

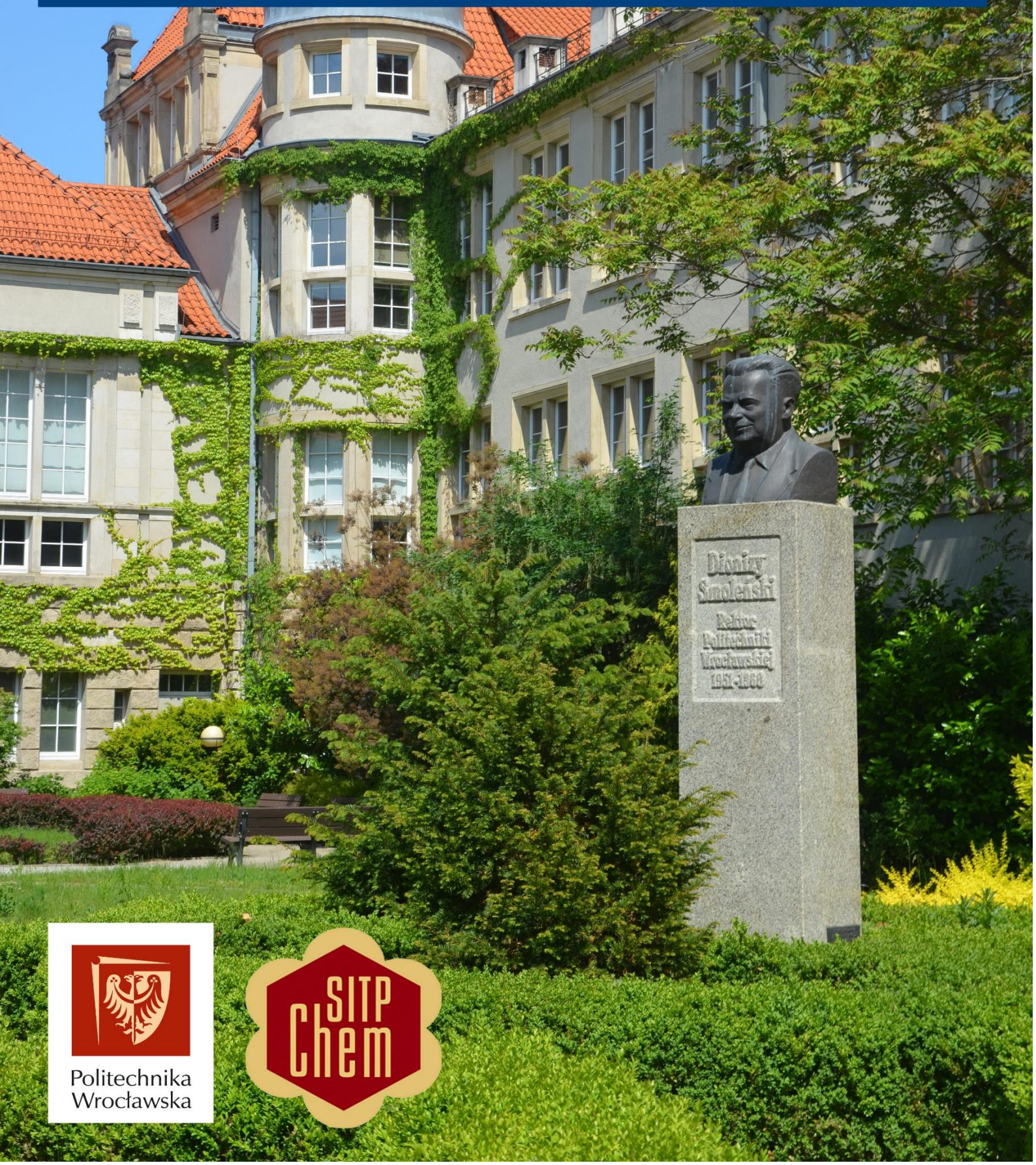
czasopismo naukowo-techniczne science technical journal

ROK LXXI

CHEMIK

ISSN 0009-2886

nauka • technika • rynek science • technique • market



Politechnika
Wrocławska



Spis treści

SŁOWO WSTĘPNE REDAKTORA NACZELNEGO	2
SŁOWO DZIEKANA WYDZIAŁU CHEMICZNEGO POLITECHNIKI WROCŁAWSKIEJ	3
Katedra Biochemii, Biologii Molekularnej i Biotechnologii (K13).....	4
Analityka chemiczna i metalurgia chemiczna na Wydziale Chemicznym Politechniki Wrocławskiej – kontynuacja tradycji i nowe wyzwania (K14)	15
Prezentacja Katedry Chemii Biologicznej i Bioobrazowania Wydziału Chemicznego Politechniki Wrocławskiej (K15).....	20
Katedra Chemii Bioorganicznej (K16)	27
Katedra Chemii Fizycznej i Kwantowej (K17) Politechniki Wrocławskiej: działalność naukowa, dydaktyczna i organizacyjna	32
Katedra Chemii Nieorganicznej i Strukturalnej (K19).....	37
Prezentacja Katedry Chemii Organicznej i Medycznej (K20), Wydział Chemiczny Politechniki Wrocławskiej	43
Katedra Inżynierii Bioprocessowej, Mikro i Nanoinżynierii (K21)	45
Katedra Inżynierii i Modelowania Materiałów Zaawansowanych (K22)	53
O materiałach polimerowych w Katedrze Inżynierii i Technologii Polimerów (K23)	57
Katedra Inżynierii i Technologii Procesów Chemicznych (K24)	61
Katedra Inżynierii Procesowej i Technologii Materiałów Polimerowych i Węglowych (K25)	76
Katedra Zaawansowanych Technologii Materiałowych (K26)	81
Podsumowanie 64. Zjazdu Polskiego Towarzystwa Chemicznego	89
Aktualności SITPChem	91
CHEMIK - Czasopismo Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Przemysłu Chemicznego współwydawane przez Politechnikę Wrocławską	92
Polecamy	94
Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Przemysłu Chemicznego	95
46. Międzynarodowe Seminarium Naukowo-Techniczne „Chemistry for Agriculture”	96

SŁOWO WSTĘPNE REDAKTORA NACZELNEGO

Szanowni Państwo,

w obliczu rosnących problemów finansowych, pod koniec roku 2016, Zarząd Główny Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Przemysłu Chemicznego podjął decyzję o czasowym zawieszeniu wydawania kwartalnika CHEMIK. Brak tego czasopisma, które stanowiło platformę dyskusji i współpracy między środowiskiem przemysłu chemicznego, a jednostkami badawczymi był aż nadto widoczny i wielu z nas nie mogło się z tym faktem pogodzić. Podjęte przez aktualny Zarząd SITPChem, a w szczególności Pana Prezesa Jerzego Klimczaka, działania zaowocowały reaktywacją czasopisma, którego właścicielem niezmiennie pozostaje Stowarzyszenie, a współwydawcą została Politechniki Wrocławska, reprezentowana przez Dziekana Wydziału Chemicznego, profesora Piotra Młynarza. Nieprzypadkowo zatem oddajemy w Państwa ręce pierwszy po wznowieniu zeszyt CHEMIKA, który poświęcony jest potencjałowi badawczemu tego właśnie Wydziału.

Głęboko wierzę, że zebrane w tym numerze artykuły, prezentujące obszar prowadzonych badań i potencjał Katedr skupionych na Wydziale Chemicznym PWr. będą swoistym impulsem do wznowienia działalności i ponownego podjęcia misji CHEMIKA. Mam również nadzieję, że będzie to pierwszy krok do budowania platformy współpracy pomiędzy biznesem a nauką w ramach środowiska chemików polskich, czego sobie i Państwu życzę.

Redaktor Naczelny czasopisma CHEMIK

Prof. dr hab. Rafał Latajka

SŁOWO DZIEKANA WYDZIAŁU CHEMICZNEGO POLITECHNIKI WROCŁAWSKIEJ

Wydział Chemiczny Politechniki Wrocławskiej który od 1950 roku wypromował ponad 11700 absolwentów pozostaje w gronie największych wydziałów chemicznych w Polsce. Początkowo młodzi adepci chemii mieli zasilać tworzący się na Dolnym Śląsku przemysł chemiczny. Dzisiaj absolwentów Wydziału Chemicznego można spotkać w różnych zakładach przemysłowych, na uczelniach i w instytutach badawczych w Polsce i za granicą.

Studenci Wydziału Chemicznego kształceni są na pięciu kierunkach studiów: biotechnologii, chemii analitycznej i przemysłowej, chemii i inżynierii materiałów, technologii chemicznej, inżynierii chemicznej i procesowej. Na naszym Wydziale funkcjonuje 18 specjalności, w tym 6 w języku angielskim. Jakość nauczania znajduje swoje odzwierciedlenie w różnych rankingach, w których poszczególne kierunki plasują się zawsze na czołowych miejscach. Marka Wydziału Chemicznego przekłada się bezpośrednio na stanowiska i awanse naszych absolwentów na rynku pracy, którzy znajdują zatrudnienie nie tylko w przemyśle chemicznym, lecz również w jednostkach samorządowych i rządowych. Wielu z nich decyduje się również na własną działalność gospodarczą. Część naszych absolwentów (150 osób) kontynuuje kształcenie w Politechnice Wrocławskiej, pozostając słuchaczami wygaszanego już Studium Doktoranckiego, oraz utworzonej w roku 2019 na Politechnice Wrocławskiej Szkoły Doktorskiej.

Wydział Chemiczny Politechniki Wrocławskiej to również jedna z wiodących jednostek naukowych i badawczych w której prowadzi się badania naukowe oraz we współpracy z przemysłem w wielu dziedzinach, min. biotechnologii, biochemii, chemii biologicznej, chemii bioorganicznej, chemii organicznej, chemii analitycznej i nieorganicznej, technologii paliw i chemii oraz technologii węgla, teoretycznej chemii fizycznej, chemii surfaktantów i polimerów, hydrometalurgii i korozji oraz chemii dla rolnictwa. Pracownicy Wydziału są kierownikami licznych projektów, pochodzących z różnych źródeł finansowania z kraju i z zagranicy: NCN, NCBR, MEiN, granty UE. Realizowane na naszym Wydziale obszary badawcze stanowią bogatą ofertę badań dla przemysłu, czego dowodem są liczne zlecenia, wynikające w dużej mierze z wieloletniej, wypracowanej współpracy pomiędzy biznesem a nauką.

Niniejszy zeszyt, wznowionego po kilkuletniej przerwie czasopisma „Chemicz”, zawiera zwięzły opis potencjału badawczego Wydziału Chemicznego Politechniki Wrocławskiej. Jako Dziekan Wydziału, głęboko wierzę, że ta publikacja przyczyni się do dalszego wzrostu współpracy naszej jednostki z przemysłem i biznesem.

Dziekan Wydziału Chemicznego PWr.

Prof. dr hab. Piotr Młynarz

Andrzej OŻYHAR, Piotr DOBRYSZYCKI,
Ewa ŻYMAŃCZYK-DUDA, Piotr MŁYNARZ

*Katedra Biochemii, Biologii Molekularnej i Biotechnologii, Wydział Chemiczny, Politechnika
Wrocławska, Wrocław*

1. Wstęp

Wydział Chemiczny jako pierwszy w Polsce, wprowadził biotechnologię do programu studiów na uczelni technicznej i zainicjował badania naukowe w tej dyscyplinie. Ewolucja Politechniki Wrocławskiej w kierunku tematyki związanej z naukami przyrodniczymi datuje się od roku 1976, kiedy zaproszono na Wydział Chemiczny prof. dr hab. Mariana Kochmana (z wrocławskiej Akademii Medycznej) w celu utworzenia Zakładu Biochemii, zaś wkrótce na Wydziale Podstawowych Problemów Techniki rozpoczęto kształcenie na kierunku Biotechnologia, który po kolejnej reorganizacji w latach 90-tych prowadzony jest na Wydziale Chemicznym. Równoległe z rozwijaniem nowego kierunku kształcenia nastąpił intensywny rozwój badań dotyczących różnych aspektów współczesnej biotechnologii. Badania te prowadzone były, w różnych jednostkach organizacyjnych Wydziału. Członkowie dwóch z nich, tj. Zakładu Biochemii i Zakładu Chemii Bioorganicznej stanowią trzon Katedry Biochemii, Biologii molekularnej i Biotechnologii, która powstała w wyniku zmian organizacyjnych, jakie miały miejsce na Wydziale w 2019 roku. W skład Katedry wchodzi trzy laboratoria: Laboratorium Biochemii i Biologii Molekularnej, Laboratorium Biotechnologii oraz Laboratorium Bioanalitiky, których charakterystyka przedstawiona jest poniżej.

2. Profil i potencjał badawczy

a) Laboratorium Biochemii i Biologii Molekularnej

Laboratorium Biochemii i Biologii Molekularnej prowadzi badania, których celem jest określenie zależności pomiędzy strukturą i funkcją białek. W ostatnim czasie większość naszych obiektów badawczych stanowią białka całkowicie pozbawione stabilnej, uporządkowanej struktury trzeciorzędowej (ang. *intrinsically disordered proteins*, IDPs) oraz takie, które zawierają regiony charakteryzujące się brakiem stabilnej struktury (ang. *intrinsically disordered regions*, IDRs). Należy zaznaczyć, że odkrycie, iż IDPs i IDRs mogą pełnić zdefiniowane funkcje stoi w sprzeczności z klasycznym paradygmatem biochemii, zgodnie z którym funkcja białka wiązana była z jego stabilną, uporządkowaną strukturą. Przykładami IDPs, są białka *Starmaker*, *Starmaker-like*, OMM-64 (*Otolith Matrix Macromolecule-64*) zaangażowane w proces powstawania otolitów, biominerałów będących elementami narządów zmysłu słuchu i równowagi u ryb. Pokazaliśmy, że te całkowicie pozbawione stabilnej struktury białka spełniają swą podstawową funkcję polegającą na inicjowaniu powstawania kryształów węglanu wapnia, głównego składnika nieorganicznego otolitów, a także kontrolowaniu ich morfologii oraz formy krystalicznej [1-3]. Podobne wnioski płyną z badań nad ludzkim, również całkowicie pozbawionym struktury, białkiem DMP-1 (*Dentin Matrix Protein 1*) [4].

Bardzo ważną cechą IDPs, a także IDRs jest, wynikająca z ich labilnej struktury, zdolność do występowania w wielu stanach konformacyjnych, warunkujących różne funkcje spełnianie przez tę samą cząsteczkę białka. Przyjęcie określonego stanu konformacyjnego przez IDP/IDR zależy może,

między innymi, od środowiska, modyfikacji potranslacyjnych, interakcji z innym białkiem lub ligandem małącząsteczkowym. Zmiana konformacyjna prowadzić może do przyjęcia bardziej uporządkowanej struktury, jak pokazaliśmy to badając techniką NMR interakcję białka GCE (*Germ cel-expressed protein*) z receptorem FTZ-F1 (*Fushi Tarazu factor-1*) [5]. Podobne zmiany zachodzić mogą pod wpływem jonów metali co zaobserwowaliśmy dla ludzkiej i kurzej nukleobindyny [6-7]. Tym ostatnim białkiem przypisywany jest udział w wielu procesach mających miejsce w różnorodnych organach i tkankach, co najprawdopodobniej ma związek z bardzo nietypową organizacją ich struktury trzeciorzędowej, w której występują liczne IDRs, których struktura jest modulowana przez jony wapnia lub cynku. Równie złożoną strukturę posiadają badane w naszym zespole czynniki transkrypcji z rodziny bHLH, dla których systematyczne analizy doprowadziły do zmapowania sekwencji odpowiedzialnych za wewnątrzkomórkową dystrybucję tych istotnych dla regulacji wielu kluczowych procesów biologicznych białek. Przynajmniej dla niektórych tych sekwencji ich umiejscowienie w strukturze pierwszorzędowej, a więc też funkcja, koreluje z lokalizacją IDRs w badanych białkach [8-9].

W ostatnich latach pokazano, że niektóre z białek zawierających IDRs są zaangażowane w formowanie tzw. organelli bezbłonowych (ang. *membraneless organelles*), wewnątrzkomórkowych kompartmentów formowanych na różnych etapach cyklu komórkowego i niezbędnych do pełnienia istotnych funkcji komórki. Organella bezbłonne powstają na drodze spontanicznej separacji faz cieczy-ciecz (ang. *liquid-liquid phase separation*, LLPS) [10]. Nasze bogate doświadczenie dotyczące analiz IDPs/IDRs pozwoliło na zbadanie, czy i w jakim zakresie, białka zawierające IDRs zdolne są do promowania LLPS. Pierwszym obiektem, dla którego zaobserwowaliśmy LLPS, w komórkach, jak również w probówce, była immunofilina FKBP39. Zależne od FKBP39 formowanie LLPS wspomagane jest obecnością RNA oraz peptydów bogatych w reszty arginylowe, co sugeruje, że może być ono kluczowe dla biogenezy rybosomów [11]. RNA okazało się być również istotne dla LLPS zależnego od białka N pochodzącego z SARS-CoV-2 [12]. LLPS może być indukowane także przez inne, specyficzne dla danego białka czynniki, do których należą jony metali [13], oddziaływania hydrofobowe [14]. Badania zależności pomiędzy strukturą a funkcją prowadzone w naszym zespole prowadzone są również dla wybranych białek globularnych, dla których określiliśmy kluczowe czynniki destabilizujące ich strukturę [15] oraz stan oligomeryczny [16].

Laboratorium dysponuje zapleczem badawczym umożliwiającym otrzymywanie białek metodami inżynierii genetycznej oraz ich analizę metodami biochemicznymi i biofizycznymi. Unikalnym urządzeniem jest ultrawirówka analityczna Beckman Coulter ProteomeLab XLI.

Projekty realizowane w okresie ostatnich 5 lat

1. Analiza molekularna strukturalnego nieuporządkowania Nukleobindyny-2, białka o wielu funkcjach. OPUS (2018/29/B/NZ1/02574); kierownik: prof. Andrzej Ożyhar.
2. Rola białek w biomineralizacji węglanowych receptorów grawitacyjnych kopalnych i dzisiejszych ryb. OPUS (2015/19/B/ST10/02148); projekt realizowany w konsorcjum z Instytutem Paleobiologii im. Romana Kozłowskiego Polskiej Akademii Nauk; kierownik: prof. Jarosław Stolarski; kierownik w PWr: prof. Andrzej Ożyhar.
3. Paleoproteomika otolitów ryb kopalnych. OPUS (2020/39/B/ST10/01253) projekt realizowany w konsorcjum z Instytutem Paleobiologii im. Romana Kozłowskiego Polskiej Akademii Nauk; kierownik: prof. Jarosław Stolarski; kierownik w PWr: prof. Piotr Dobryszki.
4. Polimorfizmy w genach otoliny-1 danio pęgowanego i człowieka - wpływ na funkcję domeny C1q w biomineralizacji węglanowych receptorów grawitacji. PRELUDIUM (2017/27/N/NZ1/01319); kierownik: dr Rafał Hołubowicz

5. Analiza strukturalna i funkcjonalna C-końcowego regionu białka Germ cell-expressed (Gce) z *Drosophila melanogaster* jako regionu inherentnie nieuporządkowanego. PRELUDIUM (2017/27/N/NZ1/01783); kierownik: dr Marta Kolonko.

6. Analiza molekularna C-terminalnych regionów białek *Methoprene tolerant* i *Germ-cell expressed* z *Drosophila melanogaster*. ETIUDA (2018/28/T/NZ1/00337); kierownik: dr Marta Kolonko.

Współpraca

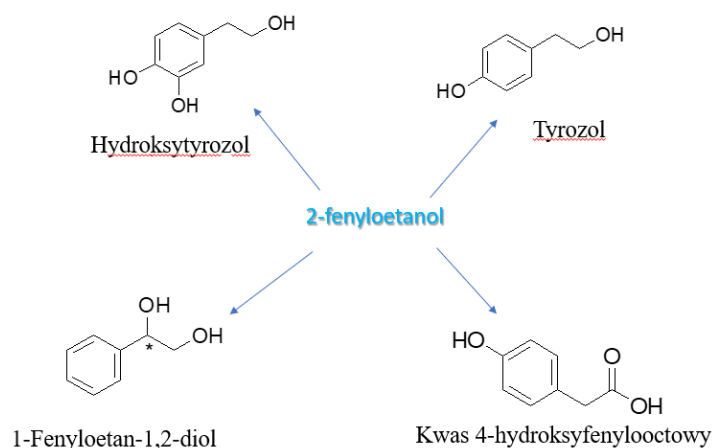
1. Instytut Paleobiologii im. Romana Kozłowskiego Polskiej Akademii Nauk; prof. Jarosław Stolarski
2. Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, Wydział Fizyki; prof. Maciej Kozak
3. Instytut Biochemii i Biofizyki Polskiej Akademii Nauk; prof. Michał Dadlez
4. Uniwersytet Jagielloński, Instytut Biochemii, Biofizyki i Biotechnologii; prof. Jerzy Dobrucki
5. Helmholtz Zentrum München, Institute of Structural Biology; prof. Michael Sattler, dr Mirosław Zarębski

b) Laboratorium Biotechnologii

Laboratorium Biotechnologii zajmuje się tematyką badawczą z obszaru wykorzystania systemów enzymatycznych organizmów pro- i eukariotycznych bądź pojedynczych enzymów w reakcjach prowadzących do konwersji określonych substratów do wartościowych produktów wykorzystywanych jako związki biologicznie aktywne bądź jako chiralne bloki budulcowe. Tematyka ta jest realizowana w zakresie biotransformacji prowadzących do otrzymania związków o podwyższonej wartości takich jak: antyoksydanty, chiralne związki zawierające wiązanie P-C czy też nanocząstki o zdefiniowanej strukturze i rozmiarze. Poniżej krótka charakterystyka badań prowadzonych w Laboratorium.

1. Antyoksydanty jako produkty biokonwersji (Rys. 1)

Jeden z nurtów badawczych poświęcony jest opracowaniu efektywnej ścieżki biokatalitycznej modyfikacji 2-fenyletanolu do związków o aktywności antyoksydacyjnej: tyrozolu, hydroksytyrozolu czy salidrozydu. Przeprowadzone do tej pory badania jasno pokazują, że biokatalityczna hydroksylacja 2-fenyletanolu może prowadzić do uzyskania pewnych ilości tyrozolu czy hydroksytyrozolu, jednak optymalizacja tych procesów wymaga dalszej pracy. W trakcie już przeprowadzonych badań otrzymano dodatkowe produkty biotransformacji fenyletanolu zidentyfikowane jako S-1-fenyletan-1,2-diol oraz kwas 4-hydroksyfenylooctowy - związki o podwyższonej wartości użytkowej, do zastosowań w przemyśle farmaceutycznym oraz chemicznym, co zostało opatentowane (Patenty PL 236624, PL 234344) i opublikowane [17]. Dalsze badania obejmą podniesienie efektywności i skali opracowanych procesów oraz selekcję biokatalizatorów użytecznych w otrzymywaniu glikozylowanych pochodnych fenolowych antyoksydantów jak salidrozyd. Odrębne badania będą prowadzone nad biometylacją resweratrolu- związku o aktywności antyoksydacyjnej, wykazującego w postaci metylowanej aktywność przeciwnowotworową.



Rys. 1. Biotransformacje fenyletanolu

2. Chiralne bloki budulcowe – fosfoniany zawierające heteroatom w cząsteczce jako produkty biotransformacji prowadzonych z wykorzystaniem systemów enzymatycznych grzybów.

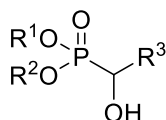
Badania obejmują otrzymywanie czystych optycznie pochodnych fosfonianów zawierających heteroatom w cząsteczce na drodze rozdziału miesznin racemicznych (kwas 3-pirydylo(amino)fosfonowy oraz kwas 1-amino-1-(2-tienylo)-metanofosfonowy) lub poprzez enancjoselektywną redukcję prochiralnego ketonu (1,1-difluoro-2-oksy-fenyletanolofosfonianu dietylu). W toku przeprowadzonych badań zostały zoptymalizowane zarówno warunki biokatalicznego otrzymywania czystych optycznie enancjomerów (*R* oraz *S*) kwasu 3-pirydylo(amino)fosfonowego jak i kwasu *S*-1-amino-1-(2-tienylo)-metanofosfonowego co zostało opatentowane (PL 236999, PL 237625, PL 234709) i opublikowane [18-20]. Obecnie trwają badania dotyczące optymalizacji warunków stereoselektywnej ścieżki biokatalitycznej redukcji fluorofosfonianu i otrzymanie obu enancjomerów 1,1-difluoro-2-hydroksy-fenyletylofosfonianu w postaci czystej optycznie. Z uwagi na niestabilność stosowanego substratu w wodzie, reakcja wymaga optymalizacji zarówno środowiska reakcji jak i postaci biokatalizatora (liofilizacja).

3. Chiralne bloki budulcowe – enancjomery fosfonianów jako produkty biotransformacji prowadzonych z wykorzystaniem fotobiokatalizatorów

Badania nad aktywnością fotobiokatalizatorów pozwoliły na opracowanie procedur biokonwersji prochiralnych okso-fosfonianów do czystych optycznie produktów z wykorzystaniem cało-komórkowych biokatalizatorów - prokariotycznych cyanobakterii. Fotobiokatalizatory nigdy wcześniej nie były stosowane w procesach biotransformacji wymienionych substratów. W omawianym przypadku, produktami bioredukcji odpowiednich ketonów (2-oksopropanofosfonianu dietylu, 2-oksobutanofosfonianu dietylu; 2-okso-2-fenyletanolofosfonianu dietylu) były chiralne β -hydroksyfosfoniany. W badaniach wykorzystano morfologicznie różne szczepy sinic np. *Arthrospira maxima*, *Leptolyngbya foveolarum*, *Geitlerinema* sp., *Nostoc cf-muscorum*, spośród których, komórki nitkowatych szczepów *Arthrospira maxima*, *Nodularia sphaerocarpa* oraz *Nostoc cf-muscorum* zdolne były do efektywnej redukcji ketonów. Badania zaowocowały też 10-cio krotnym zwiększeniem skali wybranych biotransformacji w stosunku do skali laboratoryjnej przez zastosowanie uproszczonego modelu bioreaktora przepływowego. Powyższe eksperymenty zostały opatentowane (PL 233283, PL 225058) i opublikowane [21]. Powyższe eksperymenty zapoczątkowały tematykę badawczą poświęconą profilowaniu biokatalitycznemu sinic – obszarowi biotechnologii bardzo słabo zbadanemu.

4. Chiralne bloki budulcowe P-C – bakterie i enzymy – lipolityczne

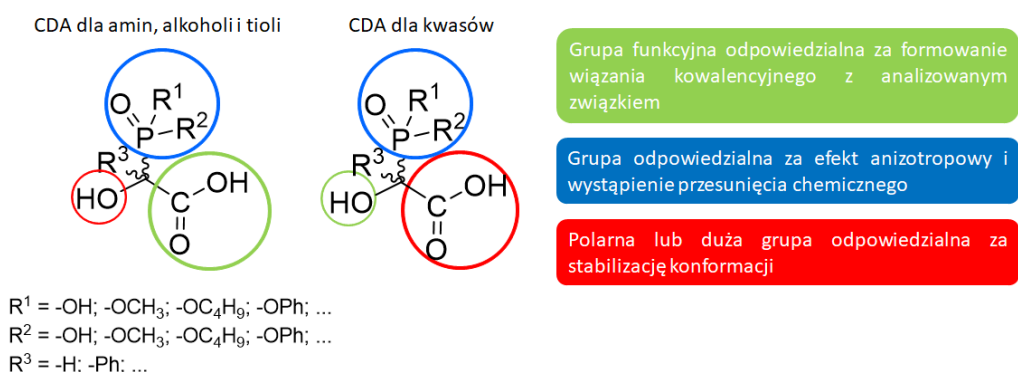
Alternatywną drogą syntezy chiralnych pochodnych fosfonowych w formie czystych enancjomerów jest biokataliza wykorzystaniem bakterii o właściwościach lipolitycznych oraz preparatów enzymatycznych (lipaz) pochodzących z różnych źródeł do otrzymywania chiralnych hydroksyfosfonianów (Rys. 2) z jak największymi nadmiarami enancjomerycznymi. Badania te zaowocowały serią patentów (PL 217068, PL 220064, PL 220691, PL 225335, PL227612) i publikacji [22, 23].



Rys. 2. Hydroksyfosfoniany.

5. Fosfonowe chiralne pomocniki do oznaczeń nadmiarów enancjomerycznych i konfiguracji absolutnej metodą NMR

Chiralne pochodne fosfonianów mogą być użytecznymi związkami w analizie nadmiarów enancjomerycznych i konfiguracji absolutnych otrzymywanych związków chiralnych (Rys. 3). Zastosowanie chiralnego pomocnika zawierającego w swojej strukturze atom fosforu umożliwia wykorzystanie łatwej w interpretacji wyników spektroskopii ³¹P NMR, która ma przewagę nad spektroskopią ¹H NMR ze względu na prostotę otrzymywanych widm. Zastosowanie w strukturze fosfonianu dwóch dodatkowych grup funkcyjnych: hydroksylowej i karboksylowej umożliwia analizę wielu klas związków (między innymi: amin, alkoholi, tioli oraz kwasów karboksylowych. Pierwsze wyniki tych badań zostały opisane w artykule autorstwa Majewskiej [23].



Rys. 3 Przykładowe struktury chiralnych fosfonowych pomocników.

6. Biodegradacja fosfonowych ksenobiotyków oraz biokatalityczna synteza nanocząstek o zdefiniowanej strukturze

Celem prowadzonych badań jest wykorzystanie potencjału enzymatycznego grzybów (w tym grzybów pleśniowych oraz drożdży) w dwóch głównych obszarach: w procesach biodegradacji fosfonowych ksenobiotyków [24-25] oraz do transformacji różnych substratów (w tym również odpadowych) do użytecznych produktów o określonej aktywności biologicznej i znaczeniu aplikacyjnym. Wykorzystując wieloletnie doświadczenie w pracy z grzybami pleśniowymi opracowujemy efektywne protokoły biokonwersji krzemionki zawartej w odpadowych materiałach roślinnych, takich jak osłony kolb kukurydzy [26], łuski ryżowe (PL 237211) czy odpady zielarskie, prowadzące do syntezy nanocząstek (NPs) krzemionki o zdefiniowanej morfologii.

Laboratorium wyposażone jest w HPLC półpreparatywne, Chromatograf cieczerwowy typu FLASH, cytometr przepływowy, oxitop, densytomer, komora laminarna, inkubator do hodowli sinic, fermentor 1L.

W ramach tematyki związanej z biodegradacją fosfonianów współpracujemy z dr hab. Hubertem Cieślińskim, prof. uczelni, z Katedry Mikrobiologii Wydziału Chemicznego Politechniki Gdańskiej, natomiast w obszarze badań nad mykossyntezą nanokrzemionki podjęliśmy współpracę z dr hab. inż. Agnieszką Saeid z Katedry Inżynierii i Technologii Procesów Chemicznych oraz z zespołem prof. Marty Kopaczyńskiej (Wydział Podstawowych Problemów Techniki, Katedra Inżynierii Biomedycznej).

W ramach realizacji projektu unijnego POIG 01.03.01-00-158/09-07, nastąpiła konsolidacja środowiska naukowego związanego z biokatalizą i dzięki temu, mimo że projekt się zakończył wciąż mamy przyjemność współpracować z naukowcami m.in. z ICHO PAN, Politechniki Warszawskiej, Politechniki Śląskiej, Politechniki Łódzkiej, IKiFP PAN. Badania nad profilowaniem biokatalitycznym sinic są podstawą nawiązania współpracy z dwoma czeskimi instytucjami badawczymi z Instytutem Botaniki Czeskiej Akademii Nauk i Instytutem Mikrobiologii w Trebon.

c) Laboratorium Bioanalitiky

W Laboratorium Bioanalitiky realizowane są badania z trzech obszarów naukowych. Do pierwszego należą badania metabolomiczne, które na Politechnice Wrocławskiej zostały rozpoczęte w Zakładzie Chemii Bioorganicznej przez prof. Piotra Młynarza w 2009 roku. Początkowo były one prowadzone jedynie przy użyciu jądrowego rezonansu magnetycznego (NMR) w laboratorium chemii organicznej, które w późniejszym czasie zostało przekształcone w pełni wyposażone laboratorium badań omicznych. Drugim obszarem są badania układów mikrofluidalnych typu lab-on-chip w zastosowaniach hodowli komórkowych i tkankowych. Badania z tego obszaru prowadzi od 2011 roku dr Roman Szafran, który w 2016 roku znalazł się w gronie najbardziej kreatywnych wrocławian. Trzecim obszarem, to badania prowadzone przez dr Rafała Petrusa, które stanowią kontynuację tematyki realizowanej pod kierunkiem prof. dr hab. Piotra Soboty na Wydziale Chemii Uniwersytetu Wrocławskiego. W chwili obecnej prowadzone badania koncentrują się na poszukiwaniu nowych obszarów zastosowań otrzymywanych związków w syntezie organicznej [27], polimeryzacji estrów cyklicznych, [28]; [29] recyklingu polimerów [30] oraz otrzymywaniu funkcjonalnych materiałów ceramicznych i hybrydowych [31]. Zespół Laboratorium bioanalitiky dołączył do Katedry Biochemii, Biologii Molekularnej i Biotechnologii w 2019 roku.

Laboratorium Bioanalitiky prowadzi szeroko zakrojone badania omiczne ze szczególnym uwzględnieniem metod metabolomicznych. Badania ukierunkowane są na analizę: materiału ludzkiego i zwierzęcego (tkanka, płyny fizjologiczne, kał, włosy), roślin, produktów spożywczych i płodów rolnych, bakterii (komórki, biofilm, płyn pohodowlany), grzybów strzępkowych (strzępki, biofilm, płyn pohodowlany) oraz komórek hodowlanych (komórki, płyn pohodowlany). Analiza obejmuje zarówno badania niecelowane – profilowanie mające na celu rozróżnienie badanych grup (analizowanych układów biologicznych) jak i analizę celowaną z wyznaczeniem związków drobnocząsteczkowych rozróżniające badane zestawy próbek. Do głównej narzędzi badawczych należą spektroskopia NMR oraz LC-MS. Analiza danych odbywa się na podstawie obliczeń statystycznych, chemometrycznych oraz uczenia maszynowego. Wyniki analizy prowadzą między innymi do: rozróżniania metabolizmu osób zdrowych i chorych, monitorowania terapii, monitorowania rozwoju choroby, stratyfikacji stanów chorobowych, szczegółowego poszukiwania zaburzonych przez czynniki zewnętrzne (patogenne stany chorobowe, stosowane leki oraz produkty naturalne, jony metali ciężkich, etc.) lub wewnętrzne (stres

oksydacyjny, procesy nowotworzenia, procesy zapalne, etc.) ścieżek metabolicznych. W kooperacji z innymi uczelniami (Uniwersytet Wrocławski, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu) prowadzimy modelowe badania translacyjne inhibitorów enzymatycznych oraz stanów chorobowych.

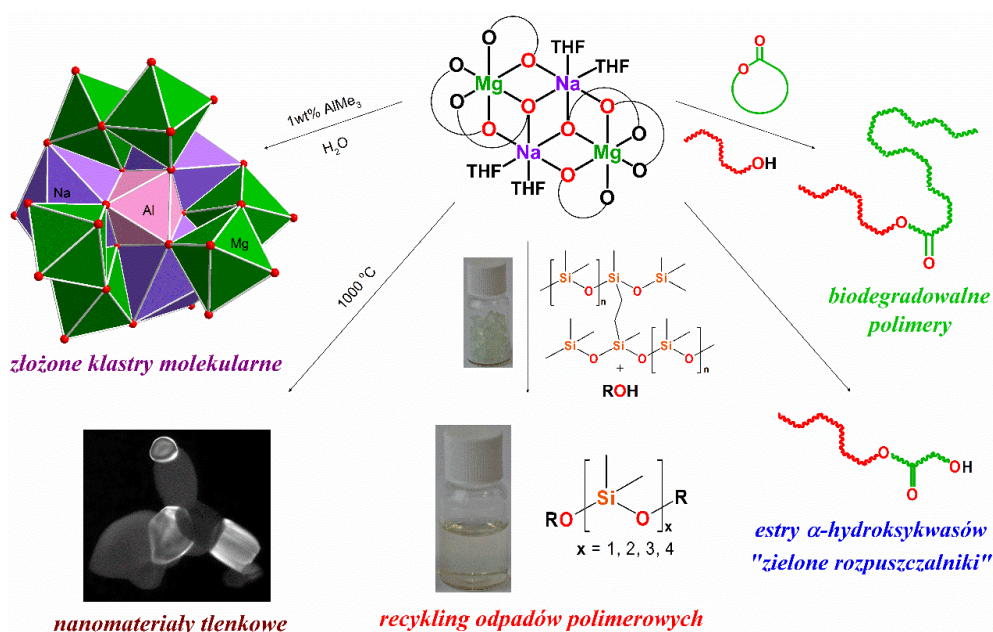
W dotychczasowej działalności posiadamy doświadczenie w rozróżnianiu osób zdrowych od pacjentów z: nowotworami (tarczycy, płuc, piersi, nerek, pęcherza) [32]; [33]; [34] reumatoidalnym zapaleniem stawów [35], chorobą Leśniowskiego Crohna, wrzodziejącego zapalenia jelita grubego [36], dziecięcą cukrzycą typu I, obturacyjną chorobą płuc oraz bezdechem sennym. Przy współpracy z uczelnianymi oraz jednostkami przemysłowymi prowadzimy badania metaboliczne oraz proteomiczne na komórkach nowotworowych oraz fibroblastach w tym: badania porównawcze pomiędzy metabolizmem nowotworów *in situ* oraz w hodowlach komórkowych, pod wpływem syntetycznych terapeutów oraz związków pochodzenia naturalnego, stanu hipoksji oraz stresu oksydacyjnego na rozwój komórek hodowlanych (nowotworowych oraz fibroblastów). Na szczególną uwagę zasługuje fakt różnicowania metabolizmu mikroorganizmów lekoopornych od lekowrażliwych za pomocą metod spektroskopowych NMR i LC-MS. W tym obszarze badań prowadzone są metabolomiczne studia nad bakteriami *Pseudomonas aeruginosa* [37] oraz grzybami strzępkowymi *Candida glabrata* i *Candida albicans*, które zostały scharakteryzowane metabolicznie. W ciągu ostatnich 5 lat laboratorium było zaangażowane w prace konsorcjum EPTHERON "Terapie epigenetyczne w onkologii" w którym liderem była firma Selvita oraz NCBR (grant no. PBS2/A8/20/2013; lider Uniwersytet Przyrodniczy). W Laboratorium realizowane są również prace zlecone oraz prace w kooperacji z innymi jednostkami naukowymi. Do kluczowych ośrodków współpracujących należą Uniwersytet Medyczny we Wrocławiu, Uniwersytet Wrocławski, Dolnośląskie Centrum Onkologii we Wrocławiu, Instytut Immunologii i Terapii Doświadczalnej PAN we Wrocławiu, Uniwersytet Medyczny w Gdańsku, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu - Collegium Medicum, Uniwersytet Śląski, Uniwersytet Medyczny w Białymstoku, Centre for Research in Biosciences, Frenchay Campus, University of the West of England.

W Laboratorium Bioanalitiky prowadzone są również badania przez dr inż. Romana Szafrana nad wykorzystaniem układów mikrofluidalnych dla różnych zastosowań, od układów komórkowych i tkankowych (ang. *tissue-on-chip*, *tumor-on-chip*), przez gradientowe układy do szybkiego screeningu leków, mikroukłady reakcyjne do testów PCR, po mikroreaktory chemiczne, mikroprzepływowe ogniwa fotowoltaiczne (μ DSSC). Ostatnim przedmiotem badań są mikroprzepływowe magazyny energii wykorzystujące polioksometalany jako nośniki elektronów i wodoru – tzw. hybrydowe przepływowe baterie redoks (RFB). Badania te zaowocowały przyznaniem kilkunastu krajowych patentów oraz międzynarodowymi wnioskami patentowymi, a jedno z rozwiązań zostało nagrodzone medalem WIPA (ang. *World Invention Intellectual Property Associations*) na międzynarodowych targach wynalazczości w Tajpej w 2013r. Poza badaniami doświadczalnymi, intensywnie rozwijane są badania numeryczne z wykorzystaniem autorskiego otwarto źródłowego oprogramowania CFD (ang. *computational fluid dynamics*) metody lattice-Boltzmann – Microflow 3D (<http://www.microflow.pwr.edu.pl/>).

Realizowana tematyka badawcza przez dr Rafała Petrusa związana jest z projektowaniem, syntezą oraz charakterystyką strukturalną i spektroskopową nowych związków kompleksowych metali z ligandami O,O'- lub N,O-donorowymi. Główne zainteresowania badawcze skoncentrowane są wokół chemii strukturalnej i reaktywności heterometalicznych związków alkoksylowych i aryloksylowych. W omówionych badaniach jako prekursorzy ligandów o zróżnicowanym charakterze atomów donorowych, budowie elektronowej i zadach sterycznych stosowane są komercyjnie dostępne funkcjonalizowane alkohole i fenole. Docelowe związki kompleksowe otrzymywane są w postaci

krystalicznej w wyniku bezpośredniej reakcji prekursorów ligandów z szeroką gamą reagentów nieorganicznych i metaloorganicznych w warunkach inertnych.

W chwili obecnej dr Rafał Petrus koncentruje się na poszukiwaniu nowych obszarów zastosowań otrzymywanych związków w syntezie organicznej, polimeryzacji estrów cyklicznych, recyklingu polimerów oraz otrzymywaniu funkcjonalnych materiałów ceramicznych i hybrydowych. Zasadniczym etapem realizowanej pracy naukowej są badania spektroskopowe i strukturalne zsyntezowanych związków, które wykorzystywane są do opisu procesów samoorganizacji zachodzących w roztworze oraz w ciele stałym. Wyniki tych badań wykorzystywane są do określenia korelacji pomiędzy budową strukturalną docelowych związków, a ich aktywnością katalityczną, lub właściwościami otrzymywanych przy ich użyciu materiałów. Wybrane zadania badawcze zrealizowane przy udziale omówionych powyżej związków przedstawiono na Rys. 4.



Rys. 4. Wybrane zadania badawcze realizowane z wykorzystaniem związków alkoksylowych/aryloksylowych metali.

Laboratorium Bioanalitiky dysponuje w pełni wyposażonym laboratorium do badań omicznych z wykorzystaniem metody NMR NMR Bruker Avance III 600 MHz, Waters Synapt G2-Si (Waters Corp., Milford, MA, USA). Laboratorium dysponuje specjalistycznym sprzętem wykorzystywanym do mikrofabrykacji systemów mikrofluidalnych, między innymi: spin coaterem Laurell Technologies WS-650-23 NPP do nanoszenia cienkich warstw na podłoża, laserową stacją ULS VLS 2.3 z modułem optycznym HPDFD do mikroobróbki materiałów, komorą plazmową Plasma Etch PE-25 do modyfikacji właściwości powierzchniowych materiałów. Dodatkowo w skład Laboratorium wchodzi infrastruktura wyposażonego laboratorium chemii organicznej.

4. Dane kontaktowe

Laboratorium Biochemii i Biologii Molekularnej: prof. Andrzej Ożyhar; andrzej.ozyhar@pwr.edu.pl;
prof. Piotr Dobryczycki; piotr.dobryczycki@pwr.edu.pl

Laboratorium Biotechnologii: prof. Ewa Zymańczyk-Duda; ewa.zymanczyk-duda@pwr.edu.pl

Laboratorium Bioanalizy: prof. Piotr Młynarz; piotr.mlynarz@pwr.edu.pl

Literatura

- [1] Kapłan T.M., Rymarczyk G., Nocula-Ługowska M., Jakób M., Kochman M., Ożyhar A.: Starmaker exhibits properties of an intrinsically disordered protein. *Biomacromolecules* 2008, 9, 2118.
- [2] Różycka M., Wojtas M., Jakób M., Stigloher C., Grzeszkowiak M., Mazur M., Ożyhar A.: Intrinsically disordered and pliable Starmaker-like protein from medaka (*Oryzias latipes*) controls formation of calcium carbonate crystals. *PLOS One* 2015, 10 e0119969.
- [3] Poznar M., Stolarski J., Sikora A., Mazur M., Olesiak-Bańska J., Brach K., Ożyhar A.: Dobryczycki, P. Fish otolith matrix macromolecule-64 (OMM-64) and its role in calcium carbonate biomineralization. *Crystal Growth & Design* 2020, 20, 5808.
- [4] Porębska A., Różycka M., Hołubowicz R., Szewczuk Z., Ożyhar A., Dobryczycki P.: Functional derivatives of human dentin matrix protein 1 modulate morphology of calcium carbonate crystals. *FASEB Journal* 2020, 34, 6147.
- [5] Kolonko M., Bystranowska D., Taube M., Kozak M., Bostock M., Popowicz G., Ożyhar A., Greb-Markiewicz B.: The intrinsically disordered region of GCE protein adopts a more fixed structure by interacting with the LBD of the nuclear receptor FTZ-F1. *Cell Communications and Signaling* 2020, 18, 180.
- [6] Skorupska A., Bystranowska D., Dąbrowska K., Ożyhar A.: Calcium ions modulate the structure of the intrinsically disordered nucleobindin-2 protein. *International Journal of Biological Macromolecules* 2020, 154, 1091.
- [7] Bystranowska D., Skorupska A., Sołtys K., Padjasek M., Krężel A., Żak A., Kaus-Drobek M., Taube M., Kozak M., Ożyhar A.: Nucleobindin-2 consists of two structural components: The Zn²⁺ - sensitive N-terminal half, consisting of nesfatin-1 and -2, and the Ca²⁺ - sensitive C-terminal half, consisting of nesfatin-3. *Computational and Structural Biotechnology Journal* 2021, 19, 4300.
- [8] Greb-Markiewicz B., Zarębski M., Ożyhar A.: Multiple sequences orchestrate subcellular trafficking of neuronal PAS domain-containing protein 4 (NPAS4). *Journal of Biological Chemistry* 2018, 239, 11255.
- [9] Greb-Markiewicz B., Kazana W., Zarębski M., Ożyhar A.: The subcellular localization of bHLH transcription factor TCF4 is mediated by multiple nuclear localization and nuclear export signals. *Scientific Reports* 2019 9 15629.
- [10] Tarczewska A., Wycisk K., Sozańska N., Ożyhar A.: Organella bezbłonowe a separacja ciecz-ciecz – metody ich badań. *Postępy Biochemii* 2020, 66 111.
- [11] Tarczewska A., Wycisk K., Orłowski M., Waligórska A., Dobrucki J., Drewniak-Świtalska M., Berlicki Ł., Ożyhar A.: Nuclear immunophilin FKBP39 from *Drosophila melanogaster* drives spontaneous liquid-liquid phase separation. *International Journal of Biological Macromolecules* 2020, 163, 108.
- [12] Tarczewska A., Kolonko-Adamska M., Zarębski M., Dobrucki J., Ożyhar A., Greb-Markiewicz B.: The method utilized to purify the SARS-CoV-2 N protein can affect its molecular properties. *International Journal of Biological Macromolecules* 2021, 188, 391.
- [13] Więch A., Tarczewska A., Ożyhar A., Orłowski M.: Metal ions induce liquid condensate formation by the F domain of *Aedes aegypti* ecdysteroid receptor. *New perspectives of nuclear receptor studies. Cells* 2021, 10, 571.

- [14] Sołtys K., Wycisk K., Ożyhar A.: Liquid-liquid phase separation of the intrinsically disordered AB region of hRXR gamma is driven by hydrophobic interactions. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2021, 183, 936.
- [15] Wiczorek E., Bezara P., Ożyhar A.: Deep blue fluorescence reveals the instability of human transthyretin. *International Journal of Biological Macromolecules* 2021, 191, 492.
- [16] Hołubowicz R., Ożyhar A., Dobryczycki P.: Molecular mechanisms of calcium induced trimerization of C1q-like domain of otolin-1 from human and zebrafish. *Scientific Reports* 2021, 11, 12778.
- [17] Szmigiela-Merena B., Brzezińska-Rodak M., Klimek-Ochab M., Majewska P., Zymanczyk-Duda E.: Half-preparative scale synthesis of (S)-1-Phenylethane-1,2-Diol as a result of 2-phenylethanol hydroxylation with *Aspergillus niger* (IAFB 2301) assistance, *Symmetry* 2020, 12, 989.
- [18] Serafin-Lewańczuk M.A., Brzezińska-Rodak M., Lubiak K.D., Majewska P., Klimek-Ochab M., Olszewski T.K., Żymaniak-Duda E.: Phosphonates enantiomers receiving with fungal enzymatic systems. *Microbial Cell Factories* 2021, 20, 1.
- [19] Lubiak-Kozłowska K., Brzezińska-Rodak M., Klimek-Ochab M., Olszewski T.K., Serafin-Lewańczuk M.A., Żymaniak-Duda E.: (S)-Thienyl and (R)-Pirydył phosphonate Derivatives Synthesized by Stereoselective Resolution of Their Racemic Mixtures With *Rhodotorula mucilaginosa* (DSM 70403) - Scaling Approaches. *Frontiers in Chemistry* 2020, 8, 1.
- [20] Żymaniak-Duda E., Dunał N., Brzezińska-Rodak M., Osiewała A., Olszewski T.K., Klimek-Ochab M., Serafin-Lewańczuk M.A.: First biological conversion of chiral heterophosphonate derivative - scaling and paths of conversion discussion. *Bioorganic Chemistry*. 2019, 93, 1.
- [21] a) Górak M., Żymaniak-Duda E.: Application of cyanobacteria for chiral phosphonates synthesis. *Green Chemistry*. 2015, 17, 4570. b) Górak M., Żymaniak-Duda E.: Reductive activity of free and immobilized cells of cyanobacteria toward oxophosphonates - comparative study. *Journal of Applied Phycology* 2017, 29, 245.
- [22] a) Majewska P.: Biocatalytic hydrolysis of diethyl 1-butyryloxy-1-carboxymethylphosphonate and determination of the absolute configuration of obtained products. *Journal of Molecular Structure*. 2021, 1225, 1. b) Majewska P. Lipase-catalyzed kinetic resolution of dimethyl and dibutyl 1-butyryloxy-1-carboxymethylphosphonates. *Catalysts* 2021, 11, 1.
- [23] a) Majewska P.: Hydroxyphosphinylacetic acid as a chiral auxiliary compound. *Phosphorus, Sulfur, and Silicon and the Related Elements* 2019, 194, 585. b) Majewska P.: The new way to synthesize ethyl 1-butyryloxy-1-phenylmethane(P-phenyl)phosphinate and whole-cell biocatalysis by *Escherichia coli* and *Pseudomonas fluorescens*. *Phosphorus, Sulfur, and Silicon and the Related Elements* 2019, 194, 1048.
- [24] Stosiek N., Terebieniec A., Ząbek A.K., Młynarz P., Cieśliński H., Klimek-Ochab M.: N-phosphonomethylglycine utilization by the psychrotolerant yeast *Solicocozyma terricola* M 3.1.4. *Bioorganic Chemistry* 2019, 93, 102866.
- [25] Stosiek N., Talma M., Klimek-Ochab M.: Carbon-phosphorus lyase-the state of the art. *Applied Biochemistry and Biotechnology* 2020, 190, 1525.
- [26] Pięła A., Żymaniak-Duda E., Brzezińska-Rodak M., Duda M., Grzesiak J., Saeid A., Mironiuk M.M., Klimek-Ochab M.: Biogenic synthesis of silica nanoparticles from corn cobs husks. Dependence of the productivity on the method of raw material processing. *Bioorganic Chemistry* 2020, 99, 103773.
- [27] Petrus R., Fałat P., Sobota P.: Use of lithium aryloxides as promoters for preparation of α -hydroxy acid esters. *Dalton Transaction* 2020, 49, 866.

- [28] Petrus R., Utko J., Sobota P.: Structural analysis and catalytic activity of tetranuclear metal carboxylate clusters with a $[KZn_3(\mu_3-OH)(OOCPh_3)_6]$ or $[Zn_4(\mu_4-O)(OOCPh_3)_6]$ central motif. *New Journal of Chemistry* 2020, 44, 13771
- [29] Petrus R., Sobota P.: A new, simple, and efficient strategy for the preparation of active antifungal biodegradable materials: Via ring-opening polymerization of L-lactide with zinc aryloxides. *Dalton Transaction* 2019, 48, 8193.
- [30] Petrus R., Utko J., Gnińska R., Fleszar M. G., Lis T., Sobota P.: Solvothermal Alcoholysis Method for Recycling High-Consistency Silicone Rubber Waste. *Macromolecules* 2021, 54, 2449.
- [31] Petrus R., Chomiak K., Utko J., Bieńko A., Lis T., Sobota P.: Heterometallic Group 4-Lanthanide Oxo-alkoxide Precursors for Synthesis of Binary Oxide Nanomaterials. *Inorganic Chemistry* 2020, 59, 16545.
- [32] Wojtowicz W., Zabek A., Deja S., Dawiskiba T., Pawełka D., Głód M., Balcerzak W., Młynarz P.: Serum and urine 1H NMR-based metabolomics in the diagnosis of selected thyroid diseases. *Scientific Reports* 2017, 1, 1.
- [33] Deja S., Porębska I., Kowal A., Zabek A., Barg W., Pawełczyk K., Stanimirowa I., M. Daszykowski, Korzeniewska A., Jankowska R., Młynarz P.: Metabolomics provide new insights on lung cancer staging and discrimination from chronic obstructive pulmonary disease. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* 2014, 100, 369.
- [34] Deja S., Litarski A., Mielko K.A., Pudełko-Malik N., Wojtowicz W., Zabek A., Szydełko T., Młynarz P.: Gender-Specific Metabolomics Approach to Kidney Cancer. *Metabolites* 2021, 11, 767.
- [35] Bogunia-Kubik K., Wojtowicz W., Świerkot J., Mielko K.A., Qasem B., Wielińska J., Sokolik R., Pruss Ł., Młynarz P.: Disease differentiation and monitoring of anti-tnf treatment in rheumatoid arthritis and spondyloarthropathies. *International Journal of Molecular Sciences* 2021, 22, 7389.
- [36] Dawiskiba T., Deja S., Mulak A., Zabek A., Jawień E., Pawełka D., Banasik M., Mastalerz-Migas A., Balcerzak W., Kaliszewski K., Skóra J., Barc P., Korta K., Pormańczuk K., Szyber P., Litarski A., Młynarz P.: Serum and urine metabolomic fingerprinting in diagnostics of inflammatory bowel diseases. *World Journal of Gastroenterology* 2014, 20, 163.
- [37] Mielko K.A., Jabłoński S.J., Pruss Ł., Sands D., Łukaszewicz M., Młynarz P.: Metabolomics comparison of drug-resistant and drug-susceptible *Pseudomonas aeruginosa* strain (Intra- and extracellular analysis). *International Journal of Molecular Sciences* 2021, 22, 10820.

Ida CHOJNACKA, Anna DZIMITROWICZ, Krzysztof GRĘDA, Piotr JAMRÓZ, Anna LEŚNIEWICZ, Katarzyna OCHROMOWICZ, Magdalena PILŚNIAK-RABIEGA, Paweł POHL, Iwona RUTKOWSKA, Leszek RYCERZ, Anna SZYMCZYCHA-MADEJA, Maja WEŁNA, Katarzyna WINIARSKA i Monika ZABŁOCKA-MALICKA

Katedra Chemii Analitycznej i Metalurgii Chemicznej, Wydział Chemiczny, Politechnika Wrocławska, Wrocław

1. Wstęp

Katedra Chemii Analitycznej i Metalurgii Chemicznej (od 2019 r.), a wcześniej Zakład o tej samej nazwie, funkcjonuje w strukturze Wydziału Chemicznego Politechniki Wrocławskiej od 2015 r. Jednostka powstała z połączenia Zakładu Chemii Analitycznej [1] kierowanego przez pana prof. Pawła Pohla oraz Zakładu Metalurgii Chemicznej kierowanego przez pana prof. Leszka Rycerza. Kierownikiem jednostki od 2015 r do chwili obecnej jest prof. Paweł Pohl.

2. Profil badawczy Katedry

Badania prowadzone przez pracowników Katedry będą dwutorowe i są związane z genezą jej powstania. W przypadku pracowników należących do Zespołu Chemii Analitycznej (w kolejności alfabetycznej: dr inż. A. Dzimitrowicz (ORCID 0000-0003-1072-8989), dr inż. K. Gręda (ORCID 0000-0001-8903-6023), dr hab. inż. P. Jamróż, prof. PWR (ORCID 0000-0003-3813-9350), dr inż. A. Leśniewicz (ORCID 0000-0003-1231-3349), prof. dr hab. inż. P. Pohl (ORCID 0000-0003-1844-7188), dr hab. inż. A. Szymczycha-Madeja, prof. PWR (ORCID 0000-0003-2670-5394), dr hab. inż. M. Wełna, prof. PWR (ORCID 0000-0001-7437-3844) prace naukowe mieszczą się w obszarze *chemii analitycznej, spektrometrii atomowej, jak również analizy i chemii żywności, czy fizykochemii i spektrochemii plazmy*. Ich celem jest m.in.:

- i)* opracowanie i walidowanie nowych, alternatywnych metod analizy wielopierwiastkowej próbek środowiskowych i żywności, w szczególności produktów pochodzenia naturalnego, napojów, nutraceutyków czy suplementów diety, leków pochodzenia naturalnego i syntetycznego, z zastosowaniem metod spektrometrycznych (FAAS, GFAAS, ICP OES, ICP MS), w których na etapie przygotowania próbek do pomiaru całkowitych stężeń pierwiastków ich rozkłady wysokotemperaturowe zastępowane są technikami ekstrakcyjnymi, w tym ekstrakcją wspomaganą energią ultradźwiękową lub mikrofalową, ekstrakcją rozpuszczalnikową, ekstrakcją do fazy stałej, ekstrakcją enzymatyczną czy ekstrakcją do punktu zmętnienia; stosowane są również rozkłady mokre w układach otwartych lub zamkniętych wspomaganymi energią mikrofalową, czy spopielenie próbek; metody detekcji sprzęga się z układami do generowania wodorków (HG) lub zimnych par rtęci (CVG);
- ii)* opracowanie i walidowanie metod analitycznych, które umożliwiają oznaczanie całkowitych stężeń pierwiastków z uwzględnieniem ich frakcjonowania i specjacji w analizowanych próbkach; opracowane metody przydatne są do oceny jakości produktów i półproduktów, oceny wartości odżywczych produktów żywnościowych, oceny biodostępności i bioprzyswajalności pierwiastków w produktach żywnościowych, (bio)monitoringu pierwiastków oraz oceny ich mobilności i toksyczności;
- iii)* diagnostyka spektroskopowa plazmowych i wyładowczych źródeł wzbudzenia, jak również opracowanie nowych, zminiaturyzowanych źródeł wzbudzenia, np. wyładowania jarzeniowego generowanego pod ciśnieniem atmosferycznym w kontakcie z cieczą (APGD), wyładowania

barierowego (DBD), stosowanych w analizie pierwiastkowej metodą optycznej spektrometrii emisyjnej (OES); określana jest charakterystyka spektroskopowa i analityczna alternatywnych źródeł wzbudzenia, optymalizowane są zachodzące w nich procesy atomizacji i wzbudzenia celem poprawy charakterystyki analitycznej i praktycznego zastosowania w analizie spektrochemicznej;

iv) analiza substancji krystalicznych i polikrystalicznych metodą proszkowej dyfrakcji rentgenowskiej (XRD), a także określanie składu fazowego i struktur występujących w badanych materiałach (m.in. farmaceutyki, stopy metali, numizmaty, materiały geologiczne i budowlane, popioły);

v) opracowanie niekonwencjonalnych metod syntezy nanocząstek metalicznych (Au, Ag, Au-Ag, Pt, Pd, Ru, Fe₃O₄, ZnO) z zastosowaniem zimnej plazmy atmosferycznej, naturalnych olejków eterycznych lub ekstraktów roślinnych; otrzymane nanocząstki są charakteryzowane pod względem właściwości optycznych i granulometrycznych;

vi) zastosowanie plazm atmosferycznych w inżynierii środowiska i inżynierii biomedycznej, np. do oczyszczania wód z zanieczyszczeń organicznych i nieorganicznych, eradykacji bakterii chorobotwórczych;

vii) badanie oddziaływań zimnych plazm atmosferycznych z układami biologicznymi w celu opracowania niekonwencjonalnych terapii leczenia trudno gojących się ran i nowotworów;

viii) zastosowanie zimnej plazmy atmosferycznej w przetwórstwie żywności oraz agrotechnice, m.in. do produkcji żywności funkcjonalnej o zwiększonym czasie przydatności do spożycia, do eradykacji fitopatogenów roślinnych, do przyspieszenia kiełkowania i wzrostu roślin.

Pracownicy Zespołu Metalurgii Chemicznej (w kolejności alfabetycznej: dr inż. I. Chojnacka (ORCID 0000-0003-2564-2934), dr inż. K. Ochromowicz (ORCID 0000-0002-6342-0091), dr inż. M. Piłśniak-Rabiega (ORCID 0000-0002-6062-4160), dr inż. I. Rutkowska (ORCID 0000-0002-2209-3418), prof. dr hab. L. Rycerz (ORCID 0000-0002-2796-848X), dr inż. K. Winiarska (ORCID 0000-0001-8825-1346), dr inż. M. Zabłocka-Malicka (ORCID 0000-0003-2289-4706) zajmują się następującą tematyką naukowo-badawczą:

i) badanie procesów fizykochemicznych związanych z termicznym przekształcaniem odpadów dla odzysku surowcowego, przede wszystkim metali; w szczególności badany jest proces zgazowania w atmosferze pary wodnej, pozwalający na pełne usunięcie form organicznych z przetwarzanych odpadów do fazy gazowej bez udziału powietrza i uzyskanie półproduktów o korzystnych właściwościach dla przeróbki piro- lub hydrometalurgicznej; gaz procesowy może być, ze względu na potencjalnie dużą zawartość H₂, wykorzystany jako jego źródło;

ii) wyznaczanie termodynamicznych właściwości układów podwójnych LnX₃-MX oraz LnX₃-LnX₃ (gdzie Ln - lantanowiec, M - litowiec, X - fluorowiec), takich jak entalpie i temperatury przemian fazowych, ciepło molowe, ciepła rozpuszczania, entalpie mieszania, wyznaczanie wykresów fazowych, funkcji termodynamicznych, itp.; dodatkowo wykonuje się pomiary przewodnictwa elektrycznego stopionych soli;

iii) badanie zastosowania ługowania w warunkach atmosferycznych i hydrotermalnych do odzysku miedzi oraz metali towarzyszących z koncentratów produkowanych w zakładach KGHM Polska Miedź S. A., dodatkowo hydrotermalnego wydzielania związków metali z roztworów po ługowaniu i ekstrakcyjnego wydzielania metali z roztworów;

iv) zastosowanie podstawowych metod flotacyjnych do koncentracji jonów metali z roztworów wodnych i selektywnego wydzielania jonów metali z roztworów po ługowaniu materiałów i substancji odpadowych;

v) odzyskiwanie lantanowców z materiałów odpadowych (opracowanie procesu technologicznego przeróbki, m.in., magnezów stałych z twardych dysków komputerowych);

vi) wytwarzanie cienkowarstwowych powłok tlenkowych metodą zol-żel na różnych podłożach; badania obejmują optymalizację warunków wytwarzania tych powłok, prowadzących do otrzymania materiałów o pożądanych cechach użytkowych (optycznych, ochronnych, antykorozyjnych) oraz określenie ich właściwości fizykochemicznych;

vii) synteza i określanie właściwości sorpcyjnych i desorpcyjnych nowych żywic polimerowych, dodatkowo selektywne wydzielanie metali szlachetnych z zastosowaniem ekstrakcji rozpuszczalnikowej i sorpcji na żywicach polimerowych.

W ostatnich 5 latach pracownicy Katedry pozyskali fundusze na realizację własnych projektów naukowo-badawczych z Narodowego Centrum Nauki (NCN), Narodowej Agencji Wymiany Akademickiej (NAWA), czy innych podmiotów naukowych lub gospodarczych, tj.:

1. *Zastosowanie zimnej plazmy atmosferycznej w procesie gojenia ran na modelach in vitro oraz in vivo* (KNOW, 2017-2018, współpraca z prof. A. Klimczak, Instytut Immunologii i Terapii Doświadczalnej, PAN, Wrocław)

2. *Zastosowanie mikrowyładowania jarzeniowego generowanego pod ciśnieniem atmosferycznym w kontakcie z przepływającym roztworem do syntezy nanostruktur metalicznych o określonych właściwościach optycznych i granulometrycznych* (NCN, 2015-2018)

3. *Spektroskopowa i analityczna charakterystyka mikrowyładowania jarzeniowego generowanego w strudze gazowej będącej w kontakcie z przepływającą ciekłą anodą* (NCN, 2018-2020, współpraca z prof. J. Franzke, Leibniz-Institut für Analytische Wissenschaften - ISAS, Dortmund, Niemcy)

4. *Etude des systems solides et liquids a base de bromures de lanthanides a haute temperatures* (Université de Béjaïa, 2018-2022, współpraca z prof. M. Berkani, Université de Béjaïa, Bidzaja, Algeria)

5. *Wykonanie prób badawczych z określeniem ubytku fosforu i kadmu w próbkach* (Grupa Azoty S.A., 2019-2020)

6. *Wyładowanie barierowe generowane w aerozolu próbki do odparowania roztworu i chemicznego tworzenia lotnych indywiduów - nowe i uniwersalne systemy wprowadzania próbek do czułych i wolnych od interferencji wielopierwiastkowych analiz metodą ICP-MS* (NCN, 2020-2023)

7. *Przeprowadzenie badań laboratoryjnych definiujących poziom czystości poszczególnych związków cynkowych z przerobu koncentratu Pb-Zn”* (KGHM Polska Miedź S.A., 2020-2021)

8. *Zastosowanie zimnych plazm atmosferycznych generowanych w kontakcie z przepływającym roztworem do bezpośredniej degradacji antybiotyków oraz obniżenia oporności wielolekowej w środowisku naturalnym* (NCN, 2020-2023, współpraca z prof. P. Stepnowskim, Wydział Chemii, Uniwersytet Gdański, Gdańsk)

9. *Ocena zawartości pierwiastków ziem rzadkich zawartych w nieczynnych OUOW oraz potencjalnych miejsc ich koncentracji w ciągu technologicznym KGHM PM S.A.* (KGHM Polska Miedź S.A., 2022)

10. *Zbadanie antibakteryjnych właściwości roztworów post-plazmowych uzyskiwanych za pomocą zimnych plazm atmosferycznych względem ekonomicznie istotnych fitopatogenów oraz wpływu tych cieczy na wzrost roślin uprawnych* (NCN, 2020-2023, współpraca z prof. E. Łojkowską, Międzyuczelniany Wydział Biotechnologii, Uniwersytet Gdański i Gdański Uniwersytet Medyczny, Gdańsk)

11. *Application of cold atmospheric pressure plasmas in the preparation and modification of biopolymer hydrogels and thin films* (NAWA, 2022-2024, współpraca z prof. M. Bonini, Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Chimica “Ugo Schiff”, Florencja, Włochy)

3. Potencjał badawczy Katedry

Pracownicy Zespołu Chemii Analitycznej dysponują trzema typami laboratoriów. Są to:

LABORATORIA CHEMICZNE – dostosowane do przygotowania próbek do analiz pierwiastkowych i specyjalnych oraz przechowywania odczynników i próbek analitycznych. Na ich wyposażeniu znajduje się następujący sprzęt i urządzenia pomocnicze:

1. mineralizatory mikrofalowe do mokrego rozkładu i ekstrakcji różnego rodzaju próbek w systemie zamkniętym MLS-1200 (Milestone) i Multiwave Pro (Anton Paar);
2. mineralizatory – bloki grzewcze DigiPREP Jr. i MINI (SCP Science) z regulacją temperatury do mokrego rozkładu i ekstrakcji próbek w układzie otwartym;
3. młynek kriogeniczny/pulweryzator 6775 (SPEX SamplePrep) do homogenizowania różnorodnych próbek w ciekłym azocie;
4. Liofilizator Alpha 1-2 LD plus (Martin Christ) do specjalistycznego suszenia próbek,
5. młynek mikroplanetarny Pulverisette 7 (Fritsch) do szybkiego i bezstratnego mielenia na sucho i mokro różnego rodzaju materiałów;
6. wagosuszarki, np. model HE73 (Metler Toledo), do określania wilgotności próbek;
7. łaźnie ultradźwiękowe z regulacją czasu i temperatury, np. Sonic14 i Sonic22 (Polsonic), UltrasonsH (JP Selecta), służące do ekstrakcji próbek wspomaganą energią ultradźwiękową;
8. łaźnie wodne z wytrząsaniem, np. model 357 (Elpin Plus), z regulacją prędkości obrotowej i temperatury;
9. wirówki laboratoryjne, np. model 350 (MPW Med. Instruments).

LABORATORIA POMIAROWE – wyposażone w następujące urządzenia pomiarowe:

1. spektrometr absorpcji atomowej contrAA 700 (Analytik Jena AG) z ciągłym źródłem promieniowania, umożliwiającą pracę w technice płomieniowej (FAAS) oraz bezpłomieniowej z kuchenką grafitową (GFAAS), i dodatkowym wyposażeniem w postaci generatora wodorków i zimnych par rtęci z automatycznym podajnikiem próbek;
2. spektrometr absorpcji atomowej FAAS Perkin Elmer 1100B (Perkin Elmer);
3. jednoczesny optyczny spektrometr emisyjny z plazmą indukcyjnie sprzężoną ICP OES Agilent 720 (Agilent) z poziomą obserwacją plazmy oraz polichromatorem z układem optycznym typu Echelle i kamerą CCD oraz przystawką VGA-77P (Agilent) do generowania wodorków i zimnych par rtęci;
4. sekwencyjny optyczny spektrometr emisyjny ICP OES JY 38S (Jobin Yvon) z systemem szybkiej rejestracji widm IMAGE;
5. spektrometr mas z plazmą indukcyjnie sprzężoną ICP MS Agilent 7500cx (Agilent);
6. rentgenowski dyfraktometr proszkowy X-Pert (Philips).

LABORATORIUM ZAAWANSOWANYCH PROCESÓW PLAZMOCHEMICZNYCH – wyposażone w następujące urządzenia pomiarowe oraz pomocnicze:

1. analizator wielkości cząstek i potencjału zeta LiteSizer 500 (Anton Paar);
2. analizator węgla całkowitego (TOC) i azotu (TN) wraz z automatycznym podajnikiem próbek Multi C/N 3100 (Analytik Jena);
3. spektrofluorymetr FT-500 (Jasco) wraz z czytnikiem płytek;
4. dwuwiązkowy spektrometr UV-VIS Specord 210 Plus (Analytik Jena) wyposażony w system kuchenki przepływowej wraz z pompą perystaltyczną oraz kwarcową sondą światłowodową;

5. monochromatory do sekwencyjnej (JY Triax 320 z fotopowielaczem) lub jednoczesnej (Andor Shamrock 500i z kamerą CCD) rejestracji promieniowania oraz zminiaturyzowane monochromatory (np. Avantes, BWTek);
6. generatory zimnej plazmy atmosferycznej (zmiennoprądowe, stałoprądowe, mikrofalowe) autorskich konstrukcji;
7. wysokorozdzielcze oscyloskopy wraz z sondami wysokonapięciowymi oraz prądowymi.

Wyposażenie laboratoriów stanowią ponadto: rozpylacz ultradźwiękowy CETAC 5000+, komory laminarne, cyfrowe i analogowe przepływomierze masowe, pompy strzykawkowe i (mikro)pompy perystaltyczne do dozowania cieczy.

Pracownicy Zespołu Metalurgii Chemicznej dysponują następującymi laboratoriami:

PRACOWNIA ANALIZY TERMICZNEJ I KALORYMETRII, wyposażona w:

1. modułowy, wysokotemperaturowy kalorymetr MHTC 96 (Setaram) z możliwością zastosowania detektora „3D” Heat Flux do pomiarów metodą różnicowej kalorymetrii skaningowej (DSC) do 1600 °C, detektora typu „drop” do pomiarów ciepła np. rozpuszczania do 1500 °C oraz termowagi do pomiarów TGA z możliwością jednoczesnego pomiaru DSC lub DTA do 1600 °C;
2. różnicowy kalorymetr skaningowy LABSYS evo DSC (Setaram) do pomiarów w zakresie 20-1600 °C z możliwością pomiarów ciepła molowego;
3. spektrometr FTIR TENSOR 27 (Bruker) z możliwością podłączenia do kalorymetru MHTC 96;
4. kalorymetr DSC 92 (Setaram) do pracy w zakresie temperatur od –150 °C do 600 °C.

LABORATORIUM PROCESÓW HYDROMETALURGICZNYCH, wyposażone w:

1. spektrometr absorpcji atomowej FAAS SpectrAA 20Plus (Varian);
2. reaktory ciśnieniowe do badania procesów hydrotermalnych (Parr Instrument Company);
3. reaktory szklane z mieszaniem i regulacją temperatury do badania procesów ługowania w warunkach atmosferycznych.

W strukturze Katedry znajduje się również **Laboratorium Procesów Hydrometalurgicznych** zlokalizowane w Kompleksie GEO-3EM – Energia-Ekologia-Edukacja, powstałym ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Dolnośląskiego na lata 2014-2020. Strona tego laboratorium jest pod adresem <https://pwr.edu.pl/badania/geo-3em/laboratorium-procesow-hydrometalurgicznych>.



4. Dane kontaktowe Katedry

Katedra Chemii Analitycznej i Metalurgii Chemicznej (<http://www.zcha.pwr.wroc.pl>)

Wydział Chemiczny Politechniki Wrocławskiej

wyb. Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław

Sekretariat: mgr inż. Katarzyna Hrycyk
bud. A2, pok. 121, tel./fax: 71 320 2534
email: katarzyna.hrycyk@pwr.edu.pl

Kierownik prof. dr hab. inż. Paweł Pohl
( 35614828300;  Pawel-Pohl)
bud. A2, pok. 125a, tel.: 71 320 2494
email: pawel.pohl@pwr.edu.pl

Literatura

[1] Borkowska-Burnecka J.: *Chemia analityczna na Wydziale Chemicznym Politechniki Wrocławskiej*, Wiadomości Chemiczne, 2021, nr 75, zeszyt specjalny poświęcony jubileuszowi 75-lecia Wydziału Chemicznego PWr, str. 25-40.

Prezentacja Katedry Chemii Biologicznej i Bioobrazowania
Wydziału Chemicznego Politechniki Wrocławskiej (K15)

Marcin PORĘBA, Paulina KASPERKIEWICZ, Daniel STRUB, Stanisław LOCHYŃSKI, Marcin DRĄG

*Katedra Chemii Bioorganicznej i Bioobrazowania, Wydział Chemiczny, Politechnika Wrocławska,
Wrocław*

1. Wstęp

Katedra Chemii Biologicznej i Bioobrazowania powstała w 2020 roku w wyniku połączenia grup badawczych prof. Marcina Drąga (kierownik) oraz prof. Stanisława Lochyńskiego (zastępca). Obecnie w obrębie Katedry działają 4 zespoły badawcze:

- a) Grupa **prof. Marcina Drąga** zajmująca się wykorzystaniem nienaturalnych aminokwasów do projektowania małowzrostkowych substratów, inhibitorów oraz markerów chemicznych dla medycznie ważnych enzymów proteolitycznych. W 2014 roku grupa ta opracowała autorską technologię do profilowania specyficzności substratowej enzymów proteolitycznych opartą o kombinatoryczne biblioteki substratów fluorogenicznych zawierające naturalne i nienaturalne aminokwasy, zwaną HyCoSuL (ang. *Hybrid Combinatorial Substrate Library*). Do tej pory technologia ta została wykorzystana do określenia preferencji katalitycznych ponad 100 enzymów proteolitycznych [1].
- b) Grupa **prof. Stanisława Lochyńskiego** zajmująca się wykorzystaniem surowców naturalnych do otrzymywania nowych związków chemicznych o wysokiej wartości dodanej oraz badaniem ich właściwości [2-7].
- c) Grupa **dr inż. Pauliny Kasperkiewicz** zajmująca się badaniem heterogeniczności neutrofilii oraz rolą enzymów proteolitycznych w białych komórkach krwi [8-10].
- d) Grupa **dr hab. inż. Marcina Poręby** badająca diagnostyczny i terapeutyczny potencjał enzymów proteolitycznych za pomocą cytometrii masowej oraz małowzrostkowych markerów chemicznych [11-13].

2. Profil badawczy Katedry

2.1. Prof. Marcin Drąg

Profesor **Marcin Drąg** jest założycielem i kierownikiem Katedry Chemii Biologicznej i Bioobrazowania na Politechnice Wrocławskiej, która aktualnie jest światowym liderem w wizualizacji enzymów proteolitycznych. Jego cała kariera zawodowa jest związana z Politechniką Wrocławską, począwszy od studiów doktoranckich pod opieką prof. Pawła Kafarskiego (2003), poprzez uzyskanie stopnia doktora habilitowanego (2011), aż po uzyskanie tytułu profesora nauk chemicznych (2016). W trakcie swojej kariery prof. Drąg odbył liczne naukowe staże zagraniczne, a najważniejszym z nich był 3-letni pobyt w jednym z najlepszych instytutów naukowych na świecie, Sanford Burnham Institute w San Diego w USA (2005-2008) w laboratorium prof. Guya Salvesena, światowego autorytetu i lidera w dziedzinie badań mechanizmów kontrolowanej śmierci komórki. Po odbyciu tego stażu prof. Drąg wrócił na Politechnikę Wrocławską, gdzie założył swój zespół badawczy pracujący nad proteazami [9, 14, 15]. Enzymy te odpowiadają m.in. za rozwój wielu chorób, w tym nowotworów, cukrzycy, chorób neurodegeneracyjnych, czy chorób pasożytniczych i wirusowych. W swoich badaniach prof.

Drąg skupił się na opracowaniu całkowicie nowej technologii chemicznej do określenia preferencji katalitycznych tych enzymów. Strategię tę można zobrazować jako poszukiwanie związku chemicznego (klucza), który idealnie pasowałby do miejsca aktywnego enzymu (zamek). Technologia ta opiera się na szerokiej palety nienaturalnych aminokwasów w kombinatorycznych bibliotekach substratów fluorogenicznych. Takie aminokwasy znacząco zwiększają szansę na znalezienie idealnego „klucza” do „zamka”. Technologia opracowana przez prof. Drągą zyskała swoją własną nazwę „HyCoSuL” ang. *Hybrid Combinatorial Substrate Library* [1]. Jest to bardzo uniwersalna technologia o szerokich zastosowaniach w naukach chemicznych, biologicznych i medycznych. W okresie ostatnich 5 lat, wiele grup badawczych z najlepszych instytutów badawczych (Uniwersytet Stanforda, Uniwersytet Harvarda, Uniwersytet Cambridge) oraz wiodących firm farmaceutycznych (Genentech/Roche, Novartis, Novo Nordisk, BASF, Cambridge Protein Works) podjęło współpracę z grupą prof. Drągą dotyczącą określenia specyficzności substratowej medycznie ważnych enzymów za pomocą technologii HyCoSuL. Za opracowanie tej technologii, prof. Drąg otrzymał w 2019 roku Nagrodę Fundacji na Rzecz Nauki Polskiej w obszarze Nauk Chemicznych i o Materiałach, będąc jednocześnie jednym z najmłodszych laureatów tej Nagrody. Ponadto, w uznaniu za wybitny wkład w rozwój badań nad enzymami proteolitycznymi, prof. Drąg otrzymał w 2018 roku stanowisko profesora w instytucie Sanford Burnham Prebys Medical Discovery Institute w San Diego, w którym w latach 2005-2008 odbywał staż podoktorski. Publikacje z wynikami zastosowania technologii HyCoSuL ukazywały się wielokrotnie w tak prestiżowych czasopismach jak *Journal of the American Chemical Society*, *Angewandte Chemie*, *PNAS*, *Chemical Science*, *Cell Death and Differentiation*, *Nature Chemical Biology*, *Science Advances*, *ACS Chemical Biology*, *Antiviral Research* czy *Journal of Medicinal Chemistry*. Co więcej, prof. Drąg opisał całą technologię w prestiżowym *Nature Protocols* [1]. Jest to pierwsza praca z Polski z chemii, gdzie pierwszy i korespondencyjny autor są Polakami. Prof. Drąg jest także autorem publikacji w prestiżowym *Chemical Reviews* [16].

W ostatnim czasie zespół prof. Drągą jako pierwszy na świecie, wykorzystując technologię HyCoSuL, określił preferencje katalityczne enzymu SARS-CoV-2 M^{pro}, który jest kluczowy dla inwazji i replikacji wirusa, co w następstwie prowadzi do choroby COVID-19 [17]. Co więcej, badania te pozwoliły na stworzenie markera chemicznego, służącego do bezpośredniej wizualizacji zakażonych komórek w próbkach pobranych od pacjentów, a powstałe substraty i inhibitor zostały skomercjalizowane przez japoński Peptide Institute na podstawie umowy komercyjnej z Politechniką Wrocławską. Niedługo później, w jego laboratorium określono preferencje katalityczne drugiej proteazy koronawirusa, SARS-CoV-2 PL^{pro}, która jest niezbędna dla inwazji i replikacji wirusa [18]. Badania te mają bowiem bardzo duży potencjał aplikacyjny w kontekście projektowania struktur wiodących dla opracowania leków oraz szybkich, przesiewowych testów diagnostycznych działających w oparciu o aktywność obu proteaz. Warto zaznaczyć, że pierwszy lek na COVID-19 o nazwie handlowej Paxlovid zawiera inhibitor proteazy M^{pro} (Nirmatrelvir), który w swojej strukturze (pozycja P3) ma jeden z nienaturalnych aminokwasów (tert-leucynę) zidentyfikowany w grupie prof. Drągą.

Lista projektów naukowych:

- a) Grant **HARMONIA** 2019-2022 „Wykorzystanie lantanowców w markerach do równoległej detekcji aktywności enzymów proteolitycznych” 2018/30/M/ST5/00440, Narodowe Centrum Nauki
- b) Grant **SZYBKĄ ŚCIEŻKĄ dostępu do funduszy na badania nad COVID-19** 2021-2022 „Retargetowanie znanych leków w kierunku proteaz uczestniczących w rozwoju choroby COVID-19”, Narodowe Centrum Nauki

- c) Grant **TEAM-NET** 2019-2024 „FIX-Net: Wyleczymy Neutropenię” Fundacja na Rzecz Nauki Polskiej. Lider projektu/konsorcjum: prof. Wojciech Młynarski, Uniwersytet Medyczny w Łodzi.
- d) Grant **TEAM** 2018-2022 „Wyzwania w projektowaniu selektywnych markerów do obrazowania enzymów proteolitycznych” Fundacja na Rzecz Nauki Polskiej.

2.2. Prof. Stanisław Lochyński

Profesor Stanisław Lochyński jest zastępcą kierownika w Katedry Chemii Biologicznej i Bioobrazowania na Politechnice Wrocławskiej. Jego kariera jest również związana w całości z Politechniką Wrocławską, począwszy od uzyskania stopnia doktora (1980), doktora habilitowanego (2004), a także tytułu profesora nauk chemicznych (2012). Profesor Stanisław Lochyński odbył dwa staże zagraniczne, jeden w Texas Tech University w Lubbock, USA (1988-1990) oraz w Technische Universität Berlin (1991). W swojej pracy naukowej zajmował się on i obecnie zajmuje wykorzystaniem surowców terpenowych do syntezy związków o właściwościach zapachowych, nowych bioracjonalnych insektycydów, będących analogami pyretroidów, juwenoidów i deterentów pokarmowych, a także preparatów o aktywności farmakologicznej, w szczególności związków o aktywności kardiotropowej, neuromodulatorowej i miejscowo-znieczulającej. Prof. Lochyński od 20 lat jest członkiem Międzynarodowego Komitetu Naukowego Chemii Olejków Eterychnych i pod jego kierownictwem organizowany był we Wrocławiu światowy kongres International Symposium on Essential Oils (2001, 2010). Kolejny kongres zaplanowany jest w 2022 roku i odbędzie się we Wrocławiu pod kierownictwem prof. Stanisława Lochyńskiego i dra inż. Daniela Struba. Prof. Stanisław Lochyński wypromował 10 doktorów nauk chemicznych. W ramach jego grupy swoje badania naukowe prowadzi dwoje adiunktów, wychowanków profesora:

- dr inż. **Daniel Strub** (stopień doktora uzyskany w 2014 r., odbyty staż naukowy w Instytucie Genetyki Roślin im. Leibniza w 2009 r., a staż biznesowy w Haas School of Business na Uniwersytecie Kalifornijskim w Berkeley w 2013 r.) prowadzi badania naukowe i prace rozwojowe, które mieszczą się w obszarze chemii olejków eterycznych [19] i związków zapachowych, począwszy od badań podstawowych (synteza kombinatoryczna nowych, niskocząsteczkowych związków organicznych, poszukiwanie zależności struktura-zapach) po badania aplikacyjne [20, 21], jak analiza właściwości przeciwwirusowych olejków eterycznych i ich składników.

- dr inż. **Lucyna Balcerzak** (stopień doktora uzyskany w 2016 r.) w swojej pracy badawczej zajmuje się chemoenzymatyczną syntezą kombinatoryczną nowych niskocząsteczkowych związków lotnych [19], a także biotransformacjami niskocząsteczkowych związków lotnych z wykorzystaniem cyjanobakterii [22]. W ramach badań stosowanych analizuje ona zależności struktura-zapach (SOR), ewaluje właściwości przeciwdrobnoustrojowe nowych związków zapachowych oraz bada ich oddziaływanie na człowieka i środowisko (inhibicja aktywności enzymatycznej, genotoksyczność oraz toksyczność ostra na różnych poziomach troficznych).

Lista projektów naukowych:

- e) Grant **POIG** 2011-2015 „Biotransformacje użyteczne w przemyśle farmaceutycznym i kosmetycznym”, POIG.01.03.01-00-158/09 – prof. Stanisław Lochyński – kierownik zad. 5.
- f) Grant **LIDER** 2017-2019 „Synteza nowych związków zapachowych z surowców pochodzenia naturalnego do zastosowania w perfumerii, kosmetyce i chemii gospodarczej” LIDER/4/0099/L-7/15/NCBR/2016, Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, dr inż. Daniel Strub – kierownik projektu.

2.3. Dr inż. Paulina Kasperkiewicz

Na przestrzeni ostatnich lat dr Paulina Kasperkiewicz skupiała się na poszukiwaniu narzędzi chemicznych do obrazowania, a także badań funkcji enzymów proteolitycznych należących do grupy proteaz serynowych [8-10, 23-26]. Badania te były interdyscyplinarne i ich część chemiczną realizowała na Wydziale Chemicznym Politechniki Wrocławskiej, a część biochemiczno-biologiczną w laboratorium prof. Guya Salvesena w Sanford Burnham Prebys Medical Discovery Institute w LaJolla (USA) podczas stażu podoktorskiego w latach 2015 oraz 2016-2017. Zdobyta tam wiedza i umiejętności pozwoliły na stworzenie laboratorium biologii komórki i założenie zespołu badawczego, który obecnie realizuje kilka projektów badawczych skupiających się wokół proteaz komórek krwi. Jednym z kluczowych projektów jest badanie funkcji granzymu A w neutrofilach wykorzystując jako narzędzia indukowane pluripotencjalne komórki macierzyste. Komórki te pozwalają na uzyskanie dowolnych komórek, w tym przypadku neutrofilów, z wprowadzonymi modyfikacjami genetycznymi, umożliwiając bardziej precyzyjne badania. Ponadto przedmiotem zainteresowań naukowych dr Kasperkiewicz jest zależność heterogeniczności komórek krwi od obecności i aktywności enzymów i wskazanie roli tego zjawiska w prawidłowym funkcjonowaniu organizmu. Heterogeniczność komórek krwi ma kluczowe znaczenie nie tylko u zdrowych osób, dlatego także badamy ten fenomen u pacjentów z nowotworami i neutropenią. Prowadzenie tych badań jest możliwe dzięki dostępowi do światowej klasy sprzętu, takiego jak cytometr przepływowy oraz mikroskop konfokalny.

Lista projektów naukowych:

- g) **Grant OPUS 2021-2024** „Badanie funkcji granzymu A w neutrofilach z wykorzystaniem indukowanych pluripotencjalnych komórek macierzystych” 2020/39/B/NZ1/03027, Narodowe Centrum Nauki
- h) **Grant SONATA-Bis 2021-2026** „Heterogeniczność neutrofilów zależna od proteaz serynowych” 2020/38/E/NZ3/0050, Narodowe Centrum Nauki

2.4. Dr hab. inż. Marcin Poręba

W ciągu ostatnich lat badania dra hab. Marcina Poręby dotyczyły głównie opracowania nowych małowczątkowych sond aktywności dla enzymów proteolitycznych zaangażowanych w rozwój nowotworów, tj. katepsyn cysteinowych, legumainy oraz kaspaz. Badania te zostały wykonane na Politechnice Wrocławskiej w laboratorium prof. Marcina Drąga oraz podczas stażu podoktorskiego (2016-2018) w Sanford Burnham Prebys Medical Discovery Institute w LaJolla (USA) w laboratorium prof. Guya Salvesena w ramach stypendium Marie Skłodowska-Curie Global Fellowship. Po powrocie do Polski dr Poręba uzyskał habilitację w dziedzinie nauk chemicznych (2020) i założył swój zespół badawczy. Jego badania skupiają się na zrozumieniu roli enzymów proteolitycznych w rozwoju chorób nowotworowych, chorób o podłożu zapalnym oraz infekcji wirusowych. Wiedza ta jest wykorzystywana m.in. do projektowania selektywnych proleków przeciwnowotworowych oraz przeciwzapalnych. W swojej pracy naukowej dr hab. Poręba wykorzystuje cytometrię masową, nowoczesną technikę analityczną pozwalającą na równoległą analizę ponad 50 markerów (białek, mRNA) na poziomie pojedynczych komórek. Jednym z ostatnich osiągnięć naukowych grupy dra hab. Poręby było opracowanie nowego typu sond chemicznych znakowanych stabilnymi izotopami metali przejściowych do bezpośredniej wizualizacji enzymów proteolitycznych za pomocą cytometrii masowej [12].

Lista projektów naukowych:

- i) **Grant OPUS** 2019-2022 „Badanie mechanizmów proteolitycznych w pyroptozie, programowanej śmierci komórki, wywołującej reakcję zapalną” 2018/29/B/NZ1/02249, Narodowe Centrum Nauki
- j) **Grant SONATA** 2019-2022 „Proteolityczna analiza nowotworów piersi za pomocą cytometrii masowej dla celów spersonalizowanej onkologii” 2018/31/D/NZ5/02406, Narodowe Centrum Nauki
- k) **Grant Szpitale Jednoimienne** 2021-2022 „Wieloparametryczna analiza krwi ozdrowieńców COVID-19 za pomocą cytometrii masowej do badania dynamiki zmian w układzie immunologicznym i identyfikacji optymalnych dawców osocza”. Szpitale-Jednoimienne-63, Narodowe Centrum Badań i Rozwoju
- l) **Grant OPUS-LAP** 2022-2025 „Badanie aktywności nowotworów w celu opracowania nowej generacji koniugatów przeciwciało-lek” 2020/39/I/NZ5/03104, Narodowe Centrum Nauki

Jednostki naukowe współpracujące z Katedrą Chemii Biologicznej i Bioobrazowania:

- 1. Prof. Boris Turk, Jozef Stefan Institute, Ljubljana, Słowenia
- 2. Prof. Matthew Bogyo, Stanford University, School of Medicine
- 3. Prof. Guy Salvesen, Sanford Burnham Prebys Medical Discovery Institute, USA
- 4. Prof. Jim Huntington, Cambridge University
- 5. Prof. Peter Bozhkov, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Szwecja
- 6. Prof. Rafał Matkowski, Dolnośląskie Centrum Onkologii, Wrocław
- 7. Prof. Wojciech Młynarski, Uniwersytet Medyczny w Lublinie
- 8. Dr Monika Pazgan-Simon, Wojewódzki Szpital Specjalistyczny we Wrocławiu
- 9. Prof. Jan Potempa, dr Tomasz Kantyka, Uniwersytet Jagielloński
- 10. Dr hab. Joanna Koziół, prof. UJ, Uniwersytet Jagielloński
- 11. Prof. Phillip Bird, Monash University, Australia
- 12. Prof. Niels Bovenschen, UMC Utrecht, Holandia
- 13. Prof. Czesław Wawrzeńczyk, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
- 14. Prof. Luigi Mondello, University of Messina, Włochy
- 15. Prof. Fatih Demirci, Anadolu University, Eskisehir, Turcja
- 16. Prof. Györgyi Horváth, University of Pécs, Węgry
- 17. Prof. Nicolas Baldovini, University Côte d’Azur, Francja
- 18. Prof. Niko Radulović, University of Niš, Serbia
- 19. dr hab. Tadeusz Librowski, prof. UJ, Uniwersytet Jagielloński
- 20. Prof. Juliana Hamzah, University of Western Australia, Perth, Australia

3. Potencjał badawczy Katedry

- a) Cytometr masowy Helios oraz moduł do obrazowania slajdów Hyperion, Fluidigm
- b) Fluorescencyjny mikroskop konfokalny, Leica
- c) Cytometr przepływowy, CellStream
- d) Wielokanałowy fluorescencyjny czytnik żeli i membran Sapphire, Azure Biosystems
- e) Zestawy do chromatografii cieczkowej: HPLC, LC-MS, Flash
- f) Wielodołkowe czytniki fluorescencji i luminescencji, Molecular Devices
- g) Automatyczny syntezytor peptydów, Liberty Blue, CEM
- h) System NGC do oczyszczania białek, BioRad
- i) Chromatograf gazowy Agilent 7890A wyposażony w port olfaktometryczny ODP3.

4. Dane kontaktowe Katedry

Prof. dr hab. Marcin Dąg

Wybrzeże Wyspiańskiego 29, budynek A-2, pokój 116

Tel.: 71 32 45 26

Email: marcin.dąg@pwr.edu.pl

prof. dr hab. inż. Stanisław Lochyński

Wybrzeże Wyspiańskiego 29, budynek A-2, pokój 306

Tel.: 71 320 24 00

Email: stanislaw.lochynski@pwr.edu.pl

Literatura

- [1] Poreba M.: Salvesen GS.: Drag M. Synthesis of a HyCoSuL peptide substrate library to dissect protease substrate specificity. *Nat Protoc.* 2017, 12, 2189-214.
- [2] Surowiak AK.: Balcerzak L.: Lochynski S.: Strub DJ.: Biological Activity of Selected Natural and Synthetic Terpenoid Lactones. *Int J Mol Sci.* 2021;22, 5036.
- [3] Koziol A.: Fratzak J.: Grela E.: Szczepanik M.: Gabrys B.: Dancewicz K.: Lochyński, S. Synthesis and biological activity of new derivatives with the preserved carane system. *Nat Prod Res.* 2020, 34, 1399-403.
- [4] Koziol A.: Grela E.: Macegoniuk K.: Grabowiecka A.: Lochynski S. Synthesis of nitrogen-containing monoterpenoids with antibacterial activity. *Nat Prod Res.* 2020, 34, 1074-9.
- [5] Surowiak AK.: Lochynski S.: Strub DJ.: Unsubstituted oximes as potential therapeutic agents. *Symmetry-Basel.* 2020, 12, 1-17.
- [6] Wysoczańska-Sokoła E.: Wysoczański T.: Wagner J.: Czyż K.: Bodkowski R.: Lochynski S.: Patkowska-Sokoła B. Polyunsaturated fatty acids and their potential therapeutic role in cardiovascular system disorders - a review. *Nutrients.* 2018, 1, 1-21.
- [7] Wysoczanski T.: Sokoła-Wysoczanska E.: Pekala J.: Lochynski S.: Czyz K.: Bodkowski R.: Herbiner G.: Patkowska-Sokoła B.: Librowski T. Omega-3 Fatty Acids and their Role in Central Nervous System - A Review. *Curr Med Chem.* 2016, 23, 816-31.
- [8] Kasperkiewicz P.: Altman Y.: D'Angelo M.: Salvesen GS.: Drag M. Toolbox of Fluorescent Probes for Parallel Imaging Reveals Uneven Location of Serine Proteases in Neutrophils. *J Am Chem Soc.* 2017, 139, 10115-25.
- [9] Kasperkiewicz P.: Poreba M.: Snipas SJ.: Parker H.: Winterbourn CC.: Salvesen GS.: Dąg M. Design of ultrasensitive probes for human neutrophil elastase through hybrid combinatorial substrate library profiling. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2014,111, 2518-23.
- [10] Kasperkiewicz P.: Poreba M.:Snipas SJ.: Lin SJ.: Kirchhofer D.: Salvesen GS.: Dąg M. Design of a Selective Substrate and Activity Based Probe for Human Neutrophil Serine Protease 4. *PLoS One.* 2015, 10, e0132818.
- [11] Poreba M.: Groborz K.: Vizovisek M.: Turk D.: Turk B.: Pows, G.: Dąg, M.: Salvesen GS. Fluorescent probes towards selective cathepsin B detection and visualization in cancer cells and patient samples. *Chem Sci.* 2019, 10, 8461-77.
- [12] Poreba M.: Groborz KM.: Rut W.: Pore M.: Snipas SJ.: Vizovisek M.: Turk B.: Kuhn P.: Dąg, M.: Salvesen GS Multiplexed Probing of Proteolytic Enzymes Using Mass Cytometry-Compatible Activity-Based Probes. *J Am Chem Soc.* 2020, 14, 16704-15.

- [13] Poreba M.: Rut W.: Vizovisek M.: Groborz K.: Kasperkiewicz P.: Finlay D.: Vuor K.: Tusk D.: Turk B.: Salvesen GS.: Drag, M. Selective imaging of cathepsin L in breast cancer by fluorescent activity-based probes. *Chem Sci*. 2018, 9, 2113-29.
- [14] Poreba M.: Kasperkiewicz P.: Snipas S.: Salvesen GS.: Drag M. Unnatural amino acids increase sensitivity and provide for the design of highly selective caspase substrates. *Cell Death Differ*. 2014, 21, 1482-92.
- [15] Drag M.: Salvesen GS. Emerging principles in protease-based drug discovery. *Nat Rev Drug Discov*. 2010, 9, 690-701.
- [16] Poreba M.: Szalek A.: Kasperkiewicz P.: Rut W.: Salvesen GS.: Drag M. Small Molecule Active Site Directed Tools for Studying Human Caspases. *Chem Rev*. 2015, 115, 12546-629.
- [17] Rut W.: Groborz K.: Zhang L.: Sun X.: Zmudzinski M.: Pawlik B.: Wang X.: Jochmans D.: Neyts J.: Młynarski W.: Hilgenfeld R.: Drag M. SARS-CoV-2 M(pro) inhibitors and activity-based probes for patient-sample imaging. *Nat Chem Biol*. 2021, 17, 222-8.
- [18] Rut W.: Lv Z.: Zmudzinski M.: Patchett S.: Nayak D.: Snipas SJ.: Oualid FE.: Huang TT.: Bekes M.: Drag M.: Olsen SK. Activity profiling and crystal structures of inhibitor-bound SARS-CoV-2 papain-like protease: A framework for anti-COVID-19 drug design. *Sci Adv*. 2020, 6, eabd4596
- [19] Balcerzak L.: Gibka J.: Sikora M.: Kula J.: Strub DJ. Minor constituents of essential oils and aromatic extracts. Oximes derived from natural flavor and fragrance raw materials - Sensory evaluation, spectral and gas chromatographic characteristics. *Food Chem*. 2019, 301, 125283.
- [20] Surowiak AK.: Balcerzak L.: Strub DJ.: Eterowe związki zapachowe, Sposób wytwarzania i zastosowanie nowych związków zapachowych. Licencja wynalazku. 2021;PRO/DPN/ZKO/0181/3742/2021.
- [21] Strub DJ.: Szymańska K.: Hrydziuszko ZK.: Bryjak J.: Jarzębski AB. Continuous flow kinetic resolution of a non-equimolar mixture of diastereoisomeric alcohol using a structured monolithic enzymatic microreactor. *Reaction Chemistry & Engineering*. 2019, 4, 587-94.
- [22] Balcerzak L.: Lochyński S.: Lipok J. Influence of monoterpenoids on the growth of freshwater cyanobacteria. *Appl Microbiol Biotechnol*. 2021, 105, 5675-87.
- [23] Kasperkiewicz P. Peptidyl Activity-Based Probes for Imaging Serine Proteases. *Front Chem*. 2021, 9, 639410.
- [24] Janiszewski T.: Kolt S.: Kaiserman D.: Snipas SJ.: Li S.: Kulbacka J.: Saczko, J.: Bovenschen N.: Salvesen GS.: Drag M.: Bird PI.: Kasperkiewicz P. Noninvasive optical detection of granzyme B from natural killer cells with enzyme-activated fluorogenic probes. *J Biol Chem*. 2020, 295, 9567-82.
- [25] Kasperkiewicz P.: Poreba M.: Groborz K.: Drag M. Emerging challenges in the design of selective substrates, inhibitors and activity-based probes for indistinguishable proteases. *FEBS J*. 2017, 284, 1518-39.
- [26] Kolt S.: Janiszewski T.: Kaiserman D.: Modrzycka S.: Snipas SJ.: Salvesen G, Drag M.: Bird PI.: Kasperkiewicz P. Detection of Active Granzyme A in NK92 Cells with Fluorescent Activity-Based Probe. *J Med Chem*. 2020, 6, 3359-69.

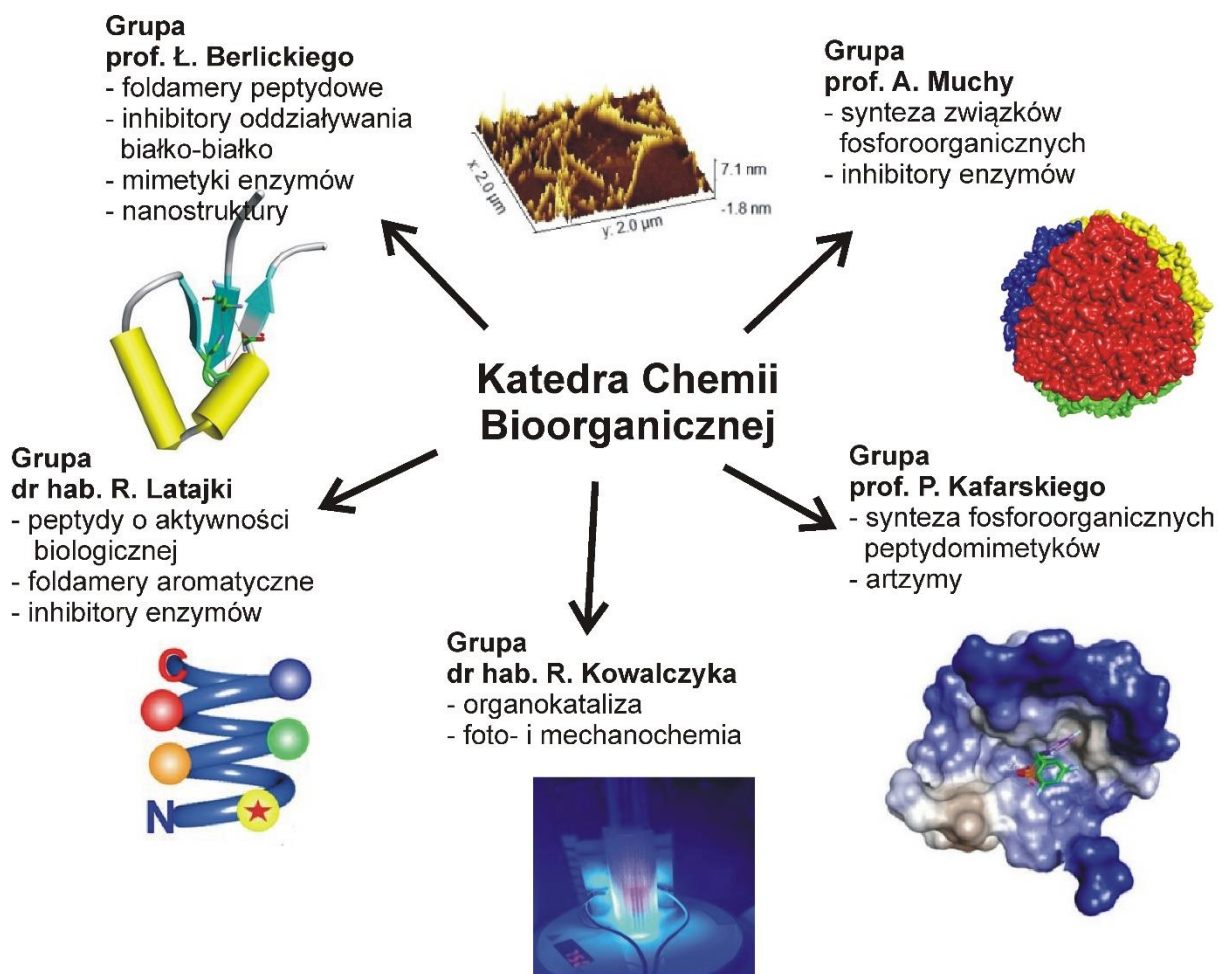
Łukasz BERLICKI

Katedra Chemii Bioorganicznej, Wydział Chemiczny, Politechnika Wroclawska, Wroclaw

1. Wstęp

Katedra Chemii Bioorganicznej jest jednostką organizacyjną Wydziału Chemicznego Politechniki Wroclawskiej powstałą w wyniku zmian strukturalnych Uczelni związanych z wejściem w życie ustawy Konstytucja dla Nauki w 2018 roku. Pracownicy akademicy Katedry Chemii Bioorganicznej są bezpośrednimi kontynuatorami tradycji naukowych oraz tematyki badawczej rozwiniętej w Zakładzie Chemii Bioorganicznej, który funkcjonował kolejno w ramach Instytutu Chemii Organicznej i Fizycznej, a następnie Instytutu Chemii Bioorganicznej, Biochemii i Biotechnologii. Początkowo, Zakładem kierował prof. Przemysław Mastalerz, a od 1992 roku długoletnim kierownikiem był prof. Paweł Kafarski. Te dwie osobowości naukowe zdeterminowały profil badawczy (chemia i aktywność związków fosforoorganicznych jako inhibitorów enzymów), z którą Zakład był identyfikowany w krajowym i międzynarodowym środowisku naukowym. Wyrazem tego było powierzenie Prof. P. Kafarskiemu organizacji konferencji *18th International Conference on Phosphorus Chemistry (ICPC-2010)*, która odbyła się w lipcu 2010 roku we Wrocławiu. Oprócz wspomnianych postaci w Zakładzie Chemii Bioorganicznej pracowali inni profesorowie o uznanej renomie, tacy jak: prof. Roman Tyka (chemia związków fosforoorganicznych), prof. Barbara Lejczak (biokataliza i biotransformacje), prof. Roman Gancarz (chemia medyczna), prof. Bogdan Boduszek (chemia związków fosforoorganicznych), prof. Jadwiga Sołoducho (chemia produktów naturalnych) i inni.

Kierownikiem Katedry Chemii Bioorganicznej jest obecnie prof. dr hab. inż. Łukasz Berlicki, a bieżąca aktywność naukowa Katedry obejmuje, poza chemią fosforoorganiczną, chemię peptydów i peptydomimetyków oraz organokatalizę. W skład jednostki wchodzi ponadto pięciu samodzielnych pracowników naukowych: prof. dr hab. inż. Paweł Kafarski, prof. dr hab. inż. Artur Mucha, dr hab. inż. Rafał Kowalczyk, prof. uczelni, dr hab. Rafał Latajka, prof. uczelni oraz dr hab. Ewa Rudzińska-Szostak, prof. uczelni. W Katedrze Chemii Bioorganicznej zatrudnionych jest pięcioro adiunktów: dr inż. Ewa Chmielewska, dr Agnieszka Grabowiecka, dr inż. Michał Jewgiński, dr inż. Katarzyna Ożga oraz dr Monika Szefczyk, a także trzy osoby na stażach post-doktorskich: dr Saurabh Loharch, dr Srinivasa Rao Nelli oraz dr Lalit Singh Mittal. Prace doktorskie przygotowuje około 15 doktorantów. Pod opieką prof. Ł. Berlickiego przygotowujący jest także doktorat wdrożeniowy we współpracy z Grupą Azoty Zakłady Azotowe Kędzierzyn. Kadra naukowo-dydaktyczna oraz naukowo-badawcza podzielona jest na pięć grup badawczych (Rys. 1). Badania prowadzone są w szerokiej współpracy krajowej i międzynarodowej, a do długoletnich instytucji partnerskich należą Uniwersytet Wroclawski, Uniwersytet Opolski, Uniwersytet w Montpellier czy Uniwersytet Kraju Basków w Vitorii.



Rys. 1. Profile zainteresowań naukowych grup badawczych Katedry Chemii Bioorganicznej

2. Profil badawczy Katedry

Grupa badawcza kierowana przez prof. Ł. Berlickiego zajmuje się projektowaniem, syntezą, strukturą oraz aktywnością biologiczną i katalityczną rozbudowanych peptydów. Z zastosowaniem metod komputerowych projektowane są nowe cząsteczki przypominające białka, jednakże zawierające nietypowe struktury drugorzędowe, najczęściej z wbudowanymi beta-aminokwasami [1]. Otrzymane molekuly służą jako rusztowania dla konstrukcji cząsteczek funkcjonalnych. Opracowane zostały katalizatory modelowych reakcji chemicznych oraz inhibitory wybranych oddziaływań białko-białko o potencjalnym zastosowaniu w terapii przeciwnowotworowej. Dodatkowo, otrzymano peptydy, które tworzą nanostruktury o różnych morfologiach [2]. Analiza rentgenograficzna wybranych peptydów jest wykonywana we współpracy z zespołem prof. Wojciecha Rypniewskiego (Instytut Chemii Bioorganicznej PAN w Poznaniu), a analiza aktywności biologicznej z zespołem prof. Tada Holaka (Uniwersytet Jagielloński w Krakowie).

Zespoły kierowane przez prof. P. Kafarskiego oraz prof. A. Muchę kontynuują historyczny nurt zainteresowań naukowych dotyczących racjonalnego projektowania, syntezy i aktywności biologicznej związków fosforoorganicznych, takich jak: aminofosfoniany, fosforowe analogi peptydów czy bisfosfoniany. Fosfinopeptydy otrzymywane są jako inhibitory ukierunkowane względem wybranych enzymów proteolitycznych, a szczególnie dobre wyniki osiągnięto dla metaloaminopeptydaz (współpraca z Uniwersytetem Ateńskim, dr Stamatia Vassiliou) [3]. Bisfosfoniany testowane są jako nowe związki hamujące resorpcję kości. Obejmuje to współpracę m.in. z prof. Janem Kuryszko i prof. Zdzisławem Kiełbowiczem (Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu), a także dr hab. Joanną Wietrzyk

(Instytut Immunologii i Terapii Doświadczalnej PAN) [4]. Katedra Chemii Bioorganicznej wykazuje znaczące osiągnięcia w opracowaniu nowych inhibitorów ureazy [5]. Opublikowano szereg wyników dotyczących projektowania, otrzymywania i analizy oddziaływań ligand-białko dla kilku generacji inhibitorów fosforoorganicznych. W szerokim kontekście opisane wątki badawcze ukierunkowane są na uzyskanie związków wiodących w poszukiwaniu nowych leków antynowotworowych, antyosteoporotycznych czy antybiotyków [6].

Grupa badawcza kierowana przez dr hab. R. Latajkę również realizuje projekty związane z projektowaniem nowych, niskcząsteczkowych inhibitorów enzymów, w tym katepsyny C oraz tyrozynazy [7], w tym we współpracy z Uniwersytetem Opolskim (dr hab. Małgorzata Pawełczak). Odrębną tematyką zainteresowania tej grupy jest chemia peptydów oraz badania strukturalne. W ramach tego nurtu prowadzona jest synteza i badana aktywność glikopeptydów zapobiegających zamarzaniu, a także projektowanie i konstrukcja peptydomimetyków oraz foldamerów peptydowych i oligoamidowych [8]. Spektroskopia magnetycznego rezonansu jądrowego, dichroizm kołowy czy techniki modelowania molekularnego znajdują zastosowanie w analizie strukturalnej peptydomimetyków, badaniach zależności struktura-aktywność czy oddziaływań białko-ligand. W tym zakresie dr hab. R. Latajka intensywnie współpracuje z renomowanymi ośrodkami zagranicznymi, reprezentowanymi przez zespoły kierowane przez prof. Norberta Sewalda (Uniwersytet w Bielefeld) czy prof. Annę Marię Papini (Uniwersytet we Florencji). Dzięki zaangażowaniu naukowemu w chemię peptydów, dr hab. R. Latajce powierzono organizację XXII Polskiego Sympozjum Peptydowego w Kudowie Zdroju w 2013 roku.

Zespół kierowany przez dr hab. inż. R. Kowalczyka specjalizuje się w katalizie i organokatalizie asymetrycznej. Przedmiotem szczególnego zainteresowania jest udział wiązania wodorowego [9], a także oddziaływań słabych, takich jak: oddziaływania kation- π , anion- π , wiązanie halogenowe czy chalkogenowe, w katalizie. Oprócz metod tradycyjnych w syntezie stereoselektywnej stosowane są techniki mechanochemiczne, np. mielenie kulowe [10]. Dodatkowym obszarem badań są reakcje aktywacji wiązań C-H na drodze katalizy redoks neutralnej lub z wykorzystaniem metali przejściowych. Grupa kierowana przez dr hab. inż. R. Kowalczyka współpracuje m.in. z prof. Łukaszem Albrechtem z Politechniki Łódzkiej

Lista projektów realizowanych w okresie ostatnich 5 lat

1. Aminofosfoniany zawierające atomy fluoru jako inhibitory aminopeptydaz i ich potencjalne zastosowanie do badania oddziaływań enzym-inhibitor (HARMONIA 9, 2017/26/M/ST5/00437, kierownik: prof. P. Kafarski, 1 039 920 PLN, 2018-2022).
2. Dehydropeptydy jako substraty w syntezie bloków budulcowych użytecznych do otrzymywania artzymów (OPUS 11, 2016/21/B/ST5/00115, kierownik: prof. P. Kafarski, 793 330 PLN, 2017-2021).
3. Minibiałka foldamerowe - struktura i funkcja katalityczna (OPUS 11, 2016/21/B/ST5/00269, kierownik: prof. Ł. Berlicki, 1 623 100 PLN, 2017-2020).
4. Zaprojektowane de novo, strukturalnie rozbudowane foldamery peptydowe i ich użycie do konstrukcji inhibitorów oddziaływania PD-1/PD-L1 (OPUS 16, 2018/31/B/ST5/02631, kierownik: prof. Ł. Berlicki, 2 364 600 PLN, 2019-2022).
5. Inhibitory ureazy o podwójnym mechanizmie działania i ich aktywność przeciwwirulentna względem *Helicobacter pylori* i *Cryptococcus neoformans* (OPUS 16, 2018/31/B/NZ6/02017, kierownik: prof. A. Mucha, 1 629 000 PLN, 2019-2022).

6. Donory wiązań wodorowych w nieklasycznej katalizie asymetrycznej (SONATA BIS 6, 2016/22/E/ST5/00046, kierownik: dr hab. inż. R. Kowalczyk, 1 304 481 PLN, 2017-2022).

7. Nanostruktury złożone z foldamerów peptydowych (SONATA 13, 2017/26/D/ST5/00341, kierownik: dr Monika Szefczyk, 630 500 PLN, 2018-2021).

8. Inhibitory oddziaływania ludzkiego ACE2 i białka S z SARS-CoV-2 bazujące na foldamerach (Fast Track COVID-19, 2020/01/0/ST4/00064, kierownik: prof. Ł. Berlicki, 465 600 PLN, 2020-2022).

3. Potencjał badawczy Katedry

Katedra Chemii Bioorganicznej dysponuje w pełni wyposażonymi laboratoriami do prowadzenia syntez organicznych i peptydów: w wersji klasycznej, a także ze wspomaganie mikrofalowym czy mechanochemicznie. Specjalistycznie wyposażenie Katedry obejmuje ponadto trzy automatyczne syntezatory peptydów: Liberty Blue firmy CEM oraz Biotage Initiator+ Alstra. Rozdział i oczyszczanie związków technikami chromatograficznymi odbywa się z pomocą systemów do chromatografii Flash (Teledyne ISCO, Interchim, Buchi) oraz wysokosprawnej chromatografii cieczowej (Knauer, Shimadzu). Spektrometr dichroizmu kołowego firmy Jasco wspomaga badania strukturalne.

W profesjonalnych laboratoriach biochemicznych prowadzone są badania w zakresie ekspresji i wydzielania białek oraz testy enzymatyczne. Systemy chromatograficzne ÄKTA służą do izolacji i czyszczenia białek, natomiast badania kinetyczne prowadzone są z użyciem spektrofotometrów (Perkin-Elmer, Jenway, Molecular Devices) i fluorymetru (Molecular Devices) oraz wielomodułowego czytnika mikropłytek SunriseTM Tecan. Na wyposażeniu Katedry jest również interferometr biowarstwowy firmy Sartorius.

4. Dane kontaktowe Katedry

Prof. dr hab. inż. Łukasz Berlicki, e-mail: lukasz.berlicki@pwr.edu.pl

Katedra Chemii Bioorganicznej, Wydział Chemiczny, Politechnika Wrocławska

Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław

<http://bioorganic.ch.pwr.wroc.pl/>

<https://www.facebook.com/bioorganic.pwr>

https://twitter.com/bioorganic_wust

5. Literatura

[1] Bejger, M.; Fortuna, P.; Drewniak, M.; Plewka, J.; Rypniewski, W.; Berlicki, Ł. A computationally designed β -amino acid-containing miniprotein. *Chem. Commun.* 2021, 57, 6015-6018.

[2] Szefczyk, M.; Szulc, N.; Gąsior-Głogowska, M.; Modrak-Wójcik, A.; Bzowska, A.; Majstrzyk, W.; Taube, M.; Kozak, M.; Gotszalk, T.; Rudzińska-Szostak, E.; Berlicki, Ł. Hierarchical approach for the rational construction of helix-containing nanofibrils using α,β -peptides. *Nanoscale* 2021, 13, 4000-4015.

[3] Vassiliou, S.; Węglarz-Tomczak, E.; Berlicki, Ł.; Pawełczak, M.; Nocek, B.; Mulligan, R.; Joachimiak, A.; Mucha, A. Structure-guided, single-point modifications in the phosphinic dipeptide structure yield highly potent and selective inhibitors of neutral aminopeptidases. *J. Med. Chem.* 2014, 57, 19, 8140-8151.

- [4] Petruczynik, P.; Kafarski, P.; Psurski, M.; Wietrzyk, J.; Kiełbowicz, Z.; Kuryszko, J.; Chmielewska, E. Three-component reaction of diamines with triethyl orthoformate and diethyl phosphite and anti-proliferative and antiosteoporotic activities of the products. *Molecules* 2020, 25, 1424, 1-18.
- [5] Pagoni, A.; Grabowiecka, A.; Tabor, W.; Mucha, A.; Vassiliou, S.; Berlicki, Ł. Covalent inhibition of bacterial urease by bifunctional catechol-based phosphonates and phosphinates. *J. Med. Chem.* 2021, 64, 1, 404-416.
- [6] Mucha, A.; Kafarski, P.; Berlicki, Ł. Remarkable potential of the alpha-aminophosphonate/phosphinate structural motif in medicinal chemistry. *J. Med. Chem.* 2011, 54, 17, 5955-5980.
- [7] Hałdys, K.; Latajka, R. Thiosemicarbazones with tyrosinase inhibitory activity. *MedChemComm* 2019, 10, 378-389.
- [8] Staśkiewicz, A.; Ledwoń, P.; Rovero, P.; Papini, A. M.; Latajka, R. Triazole-modified peptidomimetics: an opportunity for drug discovery and development. *Front. Chem.* 2021, 9, 674705.
- [9] Dajek, M.; Pruszczyńska, A.; Konieczny, K. A.; Kowalczyk, R. Cinchona squaramide-catalyzed intermolecular desymmetrization of 1,3-diketones leading to chiral 1,4-dihydropyridines. *Adv. Synth. Catal.* 2020, 362, 17, 3613-3620.
- [10] Ignatiuk, Ż. A., Janicki, M. J., Góra, R. W., Konieczny, K., Kowalczyk, R. Applications of thermal activation, ball-milling and aqueous medium in stereoselective Michael addition of nitromethane to enynones catalyzed by chiral squaramides. *Adv. Synth. Catal.* 2019, 361, 5, 1108-1116.

Wojciech BARTKOWIAK

Katedra Chemii Fizycznej i Kwantowej, Wydział Chemiczny, Politechnika Wrocławska, Wrocław

1. Wstęp

Katedra Chemii Fizycznej i Kwantowej jest jednostką organizacyjną Wydziału Chemicznego Politechniki Wrocławskiej od 2019 roku. Obecny kształt Katedry jest integralnie związany z ewolucją struktury organizacyjnej Uczelni wynikającą z czynników zewnętrznych (zmiany przepisów dotyczących szkolnictwa wyższego i w konsekwencji zmian Statutu Uczelni), jak i wewnętrznych (poszukiwanie nowych rozwiązań organizacyjnych, które w adekwatnym stopniu odpowiadałyby na coraz trudniejsze wyzwania stojące przed uczonymi w zakresie prowadzonych badań naukowych oraz kształcenia studentów i kadry nauczycieli akademickich). Nie bez znaczenia, w tym kontekście, są również indywidualne wybory młodych i doświadczonych uczonych, którzy utożsamiają się z Katedrą jako przestrzenią do realizacji własnych ambicji naukowych i karier intelektualnych. Ta swoista lojalność pozwala Katedrze nie tylko na trwanie, ale również na ciągły rozwój i kontynuowanie tradycji wrocławskiej – przede wszystkim politechnicznej fizykochemii (w tym chemii kwantowej) oraz w pewnym wymiarze chemii organicznej. Właśnie w chwili obecnej, dzięki przystąpieniu do Katedry kilku liderów grup eksperymentalnych, Katedra stanowi pełną przestrzeń dla współpracy nauk teoretycznych, doświadczalnych a nawet technologicznych w ramach subdyscypliny określanej jako chemia fizyczna. Niezwykle istotną misją Katedry jest rozwijanie i doskonalenie nauczania na wszystkich poziomach studiów. Pracownicy Katedry nie tylko prowadzą tradycyjne formy dydaktyczne z zakresu chemii fizycznej, fizyki i analizy instrumentalnej, ale również kierują laboratoriami dydaktycznymi, koordynują obsadę zajęć, współtworzą programy dydaktyczne w ramach projektów międzynarodowych oraz krajowych (dr inż. Elżbieta Zienkiewicz, dr inż. Krzysztof Janus) oraz silnie angażują się w opiekę nad pracami inżynierskimi i magisterskimi młodych adeptów chemii (dr inż. T. Misiaszek, dr hab. inż. P. Nowak). Pracownicy Katedry są również w bardzo istotnym stopniu zaangażowani w szeroko rozumianą działalność popularyzatorską, promocyjną oraz organizację współpracy ze szkołami w naszym regionie (prof. Elżbieta Wojaczyńska). Od 2006 roku kierują pracami wrocławskiego oddziału Polskiego Towarzystwa Chemicznego (prof. E. Wojaczyńska oraz prof. T. Olszewski). Wymienione formy aktywności wszystkich pracowników Katedry są, bez wątpienia, jej wizytówką.

Z okazji jubileuszu 75-lecia Wydziału Chemicznego Politechniki Wrocławskiej ukazały się dwa eseje (*Wiadomości Chemiczne (Biblioteka)*) autorstwa dwóch emerytowanych profesorów W. A. Sokalskiego i L. Komorowskiego, w których dokonano wielowątkowego i retrospektywnego spojrzenia na dzieje i rozwój fizykochemii od czasów powojennych, kiedy powstała wspólna Katedra Chemii Fizycznej Politechniki i Uniwersytetu we Wrocławiu (1948), poprzez działalność Instytutu Chemii Organicznej i Fizycznej (1969-1993) i Instytutu Chemii Fizycznej i Teoretycznej (1994-2014), aż do czasów nam współczesnych [1, 2]. Istotnym źródłem informacji historycznych jest również opracowanie dr hab. A. Lewanowicz z roku 1995 (powstałe z okazji pięćdziesięciolecia polskiej Politechniki Wrocławskiej) [3] oraz praca zbiorowa pod redakcją prof. L. Komorowskiego [4].

Ta szczęśliwa okoliczność pozwala odesłać Czytelnika do tych prac, które pokazują również chronologię zdarzeń prowadzącą do powstania i obecnego kształtu Katedry Chemii Fizycznej i Kwantowej. Bez wątplenia prezentowana Katedra, którą mam przyjemność kierować od wielu lat (najpierw w formie zakładu instytutowego, a następnie wydziałowego) jest kontynuatką długiej i znamienitej tradycji zapoczątkowanej przez wielu naszych mistrzów i profesorów – fizykochemików wrocławskich. Przy czym, podstawą tej tradycji jest zachowanie oraz wzmacnianie ducha swobodnej naukowej twórczości i działalności intelektualnej. Uwaga ta dotyczy wszystkich członków społeczności Katedry, niezależnie od ich wieku i osiągniętego etapu kariery akademickiej.

Katedrę Chemii Fizycznej i Kwantowej konstituuje obecnie 22 uczonych (dwóch profesorów tytularnych: S. Roszak i W. Bartkowiak, pięciu profesorów uczelni: K. Strasburger, A. Kiersnowski, U. Bazylińska, T. Olszewski i E. Wojaczyńska, ośmiu adiunktów badawczo-dydaktycznych i badawczych: P. Lipkowski, M. Dymek, K. Kamińska, J. Kozłowska, A. Rزتoczyńska, R. Szabla, M. Chołuj i C. Barboza, czterech adiunktów dydaktycznych: P. Nowak, E. Zienkiewicz, T. Misiaszek i K. Janus oraz trzech asystentów badawczo-dydaktycznych: A. Pucek-Kaczmarek, M. Janicki i F. Steppeler). Integralną częścią społeczności Katedry są również doktoranci (w liczbie 12) oraz studenci, którzy realizują swoje dysertacje, prace inżynierskie i magisterskie pod opieką doświadczonych pracowników. Katedrą kierują: prof. Wojciech Bartkowiak (kierownik) i prof. Tomasz Olszewski (zastępca kierownika).

2. Profil badawczy Katedry

Zakres działalności naukowej Katedry jest bardzo szeroki i ma charakter wybitnie interdyscyplinarny. Tradycyjnie rozwijany nurt badań dotyczy zagadnień chemii kwantowej i obliczeniowej. W tym obszarze dominują zagadnienia dotyczące szeroko rozumianej molekularnej optyki nieliniowej (członkowie Katedry opublikowali w tym zakresie ponad sto prac w najważniejszych czasopismach o cyrkulacji międzynarodowej: *Journal of Chemical Physics*, *Journal of Chemical Theory and Computation Chemistry*, *Journal of Physical Chemistry*, *Journal of Physical Chemistry Letters*, *Chemical Physics Letters*, *International Journal of Quantum Chemistry* etc.). W szczególności interesują nas następujące zagadnienia:

- rezonansowe i nierezonansowe nieliniowe właściwości elektryczne atomów, molekuł i kompleksów molekularnych w fazie gazowej i otoczeniu chemicznym,
- zjawiska solwatochromizmu i barochromizmu w liniowej i nieliniowej spektroskopii absorpcyjnej i emisyjnej,
- opis struktury elektronowej i właściwości elektrycznych układów atomowych i molekularnych w ograniczonych przestrzeniach.

Ponadto w ramach badań teoretycznych podejmowane są zagadnienia związane z opisem oddziaływań w kompleksach molekularnych (wiązanie wodorowe, halogenowe i inne kontakty) oraz badania mechanizmów procesów fizycznych i chemicznych w ogniwach słonecznych uczulanych barwnikami (dr Paweł Lipkowski, prof. Szczepan Roszak). Istotnym wkładem w rozwój chemii kwantowej są dokładne obliczenia struktury elektronowej atomów, molekuł oraz układów pozytronowych i związane z tym rozwój metodologii wariacyjnych obliczeń bazujących na jawnie skorelowanych funkcjach gaussowskich (prof. Krzysztof Strasburger). Należy również wspomnieć o zaangażowaniu uczonych związanych z Katedrą w interdyscyplinarne badania (prowadzone w czołowych zagranicznych ośrodkami naukowymi) dotyczące rozwikłania zagadki początków życia na Ziemi (świat RNA). Wyniki swoich badań opublikowali niedawno w najbardziej prestiżowych czasopismach naukowych (dr inż.

Rafał Szabla, mgr. inż. Mikołaj Janicki oraz prof. R.W. Góra – do niedawna pracownik Katedry): *Nature* (2020) i *Nature Chemistry* (2017).

Po stronie eksperymentalnej, istotnym nurtem zainteresowań członków Katedry są zjawiska w obszarze szeroko rozumianej fizykochemii powierzchni. Tę tematykę realizują dwa zespoły badawcze: Laboratorium Nanokoloidów i Układów Dyspersyjnych (prof. Urszula Bazylińska, dr inż. Agata Pucek-Kaczmarek, mgr inż. Ewelina Waglewska) oraz Laboratorium Molekularnych i Makromolekularnych Materiałów Elektronicznych (prof. Adam Kiersnowski, dr inż. Krzysztof Janus), w których obok doświadczonych liderów swoje badania prowadzi grupa obiecujących doktorantów i studentów. Pierwszy z wymienionych zespołów koncentruje swoje wysiłki nad:

- otrzymywaniem i charakterystyką fizykochemiczną układów dyspersyjnych (w tym o rozdrobieniu koloidalnym), stabilizowanych za pomocą surfaktantów i biosurfaktantów, tj. micelle, modyfikowane liposomy, emulsje, nanoemulsje, mikroemulsje, dyspersje ciekłokrystaliczne o strukturze kubicznej i heksagonalnej (kubosomy i heksosomy),
- zastosowanie technik strukturyzacji powierzchni międzyfazowej wyżej wymienionych agregatów micelarnych w syntezie zaawansowanych układów koloidalnych do transportu związków biologicznie czynnych, mających zastosowanie w kosmetyce, farmacji i nanomedycynie.

Horyzont tych badań sięga zagadnień związanych z teranostyką (diagnostyka + terapia), która jak się wydaje może być również realizowana w oparciu o inteligentnie projektowane koloidy asocjacyjne, które stanowią efektywne narzędzie do enkapsulacji związków chemicznych wykazujących bioaktywność.

Druga grupa badawcza (adres strony internetowej: <http://mmem.pwr.edu.pl/>), w którego pracę zaangażowane jest liczne grono studentów, prowadzi badania z zakresu rozwoju materiałów dla potrzeb elastycznej elektroniki i rozproszonych mikrosystemów energetycznych. W szczególności polem działalności grupy jest inżynieria i charakteryzacja właściwości elektrycznych organicznych półprzewodników, materiałów fotowoltaicznych i piezoelektryków, a celem poznawczym jest korelacja generacji i transportu nośników ładunku ze strukturą materiałów. Na podkreślenie zasługuje fakt, iż dzięki zaangażowaniu wszystkich członków zespołu oraz pozyskiwanym środkom finansowym, powstała i wciąż jest konstruowana unikatowa aparatura badawcza. Do najistotniejszych osiągnięć w tym zakresie jest opracowanie (opatentowane) oryginalnej, bezkontaktowej techniki polegającej na jednoczesnej kontroli przepływu roztworu i warunków termicznych nanoszenia powłok (ang. LAZEC: *Laser-Assisted Zone Evaporation-Crystallization*). Technika ta umożliwia, obok innych zalet, nanoszenie homogenicznych powłok na zakrzywionych powierzchniach. Faktem wartym podkreślenia jest intensywna współpraca zespołu z europejskimi ośrodkami synchrotronowymi (w Dortmundzie i Monachium) w obszarze charakteryzacji strukturalnej badanych materiałów.

W roku 2019 Katedrę zasiłowały dwa prężne zespoły chemików organicznych (wraz z sześcioma doktorantami, którzy tworzą międzynarodową grupę) o ogromnym potencjale syntetycznym i doświadczeniu badawczym (Laboratorium Chemii Fosforoorganicznej i Katalizy, prof. Tomasz Olszewski oraz Laboratorium Stereoselektywnych Metod Syntezy, prof. Elżbieta Wojaczyńska, dr inż. Karolina Kamińska). Głównym obszarem działalności obu zespołów jest chemia i fizykochemia organiczna. Obok tradycyjnych nurtów badawczych takich jak chemia fosforoorganiczna (w szczególności synteza asymetryczna aminofosfonianów i kwasów fosfonowych), prowadzone są również badania związane ze stereokontrolowaną syntezą związków heteroorganicznych (głównie

cyklicznych) oraz organokatalizą. Równie ciekawym wątkiem badawczym, o silnym akcencie aplikacyjnym, jest zagadnienie związane z zastosowaniem biomasy powstałej w procesach fitoremediacji terenów pokopalnianych jako materiału do produkcji katalizatorów w reakcjach chemicznych. Wszystkie te obszary tematyczne mieszczą się w nurcie badań prowadzonych przez najbardziej renomowane ośrodki naukowe w kraju i za granicą. Potwierdzeniem wysokiej aktywności zespołów organicznych, obok ważnych publikacji w czołowych czasopismach z listy filadelfijskiej, (*Chemical Reviews*, *ChemCatChem*, *Organic and Biomolecular Chemistry*, *Journal of Materials Chemistry C* etc.) jest pozyskiwanie znaczącej liczby patentów.

Odzwierciedleniem aktywności badawczej pracowników Katedry są zdobywane środki na badania naukowe. Od 2017 roku uczeni zatrudnieni w jednostce (bądź realizujący w niej badania w okresie zamkniętym) uzyskali ponad 7 mln złotych. Jednym z istotnych osiągnięć Zakładu a następnie Katedry Chemii Fizycznej i Kwantowej było uzyskanie dwóch prestiżowych wyróżnień w postaci Diamentowych Grantów przez ówczesnych studentów: dr inż. J. Bednarską (2014) i mgr inż. Mikołaja Janickiego (2017). Do najważniejszych i zarazem najbardziej prestiżowych grantów badawczych realizowanych w Katedrze w ostatnich latach należą:

(NCN; SONATA BIS): Krystalizacja mieszanin kopolimerów poli(3-alkilotiofen-co-tiofen) z N-podstawionymi pochodnymi perylenodiimidów. U podstaw inżynierii wieloskładnikowych materiałów dla organicznej elektroniki (2017-2021), kierownik: dr hab. inż. A. Kiersnowski, prof. uczelni

(NCN; OPUS): Otrzymywanie filmów elektroaktywnych kompozytów polimerowych metodą wspomaganą laserowo krystalizacji strefowej (2018-2022), kierownik: dr hab. inż. A. Kiersnowski, prof. uczelni

(NCN; HARMONIA): Multiwalencyjna organokataliza dla syntezy asymetrycznej (2019-2023), kierownik: Dr hab. inż. Elżbieta Wojaczyńska, prof. uczelni

(NCN; OPUS): Fotouszkodzenia i autonaprawa pierwotnych form DNA i RNA (2021-2025), kierownik: dr inż. Rafał Szabla

(NCN; ETIUDA): Teoretyczne badania wpływu otoczenia na właściwości fotochemiczne i fotofizyczne wybranych związków heterocyklicznych (2020-2021), kierownik: mgr inż. Mikołaj Janicki

(NCN; POLONEZ): Development of the first-principles effective one-electron potentials for quantum chemistry of extended systems (2017-2019), kierownik: dr inż. Bartosz Błasiak

Indywidualni uczeni oraz zespoły badawcze współpracują z ponad dwudziestoma renomowanymi ośrodkami naukowymi w kraju za granicą.

3. Potencjał badawczy Katedry

O potencjale badawczym Katedry Chemii Fizycznej i Kwantowej w pierwszej kolejności stanowią jej znakomici uczeni, którzy odnieśli już w znakomitej większości sukcesy naukowe bądź wkraczają z impetem na ścieżkę rozwoju swoich karier intelektualnych. Z drugiej strony o sukcesach naukowych Katedry decyduje jej zaplecze badawcze i aparatura. W chwili obecnej, nie licząc infrastruktury informatycznej wykorzystywanej w badaniach z zakresu chemii obliczeniowej, Katedra dysponuje sześcioma laboratoriami badawczymi, które są wyposażone, w większości, w niezbędną aparaturę i sprzęt badawczy. Są to:

- 1) Laboratorium Chemii Fizycznej, Teoretycznej i Kwantowej (kier. prof. W. Bartkowiak);
- 2) Laboratorium Fotochemii i Fotofizyki Teoretycznej (kier. dr inż. R. Szabla);

- 3) Laboratorium Nanokoloidów i Układów Dyspersyjnych (kier. dr hab. inż. U. Bazylińska, prof. uczelni);
- 4) Laboratorium Molekularnych i Makromolekularnych Materiałów Elektronicznych (kier. dr hab. inż. A. Kiersnowski, prof. uczelni);
- 5) Laboratorium Stereoselektywnych Metod Syntezy (kier. dr hab. inż. E. Wojaczyńska, prof. uczelni);
- 6) Laboratorium Chemii Fosforoorganicznej i Katalizy (kier. dr hab. inż. T. Olszewski, prof. uczelni).

Ponadto trwa budowa nowoczesnego laboratorium spektroskopowego i badań elektrochemicznych (jest to nowy nurt badań rozwijanych przez dr inż. Martynę Dymek) wyposażonych w wysokiej klasy spektrofluorymetr (FS5; Edinburgh Instruments *Ldt.*) oraz potencjostat. Dwa spośród tych laboratoriów stanowią nowoczesne pracownie chemii organicznej (bud. A2). Istotny element infrastruktury badawczej Katedry stanowi również nowopowstałe laboratorium nanokoloidów i układów dyspersyjnych (bud. A3). Trzy pracownie badawcze znajdują się pod opieką Zespołu Molekularnych i Makromolekularnych Materiałów Elektronicznych (bud. A3 i bud. A2). Pracownie te wyposażone są w system komór rękawicowych umożliwiające wytarzanie i testowanie materiałów i urządzeń w warunkach beztlenowych. Ponadto jedna z pracowni wyposażona jest w zestaw wiskozymetrów cyfrowych oraz autorskie systemy do badania swobodnej energii powierzchni. Jak już wspomniano Zespół Molekularnych i Makromolekularnych Materiałów Elektronicznych dysponuje oryginalnie opracowaną techniką nanoszenia powłok określaną akronimem LAZEC (ang. *Laser-Assisted Zon Evaporation-Crystallization*).

4. Dane kontaktowe Katedry

Prof. dr hab. inż. Wojciech Bartkowiak, Katedra Chemii Fizycznej i Kwantowej, Wydział Chemiczny Politechniki Wrocławskiej, ul. M. Smoluchowskiego 23, bud. A-3, pok. 320, tel. 71 320 22 92.

E-mail: wojciech.bartkowiak@pwr.edu.pl, strona Katedry: <https://huckel.pl/>

Literatura

[1] Komorowski L.: Chemia fizyczna. Od teoretycznych podstaw chemii do fizykochemii materiałów. *Widomości Chemiczne (Biblioteka). Jubileusz 75-lecia Wydziału Chemicznego Politechniki Wrocławskiej*, 2020, 51-74.

[2] Sokalski W. A.: Korzenie chemii kwantowej, obliczeniowej oraz modelowania molekularnego. *Widomości Chemiczne (Biblioteka). Jubileusz 75-lecia Wydziału Chemicznego Politechniki Wrocławskiej*, 2020, 75-98.

[3] Lewanowicz A.: *Archiwum Chemii Fizycznej (Bibliografia specjalna 1945-1995)*. *Biuletyn Instytutu Chemii Fizycznej i Teoretycznej Politechniki Wrocławskiej* 1995, 1, 1-211.

[4] Komorowski L.: *Archiwum Instytutu Chemii Fizycznej i Teoretycznej Politechniki Wrocławskiej 1994-2014*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej 2019, 1-333.

1. Wstęp

Najwcześniej utworzoną jednostką organizacyjną, z którą można powiązać Katedrę Chemii Nieorganicznej i Strukturalnej (K19), jest utworzona w 1951 roku Katedra Chemii Nieorganicznej II, którą kierowała prof. Bogusława Jeżowska-Trzebiatowska. W roku 1963, z inicjatywy prof. Włodzimierza Trzebiatowskiego na Wydziale Chemicznym utworzono Instytut Chemii Nieorganicznej i Metalurgii Pierwiastków Rzadkich (złożony z Katedry Chemii Nieorganicznej II oraz Katedry Chemii Pierwiastków Ziemi Rzadkich). W roku 1968 z Katedry Chemii Pierwiastków Ziemi Rzadkich powstały trzy zakłady: Zakład Chemii Molekularnej pod kierownictwem prof. Bogusława Kędzi, Zakład Chemii Pierwiastków Ziemi Rzadkich kierowany przez prof. Adama Barteckiego i Zakład Chemii Nieorganicznej, którego kierownikiem został prof. Walter Wojciechowski. W 1981 roku dwa pierwsze zakłady połączyły się z zakładem kierowanym przez prof. W. Wojciechowskiego i tak powstał Zakład Teorii i Struktury Związków Nieorganicznych, który funkcjonował do 2005 roku. W 2005 roku w miejsce Instytutu Chemii Nieorganicznej i Metalurgii Pierwiastków Rzadkich powstały trzy zakłady, a wśród nich Zakład Chemii Nieorganicznej i Strukturalnej, którym kierowała (do 2018 roku) prof. Danuta Michalska-Fąk. Kolejna reorganizacja spowodowała przekształcenie Zakładu w Katedrę o tej samej nazwie.

Obecnie w Katedrze Chemii Nieorganicznej i Strukturalnej (K19) badania naukowe prowadzi 12 pracowników: dr hab. Wiktor Zierkiewicz, prof. PWr (kierownik Katedry); prof. dr hab. Ewa Matczak-Jon; dr hab. inż. Robert Góra, prof. PWr; dr hab. inż. Agnieszka Wojciechowska, prof. PWr; dr hab. inż. Robert Zaleśny, prof. PWr; dr Dariusz Bieńko; dr inż. Anna Grabarz; dr inż. Katarzyna Helios; dr inż. Magdalena Malik; dr inż. Mariusz Michalczyk; dr inż. Rafał Wysokiński oraz mgr inż. Tomasz Rojek.

2. Profil badawczy Katedry

Katedra K19 specjalizuje się w prowadzeniu badań podstawowych i stosowanych, czyli oprócz badań o charakterze poznawczym zmierza również do wykorzystania uzyskanych wyników w praktyce. Zainteresowania naukowe Pracowników Katedry K19 obejmują kilka bardzo szerokich obszarów badawczych, takich jak: chemia koordynacyjna, chemia obliczeniowa i chemia teoretyczna oraz różne techniki spektroskopowe (głównie spektroskopia oscylacyjna i elektronowa).

W Katedrze otrzymywane są nowe krystaliczne połączenia koordynacyjne jonów metali (głównie *d*-elektronowych) z ligandami organicznymi (głównie N- i/lub O-donorowymi), m.in. kwasem orotowym (witaminą B₁₃) i jego fluoro- i nitro- pochodnymi [1]; pochodnymi hydroksylowymi pirydyny i fluorowcopirydyny czy imidazo[1,2-*a*]pirydyny (indazolem) [2,3]; L-tyrozyną (oraz I₂- i Br₂- pochodnymi L-tyrozyny), L-argininą [4-7] oraz bisfosfonianami [8,9].

Do charakterystyki związków koordynacyjnych stosowany jest szeroki wachlarz doświadczalnych metod badawczych, takich jak: rentgenowska analiza strukturalna monokryształów (X-ray), metody spektroskopowe (FT-IR, Raman, NIR-Vis-UV, EPR, HF-EPR, NMR) oraz pomiary magnetyczne [1-9]. Stabilność termiczna związków chemicznych badana jest przy zastosowaniu technik pomiarowych TG, TGA i DSC [4,5,8,9]. Ważnym elementem prac są również testy aktywności biologicznej (antybakteryjnej, przeciwgrzybiczej i przeciwnowotworowej) otrzymanych związków

koordynacyjnych pod kątem ich potencjalnego zastosowania w terapii medycznej [1,2,6,7]. Badania doświadczalne związków kompleksowych z jonami metali połączone są z teoretycznymi badaniami ich struktur molekularnych oraz widm oscylacyjnych z zastosowaniem metod obliczeniowych DFT. Przewidziane w obliczeniach wartości częstości oraz intensywności pasm w widmach podczerwieni i ramanowskich wykazują bardzo dobrą zgodność z widmami doświadczalnymi, co znacznie ułatwia pełną interpretację tych widm [1-4,9]. Ponadto, prowadzone są obliczenia dokowania molekularnego, co pozwala na zaproponowanie możliwych mechanizmów oddziaływań w biomolekułach [2]. Wykazanie istnienia korelacji pomiędzy aktywnością biologiczną nowych kompleksów a zastosowanymi ligandami N- i/lub O- donorowym stanowi ważne zagadnienie przy planowaniu syntez bardziej selektywnych leków. Otrzymywane związki charakteryzują się ciekawymi właściwościami strukturalnymi, supramolekularnymi, spektroskopowymi, magnetycznymi i biologicznymi [1-9].

Dodatkowo, w Katedrze K19 realizowanych jest wiele ciekawych interdyscyplinarnych prac dyplomowych, m.in. przeprowadzono analizę jakościową wybranych leków przeciwbólowych, zbadano kolejność krzyżujących się zapisów (w celu potwierdzenia sfalszowania czeku). Połączono cheiloskopię (dziedzinę kryminalistyki, zajmującą się badaniem tzw. czerwieni wargowej, czyli śladów odcisków ust) z analizą widm Ramana szminek. Dokonano spektroskopowej analizy widm FT-IR kamieni szlachetnych.

Głównym nurtem badań teoretycznych są zagadnienia związane z oddziaływaniami niekowalencyjnymi w prostych cząsteczkach oraz różnych układach molekularnych. Wspólnym mianownikiem prowadzonych badań jest poszukiwanie nietypowych rodzajów oddziaływań niekowalencyjnych, takich jak wiązania: halogenowe, chalkogenowe, pnikogenowe, tetrelowe, trielowe, aerogenowe, spodium oraz opis ich właściwości z wykorzystaniem metod obliczeniowych chemii kwantowej [10,11]. W okresie ostatnich dwóch lat szczególny nacisk został położony na badania układów złożonych z oddziaływujących ze sobą podjednostek anionowych. Zwieńczeniem tych badań jest praca, przedstawiająca zarówno eksperymentalne jak i teoretyczne dowody istnienia oddziaływania przyciągającego pomiędzy dwuujemnymi jonami kompleksowymi $[PdCl_4]^{2-}$ [12].

Inne ważne zagadnienia badawcze to: teoretyczny opis właściwości elektrooptycznych agregatów molekularnych [13], badanie mechanizmów nieadiabacyjnych w układach molekularnych, a w szczególności zjawisk bezpromienistej dezaktywacji fotowzbudzonych układów oraz przenoszenia energii wzbudzenia i ładunku, w kontekście chemii prebiotycznej i chemicznej genezy życia [14]. Ponadto, w obszarze szczególnych zainteresowań znajdują się: struktura oscylacyjna pasm w elektronowych jedno- i wielofotonowych widmach absorpcyjnych, wpływ anharmoniczności na nierezonansowe właściwości elektryczne, projektowanie wydajnych wielofotonowych absorberów oraz właściwości fotoluminescencyjne barwników [15,16].

W Katedrze K19 mierzone są widma UV-Vis-NIR oraz widma w zakresie średniej i dalekiej (FT-IR oraz Far-IR) podczerwieni oraz widma Ramana. Pozostałe wyniki badań uzyskiwane są w ramach szerokiej współpracy krajowej i zagranicznej. Współpraca w kraju prowadzona jest m.in. z: Polską Akademią Nauk we Wrocławiu (Instytutem Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych im. Włodzimierza Trzebiatowskiego oraz Instytutem Immunologii i Terapii Doświadczalnej), Uniwersytetem Wrocławskim (Wydział Chemii oraz Wydział Nauk Biologicznych), Uniwersytetem Przyrodniczym we Wrocławiu (Wydział Medycyny Weterynaryjnej), Wrocławskim Centrum Sieciowo-Superkomputerowym (WCSS), Uniwersytetem Medycznym w Lublinie, Uniwersytetem im. A. Mickiewicza w Poznaniu (Wydział Chemii), Uniwersytetem Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie (Instytutem Mikrobiologii i Biotechnologii). Współpraca z ośrodkami zagranicznymi obejmuje takie kraje, jak: Czechy (Mendel University in Brno, Brno University of Technology, Palacký University

Olomouc), Słowacja (Comenius University in Bratislava, Department of Physical and Theoretical Chemistry), Hiszpania (Girona University, Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats oraz Universitat Rovira i Virgili, Tarragona), Szwecja (Umeå University oraz Royal Institute of Technology), Arabia Saudyjska (Prince Sattam Bin Abdulaziz University), Pakistan (Quaid-i-Azam Univeristy), Nigeria (University of Ilorin), Stany Zjednoczone Ameryki (Florida State University oraz Utah State University), Kanada (Montreal University).

Granty badawcze

Obecnie w Katedrze K19 prowadzone są dwa granty badawcze:

Narodowe Centrum Nauki, Projekt Miniatura 5, 2021-2022 (dr inż. Magdalena Malik)

„Hydroksylowe pochodne pirydyny jako ligandy w kompleksach Co(II) i Cu(II) o znaczeniu biologicznym i aplikacyjnym”.

Narodowe Centrum Nauki, konkurs Sonata Bis, 2019-2024 (dr hab. inż. Robert Zaleśny)

„Absorpcja wielofotonowa - rozwój protokołów symulacji”

Wcześniejsze granty:

Projekt KNOW 2014 - 2016 (dr hab. inż. Agnieszka Wojciechowska)

„Polimerowe, biodegradowalne nośniki L-argininowych kompleksów jonów miedzi(II) w celowanym podawaniu do jelita grubego”

Współpraca z przemysłem (dr inż. Magdalena Malik):

Oak Analytics:

Wykonanie i analiza badań spektroskopowych różnych produktów spożywczych jak i alkoholi w ramach projektu: "Product Authentication Based on Raman Spectroscopy". Otrzymane wyniki przyczyniły się do opatentowania technologii otrzymywania wysokiej jakości szybkich testów Oak's, które umożliwiają unikanie różnych oszustw popełnianych przy produkcji żywności i alkoholi na skalę globalną.

Cold Brew (konsultacje naukowe do programu **Mozart NCN**):

współpraca podjęta w celu zidentyfikowania metodami spektroskopowymi i opisanie po raz pierwszy połączeń kwas chlorogenowy–kofeina, co będzie pomocne w określeniu zawartości kofeiny w różnych produktach.

3. Potencjał badawczy Katedry

Katedra K19 wyposażona jest w cztery laboratoria badawcze oraz dwa laboratoria aparaturowe: Pracownię Spektroskopii Oscylacyjnej oraz Laboratorium Spektroskopii Elektronowej NIR-Vis-UV.

Pracownia Spektroskopii Oscylacyjnej (Rys. 1) wchodzi w skład Zintegrowanego Wydziałowego Laboratorium Inżynierii i Badania Materiałów Zaawansowanych. Wyposażenie Pracowni Spektroskopii Oscylacyjnej stanowi aparatura firmy Bruker: dyspersyjny spektrometr ramanowski sprzężony z mikroskopem konfokalnym (moduł Senterra); fourierowski spektrometr ramanowski (moduł Multi-RAM); próżniowy, fourierowski spektrometr podczerwieni (moduł Vertex 70v) oraz specjalistyczny spektrometr FT-IR do analizy gazów (moduł Tensor). Zestaw ten służy do pomiaru widm oscylacyjnych (podczerwieni i ramanowskich) wszelkiego rodzaju próbek homo- i heterogenicznych w fazie stałej, ciekłej i gazowej, do badań powierzchni materiałów, mapowania próbek, w pełnym zakresie liczb falowych (4000-50 cm⁻¹) oraz w szerokim zakresie temperatur (od -196 do 600 °C).

W Laboratorium Spektroskopii Elektronowej (Rys. 2) wykorzystywany jest Spektrofotometr NIR-Vis-UV Carry 500Scan. Aparat służy do pomiarów widm absorpcyjnych roztworów oraz pomiarów refleksyjności próbek stałych w temperaturze pokojowej oraz pomiarów widm absorpcyjnych pojedynczych kryształów w zakresie temperatur od -269 do 20 °C.

Laboratoria badawcze wyposażone są m.in. w mieszadła magnetyczne, wagi analityczne, suszarki, myjki ultradźwiękowe i pastylkarkę (Rys. 3).



Rys. 1. Pracownia Spektroskopii Oscylacyjnej (PWr, bud. A-3, p. 2.11).



Rys. 2. Laboratorium Spektroskopii Elektronowej (PWr, bud. A-3, p.1.16).



Rys. 3. Laboratorium badawcze (PWr, bud. A-3, p. 2.12).

4. Dane kontaktowe Katedry

Kierownik Katedry (K19): dr hab. Wiktor Zierkiewicz, prof. PWR, Politechnika Wrocławska, ul. Smoluchowskiego 23, 50-370 Wrocław, bud. A-3, p. 2.18, tel. 71 320 34 55, wiktork.zierkiewicz@pwr.edu.pl Strona internetowa Katedry: <https://inorganic.pwr.edu.pl/>

Literatura

- [1] Malik-Gajewska M., Trynda J., Zierkiewicz W., Helios K., Latajka R., Wietrzyk J., Michalska D.: Picoplatin-based complexes with the bioactive orotate and 5-fluoroorotate ligands: Synthesis, DFT calculations, structure, spectroscopic characterization and in vitro cytotoxicity. *Journal of Molecular Structure* 2018, 1171, 155-167.
- [2] Malik M., Bieńko D. C., Komarnicka U. K., Kyzioł A., Dryś M., Świtlicka A., Dyguda-Kazimierowicz E., Jedwabny W.: Synthesis, structural characterization, docking simulation and in vitro antiproliferative activity of the new gold(III) complex with 2-pyridineethanol. *Journal of Inorganic Biochemistry* 2021, 215, 111311.
- [3] Morzyk-Ociepa B., Szmigiel-Bakalarz K., Nentwig M., Oeckler O., Malik M.: Structural (X-ray), spectroscopic (FT-IR, FT-Raman) and computational (DFT) analysis of intermolecular interactions in 1H-indazole-3-carbaldehyde. *Journal of Molecular Structure* 2021, 1237, 130318.
- [4] Wojciechowska A., Rojek T., Malik-Gajewska M., Jerzykiewicz M., Wysokiński R., Gągor A., P. Rytlewski, Staszak Z., Duczmal M.: Crystal and molecular structure stabilized by weak interaction in unique 3,5- diiodo-L-tyrosinato copper(II) complex – synthesis, experimental and theoretical studies. *Materials Science and Engineering B* 2020, 62, 114723.
- [5] Wojciechowska A., Janczak J., Rojek T., Gorzjas A., Malik-Gajewska M., Duczmal M.: Isothiocyanate controlled architecture, spectroscopic, and magnetic behavior of copper(II) L-arginine complexes. *Journal of Coordination Chemistry* 2019, 72, 1358.
- [6] Wojciechowska A., Bregier-Jarzębowska R., Komarnicka U. K., Kozioł S., Szuster-Ciesielska A., Sztandera-Tymoczek M., Jarzab A., Staszak Z., Witkowska D., Bojarska-Junak A., Jezierska J.: Isothiocyanate L-argininato copper(II) complexes – Solution structure, DNA interaction, anticancer and antimicrobial activity. *Chemico-Biological Interactions* 2021, 348, 109636.
- [7] Wojciechowska A., Szuster-Ciesielska A., Sztandera M., Bregier-Jarzębowska R., Jarzab A., Rojek T., Komarnicka U. K., Bojarska-Junak A., Jezierska J.: L-argininato copper(II) complexes in solution exert significant selective anticancer and antimicrobial activities. *Applied Organometallic Chemistry* 2020, 34, e5698.
- [8] Rojek T., Goldman W., Ślepokura K., Matczak-Jon E.: Co(II) coordination polymers derived from α,α -disubstituted analogues of zoledronic acid and 4,4'-bipyridine: Synthesis, structures and characterization. *Polyhedron* 2020, 185, 114594.
- [9] Rojek T., Goldman W., Ślepokura K., Zierkiewicz W., Matczak-Jon E.: Deciphering preferred solid-state conformations in nitrogen-containing bisphosphonates and their coordination compounds. A case study of discrete Cu(II) complexes based on $C\alpha$ -substituted analogues of zoledronic acid: crystal structures and solid state characterization. *CrystEngComm* 2019, 21, 4340-4353.
- [10] Zierkiewicz W., Grabarz A., Michalczyk M., Scheiner S.: Competition between Inter and Intramolecular Tetrel Bonds: Theoretical Studies Complemented by CSD Survey. *ChemPhysChem* 2021, 22, 924-934.
- [11] Grabarz A., Michalczyk M., Zierkiewicz W., Scheiner S.: Anion-Anion Interactions in Aerogen-Bonded Complexes. Influence of Solvent Environment. *Molecules* 2021, 26, 2116.

- [12] Zierkiewicz W., Michalczyk M., Maris T., Wysokiński R., Scheiner S.: Experimental and Theoretical Evidence of Attractive Interactions between Dianions: $[\text{PdCl}_4]^{2-}\cdots[\text{PdCl}_4]^{2-}$. *Chemical Communications* 2021, 57, 13305-13308.
- [13] Błasiak B., Bartkowiak W., Góra R. W.: An effective potential for Frenkel excitons. *Physical Chemistry Chemical Physics* 2021, 23, 1923–1935.
- [14] Xu J., Chmela V., Green N. J., Russell D. A., Janicki M. J., Góra R. W., Szabla R., Bond A. D., Sutherland J. D.: Selective prebiotic formation of RNA pyrimidine and DNA purine nucleosides. *Nature*, 2020, 582, 60–66.
- [15] Ośmiałowski B., Petrusevich E. F., Nawrot K. C., Paszkiewicz B. K., Nyk M., Zielak J., Jędrzejewska B., Luis J. M., Jacquemin D., Zaleśny R.: Tailoring the nonlinear absorption of fluorescent dyes by substitution at a boron center. *Journal of Materials Chemistry C* 2021, 9, 6225-6233.
- [16] Ośmiałowski B., Petrusevich E. F., Antoniuk M. A., Grela I., Bin Jassar M.A., Nyk M., Luis J. M., Jędrzejewska B., Zaleśny R., Jacquemin D.: Controlling Two-Photon Action Cross Section by Changing a Single Heteroatom Position in Fluorescent Dyes. *The Journal of Physical Chemistry Letters* 2020, 11, 5920-5925.

Marcin SIENŹYK

Katedra Chemii Organicznej i Medycznej, Wydział Chemiczny, Politechnika Wrocławska, Wrocław

1. Wstęp

Katedra Chemii Organicznej i Medycznej powstała w 2019 roku z połączenia dwóch Zakładów Wydziału Chemicznego Politechniki Wrocławskiej - Zakładu Chemii Organicznej oraz Zakładu Chemii Medycznej i Mikrobiologii. Powstaniu tej grupy przyswiecało założenie, iż badania prowadzone na pograniczu nauk biologicznych i chemicznych wymagają od badaczy doświadczenia i wiedzy łączących zagadnienia z różnych dziedzin. Zadania naukowe realizowane przez grupę wpisują się w zakres chemii medycznej stanowiącej interdyscyplinarną dziedzinę łączącą zagadnienia nie tylko z zakresu chemii i syntezy chemicznej, ale także szeroko pojętej biochemii. W naszym przekonaniu niemożliwe jest efektywne poszukiwanie nowych substancji o znaczeniu terapeutycznym bez jednoczesnego zrozumienia procesów biochemicznych, które mają być celem ich działania. Z drugiej strony tak dla właściwego zrozumienia reakcji chemicznych zachodzących w organizmie, jak i projektowania i syntezy związków, które mogą w nie ingerować, niezbędna jest wiedza i doświadczenie w zakresie chemii organicznej. Stąd Zespół wchodzący w skład K-20 tworzą osoby skupione na wielokierunkowym rozwoju naukowym, co znajduje odzwierciedlenie w ich pracy naukowej.

2. Profil badawczy Katedry

Zadania realizowane przez Zespół uwzględniają zagadnienia z zakresu

- projektowania niskocząsteczkowych związków o potencjalnej aktywności biologicznej z wykorzystaniem klasycznego podejścia do projektowania leków, metod opartych o dokowanie molekularne w układzie białko-ligand czy podejście kombinatoryczne,
- projektowania strategii syntetycznej w zakresie syntezy organicznej,
- syntezy organicznej, w szczególności otrzymywania peptydów i ich pochodnych jako inhibitorów enzymów, substratów enzymów proteolitycznych, epitopów białkowych czy niskocząsteczkowych sond molekularnych –z pełną charakterystyką związków (struktura, czystość, aktywność),
- projektowanie i synteza niskocząsteczkowych sond molekularnych specyficznych względem enzymów proteolitycznych wraz z projektowaniem i ewaluacją metod ich stosowalności w testach biochemicznych
- projektowanie i otrzymywanie antygenów do immunizacji, w tym analiza i otrzymywanie epitopów białkowych, synteza oraz przygotowanie koniugatów epitop-białka nośnikowe,
- projektowanie, optymalizacja i walidacja testów immunochemicznych w szczególności typu ELISA i lateralnych,
- poszukiwania nieantybiotykowych sposobów niszczenia drobnoustrojów,
- przeciwdrobnoustrojowa terapia fotodynamiczna, skupiająca się na poszukiwaniu nowych fotouczulaczy oraz na podnoszeniu efektywności foto-eradykacji bakterii poprzez stosowanie dodatkowych czynników wywołujących efekt synergistyczny,

- badania nad wykorzystaniem zimnej plazmy do zwalczania grzybów fitopatogennych odpowiedzialnych za poważne straty przechowywanych owoców i warzyw,
- modyfikacje strukturalne znanych związków – poszukiwanie analogów związków o interesujących właściwościach, np. biologicznych,
- stosowanie chiralnych substratów lub pomocników w celu syntezy związków enancjomerycznych – reakcje stereoselektywne/stereospecyficzne,
- katalizę asymetryczną – projektowanie i otrzymywanie chiralnych ligandów kompleksujących oraz organokatalizatorów,
- transformacje w celu wprowadzenia pożądanego fragmentu struktury, grupy funkcyjnej, wiązania,
- identyfikację produktów – metody spektroskopowe, metody obliczeniowe, analiza przebiegu reakcji.

3. Potencjał badawczy Katedry

Laboratoria znajdujące się w Katedrze Chemii Organicznej i Medycznej to w pełni wyposażone: laboratoria chemii organicznej, laboratorium analityczne (wyposażone m.in. w HPLC, HPLC-MS, spektrofotometrię), laboratorium biochemiczne (wyposażone m.in. w system analiz spektrofotometrycznych i suszarkę rozpyłową) laboratorium immunochemii (wyposażone w systemy do elektroforezy i elektrotransferu, system obrazowania molekularnego oraz spektrofotometrię i spektrofotometrię), laboratoria mikrobiologiczne (zaopatrzone m.in. w inkubatory mikrobiologiczne, komory laminarne, wirówki czy liofilizatory).

4. Dane kontaktowe Katedry

dr hab. inż. Marcin Sieńczyk, prof. uczelni

Wybrzeże Wyspiańskiego 29, budynek A-2, pokój 424a

tel. 71 320 36 46

Michał ARASZKIEWICZ, Katarzyna CZYŻEWSKA, Lucyna FIRLEJ, Filip FORMALIK, Krystyna HOFFMANN, Mateusz JACKOWSKI, Bogdan KUCHTA, Karolina LABUS, Magdalena LECH, Halina MANIAK, Konrad MATYJA, Bartosz MAZUR, Mariusz NOWAK, Łukasz RADOSIŃSKI, Justyna ROGACKA, Anna TRUSEK, Marcin TYRKA, Irena ŽIŽOVIĆ

*Katedra Inżynierii Bioprocessowej, Mikro i Nanoinżynierii, Wydział Chemiczny, Politechnika
Wrocławska, Wrocław*

1. Wstęp

Katedra Inżynierii Bioprocessowej, Mikro i Nanoinżynierii (K21) wywodzi się z Zakładu Procesów Chemicznych i Biochemicznych (Z-11/W3) utworzonego przez Prof. dr hab. inż. Andrzeja Noworytę w 1990 roku. Od 2014 roku kierowanie Z-11 pod nową nazwą Zakładu Inżynierii Bioprocessowej i Biomedycznej przejęła Prof. dr hab. inż. Anna Trusek, która obecnie kieruje K21. W międzyczasie grupa naukowców afiliowanych przy Z-11 rozrosła się i rozszerzyła tematykę badań.

Badania prowadzone w Z-11 kierowanym przez Prof. dr hab. inż. Andrzeja Noworytę dotyczyły inżynierii bioreaktorów, obejmując zarówno bioreaktory enzymatyczne, mikrobiologiczne, jak i membranowe. Z-11 było w posiadaniu wielu rodzajów bioreaktorów i instalacji membranowych mogących pracować jako samodzielne jednostki lub w integracji z bioreaktorami. Stosowane były preparaty enzymów natywnych, ale także samodzielnie wykonywano immobilizację enzymów na membranach, nośnikach ziarnistych oraz wewnątrz hydrożeli. Procesy zachodzące w bioreaktorach dzięki wysiłkom członka Z-11, Prof. dr hab. inż. Antoniego Kozioła, opisywano za pomocą relatywnie prostych (przystępnych dla użytkownika) modeli matematycznych. Choć wymienieni profesorowie są już na emeryturze, w K21 badania bioreaktorowe w skali od laboratoryjnej, po półtechniczną są kontynuowane.

Wraz z dołączeniem do K21 Prof. dr hab. inż. Bogdana Kuchty (2015 r.) zaczęto rozwijać tematykę adsorpcji na nanomateriałach. W roku 2017 do K21 dołączyła Dr hab. Irena Žižović, która rozszerzyła zakres tematyki badawczej o procesy prowadzone w obecności CO₂ pod zwiększonym ciśnieniem.

2. Profil badawczy Katedry

2.1. Procesy enzymatyczne

Problem infekcji roślin uprawnych, ozdobnych oraz drzew wywoływanych przez grzyby fitopatogenne rozwiązywany jest poprzez hamowanie jednego z enzymów wydzielanych przez patogena do tkanek roślinnych w czasie infekcji. W tym celu syntezowane i charakteryzowane są związki zawierające w budowie naturalnie występujące fragmenty, wyznaczone są wartości stałych inhibicji oraz mechanizm działania (Patent PL nr 233208, Patent PL 238660). Wyniki eksperymentalne wspierane są obliczeniami dokowania molekularnego [1,2]. Ponadto prowadzone są badania cytotoksyczności i fitotoksyczności związków przy współpracy z innymi jednostkami naukowymi.

W procedurze immobilizacji stosowane są nośniki pochodzenia naturalnego: hydrożele gŁÓWNIIE alginian sodu do przeprowadzenia enkapsulacji oraz membrany polimerowe do wiązania

kowalencyjnego biokatalizatorów i realizowane jest podejście pozyskiwania nośników wieloenzymatycznych. Realizowana w K21 praca doktorska dotyczy kaskady umożliwiającej otrzymanie mleka bezlaktozowego, charakteryzującego się obniżoną słodkością [3-5]. Wieloenzymatyczna biokataliza zwiększa wydajność biokonwersji poprzez wyeliminowanie negatywnych skutków inhibicji produktowej, pojawiających się w relacji pomiędzy oksydazą glukozową a nadtlaniem wodoru oraz ogranicza objętość bioreaktorów.

2.2. Układy hydrożelowe

W Katedrze prowadzone są szeroko zakrojone badania nad otrzymywaniem i zastosowaniem materiałów hydrożelowych funkcjonalizowanych różnorodnymi związkami aktywnymi. Największy nacisk kładziony jest na proekologiczny charakter prowadzonych projektów, dlatego też uwaga skupiona jest przede wszystkim na badaniu materiałów biodegradowalnych. Co istotne, specyficzne właściwości tych hydrożeli tj. duża zawartość wody w strukturze, półprzepuszczalność, zdolność odwracalnego pęcznienia, biodegradowalność, biokompatybilność sprawiają, że materiały te mogą być bezpiecznie stosowane w medycynie, farmacji, przemyśle spożywczym, rolniczym, kosmetycznym oraz w innych sektorach „life-science”.

W ramach działalności naukowej K221 prowadzone są między innymi badania nad wykorzystaniem matryc hydrożelowych w produkcji selektywnych testów diagnostycznych na obecność enzymów o konkretnej aktywności katalitycznej (Patent nr PL 237373, Patent nr PL 231850, Zgłoszenie patentowe nr P 437941). W takim rozwiązaniu hydrożel jest nośnikiem substratu specyficznego dla oznaczanego enzymu, który w jego obecności konwertowany jest do barwnego produktu [6].

Materiały hydrożelowe mogą być wykorzystywane w przemyśle spożywczym. Uzyskane wyniki wskazują, że alginianowe otoczki hydrożelowe wzbogacone o odpowiednio dobraną mieszankę olejków eterycznych i antyoksydantów mogą stanowić skuteczną ochronę świeżych owoców i przedłużać okres ich przydatności do spożycia.

W oparciu o materiały hydrożelowe, przy współpracy z Uniwersytetem Medycznym we Wrocławiu projektowane są także nośniki leków. W celu uzyskania kontrolowanego, wydłużonego uwalniania leków hydrożele łączone są z płatkowym tlenkiem grafenu [7-8] lub polimerami syntetycznymi [9]. Zaletą nośników hydrożelowych jest możliwość nadania im kształtu dopasowanego do miejsca aplikacji.

2.3. Bioreaktory mikrobiologiczne

Prowadzone są badania zarówno w kierunku wytwarzania, jak i utylizacji z wykorzystaniem mikroorganizmów.

Tematyka badań obejmuje między innymi zagadnienia zagospodarowania biomasy oraz ochrony roślin. Prace naukowe skupiają się na wykorzystaniu zawartych w biomasie składników jako czynników indukujących produkcję białek przez różne gatunki grzybów w hodowlach na podłożu stałym (Patent PL nr 226729). Wykorzystywana jest biomasa w postaci niezmienionej lub poddawana obróbce wstępnej. Izolowane ze środowiska, pozyskane z kolekcji szczepy grzybów fitopatogennych oraz entemopatogennych oraz bakterii badane są pod kątem zdolności do efektywnej degradacji chityny i poszczególnych składników roślin, jak celuloza, hemiceluloza, pektyny czy lignina. Z jednej strony,

prowadzone są eksperymenty nad doborem warunków hodowli, optymalnych do znacznego przyrostu komórek produkcyjnych oraz wydajnej produkcji enzymów oraz ich izolacji i oczyszczania, z drugiej – określanie właściwości katalitycznych uzyskanych białek oraz potencjalne zastosowanie w procesie przemysłowym [10,11].

Jako że pod opieką K21 znajduje się browar Politechniki Wrocławskiej, na instalacji prowadzone są badania w ramach prac dyplomowych oraz pracy doktorskiej ukierunkowanej na pozyskanie piwa o unikatowych właściwościach. Badane są szczepy pozwalające na pozyskanie piwa niskoalkoholowego [12], niskokalorycznego, bogatego w substancje o właściwościach modulujących. Jako że obecne trendy w gospodarce zakładają maksymalne wykorzystanie odpadów w ramach tzw. gospodarki cyrkularnej odpady browarnicze są zagospodarowywane w kierunku pozyskania substancji organicznych np. kwasu mlekowego lub energii [13, 14].

Procesy prowadzone w K21 opisywane są za pomocą modeli matematycznych, które pozwalają na projektowanie i optymalizację procesów w skali przemysłowej. Niektóre z nich pozwalają także na zrozumienie skomplikowanych procesów zachodzących w żywych organizmach. Należą do nich między innymi modele mechanistyczne oparte o analizę sieci metabolicznych (Flux Balance Analysis, FBA) oraz teorii dynamicznych budżetów energetycznych (Dynamic Energy Budget, DEB). Przeprowadzono szereg prac nad modelem matematycznym opisującym wpływ jonów metali ciężkich na aktywność łańcucha oddechowego i szybkość wzrostu mikroorganizmów osadu czynnego [15]. Model opisuje dynamikę zmian w funkcjonowaniu osadu, który poddany jest ekspozycji na działanie toksycznych metali. Może zostać wykorzystany do symulacji i optymalizacji procesów oczyszczania ścieków oraz do przewidywania negatywnych skutków wywoływanych przez konkretne ładunki metali oraz do szacowania czasu potrzebnego na regenerację układu biologicznego. Obecnie prowadzone są prace nad modelami DEB dla bakterii *Escherichia coli* i dla drożdży *Saccharomyces cerevisiae*. Wykorzystanie modelu DEB do symulacji i optymalizacji bioprocessów, to zagadnienie mające charakter wielce innowacyjny, który mógłby pozwolić na zwiększenie ich wydajności i ograniczenie kosztów prowadzenia hodowli mikroorganizmów.

2.4. Procesy membranowe

Wspomniane wyżej procesy enzymatyczne i mikrobiologiczne są intensyfikowane poprzez dołączenie membrany separującej produkt(y), zatrzymującej biokatalizator w strefie reakcji oraz niekiedy także i substrat(y) [16, 17]. Wszystkie rodzaje bioreaktora membranowego zostały opisane także matematycznie, a opracowane modele zweryfikowane doświadczalnie [18]. Jest to baza do przeprowadzenia każdego procesu enzymatycznego lub mikrobiologicznego przy najwyższej wydajności.

Prowadzone są także prace związane wyłącznie z separacjami membranowymi. Laboratoria K-21 wyposażone są w kompleksowe instalacje membranowe, zarówno do procesów ciśnieniowych (mikrofiltracja – ultrafiltracja – nanofiltracja - odwrócona osmoza), jak i dyfuzyjnych (perwaporacja, ekstrakcja membranowa). Realizowane są badania mające na celu odzysk cennych składników z odpadów (np. białek z serwatki) i produktów procesów fermentacji mikrobiologicznych (np. kwasów organicznych) [19]. Z racji coraz większego nacisku na aspekty środowiskowe i zwiększającego się zainteresowania naukowców w poszukiwaniach nowych technologii oczyszczania i pozyskiwania wody, to zagadnienie jest obecnie realizowane w K21 [20, 21]. Przy współpracy z firmą „Wratislavia Biodiesel”

opracowywany jest trzostopniowy proces oczyszczania i regeneracji wody powstającej po procesie ekstrahowania biodiesla.

2.5. Modyfikacje membran i innych materiałów w laboratorium wysokociśnieniowym

Laboratorium wysokociśnieniowe umożliwia prowadzenie badań wykorzystujących nadkrytyczny ditlenek węgla. Ditlenek węgla jest gazem nietoksycznym, niepalnym, łatwodostępnym oraz oferuje relatywnie niskie parametry krytyczne (31.1°C, 7.39MPa). Płyny nadkrytyczne charakteryzują się niemal zerowym napięciem powierzchniowym, a osiągnięte w nich współczynniki dyfuzji są wysokie. Umożliwia to łatwą penetrację matrycy materiału. Po dekompresji, w materiale brak jest pozostałości rozpuszczalnika. Nie generowane są również odpady, co wpisuje procesy wysokociśnieniowe w obecne trendy zielonej chemii. Wraz z penetracją matrycy możliwe jest modyfikowanie struktury materiału w całej jego objętości substancją aktywną, która jest rozpuszczona w płynie nadkrytycznym. Wyjątkowe możliwości technologii wysokociśnieniowych są wykorzystywane w wielu obszarach, przykładowo: ekstrakcja nadkrytyczna, impregnacja nadkrytyczna, wytwarzanie cząstek, reakcje chemiczne, barwienie tekstyliów, wyroby medyczne, produkcja areożeli.

Obecnie w K21 realizowane są dwa projekty dotyczące opracowywania nowych materiałów o pożądanych właściwościach – antibakteryjnych i antybiofilmowych [22-24]. Zespół przeprowadza również reakcje chemiczne w fazie nadkrytycznej (grafting) [25]. Dzięki temu możliwe jest uzyskanie materiału o stałych właściwościach. Poza modyfikacją materiałów prowadzone są badania nad produkcją materiałów o wyjątkowej strukturze porowatej wykorzystując brak sił kapilarnych w ośrodku płynu nadkrytycznego. Badane są metody jednoetapowego spieniania polimerów, suszenia płynem nadkrytycznym i produkcji aerożeli.

2.6. Analiza właściwości materiałów nanoporowatych

Badania prowadzone w K-21, w zespole nanoinżynierii chemicznej, koncentrują się na analizie podstawowych własności materiałów nanoporowatych i ich wpływu na potencjalne zastosowania.

Jednym z celów tych badań jest określenie wpływu deformacji struktur porowatych na mechanizm sorpcji i skuteczność separacji gazów [26-28]. Połączona numeryczna i eksperymentalna weryfikacja właściwości wybranych struktur oraz procesu adsorpcji i separacji jest najbardziej efektywnym podejściem, które prowadzi do przyszłych zastosowań. Metodologia obejmuje zarówno symulacje molekularne (metodą Grand Canonical Monte Carlo oraz dynamiki molekularnej) jak i pomiary eksperymentalne (adsorpcja objętościowa czy dynamiczna sorpcja).

Symulacje numeryczne adsorpcji wykorzystywane są jako wyjątkowo efektywne narzędzie do analizy dostępnych baz danych zawierających istniejące i hipotetyczne struktury MOF (ponad 100 000) w celu znalezienia materiałów o określonych właściwościach (tzw. badania przesiewowe). Jako przykład można podać wyznaczenie 13 struktur MOF z bazy CoreMOF (ok. 5000 struktur) charakteryzujących się wyjątkowo selektywną adsorpcją CO₂ z mieszaniny CO₂/CH₄ z uwzględnieniem obecności cząsteczek wody w całym procesie [29]. W przyszłości materiały te mogą zostać wykorzystane jako nośnik do produkcji membran lub zbiorników używanych w adsorpcji zmiennociśnieniowej (ang. pressure swing adsorption) przy produkcji biogazu.

Następną gałęzią badań jest analiza dynamiki sieci, czyli drgań, które występują w kryształach oraz mają wpływ na transformacje strukturalne indukowane m. in. adsorpcją. Efekt może zostać

wykorzystany w procesach takich jak separacja gazów, absorbowanie fal uderzeniowych czy w urządzeniach służących do detekcji (np. CO₂).

Badania prowadzone są również w zakresie projektowania matryc biopolimerowych (np. żelatyna) pod określone funkcjonalności, a w szczególności immobilizację objętościową enzymów, leków czy innych jednostek aktywnych [30]. Wykorzystywane są możliwości oferowane przez najnowocześniejsze metody obliczeniowe, m. in. metody ziarniste (ang. coarse-grained methods). Ze względu na poziom skomplikowania układów i ich wielkość dochodzącą do miliona atomów konieczne jest użycie komputerów dużej mocy (ang. high-performance computing). Zadania badawcze wykonywane są poprzez kombinację różnorodnego, specjalistycznego oprogramowania w tym pakietów LAMMPS, NAMD do dynamiki molekularnej i metod ziarnistych czy RASPA do obliczeń Monte Carlo oraz oprogramowania opartego na metodzie DFT (VASP, CASTEP, Gaussian).

Projekty badawcze realizowane w K21 w przeciągu ostatnich pięciu lat:

Transport masy substancji leczniczej z homogenicznego lub wielowarstwowego implantu będącego jej rezerwuarem lub miejscem powstawania, OPUS, 2013-2019, Kierownik Prof. dr hab. inż. Anna Trusek

Określenie wpływu składu i struktury przestrzennej hydrożelu na właściwości inkludowanego w nim biokatalizatora, SONATA, 2016-2020, Kierownik Dr inż. Karolina Labus

Modelowanie hybrydowych deformowalnych nanomateriałów porowatych do składowania gazów i oczyszczania biogazu, OPUS, 2017-2020, Kierownik Prof. dr hab. inż. Bogdan Kuchta

Impregnacja membran polimerowych w obecności dwutlenku węgla w stanie nadkrytycznym - dobór parametrów procesu, modelowanie molekularne oraz badania biofoulingu, OPUS, 2019-2022, Dr hab. Irena Žižović, prof. uczelni.

Biosynteza nanocząstek metali ze ścieków przemysłowych - badania wstępne, MINIATURA 2020-2021, Dr inż. Konrad Matyja

Molekularny i fizjologiczny mechanizm odpowiedzi patogenów żywności na wybrane naturalne związki bioaktywne oraz opracowanie polimerów biodegradowalnych o aktywności antybakteryjnej OPUS 2020-2023, Dr hab. Irena Žižović, prof. uczelni.

Współpraca z jednostkami naukowymi i przemysłowymi, z którymi K21 współpracuje/ła w ostatnich pięciu latach

Uczelnie i instytuty zagraniczne: Aix-Marseille University, University of Montpellier, Technical University Dresden, University of Missouri, Shaheed Bhagat Singh State University Punjab, VŠB Technical of Ostrava, Heriot-Watt University in Edinburgh, University of Belgrade, University of Santiago of Chile, Center for the Development of Nanoscience and Nanotechnology in Chile, Institute of Medicinal Plant Research in Belgrad, Eurotechnica GmbH.

Polskie uczelnie i instytuty badawcze: Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Uniwersytet Medyczny we Wrocławiu, Uniwersytet Warszawski, Instytut Immunologii i Terapii Doświadczalnej PAN-Wrocław, Dolnośląski Ośrodek Badawczy we Wrocławiu

Zakłady przemysłowe: Torf Corporation Sp. z o.o., Wratislavia Biodiesel Sp. z o.o., Hitachi Astemo Poland Ltd., Browar Jastrzębie

Pracownicy Katedry współuczestniczą także w realizacji tematyki badawczej wspólnie z innymi jednostkami Wydziału, przede wszystkim K-24. Można tutaj wymienić projekty realizowane na potrzeby przemysłu jak i własne prace badawcze związane m.in. z: 1' nowymi technologiami nawozów mikroelementowych typu żoź-żel opartych na biodegradowalnych substancjach organicznych; 2' zagospodarowaniem odpadowej wełny mineralnej na produkty użyteczne; 3' oceny możliwości odzysku pierwiastków z żuźli poprodukcyjnych z hut miedzi; 4' procesami związanymi z technologiami kwasu fosforowego i soli fosforowych; 5' wykorzystaniem odpadów chmielowych w produktach użytecznych; 6' technologiami powiázanymi ze związkami potasu; 7' technologiami utylizacji uciáźliwych odpadów.

3. Potencjał badawczy K21

1. Badania w skali półprzemysłowej z wykorzystaniem bioreaktorów mikrobiologicznych i enzymatycznych, w tym membranowych; separacje membranowe oparte na procesach dyfuzyjnych i ciśnieniowych.
2. Fermentacje w kierunku wytworzenia piwa o zadanych właściwościach. Analiza uzyskanego produktu zgodnie z metodologią EBC oraz pod kątem zawartości związków organicznych z wykorzystaniem GC i HPLC.
3. Impregnacja i grafting w warunkach nadkrytycznych w kierunku uzyskania materiałów o pożądanych właściwościach; wytwarzanie materiałów o wyjątkowej strukturze porowatej wykorzystując brak sił kapilarnych w ośrodku płynu nadkrytycznego.
4. Wykorzystanie modelu DEB do symulacji i optymalizacji bioprocusów.
5. Modelowanie numeryczne ukłádów i zjawisk nano-metrycznych, w szczególności adsorpcji w materiałach porowatych oraz matryc biopolimerowych. Opracowywanie modelu dowolnego materiału nano-porowatego, polimeru i biopolimeru wraz z jednostką aktywną wraz z analizą jego właściwości energetycznych i strukturalnych.

Literatura

- [1] Maniak, H.; Talma, M.; Matyja, K.; Trusek, A.; Giurg, M.: Synthesis and structure-activity relationship studies of hydrazide-hydrazones as inhibitors of laccase from *trametes versicolor*. *Molecules* 2020, 25, 1–26.
- [2] Maniak, H.; Talma, M.; Giurg, M.: Inhibitory potential of new phenolic hydrazide-hydrazones with a decoy substrate fragment towards laccase from a phytopathogenic fungus: SAR and molecular docking studies. *Int. J. Mol. Sci.* 2021, 22, 1–27.
- [3] Czyzewska K., Trusek A.: Encapsulated NOLA (TM) Fit 5500 Lactase-An economically beneficial way to obtain lactose-free milk at low temperature: *Catalyst* 2021, 11(5), 527.
- [4] Trusek A., Dworakowska D., Czyzewska K.: 3D enzymatic preparations with graphene oxide flakes and hydrogel to obtain lactose-free products; *Food and Bioproducts Processing* 2020, 121, 224-229.
- [5] Czyzewska K., Trusek-Holownia A., Dabrowa M. Sarmiento, F., Blamey, J.M.: A catalytic membrane used for H₂O₂ decomposition; *Catalysis Today* 2019, 331, 30-34.
- [6] Labus K.: Effective detection of biocatalysts with specified activity by using a hydrogel-based colourimetric assay - beta-galactosidase case study; *PLOS ONE* 2018, 13(10), e0205532.
- [7] Trusek A., Kijak E.: Drug carriers based on graphene oxide and hydrogel: Opportunities and challenges in infection control tested by amoxicillin release; *Materials* 2021, 14 (12), 3182.

- [8] Trusek A., Kijak E., Granicka L.: Graphene oxide as a potential drug carrier - Chemical carrier activation, drug attachment and its enzymatic controlled release; *Materials Science & Engineering C-Materials for Biological Applications* 2020, 116, 111240.
- [9] Labus K., Trusek-Holownia A., Semba D., Ostrowska J., Tynski P., Bogusz J.: Biodegradable polylactide and thermoplastic starch blends as drug release device - mass transfer study; *Polish Journal of Chemical Technology* 2018, 20(1), 75-80.
- [10] Zaslona H., Trusek-Holownia A.: Enhanced production of polygalacturonase in solid-state fermentation: Selection of the process conditions, isolation and partial characterization of the enzyme. *Acta Biochimica Polonica* 2015, 62, 651–657.
- [11] Zaslona H., Trusek-Holownia A., Radosinski L., Hennig J.: Optimization and kinetic characterization of recombinant 1,3- β -glucanase production in *Escherichia coli* K-12 strain BL21/pETSD10 - a bioreactor scale study; *Letters in Applied Microbiology* 2015, 61, 36–43.
- [12] Jackowski M., Trusek A.: Non-alcoholic beer production - an overview; *Polish Journal of Chemical Technology* 2018, 20(4), 32-38.
- [13] Jackowski M., Semba D., Trusek A., Wnukowski M., Niedzwiecki L., Baranowski M., Krochmalny K., Pawlak-Kruczek H.: Hydrothermal carbonization of brewery's spent grains for the production of solid biofuels; *Beverages* 2019, 5 (1), 12.
- [14] Jackowski M., Niedzwiecki L., Lech M., Wnukowski M., Arora A., Tkaczuk-Serafin M., Baranowski, M., Krochmalny K., Veetil V. K, Seruga P., Trusek A., Pawlak-Kruczek, H.: HTC of wet residues of the brewing process: Comprehensive characterization of produced beer, spent grain and valorized residues; *Energies* 2020, 13 (8), 2058.
- [15] Matyja K., Wasiela A., Dobicki W., Pokorny P., Trusek A.: Dynamic modeling of the activated sludge microbial growth and activity under exposure to heavy metals. *Bioresources Technology* 2021, 339. 125623.
- [16] Noworyta A., Trusek A., Wajsprych M.: Membrane reactor for enzymatic depolymerization - a case study based on protein hydrolysis, *Polish Journal of Chemical Technology* 2018, 20 (4), 44-48.
- [17] Janczewski L., Trusek-Holownia A.: Biofilm-based membrane reactors - selected aspects of the application and microbial layer control; *Desalination and Water Treatment* 2016, 57(48-49), 22909-22916.
- [18] Trusek-Holownia A.: *Membrane Bioreactors. Models for Bioprocess Design*, Balaban Desalination Publications, 2011.
- [19] Lech M., Trusek A.: Whey management based on bioreactor and membrane processes: clean technology gaining valuable components of whey; *Desalination and Water Treatment* 2021, 214, 128-134.
- [20] Lech M., Klimek M., Porzybot D., Trusek A.: Three-stage membrane treatment of wastewater from biodiesel production-preliminary research; *Membranes* 2022, 12 (1), 39.
- [21] Trusek A., Wajsprych M., Noworyta A.: Low- and high-pressure membrane separation in the production of process water for coke quenching; *Membranes* 2021, 11(12), 937.
- [22] Zizovic, I.; Trusek, A.; Tyrka, M.; Moric, I.; Senerovic, L.: Functionalization of polyamide microfiltration membranes by supercritical solvent impregnation. *Journal of Supercritical Fluids*. 2021,174, 105250.
- [23] Zizovic, I.; Tyrka, M.; Matyja, K; Moric, I.; Senerovic, L.; Trusek, A.: Functional modification of cellulose acetate microfiltration membranes by supercritical solvent impregnation. *Molecules*. 2021, 26, 411

- [24] Nowak, M.; Misić, D.; Trusek, A.; Zizović, I.: Polymeric microfiltration membranes modification by supercritical solvent impregnation—Potential application in open surgical wound ventilation. *Molecules* 2021, 26, 4572.
- [25] Tyrka, M.; Nowak, M.; Misić, D.; Półbrat, T.; Koter, S.; Trusek, A.; Zizović, I.: Cellulose acetate membranes modification by aminosilane grafting in supercritical carbon dioxide towards antibiofilm properties. *Membranes* 2022, 12 (1), 33.
- [26] Formalik F., Neimark A.V., Rogacka J., Firlej L., Kuchta B.: Pore opening and breathing transitions in metal-organic frameworks: Coupling adsorption and deformation. *Journal of Colloid and Interface Science* 2020, 578, 77–88.
- [27] Chanut N., Ghoufi A., Coulet M-V., Bourrelly S., Kuchta B., Maurin G., Llewellyn P.L.: Tailoring the separation properties of flexible metal-organic frameworks using mechanical pressure. *Nature Communications* 2020, 11, 1216.
- [28] Roztocki K., Formalik F., Krawczuk A., Senkowska I., Kuchta B., Kaskel S., Matoga D.: Collective breathing in an eightfold interpenetrated metal-organic framework: From mechanistic understanding towards threshold sensing architectures. *Angewandte Chemie International Edition* 2020, 132, 4521-4527.
- [29] Rogacka J., Seremak A., Luna-Triguero A., Formalik F., Matito-Martos I., Firlej L., Calero S., Kuchta B.: High-throughput screening of metal–Organic frameworks for CO₂ and CH₄ separation in the presence of water. *Chemical Engineering Journal* 2021, 403(1), 126392.
- [30] Radosiński Ł., Labus K.T., Żemojtel P., Wojciechowski J.: Development and validation of a virtual gelatin model using molecular modeling computational tools. *Molecules*. 2019, 24 (8), 3365.

Marek SAMOĆ i Współpracownicy

*Katedra Inżynierii i Modelowania Materiałów Zaawansowanych, Wydział Chemiczny, Politechnika
Wrocławska, Wrocław*

1. Wstęp

Katedra Inżynierii i Modelowania Materiałów Zaawansowanych to jednostka organizacyjna Wydziału Chemicznego Politechniki Wrocławskiej, która w części kontynuuje tradycje grupy wrocławskich fizykochemików współtworzących Wydział od jego początków. Przeszłość tej grupy i jej dokonania zostały opisane m.in. w monografiach i artykułach zgromadzonych na stronie [www prof. Ludwika Komorowskiego](http://www.komorowski.edu.pl/chemia-fizyczna-w-pwr/). <http://www.komorowski.edu.pl/chemia-fizyczna-w-pwr/>, gdzie znajduje się wiele ciekawych danych, od lat czterdziestych XX wieku (w 1948 roku kierownictwo nowo powołanej Katedry Chemii Fizycznej objął przybyły z Krakowa profesor Kazimierz Gumiński) do czasów najnowszych. Zmiany zewnętrznych uregulowań dotyczących struktury Uczelni oraz inne, bardziej personalne czynniki powodowały reorganizacje, spośród których istotnym momentem było utworzenie w roku 1968 Instytutu Chemii Organicznej i Fizycznej (I-4), w którego skład weszła grupa fizykochemików skupionych wokół trzech liderów: profesorów Krzysztofa Pigionia, Józefa Rohledera i Zdzisława Ruzewicza. Instytut ten przetrwał 25 lat, w 1993 jego część stała się Instytutem Chemii Fizycznej i Teoretycznej (I-30). Ten z kolei został rozwiązany w 2015 decyzją władz Uczelni o likwidacji instytutów na Politechnice Wrocławskiej i większość jego pracowników postanowiła wtedy utworzyć Katedrę Inżynierii i Modelowania Materiałów Zaawansowanych, która będąc jedyną katedrą na Wydziale Chemicznym uzyskała symbol K1, a po ponownej reorganizacji Uczelni została przemianowana na K22.

Dziś (początek 2022 roku) Katedrę tworzy 7 profesorów tytularnych, 8 profesorów uczelni i 16 pracowników niesamodzielnych. W badaniach naukowych prowadzonych w Katedrze uczestniczy też liczna grupa (około 20) doktorantów.

2. Profil badawczy Katedry

Katedra nie posiada sformalizowanej struktury wewnętrznej, ale oczywiście istnieją w niej mniej lub bardziej trwałe grupy badawcze, skupiające się wokół liderów i przede wszystkim związane z finansowaniem badań w ramach prowadzonych projektów badawczych. Kierownicy licznych grantów realizowanych w Katedrze (pozyskiwanych z funduszy europejskich, Fundacji na rzecz Nauki Polskiej, Narodowego Centrum Nauki, Narodowej Agencji Wymiany Akademickiej, Ministerstwa Edukacji i Nauki i innych źródeł) zazwyczaj współpracują zarówno z innymi naukowo-dydaktycznymi pracownikami Katedry, jak i zatrudniają pracowników zewnętrznych na etatach opłacanych z grantów.

Poniżej przedstawione są, bardzo skrótowo, zainteresowania naukowe profesorów Katedry.

Kilkoro pracowników Katedry koncentruje się na badaniach prowadzonych metodami chemii kwantowej i modelowania molekularnego. Profesor W. A. Sokalski i jego współpracownicy rozwijają nowe metody projektowania katalizatorów oraz inhibitorów i analizy ich aktywności. Wprowadzili oni m.in. metodę statycznych i dynamicznych pól katalitycznych, nieempiryczną metodę MED oceny aktywności inhibicyjnej, technikę skumulowanych multipoli atomowych oraz wariacyjno-perturbacyjną metodę podziału energii oddziaływań międzycząsteczkowych. Z kolei Prof. T. Andruniów specjalizuje się w badaniach mechanizmu fotoindukowanych procesów w układach

biologicznych, tj. rodopsynie czy białkach fluorescencyjnych. Do pracowników Katedry zajmujących się modelowaniem dołączył też ostatnio Prof. B. Szyja, którego specjalnością są procesy fotoelektrokatalityczne dla konwersji energii słonecznej na energię chemiczną w wytwarzaniu nośników czystej energii.

Prof. I. Turowska-Tyrk przewodniczy grupie krystalografów, którzy badają fotoindukowane zmiany strukturalne w kryształach w warunkach atmosferycznych i wysokich ciśnień. Fotochemiczne reakcje będące przedmiotem zainteresowania mają charakter międzycząsteczkowy (np. dimeryzacja) lub wewnątrzcząsteczkowy (np. reakcja Norrish-Yanga).

Znaczna część prac badawczych prowadzonych w Katedrze jest związana z zagadnieniami dotyczącymi szeroko rozumianej fotoniki, w tym nanofotoniki i biofotoniki. Pomimo iż Katedra związana jest z Wydziałem Chemicznym, zainteresowania naukowe jej pracowników dotyczące fotoniki nie ograniczają się do chemii czy też nauki o materiałach stosowanych w fotonice, lecz sięgają też fizyki i fizykochemii procesów oddziaływania światła, a zwłaszcza światła laserowego z materią. Od wielu lat grupa badaczy prowadzona przez profesora A. Miniewicza, w skład której wchodzi też prof. S. Bartkiewicz i prof. A. Sobolewska pracuje nad efektami związanymi m.in. ze zmianami powodowanymi przez światło w strukturze materiałów, takich jak związki fotochromowe (na przykład pochodne azobenzenu) czy ciekłe kryształy. W ostatnich latach szczególnie interesujące są badania grupy nad tzw. optycznym zjawiskiem Marangoniego i wirami fonicznymi: przepływami cieczy wywołanymi światłem. Procesy fotofizyczne i fotochemiczne są też badane przez prof. J. Myśliwca i jego współpracowników, w tym prof. L. Sznitko. Grupa prof. Myśliwca jest m.in. zainteresowana powstawaniem akcji laserowej w układach, gdzie sprzężenie zwrotne nie jest wywołane obecnością typowej wnęki rezonansowej, lecz ma charakter randomiczny związany z rozpraszaniem światła.

Zarówno wspomniani powyżej naukowcy, jak i profesorowie K. Matczyszyn, M. Nyk, J. Olesiak-Bańska i D. Wawrzyńczyk oraz współpracujący z nimi prof. M. Samoć prowadzą szereg badań, których celem jest otrzymanie oraz charakteryzacja nowych molekuł, nanocząstek i innych bardziej skomplikowanych układów lub nanoukładów o właściwościach mogących znaleźć zastosowania w fotonice, nanofotonice czy też bionanofotonice. Szczególną uwagę przykładają się tu do tzw. optycznych efektów nieliniowych: zjawisk występujących przy wysokich natężeniach światła, jakie otrzymywać można przy wykorzystaniu laserów o krótkich impulsach: od nanosekund do femtosekund. Badane materiały to zarówno barwniki organiczne lub metaloorganiczne, jak i nanocząstki półprzewodnikowe, metaliczne, czy też zawierające jony lantanowców oraz bardziej skomplikowane układy jak nanokontenery zawierające odpowiednie cargo. Wiele uwagi poświęca się również nowym materiałom mogącym tworzyć aktywne układy dla diagnostyki medycznej i terapii (w tym tzw. terapii fotodynamicznej) i próbom wykorzystania niekonwencjonalnych materiałów dla fotoniki, takich jak polimery koordynacyjne. Istotne są tu badania nad oddziaływaniami molekuł lub nanocząstek z takimi układami biologicznymi jak kwasy nukleinowe, czy białka (np. struktury amyloidowe).

Do Katedry dołączyła też ostatnio grupa badaczy kierowana przez prof. J. Cabaj, która specjalizuje się w badaniach nad chemicznymi czujnikami, wykorzystującymi m.in. elektrochemię i specyficzne właściwości nanomateriałów, m.in. polimerów przewodzących.

Podsumowując, badania prowadzone w Katedrze mają charakter interdyscyplinarny, na pograniczu chemii, fizyki, biologii i inżynierii materiałowej, w czym duże znaczenie ma bardzo szeroka współpraca naukowa pracowników Katedry z naukowcami z Polski i zagranicy, czego dowodem jest lista publikacji

K22 (dostępna pod <https://dona.pwr.edu.pl>), gdzie ponad połowa publikacji to prace powstałe we współpracy z licznymi instytucjami zagranicznymi.

3. Potencjał badawczy Katedry

Narzędzia badawcze stosowane w Katedrze to zarówno metodyka obliczeniowa, jak i standardowe i mniej standardowe metody eksperymentalne, dotyczące syntezy badanych układów oraz ich charakterystyki. W każdym z tych przypadków, zaplecze jakim dysponują badacze musi być rozpatrywane łącznie z doświadczeniem, jakie zostało uzyskane przez nich w jego wykorzystaniu.

Stosowane własne oryginalne metody obliczeniowe, obok standardowych pakietów chemii kwantowej, umożliwiają weryfikację mechanizmów reakcji enzymatycznych, projektowanie mutacji zwiększających aktywność katalityczną oraz ocenę aktywności inhibitorów. W zagadnieniach związanych z inżynierią materiałową stosowane są symulacje wykorzystujące m.in. pakiet COMSOL Multiphysics.

W badaniach krystalograficznych wykorzystywany jest monokrystaliczny dyfraktometr rentgenowski wyposażony w przystawkę nisko- i wysokotemperaturową oraz komorę wysokich ciśnień.

W zakresie syntezy chemicznej Katedra dysponuje niewielkim potencjałem aparaturowym i laboratoryjnym, który jest wykorzystywany dla takich celów jak synteza nanocząstek (np. kropki kwantowe, nanomateriały domieszkowane jonami lantanowców, nanopręty i inne nanocząstki lub nanoklastry metali szlachetnych), synteza polimerów koordynacyjnych typu MOF (metal-organic framework) czy też funkcjonalizację nanoukładów. Obok podstawowych standardowych technik charakteryzacji syntezowanych układów, Katedra posiada mikroskopy sił atomowych (AFM), skaningowy mikroskop elektronowy JEOL i spektrofotometrię CD oraz IR i UV-Vis, kilka spektrofluorometrów i optyczny tomograf komputerowy OCT.

Specjalistyczne wyposażenie to przede wszystkim układy laserowe i zbudowane w oparciu o nie optyczne układy pomiarowe. Lasery jakimi dysponuje Katedra to zarówno urządzenia pracujące w sposób ciągły (cw) jak i liczne układy generujące impulsy nanosekundowe, pikosekundowe oraz femtosekundowe. Wśród podstawowych laserów służących do wzbudzania emisji bądź pompowania optycznego, na wyposażeniu są lasery argonowe Coherent Innova i Lexel 95 oraz laser Nd:YAG Surelite (impulsy 10 ns), lasery światłowodowe i półprzewodnikowe.

Pomiary czasowo-rozdzielcze emisji światła mogą być prowadzone kilkoma technikami, w zakresie od milisekund do femtosekund, katedra dysponuje układem TCSPC (time-correlated single-photon counting) dającym rozdzielczość pikosekundową dla zaników luminescencji, w ograniczonym zakresie mogą też być prowadzone pomiary techniką pompa-sonda w domenie femtosekundowej.

Na stanie Katedry znajdują się również trzy femtosekundowe systemy laserowe:

- system z synchronizacją modów firmy Coherent (laser tytanowo-szafirowy Chameleon i oscylator parametryczny Chameleon OPO) pozwala na uzyskanie impulsów ~ 100 fs w szerokim zakresie spektralnym i jest wykorzystywany w mikroskopii nieliniowej oraz spektroskopii. Częstość repetycji (80 MHz) może być obniżona przez użycie selektora impulsów (pulse picker);
- wzmacniony system femtosekundowy firmy Quantronix (wzmacniacz regeneracyjny Integra i wzmacniacz parametryczny Palitra) pracuje przy częstości repetycji 1 kHz i pozwala na uzyskanie impulsów o długości około 130 fs;

- wzmacniacz regeneracyjny Coherent Astrella wyposażony we wzmacniacz parametryczny Topas Prime pozwala na uzyskanie około 50 fs impulsów przy częstotliwości 1 kHz w zakresie widzialnym i bliskiej podczerwieni.

Wzmocnione systemy femtosekundowe wykorzystywane są przede wszystkim do ilościowych pomiarów optycznych właściwości nieliniowych, w tym generacji harmoniczných (SHG, THG), ale głównym ich zadaniem jest prowadzenie pomiarów nieliniowej refrakcji i nieliniowej absorpcji techniką Z-skan w szerokim zakresie spektralnym. Zarówno systemy wzmocnione jak i system z synchronizacją modów są używane dla pomiarów wzbudzonej dwufotonowo lub wielofotonowo luminescencji.

4. Dane kontaktowe Katedry

Kierownik katedry: prof. Marek Samoć, marek.samoc@pwr.edu.pl

Zastępca kierownika katedry: prof. Tadeusz Andruniów, tadeusz.andruniow@pwr.edu.pl

O materiałach polimerowych w Katedrze Inżynierii i Technologii Polimerów (K23)

Aleksandra UJČIĆ, Konrad SZUSTAKIEWICZ, Andrzej TROCHIMCZUK

Katedra Inżynierii i Technologii Polimerów, Wydział Chemiczny, Politechnika Wrocławska, Wrocław

1. Wstęp

Pierwsze prace badawcze i dydaktyczne w dziedzinie polimerów na Politechnice Wrocławskiej zapoczątkował profesor Tadeusz Rabek (1904–1965). Prowadzone były one w Katedrze Technologii Tworzyw Sztucznych (1954–1969), następnie kontynuowane w Instytucie Technologii Organicznej i Tworzyw Sztucznych (1969–2005). Po likwidacji Instytutu utworzono dwa Zakłady: Zakład Inżynierii i Technologii Polimerów oraz Zakład Materiałów Polimerowych i Węglowych (2005–2019), natomiast w 2019 roku w wyniku kolejnej reorganizacji Wydziału Chemicznego powstała działająca do dziś Katedra Inżynierii i Technologii Polimerów [1].

Katedra Inżynierii i Technologii Polimerów ma swoje początki w Zakładzie Technologii Przetwórstwa i Stosowania Tworzyw Sztucznych Instytutu Technologii Organicznej i Tworzyw Sztucznych. W latach 70-tych Zakład kierowany był przez profesora Włodzimierza Łaskawskiego (1905 – 1978) i zajmował się głównie tematyką związaną z fizyczną modyfikacją polimerów i przetwórstwem tworzyw sztucznych. W następnych latach działalność badawczo-dydaktyczna opierała się na pracy zespołów prowadzonych przez profesorów Stanisława Kucharskiego (synteza związków o właściwościach fotochromowych), Jacka Pięłowskiego (kierownik ówczesnego Zakładu Inżynierii i Technologii Polimerów; modyfikacja i przetwórstwo materiałów polimerowych) i Ryszarda Stellera (modyfikacja, przetwórstwo i reologia materiałów polimerowych) [1, 2].

Obecnie w Katedrze działają dwa zespoły badawcze, z dyscypliny nauk chemicznych i inżynierii chemicznej, skupiające się wokół prof. dr hab. inż. Andrzeja Trochimczuka (kierownik Katedry) oraz dr hab. inż. Konrada Szustakiewicza, Prof. PWR (zastępca kierownika). Zespoły te tworzy ośmiu doktorów (Małgorzata Gazińska, Aleksandra Korbut, Bartłomiej Kryszak, Ewelina Ortyl, Sylwia Ronka, Aleksandra Ujčić, Emilia Zachanowicz i Sonia Zielińska) oraz pięciu studentów Szkoły Doktorskiej (Claudia Batista Dos Santos, Michał Grzymajło, Anna Krokos, Paweł Piszko, Magdalena Wojciechowska). Katedra realizuje również działalność dydaktyczną na dwóch kierunkach studiów: Inżynierii materiałowej oraz Technologii chemicznej.

2. Profil badawczy Katedry

Działalność badawcza grupy prof. Trochimczuka związana jest głównie z syntezą i kształtowaniem właściwości polimerów specjalnych, modyfikacją i funkcjonalizacją polimerów oraz zastosowaniem materiałów polimerowych w procesach separacyjnych. Grupa dr hab. inż. Szustakiewicza prowadzi prace badawcze w kilku nurtach, między innymi z zakresu: wytwarzania, przetwórstwa i charakteryzacji materiałów z tworzyw termoplastycznych (takich jak kompozyty czy mieszaniny polimerowe), wytwarzania litych, porowatych i włóknistych materiałów polimerowych do zastosowań medycznych (np. inżynieria tkankowa kości, implanty włókniste), modyfikacji laserowej biodegradowalnych polimerów, syntezy materiałów fotochromowych, syntezy polimerów biodegradowalnych czy modyfikacji polimerów naturalnych. Działalność Katedry opiera się zarówno na badaniach własnych, współpracy z wieloma jednostkami polskimi i zagranicznymi a także na pracach zleczanych przez

przedsiębiorstwa i instytucje. Przez ostatnie 10 lat zrealizowano w sumie ponad 100 zleceń i projektów z podmiotami gospodarczymi.

Projekty realizowane w Katedrze:

- „Efekt mechanotransdukcji w elastomerowych kompozytach poli(adypinanu glicerolu)” wyjazd konsultacyjny w ramach konkursu MINIATURA 5 finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki, 2022.

- „Wielofunkcyjne kompozyty aktywne biologicznie do zastosowań w medycynie regeneracyjnej układu kostnego (STEOREG-NET)” w ramach programu TEAM-NET Fundacji na rzecz Nauki Polskiej w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014-2020; Projekt realizowany przez konsorcjum: Politechnika Wroclawska (lider), Politechnika Krakowska, Uniwersytet Łódzki oraz Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych z Warszawy, 2019 - 2022.

- „Wielofunkcyjny materiał kompozytowy o właściwościach przeciwdrobnoustrojowych i proregeneracyjnych do odbudowy tkanki kostnej (GlassPoPep)” w ramach strategicznego programu badań naukowych i prac rozwojowych „NOWOCZESNE TECHNOLOGIE MATERIAŁOWE” TECHMATSTRATEG II, finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju; Członek Konsorcjum, w skład którego również wchodzi Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych z Warszawy (lider), Uniwersytet Gdański, Instytut Biotechnologii i Medycyny Molekularnej (IBMM), a także SensDX, 2019 – 2022.

- „Metody i Sposoby Ochrony i Obrony przed Impulsami HPM (MiSOpiH)” w ramach programu na rzecz bezpieczeństwa i obronności Państwa w ramach konkursu 1/PS/2014 finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, Konsorcjum: WAT, Politechnika Wroclawska, PIT-RADWAR S.A., Politechnika Warszawska, Radiotechnika Marketing Sp. z o.o., Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych, Pol-Spec-Tech Service, 2017-2019.

- „Cell adhesion and differentiation on PLLA/HA composite scaffolds modified by RGDS peptide”, Matsumae International Foundation, Toyota Technological Institute, Nagoya, Japonia, 2017.

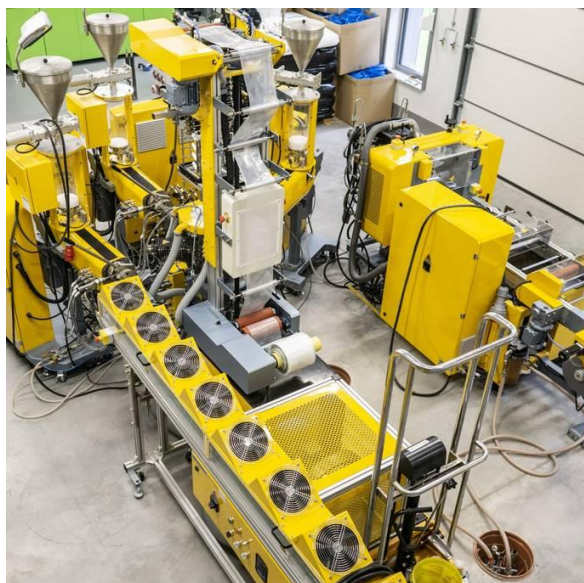
Katedra współpracuje z polskimi i zagranicznymi grupami badawczymi, między innymi z następujących jednostek:

Uniwersytet Gdański, Politechnika Krakowska, Uniwersytet Marii Curie Skłodowskiej w Lublinie, Uniwersytet Łódzki, Instytut Fizyki Molekularnej Polskiej Akademii Nauk w Poznaniu, Uniwersytet Rzeszowski, Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych w Warszawie, Uniwersytet Medyczny we Wrocławiu, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Uniwersytet Wroclawski, Ústav makromolekulární chemie AV ČR, v. v. i. (Czechy), Université d'Angers (Francja), Toyota Technological Institute, Nagoya (Japonia), Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg (Niemcy), Technische Universität Dresden (Niemcy), Universitatea Politehnica Timișoara (Rumunia), Loughborough University (Wielka Brytania).

3. Potencjał badawczy Katedry

Infrastrukturę badawczą Katedry tworzą liczne laboratoria, pracownie i hale technologiczne. Część z nich znajduje się w Laboratorium Przetwórstwa Tworzyw Polimerowych centrum badawczego GEO-3EM, w skład którego wchodzi hala technologiczna (Rys.1) oraz pracownia badań materiałowych. Katedra dysponuje sprzętem do przetwórstwa tworzyw, między innymi: linie do wytłaczania, granulacji, produkcji folii metodami wylewania i rozdmuchu, wtryskarki i prasy hydrauliczne, które pozwalają na przygotowanie próbek zarówno w skali mikro (Rys. 2), jak i półtechnicznej (Rys. 1), a także do elektropzędzenia i druku 3D w technologii FDM. Pracownie wyposażone są również w aparaturę do badań właściwości materiałów polimerowych:

- **badania fizykochemiczne** (XRD, IR, FTIR, spektrofotometr UV-Vis, mikroskop optyczny, analizator elementarny, profilometr kontaktowy, reflektometr),
- **analiza termiczna** (DSC, Flash DSC, TGA, DMA/SDTA),
- **reologia** (reometr kapilarny, reometr rotacyjny, wiskozymetr, plastometr),
- **badania materiałowe** (wytrzymałość folii metodą spadającego grotu, udarność metodą Charpy'ego i Izoda, termiczna kurczliwość folii metodą Hot Plate, temperatura mięknienia (VICAT, HDT), maszyna wytrzymałościowa (rozciąganie, zginanie, ściskanie, odrywanie), DMTA, zapalność materiałów metodą indeksu tlenowego, kąta zwilżania ciał stałych i folii).



Rys. 1. Hala technologiczna Laboratorium Przetwórstwa Tworzyw Polimerowych w centrum badawczym GEO-3EM. Linia do produkcji folii w skali półtechnicznej.



Rys. 2. Linia do produkcji folii w skali laboratoryjnej

4. Dane kontaktowe Katedry

prof. dr hab. inż. Andrzej Trochimczuk
Kierownik Katedry Inżynierii i Technologii Polimerów
Wybrzeże Wyspiańskiego 42, Wrocław
bud. H-6, pok. 110
tel. 71 320 3173
email: andrzej.trochimczuk@pwr.edu.pl

dr hab. Konrad Szustakiewicz, profesor uczelni
z-ca Kierownika Katedry Inżynierii i Technologii Polimerów
Wybrzeże Wyspiańskiego 42, Wrocław
bud. H-6, pok. 12
email: konrad.szustakiewicz@pwr.edu.pl
<http://itp.pwr.edu.pl/badania>
<https://pwr.edu.pl/badania/geo-3em/laboratorium-przetworstwa-tworzyw-polimerowych>

Literatura

- [1] Danuta Żuchowska, Ryszart Steller, Jacek Pięłowski: „Chemia i Technologia Polimerów. Od technologii tworzyw sztucznych do inżynierii materiałów polimerowych”, Wiadomości Chemiczne: Jubileusz 75-lecia Wydziału Chemicznego Politechniki Wrocławskiej, 2021
- [2] HYPERLINK <http://itp.pwr.edu.pl/pracownicy>, strona internetowa Katedry Inżynierii i Technologii Polimerów Politechniki Wrocławskiej, data dostępu: 18.02.2022.

Józef HOFFMANN

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

1. Wstęp

Katedra Inżynierii i Technologii Procesów Chemicznych (K24W03D05) stanowi jednostkę organizacyjną Wydziału Chemicznego Politechniki Wrocławskiej i składa się z pięciu zespołów badawczo-dydaktycznych, które formalnie zostały nazwane laboratoriami:

Laboratorium Technologii Organicznej i Farmaceutycznej (LTOiF) – kierownik prof. dr hab. inż. Kazimiera A. Wilk

Laboratorium Technologii Bioproduktów (LTB) - kierownik dr hab. inż. Izabela Pawlaczyk-Graja, prof. uczelni

Laboratorium Inżynierii i Projektowania (Bio)Procesowego (LIiP(B)P) - kierownik dr hab. inż. Agnieszka Saeid, prof. uczelni

Laboratorium Technologii Nieorganicznej i Nawozów Mineralnych (LTNiNM) – kierownik prof. dr hab. inż. Józef Hoffmann

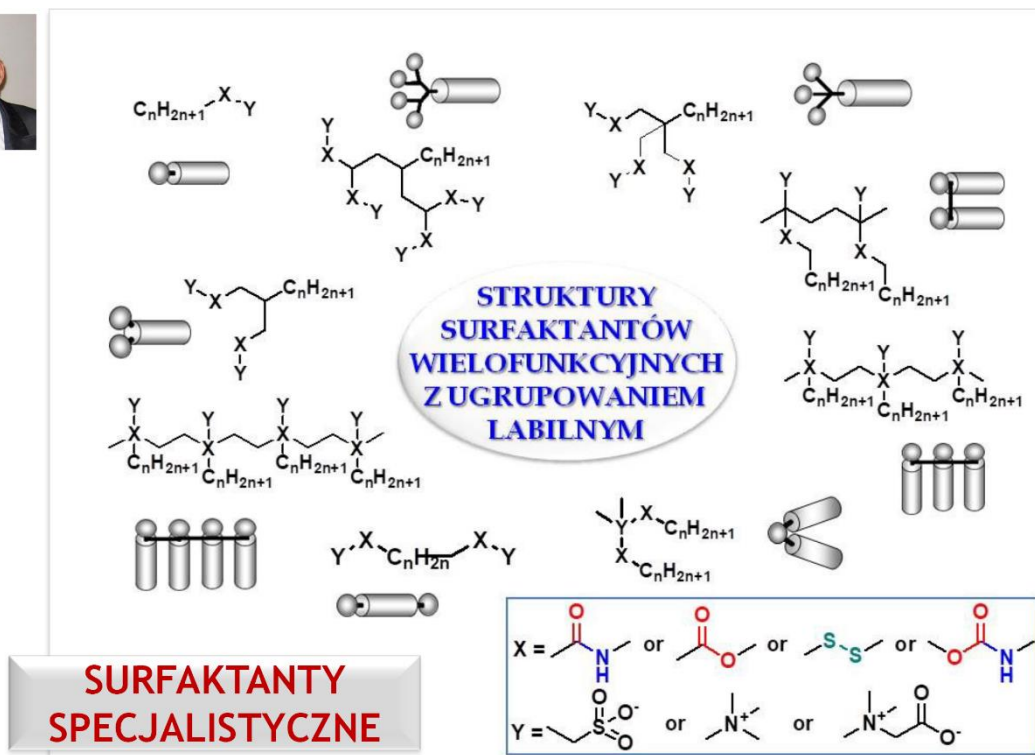
Laboratorium Materiałów Zaawansowanych, Katalizy i Paliw (LMZKiP) – kierownik prof. dr hab. inż. Janusz Trawczyński

Historycznie początków Katedry Inżynierii i Technologii Procesów Chemicznych należałoby doszukiwać się w reformie struktury organizacyjnej Wydziału Chemicznego Politechniki Wrocławskiej przeprowadzonej w roku 1969, gdzie w miejsce licznych katedr wprowadzono kilka instytutów. Aktualnie w zakresie prowadzonej działalności badawczej i dydaktycznej katedry K24 można doszukiwać się wpływu i oddziaływania trzech instytutów: Instytutu Technologii Organicznej i Tworzyw Sztucznych, Instytutu Technologii Nieorganicznej i Nawozów Mineralnych oraz Instytutu Chemii i Technologii Nafty i Węgla.

Historia Laboratorium Technologii Organicznej i Farmaceutycznej sięga roku 1971, kiedy to prof. dr hab. inż. Bogdan Burczyk został kierownikiem Zakładu Technologii Organicznej na Wydziale Chemicznym Politechniki Wrocławskiej. W 1996 roku następczynią prof. B. Burczyka została prof. dr hab. inż. Kazimiera A. Wilk. Prof. K. A. Wilk kierowała rozwojem i badaniami kolejnych jednostek naukowo – dydaktycznych na Politechnice Wrocławskiej tworzonych w wyniku reform szkolnictwa wyższego na bazie Zakładu Technologii Organicznej: Zakładu Chemii Surfaktantów i Układów Zdyspergowanych (1996-2002), Zakładu Układów Dyspersyjnych (2002-2005), Zakładu Technologii Organicznej (2005-2012). W grudniu 2011 prof. dr hab. inż. Roman Gancarz wraz ze współpracownikami dołączył do Zakładu Technologii Organicznej i wspólnie z grupą prof. K. A. Wilk utworzyli Zakład Technologii Organicznej i Farmaceutycznej (2012-2020), który wszedł w skład w Katedry Inżynierii i Technologii Procesów Chemicznych, tworząc LTOiF (1.01.2020 – obecnie), którego liderem jest prof. K. A. Wilk. Obecnie LTOiF tworzą ponadto: dr inż. Marta Tsirigotis-Maniecka, dr Justyna Ciejka, dr inż. Łukasz Lamch, dr inż. Sebastian Balicki, dr inż. Izabela Moszyńska; mgr inż. Marcin Bartman oraz doktorantki - mgr inż. Kamila Witek i mgr inż. Weronika Szczęsna. Laboratorium współpracuje z profesorami będącymi już na emeryturze: prof. dr hab. inż. Bogdan Burczyk, prof. dr

hab. inż. Roman Gancarz, prof. dr hab. inż. Jan Chlebicki. LTOiF jest spadkobiercą zarówno Szkoły Chemii Związków Powierzchniowo Czynnych i Układów Zdyspergowanych (rys. 1) autorstwa prof. B. Burczyka, jak i kontynuatorem pionierskiej tematyki naukowej, wykreowanej przez prof. K. A. Wilk (rys. 2). Tematyka badawcza wywodząca się ze Szkoły prof. B. Burczyka obejmuje głównie syntezę struktur chemodegradowalnych, badania adsorpcji oraz micelizacji, a także ocenę cech użytkowych związków powierzchniowo czynnych.

SZKOŁA ZWIĄZKÓW POWIERZCHNIOWO CZYNNYCH I UKŁADÓW ZDYSPEGOWANYCH PROFESORA BOGDANA BURCZYKA



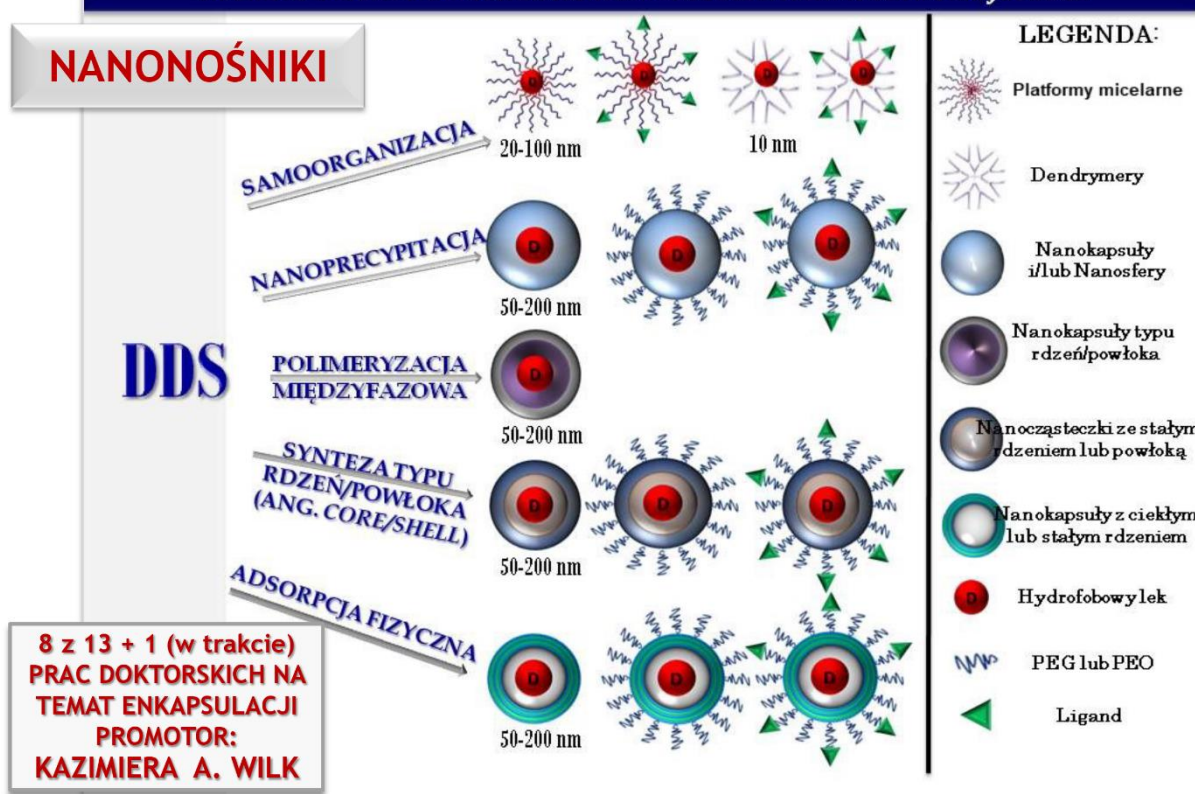
L. Lamch, K. Witek, E. Jarek, E. Obłąk, P. Warszzyński, K. A. Wilk, J. Colloid Interface Sci., 558 (2020) 220-229.
 P. Warszzyński, L. Szyk-Warszyńska, K. A. Wilk, L. Lamch, Cur. Opinion Colloid Interface, 2022, w druku.

Rys. 1. Szkoła związków powierzchniowo czynnych i układów zdyspergowanych Prof. B. Burczyka

Aktualnie tematyka ta ewaluowała w kierunku surfaktantów specjalistycznych z grupy tzw. *fine chemicals*.

Laboratorium Technologii Bioproduktów (LTB) wywodzi się z tego samego nurtu badawczego rozwoju technologii organicznej. Jako stosunkowo „młoda” jednostka organizacyjna Katedry, formalnie powstała w październiku 2021r., jako efekt poszukiwania zarówno nowych obszarów tematycznych rozwijanych w katedrze zagadnień naukowych jak i szansy rozwoju nowej kadry naukowej. Początków powstania jednostki można zidentyfikować już w 2000r. w momencie rozpoczęcia współpracy naukowej między prof. dr hab. inż. Romanem Gancarzem a dr hab. inż. Izabelą Pawlaczyk-Grają, prof. uczelni. Zainicjowano wtedy poszukiwania nowych substancji pochodzenia roślinnego o potencjale prozdrowotnym, gdzie wówczas jeszcze mgr inż. Izabela Pawlaczyk rozpoczęła badania nad poszukiwaniem zależności pomiędzy zastosowanymi do tego celu procesami jednostkowymi a właściwościami biologicznymi wyodrębnianych substancji oraz siłą i mechanizmami ich działania.

ENKAPSULOWANIE METODAMI NIEKOWALENCYJNYMI



Ł. Lamch, A. Pucek, J. Kulbacka, M. Chudy, E. Jastrzębska, K. Tokarska, M. Bułka, Z. Brzózka, K. A. Wilk, *Adv. Colloid Interface Sci.*, 261 (2018) 62-81; M. Chudy, E. Jastrzębska, K. Tokarska, M. Bułka, S. Drozdek, Ł. Lamch, K. A. Wilk, Z. Brzózka, *Biosens. Bioelectron.*, 101 (2018) 37-51.

Rys. 2. Procesy nanoenkapsulacji leków i czynników diagnostycznych

Prace te osiągnęły bardzo intensywny rozwój szczególnie w latach 2009 – 2015, dzięki udziałowi badaczy w projekcie POIG WroVasc – Zintegrowane Centrum Medycyny Sercowo-Naczyniowej. Realizacja zadania „Antykoagulanty pochodzenia roślinnego z perspektywą wykorzystania w profilaktyce i leczeniu zakrzepic. Przeciw agregacyjne właściwości preparatów roślinnych. Badania nad oddziaływaniem z receptorami błon płytek krwi.” Efektem tych prac była decyzja rozwoju tego nurtu badawczego, stanowiącego podwaliny powstania Laboratorium Technologii Bioproduktów. Aktualnie w LTB poza kierującą jego pracami dr hab. inż. Izabelą Pawlaczyk-Graja prof. uczelni, pracują trzy doktorantki: mgr inż. Ewa Górńska, mgr inż. Aleksandra Mazurek, mgr inż. Aleksandra Zając. Dwa kolejne Laboratoria tj. LiP(B)P i LTNiNM wywodzą swój początek z obszaru naukowego i dydaktycznego dominującego w Instytucie Technologii Nieorganicznej i Nawozów Mineralnych. Funkcjonował on do 2014r. obejmując w swej strukturze zakłady. W 1996r. funkcjonowało 6 zakładów: Zakład Bezpieczeństwa Technicznego i Ekologicznego, Zakład Chemii i Technologii Nieorganicznej, Zakład Elektrochemii Technicznej i Korozji, Zakład Nawozów i Nawożenia, Zakład Procesów i Reaktorów Chemicznych i Zakład Inżynierii Powierzchni i Katalizy. W momencie rozwiązania instytutu w 2014r. funkcjonowały jedynie trzy zakłady: Zakład Chemii dla Rolnictwa, Zakład Inżynierii Powierzchni, Katalizy i Korozji i Zakład Procesów i Reaktorów Chemicznych. Efektem rozwiązania tej struktury było powstanie dwóch Wydziałowych Zakładów Naukowych z których Zakład Procesów i Reaktorów Chemicznych, kierowany przez dr hab. inż. Piotra Falewicza a następnie od 2018r. przez prof. dr hab. inż. Józefa Hoffmanna od 01.01 2020 stał się jednym z zespołów tworzącej się Katedry Inżynierii i Technologii Procesów Chemicznych.

W LiIP(B)P aktualnie pracują: dr hab. inż. Agnieszka Saeid, prof. uczelni, dr inż. Nina Hutnik, dr inż. Anna Stanlik, oraz doktoranci: mgr inż. Marcin Sojka oraz mgr Jennifer Michellin Kiruba.

W LTNiNM pracuje najliczniejszy z zespołów naukowych katedry: prof. dr hab. inż. Józef Hoffmann, prof. dr hab. inż. Adam Pawełczyk, dr hab. inż. Stanisław Gryglewicz, prof. uczelni, dr inż. Marta Huculak-Mączka, dr inż. Ewelina Klem-Marciniak, dr inż. Maciej Kaniewski, dr inż. Renata Kędzior, dr Magdalena Klakočar-Ciepacz, mgr inż. Dominik Nieweś, mgr inż. Jakub Zieliński, mgr inż. Magdalena Braun-Giwerska oraz doktoranci: mgr inż. Marcin Biegun, mgr inż. Kinga Marecka, mgr inż. Szymon Penkala, mgr inż. Marcelina Józwiak, mgr inż. Weronika Kubica.

W pracach badawczych obu tych Laboratoriów szeroko wykorzystywana jest wiedza emerytowanych pracowników, spełniających wcześniej istotną rolę w tworzeniu ich obszaru badawczego. Można tu wymienić takich zasłużonych naukowców jak: prof. dr inż. Andrzej Biskupski, prof. dr hab. inż. Piotr Falewicz, prof. dr hab. inż. Józef Głowiński, prof. dr hab. inż. Andrzej Kołaczkowski, prof. dr hab. inż. Andrzej Matynia, prof. dr hab. inż. Stefan Zieliński.

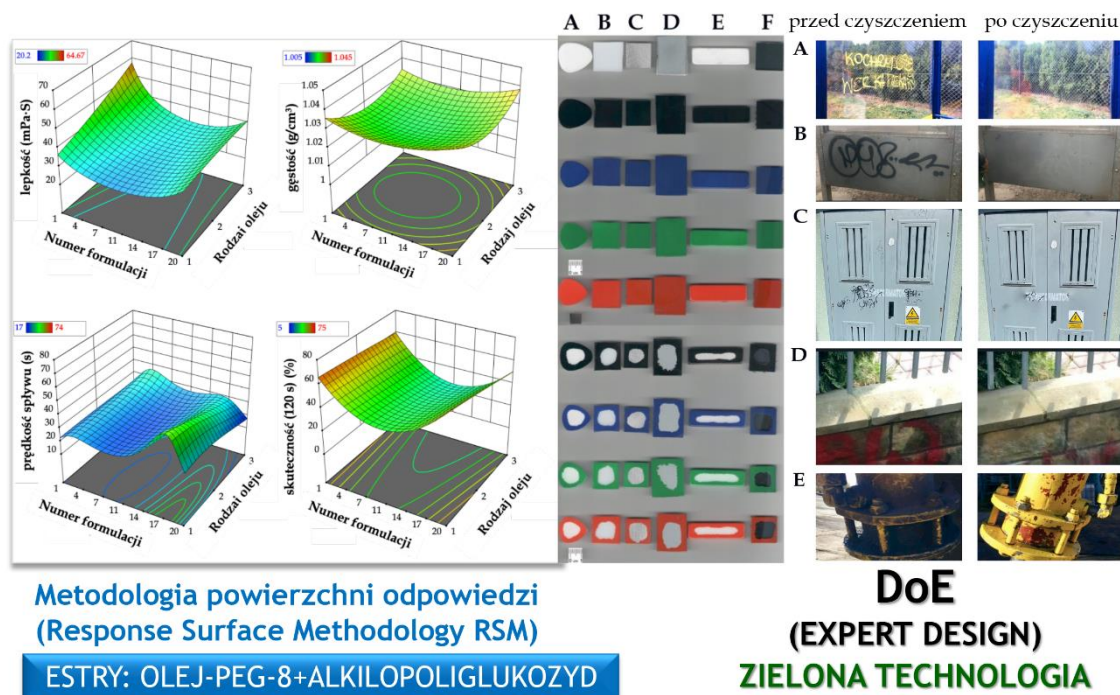
Skład katedry od 01.01.2022 uzupełnił ostatni aktualnie zespół tworząc LMZKiP pod kierunkiem prof. Janusza Trawczyńskiego. Wywodzi się on z Instytutu Chemii i Technologii Nafty i Węgla, występującego w strukturze Wydziału Chemicznego w latach 1968 – 2005. W Instytucie tym funkcjonowały: Zakład Przeróbki Destylatów Ropnych, Zakład Hydrogenizacyjnej Przeróbki Pozostałości Ropnych i Smół, Zakład Modelowania Procesów Rafineryjnych oraz Zakład Doboru i Eksploatacji Produktów Naftowych. W 2005r. po rozwiązaniu instytutu powstał Zakład Chemii i Technologii Paliw, którego kierownikiem został prof. J. Walendziewski, w 2008r. zastąpiony przez prof. Janusza Trawczyńskiego. Od 2020r. na bazie tego zakładu powstała Katedra Chemii i Technologii Paliw. Od 01.01. 2022 grupa pracowników tej katedry z prof. J. Trawczyńskim weszła w skład Katedry Inżynierii i Technologii Procesów Chemicznych jako LMZKiP. W skład tej grupy tego oprócz lidera wchodzi: dr hab. Ewelina Ksepko, dr inż. Agata Łamacz, dr Michał Trębała, oraz doktoranci: mgr inż. Paulina Jagódka, mgr inż. Maciej Róziewicz, mgr inż. Rafał Łysowski.

2. Profil badawczy Katedry

W zespole LTOiF realizowane są badania dotyczące tworzenia, charakterystyki i oceny biologicznej nowych nanoosłoników leków o spowolnionym i kontrolowanym uwalnianiu, stabilizowanych zarówno surfaktantami wielofunkcyjnymi nowej generacji, jak też biogodnymi polimerami amfifilowymi [1-2]. W tym obszarze badawczym wiodącą rolę pełnią procesy nanoenkapsulacji na potrzeby monoterapii, terapii skojarzonej czy nanoteranostyki. Prof. R. Gancarz wniósł do grupy badawczej tematykę związaną z fitofarmaceutykami – substancjami aktywnymi pozyskiwanymi z wybranych surowców roślinnych o działaniu przydatnym w profilaktyce i wspomaganiu leczenia chorób cywilizacyjnych oraz w zabiegach pielęgnacyjnych. Zespół realizuje badania nad substancjami i produktami wielofunkcyjnymi tzw. szytymi na miarę (ang. *custom-designed, tailor-made products*), które mają wysoką wartość dodaną i komercyjnie mogą być produkowane w stosunkowo niewielkich ilościach. Obszar zainteresowań naukowo-badawczych grupy obejmuje innowacyjne technologie otrzymywania wielofunkcyjnych, biodegradowalnych produktów typu surfaktantów specjalistycznych (ang. *speciality surfactants*), a także funkcjonalizowanych kopolimerów blokowych (ang. *speciality polymers*) oraz polielektrolitów jako bloków budulcowych do konstruowania nanoosłoników polimerowych i surfaktantowych. Prace te obejmują również projektowanie i ocenę procesów enkapsulacji i solubilizacji substancji aktywnych, w tym również badania w zakresie oceny fizykochemicznej i stabilności koloidalnej, w celu uzyskania nowoczesnych, racjonalnych technologii wytwarzania polimerowych nanoosłoników leków do spowolnionego uwalniania substancji aktywnych,

przeznaczonych dla monoterapii lub terapii skojarzonej oraz do zastosowań diagnostycznych, a także mikro- i nanotechnologie dla nowych form naturalnych produktów leczniczych, przydatnych w profilaktyce i terapii chorób cywilizacyjnych. Zespół realizuje również prace w kierunku otrzymania racjonalnych myjących form użytkowych (np. do usuwania graffiti, rys. 3) na bazie produktów zielonej chemii.

ZOPTYMALIZOWANA FORMA UŻYTKOWA DO USUWANIA GRAFFITI



M. Bartman, S. Balicki, K. A. Wilk, *Molecules*, 26 (2021) 4706, Str 1-25

Rys. 3. Produkty specjalistyczne - *fine chemicals* – racjonalna forma użytkowa do usuwania graffiti na bazie produktów pochodzenia naturalnego.

Do najważniejszych osiągnięć grupy należą: opracowanie, wytworzenie i zoptymalizowanie metod otrzymywania w kierunku ich określonych zastosowań (m. in. terapie przeciwnowotworowe) nowych nanoonośników substancji bioaktywnych (m. in. nanocząstki polimerowe i lipidowe, micelle polimerowe, nanokapsułki, nanosfery, nanoemulsje (ang. dispersed systems), w tym bardzo hydrofobowych pochodnych (ftalo)cyjanin [1, 2]; zaprojektowanie nowych emulsji kosmetycznych, stabilizowanych surfaktantami cukrowymi, i enkapsułowanie w nich produktów naturalnych o działaniu promieniochronnym; powiązanie właściwości bloków budulcowych hydrożelowych mikronośników z ich zdolnością do uwalniania ładunku w zadanych warunkach fizjologicznych [3-4]; zaawansowane prace optymalizacyjne i fizykochemiczne, dotyczące surfaktantów chemodegradowalnych, w kierunku prognozowania ich właściwości, a także ich selekcji dla potrzeb form użytkowych typu formułacji kosmetycznych i farmaceutycznych. Technologie wytwarzania produktów wysoko specjalistycznych [5-7], takich jak: biokompatybilne surfaktanty wielofunkcyjne, surfaktanty specjalistyczne dla zastosowań kosmetycznych, farmaceutycznych, a także gospodarstwa domowego czy przemysłu wymagają użycia narzędzi do optymalizacji i kontroli procesu, które umożliwiają łatwe powiększenie skali (ang. *up-scaling*). Wśród nich można wymienić takie jak technologia analizy procesu (ang. *Process Analytical Technology*, PAT), planowanie eksperymentów (ang. *Design of Experiment*, DoE) wraz z wykorzystaniem metodologii powierzchni odpowiedzi (ang. *Response Surface Methodology*, RSM) do poszukiwania optymalnych parametrów, koncepcja jakości przez produkt (ang. *Quality By Design*,

QBD) czy studium przypadku (ang. *Case Study*). W szczególności PAT obejmuje identyfikację krytycznych parametrów procesowych (np.: szybkość dozowania reagentów, temperatura czy pH), wpływających na jakość produktu, z wykorzystaniem technik *on-line* (pobieranie i analiza próbek w określonych odstępach czasu) i *in-line* (ciągła analiza składu mieszaniny w trakcie procesu). Zastosowanie PAT, a zwłaszcza technik typu *in-line*, związane jest z możliwościami technik pomiarowych, np. spektroskopii FT-IR, które mogą być stosowane w trybie ciągłym zarówno w urządzeniach zbiornikowych, jak i przepływowych. Natomiast wykorzystanie narzędzi z zakresu planowania eksperymentów (DoE), a następnie użycie pozyskanych danych w poszukiwaniu optymalnych warunków projektowanego procesu czy formułacji specjalistycznego produktu chemii przemysłowej, umożliwia inżynierowi procesu efektywną pracę nad wydajnością procesu technologicznego. Przekłada się to na możliwość osiągnięcia innowacji oraz wysokiej jakości produktu, poprzez podejmowanie najlepszych decyzji, tym samym minimalizując liczbę koniecznych do wykonania eksperymentów oraz analiz, prowadząc do obniżenia kosztów nowego, konkurencyjnego na rynku produktu [8,9]. Narzędzia te wykorzystywane są do optymalizowania procesów jednostkowych w przeróbce biomasy roślinnej w zakresie procesów tworzenia i składu formułacji, jak również do modelowania mechanizmu i kinetyki procesów uwalniania substancji biologicznie aktywnej z mikronośników w symulowanych warunkach fizjologicznych. Pozwala to zapewnić skład nośników odpowiedni do ukierunkowanego i kontrolowanego uwalniania substancji aktywnych w organizmie, a tym samym poprawić ich biodystrybucję w organizmie [10,11]. Przykładem zastosowania technik optymalizacyjnych, może być dobranie składu oraz wytworzenie formułacji ekologicznego środka do usuwania o pożądanych właściwościach użytkowych, pozyskanego z surowców pochodzenia naturalnego [12].

Projekty realizowane w zespole LTOiF w latach 2011 – 2021:

- *Surfaktanty i kopolimery czułe na zmiany pH jako komponenty do tworzenia nanonośników* (2017/25/B/ST4/02450), OPUS 13 NCN, kierownik: prof. Piotr Warszyński (Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera PAN). (główny wykonawca/lider PWR: prof. K. A. Wilk)
- *Biologiczna aktywność kationowych surfaktantów wobec mikroorganizmów w zależności od ich struktury chemicznej oraz ich interakcje z DNA* (2018/31/B/NZ9/03878), OPUS 16 NCN, kierownik: prof. Ewa Obłąk, Uniwersytet Wrocławski, lider w PWR: prof. K. A. Wilk
- *Hydrophobization and functionalization of polyelectrolytes and amphiphilic block copolymers for rationale biodegradable nanocarriers* (contract no. 51910256), International Visegrad Fund, kierownik: dr inż. Ł. Lamch

Zespół LTOiF od wielu lat buduje swój potencjał naukowy i technologiczny współpracując z przedsiębiorstwami przemysłowymi: Sovigo (Wrocławski Park Technologiczny), Centrum Zaawansowanych Materiałów i Technologii CEZAMAT (Politechnika Warszawska), jak również z zagranicznymi: University of Szeged (Węgry), The National Hellenic Research Foundation (Grecja) i krajowymi jednostkami naukowo-badawczymi: Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. J. Habera PAN w Krakowie, Instytut Immunologii i Terapii Doświadczalnej im. L. Hirszfelda PAN we Wrocławiu, Wydział Chemiczny Politechniki Warszawskiej, Katedra i Zakład Biologii Molekularnej i Komórkowej przy Uniwersytecie Medycznym im. Piastów Śląskich we Wrocławiu, Wydział Nauk Biologicznych Uniwersytetu Wrocławskiego.

Surowce roślinne, jako źródło biomasy o ogromnym potencjale użytkowym, jako rezerwuar różnorodnych składników organicznych, zarówno z grupy metabolitów pierwotnych, jak i wtórnych

stanowią główną bazę prac naukowo-badawczych realizowanych przez zespół LTB. Na szczególną uwagę zasługują tzw. wysokoprzetworzone chemikalia specjalistyczne, jako komponenty wyrobów o szczególnej funkcjonalności i wysokiej wartości rynkowej. W przypadku bioproduktów pochodzenia roślinnego mogą być to pojedyncze związki o wysokim stopniu czystości, jak też unikatowe mieszaniny substancji, otrzymywane w ograniczonych ilościach, na drodze wielostopniowych procesów fizycznych, chemicznych lub biotechnologicznych. Prace prowadzone w LTB skupiają się na wykorzystaniu roślin leczniczych, jako surowców w procesach przetwarzania, ze szczególnym uwzględnieniem tych obecnych w rodzimym ekosystemie. W zespole powstało wiele prac naukowych na temat sposobów wyodrębniania polisacharydów, głównie o charakterze pektyn i chemiceluloz, jak też ich koniugatów z polifenolami i niekiedy z białkami, w tym takich surowców jak:

- liść poziomki pospolitej - otrzymano produkty o właściwościach antykoagulacyjnych, inhibitorowych wobec czynnika krzepnięcia krwi Xa, promieniochronnych wobec promieniowania gamma;
- kwiat przymiotna kanadyjskiego – uzyskano substancje o potencjale antykoagulacyjnym i przeciwplateczkowym, działające przeciwkaszlowo i immunomodulacyjnie, wykazujących właściwości antyoksydacyjne i promieniochronne wobec promieniowania gamma;
- kwiat krwiciągu lekarskiego – otrzymano koniugaty polisacharydowo-polifenolowe o potencjale głównie antyoksydacyjnym i promieniochronnym wobec promieni gamma, jak też o właściwościach przeciwzakrzepowych;
- kwiat jeżówki purpurowej – polisacharydy w postaci koniugatów z polifenolami i peptydami o wielu ciekawych właściwościach biologicznych, w tym immunostymulujących przeciwastmatycznych i antyoksydacyjnych.

Innymi zbadanymi surowcami roślin leczniczych w celu wyodrębnienia z nich makromolekuł o zadanych właściwościach były: ziele krwawnika pospolitego, koszyczek rumianku, kwiatostany nawłoci pospolitej i rzepiku pospolitego, kwiat i owoc głogu jednoszyjkowego czy kwiatostan krwawnicy pospolitej. W LTB prowadzone są także prace nad zagospodarowaniem odpadów roślinnych powstałych z działalności rodzimych przedsiębiorstw z obszaru przetwórstwa warzywno-owocowego. Surowcami stanowiącymi przedmiot badań są wyłoki z owoców czarnej porzeczki, wyłoki jabłczane, z malin, odpady z nasion lnu oraz pozostałości warzywne, np. wióry marchwiowe.

Na przestrzeni lat zespół nawiązał wiele ciekawych kontaktów naukowych, umożliwiających wykonanie zaawansowanych badań biologicznych, zarówno *in vitro*, jak też *in vivo*. Należy tu wymienić zespoły z: Katedry Biochemii Ogólnej, Uniwersytetu Łódzkiego, Katedry Patofizjologii Uniwersytetu we Wrocławiu, Katedry Immunologii, Patofizjologii i Prewencji Weterynaryjnej, Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Katedry Farmakologii Ośrodka Badawczo-Rozwojowego w Szpitalu Wojewódzkim we Wrocławiu, Centrum Biomedycznego Jessenius, przy Wydziale Lekarskim, Uniwersytetu Komeńskiego, w Martin, na Słowacji, Zakładu Glikomateriałów w Instytucie Chemii, Centrum Glikomiki, w Słowackiej Akademii Nauk, w Bratysławie, na Słowacji.

Tworzone w Laboratorium koncepcje technologiczne w celu wyodrębniania różnego rodzaju fitoproduktów uwzględniają: wymagania procesowe, związane z naturą wytwarzanych produktów, wybór właściwych, możliwych do przeskalowania metod separacji i ich kolejność, optymalne zarządzanie zmiennymi parametrami, głównie z wykorzystaniem metodologii typu *Design of Experiment DoE*, np. metodologii powierzchni odpowiedzi (ang. *response surface methodology*, RSM), jak też pożądany poziom czystości chemicznej otrzymywanych fitoproduktów, oceniany metodami chromatograficznymi i spektroskopowymi. Przykładem jest obecnie realizowany projekt NCN Preludium BIS 2, nr 2020/39/O/ST8/03514, pt. „Wieloskalowa analiza wpływu parametrów

technologicznych procesu ekstrakcji z zastosowaniem naturalnych mieszanin głęboko eutektycznych na właściwości pektyn z wycieków owocowych”.

Ponadto LTB utrzymuje kontakty badawczo-rozwojowe z przedsiębiorcami z obszaru wytwarzania produktów pochodzenia roślinnego, suplementów diety i wyrobów leczniczych. Aktualnie zrealizowano projekt dla firmy Greenvit sp. z o. o., pt. „Opracowanie metody oceny ilościowej dla pochodnych DNJ zawartych w próbkach z liścia morwy białej”. (nr U/0180/228/2021), zakończony zgłoszeniem Know-How (1/PK/2022) pt.: „Metoda oceny jakościowej i ilościowej iminowych pochodnych sacharydów, na przykładzie -deozoksynojirimycyny (1-DNJ), metodą chromatografii gazowej ze spektrometrią mas (GC-MS)” oraz wdrożeniem przemysłowym.

Wyniki prac badawczych z zakresu badawczego LTB opublikowano m.in. w następujących artykułach: Šutovská M., Kocmálová M., Mazerik J., Pawlaczyk-Graja I., Gancarz R., Capek P., J. Ethnopharm., 2022, 284, 1-8.

Pawlaczyk-Graja I., Balicki S., Ziewiecki R., Capek P., Matulová M., Wilk K. A., Biochem. Eng. J., 2020, 161, 107639.

Szejka-Arendt M., Czubak-Prowizor K., Macieja A., Popławski T., Olejnik A. K., Pawlaczyk-Graja I., Gancarz R., Żbikowska H. M., Int. J. Biol. Macromol., 2020, 156, 1445-1454.

Balicki S. J., Pawlaczyk-Graja I., Gancarz R., Capek P., Wilk K., ACS Omega, 2020, 5, 20854-20862.

Główne obszary aktywności naukowej zespołu LIP(B)P oscylują wokół problemów: waloryzacja odpadów do wykorzystywania w produkcji nawozów, bionawozów z wykorzystaniem następujących metod: solubilizacji chemicznej/mikrobiologicznej; ekstrakcji i krystalizacji.

Wyniki badań z tej tematyki publikowane są czasopismach o zasięgu międzynarodowym (Tab. 1):

Tab. 1. Lista najważniejszych publikacji LIP(B)P

TYTUŁ	CZASOPISMO
Solid-state solubilization of bones by <i>B. megaterium</i> in spent mushroom substrate as a medium for a phosphate enriched substrate.	Journal of Chemical Technology and Biotechnology 2017, 92, 1397-1405
In situ solubilization of phosphorus bearing raw materials by <i>B. megaterium</i> .	Engineering in life science 2017, 17, 749-758
New phosphorus biofertilizers from renewable raw materials in the aspect of cadmium and lead contents in soil and plants.	Open Chemistry 2018, 16, 35-49.
Fertiliser from sewage sludge ash instead of conventional phosphorus fertilisers?	Plant Soil Environment 2018, 64, 504–511.
Phosphorus solubilization by <i>Bacillus</i> species.	Molecules 2018, 23, 2897.
Valorization of ash and spent mushroom substrate via solid-state solubilization by <i>Acidithiobacillus ferrooxidans</i> .	Waste management 2019, 87, 612–620.
Effect of reaction crystallization process parameters on struvite recovery from animal wastewater in presence of boron, cobalt, manganese and molybdenum.	Desalination and Water Treatment 2020, 190, 125-134.

Obecnie realizowane prace badawcze koncentrują się na mikrobiologicznej metodzie waloryzacji produktów ubocznych z przemysłu rolno-spożywczego do preparatów nawozowych, biofortyfikacji agronomicznej roślin w selen z zastosowanie biopreparatów nawozowych, odzysku fosforu z popiołów w procesie krystalizacji struwitu z zastosowaniem solubilizacji mikrobiologicznej. Prowadzone są one m.in. w ramach następujących projektów:

- Wpływ zanieczyszczeń nieorganicznych na kinetykę ciągłej krystalizacji strąceniowej struwitu $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$ w procesie recyklingu fosforu, NCN, (2016-2020) SONATA 11 2016/21/D/ST8/01694
- Odnawialne źródła fosforu – bazą surowcową nowej generacji nawozów (2013 - 2017), NCBR, PBS 2/A1/11/2013
- Biofortification of plant biomass with selenium by utilization of biofertilizers obtained via microbiological solubilization (2019-2022), NCBR, Współpraca Polska-RPA
- Biosolubilizacja składników odżywczych wspomagana bioaugmentacją gleb zanieczyszczonych metalami ciężkimi (2022- 2026), NCN, PRELUDIUM BIS 2
- Mechanizm mikrobiologicznej transformacji składników pokarmowych z odpadów rolno-spożywczych przy użyciu różnych scenariuszy wprowadzania bionawozów do systemu glebowego: kolonizacja gleby/infekcja roślin, (2022-2026), NCN, SONATA BIS

Zespół współpracuje z wieloma jednostkami naukowymi krajowymi jak i zagranicznymi. Współpraca ta owocuje wspólnymi publikacjami, jak i projektami. Jednostki krajowe to: Uniwersytet Jagielloński; Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie; Katedrą Inżynierii Chemicznej i Projektowania Procesowego Politechniki Śląskiej. A wśród jednostek zagranicznych można wymienić: University of Limerick, Irlandia; Mansinhbhai Institute of Dairy and Food Technology, Indie; University of Johannesburg, RPA; Cyprus University of Technology, Cypr.

Główna działalność LTNiNM skupia się na fizykochemicznych i technologicznych zagadnieniach dotyczących szeroko rozumianego przemysłu nieorganicznego, w tym w szczególności przemysłu nawozowego, problematyką gospodarki o obiegu zamkniętym i bezpieczeństwa procesowego. Profil naukowo-badawczy zespołu obejmuje technologie wytwarzania podstawowych agrochemikali niezbędnych przy produkcji rolniczej z uwzględnieniem racjonalnej gospodarki zasobami surowców mineralnych i wtórnego wykorzystania odpadów w procesach wytwórczych oraz bezpieczeństwa procesów przemysłowych. W ramach realizowanych projektów można wyróżnić różnego rodzaju opracowania składów i agrochemicznych form aplikacji preparatów nawozowych i dodatków paszowych czy preparatów pomocniczych w produkcji roślinnej i zwierzęcej. Ważnym pod kątem gospodarczym i obecnie aktualnym jest temat wykorzystania naturalnych materiałów węglonośnych w technologiach produktów użytecznych w tym optymalizacja procesu otrzymywania substancji humusowych w zależności od parametrów fizykochemicznych procesu i oceny możliwości ich wykorzystania w różnych dziedzinach przemysłu. W Polsce zagadnienie to jest szczególnie istotne ze względu na dostępność do bazy surowcowej w postaci złóż torfu i węgla brunatnego i w myśl zrównoważonej strategii produkcji i konsumpcji surowców nieodnawialnych oraz polityki nakierowanej na ich poza energetyczne wykorzystanie. Kolejnym ważnym zagadnieniem są mikroelementowe nawozy płynne oparte o związki chelatujące stosowane w przemyśle nawozowym, takie jak kwasy aminopolikarboksyłowe (APCAs) oraz związków traktowanych jako ich potencjalne zamienniki. Podjęte w tym zakresie badania dotyczą również oceny, wyboru oraz optymalizacji metod syntezy nowych substancji chelatujących jony mikroelementowe oraz opracowanie koncepcji wytwarzania nawozów w tym azotowych z dodatkiem takich chelatów. W LTNiNM prowadzone są również badania na potrzeby przemysłu fosforowego. Tematyka badawcza obejmuje przede wszystkim oczyszczanie surowców fosforowych oraz ekstrakcyjnego kwasu fosforowego z metali ciężkich, w szczególności kadmu. Opracowywane jest również zagadnienie zagospodarowania odpadowego fosfogipsu powstającego podczas produkcji ekstrakcyjnego kwasu fosforowego. Grupa badawcza pracująca w LTNiNM zajmuje się także bezpieczeństwem procesowym oraz możliwością produkcji

nawozów mineralnych zawierających azotan amonu, określając parametry fizykochemiczne otrzymywanych układów oraz ich stabilność termiczną. Wykonywana jest ocena i dobór dodatków do nawozów poprawiających ich jakość oraz bezpieczeństwo produkcji, stosowania, magazynowania i transportu. Zagadnienia badawcze obejmują również rozwój metodyki oceny stabilności produktów zawierających azotan amonu z wykorzystaniem metod analizy termicznej, badania kinetyki procesów rozkładu układów zawierających azotan amonu oraz stosowanie przybliżeń w kinetyce rozkładu związków chemicznych w podwyższonych temperaturach. W ramach pracy badawczej wykonywane są także optymalizacje oraz modyfikacje istniejących technologii wytwórczych stosowanych w przemyśle nawozowym i technologii nieorganicznej oraz utylizacja wytwarzanych odpadów z wykorzystaniem szeregu operacji oraz procesów jednostkowych charakterystycznych dla technologii chemicznej.

Tematyka projektów badawczych realizowanych w ostatnim okresie obejmuje:

- Opracowanie koncepcji technologicznych metod wtórnego, gospodarczego wykorzystania ogrodniczej, odpadowej wełny mineralnej.
- Badania nawozów w zakresie bezpieczeństwa wytwarzania i obrotu nawozami z dodatkiem kwasów humusowych.
- Ocena przydatności surowców torfowych do pozyskiwania substancji huminowych.
- Badania w zakresie technologii otrzymywania kwasów huminowych i fulwowych z torfu.
- Ocena możliwości zagospodarowania siarczanu potasu z produkcji biopaliw do produkcji nawozów saletranych.
- Opracowanie wstępnych produktów azotowych zawierających dodatki pochodzenia biologicznego.
- Opracowanie nowych antyzbrylaczy do nawozów saletranych.
- Granulacja dolomitu z surowcami pochodzenia organicznego do celów nawozowych.
- Opracowanie technologii wytwarzania azotowych nawozów stałych i płynnych wzbogaconych mikroelementami w postaci chelatów.
- Badanie kinetyki rozkładu azotanu amonu oraz jego mieszanin z mocznikiem i kwasem borowym w zróżnicowanych warunkach wymiany masy i ciepła z otoczeniem z zastosowaniem metod izokonwersyjnych oraz dopasowywania modelu, NCN PRELUDIUM 19
- Badania oczyszczania surowców fosforowych z kadmu przez kalcynację W trakcie realizacji, NCN PRELUDIUM 20

Wspomniane powyżej zagadnienia mające na celu głównie intensyfikację produktywności i wydajności produkcji rolniczej w myśl gospodarki o obiegu zamkniętym, były realizowane we współpracy z czołowymi krajowymi zakładami chemicznymi jak: Grupa Azoty Zakłady Azotowe Kędzierzyn S.A., Z Ch Police S.A., Z A Puławy S.A., Z A Tarnów S. A., GZNF Fosfory S.A. w Gdańsku, Z Ch Alwernia S.A, Z Ch Anwil S.A., Agro-Inwest Sp. z o.o., Luvena S.A., Intermag sp. z o. o., Z Ch „Siarkopol” Sp. z o. o., A. i M. Investing Sp z o.o., IVENA Solution i inne. Podejmowane zagadnienia realizowane są zazwyczaj kompleksowo, w pełnych cyklach badawczych, przez interdyscyplinarne zespoły począwszy od badań podstawowych, symulujących procesy przemysłowe, do badań aplikacyjnych. Prace badawczo-rozwojowe były prowadzone niejednokrotnie we współpracy z takimi ośrodkami akademickimi i naukowymi jak np. Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa Puławy w zakresie aplikacyjnych badań rolniczych efektywności wytworzonych produktów nawozowych czy badań nad otrzymywaniem i aglomeracją układów, które docelowo mają stanowić rozwiązania podnoszące produktywność i wydajność produkcji rolniczej.

W LMZKiP prowadzone są badania katalizatorów i adsorbentów dla procesów przetwórstwa paliw, wychwytu i konwersji CO₂ oraz oczyszczania gazów odpadowych: reakcji reformingu węglowodorów, suchego reformingu metanu, utleniania CO oraz jego konwersji z parą wodną, energetycznej konwersji paliw z wykorzystaniem metody Chemical Looping Combustion i Chemical Looping Oxygen Uncoupling. Projektowane, syntezowane i charakteryzowane są katalizatory i adsorbenty na bazie tlenków metali ziem rzadkich, nanomateriałów węglowych, szkieletów metaloorganicznych (MOF) czy tlenków mieszanych o strukturze perowskitu. Ponadto, LMZKiP prowadzi działalność usługową dla podmiotów gospodarczych w zakresie analizy właściwości produktów naftowych i gazowych.

Aktualnie realizowane projekty przez zespół LMZKiP są następujące:

- Szkielety metaloorganiczne do katalizacyjnej konwersji CO₂”, materiały te są badane w reakcjach cykloaddycji CO₂ do epoksydów, karboksylacji metanolu i dioli oraz uwodornienia CO₂ do metanolu, SONATA
- Zrozumienie zjawiska degradacji stałych nośników tlenu podczas cyklicznych reakcji redoks poprzez realizację badań eksperymentalnych i opracowanie strategii jego eliminacji, GEPARD (NCN OPUS-19).

Współpraca naukowa zespołu LMZKiP obejmuje m.in.: Laboratorio de Materiales Avanzados, Uniwersytet w Alicante, Hiszpania; L'Institut de chimie et procédés pour l'énergie, l'environnement et la santé, Uniwersytet w Strasburgu, Francja; Korea Institute of Energy Research KIER, Korea Południowa; Katedrę Technologii Paliw, Akademia Górniczo Hutnicza, Kraków; Uniwersytet Jagielloński, Kraków; Laboratorium Badania Materiałów, Politechnika Śląska, Gliwice; Katedrę Chemii Nieorganicznej, Analitycznej i Elektrochemii, Politechnika Śląska, Gliwice. Współpracą z podmiotami gospodarczymi obejmuje: Lotos S.A.; Polska Spółka Gazownictwa Sp. z o. o.; Port Lotniczy Wrocław S.A.

Wyniki badań naukowych zespołu zamieszczono w publikacjach:

- Ksepko E.; Lysowski R. Extremely Stable and Durable Mixed Fe–Mn Oxides Supported on ZrO₂ for Practical Utilization in CLOU and CLC Processes. *Catalysts* 2021, 11, 1285
- Łamacz A., Matus K., Liszka B., Silvestre-Albero J., Lafjah M., Dintzer T., Janowska I., The impact of synthesis method of CNT supported CeZrO₂ and Ni-CeZrO₂ on catalytic activity in WGS reaction, *Catalysis Today*, 2018, 301, 172-182.
- Jaroszevska K., Fedyna M., Trawczyński J.: Hydroisomerization of long-chain *n*-alkanes over Pt/AlSBA-15+ zeolite bimodal catalysts. *Appl. Catal. B: Environmental*, 2019, 255, 117756.
- Erkin Cura M., Trębała M., Yanling Gea, Klimczyk P., Simo-Pekka Hannula „Mechanical and tribological properties of WO_{2.9} and ZrO₂ + WO_{2.9} composites studied by nanoindentation and reciprocating wear tests” *Wear*, 2021, 15, 478

3. Potencjał badawczy Katedry

LTOiF dysponuje zestawem unikalnych urządzeń, pozwalających na prowadzenie wielu zróżnicowanych procesów chemicznych i fizykochemicznych. Należą do nich urządzenia umożliwiające szeroki zakres prac syntetycznych oraz optymalizację procesów fizycznych, towarzyszących zachodzącym reakcjom bądź stanowiących etap oczyszczania produktu/półproduktu w skali laboratoryjnej i pilotowej, m.in.: zestaw reaktorów (zautomatyzowany system LabMax z sondą ReactIR (Mettler Toledo), dwukomorowy reaktor EasyMax (Mettler Toledo), reaktor ciśnieniowy Ecoclave (BuchiGlasUster), reaktor mikrofalowy Discover (CEM) z autosamplerem), jak też w pełni skalowalny emulgator membranowy (Micropore Technologies), homogenizator wysokociśnieniowy LV1 (Mirofluidics) (ang. *HPH – high pressure homogenizator*), wiskozymetr rotacyjny Rotavisc me-vi (IKA),

optyczny mikroskop biologiczny CX-41 (Olympus) z przystawką fluorescencyjną, oraz wagosuszarka MB-27 (OHAUS) z promiennikiem podczerwieni.

Prace naukowo-badawcze prowadzone w oparte są o możliwości badawcze procesów jednostkowych, przydatnych w pracy z biomasą roślinną. Są to różnego rodzaju techniki separacyjne, tradycyjne, jak też uwzględniające czyste technologie, a są to:

- ekstrakcja z fazy stałej, w różnych warunkach procesowych, w tym w środowisku wodnym o ustalonym pH, maceracja, ekstrakcja w podwyższonej temperaturze, ekstrakcja w środowisku alkoholu – tzw. ekstrakcja AIR (ang. *alcohol-insoluble residue extraction*),
- ekstrakcja wspomagana ultradźwiękami, ekstrakcja wspomagana mikrofalami,
- ekstrakcja w układzie ciec-z-ciecz, z uwzględnieniem odpowiedniego doboru cieczy oraz parametrów procesowych,
- separacja przez barierę, w tym dializa oraz ultrafiltracja,
- techniki chromatograficzne, w tym: chromatografia jonowymienna, chromatografia podziałowa, chromatografia typu FLASH, chromatografia powinowactwa do złoża, chromatografia HPLC, chromatografia gazowa (GC-MS).

LTB specjalizuje się w technologii i chemii cukrów, ich analogów oraz polimerów cukrowych – polisacharydów, w tym liniowych i rozgałęzionych, homo- oraz heteropolisacharydów. W obszarze zainteresowań LTB są też koniugaty cukrowe z małowcząsteczkowymi substancjami pochodzenia roślinnego, tzw. glikozydy oraz glikokoniugaty z makromolekułami takimi jak makrocząsteczkowe matryce polifenolowe czy białka.

Warsztat badawczy LTB obejmuje: metody spektrofotometryczne ilościowego oznaczania cukrów w mieszaninach innych substancji, z uwzględnieniem możliwości ilościowego oznaczania nietypowych rodzajów cukrów jak aminocukry lub kwasy uronowe; metody chromatograficzne rozdzielania substancji cukrowych i ich koniugatów; metody chromatograficzne identyfikacji i ilościowego oznaczania monosacharydów, w tym analizy GC-MS lotnych pochodnych cukrowych, przekształcanych, zgodnie z potrzebami w pochodne trifluorooctowe, acetylowe, czy trimetylosililowe; analizę FT-IR fitoproduktów, materiałów zawierających struktury cukrowe, także polisacharydowe. Laboratorium oferuje również możliwość identyfikacji typu wiązań glikozydowych, obecnych w łańcuchach cukrowych pomiędzy monomerami. LTB dysponuje:

- stanowiskami do prowadzenia procesów ekstrakcyjnych w skali laboratoryjnej,
- stanowiskiem do prowadzenia procesów wspomaganych ultradźwiękami, przy zastosowaniu homogenizatora ultradźwiękowego z układem schładzania, Omni-Ruptor 4000 (Omni International Inc. Kennesaw, USA),
- stanowiskiem do chromatografii cieczowej, w tym do chromatografii podziałowej, wyposażonym w kolektor frakcji Gilson, dobrane odpowiednio metody detekcji, systemem do zatężania równocześnie wielu frakcji pod zmniejszonym ciśnieniem RapidVap (Labconco),
- stanowiskiem do badań wielu próbek równocześnie metodą spektroskopii UV-Vis, śledzenia kinetyki reakcji, przy zastosowaniu czytnika mikroplitek SPECTROStarNano (BMG Labtech),
- dostępem do stanowiska ATR FT-IR (Shimadzu),
- stanowiskiem do badań techniką wysokosprawnej chromatografii cieczowej (HPLC) pracującym w skali analitycznej lub półpreparatywnej, wyposażonym w detektory UV-Vis oraz ELSD (Gilson),
- stanowiskiem do badań techniką chromatografii gazowej (GC), z detekcją MS typu „pułapka jonowa” – chromatograf Trace GC Ultra z detektorem ITQ700 (Thermo).

LiiP(B)P dysponuje aparaturą umożliwiającą przeprowadzenie następujących ekspertyz: testy toksyczności phytotoxkit, kiełkowania, wazonowe - Szafa termostatyczna z fotoperiodem; oceną

wpływu stosowanych preparatów nawozowych na architekturę bryły systemu korzeniowego - System WinRHIZO - System analizy bryły korzeniowej i liści z dedykowanym skanere; Oceną składu wielopierwiastkowego biomasy roślinnej - Mineralizator Milestone Start D+ spektrometr absorpcji atomowej z atomizacją w płomieniu (FAAS) (AA Spectrometer iCE 3000 SERIES, Spectro – Lab); Testy toksyczności ostrej i chronicznej.

W ramach tematyki realizowanej w LTNiNM oferowane badania mają charakter interdyscyplinarny. Łączą zagadnienia z zakresu technologii chemicznej, chemii analitycznej, organicznej i koordynacyjnej, rolnictwa, ochrony środowiska i inżynierii chemicznej. Podejmowane działania skierowane są w stronę neutralności środowiskowej na poziomie racjonalnego wykorzystania surowców nieodnawialnych, optymalizacji, intensyfikacji i bezpieczeństwa procesu produkcyjnego czy nadawania produktowi końcowemu odpowiednich właściwości użytkowych.

W ramach innowacyjnych rozwiązań z obszaru tematyki dotyczącej substancji humusowych oferujemy badania począwszy od oceny przydatności do tego celu danego materiału, adaptacji metod frakcjonowania zawartej w nich substancji organicznej, poprzez badania dotyczące samego procesu otrzymywania substancji humusowych, następnie ocenę ich składu i właściwości oraz specyfiki działania w warunkach środowiska glebowego a kończąc na badaniach procesu ich obróbki m.in. sposobu ich standaryzacji.

Proponowanymi rozwiązaniami w zakresie rozszerzenia oferty nawozowej są również badania dotyczące oceny, doboru oraz optymalizacji metod syntezy nowych substancji chelatujących jony mikroelementowe, następnie stopnia ich skompleksowania przez te chelatory w środowisku wodnym i nawozowym, oceny ich biodegradacji w warunkach testu statycznego oraz kinetycznego a w efekcie opracowanie składu koncentratu mikroelementowego jako gotowego produktu.

Podejmowana przez LTNiNM tematyka jest realizowana przy zastosowaniu metod analitycznych zgodnych z prawodawstwem europejskim i przy wykorzystaniu nowoczesnej aparatury pomiarowo-badawczej. Możliwości badawcze i aparaturowe z zakresu fizykochemii surowców i właściwości użytkowych produktów obejmują zarówno podstawowe oznaczenia ich składu i jakości przy użyciu spektrofotometru UV/VIS/IR z kulą całkującą (JASCO), fotometru płomieniowego (NTL), metody kulometrycznej Karla Fischera z piecem do usuwania wilgoci z próbek stałych (Mettler Toledo), spektrometru absorpcji atomowej AAS (Thermo Fisher Scientific), woltamperometrycznego układu pomiarowego (Metrohm - Eco Chemie Autolab), chromatografu jonowego (Dionex) jak i oceny właściwości użytkowych otrzymanych produktów nawozowych wykorzystując do tego celu np. aparat do pomiaru wytrzymałości mechanicznej na zgniatanie (TBH 325 - Erweka) czy komory klimatycznej z fitotronem (POL-EKO). Na wyposażeniu laboratorium znajduje się także zaawansowana aparatura do analizy instrumentalnej. Do rozkładu próbek stałych wykorzystujemy piec mikrofalowy MARS 6. Do pomiaru zawartości pierwiastków w próbkach ciekłych dysponujemy płomieniowym spektrometrem absorpcji atomowej z atomizacją w płomieniu Thermo Scientific Fisher iCE 3300 (FAAS) z możliwością operowania na dwóch typach płomienia: powietrze/acetylen (A/A) oraz podtlenek azotu/acetylen (N/A). Posiadamy niezbędne wzorce oraz lampy do pomiaru zawartości większości metali (m.in. Al, Ca, Cd, Co, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ti, Zn). Alternatywnie, do pomiaru zawartości jonów w próbkach ciekłych wykorzystywany jest chromatograf jonowy Thermo Scientific Dionex ICS-5000+. Posiadamy odpowiednie kolumny do analizy produktów nawozowych, a wraz z nimi możliwości analizy wszystkich interesujących składników nawozowych w próbkach (m.in. jony NH_4^+ , NO_3^- , PO_4^{3-} , K^+ , Ca^{2+} , SO_4^{2-}). Laboratorium wyposażone jest także w zaawansowaną aparaturę do analizy termicznej, umożliwiającą pomiar szybkości reakcji autokatalitycznych w procesie rozkładu w warunkach adiabatycznych oraz efektów cieplnych przemian fazowych endo- i egzotermicznych i ciepła reakcji

chemicznych (APTAC264, Netzsch), badania charakterystyk rozkładu do 1400°C pod ciśnieniem otoczenia lub próżnią (STA 409 C, STA 449 F3 - Netzsch), przy różnym składzie atmosfery wraz z pomiarami wykorzystującymi różnicową analizę termiczną oraz różnicową kalorymetrię skaningową wraz z termograwimetrią z możliwością analizy składu chemicznego produktów gazowych z wykorzystaniem spektrometrii mas (QMS 403C - Netzsch). Aparatura, która jest wykorzystywana do prowadzonej działalności badawczo-rozwojowej, pozwala na przeprowadzenie testów w warunkach laboratoryjnych, symulujących perspektywiczny proces przemysłowy to np. kompaktowe urządzenie do dokładnego mieszania i homogenizacji produktów o konsystencji od cieczy do past z możliwością jednoczesnego prowadzenia reakcji chemicznej firmy IKA. Na potrzeby realizowanych projektów i prac badawczo-rozwojowych zostały również zaprojektowane specjalistyczne stanowiska badawcze. Jednym z nich jest np. laboratoryjne stanowisko do badań przemysłowych przetwarzania odpadowej, ogrodniczej wełny mineralnej i otrzymywania produktów nawozowych. Na potrzeby badań dotyczących procesu granulacji skonstruowane zostało natomiast stanowisko składające się z dwóch jednostek podstawowych R&D (AR 403 - Erweka) z możliwością stosowania przystawek do granulacji talerzowej i bębnowej, powlekania, polerowania, granulacji na mokro oraz mielenia. Prowadzone LTNiNM badania pozwalają w efekcie na opracowanie założeń projektowych i uproszczonej koncepcji technologicznej otrzymywania gotowych preparatów nawozowych lub produktów na ich bazie w kontekście wykorzystania ich w rolnictwie, pod kątem żywnościowym czy paszowym.

LMZKiP dysponuje, m.in.:

- instalacją do testów katalitycznych reakcji reformingu oraz spalania, na którą składają się: reaktor ze złożem stałym (próbki katalizatora od 0.3 do 2 g), reaktor ze złożem fluidalnym, piec z możliwością wielostopniowego programowania, chromatografy gazowe;
- reaktorem wysokociśnieniowym BUCHI Novoclave (ciśnienie do 400 bar, temperatura do 300°C, zaopatrzony w biuretę wysokociśnieniową oraz pompę HPLC do dozowania ciekłego CO₂ i prowadzenia syntez oraz reakcji w warunkach nadkrytycznego CO₂);
- reaktorem ciśnieniowym BUCHI Miniclave umożliwiającym pracę do 10 bar i temperatury 200°C.
- proszkowy stolikowy dyfraktometr rentgenowski model MiniFlex 600, producent Rigaku.
- analizator TG-DSC/DTA model STA 449 F5, producent Netzsch.
- spektrometr masowy QMS 403 Aëolos Quadro,.
- dynamometr Digital Force Gauge Shimpo FG-5000A, Shimpo Instruments.
- ucierak moździerzowy z misami agatowymi marki Fritsch.

4. Dane kontaktowe Katedry

Politechnika Wroclawska, Wydział Chemiczny, Wyb. Wyspiańskiego 29, 50-370 Wrocław, Katedra Inżynierii i Technologii Procesów Chemicznych,

Laboratorium Technologii Organicznej i Farmaceutycznej (LTOiF) – prof. dr hab. inż. Kazimiera A. Wilk, kazimiera.wilk@pwr.edu.pl, +48 71 320 28 28

Laboratorium Technologii Bioproduktów (LTB) - dr hab. inż. Izabela Pawlaczyk-Graja prof. uczelni, izabela.pawlaczyk-graja@pwr.edu.pl, +48 71 320 38 90

Laboratorium Inżynierii i Projektowania (Bio)Procesowego (LIiP(B)P) - dr hab. inż. Agnieszka Saeid, prof. uczelni, agnieszka.saeid@pwr.edu.pl, +48 71 320 43 25

Laboratorium Technologii Nieorganicznej i Nawozów Mineralnych (LTNiNM) – prof. dr hab. inż. Józef Hoffmann, jozef.hoffmann@pwr.edu.pl, +48 71 320 39 30

Literatura

- [1] Lamch L., Pucek A., Kulbacka J., Chudy M., Jastrzębska E., Tokarska K., Bułka M., Brzózka Z., Wilk K.A.: Recent progress in the engineering of multifunctional colloidal nanoparticles for enhanced photodynamic therapy and bioimaging. *Adv. Colloids Interface Sci.* 2018, 261, s. 62-81.
- [2] Chudy M., Tokarska K., Jastrzębska E., Bułka M., Drozdek S., Lamch Ł., Wilk K.A., Brzózka Z.: Lab-on-a-chip systems for photodynamic therapy investigations. *Biosens. Bioelectron.* 2018, 101, s. 37-51.
- [3] Tsigotis-Maniecka M., Szyk-Warszyńska L., Lamch Ł., Weźgowiec J., Warszyński P., Wilk K.A.: Benefits of pH-responsive polyelectrolyte coatings for carboxymethyl cellulose-based microparticles in the controlled release of esculin. *Mater. Sci. Eng. C* 2021, 118, art. 111397, s. 1-16.
- [4] Tsigotis-Maniecka M., Szyk-Warszyńska L., Maniecki Ł., Szczęsna W., Warszyński P., Wilk K.A.: Tailoring the composition of hydrogel particles for the controlled delivery of phytopharmaceuticals. *Eur. Polym. J.* 2021, 151, art. 110429, s. 1-17.
- [5] Lamch Ł., Gancarz R., Tsigotis-Maniecka M., Moszyńska I., Ciejka J., Wilk K.A.: Studying the “rigid-flexible” properties of polymeric micelle core-forming segments with a hydrophobic phthalocyanine probe using NMR and UV spectroscopy. *Langmuir* 2021, 37, 14, s. 4316-4330.
- [6] Lamch Ł., Ronka S., Moszyńska I., Warszyński P., Wilk K.A.: Hydrophobically functionalized poly(acrylic acid) comprising the ester-type labile spacer: synthesis and self-organization in water. *Polymers* 2020, 12, art. 1185, s. 1-15.
- [7] Lamch Ł., Ronka S., Warszyński P., Wilk K.A.: NMR studies of self-organization behavior of hydrophobically functionalized poly(4-styrenesulfonic-co-maleic acid) in aqueous solution. *J. Mol. Liq.* 2020, 308, art. 112990, s. 1-11.
- [8] Balicki S.: Optymalizacja procesów jednostkowych w technologii organicznej. *Przemysł Chemiczny* 2021, 100, 5, s. 490-497.
- [9] Balicki S., Pawlaczek-Graja I., Gancarz R., Capek P., Wilk K.A.: Optimization of ultrasound-assisted extraction of functional food fiber from Canadian Horseweed (*Erigeron canadensis* L.). *ACS Omega* 2020, 5, s. 20854-20862.
- [10] Tsigotis-Maniecka M., Szyk-Warszyńska L., Michna A., Warszyński P., Wilk K.A.: Colloidal characteristics and functionality of rationally designed esculin-loaded hydrogel microcapsules. *J. Colloid Interface Sci.* 2018, 530, s. 444-458.
- [11] Weźgowiec J., Tsigotis-Maniecka M., Saczko J., Wieckiewicz M., Wilk K.A.: Microparticles vs. macroparticles as curcumin delivery vehicles: structural studies and cytotoxic effect in human adenocarcinoma cell line (LoVo). *Molecules* 2021, 26, art. 6056s. 1-20
- [12] Bartman M., Balicki S., Wilk K.A.: Formulation of environmentally safe graffiti remover containing esterified plant oils and sugar surfactant. *Molecules* 2021, 26, 15, art. 4706, s. 1-24.

Joanna WOLSKA, Grażyna GRYGLEWICZ

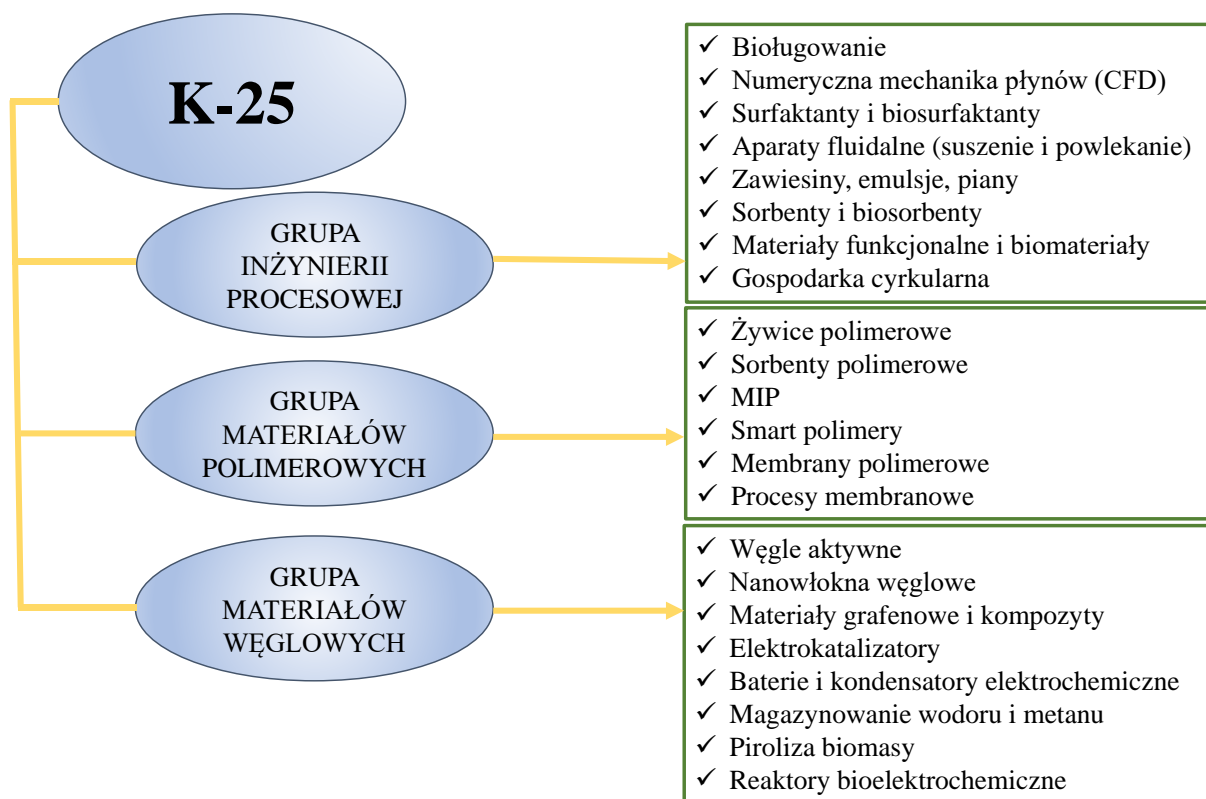
Katedra Inżynierii Procesowej i Technologii Materiałów Polimerowych i Węglowych, Wydział Chemiczny, Politechnika Wrocławska, Wrocław

1. Wstęp

Katedra Inżynierii Procesowej i Technologii Materiałów Polimerowych i Węglowych (K-25), której kierownikiem jest prof. dr hab. inż. Grażyna Gryglewicz, została utworzona w 2020 roku w wyniku zmian związanych z nowelizacją ustawy *Prawo o Szkolnictwie Wyższym*. Katedra powstała z połączenia Zakładu Inżynierii Chemicznej, kierowanego przez dr hab. inż. Izabelę Polowczyk, a do 2019 roku przez prof. dr hab. inż. Zygmunta Sadowskiego, i Zakładu Materiałów Polimerowych i Węglowych, którego kierownikiem był prof. dr hab. inż. Marek Bryjak. Katedra liczy 32 osoby, w tym 4 profesorów tytularnych (Jolanta Bryjak, Marek Bryjak, Grażyna Gryglewicz i Zygmunt Sadowski), 9 doktorów habilitowanych na stanowisku prof. uczelni (Janusz Dziak, Joanna Feder-Kubis, Dorota Jermakowicz-Bartkowiak, Krzysztof Kierzek, Ewa Lorenc-Grabowska, Wojciech Ludwig, Izabela Polowczyk, Piotr Rutkowski, Joanna Wolska), 11 adiunktów badawczo-dydaktycznych (Anna Bastrzyk, Piotr Cyganowski, Karolina Kordek-Khalil, Agata Moysowicz, Adam Moysowicz, Grzegorz Pasternak, Agnieszka Pawłowska, Daria Podstawczyk, Anna Siekierka, Katarzyna Smolińska-Kempisty, Justyna Ulatowska), 2 adiunktów dydaktycznych (Anna Jakubiak-Marcinkowska, Wojciech Sawiński) i 6 asystentów (Krystian Czuba, Aleksander De Rosset, Mateusz Kruszelnicki, Martyna Nizioł, Kornelia Pacyna-Iwanicka, Anna Wirwis). W Katedrze realizowanych jest obecnie 20 prac doktorskich. W skład Katedry wchodzi trzy grupy badawcze: **Grupa Inżynierii Procesowej**, **Grupa Materiałów Polimerowych** i **Grupa Materiałów Węglowych** (Rys. 1). Pracownicy naukowcy Katedry są laureatami wielu konkursów i stypendiów. Stypendium dla wybitnych młodych uczonych w konkursie START fundowanym przez FNP otrzymało 5 osób, a Nagrodę Ministra dla wybitnych młodych naukowców 7 osób.

2. Profil badawczy Katedry

Grupa Inżynierii Procesowej, kierowana przez dr hab. inż. Izabelę Polowczyk, kontynuuje tematykę badawczą rozwijaną w Zakładzie Inżynierii Chemicznej, związaną z zagadnieniami obejmującymi zjawiska transportu pędu, ciepła i masy, takie jak modelowanie procesów w różnych urządzeniach przemysłu chemicznego metodami numerycznej mechaniki płynów (CFD) [1] i badanie wymiany ciepła i masy przy odparowaniu ciekłych roztworów z cienkich warstw [2]. Ważnym obszarem badań zespołu są procesy separacyjne, w tym usuwanie toksycznych jonów z roztworów wodnych za pomocą surowców mineralnych i syntetycznych adsorbentów [3] oraz uzdatnianie ścieków oczyszczonych z wykorzystaniem procesów membranowych [4]. Kolejnym obszarem zainteresowań badawczych jest inżynieria układów dyspersyjnych, głównie procesów agregacyjnych w zawiesinach, emulsjach i pianach [5]. Innym kierunkiem jest synteza i badania właściwości związków wielozadaniowych, w szczególności powierzchniowo czynnych, o istotnych parametrach funkcjonalnych zgodnych z zasadami zrównoważonego rozwoju [6]. Realizowane są także badania dotyczące otrzymywania i charakterystyki trójwymiarowych struktur kompozytowych. Grupa zajmuje się również wykorzystaniem mikroorganizmów w procesach hydrometalurgicznych oraz w syntezie nanocząstek metali i związków nieorganicznych [7].



Rys. 1. Profil badawczy Katedry Inżynierii Procesowej i Technologii Materiałów Polimerowych i Węglowych

W **Grupie Materiałów Polimerowych**, kierowanej przez dr hab. inż. Joannę Wolską, prowadzone są prace związane z zastosowaniem materiałów polimerowych w procesach separacyjnych: sorpcyjnych i membranowych. Obszar badawczy obejmuje syntezy nowych materiałów polimerowych, jak i modyfikowanie już istniejących. Realizowane badania pozwalają otrzymać między innymi materiały przydatne do i) odzyskiwania cennych metali z ich rozcieńczonych roztworów, ii) pozyskiwania surowców z odpadów elektronicznych, iii) usuwania substancji szkodliwych (boranów, arsenianów, ksenohormonów) z wody pitnej, iv) demineralizacji wody, v) zagospodarowania ścieków miejskich i przemysłowych (gospodarka cyrkulacyjna), vi) wykorzystania wód podziemnych (wód kopalnianych i geotermalnych), vii) pozyskiwania biopaliw z substancji odpadowych oraz viii) budowy bio- i fotoreaktorów [8-14].

Grupa Materiałów Węglowych, kierowana przez prof. dr hab. inż. Grażynę Gryglewicz, zajmuje się syntezą porowatych materiałów węglowych (węgli aktywnych) i nanostrukturalnych materiałów węglowych (nanowłókna węglowe, nanorurki węglowe, tlenek grafenu, zredukowany tlenek grafenu) oraz ich kompozytów z metalami, tlenkami metali i polimerami przewodzącymi [15,16]. Projektowane, syntezowane i modyfikowane materiały są stosowane w elektrochemicznych systemach magazynowania i konwersji energii (superkondensatory [17], baterie litowo-jonowe [18], baterie sodowo-jonowe), sensorach elektrochemicznych, procesach adsorpcyjnych (usuwanie mikrozanieczyszczeń organicznych z wody) [19], do elektrokatalitycznego rozkładu wody [20] i magazynowania gazów. Prowadzone są także badania związane z termochemiczną konwersją biomasy, mikrobiologicznymi ogniwami paliwowymi, bioelektrosyntezą i projektowaniem materiałów funkcjonalnych do zastosowań w układach bioelektrochemicznych [21].

W Katedrze K-25 w ostatnich pięciu latach zrealizowano blisko 30 projektów badawczych, finansowanych przez instytucje zagraniczne (np. EU, EIT), krajowe (m.in. NCN, NCBR) i jednostki przemysłowe (KGHM, MPWiK Wrocław, WTT Opole i inne), w tym:

- Open innovation test bed for developing safe nano-enabled bio-based materials and polimer bionanocomposites for multifunctional and new advanced applications (BioNanoPolys), UE HORIZON (2020-2024), prof. dr hab. Zygmunt Sadowski
- Innovative bio-treatment of raw materials (Bioleach), EIT, prof. dr hab. Zygmunt Sadowski
- W kierunku gospodarki cyrkularnej – technologie odzysku wody i surowców ze ścieków oczyszczonych (SEMS POIR), projekt z MPWiK S.A., NCBR (2019-2022), dr inż. Daria Podstawczyk
- Inteligentna platforma bioinspirowanych materiałów o jonowej naturze mających korzystny wpływ na rośliny, OPUS 19, NCN (2021-2023), dr hab. inż. Joanna Feder-Kubis
- Integrated management of geothermal water: recovery of energy and water, Bilateral NCBR-TUBITAK (2018-2021), prof. dr hab. inż. Marek Bryjak
- Water-Energy-Food Nexus: Geothermal water for agriculture, Bilateral NCBR-TUBITAK (2020-2022), prof. dr hab. inż. Marek Bryjak
- Katalityczno-separacyjne procesy uwodornienia związków nitroaromatycznych z wykorzystaniem wielofunkcyjnych nanokompozytów polimerowych z nanocząstkami renu, SONATA 16, NCN (2021-2024), dr inż. Piotr Cyganowski
- Effect of carbon surface functional groups on electrochemical behavior of lead-carbon electrodes, projekt z Fraunhofer ISC (Würzburg), Consortium for Battery Innovation (USA), 2019-2022, prof. dr hab. inż. Grażyna Gryglewicz
- Coal-liquid based upgraded carbon materials for energy storage (SUPERCOAL), UE Research Funds for Coal and Steel (2016-2020), prof. dr hab. inż. Grażyna Gryglewicz
- The mechanisms of bioelectrochemical transformation of petroleum waste products into biosurfactants, OPUS 17, NCN (2020-2023), dr inż. Grzegorz Pasternak
- Projektowanie i optymalizacja hybrydowego kondensatora opartego na elektrodach zawierających kompozyty związków metali przejściowych i nanostrukturalnych materiałów węglowych, Fundusze Norweskie, NCBR 2021-2023, dr inż. Agata Moyseowicz.

Każda z grup badawczych współpracuje z wieloma krajowymi i zagranicznymi jednostkami naukowymi. Wśród instytucji z Polski są: Uniwersytet Jagielloński, Politechnika Poznańska, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, Akademia Górniczo-Hutnicza, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Politechnika Śląska, Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni PAN im. Jerzego Habera, Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Sieć Badawcza Łukasiewicz PORT (Wrocław). Współpracujemy również z Texas A&M University, University of Bremen, Ariel University, Université de Lyon, University of Vienna, Kursk State University, Université de Tours, Norwegian University of Science and Technology, WETSUS, Ege University, Aalto University, Technical University of Liberec, Politecnico di Torino, Kitakyushu University, Concepcion University, Milano-Bicocca University, Universität Rostock, Russian Academy of Sciences, Imperial College London, University of Trento, Fraunhofer Institute ISC, Instituto Nacional del Carbon, Okinawa Institute of Science and Technology, University of the West of England, University of Hasselt, Griffith University.

3. Potencjał badawczy Katedry

Katedra dysponuje szerokim wachlarzem aparatury badawczej. Posiadamy analizatory (Autosorb IQ, Micromeritics ASAP 2020) i porozymetr rtęciowy (Micromeritics IV 9510) do badania struktury porowatej, chromatografy gazowe (HP, Agilent) z detektorami MS, TCD, FID, ECD i desorberem termicznym, spektrofotometri UV-Vis i spektrofotometr FT-IR z przystawką ATR (Jasco). Laboratoria Katedry są wyposażone w kilka aparatów do określenia rozkładu wielkości cząstek: Photocor Complex (Photocor), Nicomp 380ZLS (Particle Sizing System), Mastersizer 2000 (Malvern), aparat do badania stabilności dyspersji Turbiscan LabExpert (Formulation) i pomiaru potencjału dzeta Zetasizer 2000 (Malvern). Mamy na wyposażeniu szybkie kamery cyfrowe CP70-2-M-1000 i CP70-2-C-1000 (Optronis), goniometri optyczne (OCA 15EC (DataPhysics)), drukarki 3D, lepkościomierz Rotavisc lo-vi (IKA) i ViscoClock (SI Analytics), a także mikroskopy optyczne (Axiomager.M1m (Zeiss) i odwrócony mikroskop fluorescencyjny DMI8 (Leica). Posiadamy też potencjostaty / galwanostaty firmy Biologic, komorę rękawicową MBraun Labstar do pracy w atmosferze inertej, aparaturę do wysokociśnieniowej sorpcji wodoru/metanu i zmiennociśnieniowej adsorpcji (PSA), piec na podczerwień BEHR IRF10, piec mikrofalowy (Hunan WISE Microwave Technology), kalorymetr skaningowy Mettler-Toledo DSC 821 i aparat do pomiaru temperatury mięknięcia Mettler FP90.

4. Dane kontaktowe Katedry

Osoba wyznaczona do kontaktu: Prof. dr hab. inż. G. Gryglewicz, Wyb. Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław (bud. F3, p. 127), tel. (71) 320-63-98, <https://iptm.pwr.edu.pl/katedra>

5. Literatura

- [1] Ludwig, W., Ligus, G., Korman, P., Sędkak, A., Zając, D.: CFD modelling of a powder spraying nozzle used for dry coating. *Chem. Eng. Res. Design.* 2022, vol. 178, s. 550-566.
- [2] Dziak, J., Jakielarz, M., Ludwig, W.: Określenie współczynników wnikania masy w cieczy przy wykorzystaniu wyników destylacji lub badań wymiany ciepła w wyparce cienkowarstwowej. *Inż. Ap. Chem.* 2017, 56, 1, 6-7.
- [3] Ulatowska, J., Polowczyk, I., Bastrzyk, A., Koźlecki, T., Sawiński, W.: Fly ash as a sorbent for boron removal from aqueous solutions: equilibrium and thermodynamic studies. *Sep. Sci. Technol.* 2020, 55, 2149-2157.
- [4] Czuba, K.K., Bastrzyk, A., Rogowska, A.P., Janiak, K.L., Pacyna, K.D., Kosińska, N.M., Kita, M., Chrobot, P., Podstawczyk, D.: Towards the circular economy - a pilot-scale membrane technology for the recovery of water and nutrients from secondary effluent. *Sci. Total Environ.* 2021, 791, 148266, 1-11.
- [5] Legawiec, K.J., Kruszelnicki, M., Bastrzyk, A., Polowczyk, I.: Rhamnolipids as effective green agents in the destabilisation of dolomite suspension. *Int. J. Mol. Sci.* 2021, 22, 10591, 1-18.
- [6] Feder-Kubis, J., Czerwoniec, P., Lewandowski, P., Pospieszny, H., Smiglak, M.: Ionic liquids with natural origin component: a path to new plant protection products. *ACS Sustainable Chem. Eng.* 2020, 8, 842-852.
- [7] Pawłowska, A.M., Sadowski, Z.: Bioleaching solutions used for the nanoparticles biosynthesis for uranium and arsenic immobilization. *Solid State Phenom.* 2020, 304, 45-50.
- [8] Jermakowicz-Bartkowiak, D., Cyganowski, P., Kawałko, J.: Microwave-assisted synthesis of anion-exchange resins for sorption of noble metals: how to boost sorption capacity using a proper reaction environment. *Polym. Bull.* 2017, 74, 229-244.

- [9] Cyganowski, P., Wolska, J.: Nanocomposite membranes with Au nanoparticles for dialysis-based catalytic reduction-separation of nitroaromatic compounds.. *React. Funct. Polym.* 2022, 170, 105119, 1-8.
- [10] Çermikli, E., Şen, F., Altıok, E., Wolska, J., Cyganowski, P., Kabay, N., Bryjak, M., Arda, M., Yuksel, M.: Performances of novel chelating ion exchange resins for boron and arsenic removal from saline geothermal water using adsorption-membrane filtration hybrid process. *Desalination* 2020, 491, 114504, 1-8.
- [11] Wolska, J., Kujawska, M., Cyganowski, P.: Selective sorption of diethyl phthalate on pH-responsive, molecularly imprinted polymeric adsorbents. *Sep. Sci. Technol.* 2020, 55, 2137-2148.
- [12] Siekierka A.M., Bryjak, M.: Novel anion exchange membrane for concentration of lithium salt in hybrid capacitive deionization. *Desalination* 2019, 452, 279-289.
- [13] Smolińska-Kempisty, K., Siekierka, A., Bryjak, M.; Interpolymer ion exchange membranes for CapMix process. *Desalination* 2020, 482, 114384, 1-10.
- [14] Siekierka, A.M., Tomaszewska, B., Bryjak, M.: Lithium capturing from geothermal water by hybrid capacitive deionization. *Desalination* 2018, 436, 8-14.
- [15] Kierzek, K., Gryglewicz, G.: Activated carbons and their evaluation in electric double layer capacitors. *Molecules* 2020, 25, 4255, 1-47.
- [16] Moyseowicz, A., Gryglewicz, G.: High-performance hybrid capacitor based on a porous polypyrrole/reduced graphene oxide composite and a redox-active electrolyte, *Electrochimica Acta* 2020, 354, 136661, 1-10.
- [17] Moyseowicz, A.K., Gryglewicz, S., Gryglewicz, G.: Enhancing electrochemical capacitor performance through the application of nanostructured carbon materials as conducting additives. *Chem. Eng. Process. Process Intensif.* 2021, 169, 108647, 1-10.
- [18] Zhu, W., Kierzek, K., Wang, S., Li, S., Holze, R., Chen, X.: Improved performance in lithium ion battery of CNT-Fe₃O₄ @graphene induced by three-dimensional structured construction. *Colloids Surf., A-Physicochem. Eng. Asp.* 2021, 612, 126014, 1-6.
- [19] Kordek, K., Lorenc-Grabowska, E., Rutkowski, P.: Tailoring the composition of one-step electrodeposited Co,Ni/Co,Ni(OH)₂ composite coating for highly active hydrogen evolution electrode. *Sustain. Energy Fuels* 2020, 4, 369-379.
- [20] Lorenc-Grabowska, E., Rutkowski, P.: Tailoring mesoporosity of poly(furfuryl alcohol)-based activated carbons and their ability to adsorb organic compounds from water. *J. Mater. Cycles Waste Manag.* 2018, 20,1638-1647.
- [21] Pasternak, G., Ormeno Cano, N., Rutkowski, P.: Recycled waste polypropylene composite ceramic membranes for extended lifetime of microbial fuel cells. *Chem. Eng. J.* 2021, 425, 130707, 1-12.

Katarzyna CHOJNACKA, Małgorzata MIRONIUK, Katarzyna PSTROWSKA, Mateusz SAMORAJ, Dawid SKRZYPCZAK, Juliusz WINIARSKI, Anna NICIEJEWSKA

Katedra Zaawansowanych Technologii Materiałowych, Wydział Chemiczny, Politechnika Wrocławska, Wrocław

1. Wstęp

Katedra Zaawansowanych Technologii Materiałowych (K26) powstała w 2021 r. z Zakładu Zaawansowanych Technologii Materiałowych, którym przeze wiele lat kierował prof. Bogdan Szczygieł. Zakład wydzielił się z Instytutu Technologii Nieorganicznej i Nawozów Mineralnych (I-26). Obecnie w Katedrze funkcjonują 3 zespoły badawcze: Chemii dla Rolnictwa (lider Zespołu: prof. K. Chojnacka), Technologii Powierzchni (lider: dr hab. J. Winiarski, profesor uczelni), Katalizatorów i Sorbentów w Procesach Energetycznych (lider: prof. M. Kułczyński). W K26 funkcjonuje laboratorium akredytowane (nr AB 696, Laboratorium Chemiczne Analiz Wielopierwiastkowych). Katedra prowadzi działalność naukową (badania podstawowe potwierdzone publikacjami naukowymi) oraz rozwojową (badania aplikacyjne: projekty realizowane wspólnie z przemysłem, zlecenia dla przemysłu). Działalność B+R Katedry jest odpowiedzią na aktualne problemy gospodarki. K26 była współorganizatorem X Kongresu Technologii Chemicznej, który odbył się w dniach 11-14.05.2022 na Politechnice Wrocławskiej. W Katedrze jest zatrudnionych obecnie 4 profesorów tytularnych, 7 profesorów uczelni, 12 młodych naukowców (adiunktów i asystentów), 6 doktorantów.

2. Profil badawczy Katedry

2.1 Zespół Chemii dla Rolnictwa

Zespół Chemii dla Rolnictwa to interdyscyplinarny zespół, działający na pograniczu inżynierii i technologii chemicznej, biotechnologii, inżynierii materiałowej oraz analityki chemicznej. Zespół wywodzi się ze 'szkoły nawozowej' prof. Henryka Góreckiego. Obecnie realizuje prace badawcze dotyczące: innowacyjnych agrochemikaliów i wykorzystania surowców odnawialnych (m.in. biomasy odpadowej), nawozów o kontrolowanym uwalnianiu, biostymulatorów wzrostu roślin, biofungicydów, oraz dodatków paszowych. Badania obejmują waloryzację biomasy odpadowej do celów zarówno paszowych i jak i nawozowych.



Rys. 1. Zespół Chemii dla Rolnictwa

Obszary aktywności naukowej Zespołu obejmują: (1) nawozy na bazie odnawialnych surowców, (2) biostymulatory, bionawozy, bioregulatory wzrostu roślin (3) waloryzację biomasy – technologie dla gospodarki o obiegu zamkniętym, (4) chemiczne i biotechnologiczne innowacje procesowe i produktowe, (5) biosorpcję i bioakumulację jako technologie dla rolnictwa, (6) materiały hydrożelowe, (7) technologie membranowe w oczyszczaniu wód i ścieków, (8) żywność funkcjonalną wzbogaconą w mikroelementy.

Większość badań wykonywana jest w pełnych cyklach badawczo-rozwojowych: od badań podstawowych, poprzez etap badań modelowych i pilotowych do wdrożeń przemysłowych. W zakresie planowania i realizacji zadań naukowych Zespół ściśle współpracuje z przemysłem (5 porozumień o współpracy oraz 5 wdrożeń w ostatnich 5 latach). Obecnie Zespół realizuje 2 krajowe projekty badawcze, finansowane przez NCN oraz NCBiR, oraz 2 projekty międzynarodowe, finansowane przez NCBiR oraz Komisję Europejską.

Prowadzone badania są zgodne z celami Rezolucji ONZ A/RES/70/1 z 2015, obejmującej 17 obszarów działań. Związane są z utworzeniem systemu wytwarzania żywności przez wdrożenie bezpiecznych agrochemikaliów zwiększających wydajność produkcji rolnej, w tym przyswajalność składników odżywczych. To zagadnienie znalazło się również w strategii Unii Europejskiej (COM/2018/610 z 2019) - Europejskim Zielonym Ładzie. Nowe technologie spełniają wymogi zrównoważonego rozwoju, zapewniają bezpieczeństwo dla zdrowia i środowiska. Odbiorcami są duże i średnie przedsiębiorstwa zajmujące się produkcją agrochemikaliów.

Członkowie zespołu Chemii dla Rolnictwa zajmowali stanowiska w radach naukowych, instytucjach państwowych i komitetach naukowych, w tym w zakresie agrochemikaliów, w Radzie Nadzorczej Grupy Azoty ZAK S.A., radzie naukowej INS Puławy, w gremiach eksperckich (Komisja Europejska, NCBiR, MFiPR).

2.2 Zespół Technologii Powierzchni

Zespół Technologii Powierzchni w obecnym składzie tworzą pracownicy wywodzący się z Zakładu Inżynierii Powierzchni, Katalizy i Korozji, wchodzącego w skład dawnego Instytutu Technologii Nieorganicznej i Nawozów Mineralnych. Zakład kierowany był przez wiele lat przez prof. dr hab. inż. Bogdana Szczygła, a od 2021 r. pracą zespołu kieruje dr hab. inż. Juliusz Winiarski, prof. uczelni. Skład zespołu uzupełniają: dr hab. inż. Włodzimierz Tylus, prof. uczelni; dr inż. Jacek Chęcmanowski; dr inż. Anna Mazur-Nowacka; dr inż. Łukasz Wilk; mgr inż. Anna Niciejewska oraz doktoranci.



Rys. 2. Zespół Technologii Powierzchni

Jako zespół mamy długie tradycje związane z zagadnieniami: galwanotechniki, korozji, elektrochemii, inżynierii powierzchni, cienkich warstw, preparatyki katalizatorów, absorbentów i in. Aktualnie w zespole prowadzimy badania, w których najwięcej uwagi poświęcamy:

- nowoczesnym technologiom galwanicznym, technologiom pasywacji, elektropolowania, anodowania i pozostałym procesom chemicznej i elektrochemicznej obróbki powierzchni;
- problematyce korozyjnej, badaniu mechanizmów korozji, określaniu uszkodzeń, przyczyn i wskazywaniu środków zapobiegających korozji;
- technologiom zol-żel i otrzymywaniu cienkich warstw do zastosowań biomedycznych i wysokotemperaturowych;
- przetwarzaniu ścieków galwanicznych, oczyszczaniu gazów i katalizie.

Współpracujemy m.in. z: Politechniką Śląską, Politechniką Gdańską, AGH, Politechniką Warszawską, Vrije Universitet Brussel, Heiche Sp. z o.o., GalvanoPartners Sp. z o. o. Sp. k., CANPACK S.A., Koelner/Rawlplug S.A. i SurTec Polska Sp. z o.o. Realizujemy doktoraty wdrożeniowe w zakresie technologii wytwarzania powłok ochronnych na aluminium i stopach cynku. Nasze zaplecze aparaturowe obejmuje m.in.: mikroskop elektronowy SEM z detektorami EDS i EBSD i napyłarką próżniową, spektrometr XPS, chromatograf gazowy i system GC-MS; profilometr stykowy, micro-combi-tester, szeroką gamę potencjostatów, mikroskopy cyfrowe i metalograficzne, urządzenia do preparatyki metalograficznej, badań powłok oraz pozostałą podstawową aparaturę laboratoryjną. Dzięki doświadczeniu i szeroko rozwiniętej współpracy, zarówno z jednostkami badawczymi jak

i zakładami przemysłowymi, jesteśmy w stanie interdyscyplinarnie podchodzić do problemów badawczych.

2.3 Zespół Katalizatorów i Sorbentów w Procesach Energetycznych

Obszar działalności grupy badawczej koncentruje się wokół zagadnień katalizy heterogenicznej, procesów sorpcyjnych oraz termochemicznej konwersji odpadów do frakcji paliwowych. Poruszane są także kwestie odnawialnych źródeł energii i modelowania komputerowego bioprocessów.



Rys. 3. Zespół Katalizatorów i Sorbentów w Procesach Energetycznych

Prace badawcze skupiają się na opracowywaniu metod wytwarzania oraz charakterystyki innowacyjnych katalizatorów do procesów:

- katalitycznego przetwarzania frakcji paliwowych, w tym procesów uwodornienia, hydroodsiarczania, hydroizomeryzacji i hydrokrakingu;
- fotokatalizy, w tym fotodegradacji wybranych zanieczyszczeń ścieków, produkcji wodoru w procesie foto rozszczepiania wody;
- otrzymywania biopaliw, ze szczególnym uwzględnieniem procesów transestryfikacji i hydroodtleniania (HVO/HEFA) olejów roślinnych;
- procesów rafinacji cieczy popirolitycznych do stabilnych frakcji paliwowych;
- reformingu parowego alkoholi do wodoru.

Otrzymane katalizatory analizowane są m.in. z wykorzystaniem następujących metod: analiza fazowa metodą XRD, charakterystyka układu porowatego metodą sorpcji azotu w 77 K, analiza powierzchni metodą SEM/EDS, DSC, TPR-H₂, TPD-NH₃, TPD-CO₂, spektroskopia UV-Vis-DR.

Prace prowadzone nad sorbentami mają na celu usprawnienie istniejących oraz stworzenie nowych układów sorpcyjnych w procesach oczyszczania ścieków/wód opadowych oraz selektywnego oczyszczania gazu. Grupa posiada doświadczenie w zakresie preparatyki węgla aktywnych z węgla oraz biomasy. Spreparowane materiały analizowane są pod kątem ich struktury porowatej, obecności powierzchniowych grup chemicznych (spektroskopia FT-IR), charakterystyki ich powierzchni (SEM/EDS). Otrzymane sorbenty testowane są w układach adsorpcji statycznej oraz dynamicznej,

a efektywność ich pracy oceniana jest z wykorzystaniem spektrofotometru UV-Vis, oraz metod chromatograficznych, w tym analizie GC-MS oraz HPLC-UV.

Termochemiczna konwersja odpadów (biomasa oraz odpady przemysłowe w tym np. odpadowe polimery, ścier z opon samochodowych) prowadzona jest w procesie bezkatalitycznej oraz katalitycznej pirolizy w złożu stałym. Procesy ukierunkowane są na produkcję ciekłych frakcji paliwowych. Surowce do procesu pirolizy analizowane są m.in. następującymi metodami: wartość opałowa, zawartość chloru/siarki, zawartość wilgoci, części lotnych, popiołu, TGA. Analiza otrzymanych frakcji ciekłych obejmuje ich pełną charakterystykę jako potencjalnego paliwa.

Laboratoryjne badania nad odnawialnymi źródłami energii wspierane są nowatorskimi metodami numerycznymi, symulującymi i optymalizującymi procesy technologiczne. W obszarze modelowym prowadzone są także prace związane z innymi bioprocessami, wychodzącymi poza zakres tematyki paliwowej.

Zlecenia komercyjne realizowane przez grupę badawczą obejmują przede wszystkim analizę paliw ciekłych pod kątem ich zgodności z obowiązującymi normami (benzyna, olej napędowy, olej opałowy), analizę składu gazu, analizę powierzchni metodą sorpcji azotu w 77 K, oznaczenie wartości opałowej surowców ciekłych oraz stałych.

2.4 Laboratorium Chemiczne Analiz Wielopierwiastkowych

Laboratorium Chemiczne Analiz Wielopierwiastkowych jest jednostką organizacyjną Politechniki Wrocławskiej funkcjonującą w ramach Katedry Zaawansowanych Technologii Materiałowych Wydziału Chemicznego. Laboratorium zostało powołane w roku 2002. Jego pierwszym Kierownikiem został prof. dr hab. inż. Henryk Górecki. W 2005 r. Laboratorium uzyskało akredytację Polskiego Centrum Akredytacji (Certyfikat Akredytacji nr AB 696). Obecnie, od października 2012r. Kierownikiem Laboratorium jest prof. dr hab. inż. Katarzyna Chojnacka.



Rys. 4. Laboratorium Chemiczne Analiz Wielopierwiastkowych

Laboratorium specjalizuje się w oznaczeniach analitycznych produktów i odpadów wykorzystywanych w produkcji rolniczej oraz w ochronie środowiska. Działalność Laboratorium obejmuje usługi analityczne w zakresie określania składu i formy produktów nieorganicznych, takich jak minerały, nawozy, dodatki paszowe, sole nieorganiczne, odpady, wody odpadowe, ścieki i inne. Laboratorium wyspecjalizowało się w zakresie oznaczeń śladowych ilości pierwiastków (toksycznych, metali ciężkich, mikroelementów) w materiałach środowiskowych i biologicznych, w tym żywności, produktach zwierzęcych i roślinnych, w tkankach ludzkich. Laboratorium również zajmuje się oznaczaniem (identyfikacją) nieznanego składu substancji w systemie analizy wielopierwiastkowej. Laboratorium w swoim założeniu wspiera również prace badawczo-rozwojowe i wdrożeniowe we współpracy z przemysłem oraz innymi jednostkami naukowymi i badawczymi. Pełny zakres akredytacji dostępny jest na stronie Polskiego Centrum Akredytacji (<https://www.pca.gov.pl/>) oraz na stronie Laboratorium (<http://www.lcaw.pwr.wroc.pl/>).

W badaniach wykorzystywany jest zestaw nowoczesnej aparatury (m.in. spektrometry ICP-OES, ICP-MS, AAS, analizator elementarny, chromatograf jonowy), który umożliwia oznaczanie stężeń około 80 pierwiastków na poziomach od $\mu\text{g}/\text{kg}$ do kilkudziesięciu %.

Laboratorium Chemiczne Analiz Wielopierwiastkowych to profesjonalna kadra badawczo-naukowa posiadająca na swoim koncie wiele nagród, patentów, wdrożeń i publikacji. Zespół **specjalistów** stale podnosi swoje kwalifikacje, aby móc świadczyć oferowane usługi na jeszcze wyższym poziomie.

3. X Kongres Technologii Chemicznej

Politechnika Wrocławska - Katedra Zaawansowanych Technologii Materiałowych, Wydział Chemiczny oraz Centrum Innowacji i Biznesu – była organizatorem X Jubileuszowego Kongresu Technologii Chemicznej TECHEM 2022 (www.techem10.pwr.edu.pl), który odbył się w dniach 11 – 14 maja 2022 r. we Wrocławiu w Centrum Kongresowym na terenie Politechniki Wrocławskiej.

Kongres Technologii Chemicznej zwyczajowo gromadzi szerokie rzesze przedstawicieli środowisk gospodarczych oraz akademickich. Do tej pory zorganizowano 10 Kongresów – każdy na innej Politechnice. Po 25-latach ponownie organizatorem była Politechnika Wrocławska. Założeniem organizatorów było, aby Kongres nadał za zmieniającymi się czasami oraz wykorzystywał współczesne formy komunikacji. Doceniając rolę Kongresu w integracji środowiska naukowego z otoczeniem społeczno-biznesowym, chcieliśmy, aby był miejscem nawiązywania współpracy oraz wymiany informacji pomiędzy nauką a biznesem.

W trakcie Kongresu odbyły się debaty, podczas których zostały poruszone tematy: m.in. rola technologii chemicznej we współczesnej nauce, współpraca B+R, problem rosnących cen gazu ziemnego w produkcji chemicznej. Do dyskusji zostali zaproszeni Rektorzy, Dziekani oraz przedstawiciele Przedsiębiorstw z całej Polski. Podsumowanie debat odbyło się podczas konferencji prasowej z udziałem lokalnych i krajowych mediów.

Katedra Zaawansowanych Technologii Materiałowych

11 - 14.05.2022

X KONGRES TECHNOLOGII CHEMICZNEJ 2022

POLITECHNIKA
WROCŁAWSKA

www.techem10.pwr.edu.pl

X KONGRES W NOWEJ ODSŁONIE

- Otwarte laboratoria
Wydziału Chemicznego
- Meeting room
Science&Business
- Inkubator innowacji
- Spotkania B2B
Inkubator projektów
- Debaty

NEW

Aplikacja
TeChem10
na smartfony

15 REFERATY USTNE I SEKCJE PLAKATOWE W SEKCJACH

<input type="checkbox"/> Technologie produktów specjalistycznych	<input type="checkbox"/> Plenarna
<input type="checkbox"/> Technologie dla gospodarki o obiegu zamkniętym	<input type="checkbox"/> Biotechnologie
<input type="checkbox"/> Technologie produktów podstawowych	<input type="checkbox"/> Nawozy
<input type="checkbox"/> Nowoczesne technologie w obszarze elektrochemii, korozji, galwanotechniki i inżynierii powierzchni	<input type="checkbox"/> Innowacje w technologii chemicznej
<input type="checkbox"/> Inżynieria chemiczna i bioprosesowa	<input type="checkbox"/> Toxic chemicals
<input type="checkbox"/> Recykling i metalurgia chemiczna	<input type="checkbox"/> Chemia
	<input type="checkbox"/> Technologie membranowe
	<input type="checkbox"/> Sekcja doktorancka
	<input type="checkbox"/> Sekcja studencka

f TeChem10

Biuro Kongresu
 Politechnika Wrocławska
 ul. Smoluchowskiego 25
 50 - 372 Wrocław

+48 71 320 24 86

techem10@pwr.edu.pl

Rys. 5. X Kongres Technologii Chemicznej



Rys. 6. Debata podczas Sesji Plenarnej X Kongresu Technologii Chemicznej

4. Dane kontaktowe Katedry

Zespół Chemii dla Rolnictwa

prof. dr hab. inż. Katarzyna CHOJNACKA – katarzyna.chojnacka@pwr.edu.pl

Zespół Technologii Powierzchni

Dr hab. inż. Juliusz WINIARSKI – juliusz.winiarski@pwr.edu.pl

Zespół Katalizatorów i Sorbentów w Procesach Energetycznych

Dr inż. Katarzyna PSTROWSKA – katarzyna.pstrowska@pwr.edu.pl

Laboratorium Chemiczne Analiz Wielopierwiastkowych

Dr inż. Małgorzata MIRONIUK – malgorzata.mironiuk@pwr.edu.pl

Podsumowanie 64. Zjazdu Polskiego Towarzystwa Chemicznego

W dniach 11-16 września 2022 r. odbył się w Lublinie 64. Zjazd Polskiego Towarzystwa Chemicznego. Organizatorami Zjazdu byli Polskie Towarzystwo Chemiczne (PTChem), Oddział Lublin oraz Wydział Chemii i Instytut Nauk Chemicznych Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie (UMCS). Współorganizatorami Zjazdu byli: Katolicki Uniwersytet Lubelski Jana Pawła II (KUL), Uniwersytet Medyczny w Lublinie (UM, Lublin), Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie (UP, Lublin), Politechnika Lubelska (PL), Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Nowych Syntez Chemicznych w Puławach (Łukasiewicz-INS), a także Instytut Agrofizyki Polskiej Akademii Nauk w Lublinie (IA PAN, Lublin).

Wydarzenie to odbyło się pod honorowym patronatem Prezydenta Rzeczypospolitej Polski Andrzeja Dudy.

W Zjeździe uczestniczyli znamienici goście będący pracownikami krajowych i zagranicznych uczelni wyższych, instytutów naukowych i naukowo-badawczych, zakładów przemysłowych, firm produkujących i zajmujących się dystrybucją aparatury pomiarowej, zwłaszcza wykorzystywanej w codziennej pracy chemików, nauczyciele chemii, doktoranci oraz studenci i uczniowie. W dniach 11-16 września gościnne mury UMCS w ramach 64. Zjazdu odwiedziło 640 osób. Dzięki dotacji uzyskanej z Ministerstwa Edukacji i Nauki w ramach programu Społeczna Odpowiedzialność Nauki - Doskonała Nauka – Wsparcie Konferencji Naukowych możliwy był nieodpłatny udział 33 naukowców z Ukrainy, którzy prowadzą badania naukowe w dziedzinie chemii. Biorąc pod uwagę zaistniałą sytuację geopolityczną związaną z agresją Rosji na Ukrainę, zaproszenie chemików z Ukrainy umożliwiło im przedstawienie wyników badań i nawiązanie współpracy naukowej, w tak trudnym dla nich czasie. Uzyskana dotacja pozwoli ponadto na opublikowanie wybranych wyników badań uczestników Zjazdu w czasopiśmie naukowych „Wiadomości Chemiczne”, „Polimery”, „Przemysł Chemiczny” oraz „Physicochemical Problems of Mineral Processing”.

Obrady odbywały się w 17 sekcjach. Równoległe z obradami poszczególnych sekcji, młodym adeptom sztuki chemicznej dedykowane były wydarzenia odbywające się w ramach Forum Młodych. w trakcie 64. Zjazdu PTChem w Lublinie uczestnicy mogli wysłuchać 1 wykładu inauguracyjnego, 8 wykładów plenarnych, 1 wykładu na zaproszenie Lubelskiego Oddziału PTChem, 98 wykładów sekcyjnych oraz 194 komunikatów sekcyjnych. Zaprezentowano także 352 plakaty. Abstrakty wystąpień zamieszczono w Książce Abstraktów (<https://zjazd.ptchem.pl/ksiazka-abstraktow-1>) dostępnej na stronie internetowej zjazdu (<https://zjazd.ptchem.pl/>).

Uroczyste otwarcie Zjazdu nastąpiło w dniu 12 września 2022 r. o godz. 9.00 w Auli Uniwersyteckiej na Wydziale Prawa i Administracji UMCS. Następnie odbyło się wręczenie medali i nagród przez Panią Prezes PTChem Prof. dr hab. Izabelę Nowak oraz Pana Przewodniczącego Komisji ds. Wyróżnień, Medali i Nagród PTChem prof. dr hab. Roberta Pietrzaka. Dyplomy uznania PTChem wręczono także laureatom 54. Międzynarodowej Olimpiady Chemicznej organizowanej w 2022 r. przez Nankai University (Chiny).

W trakcie zjazdu można było odwiedzić stoiska sponsorów i wystawców oraz zapoznać się z przedstawioną przez nich ofertą dotyczącą sprzętu, aparatury i odczynników chemicznych. Swoją ofertę handlową zaprezentowały firmy Shim-pol oraz Bruker (Platynowi sponsorzy), Anton Paar, IKA oraz Phenomenex (Złoci sponsorzy), Merck (Srebrny sponsor), Able&E-Jasco Polska Sp. z o.o., Cemis

Tech, Dag-med, Bruker, IRtech, Measline, Merazet, Netzsch, nLab, Perlan, Polygen, Styl&Ant Instruments, Sartorius. Oficyna Edukacyjna Krzysztof Pazdro przedstawiła bogatą ofertę książek z edukacji chemicznej dedykowaną uczniom szkół podstawowych i ponadpodstawowych oraz nauczycielom.

Z urokami Lublina i lubelszczyzny przybyli goście i uczestnicy Zjazdu mieli możliwość zapoznać się w trakcie wycieczek z przewodnikami po Lublinie, Kozłówce, Kazimierzu Dolnym i Zamościu. Dla naszych Kolegów i Koleżanek z Ukrainy, którzy gościli na Zjeździe i w UMCS po raz pierwszy, był to poza obradami szczególnie interesujący czas. Uczestnicy Zjazdu wzięli udział w koncercie „Lubelskiej Federacji Bardów”, który był prawdziwą uctwą muzyczną i wytchnieniem po intensywnych dniach obrad. Ponadto obejrzeni w sali widowiskowej Chatki Żaka spektakl „Sztukmistrz” na podstawie powieści Isaaca Bashevisa Singera: "Sztukmistrz z Lublina" w wykonaniu Teatru ITP KUL.

W trakcie Zjazdu odbyło się spotkanie Rady Konsultacyjnej Polskiego Towarzystwa Chemicznego. Panel dyskusyjny dotyczył osiągnięć PTChem w latach 2019-2022, podsumowania dotychczasowej aktywności Rady, wymiany opinii i inicjatyw mających na celu owocną współpracę Towarzystwa i sfery biznesowej.

Uczestnicy Zjazdu wzięli udział m.in. w warsztatach dydaktycznych pt. „Jak mówić, żeby studenci nas słuchali i rozumieli” zorganizowanych przez pracowników Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie.

Uroczystość zakończenia Zjazdu miała miejsce w dn. 16.09.2022 r. W trakcie tej uroczystości nastąpiło także wręczenie Wyróżnień im. Zofii Matysiakowej nauczycielom chemii.

Wydarzeniem towarzyszące 64. Zjazdowi Naukowemu Polskiego Towarzystwa Chemicznego była także debata sektorowa „Współpraca instytucji edukacyjnych i przemysłu w zakresie przygotowania kadr na rynek pracy w sektorze chemicznym”. Poruszano na niej zagadnienia dotyczące wyzwań związanych z zapotrzebowaniem na nowe kompetencje oraz doskonalenie kanałów współpracy między instytucjami edukacyjnymi, a przedsiębiorstwami branży chemicznej. Debata dotyczyła nie tylko przykładów dobrej praktyki, ale także identyfikacji problemów we współpracy pomiędzy edukacją, a przemysłem.

Zjazd był doskonałą okazją do spotkania chemików z całego kraju, wymiany doświadczeń i myśli naukowej, nawiązania i podtrzymania współpracy między ośrodkami naukowymi w tym również z Ukrainy. Mamy nadzieję, że po dwuletniej przerwie spowodowanej pandemią, spotkanie chemików z całej Polski oraz gości z zagranicy w gościnnych progach Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej było owocne pod względem naukowym i zapadnie na długo w pamięci jego uczestników.

W imieniu Komitetu Organizacyjnego,

Dr hab. Monika Wawrzekiewicz, prof. uczelni

Sekretarz Zjazdu

oraz

Dr hab. Beata Podkościelna, prof. uczelni

Przewodnicząca Komitetu Organizacyjnego

Aktualności SITPChem

Od 19 do 20 października 2022 r. w Domu Technika NOT w Warszawie będzie obradował XXXII WZ SITPChem. To ważne wydarzenie w życiu Stowarzyszenia i święto wszystkich jego członków. Walny Zjazd podsumuje mijającą kadencję władz SITPChem, wybierze nowe władze, a także wyznaczy kierunki przyszłej działalności Stowarzyszenia. W całym Stowarzyszeniu trwają przygotowania do tej ważnej uroczystości. W ramach zjazdu, 20 października o godzinie 11.30 w Domu Technika NOT w Warszawie rozpocznie się uroczystość 95-lecia SITPChem. Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Przemysłu Chemicznego jest kontynuatorem działań Związku Inżynierów Chemików Rzeczypospolitej Polskiej, założonego w 1927 r., a jego działalność jest ukierunkowana na korporację zawodową chemików, pracującą na rzecz i wspierająca rozwój przemysłu chemicznego oraz społeczne i gospodarcze znaczenie chemii. Stowarzyszenie realizuje swoją Misję poprzez pracę Komisji i Sekcji, organizację konferencji, sympozjów naukowo-technicznych, współpracę z krajowymi i międzynarodowymi organizacjami chemicznymi, a także z Federacją FSNT-NOT. Członkowie SITPChem uczestniczą w pracach Komitetów Naukowo-Technicznych i Komisjach FSNT-NOT. Najważniejsza jest aktywność członków SITPChem w Kołach, Oddziałach SITPChem. Uroczystość 95-lecia SITPChem uświetnią swoją obecnością władze Polskiego Towarzystwa Chemicznego, Federacji FSNT-NOT, Polskiej Izby Przemysłu Chemicznego, Przedstawiciele Przemysłu, Władz Państwowych, Uczelni i Instytutów a także Koleżanki i Koledzy – uczestnicy XXXII Walnego Zjazdu.

8 lipca 2022 roku w Gliwicach, w wieku 98 lat, zmarł prof. dr hab. inż. Józef SZARAWARA, Doktor Honoris Causa Politechniki Szczecińskiej i Honorowy Profesor Politechniki Śląskiej. Nasz mentor, wielki przyjaciel Stowarzyszenia, Członek Honorowy SITPChem, Honorowy Członek Zarządu Oddziału SITPChem w Gliwicach. Inżynier chemik, Nauczyciel akademicki i Naukowiec, Przyjaciel młodzieży. Autor 9. książek (podręczników i skryptów), wielu referatów i publikacji w polskiej i zagranicznej prasie. Wychowawca i Promotor wielu pokoleń młodych chemików. Wielokrotnie wyróżniany, w tym m.in.: Złotym Krzyżem Zasługi, Krzyżem Batalionów Chłopskich, Medalem im. Prof. Wojciecha Świętosławskiego, Medalem Komisji Edukacji Narodowej, Odznaką Zasłużonego dla Politechniki Śląskiej, Medalami 60-lecia Politechniki Śląskiej, 50-lecia Politechniki Krakowskiej i 50-lecia Politechniki Szczecińskiej. Profesor był członkiem wielu Rad Naukowych i Programowych instytutów naukowo-badawczych i czasopism chemicznych. Był Przyjacielem miesięcznika Chemik i Autorem wielu publikacji. Zawsze pomocny, inspirujący do działania, także do rozważań i dyskusji o życiu i o świecie współczesnym. Jego wielką miłością była nauka, której dylematy formułował dobitnie i bezkompromisowo, poszukując sposobów rozwiązywania problemów świata i ludzi. Był pomysłodawcą i organizatorem przez wiele lat cyklu wykładów „Ścieżki ludzkiego myślenia”. Był także uczestnikiem organizowanych przez SITPChem wycieczek, które dzięki Niemu nabierały szczególnego kolorytu.

CHEMIK - Czasopismo Stowarzyszenia Inżynierów
i Techników Przemysłu Chemicznego
współwydawane przez Politechnikę Wrocławską

RADA NAUKOWO-PROGRAMOWA

Prof. dr hab. inż. Łukasz Albrecht, Politechnika Łódzka
Prof. dr hab. inż. Zbigniew Brzózka, Politechnika Warszawska
prof. dr hab. inż. Anna Chrobok, Politechnika Śląska
prof. dr hab. inż. Katarzyna Chojnacka, Politechnika Wrocławska
prof. dr hab. inż. Kazimierz Darowicki, Politechnika Gdańska
prof. dr hab. inż. Józef Hoffmann, Politechnika Wrocławska
prof. dr hab. inż. Paweł Kafarski, Politechnika Wrocławska
dr hab. inż. Arkadiusz Kamiński, Prezes Zarządu SITPChem O/Płock (ORLEN)
mgr inż. Jerzy Klimczak, Prezes SITPChem
mgr inż. Józef Koziół, Wiceprezes SITPChem
prof. dr hab. Rafał Latajka, Politechnika Wrocławska
prof. dr hab. Piotr Młynarz, Dziekan Wydziału Chemicznego Politechniki Wrocławskiej
dr hab. Robert Przekop, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu
prof.. dr hab. Piotr Stepnowski, Uniwersytet Gdański
dr inż. Adam Tarniowy, Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Oświęcimiu, Wiceprezes SITPChem
prof. dr hab. inż. Kazimiera Anna Wilk, Politechnika Wrocławska
prof. dr hab. inż. Zbigniew Wzorek, Politechnika Krakowska

KOMITET REDAKCYJNY

prof. dr hab. Rafał Latajka – Redaktor Naczelny
mgr inż. Anna Czumak-Biniecka – Z-ca Redaktora Naczelnego
dr inż. Sonia Zielińska – Sekretarz
dr hab inż. Piotr Jamróż, prof. uczelni
dr hab inż. Tomasz Olszewski, prof. uczelni
dr hab inż. Agnieszka Wojciechowska, prof. uczelni
dr inż. Piotr Wojciechowski

REDAKCJA:

Politechnika Wrocławska, Wydział Chemiczny

Ul. C.K. Norwida 4/6, 50-373 Wrocław

Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Przemysłu Chemicznego

ul. Tadeusza Czackiego 3/5 (budynek NOT, p. 300), 00-043 Warszawa

DRUK:

OFICyna WYDAWNICZA POLITECHNIKI WROCŁAWSKIEJ

pl. Grunwaldzki 13, 50-377 Wrocław

adres do korespondencji – Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław

tel/fax: 71 328 29 40, tel.: 71 320 23 04

e-mail: oficwyd@pwr.edu.pl

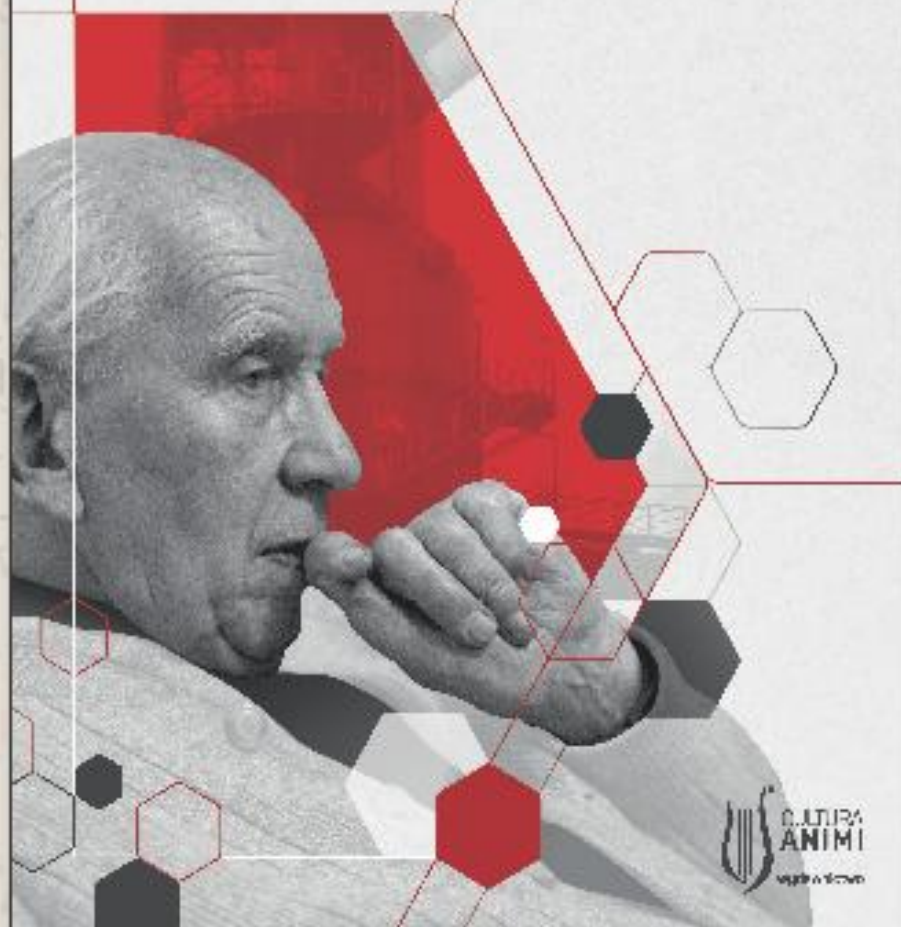
POLECAMY

STEFAN OBORSKI

Przemysł chemiczny w Polsce
w życiu Jerzego Paprockiego

JERZY PAPROCKI

Kalendarium chemików polskich



DZIEJE PRZEMYSŁU CHEMICZNEGO W POLSCE

Książka przez pryzmat życia i działalności Jerzego Paprockiego pokazuje w szerokim ujęciu, w formie monograficznej dzieje przemysłu chemicznego w Polsce w latach 1950–2017.

POLSKA CHEMIA ZAWDZIĘCZA MU WIELE

To już 5 lat od śmierci Jerzego Paprockiego. Był On jednym z największych współtwórców przemysłu chemicznego w Polsce.

SYLWETKI CHEMIKÓW POLSKICH

W książce zostało zamieszczonych ponad 100 Jego felietonów przedstawiających sylwetki chemików polskich, które były publikowane w magazynie „Chemik” w latach 2009–2016.

Książkę można zamówić bezpośrednio:

w Wydawnictwie **Cultura Animi**

tel. +48 503 073 808; e-mail: piotr@cultura.org.pl;

w Zarządzie Głównym **SITPChem**

tel. (22) 826 78 96; e-mail: sekretariat@sitpchem.org.pl

Wydawnictwo **Cultura Animi** – imprint Fundacja **Cultura Animi**

Wydanie I, Warszawa 2022; ISBN 978-83-01-19993-7

Format 160 mm x 235 mm, 804 strony, oprawa twarda

Cena: 84,00 zł (w tym 5% VAT)



Od 1927r.

Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Przemysłu Chemicznego

Organizacja naukowo-techniczna

- 1 Zrzesza specjalistów, naukowców i praktyków
- 2 Dysponuje kadrą ekspercką i szkoleniową
- 3 Nadaje uprawnienia zawodowe
- 4 Współpracuje z organizacjami krajowymi i międzynarodowymi
- 5 Tworzy platformy kooperacji nauki z przemysłem
- 6 Konsultuje projekty legislacyjne
- 7 Współpracuje z administracją państwową i samorządową
- 8 Wydaje trzy czasopisma fachowe
- 9 Organizuje kursy, wykłady, konferencje, sympozja i kongresy
- 10 Oferuje usługi rzeczoznawstwa, projektowe, audyty energetyczne, tłumaczenia tekstów technicznych
- 11 Współpracuje ze Stowarzyszeniami w ramach FSNT-NOT

Zapraszamy do wspólnego działania!

KONTAKT

Zarząd Główny SITPChem, ul. Czackiego 3/5, 00-950 Warszawa, tel. 22 826 78 96

✉ sekretariat@sitpchem.org.pl 🌐 sitpchem.org.pl 📘 FB 📷 Instagram

www.sitpchem.org.pl

CHEMIK

**przemysł
chemiczny**

**ochrona
przed korozją**

46. Międzynarodowe Seminarium Naukowo-Techniczne „Chemistry for Agriculture” 20 - 23 listopada 2022, Karpacz



Zapraszamy do udziału w 46. Edycji Seminarium
Naukowo-Technicznego „Chemistry for Agriculture”,
które odbędzie się w Sandra Spa w Karpaczu!

Możliwość nawiązania współpracy z przemysłem!

OBRAZY OKRĄGŁEGO STOŁU

1. Kompetencje chemika na stanowisku pracy:
o potrzebach pracodawców i absolwentów.
Czy potrzebny jest nowy model studiowania
na II stopniu work&study?
 2. Quo vadis przemysł nawozowy?
 3. Transformacja surowcowa – czy nadszedł
czas na surowce odnawialne w branży
chemicznej?
- PANELE DYSKUSYJNE**
1. Co czeka uczelnie wyższe w 2023 r.?
 2. Branża chemiczna w dobie kryzysu
energetycznego i surowcowego.
 3. Perspektywy nawozów i nawożenia.
- REFERATY PLENARNE I SEKCYJNE, SESJE
DOKTORANTÓW, POSTERÓW**

ZAREJESTRUJ SIĘ NA SRONIE: www.chemistryforagriculture.pl/

Chemistry For Agriculture





www.sitpchem.org.pl