ligand akrydynowy w miejscu aktywnym białka. Takim elementem mogą być m.in. krótkie sekwencje peptydowe, które mimo, że posiadają niską stabilność – w postaci koniugatów mogą pozostać aktywne dłużej i prowadzić do zwiększenia efektywności i selektywności potencjalnej substancji leczniczej.

Podczas minionego roku akademickiego uczyłam się metodologii badań *in silico* w ramach 6-miesięcznego stażu zagranicznego, oraz skończyłam analizę teoretyczną i eksperymentalną mającą wykazać, które dipeptydy zawierające β -alaninę bądź L-histydynę charakteryzują się potencjalnie najwyższą aktywnością przeciwnowotworową. Następnie wykonałam analizę dokowania molekularnego 60 pochodnych akrydyny i akrydonu z otrzymanymi jednostkami oligopeptydowymi stanowiącymi łańcuch boczny koniugatu wobec topoizomerazy II, zaangażowanej w nowotworzenie oraz zależnej od kwasów nukleinowych. Na podstawie dokowania i dynamiki molekularnej wybrałam 15 najbardziej obiecujących struktur do dalszej syntezy i badań *in vitro*.

Obecnie jestem w trakcie oczyszczania i przygotowywania charakterystyki wyselekcjonowanych związków, po czym zostaną one sprawdzone wobec wybranych ludzkich linii komórkowych, w celu przeanalizowania ich cytotoksyczności, selektywności oraz wpływu na aktywację procesu apoptozy, podobnie jak to miało miejsce dla samych dipeptydów. Dodatkowo, zajmuje się analizą statystyczno-komputerową, która pomoże mi lepiej określić jakie łańcuchy boczne akrydyn opisane w literaturze są najbardziej atrakcyjnymi jednostkami wpływającymi na aktywność przeciwnowotworową – uzyskane wyniki zamierzam przedstawić w formie publikacji.

Realizowany przeze mnie projekt badawczy ma charakter interdyscyplinarny i skupia się na procedurach wykorzystywanych w projektowaniu leków – od analiz statystycznych i chemoinformatycznych, poprzez syntezę, aż do badań biologicznych. Tak szeroki zakres, poza nadawaniem szerszej perspektywy, pomaga sprawdzić w jakim stopniu algorytmy komputerowe są w stanie przewidzieć rzeczywistą aktywność zaplanowanych struktur.

OTRZYMYWANIE DISULFIDOWYCH ETYLENOWYCH ORAZ ICH ZASTOSOWANIE W REKACJI HETERO DIELSA-ALDERA O ODWRÓCONYM ZAPOTRZEBOWANIU ELEKTRONOWYM

mgr inż. Bartosz Jędrzejewski, IV rok
Promotor: prof. dr hab. inż. Dariusz Witt

Niesymetryczne disulfany alkenylowe są grupą związków siarkoorganicznych, które cieszą się niegasnącym zainteresowaniem. Tego typu cząsteczki występują naturalnie w organizmach żywych, a ich najlepiej poznanym przedstawicielem jest zidentyfikowany w 1983 roku ajoen [1]. Związek ten posiada szereg interesujących aktywności biologicznych, gdyż wykazuje między innymi działanie przeciwzakrzepowe, aktywność przeciwwirusową i przeciwbakteryjną [2], jak również aktywność cytostatyczną i cytotoksyczną wobec niektórych komórek nowotworowych [3]. W badaniach struktura-aktywność udowodniono rolę układu zawierającego alkenylowy fragment disulfanu niesymetrycznego jako głównego farmakofora ajoenu [4]. Badania te były katalizatorem rozwoju nowych ścieżek syntezy niesymetrycznych disulfanów alkenylowych oraz nowych potencjalnych zastosowań tego typu związków.

W ramach IV roku Studium Doktoranckiego przeprowadzone zostały badania nad opracowaniem dogodnej metody otrzymywania disulfanów etylenowych oraz ich wykorzystaniem do syntezy disulfidowych pochodnych benzotiazyn w reakcji hetero Dielsa Aldera o odwróconym zapotrzebowaniu na elektrony. W celu rozwinięcia wykonanych dotychczas badań, na IV roku

podjęte zostały próby udoskonalenia opracowanych wcześniej ścieżek syntetycznych umożliwiających otrzymywanie disulfidowych dienofili oraz różnych ekwiwalentów heterodienów, które umożliwiłyby uzyskanie nowych disulfidowych pochodnych benzotiazyn oraz bezooksatianów.

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, *Biofactors* 36, 78, 2010.

SYNTEZA PRZECIWGRZYBOWYCH KONIUGATÓW 5-FLUOROCTOZYNY I KWASÓW TŁUSZCZOWYCH ZAWIERAJĄCYCH LABILNY W ŚRODOWISKU ESTERAZ ŁĄCZNIK TRIMETHYL LOCK

mgr inż. Michał Nowak, IV rok

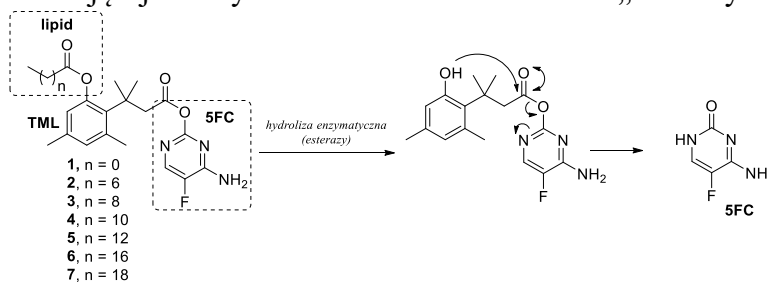
Promotor: prof. dr hab. inż. Maria J. Milewska

Istnieje wiele związków, które są skutecznymi i selektywnymi inhibitorami enzymów patogennych, ale ze względu na swoją budowę nie są w stanie przeniknąć przez błony biologiczne na drodze dyfuzji prostej. Jednym z rozwiązań jest zastosowanie koniugatów tych substancji ze strukturami pełniącymi funkcje nośników, które maskują nieporządane właściwości cząsteczki.

5-Fluorocytozyna (**5FC**, Rys. 1) jest jednym z leków przeciwgrzybowych stosowanych w chemoterapii grzybic układowych. Najwyższa aktywność tego związku obserwowana jest w stosunku do grzybów z rodzaju *Candida* oraz *Cryptococcus* [1]. Istotną wadą **5FC** jest łatwe narastanie oporności drobnoustrojów grzybowych spowodowane defektem systemu transportu leku do komórek grzybowych opartego na aktywności permeazy cytozynowej. Ze względu na swój wysoce hydrofilowy charakter, **5FC** ma znikome zdolności do przenikania przez błony biologiczne na drodze dyfuzji prostej.

Otrzymano serię związków **1-7** (Rys. 1) będących połączeniami **5FC** oraz kilku nasyconych kwasów tłuszczowych o parzystej liczbie atomów węgla pełniących funkcje nośników molekularnych. We wszystkich przypadkach odpowiedni kwas tłuszczowy został związany z układem TML w ester fenolowy. Cząsteczka uwalniana została związana w miejscu uwalniania ładunku poprzez atom tlenu **5FC**. Otrzymane związki zostały poddane analizie spektralnej, analizie rozkładu enzymatycznego *in vitro* oraz badaniom aktywności przeciwgrzybowej. Dodatkowo otrzymane zostały fluorescencyjne analogi związków **1-7**, które pozwoliły przeanalizować wnikanie układu lip-TML do wnętrza komórek grzybowych.

Otrzymane wyniki ujawniły dobrą aktywność przeciwgrzybową związków **1-7**. Wyniki te potwierdzają założenie o słuszności zastosowania lipofilowej modyfikacji fluorocytozyny zawierającej labilny w środowisku esteraz układ „trimethyl lock”.



Rys. 1. Proponowany mechanizm enzymatycznego uwalniania cząsteczki 5-fluorocytozyny ze związków **1-7**

Literatura:

- [1] A. Vermes, H. Guchelaar, J. Dankert, *J. Antibiot. Chemoter.* **46**, 171, 2000.
- [2] O. A. Okoh, P. Klahn, Trimethyl Lock: A. *ChemBioChem.* **19**, 1668, 2018.
- [3] C. Ji, M. J. Miller, *Bioorg. Med. Chem.* **20**, 3828, 2012.

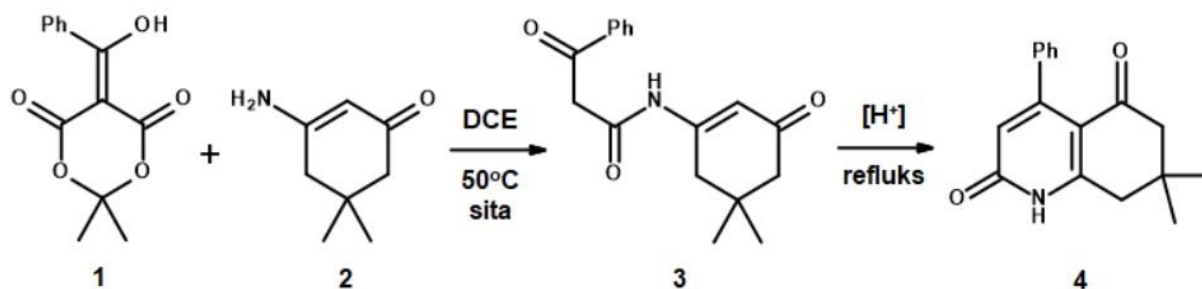
Praca finansowana ze środków NCN w ramach projektu Opus nr UMO-2020/39/B/ST4/01509 : „Rozszczepialne koniugaty nanonośnik molekularny: antymetabolit o działaniu przeciwdrobnoustrojowym”.

OPRACOWANIE NOWEJ, 2-ETAPOWEJ ŚCIEŻKI SYNTEZY RDZENIA 4-FENYLO-1,6,7,8-TETRAHYDROCHINOLIN-2,5-DIONU

mgr inż. Małgorzata Ryczkowska, V rok

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

W poprzednich latach zaprojektowano, otrzymano oraz przebadano w kierunku aktywności biologicznej około 30 nowych pochodnych 8-fenylotetrahydrochinolin-2-onu, z których kilka wykazało atrakcyjną aktywność przeciwnowotworową wobec raka jelita grubego [1]. Kontynuację prowadzonych badań stanowiła próba opracowania nowej ścieżki syntezy typu „one-pot” rdzeni 8-fenylotetrahydrochinolinonów. W tym celu na drodze zoptymalizowanych warunków reakcji przeprowadzono kondensację aryldenowej pochodnej kwasu Meldruma (**1**) z enaminą dimedonu (**2**) w kierunku otrzymania enamidu (**3**) (Rys.1). Reakcję prowadzono w DCE, a jej postęp monitorowano za pomocą TLC. Następnie w celu cyklizacji otrzymanego enamidu do mieszaniny reakcyjnej dodano kwaśny katalizator w postaci TsOH lub PPA. Mieszaninę doprowadzono do wrzenia i pozostawiono na 12h. Pożądany produkt kondensacji, 7,7-dimetylo-4-fenyl-6,8-dihydro-1H-chinolin-2,5-dion (**4**) otrzymano z wydajnością 30%. Prezentowana reakcja stanowi uniwersalny model mający zastosowanie w przypadku innych aryldenowych pochodnych kwasu Meldruma oraz cyklicznych, 5- i 6-członowych diketonów.



Rys.1. Schemat 2-etapowej syntezy typu „one-pot” 7,7-dimetylo-4-fenyl-6,8-dihydro-1H-chinolin-2,5-dionu (**4**)

Literatura:

- [1] M. Ryczkowska, N. Maciejewska, M. Olszewski, M. Witkowska, S. Makowiec, *Sci Rep.* 12, 1, 2022.

**KATEDRA CHEMII, TECHNOLOGII
I BIOTECHNOLOGII ŻYWNOŚCI**

CHARAKTERYSTYKA KWAŚÓW NUKLEINOWYCH W WYBRANYCH PRODUKTACH ŻYWNOŚCIOWYCH ORAZ ICH WPŁYW NA LUDZKIE KOMÓRKI PRZEWODU POKARMOWEGO

mgr inż. Zuzanna Kozłara, IV rok

Opiekun naukowy: prof. dr hab. inż. Agnieszka Bartoszek

Wartość odżywcza żywności określana jest na podstawie zawartości makroelementów, takich jak białka, węglowodany i tłuszcze. Często pomijaną w rozważaniach na temat wartości żywieniowej grupą cząsteczek występujących w wielu produktach spożywczych są kwasy nukleinowe (KN). Pomimo, że procesy absorpcji i metabolizmu pokarmowych KN zostały już częściowo poznane [1] nadal niewiele jest informacji nt. ilościowej i jakościowej zawartości tych cząsteczek w produktach żywnościowych oraz ich roli żywieniowej.

Swoje badania rozpoczęłam od wstępnej charakterystyki pokarmowych KN w wybranych produktach żywnościowych. W tym celu zastosowałam dwie techniki badawcze. Technika bloczków parafinowych, powszechnie stosowana w badaniach histopatologicznych, została zaadaptowana do przygotowania preparatów mikroskopowych, których barwienie odpowiednimi rodzajami barwników pozwoliło na wizualizację KN w tkankach pokarmu *in situ* i obserwację rozmieszczenia, wielkości oraz ilości jąder komórkowych w badanym materiale. Test kometowy, wykorzystywany m. in. w badaniach genotoksyczności związków chemicznych, wykorzystałam do oceny stopnia fragmentacji pokarmowego DNA w analizowanych próbkach surowej żywności.

Na podstawie uzyskanych wyników do dalszych badań wybrałam fasolę szparagową oraz wątrobę drobiową jako najbogatsze źródła pokarmowych KN. Izolację KN z ww. produktów przeprowadziłam klasyczną metodą z zastosowaniem ekstrakcji rozpuszczalnikami, a także wykorzystałam komercyjnie dostępne zestawy do izolacji DNA. Uzyskane izolaty poddałam elektroforezie agarozowej, co pozwoliło na określenie profili wielkości cząsteczek KN, a także porównanie wydajności zastosowanych metod izolacji. Uzyskane wyniki ujawniły większy stopień degradacji KN pochodzących z wątroby drobiowej w porównaniu do KN z fasoli szparagowej oraz wskazały na wyższą wydajność izolacji KN metodą z zastosowaniem ekstrakcji rozpuszczalnikami w porównaniu do komercyjnych zestawów. Następnie wyizolowane KN wykorzystałam w badaniach *in vitro* z zastosowaniem ludzkich komórek nowotworu jelita grubego (HT29) oraz ludzkich komórek nowotworu wątroby (HepG2). Sprawdziłam wpływ izolatów pokarmowych KN na wzrost komórek za pomocą testu MTT, a także zdolność komórek do wykorzystania egzogennych KN w warunkach upośledzonej syntezy komórkowego DNA. Analogiczne badania przeprowadziłam dla oczyszczonych nukleozydów, reprezentujących końcowe produkty trawienia KN w przewodzie pokarmowym. Uzyskane wyniki ujawniły zdolność komórek ludzkiego przewodu pokarmowego do wykorzystywania żywieniowych KN i nukleozydów w sytuacji upośledzonej syntezy DNA.

Literatura:

- [1] J. Głazowska, U. Stankiewicz, A. Bartoszek, *Żywność. Nauk. Technol. Jakość.* 24, 1, 2017.

**KATEDRA INŻYNIERII PROCESOWEJ
I TECHNOLOGII CHEMICZNEJ**

ZASTOSOWANIE WYBRANYCH ALKOHOLI I POLIOLI DO ZWIĘKSZENIA EFEKTYWNOŚCI WYCHWYTYWANIA CO₂ ORAZ DO ZAPOBIEGANIA UCIECZCE NH₃ PODCZAS PRECYPITACJI CaCO₃

mgr inż. Natalia Czaplicka, IV rok

Promotor: dr hab. inż. Donata Konopacka-Łyskawa, prof. nadzw. PG

Badania wykonane podczas IV roku Studiów Doktoranckich były kontynuacją wcześniejszych badań nad karbonatyzacją z wykorzystaniem cieczy podestylacyjnej z procesu Solvaya jako źródła wapnia oraz strumienia gazów odlotowych o składzie typowym dla gazów odlotowych ze spalania paliw kopalnych (15% obj. CO₂) jako źródła dwutlenku węgla. Oprócz wcześniej scharakteryzowanych substancji organicznych, gliceryny i glikolu etylenowego, do porównania ich zdolności do ograniczania desorpcji amoniaku z roztworu w niniejszym badaniu wykorzystano dwa alkohole (metanol i izopropanol) oraz dwa poliole (pentaerytrytol i glikol neopentylowy). Drugim celem badań było określenie wpływu poszczególnych dodatków na wychwytywanie CO₂ podczas procesu strącania węglanu wapnia.

Podczas proponowanego strącania CaCO₃ przy użyciu cieczy podestylacyjnej z procesu Solvaya oraz amoniaku jako promotora absorpcji CO₂, 98,7% NH₃ początkowo wprowadzonego do mieszaniny reakcyjnej pozostaje w roztworze. Spośród badanych dodatków glikol neopentylowy (NPG) wykazał największą zdolność do redukcji ucieczki NH₃ (83,1%) oraz najwyższą skuteczność wychwytywania CO₂ (86,1%). Zaletą stosowania NPG jako dodatku podczas strącania CaCO₃ jest uzyskanie produktu końcowego głównie w postaci waterytu (98,5%), co rozszerza możliwości potencjalnego wykorzystania tego cennego produktu ubocznego. Ponadto glikol neopentylowy jest nietoksyczny i nietłoty, dzięki czemu może być z powodzeniem stosowany jako skuteczny inhibitor ucieczki amoniaku w proponowanej metodzie karbonatyzacji cieczy podestylacyjnej z procesu Solvaya. Molekularne modelowanie termodynamiczne ujawniło cechy cząsteczek, które należy wziąć pod uwagę przy wprowadzaniu różnych alkoholi i poliole do wychwytywania NH₃ i CO₂ w procesie strącania węglanu wapnia metodą karbonatyzacji. Wykazano, że istnieje korelacja między ilością zatrzymanego amoniaku a energią wiązań wodorowych między NH₃/NH₄⁺ a cząsteczkami organicznymi. Ponadto zwiększenie liczby grup –OH może sprzyjać efektywności wychwytywania NH₃. Wyniki modelowania dostarczyły wsparcia dla eksperymentów z wytrącaniem węglanów, wykazując najlepszą skuteczność wychwytywania amoniaku i dwutlenku węgla dla roztworów zawierających glikol neopentylowy z dwiema izolowanymi grupami hydroksylowymi w cząsteczce.

JAKIE PARAMETRY DEFINIUJĄ ZDOLNOŚĆ TiO_2 EKSPONUJĄCEGO KONKRETNE PŁASZCZYZNY KRYSZALICZNE DO USUWANIA TRUDNODROGOWALNYCH ZWIĄZKÓW ORGANICZNYCH?

mgr inż. Szymon Dudziak, IV rok

Opiekun naukowy: dr hab. inż. Anna Zielińska-Jurek, prof. nadzw. PG

W wyniku przeprowadzonych w poprzednich latach badań, w ramach realizacji Studium Doktoranckiego, wykazałem, że efektywność TiO_2 do fotokatalitycznej degradacji oraz mineralizacji fenolu zależy od morfologii fotokatalizatora, a w szczególności od ekspozycji płaszczyzny krystalicznej [1,2]. Płaszczyzny z rodziny $\{1\ 0\ 1\}$ wykazują dużo wyższą aktywność na jednostkę powierzchni niż płaszczyzny $\{0\ 0\ 1\}$ oraz $\{1\ 0\ 0\}$. W związku z tym, dalsze badania skoncentrowane były na identyfikacji głównych właściwości, jakie definiują zdolność badanych struktur do degradacji zanieczyszczeń organicznych. Badania podzielono na identyfikację właściwości związanych ze strukturą powierzchniową fotokatalizatora oraz identyfikację właściwości związanych ze strukturą chemiczną zanieczyszczenia w fazie wodnej.

W pierwszym etapie zbadano aktywność fotokatalityczną w modelowych reakcjach degradacji fenolu w fazie wodnej i toluenu w fazie gazowej. Otrzymane wyniki aktywności poddano analizie regresji, stosując jako zmienne modelowe wybrane parametry opisujące badane powierzchnie: energię powierzchniową, gęstość niskokoordynowanych atomów powierzchniowych oraz zmianę energii w wyniku powierzchniowej lokalizacji nośników ładunku. Końcowy model w szczególności wskazał, że w przypadku obu zanieczyszczeń, gęstość powierzchniowej lokalizacji nośników ładunku, wyrażonej jako energia pułapowania, ma największy wpływ na obserwowaną aktywność, natomiast sama zależność jest eksponentyjna. Wprowadzenie dalszych zmiennych poprawia dokładność końcowego modelu, jednak wyznaczone zależności różnią się między reakcjami.

W drugim etapie, analogiczne badania w fazie wodnej przeprowadzono dla grupy wybranych farmaceutyków: acetaminofenu, karbamazepiny oraz ibuprofenu, w celu określenia, jak struktura samego zanieczyszczenia może wpływać na obserwowaną aktywność. W celu matematycznego opisu różnic pomiędzy wybranymi związkami zastosowano parametry ogólnie przyjęte w ramach tzw. koncepcyjnego DFT (ang. *conceptual DFT*), takie jak potencjał chemiczny, twardość i miękkość chemiczna, indeks elektrofilowości, energie orbitali HOMO i LUMO oraz energię swobodną cząsteczki. Otrzymane wyniki wykazały, że w szczególności twardość chemiczna zanieczyszczenia pozwala na dobrą predykcję końcowej prędkości degradacji, gdzie związki o wyższej twardości ulegają szybszej degradacji.

Literatura:

- [1] M. Kowalkińska, S. Dudziak, J. Karczewski, J. Ryl, G. Trykowski, A. Zielińska-Jurek, *Chem. Eng. J.* **404**, 126493, 2021.
- [2] S. Dudziak, M. Kowalkińska, J. Karczewski, M. Pisarek, K. Siuzdak, A. Kubiak, K. Siwińska-Ciesielczyk, A. Zielińska-Jurek, *Appl. Surf. Sci.* **563**, 150360, 2021.

SYNTEZA, CHARAKTERYSTYKA I ZASTOSOWANIE FOTOKATALIZATORÓW Zn/Ti LDH-Ti₃C₂

mgr inż. Anna Grzegórska, IV rok

Promotor: dr hab. inż. Anna Zielińska-Jurek, prof. nadzw. PG

Wysoki stopień zanieczyszczenia wód jest jednym z bieżących wyzwań dla ludzi i środowiska. Szczególnie ważną grupę zanieczyszczeń stanowią farmaceutyki i substancje biologicznie czynne, których stężenie w środowisku stale wzrasta. Acetaminofen (ACT), jest związkiem przeciwbólowym i przeciwgorączkowym, natomiast ibuprofen (IBP) należy do grupy niesteroidowych leków przeciwzapalnych. Farmaceutyki te obecnie występują w środowisku naturalnym i wykazują skłonność do akumulacji w ekosystemie wodnym. Ponadto, w zależności od warunków środowiska mogą przekształcać się w bardziej toksyczne pochodne.

Jedną z obiecujących metod degradacji farmaceutyków jest fotokataliza heterogeniczna. Zastosowanie niedrogich, powszechnie dostępnych, stabilnych i nietoksycznych fotokatalizatorów pozwala na sklasyfikowanie tej metody jako zielonej technologii remediacji. Warstwowe podwójne wodorotlenki (LDH) to grupa półprzewodników składających się z warstw wodorotlenków metali z interkalowanymi anionami lub cząsteczkami rozpuszczalnika. Zastosowanie LDH o wysokiej stabilności chemicznej i termicznej oraz niskiej toksyczności ma perspektywę w obszarze fotokatalizy. Jednakże, ze względu na niską wydajność w zakresie światła widzialnego i szybką rekombinację par elektron-dziura, konieczne jest łączenie LDH z innymi materiałami. Obiecującym rozwiązaniem może być wykorzystanie związków z grupy M-Xenów. Charakteryzują się one wysoką przewodnością elektronową i zdolnością akceptacji elektronów, a także obecnością licznych miejsc aktywnych na powierzchni. Struktury te mogą zmniejszać rekombinację nośników ładunku, działać jako nośnik fotokatalizatorów i zwiększać adsorpcję reagentów.

W tym odniesieniu, celem pracy badawczej była synteza, charakterystyka i zastosowanie kompozytów Zn/Ti LDH-Ti₃C₂ do fotodegradacji ksenobiotyków w fazie wodnej. Otrzymane materiały zastosowano w degradacji ACT i IBP. Fotokatalizatory scharakteryzowano przy użyciu spektroskopii DR/UV-vis, spektroskopii impedancyjnej, analizy powierzchni właściwej BET, dyfrakcji rentgenowskiej XRD, analizy emisji i czasu zaniku luminescencji. Na podstawie przeprowadzonych badań wyznaczono optymalną zawartość węgla wynoszącą 2,5% wag., wskazując na zmniejszenie stopnia rekombinacji par elektron-dziura w wyniku wprowadzenia ko-katalizatora. Dla próbki Zn/Ti LDH-2,5% Ti₃C₂ zaobserwowano znaczny wzrost szybkości degradacji zarówno ACT jak i IBP, uzyskując 100% degradacji po 60 min naświetlania. Wykazano, że głównymi formami utleniającymi w procesie degradacji ACT są anionorodniki nadtlenkowe a IBP dziury i rodniki hydroksylowe.

*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”*

OTRZYMYWANIE ORAZ CHARAKTERYSTYKA HYBRYDOWYCH MATERIAŁÓW BUDOWLANYCH O WŁAŚCIWOSCIACH MAGNETYCZNYCH, SAMOCZYSZCZĄCYCH ORAZ BIOBÓJCZYCH

mgr inż. Izabela Malinowska, IV rok

Promotor: dr hab. inż. Anna Zielińska-Jurek, prof. nadzw. PG

Nowoczesne materiały budowlane takie jak farby czy gładzie szpachlowe nie mogą pełnić już tylko jedynie roli dekoracyjnej. W dobie pandemii Covid-19 świat zatrzymał się, przestały pracować fabryki, zamknięto wiele zakładów i instytucji użyteczności publicznej. Zaskakująca ekspansja wirusa Sars-CoV-2 znacząco wpłynęła na gospodarkę światową. Trwający „look down” nie tylko oddziaływał na otaczającą nas wszystkich rzeczywistość, ale przede wszystkim uświadomił, że wszyscy jesteśmy narażeni na rozprzestrzenianie się mikroorganizmów chorobotwórczych. Materiały budowlane, które aplikowane są na powierzchnie użytkowe powinny wykazywać zatem właściwości biobójcze, aby zapobiegać rozprzestrzenianiu się patogenów chorobotwórczych.

W tym odniesieniu celem przeprowadzonych badań w ramach IV roku Studiów Doktoranckich była modyfikacja komercyjnych materiałów budowlanych takich jak farby za pomocą nanocząstek typu ZnFe_2O_4 oraz $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2/\text{ZnFe}_2\text{O}_4$ prowadząca odpowiednio do otrzymania materiałów budowlanych o hybrydowych właściwościach.

Otrzymane materiały budowlane scharakteryzowano za pomocą skaningowej mikroskopii elektronowej (SEM), aktywność fotokatalityczną zbadano w reakcji degradacji czerwieni naturalnej ($\text{Co}=0,2\text{mol/dm}^3$) w roztworze wodnym, w obecności symulowanego promieniowania słonecznego. Aktywność biobójczą zbadano na szczepach dwóch grup bakterii Gram-dodatnich, których przedstawicielem jest *Staphylococcus aureus* (podłoże Chapmana - kolor żółty) oraz bakterii Gram-ujemnych, których przedstawicielem jest *Escherichia coli* (podłoże standardowe - czerwone).

Materiały budowlane charakteryzowały się wysoką efektywnością degradacji wynoszącą dla czerwieni naturalnej 92% w czasie 120 min naświetlania lampą charakteryzującą się technologią dual led (365 nm + 405 nm).

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

CIECZE GŁĘBOKO EUTEKTYCZNE JAKO NOWE ABSORBENTY DO EFEKTYWNEGO USUWANIA SUBSTANCJI UCIAŹLIWYCH ZAPACHOWO Z BIOGAZU

mgr inż. Edyta Słupek, IV rok

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

Promotor pomocniczy: dr inż. Patrycja Makoś-Chelstowska

Spalanie biogazu zawierającego znaczne ilości lotnych związków organicznych może powodować wiele problemów technologicznych, środowiskowych i zdrowotnych [1,2,3]. Dlatego w ramach badań prowadzonych w bieżącym roku akademickim wykonano syntezę nowych cieczy głęboko eutektycznych (ang. Deep Eutectic Solvents, DES), które wykorzystano jako absorbenty do usuwania węglowodorów monoaromatycznych tj. benzenu, etylobenzenu, toluenu i ksylenu (BTEX) oraz siloksanów z modelowych strumieni biogazu. Dla wybranych DES przeprowadzono szczegółowe badania strukturalne oraz wyznaczono podstawowe właściwości fizykochemiczne. Badania absorpcji wykonano zarówno w skali laboratoryjnej, jak i powiększonej 10-krotnie. Procesy absorpcji monitorowano za pomocą dwóch metod pomiarowych. Metody referencyjnej z wykorzystaniem chromatografii gazowej z detektorem płomieniowo-jonizacyjnym w systemie „in-situ” oraz alternatywnej metody z wykorzystaniem matrycy czujników w systemie „online”. Uzyskane wyniki badań wykazały zasadność i celowość stosowania metod czujnikowych jako narzędzi do kontroli procesu. Uzyskane wyniki metodą czujnikową są równoważne wynikom uzyskanym za pomocą GC-FID. Ponadto, dowiedziono że nowe „zielone” rozpuszczalniki w postaci DES mogą stanowić doskonałą alternatywę dla obecnie komercyjnie dostępnych absorbentów.

Literatura:

- [1] S. Rasi, J. Läntelä and J. Rintala, *Energy Convers. Manag.* **52**, 3369, 2011.
- [2] E. Ryckebosch, M. Drouillon, H. Vervaeren, *Biomass & Bioenergy* **35**, 1633, 2011.
- [3] J.G.C. Bretón, R.M.C. Bretón, S.M. Morales, J.D.W. Kahl, C. Guarnaccia, R. del Carmen Lara Severino, M.R. Marrón, E.R. Lara, M. de la Luz Espinosa Fuentes, M.P.U. Chi, G.L. Sánchez, *Atmosphere* **11**, 2020.

*Praca finansowana ze środków NCN w ramach projektu PRELUDIUM, nr UMO-2020/37/N/ST4/0292:
„Badania selektywnego usuwania lotnych związków siarkoorganicznych z modelowego strumienia biogazu
z zastosowaniem cieczy eutektycznych” oraz ze środków Inicjatywa Doskonałości - Uczelnia Badawcza
w ramach projektu Argentum Triggering Research Grants, nr DEC-34/2020/IDUB/I.3.3:
„Otrzymywanie i charakterystyka nowych materiałów absorpcyjnych
do selektywnego usuwania zanieczyszczeń z biogazu”.*

KOMPOZYTY POLIPIROL- Fe_2TiO_5 DO FOTOKATALITYCZNEJ DEGRADACJI MIKROZANIECZYSZCZEŃ W FAZIE WODNEJ

mgr inż. Agnieszka Sulowska, IV rok

Promotor: dr hab. inż. Anna Zielińska-Jurek, prof. nadzw. PG

Zanieczyszczenie wód powierzchniowych i gruntowych ksenobiotykami stanowi istotny problem środowiskowy. Związki chromu(VI), stosowane jako dodatki do farb, podkładów i innych powłok powierzchniowych, wykazują niekorzystny wpływ na środowisko ze względu na właściwości toksyczne i mutagenne. Chrom(VI) redukuje się do chromu(III), który jest mniej cytotoksyczny i łatwo ulega separacji z fazy wodnej. Niektóre z powszechnie stosowanych farmaceutyków należą do trwałych związków organicznych, które nie ulegają degradacji w tradycyjnych systemach oczyszczania ścieków. Jednym z najczęściej stosowanych leków przeciwbólowych i przeciwzapalnych jest ibuprofen, który jest niepodatny na rozkład biologiczny i ulega bioakumulacji w organizmach żywych, co stwarza poważne zagrożenie dla wszystkich poziomów troficznych w łańcuchu pokarmowym.

Celem przeprowadzonych badań w ramach IV roku Studiów Doktoranckich było zbadanie możliwości efektywnego usuwania mikrozanieczyszczeń z grupy metali ciężkich i niesteroidowych leków przeciwzapalnych z zastosowaniem fotokatalizy heterogenicznej. Proces fotokatalizy należy do grupy zaawansowanych technik utleniania, umożliwiających skuteczną degradację szerokiej grupy mikrozanieczyszczeń w środowisku wodnym. W ramach przeprowadzonych badań, w procesie fotokatalitycznej degradacji zanieczyszczeń pod wpływem symulowanego promieniowania słonecznego zastosowano pseudobrukity o wzorze Fe_2TiO_5 , charakteryzujący się wąską przerwą energetyczną, stabilnością chemiczną i optyczną. Jednocześnie, modyfikacja powierzchni Fe_2TiO_5 materiałem węglowym, tj. polipirolem z grupy polimerów przewodzących pozwoliła na bardziej efektywną separację nośników ładunku i zmniejszenie rekombinacji fotogenerowanych par elektron-dziura.

W ramach przeprowadzonych prac zbadano efektywność usuwania ibuprofenu oraz chromu(VI) dla otrzymanych kompozytów hybrydowych Fe_2TiO_5 /polipiol. Otrzymane materiały scharakteryzowano za pomocą spektroskopii w zakresie promieniowania ultrafioletowego i widzialnego (DR/UV-Vis), spektroskopii w podczerwieni (FTIR), dyfrakcji rentgenowskiej (XRD), analizy mikroskopowej (SEM) oraz analizy powierzchni właściwej (BET). Dla kompozytu Fe_2TiO_5 /polipiol uzyskano wysoką skuteczność degradacji i mineralizacji ibuprofenu. W czasie 2h naświetlania pod wpływem symulowanego promieniowania słonecznego degradacji uległo ponad 80% ibuprofenu, a efektywność mineralizacji tego mikrozanieczyszczenia wynosiła 60%. Zaobserwowano również 94% redukcję stężenia Cr(VI) do mniej toksycznego Cr(III) w czasie 1 h procesu pod wpływem światła UV-Vis.

*Praca finansowana ze środków NCN w ramach projektu SONATA BIS 8 nr2018/30/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 Marycz, V 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. Wielkie wyzwanie technologiczne stanowi oczyszczanie gazów z lotnych związków organicznych (LZO) o charakterze hydrofobowym, ze względu na ich niską rozpuszczalność w wodzie. Biologiczne usuwanie zanieczyszczeń z powietrza jest stosunkowo tanim oraz bezpiecznym ekologicznie procesem. W ostatnich latach notuje się zainteresowanie możliwością wykorzystania do tego celu grzybów. Wykazano, że są one zdolne do biodegradacji hydrofobowych LZO. Potwierdzono, że ze wszystkich znanych metod biologicznych oczyszczania powietrza, biodegradacja hydrofobowych LZO jest najefektywniej prowadzona w biofiltrach ze złożem zraszanym.

W trakcie minionego roku studium doktoranckiego odbyłam wyjazd stażowy w laboratorium Katedry Inżynierii Lądowej i Środowiska Duke University pod kierunkiem prof. Marca Deshusses'a. Podczas pobytu w Duke przeprowadziłam badania dotyczące wysokosprawnej modernizacji biogazu pod wysokim ciśnieniem z wykorzystaniem biofiltra ze złożem zraszanym i metanogenów hydrogenotroficznych.

Ponadto przygotowałam przegląd literaturowy wyników badań dotyczących aktywności degradacyjnej grzybów oraz oceny możliwości ich praktycznego zastosowania w biofiltracji ze złożem zraszanym do usuwania związków o charakterze hydrofobowym [1] oraz artykuły dotyczące wyników dwóch niezależnych eksperymentów. W pierwszym przedstawiłam systematyczne porównanie biofiltra ze złożem zraszanym i biofiltra konwencjonalnego do usuwania mieszaniny hydrofobowych LZO przez *Candida subhashii* [2]. Drugi - dotyczył systematycznego porównania usuwania mieszaniny gazowej n-heksanu, TCE, toluenu i α -pinenu w konwencjonalnych biofiltrach i biofiltrach ze złożem zraszanym, zasiedlonych odpowiednio gatunkami grzybów *C. subhashii*, *Fusarium solani* i ich konsorcjum. Wyniki wskazują, że po raz pierwszy zastosowany w biofiltracji ze złożem zraszanym gatunek *C. subhashii* skutecznie usuwa wybrane hydrofobowe zanieczyszczenia z powietrza na porównywalnym poziomie uzyskiwanym przez dotychczas najpowszechniej stosowane do tego celu gatunki grzybów.

Literatura:

- [1] M. Marycz, A. Brillowska-Dąbrowska, R. Muñoz, J. Gębicki, *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology* 21, 225, 2022.
- [2] M. Marycz, Y. Rodríguez, J. Gębicki, R. Muñoz, *Chemosphere* 135608, 2022.

BADANIA NAD ZASTOSOWANIEM CIECZY GŁĘBOKO EUTEKTYCZNYCH JAKO FAZ STACJONARNYCH W CHROMATOGRAFII GAZOWEJ

mgr inż. Malwina Momotko, VI rok

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

W pracy przedstawiono wyniki badań nad zastosowaniem cieczy głęboko eutektycznych (ang. *Deep Eutectic Solvents*, DESs) jako faz stacjonarnych w chromatografii gazowej (ang. *Gas Chromatography*, GC). Porównano dwie opracowane fazy stacjonarne na bazie DESs. Pierwszą z opracowanych faz (DES-SP1) stanowi DES otrzymany z chlorku tetrabutylamonowego jako akceptora wiązań wodorowych (ang. *Hydrogen Bond Acceptor*, HBA) z kwasem heptadekanowym będącym donorem wiązań wodorowych (ang. *Hydrogen Bond Donor*, HBD) w stosunku molowym HBA:HBD wynoszącym 1:2 [1], natomiast drugą fazę stacjonarną (DES-SP2) w postaci DES otrzymano z L-proliny (sprotonowanej kwasem solnym) jako HBA oraz ksylitolu jako HBD w stosunku molowym HBA:HBD 5:1 [2]. Opracowane fazy stacjonarne scharakteryzowano pod względem selektywności rozdzielania dla kilkudziesięciu lotnych związków organicznych (LZO), a także przy użyciu stałych Rohrschneidera-McReynoldsa. Badania wykazały, że obie fazy zapewniają dobrą symetrię pików, długoterminową stabilność i bardzo dobrą sprawność. DES-SP1 charakteryzuje się średnią polarnością, natomiast DES-SP2 jest wysoce polarna. W obu przypadkach odnotowano nietypową selektywność – niespotykaną dotychczas w komercyjnych fazach stacjonarnych. Wynika to z synergicznego efektu różnych rodzajów oddziaływań międzycząsteczkowych analit-faza stacjonarna, w tym zdolności do tworzenia wiązań wodorowych grup funkcyjnych substancji chemicznych pełniących rolę HBA i HBD w DES z rozdzielanymi LZO oraz oddziaływań hydrofobowych z łańcuchami alkilowymi obecnymi w niektórych składnikach DESs.

Literatura:

- [1] M. Momotko, J. Łuczak, A. Przyjazny, G. Boczkaj, *J. Chromatogr. A* **1635**, 461701, 2021.
- [2] M. Momotko, J. Łuczak, A. Przyjazny, G. Boczkaj, *J. Chromatogr. A* **1676**, 463328, 2022.

ASFALTENY I FRAKCJE ASFALTENOWE JAKO FAZY STACJONARNE W ELUCYJNEJ CHROMATOGRAFII CIECZOWEJ W NORMALNYCH UKŁADACH FAZ, SZCZEGÓLNI W ROZDZIELANIU PRODUKTÓW NAFTOWYCH

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

Asfalteny to nierozpuszczalne w lotnych alkanach, nielotne, organiczne związki chemiczne, obecne w ropie naftowej i w naturalnych asfaltach. Asfaltenami powszechnie nazywa się też nierozpuszczalną w lotnych alkanach frakcję nielotnych produktów naftowych po procesach oksydacji pozostałości z próżniowej destylacji ropy naftowej, zawierającą asfalteny, ich tlenowe pochodne oraz inne nierozpuszczalne w alkanach nielotne produkty utleniania składników ropy naftowej, nazywane w tej pracy frakcjami asfaltenowymi. Oprócz węgla i wodoru w strukturze molekularnej asfaltenów występują atomy siarki, azotu i tlenu oraz kationy metali, głównie niklu, wanadu i żelaza oraz ich metaloorganiczne pochodne, zwłaszcza z grupy porfiryn. Niemożliwość wydzielenia indywiduów chemicznych, powoduje, że struktura molekularna asfaltenów i frakcji asfaltenowych dotychczas poznana jest tylko częściowo.

Cel pracy to zbadanie potencjalnej przydatności asfaltenów i frakcji asfaltenowych związanych na powierzchni sorpcyjnej żelu krzemionkowego do rozdzielania, szczególnie grupowego, nisko i średnio polarnych związków chemicznych będących składnikami ropy naftowej a także benzyny pirolitycznej, oleju bazowego i smarowego w normalnym układzie faz elucyjnej chromatografii cieczowej (NP-LC) z n-heksanem jako eluentem.

Opracowano metodyki wydzielania i oczyszczania asfaltenów i frakcji asfaltenowych w skali preparatywnej. Zbadano skład pierwiastkowy, wybrane właściwości fizykochemiczne, charakterystykę spektralną, rozpuszczalność w składnikach potencjalnych eluentów, a także skład grupowy kilku różnych asfaltenów oraz frakcji asfaltenowych z procesu intensywnego utleniania pozostałości z destylacji próżniowej ropy naftowej. Badanie składu grupowego wykonano metodyką TLC-FID, opracowaną w rezultacie modelowych badań techniką NP-TLC, w istotnym stopniu skorygowaną w stosunku do metodyk istniejących w literaturze. Opracowano metodykę impregnowania powierzchni porów żelu krzemionkowego na płytkach TLC i w kolumnach HPLC.

Badania i studia literatury wykazały, że fazy stacjonarne badane w ramach niniejszej pracy otrzymane na bazie żelu krzemionkowego modyfikowanego asfaltenami i frakcją asfaltenową, mogą stanowić alternatywę dla standardowych, chemicznie modyfikowanych adsorbentów, w rozdzielaniu składników ropy naftowej i produktów otrzymanych z ropy naftowej o różnych zakresach lotności w warunkach normalnego układu faz. To wydaje się mieć szczególne znaczenie dla grupowego rozdzielania oraz wydzielania frakcji grup nielotnych składników ropy naftowej i tego rodzaju ropopochodnych produktów w skali preparatywnej, a być może i procesowej, tak do dalszych badań, jak w celu rafinacji frakcji z destylacji próżniowej, czy naftowych olejów bazowych dla olejów smarowych.

**KATEDRA KONWERSJI
I MAGAZYNOWANIA ENERGII**

MODYFIKACJA METODY SYNTEZY MATERIAŁU KATODOWEGO DO OGNIW SODOWO-JONOWYCH W CELU POPRAWY WŁAŚCIWOŚCI ELEKTROCHEMICZNYCH

mgr inż. Anita Cymann-Sachajdak, IV rok

Opiekun naukowy: dr hab. inż. Monika Wilamowska-Zawłocka, prof. nadzw. PG

Superprzewodniki jonów sodu (ang. NASICON, Na Superion Conductors) wykorzystywane jako materiały katodowe w bateriach sodowo-jonowych zyskały popularność ze względu na stabilną trójwymiarową strukturę wyposażoną w otwarte kanały, którymi transportowane mogą być kationy sodu. Fosforan sodowo-wanadowy $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ (NVP), którego teoretyczna pojemność elektryczna wynosi 117 mAh g⁻¹ [1], jest jednym z najbardziej reprezentatywnych przykładów. Jednakże, niska wewnętrzna przewodność elektronowa ogranicza wykorzystanie go jako materiału katodowego w bateriach sodowo-jonowych. Problem niskiej przewodności można pokonać na kilka sposobów: modyfikacja struktury, powlekanie przewodzącą warstwą węgla lub polimerów przewodzących [2]. Ponadto, wprowadzenie porowatości do struktury NVP [3] bądź połączenie z nanostrukturami węglowymi [4] może zwiększyć wydajność oraz przedłużyć stabilność pracy podczas ładowania/rozładowania. W ciągu ostatniego roku podjęte zostały próby poprawy przewodności elektrycznej oraz właściwości elektrochemicznych NVP. Poprawę parametrów pracy uzyskano za pomocą dwóch niezależnych metod: (1) uproszczenie istniejącej metody syntezy (wspomagana hydrotermalnie metoda zol-żel) z dodatkiem zredukowanego tlenku grafenu (rGOx) oraz (2) zastosowanie emulsji Pickeringa w celu uzyskania układu rdzeń@otoczka (NVP@rGOx). Uzyskane wyniki pokazują jak ważne są parametry syntezy w celu uzyskania odpowiednich właściwości strukturalnych jak i elektrochemicznych. Przeprowadzone badania pokazują, jak istotne jest dobranie odpowiednich składników w celu uzyskania stabilnej emulsji Pickeringa, a co za tym idzie materiału o kontrolowanej strukturze i zawartości węgla. Kompozyty rdzeń@otoczka przygotowane na bazie stabilnej emulsji Pickeringa zachowują swoją morfologię, a odpowiednio zaprojektowany materiał wykazuje znacznie wyższe pojemności elektryczne w porównaniu do NVP z dodatkiem węgla uzyskanego znaną w literaturze metodą hydrotermalną.

Literatura:

- [1] J. Zhou, A. Luo, Y. Zhao, *J. Air Waste Manag. Assoc.* **68**, 1269, 2018.
- [2] Y. Chen, J. Cheng, S. Sun, Y. Wang, L. Guo, *New Carbon Mater.* **36**, 1118, 2021.
- [3] L. Chen, Y. Zhao, S. Liu, L. Zhao, *ACS Appl. Mater. Interfaces* **9**, 44485, 2017.
- [4] Q. Zhu, X. Chang, N. Sun, R. Chen, Y. Zhao, B. Xu, F. Wu, *ACS Appl. Mater. Interfaces* **11**, 3107, 2019.

*Praca finansowana ze środków NCN w ramach projektu BEETHOVEN Classic 3
nr UMO-2018/31/G/ST5/02056: „BLESS: Beyond Li-ion batteries:
on novel and Efficient electrode materials for Sodium Storage”.*

**KATEDRA TECHNOLOGII LEKÓW
I BIOCHEMII**

OKREŚLENIA PRZECIWNOWOTWOROWEGO MECHANIZMU DZIAŁANIA NOWYCH SYMETRYCZNYCH POCHODNYCH KARBAZOLU

mgr Mateusz Olszewski, IV rok

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

Nowotwory występują powszechnie w każdej populacji i charakteryzują się stosunkowo wysoką śmiertelnością i należą do jednej z wiodących grup schorzeń cywilizacyjnych. Komórki rakowe posiadają nieograniczony wzrost nieprawidłowych komórek z możliwością rozprzestrzeniania się ich na inne części ciała. Na całym świecie, ze względu na ciągłą potrzebę poszukiwania nowych i skutecznych związków o działaniu przeciwnowotworowym, prowadzone są badania nad nowymi kandydatami na leki. Obecnie, stosowanie leków, których molekularny mechanizm działania jest ukierunkowany na cechy komórek nowotworowych jest najbardziej pożądane, ze względu na wysoką skuteczność i bezpieczeństwo stosowania przez pacjenta. Przedstawione wyniki badań skupiają się na dwóch ważnych celach molekularnych w terapii przeciwnowotworowej. Topoizomeraza II α , to enzym, który bierze udział w replikacji, transkrypcji i przebudowie chromatyny, dlatego jest kluczowym celem w szybko proliferujących komórkach nowotworowych [1]. Białkowe kinazy tyrozynowe odgrywają istotną rolę w procesie transdukcji sygnału i dlatego odpowiadają za regulację cyklu komórkowego, różnicowanie, wzrost i apoptozę komórek. Kontrola (normalizacja) onkogennych postaci białkowych kinaz tyrozynowych może mieć zasadnicze znaczenie w leczeniu chorób nowotworowych za pomocą terapii celowanej molekularnie [2].

Celem pracy jest określenie mechanizmu działania odpowiadającego za wysokie właściwości cytotoksyczne nowych symetrycznych pochodnych karbazolu względem ludzkich linii komórek nowotworowych płuc (A549) i jelita grubego (HCT-116). W celu określenia zmian w progresji cyklu komórkowego, indukowania stresu oksydacyjnego i śmierci komórkowej w komórkach nowotworowych po traktowaniu związkami wykonano badania z wykorzystaniem technik immunofluorescencji, cytometrii przepływowej i Western blottingu. Pochodne karbazolu były początkowo badane za pomocą testu do określenia wpływu związków *in vitro* na fosforylację immobilizowanych peptydów, w których pośredniczyły całkowite komórkowe białkowe kinazy tyrozynowe. Do potwierdzenia wyniku *in vitro* zastosowano metodę cytometrii przepływowej i immunofluorescencji. Hamowanie ludzkiej DNA topoizomerazy II α zbadano za pomocą testu relaksacji i dekatencji kDNA *in vitro*.

Wyniki testu relaksacji DNA wykazały, że pochodne karbazolu hamują DNA topoizomerazę II α w zakresie mikromolarnym. Całkowita aktywność białkowych kinaz tyrozynowych była znacząco hamowana *in vitro* przez badane związki. Podwójne celowanie w kluczowe cechy komórek nowotworowych takie jak nieograniczona replikacja (topoizomeraza) i podtrzymywanie sygnalizacji proliferacyjnej (białkowe kinazy tyrozynowe) mogą przyczynić się do specyficznej eliminacji komórek nowotworowych.

Literatura:

- [1] Z. Skok, N. Zidar, D. Kikelj, J. Ilas, *J. Med. Chem.* **63**, 3, 2019.
- [2] Z. Du, C. M. Lovly. *Mol. Cancer* **17**, 58, 2018.

*Praca finansowana ze środków NCBR 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, V rok

**Opiekun naukowy: prof. dr hab. inż. Maciej Bagiński/
dr hab. n. med. Marek Drab**

W ludzkich komórkach zlokalizowano szereg białek oddziałujących z telomerami, co wskazuje na dużą plastyczność organizacji ludzkich kompleksów nukleoproteinowych. Najważniejszym kompleksem jest kompleks „shelterin”, który składa się z sześciu białek: TRF1 i TRF2 (ang. *telomeric repeat binding factor 1, 2*), RAP1 (ang. *repressor - activator protein 1*), TIN2 (ang. *TRF1 interacting nuclear factor 2*), TPP1(ang. *tripeptidyl peptidase 1*) i POT1 (ang. *protection of telomeres 1*). Białka TRF1 oraz TRF2 łączą się bezpośrednio z telomerowym dwuniciowym DNA, natomiast białka RAP1, TIN2, TPP1 i POT1 stabilizują strukturę kompleksu „shelterin” [1].

W przedstawionym sprawozdaniu został scharakteryzowany wpływ jedenastu małowcząsteczkowych związków (0070, 0087, 0176, 0280, 0327, A822, A378, A670, A628, ST50, ST2S), które zostały zaprojektowane metodami *in silico*, jako potencjalne inhibitory oddziaływań pomiędzy białkami TRF1-TIN2 oraz TRF2-TIN2. Do badań wykorzystano linie nowotworowe ludzkiego raka piersi: MDA-MB-231 (ER/PR-; HER2/Neu-), BT-20 (ER/PR-; HER2/Neu-), SK-BR-3 (ER/PR-; HER2/Neu+), BT-474 (ER/PR+; HER2/Neu+), MCF-7 (ER/PR+; HER2/Neu-) i T47D (ER/PR+; HER2/Neu), które reprezentują podstawowe podtypy molekularne nowotworów piersi. Eksperymenty przeprowadzono również na komórkach pierwotnych HUVEC oraz HMEC, i materiale pochodzącym od pacjentów (wyprowadzonej hodowli komórkowej z tkanki zdrowej oraz nowotworowej od 22 pacjentek z inwazyjnym przewodowym rakiem piersi, ER/PR+; HER2/Neu-). Na podstawie wyników uzyskanych metodami biologii molekularnej- począwszy od testów toksyczności, poprzez zawansowanie metody barwienia fluorescencyjnego z wykorzystaniem mikroskopii konfokalnej (m.in. technika co-immunofluorescencji, FISH) wyłoniono dwa związki (A822 oraz 0327), które zostały objęte zgłoszeniem patentowym.

Literatura:

[1] E. L. Denchi, T. de Lange, *Nature* 448, 1068, 2007.

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

„Nowe związki o działaniu przeciwnowotworowym zaburzające funkcje telomerów”.

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

mgr inż. Jakub Jurasz, V 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 [1]. 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 multidrug resistance) 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 [2].

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 za pomocą przeprowadzonych symulacji metadynamiki, utworzone zostały profile energetyczne dla przejścia ligandu przez białko EmrE. Ponad to dokończone zostały symulacje równowagowe oraz spontanicznego wejścia ligandu. Stworzone zostały również wizualizacje dla przejścia ligandu do centrum aktywnego białka oraz powstawanie łańcucha wodnego który to najprawdopodobniej dostarcza proton do centrum białka poprzez mechanizm Grotthussa. Symulacje te są przeprowadzane za pomocą programu GROMACS i pakietu PLUMED. W symulacjach tych znajdują się trajektorie dimeru umieszczonego w błonie [3], zarówno w towarzystwie ligandu oraz bez niego. Użytym ligandem został kation tetrafenylofosfoniowy (TPP+). Celem przeprowadzenia symulacji było określenie oraz zaproponowanie możliwego mechanizmu transportu, ale też mechanizmu rozpoznawania molekularnego [4, 5]. Na podstawie otrzymanych wyników z tego roku byliśmy w stanie zaprezentować prawdopodobne teorie dotyczące wspomnianych mechanizmów. Jednakże głównym celem pozostaje lepsze poznanie zarówno struktury oraz sposobu działania białka EmrE, aby 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] S. Dutta, E. A. Morrison, K. A. Henzler-Wildman, *Biochim Biophys Acta. Biomembr* 1838, 22, 2014.
- [4] A. E. Robinson, N. E. Thomas, E. A. Morrison, B. M. Balthazor, K. A. Henzler-Wildmant, *Proc Natl AcadSci* 114, 103,2017.
- [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, V 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, że enzym 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 telomerazy. 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 było określenie mechanizmu działania nowych pochodnych antrachinonów na poziomie komórkowym i molekularnym. Wykazano, że związki hamują aktywność telomerazy prowadząc do skrócenia się telomerów w niedrobnokomórkowym nowotworze płuc. Dodatkowo zbadano ich właściwości cytotoksyczne, prooksydacyjne i antymigrajne oraz określono ich zdolność do indukcji uszkodzeń DNA i mechanizm śmierci komórkowej jaki wywołują.

Literatura:

- [1] S. C. Akincilar, B. Unal, V. Tergaonkar, *Cell. Mol. Life Sci.* **73**, 1659, 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**, 521, 2014.

KATEDRA TECHNOLOGII POLIMERÓW

POLIMEROWE SYSEMY UWALNIANIA SUBSTANCJI AKTYWNYCH

mgr inż. Paweł Szarlej, IV rok

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

Promotor pomocniczy: dr inż. Iga Carayon

Tematyka proponowanej pracy doktorskiej dotyczy polimerowych systemów uwalniania substancji aktywnych (DDSs), charakteryzujących się odmiennym profilem i miejscem uwalniania w porównaniu do konwencjonalnych form podawania leku. Dobór odpowiedniej metody produkcji oraz formulacji pozwala uzyskać preparaty farmaceutyczne

o opóźnionym, przyspieszonym, przedłużonym lub pulsacyjnym uwalnianiu. Tego typu rozwiązanie ma na celu m. in. zmniejszenie częstotliwości wahań stężenia substancji leczniczej we krwi pacjenta i utrzymywanie go w zakresie działania terapeutycznego [1, 2]. Przykładem szeroko rozpowszechnionych DDSs są m.in. opatrunki polimerowe wspomagające regenerację trudno gojących się ran [3].

Podczas IV roku SD skupiono się na kontynuacji badań hybrydowego opatrunku. Zaprojektowany opatrunek składa się z warstwy hydrożelowej (pochłaniającej wysięk z rany i zawierającej substancje o działaniu antybakteryjnym), matrycowej (drukowanej w technologii FDM i stanowiącej matrycę dla związków o działaniu regeneracyjnym), zewnętrznej warstwy polimerowej (chroniącej przed wysuszeniem) oraz warstwy kleju tkankowego (zapewniającego odpowiednie przyleganie opatrunku do rany).

W trakcie IV roku SD zaprojektowano i wydrukowano prototypowe warstwy matrycowe hybrydowego opatrunku z filamentu wykonanego z blendu polimerowego PUR/PLA. Wydrukowane warstwy matrycowe charakteryzowały się różną gęstością wypełnienia i architekturą wydruku (m. in. liniowe, trójkątne i heksagonalne). Następnie, wspomniane warstwy matrycowe poddano badaniom wytrzymałości na rozciąganie

w celu wytypowania jednej z nich do zastosowania w hybrydowym opatrunku.

W przeciągu ostatniego roku dokonano również udanej próby połączenia z sobą wszystkich czterech warstw plastra, tj.: matrycowej, hydrożelowej, ochronnej i klejowej, a następnie złożony opatrunek poddano badaniom dotyczącym wpływu otrzymanych opatrunków na cytotoksyczność i proliferację komórek skórnych oraz komórek pierwotnych i macierzystych tkanki tłuszczowej (w ramach projektu z GUMed pt. „Nowe polimerowe systemy uwalniania substancji aktywnych otrzymywane metodą druku 3D do zastosowania jako opatrunki wspomagające gojenie zakażonych ran”).

Pożądanym efektem prowadzonych badań ma być możliwość zastosowania opatrunku do różnego typu ran, np. oparzeniowych, odleżynowych czy ran z dużą ilością wysięku (uniwersalność). Wykorzystanie druku 3D ma z kolei pozwolić na indywidualizację terapii (możliwość dopasowania wielkości i kształtu opatrunku oraz dawki leku do potrzeb pacjenta).

Literatura:

- [1] G. Vilar, J. Tulla-Puche, F. Albericio, *Curr. Drug Deliv.* **9**, 4, 2012.
- [2] S. Saghazadeh, C. Rinoldi, *Adv. Drug Deliv. Rev.* **127**, 138, 2018.
- [3] I. Carayon, P. Szarlej, P. Gnatowski, E. Piłat, M. Sienkiewicz, M. Glinka, J. Karczewski, J. Kucińska-Lipka, *Adv. Med. Sci.* **67**, 2022.

POLILAKTYDOWO-SKROBIOWY FILAMENT DO DRUKU 3D JAKO ZRÓWNOWAŻONA ALTERNATYWA DLA KONWENCJONALNYCH FILAMENTÓW PLA DO ZASTOSOWAŃ W MEDYCYNIE

mgr inż. Agnieszka Haryńska, V rok

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

Medycyna coraz częściej wykorzystuje druk 3D m.in. do planowania przedoperacyjnego [1], wytwarzając w ten sposób znaczną liczbę jednorazowych polimerowych detali. Ilość takich odpadów rośnie, dlatego badania nad zrównoważonymi systemami wydają się być właściwym kierunkiem. Można przypuszczać, że powszechny w druku 3D metodą FFF ang. *Fused Filament Fabrication* (formowanie stopionego filamentu) filament polilaktydowy (PLA) jest gotowym rozwiązaniem, jednakże jest to polimer trudno-degradowalny, którego skuteczna biodegradacja wymaga specjalnych warunków [2]. Pomimo powszechnej etykiety jako „*bio* lub *eco-friendly*”, odpady z PLA zaczęły być postrzegane jako trudne do efektywnego i zrównoważonego zagospodarowania. Co więcej, filamenty PLA są modyfikowane plastyfikatorami, olejami i/lub, pigmentami, które dodatkowo utrudniają biodegradację. Możliwym rozwiązaniem jest mieszanie PLA z szybko degradowalnymi i kompostowalnymi polimerami, takimi jak termoplastyczna skrobia (TPS).

W pracy przedstawiono kompleksową charakterystykę nowatorskiego bio-filamentu do druku 3D w technologii FFF, który otrzymano z kompozycji polimerowej PLA/TPS, opracowanej we wcześniejszym etapie badań. Praca skupia się w szczególności na ocenie stabilności, kompostowalności i drukowalności opracowanego filamentu oraz jego odpowiednika – filamentu komercyjnego (FlashForge PLA®). Wyniki przedstawiają: (i) proces formowania bio-filamentu, (ii) charakterystykę strukturalną, termiczną i mechaniczną, (iii) kąt zwilżania wodą, (iv) kompostowalność w warunkach laboratoryjnych, oraz (v) druk 3D personalizowanych modeli anatomicznych. Analiza spektroskopowa i termiczna potwierdziła stabilność opracowanego filamentu PLA/TPS w warunkach drukowania 3D. Wyniki wykazały, że opracowany bio-filament wykazuje wyższą hydrofilowość i podatność na degradację hydrolityczną, a tym samym większą podatność na kompostowanie w porównaniu do komercyjnego filamentu PLA. Dobrą drukowalność 3D bio-filamentu potwierdzono otrzymując wysokiej jakości wydruki modeli anatomicznych. Opracowana kompozycja jest nowoczesnym rozwiązaniem w sektorze bio-filamentów i może stanowić zrównoważoną alternatywę w druku 3D jednorazowych i dopasowanych do pacjenta modeli przedoperacyjnych.

Literatura:

[1] C.L. Ventola, *Pharm. Ther.* **39**, 2014

[2] M. Karamanlioglu, G.D. Robson, *Polym. Degrad. Stab.* **98**, 2013.

**DOKTORATY WDROŻENIOWE
REALIZOWANE W KATEDRZE
ELEKTROCHEMII, KOROZJI
I INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ**

ZAPROJEKTOWANIE, BUDOWA I URUCHOMIENIE PROTOTYPOWEJ INSTALACJI OCHRONY KATODOWEJ KLASYFIKATORA DWUZWOJOWEGO

mgr inż. Marcin Czekajło, IV rok

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

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

W trakcie czwartego roku studiów zabudowano i uruchomiono instalację ochrony katodowej klasyfikatora o numerze technologicznym K-221/222. Pierwszym etapem były prace instalacyjno-montażowych anod polaryzacyjnych, czujników korozymetrycznych oraz elektrody odniesienia przeprowadzono, jak również próba szczelności wanny klasyfikatora. Kolejnym krokiem było wykonanie tras kablowych, montaż urządzenia polaryzującego wraz z szafą sterowniczą. Finalne włączenie instalacji ochronnej nastąpiło po uruchomieniu sekcji przerobowej, w której skład wchodzi klasyfikator spiralny. Urządzenie MSOK-02 uruchomiono w galwanostatycznym trybie pracy. Początkową wartość prądu ochronnego ustalono na 5,0 A, a ta była utrzymywana automatycznie przez urządzenie w czasie jego pracy. Podczas uruchomienia instalacji zmierzono potencjał włączeniowy i wyłączeniowy (potencjał bez składowej IR potencjału, mierzony natychmiast po wyłączeniu prądu polaryzującego) względem elektrody Zn. Zmierzono również prąd indywidualnie dla wszystkich anod przy zadanym sumarycznym prądzie polaryzacji. Dodatkowo przeprowadzono pomiar rozkładu potencjału wzdłuż chronionej konstrukcji względem elektrody Ag/AgCl. Do oceny skuteczności ochrony katodowej klasyfikatora spiralnego na podstawie pomiarów szybkości korozji wykorzystano dwa czujniki korozymetryczne.

Zaprojektowana instalacja ochrony katodowej klasyfikatora spiralnego obejmuje również system monitorowania skuteczności jej pracy. Zastosowane rozwiązania pozwalają na dokonanie wymiernej oceny funkcjonowania instalacji ochronnej w dłuższym okresie eksploatacji. Można tego dokonać wykonując specjalistyczne pomiary korozyjne w oparciu o zastosowane kryteria: potencjałowe i/lub szybkości korozji.

Do oceny poprawności pracy instalacji ochronnej zastosowano rozbudowany system kontroli opierający się na:

- pomiarach potencjału konstrukcji polaryzowanej katodowo;
- pomiarach szybkości korozji stali w warunkach ochrony katodowej za pomocą czujników korozymetrycznych rezystancyjnych;
- monitorowaniu parametrów pracy stacji w trybie online.

Założeniem zabudowanej instalacji antykorozyjnej jest spełnienie kryteriów ochrony katodowej wg EN 12499 i EN 12954 poprzez spolaryzowanie stalowej powierzchni wewnętrznej wanny klasyfikatora oraz elementów konstrukcji spirali do potencjału ochrony +250 mV względem elektrody cynkowej i obniżenie szybkości korozji stalowych powierzchni urządzenia zanurzonych w elektrolicie do założonego poziomu 0,05 mm/rok oraz powierzchni stalowych urządzenia będących w okresowym zanurzeniu (wstęgi klasyfikatora) do poziomu 0,1 mm/rok.

Pierwsze wyniki pomiarów szybkości korozji chronionej konstrukcji w okresie 6 miesięcy od chwili uruchomienia instalacji wskazują średnio na poziom 0,01 mm/rok. Analizując całość wykonanych prac oraz osiągnięte efekty ochrony katodowej pilotażowej instalacji klasyfikatora spiralnego w warunkach O/ZWR rekomenduje się rozwijanie tego typu technologii, pomimo dość nietypowych warunków jej aplikacji.

SYSTEM MONITOROWANIA KOROZJI W INSTALACJACH WODNYCH PLATFORMY WYDOBYWCZEJ BALTIC BETA

mgr inż. Kinga Domańska, IV rok

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

Opiekun ze strony przemysłu: mgr inż. Sławomir Sochacki

W IV roku pracy doktorskiej realizowano pomiary szybkości korozji przy pomocy elektronicznego układu do pomiaru metodą polaryzacji liniowej, bezpośrednio w instalacji zatłaczania wody morskiej do złoża ropy B3.

Wskazania automatycznego systemu monitorowania korozji zestawiano z parametrami pracy instalacji oraz wynikami dodatkowych analiz chemicznych i biologicznych. W ramach rozszerzenia monitoringu wdrożono analizy parametrów wpływających na procesy korozyjne: zawartości chloru wolnego, zawiesiny stałej, tlenu oraz bakterii tlenowych i bakterii redukujących siarczany, zarówno w strumieniu wody, jak i w biofilmie osadzonego na boczniku biologicznym. Plan monitoringu biologiczno-chemicznego ustalono kierując się znajomością procesów technologicznych oraz zagrożeń korozyjnych na poszczególnych odcinkach instalacji.

Badania zawartości bakterii potwierdziły duży potencjał wody morskiej do tworzenia biofilmu na ściankach instalacji. Ten zaś jest przyczyną występowania zjawiska korozji mikrobiologicznej.

Pomiar zawartości bakterii przy pomocy bocznika biologicznego, wykazał obecność biofilmu, w którym ilość bakterii rosła w miarę upływu czasu ekspozycji kuponów biologicznych na przepływającą wodę. Wzrost ilości bakterii w biofilmie pokrywał się z rosnącą szybkością korozji, rejestrowaną na czujniku korozyjnym po wieży odtleniającej.

Wdrożenie automatycznego systemu pomiaru szybkości korozji pozwoliło opracować skuteczną metodę ochrony antykorozyjnej. Wybrano najefektywniejszy inhibitor korozji, przeprowadzono testy laboratoryjne i polowe bezpośrednio w instalacji. W trakcie testów polowych zarejestrowano wysoką efektywność inhibitora, który wykazał się najlepszym działaniem w trakcie testów laboratoryjnych.

Przeprowadzane w odstępach kwartalnych badania poprawności pracy czujników, pozwalały oszacować konieczność ich ewentualnej wymiany.

Podsumowując, realizacja doktoratu pozwoliła zidentyfikować zagrożenia korozyjne oraz określić wpływ parametrów pracy instalacji na szybkość korozji. Przyczyniła się do znacznego zmniejszenia dynamiki procesów korozyjnych w instalacji zatłaczania, polepszyła jakość wody zatłaczanej i zmniejszyła ryzyko kolmatacji złoża B3, co mogłoby doprowadzić do zmniejszenia wielkości wydobycia ropy.

Literatura:

- [1] T. Eggum, S. Arumugam, N. Tajallipour, P. Teevens, Comprehensive Approach to Oxygen Corrosion Analysis of Water Injection Systems, Conference & Expo, Paper No. 5962, 2015.
- [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.

SELEKCJA SYSTEMÓW POWŁOKOWYCH DO OCHRONY PRZED KOROZJĄ URZĄDZEŃ W WARUNKACH WYSTĘPOWANIA NARAŻEŃ MECHANICZNYCH I WIBRACJI

mgr inż. Michał Drozda IV rok

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

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

W czwartym roku interdyscyplinarnego Programu Doktoratów Wdrożeniowych zakończono część badawczą prowadzoną na obiektach przemysłowych Oddziału Wzbogacania Rud w Polkowicach. Po raz kolejny przebadano wymalowane próby powłok ochronnych na urządzeniach przeróbczych: młyn kulowy MK-331 – Rejon ZWR Polkowice oraz młyn prętowy MP-92 – Rejon ZWR Rudna – łącznie 210 prób powłok (różnych producentów oraz systemów) wymalowanych na urządzeniach przeróbczych. Kolejne pomiary miały na celu ustalenie postępu degradacji powłok w czasie, przy narażeniu na czynniki zewnętrzne panujące w halach produkcyjnych O/ZWR, tj. wilgoć, zasolenie, wibracja, pyły.

Oprócz badań w warunkach przemysłowych w halach produkcyjnych O/ZWR wykonano szereg pomiarów powłok (kupony wykonane podczas II roku studiów) w warunkach laboratoryjnych, przy udziale symulatora narażeń, którego zadaniem jest symulacja warunków przemysłowych. Kupony z powłokami poddawane są zginaniu (proces 3000 zginań) podczas zanurzenia w roztworze zawierające sole (symulacja wody przemysłowej wykorzystywanej w procesie przeróbczym). Dodatkowo wykonano pomiary w warunkach laboratoryjnych próbek umieszczonych przy młynie kulowym MK-311 (dodatkowe zestawy prób, wykonane podczas III roku studiów, które zostały wykonane i zawieszono w dwóch lokalizacjach: w miejscu o dużych wibracjach oraz miejscu o znikomych wibracjach). Badanie to miało na celu ocenić wpływ wibracji na trwałość powłok w tym samym środowisku pracy.

Tak jak w poprzednich latach do wszystkich pomiarów (w warunkach przemysłowych oraz laboratoryjnych) wykorzystano przenośny miernik PalmSens4, który tworzy widmo impedancji elektrycznej. Program tworzy wykres, a wyniki można zapisać w dedykowanym oprogramowaniu oraz eksportować do pliku excel, co umożliwia szybką analizę danych.

W roku akademickim 2021/2022 poczyniono duże postępy w realizacji części naukowej doktoratu. Zebrane dane poddawane są szczegółowej analizie i ocenie pod względem trwałości poszczególnych rodzajów powłok. Wykonanie krzywej postępowej degradacji ochrony dla poszczególnych zestawów malarskich pozwoli oszacować prędkość utraty ochrony antykorozyjnej, co ma fundamentalne znaczenie dla urządzeń eksploatowanych w warunkach przemysłowych. Pod uwagę brany jest również bilans kosztowy oraz sposób aplikacji farb różnych producentów.

W wyniku prowadzonej pracy badawczej będzie można wyłonić najkorzystniejszą powłokę malarską dla warunków przemysłowych panujących w O/ZWR. Dobór optymalnej powłoki ochronnej dla urządzeń nie tylko ma na celu wydłużenie ochrony antykorozyjnej lecz również ustandaryzowanie tego procesu.

**OPRACOWANIE METODYKI ORAZ APARATURY
DO DEFEKTOSKOPII KONSTRUKCJI STALOWEJ
ORAZ OCENY POWŁOKI OCHRONNEJ
Z WYKORZYSTANIEM PRĄDÓW WIROWYCH
I ELEKTROCHEMICZNEJ SPEKTROSKOPII IMPEDANCYJNEJ**

mgr inż. Grzegorz Galant, IV rok

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

W czwartym roku realizacji pracy doktorskiej, kontynuowane były zadania związane z funkcjonalnością stworzonych mobilnych cel pomiarowych, realizowane były impedancyjne badania laboratoryjne oraz kontynuowano projektowanie finalnego urządzenia pomiarowego.

Kontynuowano badania związane z funkcjonalnością pomiarów względem zewnętrznej elektrod. Stwierdzono ciągle problemy ze szczelnością. Obecnie w przygotowaniu są uszczelki kauczukowe o różnej twardości.

Rozpoczęto również testy laboratoryjne na specjalnym 3 żyłowym kablu pomiarowym przystosowanym do prac podwodnych o długości $L=150\text{m}$. Dokonano pomiaru rezystancji oraz pojemności. Sprawdzono również zmianę pojemności w czasie ekspozycji w środowisku wodnym.

Kontynuowano również wzorcowe badania laboratoryjne oraz terenowe na próbkach za pomocą mobilnego systemu pomiarowego Atlas 0441 HIA.

Niestety przez wzgląd na ograniczony czas poświęcony na badania nie zostały zrealizowane wszystkie założenia ze zmodyfikowanego harmonogramu zadań do realizacji w ramach semestru VII i VIII.

Całkowity stopień realizacji doktoratu szacuję na poziomie 60-70%.

DIAGNOSTYKA I MONITOROWANIE ZAGROŻENIA KOROZYJNEGO WYWOŁANEGO WODOREM W INSTALACJI KRAKINGU KATALITYCZNEGO

mgr inż. Radosław Gospoś, IV 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 korozji wodorową takich jak parametry procesowe, wpływ strumieni surowcowych oraz dodatków antykorozyjnych.

W IV roku pracy doktorskiej po wdrożeniu monitoringu korozji w trybie online, Doktorant dokonał analizy zmian szybkości korozji równomiernej i nawodorowania oraz wpływu poszczególnych czynników w okresie obejmującym 1 rok od momentu uruchomienia monitoringu korozji na instalacji Kraking Katalityczny II. Analiza została wykonana na podstawie danych wygenerowanych z systemu monitoringu dualnych sensorów w okresie od lipca 2021 do lipca 2022. Z analizy wynika, że szybkość korozji równomiernej na instalacji Kraking Katalityczny jest na poziomie niskim i akceptowalnym. Dodatkowo, chwilowa szybkość korozji mierzona w trybie online za pomocą monitoringu dualnych sensorów korozji koresponduje z wartościami z kuponów grawimetrycznych, co jest potwierdzeniem prawidłowego działania monitoringu korozji dualnych sensorów korozji. W analizowanym okresie można zaobserwować okresowe przekroczenia szybkości korozji równomiernej wynikającej ze zmiany reżimów pracy instalacji, parametrów procesowych, obciążenia instalacji oraz strumieni wsadowych lub ich proporcji. W większości punktów pomiarowych w ciągu ostatniego roku czasu można zauważyć malejący trend szybkości korozji, co świadczy o uważnej kontroli i podejmowaniu odpowiednich regulacji w kierunku utrzymania szybkości korozji na akceptowalnym poziomie poniżej 0,15 mm/rok przez operatorów, technologów oraz inżynierów produkcyjnych instalacji Kraking Katalityczny 11. Nawodorowanie stali w poszczególnych punktach instalacji Kraking Katalityczny 11 jest na bardzo niskim poziomie. Z przeprowadzonej analizy można zaobserwować okresowy wzrost intensywności nawodorowania wynikający ze zmiany reżimów pracy instalacji, parametrów procesowych, strumieni wsadowych lub ich proporcji oraz chwilowych zaburzeń procesowych takich jak np. awaryjne wyłączenia pomp, wyłączenie aparatów do remontu itp.

Ponadto, Doktorant zainicjował i koordynował test mający na celu zredukowanie ilości inhibitora korozji w oparciu o dane w czasie rzeczywistym, dzięki czemu udało się zmniejszyć ilość inhibitora o ok. 10-15% do dwóch sekcji instalacji Kraking Katalityczny. Test przyniósł wymierną korzyść materialną z tytułu zmniejszenia środka antykorozyjnego bez zwiększenia zagrożenia korozyjnego.

ZAPROJEKTOWANIE ORAZ URUCHOMIENIE NA PLATFORMIE WYDOBYWCZEJ BALTIC BETA KOMPLEKSOWEGO SYSTEMU ZABEZPIECZAJĄCEGO CAŁOŚĆ KONSTRUKCJI NÓG PRZED KOROZJĄ

mgr inż. Piotr Igliński, IV rok

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

Opiekun ze strony przemysłu: dr inż. Piotr Kamiński

Podczas czwartego roku studiów doktoranckich wykonano prace laboratoryjne mające na celu ocenę w jakim stopniu chroni konstrukcje nóg platformy ochrona katodowa realizowana w sposób częściowy. Badania polegały na ekspozycji kuponów stalowych o wymiarach 5x10 cm dla różnych poziomów polaryzacji katodowej (przygotowano pięć zestawów kuponów), odpowiadające warunkom ochrony kilku rejonów platformy Baltic Beta.

Ponadto w maju br. wykonano na platformie montaż drugiego zestawu pomiarowego pozwalającego określić szybkość korozji stali węglowej w środowisku wody morskiej na głębokości od -10 do -70 m. Układ pomiarowy składa się z par kuponów korozyjnych zamontowanych na przewodzie elektrycznym co około 10 m głębokości. W każdej parze kuponów jeden z nich jest połączony elektrycznie z konstrukcją platformy, natomiast drugi jest od niej odizolowany.

Takie rozwiązanie pozwoli wyznaczyć szybkość korozji konstrukcji nóg chronionych za pomocą anod galwanicznych (kupony zwarte z konstrukcją platformy), a także dla celów porównawczych stali węglowej niechronionej (kupony odizolowane) w środowisku wody Morza Bałtyckiego w miejscu lokalizacji platformy.

Zebrane dane posłużyły do sporządzenia analiz i mapy faktycznej szybkości korozji konstrukcji nóg platformy w rejonie jej posadowienia na poszczególnych głębokościach.

Kontynuowano monitorowanie skuteczności oraz analizę stanu pracującej instalacji ochrony katodowej całości podwodnej części konstrukcji nóg. Wyniki inspekcji oraz badań laboratoryjnych wskazują na skuteczność prowadzonych działań w celu zapewnienia całkowitej ochrony antykorozyjnej podwodnej części konstrukcji nóg.

Zebrane dotychczasowe doświadczenie, badania, informacje oraz wiedza w zakresie eksploatacji konstrukcji na morzu pomogły w przygotowaniu publikacji:

- „Biofouling on an offshore rig in the Baltic Sea”, Jarosław Kur, Piotr Igliński, Grzegorz Galant, Monika Mioduchowska, „Polish Hyperbaric Research”- 2021, Vol. 75, Issue 2, doi: 10.2478/phr-2021-0010.
- “Actual field corrosion rate of offshore structures in the Baltic Sea along depth profile from water surface to sea bed”. Juliusz Orlikowski, Michał Szociński, Krzysztof Żakowski, Piotr Igliński, Kinga Domańska, Kazimierz Darowicki – w recenzji (czasopismo Ocean Engineering).

WYKONANIE MAPY AGRESYWNOSCI ŚRODOWISKA W O/ZWR POD KĄTEM ZASTOSOWANIA STALI NIERDZEWNYCH

mgr inż. Sławomir Kierepa, IV rok

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

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

Celem badań jest określenie agresywności korozyjnej a następnie dobór optymalnej stali nierdzewnej dla poszczególnych miejsc procesu technologicznego Oddziału Zakłady Wzbogacania Rud. Przeprowadzono badania elektrochemiczne wycofanych z ekspozycji kuponów korozyjnych, W większości przypadków potwierdzono zachowanie stali podczas badań z wynikami ekspozycji w warunkach rzeczywistych. Tym samym potwierdzono pierwsze spostrzeżenia dotyczące zachodzenia procesów korozyjnych w O/ZWR. Równie narażone na procesy korozyjne są materiały eksponowane w permanentnym zanurzeniu w mediach technologicznych, w strefach rozbryzgowych wody przemysłowej jak i pracujące w atmosferze zakładów. Poziom stężenie jonów chlorkowych w środowisku skutkuje odkładaniem się higroskopijnej soli na powierzchni stali i prowadzi do korozji ogólnej stali konstrukcyjnych zwykłej jakości oraz korozji lokalnej stali nierdzewnych, w przypadku złego doboru dla obszaru, w którym ma pracować [1].

Wykonano badania ciągu wody technologicznej, która jest nośnikiem rozdrobnionej rudy. Wskazują one na ciągle zwiększanie się w niej zawartości chlorków wpływających na szybkość korozji urządzeń pracujących w O/ZWR.

Kontynuowano badania nad wpływem czynników erozyjnych na odporność korozyjną stali nierdzewnych, Są one czynnikiem decydującym o odporności korozyjnej badanych stali. (obok wysokiego poziomu jonów chlorkowych. Stwierdzono, że silne oddziaływanie erozyjne zarówno mielonej skały jak i koncentratu powstającego po procesie flotacji wpływa na obniżenie odporności korozyjnej badanych materiałów konstrukcyjnych. Miernikiem odporności stali nierdzewnej w czasie działania czynników erozyjnych jest elektrochemiczna spektroskopia impedancyjna oraz pomiar potencjału korozyjnego próbki [2].

Rozpoczęto prace nad scaleniem wyników badań w postaci mapy agresywności środowiska w O/ZWR pod kątem zastosowania stali nierdzewnych. Badania będące wynikiem ekspozycji kuponów korozyjnych w warunkach rzeczywistych są korelowane z wynikami przyspieszonych badań elektrochemicznych [3].

W zakresie wprowadzenia elementów kontroli in situ stanu instalacji wykonanych ze stali nierdzewnych zakończono budowę analizatora do monitorowania stali nierdzewnych pracujących w rzeczywistych warunkach. Po wykonaniu pierwszej wersji oprogramowania jest ono optymalizowane. Ponadto trwają prace nad kalibracją czujników użytych w analizatorze w warunkach laboratoryjnych i rzeczywistej pracy w KGHM Polska Miedź S.A. .

Literatura:

- [1] S. Kierepa, S. Krakowiak, *Analiza zachowania wybranych stali nierdzewnych w mediach używanych przy wzbogacaniu rud miedzi w Zakładach Wzbogacania Rud, należących do KGHM Polska Miedź S.A., XIV Konferencja Naukowo-Techniczna Polskiego Stowarzyszenia Korozyjnego, Ostróda 2022*
- [2] S. Krakowiak, S. Kierepa, *Archives of Metallurgy and Materials* **64**, 1627, 2019.
- [3] S. Kierepa, S. Krakowiak, *Badania nad zachowaniem stali nierdzewnych w zakładach przeróbczych rud miedzi należących do KGHM Polska Miedź S.A., XIII Forum Stali Nierdzewnych, Katowice 2021.*

BEZOBSŁUGOWY SYSTEM MONITOROWANIA KOROZJI W WODNYCH INSTALACJACH TECHNICZNYCH

mgr inż. Robert Mazur, IV rok

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

Opiekun ze strony przemysłu: dr inż. Paweł Stefanek

W IV roku doktoratu wdrożeniowego wyznaczyłem szybkości korozji dla kuponów korozyjnych wykonanych ze stali konstrukcyjnej niestopowej typu S235JR po ponad rocznej ekspozycji w wodzie przemysłowej, odpadach poflotacyjnych i powietrzu. Kupon y wycięto z blachy w kształcie prostokątów, oczyszczono papierem ściernym o gradacji 120 oraz odtłuszczono acetonem. Następnie wykonano pomiary masy kuponów. Po ekspozycji wykonano dokumentację fotograficzną powierzchni kuponów, następnie usunięto produkty korozji w roztworze kwasu solnego z dodatkiem kwaśnego trawienia (Radiner). Finalnie dokonano pomiaru masy kuponów uwzględniające ubytek korozyjny w wyniku ekspozycji.

Wykonałem badania wody nadosadowej powstałej w wyniku sedymentacji odpadów poflotacyjnych oraz wody przemysłowej (technologicznej). Badania przeprowadzałem co miesiąc, począwszy od grudnia 2021 r. do sierpnia 2022 r. Badania te będą kontynuowane do listopada 2022 r. tak aby uzyskać wyniki z 12 miesięcy. Określiłem wartości pH, przewodności elektrycznej, temperatury, chlorków, siarczanów, wapnia i miedzi. Stwierdzono duże rozbieżności w wynikach oraz dalszy wzrost stężenia chlorków.

Ponadto przeprowadziłem badania lepkości dynamicznej z zastosowanie reometru rotacyjnego wody technologicznej pobranej z akwenu wodnego Obiektu Unieszkodliwiania Odpadów Wydobywczych Żelazny Most. Badania przeprowadzono na potrzeby doboru czujników korozji.

Opublikowałem w czasopiśmie Archives of Civil Engineering (lista MEiN – 100 punktów), artykuł pn. „Corrosion monitoring as a factor increasing the safety of hydrotechnical infrastructure” – 2022, Vol. 68, No 2 pp. 197 – 209. Autorzy: Robert Mazur, Paweł Stefanek, Juliusz Orlikowski.

W części praktycznej doktoratu opracowałem zakres rzeczowy zadania pn. „Zabudowa czujników korozji oraz czujników do pomiaru parametrów wody w rurociągach wody przemysłowej (technologicznej) na potrzeby określenia agresywności korozyjnej wody” oraz schemat ich zabudowy na rurociągach wodnych w Pompowni Kalinówka i Pompowni Tarnówek. Następnie zgodnie z polityką badawczą – rozwojową KGHM Polska Miedź S.A. przeprowadziłem postępowanie na wybór Wykonawcy ww. zadania. W dniu 29.04.2022 r. zawarto umowę nr KGHM-ZH-U-0064-2022 z Wykonawcą na realizację przedmiotowego zadania. Termin zakończenia realizacji przedmiotu umowy do 33 tygodni od daty zawarcia umowy. Po zawarciu umowy przeprowadziłem jeszcze jedną wizję lokalną podczas której ostatecznie potwierdzono lokalizację i sposób zabudowy czujników korozji, czujników do pomiarów parametrów wody, miejsca zasilania wraz z przebiegiem tras kablowych. Obecnie oczekuję na dostawę urządzeń głównych tj. czujników korozji i układów poboru próbek wraz z wyposażeniem.

WYKORZYSTANIE ALGORYTMÓW OPTYMALIZACYJNYCH W ESTYMACJI AGRESYWNOŚCI KOROZYJNEJ ROPY NAFTOWEJ

mgr inż. Tomasz Olczak, IV rok

Opiekun naukowy: dr hab. inż. Artur Zieliński, prof. nadzw. PG

Opiekun ze strony przemysłu: dr inż. Arkadiusz Majoch

Celem pracy doktorskiej było przeprowadzenie badań korelacji właściwości określonych typów rop, parametrów procesów destylacji ropy naftowej, stosowanej chemii antykorozyjnej w odniesieniu do szybkości korozji materiałów konstrukcyjnych. Opracowanie z użyciem sieci neuronowych metody przewidywania korozji przy przerobie różnych gatunków ropy naftowej przyczyni się do podniesienia niezawodności pracy instalacji rafineryjnych oraz podniesienia marżowości zakładu.

Praca podzielona została na trzy etapy. W pierwszym przeprowadzono studium literaturowe w zakresie mechanizmów powstawania korozji oraz ich skutków. Opisano również charakterystykę rop naftowych i czynniki determinujące jej jakość. W drugim etapie dokonano badań analitycznych wytypowanych rop naftowych oraz utworzono dedykowany monitoring parametrów, który stał się bazą wsadową danych do trzeciego etapu pracy. W trzecim etapie przeprowadzono zasadnicze badanie algorytmów optymalizacyjnych z użyciem sieci neuronowych.

Przeprowadzone badania pozwoliły na określenie parametrów wejściowych do użytej sieci neuronowej i jej wykorzystanie do opracowania algorytmów optymalizacyjnych w estymacji agresywności korozyjnej ropy naftowej. Opracowane algorytmy pozwolą jeszcze przed fizycznym wprowadzeniem nowego gatunku ropy naftowej do instalacji na określenie agresywności korozyjnej danej ropy naftowej i dobranie takich parametrów aby minimalizować skutki korozji.

.

**STRESZCZENIA KOMUNIKATÓW
UCZESTNIKÓW STUDIÓW DOKTORANCKICH
NA WYDZIALE CHEMII
UNIwersytetu Gdańskiego**

BADANIE PROCESU INFЕКCJI WIRUSEM SARS-COV-2 PRZY POMOCY POLA SIŁOWEGO UNRES

mgr Iga Biskupek IV rok
Promotor: dr hab. Artur Giełdoń, prof. UG

Wirus SARS-CoV-2 po raz pierwszy pojawił się w grudniu 2019 w Wuhan, w Chinach. Patogen został zidentyfikowany w styczniu 2020 roku i powszechnie znany jest jako COVID-19. W obliczu zagrożenia pandemią naukowcy połączyli siły, aby znaleźć skuteczne metody leczenia i zapobiegania rozprzestrzenianiu się nowej choroby [1,2]. Kwestią kluczową w powstrzymaniu wirusa stało się poznanie zasady na jakiej atakuje organizm żywiciela, czyli procesu infekcji.

Mechanizm infekcji wirusem SARS-CoV-2 odbywa się za pośrednictwem enzymu konwertującego angiotensynę 2 (ACE2). Wysokie stężenie w układzie krążenia i oddechowym sprawia, że receptor ACE2 jest dość podatny na infekcję [3,4]. Wirus SARS-CoV-2 wykorzystuje tę podatność i w procesie infekcji przyłącza się tzw. receptorem kolca (Spike Receptor) występującym w strukturze wirusa do receptora ACE2. Odpowiednie dopasowanie tych dwóch struktur oraz wysoka homologia budowy receptora ACE2 w królestwie zwierząt sprawia, że wirus z dużą łatwością może przenosić się nie tylko pośród przedstawicieli tego samego gatunku, ale także pomiędzy różnymi gatunkami [5].

Od 2021 roku pod kierownictwem dr hab. Artura Giełdońa przy pomocy modelowania molekularnego przeprowadzam symulację różnych wariantów procesu infekcji wirusem SARS-CoV-2 w polu siłowym UNRES [6,7]. Pole siłowe UNRES wykorzystuje zredukowany model łańcucha polipeptydowego dla symulacji struktury i dynamiki białek. Każdy aminokwas reprezentują dwa centra oddziaływań: grupa peptydową i łańcuch boczny. W swoich symulacjach wykorzystuje modele tworzone na podstawie danych literaturowych, zmodyfikowanych w zależności od celu symulacji. W swoim wystąpieniu chciałabym omówić sposób, w jaki przebiega infekcja wirusem SARS-CoV-2 u człowieka, przedstawić opublikowane już wyniki oraz podzielić się planami na kontynuację prowadzonych przeze mnie badań.

Literatura:

- [1] F. He, Y. Deng, W. Li, *J Med Virol.* 92, 719, 2020.
- [2] M. Scimeca, N. Urbano, R. Bonfiglio, M. Montanaro, E. Bonanno, O. Schillaci, A. Mauriello, *IJMS* 21, 6960, 2020.
- [3] P. Zhou, X.-L. Yang, X.-G. Wang, B. Hu, L. Zhang, W. Zhang, H.-R. Si, Y. Zhu, B. Li, C.-L. Huang, H.-D. Chen, J. Chen, Y. Lou, H. Guo, R.-D. Jiang, M.-Q. Liu, Y. Chen, X.-R. Shen, X. Wang, X.-S. Zheng, K. Zhao, Q.-J. Chen, F. Deng, L.-L. Liu, B. Yan, F.-X. Zhan, Y.-Y. Wang, G.-F. Xiao, Z.-L. Shi, *Nature* 579, 270, 2020.
- [4] X.-Y. Ge, J.-L. Li, X.-L. Yang, A. A. Chmura, G. Zhu, J. H. Epstein, J. K. Mazet, B. Hu, W. Zhang, C. Peng, Y.-J. Zhang, C.-M. Luo, B. Tan, N. Wang, Y. Zhu, G. Crameri, S.-Y. Zhang, L.-F. Wang, P. Daszak, Z.-L. Shi, *Nature* 503, 535, 2013.
- [5] D. Duong, *CMAJ* 193, E1059, 2021.
- [6] I. Biskupek, A. Sieradzan, C. Czaplewski, A. Liwo, A. Lesner, A. Giełdoń, *Molecules* 27, 2080, 2022.
- [7] C. Czaplewski, S. Kalinowski, A. Liwo, H.A. Scheraga, *J. Chem. Theory Comput.* 5, 627, 2009.

SYNTHESIS, CHARACTERIZATION, AND APPLICATION OF ZnIn_2S_4 - BASED PHOTOCATALYST FOR PHOTOCATALYTIC HYDROGEN EVOLUTION UNDER THE VISIBLE LIGHT SPECTRUM

mgr inż. Onur Cavdar, IV rok

Promotor: prof. dr hab. inż. Adriana Zaleska-Medynska

Promotor pomocniczy: dr inż. Anna Malankowska

One of the biggest limitations in photocatalytic hydrogen evolution (PHE) is wide energy band gap of semiconductors that limits the implementation of photocatalysis under solar spectrum. Herein, a metal sulfide-based n-type semiconductor photocatalyst, ZnIn_2S_4 (ZIS) [1], has been attracted considerable attention for visible light induced PHE applications not only due to its suitable band gap but also to long stability, and relatively easy synthesis methods. To overcome recombination of photogenerated charge carriers in ZIS, we reported ZIS microspheres/ CuInS_2 (CIS) quantum dots (QDs) photocatalytic system [2] where p-type CIS QDs [3] creates a synergetic effect and enhanced the overall PHE performance of the photocatalytic system owing to its large absorption coefficient.

Moreover, in the same type of ZIS/CIS photocatalytic system, we investigated the controlled CIS QDs aggregation initiated by mercaptocarboxylic acid capping ligand over ZIS microsphere surface by simply adjusting the pH of the aqueous decoration media. Despite the same amount of CIS decoration and in-situ Pt deposition in all prepared ZIS/CIS photocatalytic systems, different morphologies in ZIS/CIS photocatalytic systems led to significantly different PHE performances.

Lastly, the use of BiOCl microplates [4] as a template for the ZIS [5] growth creating BiOCl@ZIS composite was examined for visible light induced glycerol photoreforming for PHE.

In this presentation, abovementioned ZIS based photocatalytic systems will be discussed.

Literatura:

- [1] S. Shen, L. Zhao, Z. Zhou Guo, L. Guo, *J. Phys. Chem. C* **112**, 16148, 2008.
- [2] O. Cavdar, A. Malankowska, D. Amgar, P. Mazierski, J. Łuczak, W. Lisowski, A. Zaleska-Medynska, *Int. J. Hydrog.* **46**, 486, 2020.
- [3] Synthesis and Characterisation of CuInS_2 Quantum Dots, Doctoral Thesis by Matthew Booth, The University of Leeds School of Physics & Astronomy, 2014.
- [4] L. Zhang, W. Wang, S. Sun, D. Jiang, E. Gao, *Appl. Catal. B* **162**, 470, 2015.
- [5] B. Shao, J. Wang, Y. Zhang, X. Tan, W. Zhou, Y. Chen, T. Xe, T. Yu, *Catal Sci Technol* **11**, 1282, 2021.

*Praca finansowana ze środków NCN w ramach projektu SONATA 12, nr 2016/23/D/ST8/02682:
„Foto-Bio Produkcja wodoru przez hybrydy $[\text{NiFe}]$ hydrogenaza-MNPs/ SiO_2/MaSb pod wpływem
promieniowania widzialnego”
oraz*

*PRELUDIUM 16, nr 2018/31/N/ST5/00607: „Tlenohalogenki bizmutu wspomagane asymetrycznymi lub
multimerycznymi nanocząstkami zawierającymi siarczki srebra”*

MECHANIZMY DZIAŁANIA WYBRANYCH RADIOSENSYBILIZATORÓW USZKODZEŃ DNA. BADANIA METODAMI CHEMII KOMPUTEROWEJ

mgr inż. Karina Falkiewicz, IV rok

Promotor: prof. dr hab. Janusz Rak

Promotor pomocniczy: dr Lidia Chomicz-Mańska

Choroby nowotworowe są jedną z głównych przyczyn umieralności na świecie [1]. Poza leczeniem chirurgicznym i chemioterapią powszechnym sposobem walki z tym niebezpiecznym schorzeniem jest radioterapia. W jej trakcie pacjenci są narażeni na promieniowanie jonizujące, które powoduje poważne skutki uboczne [2]. Szczegółne wyzwanie dla radioterapii stanowi hipoksja komórek nowotworów litych, która jest odpowiedzialna za zwiększenie ich oporności na promieniowanie. Jedną z metod wspomagania tej metody terapeutycznej jest wykorzystanie tzw. radiosensybilizatorów, tj. substancji które uwrażliwiają komórki nowotworowe na działanie promieniowania jonizującego [3]. Do lepiej poznanych radiosensybilizatorów należą mimetyki tlenu z grupy nitroimidazoli oraz analogi tyminy. Zrozumienie mechanizmu ich działania wydaje się konieczne do opracowania nowych, lepiej działających radiouczulaczy.

W komunikacie zaprezentowane zostaną wyniki badań nad mechanizmami odpowiedzialnymi za radiosensybilizujące właściwości wybranych pochodnych urydyny oraz mimetyków tlenu z grupy nitroimidazoli. Prowadzone w ramach pracy doktorskiej badania, wykorzystujące metody chemii kwantowej oraz chemometryczne, obejmowały:

- Opisanie mechanizmu degradacji potencjalnych radiosensybilizatorów: amidosiarczanu 5-hydroksyuracylu (SU) oraz *N,N*-dimetyloamidosiarczanu 5-hydroksyuracylu (DMSU), indukowanej niskoenergetycznymi elektronami w skrzyżowanej wiązce elektronowo molekularnej przy użyciu metod ab initio i funkcjonału gęstości.
- Określenie czynników molekularnych odpowiedzialnych za podatność na hydrolizę wybranych jodopochodnych urydyny i 2'-deoksyurydyny - 6-jodouracydyny (6IUrd), 5-jodo- (5IdU) i 6-jodo-2'-deoksyurydyny (6IdU).
- Zidentyfikowanie, metodami kwantowochemicznymi i chemometrycznymi, mechanizmu wyjaśniającego radiosensybilizującą aktywność mimetyków tlenu z grupy nitroimidazoli.

Literatura:

- [1] G.R. Dagenais, D.P. Leong, S. Rangarajan et al, *Lancet* **395**, 785, 2020.
- [2] Basic Clinical Radiobiology (praca zbiorowa pod redakcją M. Joiner, A. van der Kogel), *Hodder Arnold*, London, 2009.
- [3] H. Wang, X. Mu, H. He et al, *Trends. Pharmacol. Sci.* **39**, 24, 2018.

*Praca finansowana ze środków NCBR w ramach projektu POWER nr WND-POWR.03.02.00-00-I059/16:
„Międzywydziałowe interdyscyplinarne studia doktoranckie Chemia z Fizyką
realizowane w Uniwersytecie Gdańskim”.*

**PROJEKTOWANIE *IN SILICO* FUNKCJONALIZOWANYCH
WODORKÓW BH_3 , AlH_3 I GaH_3 ORAZ TLENKÓW METALI
PRZEJŚCIOWYCH (FeO , CoO , NiO) I METALI ZIEM
ALKALICZNYCH (BeO , MgO , CaO)**

mgr Dawid Faron, IV rok

Promotor: prof. dr hab. Iwona Anusiewicz

Funkcjonalizacja cząsteczek chemicznych polega na wprowadzeniu do ich struktury określonych atomów lub grup funkcyjnych, które umożliwiają zmianę ich właściwości fizykochemicznych. Celem naukowym rozprawy doktorskiej jest zaprojektowanie i zbadanie właściwości fizykochemicznych nowych, funkcjonalnych wodoroków (BH_3 , AlH_3 i GaH_3) oraz tlenków metali (przejściowych: FeO , CoO , NiO i ziem alkalicznych: BeO , MgO , CaO). Funkcjonalizacja (głównie metalami alkalicznymi) wymienionych wodoroków i tlenków będzie przede wszystkim skutkować wzrostem właściwości redukujących oraz zmianą właściwości kwasowo-zasadowych sfunkcjonalizowanych związków w stosunku do niezmodyfikowanych układów. Dodatkowym celem pracy jest analiza wiązania/oddziaływania tworzącego się pomiędzy związkiem funkcjonalizowanym a dodatkowym atomem wprowadzanym do struktury tego związku. Analizowanymi związkami w tym przypadku są wodoroki BH_3 , AlH_3 i GaH_3 modyfikowane atomami magnezu i wapnia.

Zmiana właściwości fizykochemicznych badanych związków poprzez ich funkcjonalizację umożliwia nadawanie im specjalnych zastosowań, m.in. w katalizie chemicznej (właściwości kwasowo-zasadowe) czy też elektrochemii (zdolności redukujące).

POLON-210 I OŁÓW-210 W OWOCACH MORZA I PRZETWORZONYCH PRODUKTACH RYBNYCH

mgr Marcin Kaczor, IV rok
Promotor: dr hab. Alicja Boryło, prof. UG

Ryby są jednym z najczęściej spożywanych pokarmów na świecie. Szacuje się, że przeciętny Europejczyk spożywa do 27 kg ryb rocznie. Są one bogate w łatwo przyswajalne białko oraz witaminy, minerały i wielonienasycone kwasy omega-3. Wszystkie te substancje wpływają pozytywnie na organizm, regulują cholesterol, wspomagają układ nerwowy, krążenia i serce. Działają korzystnie na skórę, kości, paznokcie i włosy. Powszechnie mówi się, że najlepiej jeść ryby w postaci świeżej, a gdy nie mamy takiej możliwości, wówczas w postaci mrożonej. Powstaje zatem pytanie czy równie zdrowe są szeroko oferowane przez sklepy konserwy rybne? Czy są równie zdrowe jak ryby w naturalnej postaci? W związku z powyższym w niniejszym badaniu oznaczono stężenia naturalnych izotopów ^{210}Po i ^{210}Pb w wybranych konserwach rybnych i owocach morza oraz porównano uzyskane wyniki ze stężeniem tych nuklidów w świeżych rybach. Otrzymane na drodze radiochemicznej analizy wyniki oznaczenia stężenia polonu-210 i ołowiu-210 były zróżnicowane. Największe stężenie radionuklidów ^{210}Po i ^{210}Pb zmierzono w próbkach konserw z tuńczyka. Otrzymane wyniki badań wskazują, że stężenie ^{210}Po w rybach morskich jest zdecydowanie większe niż w dostępnych konserwach rybnych oraz rybach słodkowodnych. Stężenia analizowanych radionuklidów były jednak stosunkowo wysokie w przetworzonych konserwach rybnych, pomimo istotnego wpływu obróbki termicznej na stężenie tego radionuklidu [1, 2, 3] niż w świeżych rybach słodkowodnych [4].

Literatura:

- [1] M. Feroz Khan, S. Godwin Wesley, *Marine Pollution Bulletin* 107, 379, 2016.
- [2] B. Skwarzec, *Journal of Environmental Radioactivity* 8, 111, 1988.
- [3] S. Uddin, M. Behbehani, S.W. Fowler, A. Al-Ghadban, S. Dupont, *Journal of Environmental Radioactivity* 205, 1, 2019.
- [4] M. Štok, B. Smodiš, *Chemosphere* 82, 970, 2011.

*Praca finansowana ze środków NCBR w ramach projektu POWER nr WND-POWR.03.02.00-00-I059/16:
„Międzywydziałowe interdyscyplinarne studia doktoranckie Chemia z Fizyką
realizowane w Uniwersytecie Gdańskim”*

NOWE CHIRALNE HOMOGENICZNE I HETEROGENICZNE KATALIZATORY OPARTE NA KOMPLEKSACH WANADU I MOLIBDENU

mgr Marta Karman, IV rok
Promotor: dr hab. Grzegorz Romanowski

W swojej rozprawie doktorskiej zrealizowałam badania polegające na otrzymaniu oraz zbadaniu nowych chiralnych homogenicznych katalizatorów tj. trój- i czterokoordynacyjnych kompleksów wanadu(V) i molibdenu(VI) z zasadami Schiffa oraz aminocukrowych zasad Schiffa. Wybrane katalizatory zostały poddane heterogenizacji, która polegała na enkapsulacji w nanownęgach zeolitu Y. Uzyskane związki zostały poddane szczegółowej charakteryzacji, tj. homogeniczne katalizatory m.in. badaniom strukturalnym i spektroskopowym, a dla ich heterogenicznych odpowiedników wykonano analizę termogravimetryczną, pomiary za pomocą dyfrakcji proszkowej, wyznaczenie powierzchni właściwej i wielkości porów metodą BET oraz zdjęcia powierzchni przy użyciu TEM. Otrzymane katalizatory zostały również zbadane pod kątem ich aktywności katalitycznej w reakcjach sulfoksydacji tioanizolu oraz epoksydacji wybranych alkenów i monoterenów.

Badania nad homogenicznymi katalizatorami oraz ich heterogenizacja ma na celu porównanie aktywności katalitycznej poprzez połączenie pozytywnych aspektów homogenicznych katalizatorów (wysokiej aktywności, enancjoselektywności oraz dobrej odtwarzalności) z tymi związanymi z heterogenicznymi katalizatorami (łatwość oddzielenia po reakcji, stabilność oraz możliwość ponownego użycia). W trakcie swoich badań zsyntezowałam i zbadalam własności katalityczne różnych homogenicznych katalizatorów, a następnie dokonałam heterogenizacji wybraną metodą w celu uzyskania heterogenicznych katalizatorów, które wykazywałyby aktywność i selektywność porównywalną lub lepszą od ich homogenicznych odpowiedników, a także były łatwe do odzyskania z mieszaniny reakcyjnej oraz zachowywałyby właściwości katalityczne po wielokrotnym użyciu.

Katalityczna synteza asymetryczna prowadzi do otrzymania optycznie czynnych sulfotlenków i epoksydów, które są ważnymi substratami w syntezie asymetrycznej oraz w produkcji optycznie czynnych farmaceutyków [1-3]. Aktywność katalityczna otrzymanych katalizatorów została potwierdzona w reakcjach asymetrycznego utleniania prochiralnych siarczków do optycznie czynnych sulfotlenków [4] oraz podczas katalitycznego utleniania różnych organicznych alkenów w celu otrzymania ich epoksydów [5].

Literatura:

- [1] H. Pellissier, *Tetrahedron* **62**, 5559, 2006.
- [2] M.T. Robak, M.A. Herbage, J A. Ellman, *Chem. Rev.* **110**, 3600, 2010.
- [3] R. Bentley, *Chem. Soc. Rev.* **34**, 609, 2005.
- [4] K.P. Bryliakov, *Chem. Rev.* **117**, 11406, 2017.
- [5] J. Han, V.A. Soloshonok, K.D. Klika, J. Drabowicz, A. Wzorek, *Chem. Soc. Rev.* **47**, 1307, 2018.

*Praca finansowana ze środków NCBR w ramach projektu POWER nr WND-POWR.03.02.00-00-I059/16:
„Międzywydziałowe interdyscyplinarne studia doktoranckie Chemia z Fizyką
realizowane w Uniwersytecie Gdańskim”*

BADANIA STRUKTURALNE POLISACHARYDÓW WYODRĘBNIONYCH ZE ŚCIAN KOMÓRKOWYCH WYBRANYCH SZCZEPÓW BAKTERII Z RODZAJÓW DICEYA ORAZ PECTOBACTERIUM.

mgr Agnieszka Kowalczyk, IV rok
Promotor: dr hab. Zbigniew Kaczyński, prof. UG

Na przestrzeni ostatnich kilkunastu lat w Polsce i wielu innych krajach na świecie odnotowano wysokie straty ekonomiczne na plantacjach roślin uprawnych powodowane przez bakterie patogenne. Szczególnie znaczące straty gospodarcze obserwowano w sektorze produkcji ziemniaków.

Bakterie z rodzajów *Pectobacterium* i *Dickeya* to pektynolityczne patogeny wywołujące choroby czarnej nogi i miękkiej zgnilizny ziemniaków i innych roślin uprawnych oraz warzyw. Te fitopatogeny są zdolne do penetracji tkanki gospodarza dzięki wydajnej produkcji enzymów degradujących ścianę komórkową roślin (PCWDE) o właściwościach pektynolitycznych, celulolitycznych, proteolitycznych i lipolitycznych. Wśród czynników wirulencji tych mikroorganizmów również istotny jest lipopolisacharyd (LPS), będący zewnętrznym elementem ściany komórkowej bakterii Gram(-). LPS bierze udział w adhezji bakterii do tkanki roślinnej i odpowiada za współdziałanie z mechanizmami obronnymi gospodarza.

Celem moich badań było wyjaśnienie budowy chemicznej najbardziej zmiennej części LPS, tj. polisacharydu O-specyficznego (OPS). LPS wyizolowano z suchej masy bakteryjnej za pomocą ekstrakcji fenolowo-wodnej, a następnie oczyszczono przez trawienie enzymatyczne i dializę. Otrzymany LPS poddano hydrolizie w celu oddzielenia lipidu A od części cukrowej. Lipid A odwirowano, a część cukrową oczyszczono za pomocą chromatografii wykluczania (SEC). Na podstawie wykonanych analiz chemicznych oraz przy pomocy spektroskopii NMR ustalono struktury chemiczne OPS-ów bakterii: *Dickeya aquatica* IFB 0154 [1], *Dickeya aquatica* IFB 0694, *Pectobacterium aquaticum* IFB 5637 [2], *Pectobacterium aquaticum* IFB 5643, *Pectobacterium versatile* IFB 5636.

Znajomość struktury OPS-u może przyczynić się do poznania mechanizmów oddziaływań roślina-bakteria, co może zostać wykorzystane przy zapobieganiu infekcji bakteryjnych, a przez to do ograniczenia strat ekonomicznych na plantacjach ziemniaków i innych roślin uprawnych.

Literatura:

- [1] A. Kowalczyk, N. Szpakowska, W. Sledz, A. Motyka-Pomagruk, K. Ossowska, E. Lojkowska, Z. Kaczyński, *Carbohydr. Res.* **497**, 108135, 2020.
- [2] W. Babinska, A. Motyka-Pomagruk, W. Sledz, A. Kowalczyk, Z. Kaczynski, E. Lojkowska, *Int. J. Environ. Res. Public Health.* **18**, 5041, 2021.

BADANIE ODDZIAŁYWAŃ WYBRANYCH ZWIĄZKÓW OBDARZONYCH ŁADUNKIEM Z BIAŁKAMI

mgr Dorota Kowalska, IV rok

Promotor: dr hab. inż. Anna Białk-Bielińska, prof. UG

Promotor pomocniczy: dr Joanna Dołżonek

Akumulacja związków chemicznych w faunie i florze ma kluczowe znaczenie w ocenie zagrożeń i ryzyka środowiskowego. Z tego powodu ocena bioakumulacji jest elementem międzynarodowych starań mających na celu identyfikację i kontrolę chemikaliów mających wpływ na środowisko. Testy bioakumulacji przeprowadzane z wykorzystaniem żywych organizmów tj. metod *in vivo* najlepiej odzwierciedlają warunki środowiskowe w skali laboratoryjnej, lecz posiadają one szereg wad, takich jak wysokie koszty, czasochłonność oraz konieczność wykorzystania wielu organizmów podczas oceny jednej substancji chemicznej. Z tego powodu bardziej zalecana jest ocena biokoncentracji za pomocą eksperymentów laboratoryjnych bez udziału żywych organizmów tj. za pomocą metod *in vitro*. Zasadniczo uważano, iż podział do lipidów leży u podstaw procesu bioakumulacji związków organicznych. Jednak w przypadku związków obdarzonych ładunkiem równie ważna jest wiedza na temat ich powinowactwa do białek, które mogą stanowić dla nich istotną fazę sorpcyjną. Do tej pory wykazano, że niektóre substancje chemiczne (np. PFAS) odbiegają od klasycznego zachowania w zakresie bioakumulacji a ich potencjał akumulacyjny w organizmach wynika głównie z wiązania z białkami.

Wobec tego głównym celem niniejszej rozprawy doktorskiej była ocena i zrozumienie oddziaływania wybranych związków obdarzonych ładunkiem z białkami krwi z wykorzystaniem metod *in vitro*. Jako grupę reprezentatywną wybrano ciecze jonowe, dla których to pomimo istnienia coraz większej ilości dowodów na ich toksyczność i wysoką odporność na biodegradację, dane związane z potencjałem do akumulacji w organizmach żywych są nadal ograniczone. Ponadto z uwagi na fakt, iż w przypadku podziału do biomolekuł, zachowanie związków w formie zdysocjowanej jest różne od tego w formie niezdisocjowanej, drugą grupę związków wybranych do badań stanowiły metabolity leków, które to w przeciwieństwie do związków permanentnie obdarzonych ładunkiem (ciecze jonowe) zyskują go na skutek dysocjacji lub oddania protonu. Dodatkowo, mając na uwadze, iż sorpcja do białek mięśniowych i białek krwi, może się znacznie różnić, kolejnym celem badawczym była ocena interakcji związków obdarzonych ładunkiem z białkiem strukturalnym (kolagenem). Wartości stałych wiązania z białkami zostały wyznaczone za pomocą zestawów testowych TRANSIL[®], w których to białko zostało unieruchomione na nośniku stałym oraz z wykorzystaniem dializy równowagowej.

Praca finansowana ze środków NCN w ramach projektu BEETHOVEN nr : NCN/2016/23/6/ST5/04245:

*„Ocena potencjału biokoncentracji organicznych związków jonowych i jonogennych metodami
in vitro, in vivo oraz in silico”.*

FUNKCJONALIZACJA CHITOZANU AKTYWNYMI BIOLOGICZNIE PEPTYDAMI – UZYSKANIE MATERIAŁU KOMPOZYTOWEGO DO ODBUDOWY KOŚCI

mgr inż. Agnieszka Kubiś, IV rok

Promotor: prof. dr hab. Sylwia Rodziewicz-Motowidło

Promotor pomocniczy: dr Natalia Karska

Tkanka kostna podlega ciąglej przebudowie dzięki skoordynowanemu działaniu komórek kostnych, które obejmuje proces resorpcji, tworzenia i przebudowy. Proces ten jest kontrolowany przez czynniki lokalne (np. czynniki wzrostu i cytokiny) i ogólnoustrojowe (np. kalcytonina i estrogeny), które łącznie przyczyniają się do homeostazy kości. Jednak w przypadku złamań patologicznych lub dużych ubytków, kość nie goi się i wymaga odbudowy. Niedostateczne ukrwienie, infekcje kości lub otaczających tkanek oraz choroby ogólnoustrojowe (np. osteoporoza, nowotwory, cukrzyca) utrudniają lub uniemożliwiają jej regenerację [1, 2]. Pomimo mnogości dostępnych biomateriałów do leczenia ubytków kości, tylko niewielka ich liczba znalazła zastosowanie kliniczne. Częstym problemem występującym przy stosowaniu biomateriałów jest powolna integracja oraz bardzo szybki wyrzut substancji aktywnej umieszczonej w implancie, przez co działają one krótkotrwale [3].

Głównym celem mojej pracy badawczej było opracowanie i wytworzenie materiału biologicznie czynnego (implantu) zastępującego ubytki kostne i działającego jako macierz komórkowa, jednocześnie wspomagając regenerację uszkodzonej tkanki. Skład materiału to chitosan / bioszkoło, zawierający pro-regeneracyjne peptydy. W ramach pracy badawczej zsyntezowałam i oczyściłam szereg peptydów będących fragmentami czynników wzrostu. Dodatkowo zaprojektowane peptydy posiadały fragment specyficzny dla enzymu metaloproteinazy VII, aby w warunkach fizjologicznych powoli mogły być uwalniane do środowiska w miejscu umieszczenia implantu. Peptydy proregeneracyjne zostały połączone z chitozanem kowalencyjnie przy użyciu łącznika - maleimidoaminokwasu. Otrzymany materiał został w pełni scharakteryzowany pod względem właściwości fizykochemicznych i aktywności biologicznej.

Literatura:

- [1] J. Litowczenko, M.J. Woźniak-Budych, K. Staszak, K. Wieszczycka, S. Jurga, B. Tylkowski, *Bioact. Mater* **6**, 8, 2021.
- [2] R. Florencio-Silva, G. R. da Silva Sasso, E. Sasso-Cerri, M. J. Simões, P. Sérgio Cerri, *BioMed Research International*, 2015.
- [3] T. Winkler, F.A. Sass, G.N. Duda, K. Schmidt-Bleek, *Bone Jt. Res* **7**, 3, 2018.

Praca finansowana ze środków NCBR w ramach projektu TECHMATSTRATEG2 nr TECHMATSTRATEG2/406384/7/NCBR/2019: „Wielofunkcyjny materiał kompozytowy o właściwościach przeciwdrobnoustrojowych i pro-regeneracyjnych do odbudowy tkanki kostnej”

MODYFIKOWANE NANOCZĄSTKI MAGNETYCZNE (Fe_3O_4) - SYNTEZA, CHARAKTERYSTYKA ORAZ WYKORZYSTANIE DO WIĄZANIA WYBRANYCH JONÓW METALI

mgr Amanda Kulpa-Koterwa, IV rok
Promotor: dr hab. Paweł Niedziałkowski

W ciągu ostatnich kilku dziesięcioleci obserwuje się wzrost zanieczyszczenia środowiska jonami metali ciężkich. Ich rosnąca koncentracja stanowi zagrożenie ze względu na możliwość migracji po szczeblach łańcucha troficznego, a w konsekwencji akumulacji w organizmie człowieka. Narażenie na podwyższone stężenie jonów metali ciężkich ma negatywny wpływ na zdrowie człowieka, ze względu na ich niską biodegradowalność, tendencję do bioakumulacji, działanie rakotwórcze i mutagenne. Dlatego ich recykling ze środowisk wodnych stał się bardzo ważnym obszarem wielu badań naukowych.

Alternatywę wobec konwencjonalnych technologii oczyszczania, stał się proces adsorpcji ze względu na jego szeroki potencjał, niskie koszty, prostotę użytkowania, wydajność procesu, selektywność, zdolność do regeneracji materiału i usuwania śladowych stężeń zanieczyszczeń. Wśród szerokiej gamy znanych adsorbentów jonów metali, popularność zyskały te w nanoskali ze względu na ich dużą powierzchnię właściwą, dużą mobilność w roztworze, reaktywność, dobrą zdolność adsorpcji, a w konsekwencji wydajność.

Szczególne zainteresowanie wzbudzają nanocząstki o właściwościach magnetycznych, zwłaszcza Fe_3O_4 , z powodu łatwej i szybkiej izolacji za pomocą zewnętrznego pola magnetycznego. Ponadto struktury typu rdzeń-powłoka $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2$ dają doskonałą podstawę do dalszej funkcjonalizacji, a tym samym możliwość uzyskania materiału o szerokiej stosowalności i/lub selektywności. Znanych jest wiele zmodyfikowanych struktur $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2$, jednak poszukiwania nowych i selektywnych kompozytów do usuwania jonów metali ciężkich są wciąż aktualne [1].

Głównym celem badań realizowanych w ramach pracy doktorskiej było zbadanie zdolności wiązania, wobec wybranych jonów metali ciężkich (Cd^{2+} , Pb^{2+} , Cu^{2+}), serii nanocząstek opartych na magnetycznym rdzeniu sfunkcjonalizowanych grupami zawierającymi atomy azotu: $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2\text{-EDTA}$ [2], $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2\text{-N}_1$, $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2\text{-N}_2$, $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2\text{-N}_3$ [5], $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2\text{-cyklen}$. W trakcie realizacji pracy doktorskiej przeprowadzono syntezę wskazanych nanokompozytów. Następnie otrzymane struktury scharakteryzowano z wykorzystaniem takich technik jak: SEM, TEM, XPS, XRD, FT-IR oraz pomiar potencjału zeta. Ich zdolność wiązania wyznaczono za pomocą techniki DPV z wykorzystaniem elektrody rtęciowej HDME metodą zatężania analitu w kropli. Wykonane badania pozwoliły na potwierdzenie struktury otrzymanych materiałów. Ponadto badania elektrochemiczne jednoznacznie wskazują na możliwość wykorzystania różnych nanostruktur jako selektywnych bądź uniwersalnych adsorbentów wybranych jonów metali ciężkich.

Literatura:

- [1] S. Patil, R. Tandon, N. Tandon, *Curr. Res. Green Sustain. Chem.* **4**, 100063, 2021.
- [2] A. Kulpa, J. Ryl, G. Skowierzak, A. Koterwa, G. Schroeder, T. Ossowski, P. Niedziałkowski, *Electroanalysis* **32**, 588, 2020.
- [3] A. Kulpa, J. Ryl, G. Schroeder, A. Koterwa, J. Sein Anand, T. Ossowski, P. Niedziałkowski, *J. Mol. Liq.* **314**, 113677, 2020.

BIOKONCENTRACJA ZWIĄZKÓW CHEMICZNYCH OBDARZONYCH ŁADUNKIEM – ANALITYKA, OCENA METODAMI IN VITRO ORAZ IN VIVO

mgr Jakub Maculewicz, IV rok

Promotor: dr hab. inż. prof. UG Anna Białk-Bielińska

Promotor pomocniczy: dr Joanna Dołżonek

Biokoncentracja zanieczyszczeń w tkankach organizmów wodnych jest zjawiskiem, które może mieć wiele negatywnych implikacji ekologicznych. Dotychczas nie wiadomo jednak, jak duże zagrożenie stanowią w tym kontekście związki jonowe i jonogenne. Badania z ostatnich lat potwierdzają jednak szeroką obecność w środowisku wodnym związków jonogennych, takich jak farmaceutyki i produkty ich transformacji. Kolejną grupą budzącą niepokój są ciecze jonowe, których zwiększona produkcja może zwiastować ich pojawienie się w środowisku. Jednak bardzo mało wiadomo o losie środowiskowym tych związków chemicznych, szczególnie w kontekście oddziaływania na organizmy poprzez toksyczność czy biokoncentrację.

Dlatego też głównym celem niniejszej pracy była ocena biokoncentracji związków jonowych i jonogennych za pomocą metod *in vitro* oraz *in vivo*.

W obrębie metod *in vitro* wyznaczone zostały trzy cele szczegółowe:

- określenie powinowactwa cieczy jonowych do lipidów tworzących błony komórkowe za pomocą testów TRANSIL
- wyznaczenie wpływu składu błony komórkowej na biokoncentrację cieczy jonowych za pomocą liposomów
- wstępne oszacowanie potencjału do biokoncentracji produktów transformacji farmaceutyków

Z kolei w przypadku badań *in vivo* wyznaczone zostały dwa kolejne cele szczegółowe:

- opracowanie metodyki analizy cieczy jonowych w tkankach małży z wykorzystaniem techniki LC-MS/MS
- ocena biokoncentracji wybranych cieczy jonowych w tkankach omułka bałtyckiego *Mytilus trossulus*

W badaniach z wykorzystaniem metod *in vitro* zaobserwowano, że kationy organiczne cieczy jonowych mogą wykazywać znaczne powinowactwo do błon biologicznych, a głównym czynnikiem wpływającym na potencjał biokoncentracji jest ich hydrofobowość. Z drugiej strony, zaobserwowano, że badane TP's farmaceutyków wykazują niewielkie powinowactwo do lipidów, znacznie mniejsze niż w przypadku związków macierzystych.

W ramach badań *in vivo* opracowana została kompletna metodyka pozwalająca na oznaczanie śladowych ilości czterech kationów cieczy jonowych w tkankach *M. trossulus*. W pełni zwalidowana metoda obejmuje ekstrakcję rozpuszczalnikową wspomaganą mikrofalami, oczyszczanie i zateżnianie próbek poprzez ekstrakcję do fazy stałej oraz analizę końcową za pomocą techniki LC-MS/MS. Opracowana metoda została następnie wykorzystana w teście biokoncentracji, w którym osobniki *M. trossulus* eksponowano na wybrane ciecze jonowe. Test ten potwierdził wcześniejsze wnioski z badań *in vitro*, udowadniając że kationy cieczy jonowych mogą wykazywać duży potencjał do biokoncentracji.

Praca finansowana ze środków NCN w ramach projektu BEETHOVEN nr NCN/2016/23/6/ST5/04245:

„Ocena potencjału biokoncentracji organicznych związków jonowych i jonogennych metodami in vitro, in vivo oraz in silico”.

PODCZERWONA EMISJA Cr^{3+} W MODYFIKOWANEJ MATRYCY Ga_2O_3

mgr inż. Natalia Majewska, IV rok
Promotor: dr hab. Sebastian Mahlik, prof. UG

Materiały luminescencyjne aktywowane Cr^{3+} cieszą się ostatnio popularnością badaczy na całym świecie ze względu na ich potencjalne zastosowania biologiczne.^[1,2] Diody LED emitujące światło w podczerwieni znajdują zastosowanie w analizie świeżości, jakości i składu żywności.^[3] Jednym z głównych celów badań jest znalezienie materiału o wydajnej szerokopasmowej luminescencji podczerwonej. Obiecującym materiałem jest tlenek galu Ga_2O_3 aktywowany jonami Cr^{3+} . Materiały te charakteryzują się wydajną luminescencją NIR w zakresie 650–900 nm. Niniejsze badania skupiają się na pomiarach luminescencji rozdzielonej w czasie oraz spektroskopii wysokociśnieniowej dla aktywowanej jonami Cr^{3+} matrycy Ga_2O_3 domieszkowanej Sc, Al. oraz In.

Współdomieszkowanie matrycy Ga_2O_3 jonem o większym promieniu jonowym, takim jak skand, pozwoliło na przesunięcie maksimum emisji do 850 nm z wysoką wydajnością kwantową >90%. Widma czasowo rozdzielcze wykazały subtelne zmiany w mikrostrukturze dookoła jonu Cr^{3+} . W przypadku próbki niedomieszkowanej obserwuje się tylko jedno centrum luminescencji. Natomiast dla próbek domieszkowanych Sc czy In obserwuje się dwa różne widma emisyjne monitorowane w różnych przedziałach czasowych, które znacząco różnią się od siebie, co sugeruje na rozkład siły pola krystalicznego, gdzie centra luminescencji Cr^{3+} są zlokalizowane w silnym i słabym polu krystalicznym. W związku z tym możemy jednocześnie obserwować emisję szerokopasmową jak i liniową nawet w niskich temperaturach.

Dla serii luminoforów $\text{Ga}_{1.98-x}\text{Al}_x\text{O}_3:0.02\text{Cr}^{3+}$ obserwuje się przemianę fazową wraz z domieszkowaniem jonami Al. Przemianę fazową obserwuje się również w badaniach wysokociśnieniowych. W zakresie 120-140 kbar zmieniają się widmo luminescencji oraz czasy zaniku, co sugeruje przejście fazowe od $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ (struktura jednoskośna) do $\alpha\text{-Ga}_2\text{O}_3$ (trójskośna). Dodatkowo dla próbek domieszkowanych In, obserwuje się znaczne przesunięcie luminescencji Cr^{3+} w kierunku podczerwonym po przemianie fazowej.

Literatura:

- [1] K. Van Den Eeckhout, D. Poelman, P. F. Smet, *Materials* **6**, 2789, 2013.
- [2] M. Back, J. Ueda, M. G. Brik, T. Lesniewski, M. Grinberg, S. Tanabe, *ACS Applied Materials and Interfaces* **10**, 41512, 2018.
- [3] S. Mahlik, M. Grinberg, G. Leniec, S. M. Kaczmarek, Y.-S. Lin, K.-M. Lu, C.-M. Lin, H. Chang, S.-F. Hu, R.-S. Liu, *ACS Energy Lett.* **3**, 2679, 2018.

NOWE PREKATALIZATORY OLIGOMERYZACJI OLEFIN – SYNTEZA, WŁAŚCIWOŚCI FIZYKOCHEMICZNE ORAZ KATALITYCZNE

mgr Jacek Malinowski, IV rok

Promotor/Opiekun naukowy: dr hab. Dagmara Jacewicz, prof. UG

Promotor pomocniczy: dr Joanna Drzeżdżon

Polimeryzacja olefin to proces wykorzystywany w najróżniejszych technologiach wytwarzania materiałów polimerowych. Największy popyt na tworzywa sztuczne występuje na polietylen oraz polipropylen. Stanowią one ponad 50% tworzyw sztucznych produkowanych na całym świecie.

W celu usprawnienia procesów technologicznych stosowanych do wytwarzania materiałów polimerowych poszukiwane są nowe prekatalizatory. Stosowane dotychczas katalizatory metallocenowe okazały się niestabilne w wysokich temperaturach prowadzenia procesów polimeryzacji olefin, ponieważ ulegały termicznemu rozkładowi. Drugą przyczyną poszukiwania nowych związków pełniących funkcję katalityczną w reakcjach oligomeryzacji była aktywność katalityczna. Katalizatory metallocenowe nie wykazywały wysokich aktywności w reakcjach oligomeryzacji etylenu bądź innych olefin.

Z powodów powyższych w latach 90 XXI wieku rozpoczęto poszukiwanie prekatalizatorów postmetallocenowych. Charakteryzują się one centrum metalicznym opartym na jonie metalu z dalszych grup układu okresowego. Przykładami najczęściej stosowanych kationów metali są chrom(III), pallad(II), nikiel(II), wanad(IV) czy kobalt(II).

Zastosowanie prekatalizatorów postmetallocenowych umożliwia otrzymanie produktów o zakładanych właściwościach fizykochemicznych, na przykład o odpowiedniej trwałości termicznej czy mechanicznej. Związki oparte na jonach metali przejściowych dalszych grup układu okresowego wykazują wysoką aktywność katalityczną w reakcjach oligomeryzacji olefin.

Przeprowadzenie reakcji oligomeryzacji z zastosowaniem prekatalizatorów postmetallocenowych nie wymaga użycia drastycznych warunków. Najczęściej stosowane warunki przeprowadzania procesu to temperatura pokojowa, ciśnienie atmosferyczne oraz obecność gazu obojętnego – azotu.

Podczas prowadzenia badań naukowych w ramach doktoratu otrzymałem między innymi związki koordynacyjne chromu(III) z anionami dipikolinianowymi, nitylotriooctowymi, 1,10-fenantroliną oraz 2,2'-bipirydylem. Podczas prowadzenia badań okazało się, że wykazują one wysoką aktywność katalityczną w reakcjach oligomeryzacji 2-chloro-2-propen-1-olu, 2-propen-1-olu czy etylenu. Związki te posiadają też interesujące właściwości fizykochemiczne. Należy podkreślić, że charakteryzują się one dobrą stabilnością termiczną, nie rozkładają się na powietrzu oraz nie ulega zmianie ich stopień utlenienia. Zauważono również, że im większa liczba skoordynowanych anionów dipikolinianowych do kationu chromu(III), tym wyższa aktywność katalityczna. Może być to spowodowane występowaniem elektrodonorowych atomów azotu oraz tlenu.

Literatura:

- [1] J. Malinowski, A. Sikorski, D. Jacewicz, J. Drzeżdżon, *Polyhedron* **186**, 114616, 2020.
- [2] J. Malinowski, D. Jacewicz, A. Sikorski, M. Urbaniak, P. Rybiński, P. Parnicka, A. Zaleska-Medynska, B. Gawdzik, J. Drzeżdżon, *Scientific Reports* **11**, 15212, 2021.

BADANIA *IN SILICO* ZALEŻNOŚCI STRUKTURA - AKTYWNOŚĆ WYBRANYCH ZWIĄZKÓW N-HETEROCYKLICZNYCH

mgr Paulina Mech-Warda, IV rok

Promotor: dr hab. Agnieszka Chylewska, prof. UG

Największe wyzwania naukowców stanowią wyselekcjonowanie związków, których należy unikać z uwagi na ich zdolności kancerogenne oraz poszukiwanie związków o aktywności przeciwnowotworowej lub przeciwdrobnoustrojowej. Jednym z rozwiązań pozwalających otrzymać nowe substancje aktywne jest modyfikacja strukturalna związków o udowodnionej aktywności biologicznej.

Do najliczniejszej grupy związków kancerogennych należą aminy wykazujące bezpośrednie działanie mutagenne generując choroby nowotworowe. Istnieje także grupa tzw. aromatycznych amin heterocyklicznych, których efekt kancerogeny wywołuje powstający w organizmie addukt aminy z DNA. Związki N-heterocykliczne stanowią także znaczną część wszystkich substancji aktywnych stosowanych farmakologicznie [1,2]. Przewidywanie wpływu modyfikacji strukturalnych związku na jego aktywność umożliwia ocenę stabilności, skuteczności i ewentualnego zastosowania nowo otrzymanego produktu leczniczego. W tym celu, w pierwszej kolejności określa się jego właściwości kwasowo-zasadowe oraz możliwość udziału w reakcjach równowagowych w roztworze. Tego typu procesy mają kluczowe znaczenie dla zrozumienia aktywności biologicznej, rozpuszczalności i lipofilowości substancji, a także mogą wskazać możliwość ich oddziaływania z molekułami w środowisku naturalnym lub w komórce organizmu żywego (np. DNA).

W pracy wykorzystano metody obliczeniowe, w oparciu o podejście DFT. Celem pracy było wyznaczenie *in silico* parametrów fizykochemicznych sześciu, wybranych aromatycznych amin heterocyklicznych należących do pochodnych o szkielecie: pirazyny (2-hydrazynopirazyna i jej chlorkowa pochodna) oraz anilinosulfonamidowym (zasady Schiffa sulfatiazolu i sulfacetamidu z pirolem). W wyniku obliczeń ustalono najniższe energetyczne formy związków w fazie gazowej, określono przerwy energetyczne orbitali HOMO-LUMO (dla pochodnych pirazyny); znaleziono formy jonowe dla wszystkich badanych związków w fazie gazowej oraz wyznaczono wartości stałych deprotonowania (pKa). Dodatkowo, dla pochodnych pirazyny określono ich lipofilowość (logP) oraz zbadano możliwości oddziaływania z DNA.

Obliczenia w fazie gazowej (analizę strukturalną oraz form jonowych) wykonano metodą B3LYP/6-311+G** dla pochodnych pirazyny oraz M06/6-311++G(2d,2p) dla pochodnych sulfonamidowych. Właściwości w wodzie opisywane wartościami pKa i logP wyznaczono za pomocą metod PCM/B3LYP/6-311+G** i SMD/M06-2X/6-311+G** dla pochodnych pirazyny oraz SMD/M06/6-311++G(2d,2p) dla pochodnych sulfonamidowych. Analizę oddziaływań pochodnych pirazyny z DNA przeprowadzono z wykorzystaniem metody dokowania molekularnego.

Literatura:

- [1] P.L. Skipper, M.Y. Kim, H.L. Patty Sun, G.N. Wogan, S.R. Tannenbaum, *Carcinogenesis* **31**, 50, 2009.
- [2] N. Kerru, L. Gummidi, S. Maddila, K.K. Gangu, S.B. Jonnalagadda, *Molecules* **25**, 1909, 2020.

OTRZYMYWANIE ORAZ CHARAKTERYSTYKA STRUKTURALNA WIELOSKŁADNIKOWYCH KRYSZTAŁÓW ZAWIERAJĄCYCH AKRYDYNĘ LUB JEJ POCHODNE: 9-AMINOAKRYDYNĘ ORAZ 6,9-DIAMINO-2-ETOKSYAKRYDYNĘ

mgr Artur Mirocki, IV rok

Promotor: dr hab. Artur Sikorski, prof. UG

Pochodne akrydyniowe stanowią aktywne substancje farmaceutyczne (APIs), wykazujące szerokie spektrum działania, takie jak: przeciwbakteryjne, przeciwwirusowe, przeciwprionowe, przeciwpiwoworowe, przeciwnowotworowe, przeciwpriowe i inne [1-3]. Jednym z wyzwań współczesnej inżynierii krystalicznej jest otrzymywanie nowych form leków w postaci wieloskładnikowych kryształów zawierających APIs, o ulepszonych właściwościach fizykochemicznych względem pojedynczych aktywnych substancji farmaceutycznych [4-5]. Jest to możliwe dzięki poznaniu i zrozumieniu oddziaływań międzycząsteczkowych występujących w takich kryształach. Oddziaływania te stanowią bowiem siłę napędową podczas tworzenia takich kryształów tworząc powtarzalne, bądź unikalne syntony między różnymi grupami funkcyjnymi w cząsteczkach związków wchodzących w skład wieloskładnikowych kryształów oraz umożliwiają projektowanie nowych substancji o pożądanym właściwościach fizycznych i chemicznych.

W niniejszej prezentacji przedstawione zostaną: wybrane struktury krystaliczne otrzymanych związków zawierających akrydynę i jej pochodne, analiza określająca jaki jest wpływ cząsteczek rozpuszczalnika oraz wpływ podstawników w pierścieniu aromatycznym kwasu benzoowego na oddziaływania międzycząsteczkowe oraz upakowanie w wieloskładnikowych kryształach z udziałem akrydyn i podstawionych kwasów benzoowych, a także analiza strukturalna wieloskładnikowych kryształów z udziałem niesteroidowych leków przeciwzapalnych (NLPZ) oraz akrydyn zawierających różne grupy funkcyjne oraz charakterystyka oddziaływań występujących między poszczególnymi składnikami takich kryształów.

Wyniki badań przeprowadzonych w mogą być interesujące nie tylko z poznawczego punktu widzenia, ale mogą zostać wykorzystane do racjonalnego projektowania nowych, krystalicznych form leków z udziałem akrydyn i/lub niesteroidowych leków przeciwzapalnych.

Literatura:

- [1] M. Wainwright, *J. Antimicrob. Chemother.* **47**, 1, 2001.
- [2] B. Vehar, M. Hrast, A. Kovač, J. Konc, K. Mariner, I. Chopra, S. Gobec, et al., *Bioorg. Med. Chem.* **19**, 5137, 2011.
- [3] P. Belmont, J. Bosson, T. Godet, M. Tiano, *Anticancer Agents Med Chem (Formerly Current Medicinal Chemistry-Anti-Cancer Agents)* **7**, 139, 2007.
- [4] Ö. Almarsson, M. L. Peterson, M. Zaworotko, *Pharm. Pat. Anal.* **1**, 313, 2012.
- [5] M. Guo, X. Sun, J. Chen, T. Cai, *Acta Pharm. Sin. B* **11**, 2537, 2021.

EFEKT CIĘŻKIEGO ATOMU W ORGANICZNYCH ZWIĄZKACH WYKAZUJĄCYCH TERMICZNIE AKTYWOWANĄ OPÓŹNIONĄ FLUORESCENCJĘ (TADF)

mgr Michał Mońka IV rok

Promotor: dr hab. Aleksander Kubicki, prof. UG

Promotor pomocniczy: dr Illia Serdiuk

Organiczne diody elektroluminescencyjne (OLED) stanowią jeden z najbardziej fascynujących przykładów współczesnych zastosowań materiałów organicznych w elektronice. W ciągu ostatniej dekady, szczególnie rozwijanym i obiecującym kierunkiem rozwoju materiałów emisyjnych w OLED stały się związki, w których zachodzi zjawisko termicznie aktywowanej opóźnionej fluorescencji (TADF). Jednakże, pomimo ogromnego postępu jaki dokonał się w tej dziedzinie, organiczne związki umożliwiające stabilną i wydajną pracę w OLED są niezwykle rzadkością, a w zakresie niebieskim i czerwonym/NIR są nadal nieznane.

Aktualnie, głównym problemem zdecydowanej większości emiterów TADF jest zbyt wolny proces odwrotnego przejścia międzysystemowego (rISC), odpowiedzialnego za konwersję stanów trypletowych do singletowych, z których możliwa jest wydajna emisja światła. Z tego powodu, wiele wysiłku obecnie wkłada się w przyspieszenie tego procesu.

Jednym ze sposobów na przyspieszenie rISC, jest wzmocnienie sprzężenia spin-orbita (SOC) pomiędzy stanem singletowym oraz trypletowym. Można to osiągnąć stosując tzw. efekt ciężkiego atomu, zwiększający prawdopodobieństwo zachodzenia tzw. procesów zabronionych - w tym rISC [1].

Prezentowane badania koncentrują się na weryfikacji pomysłu zastosowania efektu ciężkiego atomu w organicznych związkach z TADF, poprzez badania przeprowadzone na niebieskich i czerwonych emiterach cechujących się wysokim potencjałem aplikacyjnym. Nasze dane doświadczalne oraz szczegółowe obliczenia teoretyczne DFT pokazały, że oczekiwany efekt można uzyskać tylko w niektórych, szczególnych przypadkach. Analizując zebrane rezultaty udało się ustalić, że rozmieszczenie a także prawidłowa przestrzenna orientacja ciężkich atomów w związkach jest absolutnie kluczowa w uzyskaniu pożądanego efektu [2, 3].

Obliczenia DFT przeprowadzono na komputerach Wrocławskiego Centrum Sieciowo-Superkomputerowego (WCSS).

Literatura:

- [1] M. Mońka, A. Kubicki, P. Bojarski, I. E. Serdiuk, *J. Mol. Liq.* **313**, 113526, 2020.
- [2] M. Mońka, I. E. Serdiuk, K. Kozakiewicz, E. Hoffman, J. Szumilas, A. Kubicki, S. Y. Park and P. Bojarski, *Mater. Chem. C.* **10**, 7925, 2022.
- [3] I. E. Serdiuk, M. Mońka, K. Kozakiewicz, B. Liberek, P. Bojarski and S.Y. Park, *J. Phys Chem. B*, **125**, 2696, 2021.

SYNTEZA MAŁOCZĄSTECZKOWEGO INHIBITORA AZAPEPTYDOWEGO NA PODSTAWIE SPECYFICZNYCH SUBSTRATÓW PEPTYDOWYCH BIAŁKA HTRA Z BAKTERII *HELICOBACTER PYLORI*

mgr Aleksandra Orszulak, IV rok

Promotor: prof. dr hab. Sylwia Rodziewicz-Motowidło

Helicobacter pylori to Gram-ujemna bakteria, która drogą pokarmową przenika do żołądka człowieka i zasiedla tkankę nabłonka. Według Światowej Organizacji Zdrowia 50% populacji jest zainfekowana tym patogenem i nie wykazuje żadnych objawów, 10-13% nosicieli przechodzi chorobę wrzodową żołądka lub dwunastnicy, a 1-3% choruje na raka żołądka. Jednym z głównych czynników warunkujących zjadliwość tej bakterii jest białko HtrA (ang. High-temperature requirement A). Enzym ten należy do proteaz serynowych, który odpowiedzialny jest za niszczenie integralności błony śluzowej i „otwarcie” połączeń międzykomórkowych. Jako hydrolaza katalizuje ona rozerwanie wiązania peptydowego w zewnątrzkomórkowej domenie kadheryny E, czyli białku odpowiedzialnym za przyleganie komórek nabłonka. Powoduje to depolaryzację błony, pogorszenie przyczepności i rozluźnienie struktury, co umożliwia transmigrację międzykomórkową przez barierę ludzkiego żołądka.

Głównym celem moich badań jest poznanie selektywności substratowej enzymu, zaprojektowanie i zsyntezowanie małowcząsteczkowego substratu peptydowego oraz zaprojektowanie i synteza małowcząsteczkowego, nieodwracalnego inhibitora wiążącego się kowalencyjnie z białkiem HtrA_{HP}. Zsyntezowany inhibitor może posłużyć w profilaktycznym leczeniu chorób wrzodowych lub raka żołądka u osób zainfekowanych przez patogen.

Pierwszym etapem badań było zaprojektowanie efektywnych substratów peptydowych na podstawie struktury białka HtrA. Niestety struktura krystaliczna HtrA z bakterii *Helicobacter Pylori* nie została w pełni ustalona. Dlatego na początku mojej pracy utworzyłam model białka metodą modelowania molekularnego. Na podstawie uzyskanego modelu zaprojektowałam sekwencje 20 peptydów, potencjalnych substratów. Zsyntezowane i oczyszczone peptydy poddałam hydrolizie w zoptymalizowanych warunkach trawienia. Analiza wyników pozwoliła na dokładne określenie miejsca cięcia wiązania peptydowego. Na tej podstawie wyselekcjonowałam dwa peptydy wykazujące cechy efektywnego substratu peptydowego.

W celu wyznaczenia kinetyki enzymatycznej HtrA oba peptydy zsyntezowałam w ze znacznikami fluorescencyjnymi. Umożliwiło to wyznaczenie stałej Michaelisa (K_M), stałej katalitycznej (k_{cat}) oraz stałej specyficzności (k_{cat}/K_M).

Uzyskanie specyficznego substratu oraz identyfikacja miejsca hydrolizy wiązania peptydowego umożliwiła mi zaprojektowanie i zsyntezowanie kowalencyjnego inhibitora blokującego miejsce aktywne enzymu. Zastosowałam modyfikację grupy α -CH reszty aminokwasu w pozycji P1, którą zastąpiłam atomem azotu. W ten sposób w miejscu wiązania peptydowego otrzymałam ugrupowanie azapeptydowe -NHN(R)CO- uniemożliwiające cięcie enzymatyczne i jednocześnie kowalencyjne związanie się z triadą katalityczną.

KONSTRUKCJA BIOAKTYWNYCH REKOMBINANTOWANYCH BIAŁEK hTRF1 I hTRF2 Z KOMPLEKSU SHELTERIN ORAZ ICH WARIANTÓW FUZYJNYCH I DELECYJNYCH DEDYKOWANYCH DO BADAŃ NAD FUNKCJONALNOŚCIĄ KOMPLEKSÓW TELOMEROWYCH

mgr Maciej Prusinowski, IV rok
Promotor: prof. dr hab. Piotr Skowron
Promotor pomocniczy: dr Daria Krefft

Głównym celem przedstawionych badań było opracowanie działającego modelu *in vitro* przeznaczonego do badań nad oddziaływaniami białko-białko oraz białko-DNA przez poszczególne podjednostki kompleksu Shelterin i telomerowego DNA. Uproszczony model kompleksu Shelterin z telomerowym DNA może być użyteczny w testowaniu szeregu związków chemicznych, które mogą być potencjalnymi kandydatami w terapiach nowotworowych.

Kompleks białek chroniących Shelterin jest ściśle połączony z pojęciem telomerów. Stanowi odpowiedzi na fundamentalne pytania na temat molekularnych aspektów funkcji telomerów mających wpływ na homeostazę ich długości. Kompleks Shelterin składa się z sześciu odrębnych białek (TRF1, TRF2, TIN2, POT1, TPP1 i RAP1), które w ostatnich latach zyskały na znaczeniu w nowych celowanych strategiach przeciwko zwalczaniu chorób nowotworowych. Kompleks odgrywa istotną rolę w procesach nowotworzenia. Oprócz utrzymywania integralności telomerów, przeciwdziała również różnym szlakom odpowiedzi na uszkodzenia DNA. Zmiana jego funkcji wiąże się z odbezpieczaniem telomerów, powodując niestabilność całych genomów, która jest charakterystyczną cechą komórek rakowych. Zmienioną ekspresję genów kodujących dane białka kompleksu oraz mutacje w ich obrębie zauważono i opisano w kilkunastu różnych chorobach nowotworowych.

Bioaktywność rekombinantowych białek z kompleksu Shelterin została potwierdzona przez wykazanie ich natywnych właściwości wiązania się do telomerowego dsDNA. O bioaktywności uzyskanych białek świadczy również ich potwierdzona interakcja z peptydami TIN i Apollo. Aktywność wiązania została potwierdzona klasycznym testem EMSA oraz nowoczesnym podejściem z wykorzystaniem technologii interferometrii biowarstwowej (BLITZ). Opisane wyniki z przeprowadzonych analiz EMSA i BLITZ świadczą nie tylko o opracowaniu metod potwierdzających interakcje rekombinantowych białek Shelterin z telomerowym dsDNA i peptydami TIN i Apollo, ale także umożliwiającących określenie ich siły wiązania.

*Praca finansowana ze środków NCBR w ramach projektu STRATEGMEND3 nr 306853/9/NCBR/2017 :
„Nowe związki o działaniu przeciwnowotworowym zaburzające funkcje telomerów””.*

PROJEKTOWANIE, SYNTEZA I BADANIA BIOLOGICZNE PEPTYDOMIMETYKÓW ZAWIERAJĄCYCH SFUNKCJONALIZOWANE RESZTY KWASU L-2,3-DIAMINOPROPIONOWEGO

mgr inż. Anita Romanowska, IV rok

*Promotorzy: dr hab. Magdalena Wysocka, prof. UG/
dr hab. Agnieszka Piwkowska, prof. IMDIK*

Nieustający postęp cywilizacyjny wiąże się z rozwojem nowych jednostek chorobowych, które są wyzwaniem dla współczesnej medycyny. W wielu rodzajach terapii farmakologicznych, skuteczną alternatywę dla powszechnie stosowanych chemoterapeutyków stanowią związki wielkocząsteczkowe, takie jak: peptydy, białka, przeciwciała, czy kwasy nukleinowe, które cechują się określoną aktywnością biologiczną. Jednak ze względu na niewielką przepuszczalność błony komórkowej, ich użycie może być ograniczone. Bezpiecznym, a zarazem skutecznym sposobem transportu związków biologicznie czynnych do wnętrza komórki jest zastosowanie wektorów, jakimi są peptydy penetrujące błony komórkowe (ang. Cell Penetrating Peptides, CPPs). CPP to pokaźna klasa związków zawierających w swojej sekwencji od 5 do 30 reszt aminokwasowych, charakteryzujących się zdolnością przenikania przez błony biologiczne oraz niską cytotoksycznością [1, 2].

W obrębie naszego zespołu badawczego zaprojektowaliśmy oraz zsyntezowaliśmy nową klasę peptydomimetyków, które są w stanie przenikać przez błony biologiczne oraz ostatecznie lokalizować się wewnątrz komórek. Związki te zbudowane są z reszt kwasu L-2,3-diaminopropionowego (DAP) połączonych wiązaniem peptydowym. Grupy aminowe każdej z reszt DAP zostały zmodyfikowane poprzez przyłączenie określonego oksakwasu zawierającego ugrupowanie guanidynowe, które pełni kluczową rolę podczas wychwytu komórkowego. Następnie zsyntezowane peptydomimetyki poddane zostały badaniom biologicznym, podczas których potwierdzono ich zdolności penetrujące wobec wybranych linii komórkowych oraz określono ich wpływ na cytotoksyczność. Wykonano również testy wskazujące na powinowactwo otrzymanych związków do kwasów nukleinowych wykorzystując w tym celu MST, SPR, AFM oraz techniki elektroforetyczne. W następnym etapie utworzone zostały kompleksy pomiędzy biotynylowanym peptydomimetykiem i białkiem – streptawidyną, w celu potwierdzenia zdolności zsyntezowanych związków do wewnątrzkomórkowego transportu innych makrocząsteczek.

Literatura:

- [1] A. Borrelli, A. Tornesello, M. Tornesello, F. Buonaguro, *Molecules* **23**, 2, 2018.
- [2] J. Vargas, E. Stanzl, N. Teng, P. Wender, *American Chemical Society* **11**, 8, 2014.

*Praca finansowana ze środków NCN w ramach projektu OPUS nr UMO-2017/27/B/ST5/02061:
„Nowa klasa peptydów penetrujących jądro komórkowe. Projektowanie, synteza, mechanizm działania”.*

SYNTEZA ORAZ BADANIA PRZENIKALNOŚCI PROLEKÓW WAZOPRESYNY I OKSYTOCYN

mgr Dominika Starego, IV rok

Promotor: dr hab. Dawid Dębowski, prof. UG

Promotor pomocniczy: dr Agata Gitlin-Domagalska

Leki peptydowe charakteryzuje szereg cech zachęcających naukowców do badań nad poprawą ich ustnej biodostępności tj. przenikalności przez nabłonek jelita cienkiego do krwi. Ze względu na budowę są one łatwo degradowane w przewodzie pokarmowym, dlatego jedną z ich zalet jest niska toksyczność. Korzyści wynikające z zastosowania peptydów jako leków to, także wysoka specyficzność i selektywność działania [1]. Peptydy występują w organizmie między innymi, jako hormony [2], oraz inhibitory enzymów [3].

Przeszkoda, która jednocześnie stanowi przedmiot moich badań jest niska biodostępność peptydów podawanych doustnie. Ze względu na hydrofilowy charakter, swoje rozmiary oraz ładunek dodatni obecny na zjonizowanych grupach bocznych zasadowych aminokwasów tj. argininie, lizynie, cechuje je niska przenikalność przez śluzówkę jelita cienkiego [1].

Przenikalność leków peptydowych przez nabłonek jelitowy, oraz jego stabilność w przewodzie pokarmowym są czynnikami kształtującymi efekt terapeutyczny wpływając na biodostępność peptydu. Cechy te stanowią cel w poszukiwaniu metod mających umożliwić ich zastosowanie w roli leków. Jedną z nich jest metoda LPCM (ang. *Lipophilic Prodrug Charge Masking*). Polega ona na maskowaniu ładunku na zasadowych grupach aminokwasowych peptydów, poprzez przyłączanie alkoksykarbonylowych grup o różnej długości łańcucha węglowodorowego.

Strategia ta polega na chemicznej transformacji leku w prolek peptydowy, który w krwiobiegu, poddany działaniu odpowiednich enzymów ma podlegać przemianie do pierwotnej postaci [4]. Zabieg ten ma w rezultacie prowadzić do zwiększenia ustnej biodostępności takich leków peptydowych, jak oksytocyna, czy wazopresyna.

Przeprowadziłam syntezę szeregu proleków peptydowych wazopresyny i oksytocyny. Peptydy te scharakteryzowałam przy użyciu techniki spektrometrii MALDI-TOF MS oraz wysokosprawnej chromatografii cieczowej w odwróconym układzie faz RP-HPLC. Część z nich została poddana badaniom przenikalności na modelu *in vitro* Caco-2 komórek ludzkiego gruczołka okrężnicy.

Literatura:

- [1] J. Lau, M. K. Dunn, *Bioorganic. Med. Chem.* **26**, 10, 2018.
- [2] C. Clemmensen, B Finan, i in., *Nat. Rev. Endocrinol.* **15**, 2019.
- [3] D. Bahandri, S Rafiq, *Int. J. Pept. Res. Ther.* **26**, 2020.
- [4] A. Schumacher-Klinger, J. Fanous, i in., *Mol. Pharm.* **15**, 2018.

*Praca finansowana ze środków NCN w ramach projektu Sonata 15 nr 2019/35/D/NZ7/00174:
„Maskowanie ładunku aktywnych biologicznie peptydów jako nowa strategia
poprawy ich ustnej biodostępności po podaniu doustnym. Optymalizacja i uniwersalizacja metody”*

ANALIZA STRUKTURALNA POLISACHARYDÓW WYIZOLOWANYCH Z GRZYBÓW JADALNYCH

mgr Nikola Szpakowska, IV rok

Promotor: dr hab. Zbigniew Kaczyński, prof. UG

Ostatnie lata to okres rozkwitu nowej dziedziny - mykofarmakologii. Naukowe podejście do związków zawartych w grzybach pozwoliło na wyodrębnienie i identyfikację wielu cennych substancji aktywnych, które znajdują zastosowanie w profilaktyce i leczeniu chorób cywilizacyjnych. Substancje bioaktywne, wyizolowane z grzybów jadalnych, stosowane są w profilaktyce różnych schorzeń oraz w terapii chorób przewlekłych. Wykazują przewagę nad preparatami chemicznymi, gdyż są łatwo przyswajalne przez organizm oraz korzystnie na niego oddziałują. Wiele właściwości leczniczych i terapeutycznych przypisuje się polisacharydom, czyli bioaktywnym makrocząsteczkom, obecnym w ścianie komórkowej grzybów podstawkowych.

Zawartość bioaktywnych polisacharydów potwierdzono w grzybie jadalnym *Sparassis crispa* (siedzuń sosonowy) z rodziny *Sparassidaceae*. W badaniach *in vitro* nad surowym ekstraktem tego grzyba wykazano, że zawarte w nim polisacharydy to obiecujący środek chemoprewencyjny, którego wielokierunkowe działanie oparte jest na kilku różnych mechanizmach. Stwierdzono, że badany ekstrakt hamuje w dużym stopniu proliferację komórek raka okrężnicy. Udowodniono również jego działanie przeciwutleniające i przeciwzapalne.

Głównym celem badań było określenie struktury chemicznej polisacharydów wyizolowanych z grzybów jadalnych. Wyniki analizy pochodnych monosacharydów *Sparassis crispa* uzyskane metodą chromatografii gazowej (GC) i chromatografii gazowej sprzężonej ze spektroskopią mas (GC-MS) wraz z wynikami analizy NMR umożliwiły określenie struktury chemicznej polisacharydów.

Przedstawione badania mają duże znaczenie dla fungoterapii, ponieważ istnieje potrzeba prowadzenia dalszych badań, ze szczególnym uwzględnieniem nowych gatunków grzybów oraz izolowanych z nich składników aktywnych, przede wszystkim polisacharydów.