

Autoreferat

dr n. biol. Agnieszka Anna Richert



UNIWERSYTET
MIKOŁAJA KOPERNIKA
W TORUNIU

TORUŃ, 2023

Spis treści

1.	Imię i nazwisko.....	4
2.	Posiadane dyplomy, stopnie naukowe lub artystyczne – z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej	4
3.	Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych.....	6
4.	Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.).....	7
4.1.	Dane bibliograficzne - cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach naukowych lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych.....	7
4.1.1.	Omówienie celu naukowego i osiągniętych wyników.....	10
4.1.1.1.	Wprowadzenie.....	10
4.1.1.2.	Cel naukowy.....	11
4.1.1.3.	Omówienie wyników badań.....	12
4.1.1.4.	Najważniejsze osiągnięcia prezentowanych badań.....	21
4.1.1.5.	Podsumowanie.....	22
4.1.1.6.	Literatura.....	23
5.	Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.....	25
5.1.	Wskaźniki bibliograficzne.....	25
5.2.	Wybrane publikacje.....	25
5.3.	Patenty i zgłoszenia patentowe.....	28
5.4.	Konferencje i seminaria naukowe.....	29
5.5.	Realizacja projektów badawczych.....	30
5.6.	Staże i wizyty w krajowych i zagranicznych ośrodkach naukowych i przedsiębiorstwach.....	33
5.7.	Nagrody i wyróżnienia wynikające z prowadzenie badań naukowych i przemysłowych.....	34

5.7.1.	Nagrody i wyróżnienia – przed doktoratem.....	34
5.7.2.	Nagrody i wyróżnienia - po doktoracie.....	34
5.8.	Stypendia naukowe.....	35
5.9.	Współpraca z instytucjami naukowymi w kraju - istotna aktywność naukowa.....	36
5.10.	Współpraca z instytucjami naukowymi za granicą - istotna aktywność naukowa.....	36
5.11.	Współpraca z sektorem przemysłowym.....	37
5.12.	Działalność recenzencka.....	38
5.13.	Przynależność do stowarzyszeń, towarzystw i komitetów.....	38
6.	Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę.....	39
6.1.	Osiągnięcia dydaktyczne – prowadzenie ćwiczeń, laboratorium, wykładów.....	39
6.2.	Osiągnięcia dydaktyczne – opieka nad studentami, doktorantami, praktykantami.....	40
6.3.	Osiągnięcia organizacyjne oraz popularyzujących naukę.....	40
7.	Inne informacje.....	41
7.1.	Udział w szkoleniach.....	41
7.1.1.	Przed obroną doktoratu.....	41
7.1.2.	Po obronie doktoratu.....	43
7.2.	Uczestnictwo w programach Fundacji Science Watch Polska.....	45
7.3.	Przebieg pracy.....	46

1. Imię i nazwisko

Agnieszka Anna Richert

2. Posiadane dyplomy i stopnie naukowe

(Posiadane dyplomy, stopnie naukowe – z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej).

- 2007**
- **Magister biologii**
 - Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
 - Wydział Biologii i Nauk o Ziemi
 - Zakład Mikrobiologii, Specjalność: Ogólna i molekularna, praca magisterska
 - Praca magisterska pt. „Oddziaływanie promieniowców (*Streptomyces*) na grzyby saprotroficzne i patogenne dla sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris*)”
 - Promotor: prof. dr hab. Hanna Dahm
- 2007**
- **Studia uzupełniające w zakresie kwalifikacje pedagogiczne**
 - Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
 - Wydział Nauk Pedagogicznych
- 2007**
- **Studium Techniki Audiologicznej**
 - Politechnika Warszawska
 - Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych,
 - Instytut Radioelektroniki
- 2014**
- **Studia podyplomowe na kierunku „Psychologia w biznesie i zarządzaniu”**
 - Wyższa Szkoła Gospodarki w Bydgoszczy

- 2015**
- **Doktor Nauk Biologicznych**
 - Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
 - Wydział Biologii i Ochrony Środowiska
 - Zakład Mikrobiologii Środowiskowej i Biotechnologii
 - Rozprawa doktorska pt. „Substancje biobójcze wprowadzane do degradowalnych polimerów i ich wpływ na fizyczne i biologiczne właściwości tych materiałów”
 - Promotor: prof. dr hab. Maciej Walczak
- 2015**
- **Studia podyplomowe na kierunku „Menedżer projektu badawczo-rozwojowego”**
 - Wyższa Szkoła Bankowa w Toruniu
 - Wydział Finansów i Zarządzania
- 2020**
- **Kurs dokształcający w zakresie języka angielskiego dla celów akademickich (poziom B2)**
 - Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
 - Studium Praktycznej Nauki Języków Obcych
- 2022**
- **Kwalifikacje TRIZ** (Teoria Rozwiązywania Innowacyjnych Zadań)
 - The International TRIZ Association, Inc., USA
 - Recognition of Achievement
 - Level 1 is awarded the first level in compliance with the requirements of the International TRIZ Association

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

01.09.2007-31.08.2009	Gabinet Protetyki Słuchu w Toruniu, stanowisko: audiolog.
01.09.2009-30.11.2009	Instytut Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników w Toruniu, Laboratorium Pomiarowe, stanowisko: stażysta technolog w grupie pracowników inż.-technicznych.
01.12.2009-31.12.2011	Instytut Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników w Toruniu, Laboratorium Badawcze, stanowisko: asystent.
01.01.2012-31.08.2012	Instytut Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników, Oddział Farb i Tworzyw w Gliwicach (IPTiF), Laboratorium Badań i Technologii Farb i Lakierów (LTF), stanowisko: asystent.
01.01.2013-30.09.2017	Urlop macierzyński i wychowawczy.
01.10.2017-30.09.2019	Sieć Badawcza Łukasiewicz, Instytut Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników w Toruniu, Zespół Badawczy Technologii Materiałów Polimerowych, stanowiska: adiunkt.
01.10.2019-30.09.2021	Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Wydział Nauk Biologicznych i Weterynaryjnych, Katedra Genetyki, stanowisko: asystent.
01.10.2022 – obecnie	Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Wydział Nauk Biologicznych i Weterynaryjnych, Katedra Genetyki, stanowisko: adiunkt.

4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.).

4.1. Dane bibliograficzne – cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach naukowych lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych

Osiągnięcie naukowe stanowi jednotematyczny cykl publikacji naukowych, składający się z 6 prac z IF.

Tytuł: „*Dziegieć jako składnik uplastycznionych folii polilaktydowych, wpływający na jej wybrane właściwości i podatność na biodegradację*”

1. **Richert A.** Wood tar then and today. Collected news. Przemysł Chemiczny 2022, 101 (9), 653-659. doi: 10.15199/62.2022.9.4.

IF2022 0.49, punktacja MNiSW 70

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na utworzeniu hipotezy, koncepcji pracy, zaprojektowaniu poszczególnych treści (Początki dziegciu, Rys historyczny i technologia produkcji, Rodzaje dziegciu, Substancje zawarte w dziegciu, Historyczne i współczesne zastosowanie dziegciu), wyszukanie danych literaturowych z dostępnych baz: Web of Science, polskiej, (UP RP) i międzynarodowej bazy patentowej Espacenet, napisaniu całego oryginalnego tekstu, korekcie i zredagowaniu manuskryptu po recenzji, wizualizacji całości pracy, przetłumaczeniu manuskryptu z języka polskiego na język angielski, pozyskaniu funduszy na sfinansowanie druku artykułu.

2. **Richert A.** Effect of birch tar on plants, soil, aquatic organisms and microorganisms, Przemysł Chemiczny 2022, 101 (9), 660-667. doi: 10.15199/62.2022.9.5.

IF2022 0.49, punktacja MNiSW 70

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na utworzeniu hipotezy, koncepcji pracy, zaprojektowaniu poszczególnych treści (Wpływ na rośliny i organizmy glebowe, Działanie na ślimaki, Oddziaływanie na organizmy wodne, Interakcja dziegciu z mikroorganizmami, Podsumowanie), wyszukanie danych literaturowych, analizie danych, wykonaniu tabeli, napisaniu całego oryginalnego tekstu, korekcie i zredagowaniu manuskryptu po recenzji, wizualizacji całości pracy, przetłumaczeniu manuskryptu z języka polskiego na język angielski, pozyskaniu funduszy na sfinansowanie druku artykułu.

3. **Richert A., Olewnik-Kruszkowska E., Dąbrowska G.B., Dąbrowski H.P.** The Role of Birch Tar in Changing the Physicochemical and Biocidal Properties of Polylactide-Based Films. International Journal Molecular Science, 2022, 23(1), 268. <https://doi.org/10.3390/ijms23010268>.

IF2022 8.2, punktacja MNiSW 140

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na utworzeniu hipotezy badawczej, koncepcji pracy, zaprojektowaniu badań, przygotowaniu prób do badań, napisaniu całego oryginalnego tekstu, wykonaniu specyficznych badań (właściwości mechanicznych, przenikalności pary wodnej, właściwości antybakteryjnych), analizie danych i opracowaniu wyników, wykonaniu wzorów, rysunków (z wyłączeniem FTIR-ATR, AFM) i tabel (z wyłączeniem FTIR-ATR, AFM), wykonaniu obliczeń statystycznych, korekcie i zredagowaniu manuskryptu po recenzji, wizualizacji całości pracy, pozyskaniu funduszy na badania.

4. **Richert A.**, Kalwasińska A., Swiontek Brzezinska M., Dąbrowska G.B., Biodegradability of Novel Polylactide and Polycaprolactone Materials with Bacteriostatic Properties Due to Embedded Birch Tar in Different Environments, Int. J. Mol. Sci. 2021, 22, 10228. <https://doi.org/10.3390/ijms221910228>.

IF2021 5.6, punktacja MNiSW 140

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na utworzeniu hipotezy badawczej, koncepcji pracy, zaprojektowaniu badań, przygotowaniu prób do badań, napisaniu całego oryginalnego tekstu, wykonaniu specyficznych badań (SEM przed i po biodegradacji w wodzie jeziornej i glebie, biochemicznego zużycia tlenu przez mikroorganizmy, bakteryjnej aktywności enzymatycznej), analizie danych i opracowaniu wyników, wykonaniu rysunków i tabel, wykonaniu obliczeń statystycznych, korekcie i zredagowaniu manuskryptu po recenzji, wizualizacji całości pracy, pozyskaniu funduszy na badania i sfinansowanie druku artykułu.

5. **Richert A.**, Kalwasińska A., Jankiewicz J., Swiontek Brzezinska M. Effect of birch tar embedded in polylactide on its biodegradation. International Journal of Biological Macromolecules, 2023, 239(1), 124226. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.124226>.

IF2023 8.2, punktacja MNiSW 140

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na utworzeniu hipotezy badawczej, koncepcji pracy, zaprojektowaniu badań, przygotowaniu prób do badań, napisaniu całego oryginalnego tekstu, wykonaniu specyficznych badań (wyodrębnienie i zidentyfikowanie bakterii, oznaczenie biodegradacji, oznaczanie aktywności enzymatycznej w kompoście (α -glukozydaza, aminopeptydaza), badaniu zmiany struktury biofilmu, przygotowanie folii, ocenie właściwości barierowych, analizie danych i opracowaniu wyników, wykonaniu rysunków i tabel, wszystkich obliczeń statystycznych, z wyłączeniem BOD, korekcie i zredagowaniu manuskryptu po recenzji, wizualizacji całości pracy, pozyskaniu funduszy na badania.

6. **Richert A.**, Malinowski R., Ringwelska M., Dąbrowska G.B. Birch Tar Introduced into Polylactide and Its Influence on the Barrier, Thermal, Functional and Biological Properties of the Film Obtained by Industrial Extrusion. Materials, 2022 15(20), 7382. <https://doi.org/10.3390/ma15207382>.

IF2022 3.4, punktacja MNiSW 140

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na utworzeniu hipotezy badawczej, koncepcji pracy, zaprojektowaniu badań, przygotowaniu prób do badań, napisaniu całego oryginalnego tekstu, wykonaniu specyficznych badań (barierowych, bakteriobójczych, fungistatycznych, grzybobójczych), analizie danych i opracowaniu wyników (z wyłączeniem DSC), wykonaniu

rysunków (z wyłączeniem DSC) i tabel (z wyłączeniem DSC), wykonaniu obliczeń statystycznych, korekcie i zredagowaniu manuskryptu po recenzji, wizualizacji całości pracy, pozyskaniu funduszy na badania i sfinansowanie druku artykułu.

W przypadku prac wieloautorskich oświadczenia wszystkich współautorów o indywidualnym wkładzie autorskim w powstanie tych prac zostały zamieszczone w załączniku nr 5.

We wszystkich pracach byłam pierwszym autorem i autorem do korespondencji. W dwóch pracach jestem jedynym autorem.

W ramach osiągnięcia naukowego stanowiącego jednotematyczny cykl publikacji uzyskałam łącznie **700** punktów **MNiSW** oraz **IF 25.059**.

Cykl ten został przygotowany przede wszystkim w oparciu o rezultaty badań uzyskane z kierowanych przeze mnie projektów badawczych pt.:

1. "Innowacyjny (eco)materiał do zastosowania w rolnictwie i przemyśle opakowaniowym", realizowany w latach 2021-2022 (1,5 roku), w ramach programu MNiSW pn. Inkubator Innowacyjności 4.0" (nr umowy MNiSW /2020/331/DIR), Nr decyzji: 4/2021, kwota dofinansowania 100 000,00 PLN, pełniona funkcja: **kierownik projektu**.
2. „Searching for an innovative eco-preparation enhancing the bio-degradation of plastic”, realizowany w latach 2022-2023 (1 rok) ramach projektu IDUB „DEBIUTY 3”, kwota dofinansowania 50000,00 PLN, pełniona funkcja: **kierownik projektu**.
3. „Natural, innovative biopreparation accelerating the degradation of plastic waste”, realizowany w latach 2022-2023 (1 rok) w ramach projektu IDUB UMK, Grants4NCUStudents, kwota dofinansowania 5000,00 PLN, pełniona funkcja: **kierownik projektu**.
4. „Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia Badawcza”, projekt stażowy w ramach konkursu Inicjatywa Doskonałości – Mobilności dla Pracowników w ramach programu, realizowanego w 2021-2022 (2 miesiące), kwota dofinansowania 30000,00 PLN pełniona funkcja: **kierownik projektu**.

4.1.1. Omówienie celu naukowego wyżej wymienionych prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

4.1.1.1. Wprowadzenie

Postęp technologiczny, a także rozwój cywilizacyjny sprawiają, że coraz większe wymogi użytkowe, ekologiczne oraz ekonomiczne stawia się tworzywom polimerowym, aby nie były szkodliwe i nie zanieczyszczały środowiska. Kluczowy staje się tu proces podatności na biodegradację. Chcąc temu sprostać opracowuje się nowe rodzaje tworzyw lub udoskonala technologie ich otrzymywania, a następnie ich degradacji. Nowymi tworzywami, które w ostatnich latach znalazły zastosowanie już nie tylko w aplikacjach specjalistycznych, ale także w masowej produkcji wyrobów codziennego użytku, są tworzywa biodegradowalne, głównie polilaktyd (PLA).

Materiały polilaktydowe pomimo wielu cennych zalet, a głównie podatności na procesy biologicznej degradacji w różnych warunkach środowiskowych, często muszą być poddawane procesom modyfikowania ich właściwości z wykorzystaniem metod chemicznych lub fizycznych. Jedną z takich metod jest modyfikowanie ich za pomocą substancji o charakterze biobójczym, np. produktu suchej destylacji drewna, który stanowi dziegieć.

Podatność danego materiału na biodegradację zależy głównie od warunków środowiska naturalnego lub antropogenicznego. Niektóre tworzywa, w tym właśnie PLA swoje właściwości biodegradowalne wykazują jedynie w ściśle określonych warunkach, w których stosunkowo szybko mogą ulegać fragmentacji i mineralizacji zależnych od czynników biologicznych, fizycznych i chemicznych.

Szybki rozwój technik biologii molekularnej w ostatnim czasie przyczynił się do znacznego poszerzenia wiedzy o mikroorganizmach, w tym biorących udział w biodegradacji (Das i Dash, 2018). W szczególności, wysokoprzepustowe technologie sekwencjonowania DNA (NGS) ujawniły, że zbiorowiska bakterii w różnych środowiskach charakteryzują się nieoczekiwanie wysokim poziomem różnorodności i złożoności (Grant i Jones, 2016; Gavrilov i wsp., 2019). Pomimo tego, wiedza dotycząca mikroorganizmów rozkładających modyfikowane materiały polimerowe wciąż jest niepełna, szczególnie w odniesieniu do degradacji tworzyw modyfikowanych biocydami.

Polimery z wbudowanymi naturalnymi substancjami biobójczymi ze względu na szeroki zakres zastosowań wydawał się bardzo interesujący. Stąd zrodziła się koncepcja

opracowania PLA z dodatkiem dziegciu jako naturalnego środka biobójczego. Dziegieć jest produktem suchej destylacji drewna.

4.1.1.2. Cel naukowy

Nadrzędnym celem osiągnięcia naukowego było opracowanie tematu: „*Dziegieć jako składnik uplastycznionych folii polilaktydowych, wpływający na jej wybrane właściwości i podatność na biodegradację*”. Realizacja tego celu przebiegała w trzech etapach.

I. W etapie pierwszym badań przygotowano uplastycznione folie PLA z dziegciem w stężeniach 1, 5 i 10%, metodą laboratoryjną i przeanalizowano je pod kątem wybranych właściwości fizyko-chemicznych i biobójczych. W tym etapie próbowano uzyskać odpowiedzi na pytanie:

1. Czy folie wytworzone z polilaktydu z dziegciem będą wykazywały właściwości bakteriobójcze względem szczepów fitopatogenach: *Agrobacterium tumefaciens*, *Xantomonas campestris*, *Pseudomonas brassicacearum*, *Pseudomonas corrugata* i *Pseudomonas syringae*?
2. Czy dziegieć wprowadzony do PLA zmieni korzystnie właściwości mechaniczne i użytkowe: przenikalności pary wodnej, tlenu; termiczne: FTIR-ATR otrzymanej folii?
3. W jakim stopniu modyfikowanie PLA dziegciem wywoła zmiany strukturalne SEM i AFM folii zarówno przed, jak i po procesach biodegradacji w wodzie rzecznej i glebie? Czy folie wytworzone z PLA z dziegciem ograniczą powstawanie biofilmu bakteryjnego na ich powierzchni?
4. W jakim stopniu dziegieć wbudowany do PLA wpłynie na podatność na biodegradację w środowisku naturalnym i antropogenicznym oraz aktywność enzymatyczną tych środowisk?
5. Czy wprowadzenie PLA z dodatkiem dziegciu do środowiska będą wymagały opracowania działań wspomagających proces biodegradacji?

II. Etap drugi badań obejmował wykonanie folii metodą wytłaczania na skalę półtechniczną i zbadanie jej właściwości.

Głównym celem poznawczym etapu drugiego badań było udzielenie odpowiedzi na następujące pytania:

1. Czy możliwe będzie produkowanie folii PLA z dziegciem w skali półtechnicznej?
2. W jakim stopniu modyfikowanie polilaktydu dziegciem wywoła zmiany właściwości barierowych - użytkowych tak wytworzonych folii przenikalności pary wodnej (P_V) i gazów tlenu, ditlenku węgla i azotu (P_O , P_D , P_A) oraz DSC folii ?

3. Czy folie wytworzone w skali półtechnicznej metodą wytłaczania z polilaktydu z dziegciem będą wykazywały właściwości bakteriobójcze względem szczepów patogennych klinicznych: *Escherichia coli* (ATCC 8739), *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538P) i *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 13388), fitopatogenach: *Agrobacterium tumefaciens*, *Xantomonas campestris*, *Pseudomonas brassicacearum*, *Pseudomonas corrugata* i *Pseudomonas syringae*, a także względem grzybów: *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus versicolor*?

4.1.1.3. Omówienie wyników badań

Na podstawie wcześniejszych moich rozważań na temat dziegciu z dr hab. Grażyną Barbarą Dąbrowską, prof. UMK oraz analizy literatury, został on wybrany jako substancja biobójcza.

W ramach przygotowywania osiągnięcia naukowego postanowiłam zestawić wiadomości na temat dziegciu, dostępne w danych literaturowych zgromadzonych w bazach Web of Science (<https://webofscience.com>), polskiej (UP RP, <https://uprp.gov.pl/pl>) i międzynarodowej Espacenet (<https://worldwide.espacenet.com>) bazie patentowej w postaci dwóch przeglądowych prac monograficznych pt.: „*Wood tar then and today. Collected news*” i „*Effect of birch tar on plants, soil, aquatic organisms and microorganisms*”. W pierwszej pracy zestawiłam wiadomości na temat prawdopodobnie najstarszej służącej człowiekowi substancji pochodzenia biologicznego, którą jest dziegieć, inaczej zwanym smołą drzewną, lub naturalną żywicą poddawaną obróbce termicznej (Blessing i Schmidt, 2022; Stacey i wsp., 2020; Kociołek-Balawejder i Żebrowska, 2009; Mazza i wsp., 2006; Etzel i wsp., 1998). Przedstawiłam w niej proces produkcyjny dziegciu, użytkowe właściwości biologiczne oraz jego zastosowanie dawniej (Tintner i wsp., 2021; Courel, 2018) i obecnie (Richert i wsp., 2022; Richert i wsp., 2021; Hagner i wsp., 2010; Hagner i wsp., 2010; Lindqvist i Lindqvist. 2010; Thorsell i wsp., 2006). W drugiej rozprawie opisałam, kluczową rolę dziegciu, ze szczególnym uwzględnieniem jego wpływu na organizmy żywe takie jak rośliny i zwierzęta, ale również drobnoustroje.

Warto wspomnieć, że od XV do XIX wieku był najważniejszym towarem eksportowym w Polsce. Wytwarzaniem dziegciu zajmowali się smolarze, zaś smolarstwo było gałęzią gospodarki leśnej zajmującą się przede wszystkim suchą destylacją drewna. W wyniku pracy smolarzy powstawała smoła, dziegieć, węgiel drzewny, popiół i potaż (Li i wsp., 2014; Murwanashyaka i wsp., 2002). Aktualnie produkcja dziegciu w naszym kraju występuje głównie w południowo-wschodniej Polsce i ma jedynie charakter kulturowy, podtrzymujący

tradycję ludowego rzemiosła. Ciekawe, wydaje się to, że w przeszłości żywice i dziegieć były wykorzystywane bardzo powszechnie do różnych celów ułatwiających człowiekowi egzystencję (Blessing i Schmidt, 2022; Stacey i wsp., 2022; Tintner i wsp., 2021; Courel, 2018; Kociołek-Balaweder i Żebrowska, 2009; Mazza i wsp., 2006; Etzel i wsp., 1998).

Dawniej dziegieć ze względu na swoistą tłustą właściwość zabezpieczał przed gniciem i butwieniem. Nasączano nim m.in. ubrania i płótna, by chroniły przed robactwem. Jako mazidło do smarowania osi kół w wozach dziegieć był niezastąpiony do chwili upowszechnienia się smarów pochodzących z ropy naftowej (Tintner i wsp., 2021; Courel, 2018). Mieszaninę dziegciu z alkoholem stosowano powszechnie jako płyn oświetleniowy do lamp, w uszczelniania łodzi, beczek i studni, klej do przyklejania grotów do strzał i maź, do której w pułapkach przyklejały się ptaki, a także po prostu jako uniwersalny klej i uszczelniacz w wielu innych celach. Najstarsze kleje wykonane z dziegciu datuje się na 200 000 lat. Dziegieć ze względu na barwę był także używany do dekorowania naczyń ceramicznych i tworzenia biżuterii (Courel, 2018). W medycynie ludowej dziegieć używany był jako środek na choroby skóry, jako środek wykrztuśny, odkażający przewód pokarmowy, oddechowy, czy układ moczowy. Prawdopodobnie jest to również najwcześniej znana guma do żucia, środek uśmierzający ból zębów, a nawet odświeżacz przestrzeni mieszkalnej (Courel, 2018).

Warto zauważyć, że w zależności od rodzaju użytego, wyjściowego materiału można otrzymać różne gatunki dziegciu: brzozowy, sosnowy, bukowy i jałowcowy, ale także modrzewiowy, jodłowy, wierzbowy oraz torfowy. Niezależnie jednak od rodzaju dziegciu, zawiera on w swoim składzie związki, które nadają mu charakterystycznych właściwości (Perthuisson, 2019; Kozowyk i wsp., 2017).

Dziegieć jest substancją wieloskładnikową (Richert i wsp., 2022; Hagner i wsp., 2010; Lindqvirt i Lindqvirt, 2010) i mimo przeprowadzonych wielu analiz nie do końca poznany (Regert i wsp., 2016). Zawiera głównie mieszaninę diterpenów, sekwiterpenów, związków fenolowych, węglowodorów i wielopierścieniowych związków aromatycznych i cyklicznych. Należą do nich: akrydyna, aminonaftalen, anilina, antracen, benzen, benzoakrydyna, chinolina, chryzen, dwusiarczek węgla, etylobenzen, fenantren, fenol, fluoranu, fluoren, gwajkol, indem, indol, iren, karbazol, krezol, ksylen, kumaryn, kumen, kwas octowy, mezytylen, naftalen, naften, nitrobenzen, pirokatechol, pirol, pirydyna, pochodne fenantrenu, reten, stilben, styren, tiofen, toluen, toluidyna. Jak wykazała analiza literatury, większość z nich wykazuje właściwości bakteriobójcze i/lub grzybobójcze (Richert i wsp., 2022, 2021; Meade i wsp., 2021; Adfa i wsp., 2020; Akkuş i wsp., 2020; Ormahi i wsp., 2020; Suresh i wsp., 2019; Yahayn i wsp. 2017; Regest i wsp., 2016; Zhou i wsp., 2002). Obecność dużej ilości różnych związków

fenolowych warunkuje działanie odkażające dziegciu, ale również ma działanie toksyczne, o którym nie mogę nie wspomnieć. Już w roku 1915 udowodniono eksperymentalnie właściwości kancerogenne benzopirenu i innych związków, obecnych również w dziegciach roślinnych i mineralnych (Perthuisson, 2019; Kozowyk i wsp., 2017; Ambrosiewicz i wsp., 2002).

Jak wskazuje literatura dziegieć brzozy jest skutecznym środkiem ochrony roślin przed owadami, gryzoniami, ślimakami i chwastami, a nawet mikroorganizmami (Richert i wsp., 2022, Richert i wsp., 2021; Hagner i wsp., 2010). BTO (Birch Tar Oil) został przetestowany nie tylko pod kątem działania bakteriobójczego, ale także jako środek odstraszający ślimaki. Wyniki Lindqvist i Lindqvist (2010) wykazują, że BTO, zwłaszcza zmieszane z wazeliną, działa jako doskonały, długotrwały środek odstraszający mięczaki. Hagner i wsp. (2010) również testowali BTO, ale pod kątem jego wpływu na organizmy glebowe i rośliny (Hagner i wsp., 2010). Udowodnili, że niekorzystne skutki BTO na środowisko glebowe są nieznaczne i krótkotrwałe. Hagner i wsp. (2010) podjął także badania wykazujące wpływ BTO na organizmy wodne. Najbardziej wrażliwy okazał się *Vibrio fischeri*, a ślimak *Lymnea* sp. był najmniej wrażliwy. Wyniki Hagnera i wsp. (2010) potwierdziły, że BTO nie szkodzi znacząco organizmom wodnym.

Szeroko stosowane komercyjne pestycydy często wpływają nie tylko na szkodniki, lecz również na inne organizmy (*non-target organisms*), co może wpływać na proces rozkładu materii organicznej i w efekcie zaburzać właściwości biologiczne i fizykochemiczne gleby. Dlatego, tak istotne jest poszukiwanie biologicznych rozwiązań dla kontroli populacji szkodników. Sprawdzano efekty działania dziegciu na organizmy glebowe (wazonkowcowate, nicienie), a także na rośliny (Hagner i wsp., 2010). Zbadana została również toksyczność względem dżdżownicy (*Aporrectodea caliginosa*) i wpływ dziegciu na ilość potomstwa skoczogonka (*Folsomia candida*) oraz populacje ślimaka zaroślowego (*Arianta arbustorum*) i ślinika luzatyńskiego (*Arion lusitanicus*).

W ostatnich dwóch latach pojawiły się wzmianki mojego współautorstwa o zastosowaniu dziegciu w przemyśle opakowaniowym. Udowodniono, że substancja ta może być dodawana do materiałów polimerowych oraz nadaje im wiele wyjątkowo praktycznych i cennych właściwości, takich jak ochrona przed patogennymi szczepami grzybów i bakterii („*Birch Tar in Changing the Physicochemical and Biocidal Properties of Polylactide-Based Films*”, „*Biodegradability of Novel Polylactide and Polycaprolactone Materials with Bacteriostatic Properties Due to Embedded Birch Tar in Different Environments*”) (Richert i wsp., 2022; Richert i wsp., 2021). W jednej z moich współautorskich prac, opisuje

właściwości bakteriobójcze folii PLA zawierających dziegieć względem patogenów roślin takich jak *A. tumefaciens*, *X. campestris*, *P. brassicacearum*, *P. corrugate* i *P. syringae*, czyli szczepów bakterii niszczących plony roślinne (warzywa i owoce). Niezależnie od zastosowanego szczepu bakteryjnego najlepsze działanie przeciwbakteryjne odnotowano dla folii PLA zawierającej 10% dziegciu. Zatem im wyższa zawartość dziegciu użyta do produkcji folii, tym większy uzyskano efekt antybakteryjny (Richert i wsp., 2022).

Szczególnie ważne są fenole i związki lotne, które najprawdopodobniej są odpowiedzialne za efektywne działanie dziegciu w ochronie roślin uprawnych. To właśnie te związki są odpowiedzialne za biobójczość dziegciu, co udowodniono badaniami przeprowadzonymi na mikroorganizmach. Warto podkreślić ważność badań biologicznych, naturalnych substancji, które mogą być wykorzystane w aspekcie ekologii i ochrony środowiska wydaje się być uzasadnione w dobie zmian przepisów jakie mają nastąpić w niedługim czasie, w tematyce stosowania chemicznych środków ochrony roślin.

W pracy pt.: „*The Role of Birch Tar in Changing the Physicochemical and Biocidal Properties of Polylactide-Based Films*”, opisano wytworzone uplastycznionej folii z dziegciem w trzech stężeniach 1, 5 i 10% wag. oraz scharakteryzowano jej właściwości fizykochemiczne, strukturalne i użytkowe oraz biobójcze.

Powszechnie uznaje się, że właściwości mechaniczne folii są niezwykle ważne (Swaroop i Shukla, 2018). Dodatek dziegciu do roztworu PLA/PEG umożliwił otrzymanie uplastycznionych materiałów z wyższym module Younga i mniejszym wydłużeniem przy zerwaniu niż składająca się z PLA i PEG (L) próbka kontrolna. Wraz ze wzrostem zawartości dziegciu w matrycy polimerowej, wydłużenie przy zerwaniu stopniowo malało. Spadek ten przedstawiał się odpowiednio: 1,9, 2,1 i 2,7% dla folii zawierającej 1, 5 i 10% dziegciu w porównaniu z próbką kontrolną L. Zauważono zatem, że folie z dziegciem charakteryzowały się niemal dwukrotnie mniejszym wydłużeniem przy zerwaniu. Badania nad biodegradowalnymi materiałami polimerowymi zawierającymi różne biocydy potwierdzają otrzymane przez nas wyniki (Swiontek i wsp., 2021; Richert i wsp., 2017; Olewnik-Kruszkowska, 2015). Olewnik-Kruszkowska i wsp. (2021) zaobserwowali tę samą tendencję w przypadku wartości Younga modułu po dodaniu kwercetyny do układu PLA-PEG, ale nie zaobserwowali spadku wartości wydłużenia przy zerwaniu.

Badane materiały (PLA z dziegciem) wykazują wyraźną redukcję przepuszczalność pary wodnej w stosunku do kontroli. Wraz ze wzrostem dziegciu w osnowie polimerowej zauważono zmniejszoną przepuszczalność pary wodnej. Właściwości barierowe są bardzo ważne dla materiałów przeznaczonych do stosowania w różnych dziedzinach i znacząco

wpływają na ich zastosowanie. Stwierdzono, że ulegające biodegradacji polimery, takie jak PLA, mają stosunkowo wysoką przepuszczalność pary wodnej (Shogren, 1997). Dodatek dziegciu do polilaktydu zwiększa odporność na przenikanie pary wodnej (Singha i Hedenqvist, 2020; Chi i wsp., 2018; Olewnik-Kruszkowska i Richert, 2015). Przepuszczalność pary wodnej została również oceniona przez Qin i wsp. (2017), gdzie wprowadzono różne olejki eteryczne do matrycy PLA jako związki przeciwbakteryjne. Udowodniono, że rodzaj olejku eterycznego znacząco wpływa na wartość przenikalności pary wodnej (WVPR). Ponadto wskazano, że różnice wynikają z odmiennego składu zastosowanych dodatków antybakteryjnych badania. Najwyższa redukcja WVPR pod względem do PLA zaobserwowano dla próbki z największą ilością dziegciu i wyniosło ono 26%. Na podstawie uzyskanych wyników empirycznych można stwierdzić, że zwiększona odporność na przenikanie pary wodnej jest potencjalnie cenną cechą materiałów stosowanych w produktach ogrodnich i rolniczych.

Przeprowadzono analizę spektroskopii w podczerwieni badanych materiałów metodą Fouriera (FTIR-ATR) w celu określenia wpływu 1, 5 i 10% wag. dziegciu włączonego w strukturę otrzymanych plastyfikowanych materiałów PLA. Skład dziegciu jest bardzo złożony i może powodować problemy podczas analizy FTIR-ATR. Z tego powodu, można założyć, że pomiędzy matrycą polimerową a materiałem nie tworzą się żadne nowe pasma badanego dodatku wprowadzonego do struktury (Olewnik-Kruszkowska i wsp., 2021). Analizując wyniki FTIR-ATR można stwierdzić, że dodatek dziegciu brzożowego nie wpływa na kryształ, a tym samym nie wpływa negatywnie na strukturę i jakość folii.

Badano morfologię plastyfikowanych folii PLA z dodatkiem dziegciu i próbki kontrolnej przy użyciu skaningowego mikroskopu elektronowego (SEM). Mikroskop sił atomowych (AFM) zastosowano do analizy chropowatości folii. Z przeprowadzonych badań SEM i AFM wynika, że materiał składający się z polilaktydu z dodatkiem plastyfikatora w postaci poli(glikolu etylenowego) charakteryzuje się pofałdowaną powierzchnią, co wskazuje na ograniczoną mieszalność zastosowanych polimerów. Morfologia i topografia powierzchni należą do czynników krytycznych, które mogą mieć znaczący wpływ na adhezję komórek mikroorganizmów do folii polimerowej (Swiontek Brzezinska i wsp., 2021; Swaroop i Shukla, 2018). Powszechnie wiadomo, że adhezja bakterii często determinuje potencjalne zastosowania materiałów i wskazuje, czy dana folia polimerowa może być użyta w zastosowaniach medycznych, opakowaniowych, czy w rolnictwie. Na podstawie szeroko zakrojonych badań ustalono, że nie ma jednego układu topograficznego materiałów charakteryzujących się korzystnymi warunkami adhezji bakteryjnej (Swiontek Brzezinska i wsp., 2021). Ponadto stwierdzono, że obok topografii powierzchni, kształt i wielkość komórek

bakterii znacząco wpływa na interakcję pomiędzy powierzchnią materiału polimerowego a bakteriami (Swiontek Brzezinska i wsp., 2021). Wprowadzenie dziegciu do matrycy polimerowej nie jest wystarczające, aby zapewnić działanie antybakteryjne uzyskanych materiałów. Powierzchnia plastyfikowanej folii PLA zawierającej 1% wag. dziegciu pokryta jest większą liczbą pęknięć niż powierzchnia folii matrycy polimerowej. Wprowadzenie wyższej zawartości (5 i 10% wag.) dziegciu do plastyfikowanego PLA powoduje powstawanie równomiernie rozmieszczonych dziur, wgłębień i porów. Obrazy SEM i AFM pozwoliły ustalić średnice wgłębień. Jak wspomniano powyżej, wielkość uszkodzeń w znacznym stopniu zależy od stężenia środka biobójczego. Uzyskane wyniki prowadzą do wniosku, że średnica i głębokość wgłębień znacznie zwiększa się wraz ze wzrostem ilości dziegciu. Chropowatość zwiększa się wraz ze stężeniem dziegciu, a to wpływa na zmianę właściwości antybakteryjnych.

W kolejnej pracy pt.: „*Biodegradability of Novel Polylactide and Polycaprolactone Materials with Bacteriostatic Properties Due to Embedded Birch Tar in Different Environments*”, określono podatność uplastycznionej folii PLA z dziegciem na biodegradację w wodzie rzecznej i glebie. W procesach biodegradacji powszechnie stosowana jest metoda respirometryczna z zastosowaniem systemu pomiarowego OxiTop Control (WTW). Biologiczne zużycie tlenu (BZT) jest bezpośrednim biologicznym parametrem degradacji tlenowej (Rudnik i Briassoulis, 2011; Reuschenbach i wsp., 2003; Richterich i wsp., 1998).

Badania przedstawione w tej publikacji wykazały, że wartości BZT uzyskane w glebie były 10-krotnie większe niż w wodzie rzecznej. Jednocześnie obecność PLA z dziegciem w glebie i wodzie zmniejszała zużycie tlenu przez mikroorganizmy w porównaniu z czystym PLA. To oznacza, że dziegieć zmniejsza podatność na biodegradację. Warto jednak podkreślić, że nie zmienia to faktu, że mikroorganizmy wodne i glebowe kolonizują PLA zawierający dziegieć w stężeniu 1-10%, co zostało potwierdzone na obrazach SEM. Na zdjęciach można zauważyć wyraźne formowanie biofilmu bakteryjnego.

Podatność na biodegradację określono również poprzez pomiar aktywności enzymatycznej mikroorganizmów. W badaniach oznaczano wpływ dziegciu na ogólną aktywność hydrolaz (esteraz) biofilmu oraz na aktywność enzymów, które biorą udział w degradacji materii organicznej w środowisku (aminopeptydazy, lipazy, α i β -D glukozydazy). Uzyskane dane wykazały, że aktywność wszystkich badanych enzymów była zależna od stężenia dziegciu brzozonego i środowiska spadła wraz ze wzrostem stężenia dziegciu. Spadek aktywności enzymów w środowisku może zakłócać proces biodegradacji materii organicznej. Mikroorganizmy heterotroficzne występują w każdym środowisku, a ich aktywność metaboliczna zależy przede wszystkim od ilości łatwo dostępnej materii organicznej.

Zagęszczenie bakterii w wodach słodkich, takich jak rzeki i jeziora, jest zwykle niższe (10^2 - 10^3 jtk/ml) w porównaniu z osadami dennymi lub glebami (10^6 - 10^8 jtk/ml) (Swiontek i wsp., 2009). To bezpośrednio wpływa na degradację syntetycznych biopolimerów. Bakterie i grzyby z potencjałem do degradacji polimerów o wysokiej masie cząsteczkowej nie są powszechne w środowisku w porównaniu z mikroorganizmami związanymi z tworzywami biodegradowalnymi o niskiej masie cząsteczkowej, jednak jest ich w glebie więcej niż w wodzie (Castro-Aguirre i wsp., 2016). Dlatego w moich badaniach zaobserwowano wyższe zużycie tlenu w obecności badanych folii w glebie niż w wodzie. Biologiczne zapotrzebowanie na tlen (BZT) w glebie w obecności folii zawierających dziegieć, niż w wodzie. Powszechnie wiadomo, że w biodegradację polimerów zaangażowane są enzymy mikrobiologiczne (Janczak i wsp., 2020; Siracusa, 2019; Khan i wsp., 2017; Shi i wsp., 2016; Sheng i wsp., 2015). Dlatego też wprowadzanie do środowiska polimerów modyfikowanych substancjami biobójczymi powinno być kontrolowane.

Kolejna praca pt.: „*Effect of birch tar embedded in polylactide on its biodegradation*”, przedstawia możliwości wykorzystania aplikacyjnego. PLA modyfikowany dziegiem należy do materiałów łatwo ulegających biodegradacji, stąd wspólnie ze współautorami opracowano preparat mikrobiologiczny wspomagający degradację otrzymanych folii.

PLA z dodatkiem dziegciu umieszczono w kompoście na okres 21 dób, a następnie z powierzchni wyizolowano bakterie tworzące biofilm

W następnej kolejności określono podatność uplastycznionych folii PLA z dziegiem na biodegradację w kompoście oraz uzyskanie biopreparatu służącego do przyspieszania degradacji biologicznej wytworzonych folii. W następnej kolejności sprawdzono podatność izolatów do degradacji PLA z dziegiem w podłożu płynnym i wytypowano izolaty wykazujące największą zdolność do degradacji. Szczepy pojedynczo wprowadzano do kompostu z badanymi foliami i sprawdzano zużycie tlenu metodą respirometryczną. Aplikacja preparatu mikrobiologicznego do kompostu korzystnie wpływała na biodegradację folii.

Ostatnio pojawiła się tendencja do wprowadzania równych substancji o właściwościach biobójczych do PLA w celu poprawienia trwałości folii oraz zapobiegania tworzenia się biofilmu. Jednak takie działania mogą hamować procesy biodegradacji polimerów w środowisku i zmusza do opracowania metody zwiększającej efektywność procesu (Kalita i wsp., 2021; Gürlér i wsp. 2021). W prezentowanej publikacji badano również wpływ uplastycznionej folii PLA z dziegiem na aktywność enzymatyczną podczas biodegradacji w kompoście. Badania statystyczne wykazały istotne różnice w aktywności wszystkich enzymów po zastosowaniu preparatu zawierającego szczepy AK2 i AK3. W tym samym czasie

zaobserwowano istotne różnice w aktywności enzymów w zależności od stężenia dziegciu brzożowego. Dodatek 10% dziegciu brzożowego do kompostu wyraźnie hamował działanie enzymatycznej aktywności rodzimych mikroorganizmów. Zastosowany preparat mikrobiologiczny sprzyjał wydzielaniu enzymów hydrolitycznych wszystkich analizowanych próbek. Esterazy, lipazy i aminopeptydazy wykazywały największą aktywność. Enzymy biorące udział w degradacji skrobi i celulozy (α i β – glukozydazy) były mniej aktywne, ale bioaugmentacja mikrobiologicznym preparatem stymulowała aktywność tych enzymów w kompoście. Szereg różnych mechanizmów wpływa na degradację PLA w środowisku. Szereg różnych mechanizmów wpływa na degradację PLA w środowisku. Należą do nich hydrolityczne, utleniające, termiczne, mikrobiologiczne, mechanizmy enzymatyczne, chemiczne i fotodegradacyjne, powodując cięcia łańcucha głównego i bocznego (Gnignez-Franco i wsp., 2017; Castro-Aguirre i wsp., 2016; Luo i wsp., 2012). Enzymatyczne i mikrobiologiczne mechanizmy degradacji są szczególnie interesujące, ponieważ te procesy są bardzo ważne w redukcji PLA do CO₂ i wody (Zaaba i wsp., 2020).

Folie stosowane w uprawach rolnych (podkładowe, do upraw przyspieszonych, do opakowań do nawozów, kwiatów) lub spożywczych (do pakowania warzyw i owoców) powinny izolować zapakowane w nie produkty od utraty smaku i wody. Zazwyczaj wysoka wartość przepuszczalności pary wodnej może prowadzić do mikrobiologicznego psucia się żywności (Motelica i wsp., 2021, Motelica i wsp., 2020). Przepuszczalność pary wodnej i tlenu to jeden z najważniejszych parametrów określenia właściwości barierowych folii. Warto podkreślić, że istnieje bliski związek pomiędzy przepuszczalnością, a zdolnością barierową, a mianowicie jeżeli przepuszczalność przez folię któregośkolwiek z gazów maleje, oznacza to, że barierowość danej próbki się zwiększa. Takie relacje obserwuje w niniejszych badaniach, mianowicie wraz ze wzrostem zawartość dziegciu zmniejszyła się przepuszczalność pary wodnej i tlenu. Dla folii z najwyższym stężeniem dziegciem przepuszczalność pary wodnej przed biodegradacją zmniejszyła się o 25,7%, a po biodegradacji (w kompoście przez natywne mikroorganizmy po zastosowaniu *Bacillus toyonensis* - AK2 i *Bacillus albus* – AK3) odpowiednio o 20,0 i 17,6%. Analizując wyniki, mogę stwierdzić, że przepuszczalność gazów wzrasta po przechowywaniu folii w warunkach kompostowania i po bioaugmentacji. Już w 2012 roku Plackett podkreślał, że przepuszczalność pary wodnej lub gazu zależą od różnych czynników, takie jak masa cząsteczkowa polimeru, czy krystaliczność. Dodanie biocydu do PLA może zwiększyć odporność na przenikanie pary wodnej i gazów, zmieniając w ten sposób właściwości barierowe materiałów (Richert i wsp., 2022; Richert, 2017; Plackett, 2012). Podsumowując, pod wpływem środowiska degradacji i wybranych szczepów bakterii

zwiększające podatność folii na biodegradację, zwiększa się przepuszczalność gazów, a co za tym idzie barierowość folii właściwości maleją, co przekłada się na bardziej efektywne procesy rozkład materiału w środowisku naturalnym.

Następna praca pt.: „*Birch Tar Introduced into Polylactide and Its Influence on the Barrier, Thermal, Functional and Biological Properties of the Film Obtained by Industrial Extrusion*” opisuje sposób otrzymania folii metodą wytłaczania w skali półtechnicznej oraz przedstawia wyniki badań dotyczące wybranych właściwości tych folii.

Przenikanie gazów przez folie analizowano pod kątem pary wodnej, tlenu, dwutlenku węgla i azotu, odpowiednio wg norm: PN-EN ISO 15106-1:2007, ASTM F 1927, ASTM F2476-20 i EN ISO 2556:2002. Pomiary wykonano w stabilnych warunkach 23°C i 50% RH (dla każdego gazu z wyjątkiem pary wodnej) (ISO15106-1, 2007; ASTM F 1927-98; ASTM F 2476, 2020).

Przepuszczalność pary wodnej uplastycznionej folii z 10% zawartością dziegciu była o 24,5% niższa niż w kontroli (uplastyczniony polilaktyd). Przepuszczalność tlenu, dwutlenku węgla i azotu przez tę folię wynosiła odpowiednio 24, 37 i 34% mniej w stosunku do PLA. Wyniki te pokazują, że 10% dodatek dziegciu znacząco zmieniła właściwości barierowe substancji polimerowej oraz możliwości wykorzystania uzyskanych folii.

Uzyskane metodą wytłaczania folie poddano dalej procesowi biodegradacji w warunkach kompostowania, a następnie zweryfikowano przepuszczalność pary wodnej i tlenu. Zaobserwowano zwiększenie przepuszczalności pary wodnej i tlenu przez folie, co by świadczyło o zmianie jej struktury na skutek kompostowania.

Właściwości termiczne folii wytworzonych metodą wytłaczania określono metodą różnicowej kalorymetrii skaningowej (typu DSC System DSC 1 STARe (Mettler Toledo, Swiss Company, Greifensee, Szwajcaria) w zakresie temperatur od 0 do 200°C. Pomiary DSC przeprowadzono w atmosferze azotu (ISO11357-1 2018-06; ISO11357-3, 2018-06; ISO11357-2, 2014-06). Główny wniosek wyciągnięty z wyników DSC jest taki, że dodatek dziegciu powoduje zmniejszenie stopnia krystaliczności, w wyniku czego powstaje materiał polimerowy, który ma głównie amorficzną strukturę.

Określono również właściwości biobójcze wytłoczonych folii względem bakterii chorobotwórczych: *E. coli* (ATCC 8739), *S. aureus* (ATCC 6538P) i *P. aeruginosa* (ATCC 13388) oraz izolowanych ze środowiska: *A. tumefaciens*, *X. campestris*, *P. brassicacearum*, *P. corrugate* i *P. syringae*, a także względem grzybów: *A. niger*, *A. flavus*, *A. versicolor*.

W porównaniu z wynikami dla folii o tej samej zawartości smoły brzozonej, ale uzyskanej metodą rozpuszczalnikową, dane są bardzo zbliżone (Richert i wsp., 2022; Richert i wsp., 2021).

Uzyskane wyniki wskazują, że poza metodą rozpuszczalnikową możliwe jest otrzymanie folii polilaktydowej z dodatkiem 10% dziegciu metodą wytlaczania. Wytworzona folia charakteryzuje się wysoką aktywnością przeciwko bakteryjnym i przeciwgrzybowym patogenom roślin. Ponadto dziegieć korzystnie zmienia właściwości fizykochemiczne, termiczne i barierowe folii, co poszerza możliwości ich zastosowania w przemyśle opakowaniowym.

4.1.1.4. Najważniejsze osiągnięcia prezentowanych badań

Najważniejsze osiągnięcia (z etapu I i II) i elementy nowości naukowej, mające istotne znaczenie praktyczne, a zawarte w jednotematycznym cyklu publikacji naukowych pt. „*Dziegieć jako składnik uplastycznionych folii polilaktydowych, wpływający na jej wybrane właściwości i podatność na biodegradację*” to:

- a) Określenie korzystnych warunków wytworzenia uplastycznionej folii PLA z dziegciem metodą rozpuszczalnikową oraz metodą wytlaczania.
- b) Wykazano, że dodatek dziegciu do matrycy polilaktydowej plastyfikowanej PEG umożliwia uzyskanie folii (metodą rozpuszczalnikową i wytlaczania) o właściwościach antibakteryjnych wobec patogenów roślin tj. *A. tumefaciens* i *X. campestris*, *P. brassicacearum*, *P. corrugate* i *P. syringae* oraz patogenów klinicznych: *E. coli* (ATCC 8739), *S. aureus* (ATCC 6538P) i *P. aeruginosa* (ATCC 13388).
- c) Udokumentowano, że analizowana folia (uzyskana metodą rozpuszczalnikową i wytlaczania) wykazuje właściwości grzybobójcze względem patogenów grzybowych *A. flavus*, *A. niger* i *A. versicolor*.
- d) Udowodniono, że powierzchnia struktury filmu jest niejednorodna w foliach z dziegciem, co prawdopodobnie sprzyja adhezji komórek bakteryjnych do folii i tym samym zwiększa działanie zawartych w nim związków wchodzących w skład dziegciu na komórki bakteryjnych, hamując ich wzrost.
- e) Poznano właściwości barierowe i stwierdzono, że plastyfikowane folie PLA z dziegciem predysponują do materiałów o potencjalnym zastosowaniu w rolnictwie lub ogrodnictwie w zakresie ochrony upraw przed patogenami roślin. To proponowane rozwiązanie daje możliwość ograniczenia stosowania tradycyjnych środków ochrony roślin w uprawach.

- f) Pokazano (dzięki analizie SEM), że mikroorganizmy mogą rozwijać się na foliach PLA z dziegiem. Dziegieć zawarty w foliach ogranicza rozwój mikroorganizmów, zwłaszcza tych pochodzących z gleby. Wykazano, że obecność biofilmu oraz wysoka stosunkowo aktywność oddechowa świadczy o zdolności mikroorganizmów do biodegradacji folii z dziegiem.
- g) Wykazano, że wytworzone folie są podatne na procesy biodegradacji w środowiskach naturalnych, w wodzie rzecznej, glebie i kompoście. Dodatek dziegiu spowalnia procesy rozkładu tych polimerów obniżając aktywność enzymów hydrolitycznych wydzielanych przez mikrobiotę środowiska.
- h) Biofilm może tworzyć się na powierzchni badanych polimerów, co pozwala pozyskać szczepy odporne na działanie dziegiu, aktywnie rozkładające te polimery, co skutecznie przyspiesza ich degradację.
- i) Uzyskano preparat przyspieszający biodegradację folii PLA z dziegiem.
- j) Aplikacja biopreparatu jest niezbędna do zwieszenia efektywności procesu biodegradacji.

4.1.1.5. Podsumowanie

Nowatorski charakter prezentowanego osiągnięcia naukowego polega przede wszystkim na wykorzystaniu dziegiu w przemyśle tworzyw biodegradowalnych (wytworzenie folii oraz biopreparatu degradującego).

Nowe materiały wykazywały innowacyjne właściwości, były zarazem biobójcze: grzybobójcze i bakterio-bójcze, a jednocześnie były podatne na biodegradację w różnych środowiskach. W odniesieniu do aktualnego stanu wiedzy i techniki, podjęte przeze mnie prace naukowo-badawcze są ważne i wartościowe zarówno w aspekcie naukowym jak i użytkowym. Bezwzględnie wpasowują się w działania podejmowane w ramach programu „Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia Badawcza” na Uniwersytecie Mikołaja Kopernika, czyli do realizacji koncepcji 4xI@NCU, tj. internacjonalizacja, interdyscyplinarność, innowacyjność i integralność (4x I).

Osiągnięcie naukowe w postaci wynalazku pn. „Innowacyjny (eco)materiał do zastosowania w rolnictwie i ogrodnictwie” stanowiła uplastyczniona folia PLA z dodatkiem dziegiu w trzech stężeniach, zostało wyróżnione przyznaniem następujących nagród zespołowych:

- Złoty Medal podczas XIV Międzynarodowych Targów Wynalazków i Innowacji INTARG w Katowicach za "Innowacyjny (eco)materiał do zastosowania w rolnictwie i ogrodnictwie".
- Złoty Medal za wynalazek pt.: "Innowacyjny (eco)materiał do zastosowania w rolnictwie i ogrodnictwie" podczas międzynarodowych targów, które odbyły się 8-12.09.2021 w Morocco, "Innovation Week in Africa "IWA 2021".
- Nagroda Specjalna za wynalazek pt.: "Innowacyjny (eco)materiał do zastosowania w rolnictwie i ogrodnictwie" podczas międzynarodowych targów, które odbyły się 8-2.09.2021 w Morocco, "Innovation Week in Africa "IWA 2021".
- Brązowy medal dla UMK za wynalazek Innovative (eco)material for applications in agriculture and food packaging industry, E-INNOVATE 2022, 08-10.06.2022.

Kolejnym osiągnięciem było pozyskanie biopreparatu pt.: „*Innowacyjny celowany eko(preparat) wspomagający biodegradację plastiku*”, który przyczynia się do przyspieszenia i spotęgowania procesu biodegradacji materiałów polimerowych PLA z dziegciem. W skład biopreparatu wchodzi szczepy bakteryjne wyizolowane z folii PLA z dziegciem podczas degradacji w kompoście. Preparat wytworzono w ramach realizacji grantu „Inicjatywa Doskonałości – Debiuty”, pt. „*Searching for an innovative eco-preparation enhancing the biodegradation on plastic*”, którego byłam kierownikiem i we współpracy z Katedrą Mikrobiologii Środowiskowej i Biotechnologii, za który otrzymaliśmy:

- Wyróżnienie w konkursie Liderzy Innowacji Pomorza i Kujaw 2022 za *Innowacyjny celowany eko(preparat) wspomagający biodegradację plastiku*”.

4.1.1.6. Literatura

1. Adfa M., Romayasa A., Kusnanda A.J., Avidlyandi A., Yudha S.S., Banon C., Gustian I., J. Wood Sci. Technol. 2020, 48, 1, 107.
2. Akkuş M., Akçay Ç., Yalçın M., Maderas-Cienc Technol. 2022, 24, 1, 5.
3. Ambrosiewicz M., Wigry 2002, No. 3/2022, https://www.wigry.org.pl/kwartalnik/nr3_2002.htm, access July 25, 2023.
4. ASTM F 1927-98; Standard Test Method for Determination of Oxygen Gas Transmission Rate, Permeability and Permeance at Controlled Relative Humidity through Barrier Materials Using Coulometric Detector. ASTM International: West Conshohocken, PA, USA, 2004.
5. ASTM F2476-20; Standard Test Method for the Determination of Carbon Dioxide Gas Transmission Rate (CO2TR) through Barrier Materials Using an Infrared Detector. ASTM International: West Conshohocken, PA, USA, 2020.
6. Blessing M.A., Schmidt P., J. Archaeol. Sci. Rep. 2022, 38, 103096.
7. Castro-Aguirre E., Iñiguez-Franco F., Samsudin H., Fang X., Aura R. Adv. Drug Deliver. Rev. 2016, 107, 333.
8. Courel B., J. Archaeol. Sci. Rep. 2018, 20, 72.
9. Etzel R.A., Montaña E., Sorenson W.G., Kullman G.J., Allan T.M., Dearborn D.G., Olson D.R., Jarvis B.B., Miller J.D., Arch. Pediatr. Adolesc. Med. 1998, 152, No. 8, 757.

10. Gavrilov S.N., Korzhenkov A.A., Kublanov I.V., Bargiela R., Zamana L.V., Popova A.A., Toshchakov S.V., Golyshin P.N., Golyshina O.V. *Front Microbiol.* 2019, 17, 10, 1573.
11. Grant W.D., Jones B.E. *Bacteria, archaea and viruses of Soda Lakes*. In: Schagerl M. (Ed.), *Soda Lakes of East Africa*. Springer, Switzerland, 2016, 97–149.
12. Gürler N., Pasa S., Temel H. *J. Taiwan Inst. Chem. Eng.* 123 (2021) 261.
13. Hagner M., Pasanen T., Lindqvist B., Lindqvist I., Tiilikkala K., Penttinen O.P., Setälä H., *Agric. Food Sci.* 2010, 19, 13.
14. Hagner M., Penttinen O.P., Pasanen T., Tiilikkala K., Setälä H., *Agric. Food Sci.* 2010, 19, 24.
15. <https://uprp.gov.pl/pl>, access July 25, 2023.
16. <https://webofscience.com>, access July 25, 2023.
17. <https://worldwide.espacenet.com>, access July 25, 2023.
18. <https://www.ezbiocloud.net/>.
19. Iñiguez-Franco F., Auras R., Rubino M., Dolan K., Soto-Valdez H., Selke S. *Polym. Degrad. Stab.* 146 (2017) 287–297, <https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2017.11.004>.
20. ISO 11357-1:2016-11; *Plastics. Differential Scanning Calorimetry (DSC). Part 1. General Rules*. International Organization for Standardization: Geneva, Switzerland, 2016.
21. ISO 11357-2:2014-06; *Plastics. Differential Scanning Calorimetry (DSC). Part 2. Determination of Glass Transition Temperature and Glass Transition Degree*. International Organization for Standardization: Geneva, Switzerland, 2014.
22. ISO 11357-3:2018-06; *Plastics. Differential Scanning Calorimetry (DSC). Part 3. Determination of Temperature and Enthalpy of Melting and Crystallization*. International Organization for Standardization: Geneva, Switzerland, 2018.
23. ISO 15106-1: 2007; *Plastics-Films and Boards-Determination of Water Vapor Transmission Rate-Part 1: Moisture Sensor Method*. International Organization for Standardization: Geneva, Switzerland, 2007.
24. ISO 22196:2011; *Measurement of Antibacterial Activity on Plastics and Other Non-Porous Surfaces*. International Organization for Standardization: Geneva, Switzerland, 2011.
25. ISO 2556: 2002, *Plastics. Determination of Gas Permeability Through Films And Thin Plates Under Atmospheric Pressure. Manometric Method*, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, 2002.
26. Janczak K., Dąbrowska G.B., Raszkowska-Kaczo A., Hryniewicz K., Richert A. *Int. Biodeterior. Biodegrad.* 2020, 155, 105087.
27. Janczak K., Hryniewicz K., Znajeńska Z., Dąbrowska G.B. *Int. Biodeter. Biodegrad.* 2018, 130, , 65.
28. Kaczmarek-Szczepanska B., Sionkowska M., Mazur O., Świętczak J., Swiontek Brzezinska M. *Int. J. Biol. Macromol.* 184, 2021, 584.
29. Kalita N.K., Sarmah A., Bhasney S.M., Kalamdhad A., Katiyar V. *Environ. Chall.* 3, 2021, 100030.
30. Khan S.J., Abidi S.N.F., Skinne A., Tia Y., Smith-Bolton R.K. *PLoS Genet.* 2017, 13, e1006937.
31. Kociołek-Balawejder E., Żebrowska M., Brzoza – kierunki wykorzystania biomasy, PNUE, Wrocław 2009.
32. Kozowyk P.R.B., Poulis J.A., Langejans G.H.J., *J. Archaeol. Sci. Rep.* 2017, 13, 49.
33. Lindqvist I., Lindqvist B., *Agric. Food Sci.* 2010, 19, 1.
34. Luo Y.B., Wang X.L., Wang Y. *Polym. Degrad. Stab.* 97 (5), 2012, 721–728,
35. Mazza P.P.A., Martini F., Sala B., Magi M., Colombini M.P., Giachi G., Landucci F., Lemorini C., Modugno F., Ribechini E., *J. Archaeol. Sci.* 2006, 33, 9, 1310.
36. Meade E., Savage M., Slattey M., Garvey M., *Infect. Dis. Rep.* 2021, 13, 2, 348.
37. Motelica L., Ficaí D., Ficaí A., Trusca R.-D., Ilie C.-I., Oprea O.-C., Andronescu E. *Foods* 9, 2020, 1801,
38. Motelica L., Ficaí D., Oprea O., Ficaí A., Trusca R.-D., Andronescu E., Holban A.M. *Pharmaceutics* 13 (2021) 1020.
39. Murwanashyaka J.N, Pakdel H., Bridgewater A.V *Fast pyrolysis of biomass. A handbook*, CPL Press, UK, Newbury 2002.
40. Olewnik-Kruszkowska E., Gierszewska m., Richert A., Grabska-Zielińska S., Rudawska A., Bouaziz M. *Materials* 2021, 14(7), 1643.
41. Olewnik-Kruszkowska E., Koter I., Skopińska-Wiśniewska J., Richert J. *J. Photochem. Photobiol. A Chem.* 2015, 311, 144.
42. Oramahi H., Yoshimura T., Rusmiyanto E., Kustiati K., *J. Appl. Biol. Sci.* 2020, 14, 1, 26.
43. Perthuisson J., Schaeffer P., Debels P., Galant P., Adam P., *Mat. Conf. „29th International Meeting on Organic Geochemistry (IMOG)”*, 1–6, September 2019.
44. Plackett D., *PHA/clay nano-biocomposites*, in: L. Avérous, E. Pollet (Eds.), (w:) *Environmental Silicate Nano-biocomposites*, [Red.], Springer, London, UK, 2012, pp. 143.
45. Qi X., Ren Y., Wang X. *Int. Biodeter. Biodegrad.* 2017, 117, 215.
46. Regert M., Alexandre V., Thomas N., Lattuat-Derieux A., *J. Chromatogr. A* 2006, 1101, 245.

47. Reuschenbach P., Pagga U., Strotmann U. Water research, 2003, 37(7), 1571.
48. Richert A. Przem. Chem. 2017, 96, 1313.
49. Richert A., Kalwasinska A., Swiontek Brzezinska M., Dabrowska G. Int. J. Mol. Sci. 2021, 22, 10228.
50. Richert A., Olewnik-Kruszkowska E., Dąbrowska G.B., Dąbrowski H.P. Int. J. Mol. Sci. 23, 2022, 268.
51. Richterich K., Berger H., Steber J. Chemosphere, 1998, 37(2), 319-326.
52. Rudnik E., Briassoulis D. J. Polym. Environ. 2011, 19, 18.
53. Sheng W., Zhuang Z., Gao M. Nat. Commun. 2015, 6, 5848.
54. Shi C., Zhao X., Yan H., Meng R., Zhang Y., Li W., Liu Z., Guo N. Food Control 2016, 62, 257.
55. Siracusa V. Polymers 2019, 11, 1066.
56. Stacey R., Dunne J., Brunning S., Devière T., Mortimer R., Ladd S., Parfitt K., Evershed R., Bull I., J. Archaeol. Sci. Rep. 2020, 29, 102118.
57. Stacey R., Dunne J., Brunning S., Devière T., Mortimer R., Ladd S., Parfitt K., Evershed R., I. Bull, J. Archaeol. Sci. Rep. 2020, 29, 102118.
58. Suresh G., Pakdel H., Rouissi T., Brar S., Fliss I., Roy Ch., Biotechnol. Res. Innov. 2019, 3, 47.
59. Swaroop C., Shukla M. Int. J. Biol. Macromol. 2018, 113, 729.
60. Swiontek B.M., Lalke-Porczyk E., Donderski W., Walczak M. Pol. J. Ecol. 2009, 57, 229.
61. Swiontek Brzezinska M., Richert A., Kalwasinska A., Swięczak J., Deja-Sikora E., Walczak M., Michalska-Sionkowska, M., Piekarska K., Kaczmarek-Szczepańska B. Int. J. Biol. Macromol. 2021, 187, 309.
62. Thorsell W., Mikiver A., Tunon H., Phytomedicine 2006, 13, 1.
63. Tintner J., Leibrecht F., Pfeifer C., Konuk M., Srebotnik E., Woitsch J., J. Anal. Appl. Pyrolysis 2021, 159, 105309.
64. Yahayn M., Mahmud K.N., Mahamad M.N., Ngadiran S., Lipeh S., Ujang S., Zakaria Z.A., J. Technol. 2017, 79, 4, 54.
65. Zhou Y., Xiaorong G., Int. J. Environ. Res. Public Health 2002, 16, 11.

5. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.

5.1. Wskaźniki bibliograficzne

Zgodnie ze stanem na dzień 25.09.2023 r. mój ilościowy dorobek naukowy i techniczny kształtuje się w sposób przedstawiony w Tabeli 1 w załączniku nr 4 do wniosku.

Punkty MNiSW, które uzyskałam to **2632** (wg Scopus Omega). Mój:

1. Impact Factor (w dziedzinach i dyscyplinach, w których parametr ten jest powszechnie używany jako wskaźnik naukometryczny) wynosi **IF=106,767**.
2. Indeks Hirscha (wg. Web of Science i Google Scholar) **IH = 11/13**.

5.2. Wybrane publikacje

Poza głównym zakresem mojej działalności naukowej, związanym z biodegradacją materiałów polimerowych, otrzymywaniem zmodyfikowanych tworzyw biodegradowalnych, realizuję również prace badawcze w innych obszarach nauk biologicznych. Dotyczą one głównie izolowania i identyfikacji mikroorganizmów przydatnych pod kątem

biodegradowalnym, przeprowadzania analiz enzymatycznych, badania właściwości biologicznych materiałów polimerowych i ich roli w kiełkowaniu i wzroście roślin. Wyniki niektórych z tych prac (zakończonych po doktoracie) zostały opublikowane w czasopismach znajdujących się na liście filadelfijskiej. Część z prac powstała w ramach współpracy międzynarodowej z ośrodkami naukowymi w Kazachstanie, Francji, Tunezji, Czech, Węgier, czy Hiszpanii. Najważniejsze z nich zestawiono poniżej (wyłączając publikację włączone do osiągnięcia habilitacyjnego). Szczegółowy wykaz osiągnięć naukowych dołączono w formie załącznika nr 4 do wniosku.

1. Olewnik-Kruszkowska E., Gierszewska M., Wrona M., **Richert A.**, Poly lactide-based films incorporated with berberine : physicochemical and antibacterial properties, *Foods*, 2023, 12/1, 1-15. DOI:10.3390/foods12010091.
(IF: 5,2, 140 pkt. MNiSW)
2. Kowalonek J., Stachowiak N., Bolczak K., **Richert A.**, Physicochemical and antibacterial properties of alginate films containing tansy (*Tanacetum vulgare* L.) essential oil, *Polymers*, 2023, 15/2, 1-17, DOI:10.3390/polym15020260.
(IF: 5,0, 100 pkt. MNiSW)
3. Rysbek A., Ramankulov Y., Kurmanbayev A., **Richert A.**, Abeldenov S. Comparative Characterization and Identification of Poly-3-hydroxybutyrate Producing Bacteria with Subsequent Optimization of Polymer Yield. *Polymers* 2022, 14/2, 335; <https://doi.org/10.3390/polym14020335>.
(IF: 5,0, 100 pkt. MNiSW)
4. Olewnik-Kruszkowska E., Gierszewska M., Wrona M., **Richert A.**, Rudawska A. Poly lactide-Based Films Incorporated with Berberine—Physicochemical and Antibacterial Properties. *Foods*, <https://doi.org/10.3390/foods12010091>.
(IF: 5,2, 140 pkt. MNiSW)
5. **Richert A.**, Dąbrowska G.B.: Enzymatic degradation and biofilm formation during biodegradation of polylactide and polycaprolactone polymers in various environments. *International Journal of Biological Macromolecules* 2021, 76, 226-232.
(IF: 8,2, 100 pkt. MNiSW)
6. Olewnik-Kruszkowska E., Gierszewska M., **Richert A.**, Grabska-Zielińska S., Rudawska A., Bouaziz M.: Antibacterial films based on polylactide with the addition of quercetin and poly(ethylene glycol). *Materials* 2021, 14/7, 1643, 1-22.
(IF: 3,4, 140 pkt. MNiSW)

7. Dąbrowska G.B., Janczak K., **Richert A.**: Combined use of Bacillus strains and Miscanthus for accelerating biodegradation of poly(lactic acid) and poly(ethylene terephthalate). PeerJ 2021, 9, e10957, 1-21.
(IF: 3,06, 100 pkt. MNiSW)
8. Swiontek Brzezinka M., **Richert A.**, Kalwasińska A., Świętczak J., Deja-Sikora E., Walczak M., Michalska-Sionkowska M., Piekarska K., Kaczmarek-Szczepańska B.: Microbial degradation of polyhydroxybutyrate with embedded polyhexamethylene guanidine derivatives. International Journal of Biological Macromolecules 2021, 187, 309–318.
(IF: 8,2, 100 pkt. MNiSW)
9. Janczak K., Dąbrowska G.B., Raszewska-Kaczor A., Hryniewicz K., **Richert A.**: Biodegradation of the plastics PLA and PET in cultivated soil with the participation of microorganisms and plants. – International Biodeterioration and Biodegradation 2020, 155,105087, 1-10.
(IF: 4,8, 100 pkt. MNiSW)
10. Swiontek Brzezinska M., Walczak M., Kalwasińska A., **Richert A.**, Świętczak J., Deja-Sikora E., Burkowska-But A.: Biofilm formation during biodegradation of polylactide, poly (3,4 hydroxybutyrate) and poly(ε-caprolactone) in activated sludge. International Journal of Biological Macromolecules 2020, 159, 539-546.
(IF: 8,2, 100 pkt. MNiSW)
11. Tarach I., Olewnik-Kruszkowska E., **Richert A.**, Gierszewska M., Rudawska A.: Influence of tea tree essential oil and poly(ethylene glycol) on antibacterial and physicochemical properties of polylactide-based films. Materials Vol. 13 no. 21 2020, 13/21, 4953,1-16.
(IF: 3,4, 140 pkt. MNiSW)
12. Olewnik-Kruszkowska E., Tarach I., **Richert A.**, Koter I., Nowaczyk J., Gierszewska M. „Stability of polylactide as potential packaging material in solution of selected surfactants used in cosmetic formulae”. Polymer Testing 2019, 74, 225-234.
(IF: 5,1, 100 pkt. MNiSW)
13. Olewnik-Kruszkowska E., Tarach I., **Richert A.**, Cichosz M., Koter I., Nowaczyk J.: „Physicochemical and barrier properties of polylactide films including antimicrobial additives”. Materials Chemistry and Physics 2019, 230, 299-307.
(IF: 4,6, 70 pkt. MNiSW)

14. **Richert A.**, Olewnik-Kruszkowska E., Adamska E., Tarach I.: „Enzymatic degradation of bacteriostatic polylactide composites”. *International Biodeterioration & Biodegradation* 2019, 142, 103-108.
(IF: 4,8, 100 pkt. MNiSW)
15. Gibas E., **Richert A.**: Impact of bacteria on oxy-degradable films containing essential oils and silver, and copper nanoparticles, *Przemysł Chemiczny* 2018, 97/2, 291-293.
(IF: 0,49, 70 pkt. MNiSW)
16. **Richert A.**: „Właściwości strukturalne i barierowe folii polilaktydowych z bakteriocynami po biodegradacji w ekstrakcie z kompostu” („Structural and barrier properties of polylactide films with bacteriocins after biodegradation in a compost extract”). *Przemysł Chemiczny* 2017, 96/6, 1313-1316.
(IF: 0,49, 70 pkt. MNiSW)
17. **Richert A.**: „Właściwości bakteriostatyczne kompozytów polietylenowych” („Bacteriostatic properties of polyethylene composites”). *Przemysł Chemiczny* 2017, 96/7, 1000-1003.
(IF: 0,49, 70 pkt. MNiSW)
18. **Richert A.**, Olewnik-Kruszkowska E., Adamska E.: „Enzymatic degradation of bactericidal polylactide composites” *Przemysł Chemiczny* 2017, 96/12, 2519-2521.
(IF: 0,49, 70 pkt. MNiSW)
19. Swiontek Brzezinska M., Walczak M., **Richert A.**, Kalwasinska A., Pejchalová M. The Influence of Polyhexamethylene Guanidine Derivatives Introduced into Polyhydroxybutyrate on Biofilm Formation and the Activity of Bacterial Enzymes. *Applied Biochemistry and Microbiology* 2016, 52/3, 298–303.
(IF: 1,065, 20 pkt. MNiSW)

5.3. Patenty i zgłoszenia patentowe

1. **Richert A.**, Dąbrowska, G.B. Sposób otrzymywania biodegradowalnej folii z biodegradowalnych polimerów oraz biodegradowalną folię zawierającą biodegradowalne polimery, Zgłoszenie Patentowe, P.442284, 2022.
2. **Richert A.**, Dąbrowska G.B., Dąbrowski H.P. Bakteriobójczy folia polilaktydowy i sposób jego przygotowania. Zgłoszenie Patentowe, P.433979, 2020.
3. Ilnicka A., Łukaszewicz J., Walczyk M., Katarzyna Janczak, Malinowski R., **Richert A.** Sposób wytwarzania środka biobójczego. Patent Polski nr 411608, 2017.

4. **Richert A.**, Richert J., Walczak M., Królikowski B., Sposób wytwarzania biodegradowalnych kompozytów polimerowych, Zgłoszenie Patentowe, P.398823.
5. Malinowski R., Żenkiewicz M., **Richert A.**, Rytlewski Sposób wytwarzania usieciowanego tworzywa biodegradowalnego, Zgłoszenie Patentowe, P. P.399658.

5.4. Wybrane konferencje i seminaria naukowe

Jestem autorką lub współautorką prezentacji przedstawionych w formie posterów lub referatów na konferencjach krajowych i międzynarodowych organizowanych m.in. w **Austrii, Chorwacji, Czechach, Danii, Niemczech, Polsce, Wielkiej Brytanii, na Ukrainie, Węgrzech, we Włoszech, USA, Korei**). Szczegółowy wykaz konferencji i seminarium przedstawiono w załączniku nr 4 do wniosku.

Poniżej przedstawiam jedno z ważniejszych, w który jestem pierwszym autorem i które prezentowałam osobiście, po obronie doktoratu:

1. **Richert A.** Wpływ substancji biobójczych na wybrane właściwości materiałów polilaktydowych. „Posiedzenie Rady Naukowej Instytutu IMPiB”, Toruń 22.03.2018, wystąpienie: referat – wykład na zaproszenie.
2. **Richert A.**, Jankiewicz U., Dąbrowska G.B. Ocena podatności na biodegradację folii z polilaktydu i polikaprolaktonu zawierających dziegieć. 54 Konferencja mikrobiologicznej – "Mikroorganizmy różnych środowisk", Lublin, 20-21.09.2021, wystąpienie: referat.
3. **Richert A.**, Jankiewicz U., Gaurrene J., Cogne G., Dąbrowska G.B. Innovative biodegradable films with birch tar for plant protection. Virtual International Conference "Plant productivity and food safety: Soil science, Microbiological, Agricultural Genetics and Food quality", Toruń, 15-17.09.2021, wystąpienie: referat.
4. **Richert A.**, Olewnik-Kruszkowska E., Dąbrowska G.B., How does the addition of birch tar to PLA and PCL biodegradable polymer materials change their properties? Characteristics of new eco-materials, W: 3rd International Conference on Materials Science & Engineering, April 18-22, 2022, Boston, wystąpienie: referat.
5. **Richert A.**, Felföldi T., Szabó A., Kalwasińska A., Swiontek Brzezinska M., Dąbrowska G.B, Biodiversity of microorganisms colonising the surface of biodegradable films with birch tar exposed to the aqueous environment, In: Second Edition of Virtual International Conference "Plant productivity and food safety: soil

science, microbiology, agricultural genetics and food quality", Toruń, 15-16.09.2022, wystąpienie: poster.

6. **Richert A.**, Felföldi T., Szabó A., Kalwasińska A., Swiontek Brzezinska M., Dąbrowska G.B, Biodiversity of bacteria in biofilm developed on the surface of the birch tar - containing PLA and PCL in the water environment. W: 4th International Conference on Renewable Energy, Resources & Sustainable Technologies & Biopolymers and Bioplastics, Rome, Italy 14-15.11.2022, wystąpienie: referat.
7. **Richert A.** Biologiczny komunikat na temat materiałów polimerowych posiadających właściwości biobójcze, Toruń 21.06.2023, wystąpienie: referat – wykład na zaproszenie w ramach programu „Inter disciplinas excellentia- Biologia i Chemia Polimerów.
8. **Richert A.** Biologiczne spojrzenie na substancje antymikrobowe w materiałach polimerowych typu „bio”. „XVI Kopernikańskie Seminarium Doktoranckie”, Toruń 29-30.06.2023, wystąpienie: referat – wykład na zaproszenie prof. Edwarda Szłyka.

5.5. Realizacja projektów badawczych

Od początku mojej działalności naukowo-badawczej realizuję projekty badawcze. Poniżej przedstawiam ich szczegóły:

1. Trzeci pakiet zadaniowy projektu WP03 pt.: "Opracowanie i optymalizacja składu kompozycji polimerowych ulegających biodegradacji z uwzględnieniem parametrów przetwarzania metodami wyłaczania, termoformowania i zgrzewania". Projekt w ramach POIG nr 01.03.01-00-018/08-00 pt. „Materiały Opakowaniowe nowej generacji z tworzywa polimerowego ulegającego recyklingowi organicznemu”, 2009-2013, finansowany ze środków Unii Europejskiej, pełniona funkcja: **wykonawca**.
2. Czwarty pakiet zadaniowy projektu WP04 pt.: „Badania właściwości fizykochemicznych i cieplnych modyfikatorów, komponentów polimerowych oraz wybranych kompozycji biodegradowalnych tworzyw przeznaczonych na wytwarzanie sztywnych opakowań”. Projekt w ramach POIG nr 01.03.01-00-018/08-00 pt. „Materiały Opakowaniowe nowej generacji z tworzywa polimerowego ulegającego recyklingowi organicznemu”, 2009-2013, finansowany ze środków Unii Europejskiej, pełniona funkcja: **wykonawca**.
3. Projekt „Krok w przyszłość – stypendia dla doktorantów IV edycja”, 2012/2013, współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego, pełniona funkcja: **wykonawca**.

4. Inkubator Innowacyjności, UMK_4.0 realizowanego w ramach programu MNiSW pn. Inkubator Innowacyjności 4.0" (nr umowy MNiSW /2020/331/DIR), Nr decyzji: 4/2021 przyznał grant pt.: "Innowacyjny (eco)materiał do zastosowania w rolnictwie i przemyśle opakowaniowym", pełniona funkcja: **kierownik projektu**.
5. Projekt badawczy nr UMO 2011/01/B/NZ9/00230 pt. „Wpływ pochodnych PHMG na właściwości biobójcze, aktywność biologiczną i podatność na degradację biopolimerów”, 2011/2014, finansowany ze środków NCN, pełniona funkcja: **główny wykonawca**.
6. Projekt badawczy nr 110959 pt. „Prace badawczo technologiczne w zakresie procesu wytwarzania wybranych polimerów biobójczych. Etap I”, 2009, finansowany w ramach dotacji statutowej, pełniona funkcja: **wykonawca**.
7. Projekt badawczy nr 110932 pt. „Enzymatyczna degradacja tworzyw polimerowych”, 2012, finansowany z dotacji statutowej, pełniona funkcja: **wykonawca**.
8. Projekt badawczy nr 110850 pt. „Prace badawczo technologiczne w zakresie wytwarzania nowoczesnych biobójczych kompozycji polimerowych do zastosowania w produktach codziennego użytku”, 2010, finansowany z dotacji statutowej, pełniona funkcja: **kierownik**.
9. Projekt badawczy nr 110511 pt. „Prace badawczo-technologiczne w zakresie wytwarzania bioaktywnych materiałów biodegradowalnych ulegających recyklingowi organicznemu” Etap I, 2011, finansowany z dotacji statutowej, pełniona funkcja: **kierownik**.
10. Projekt badawczy nr 210402 pt. „Prace badawczo-technologiczne w zakresie wytwarzania bioaktywnych materiałów polimerowych ulegających recyklingowi organicznemu” Etap II, 2012, finansowany z dotacji statutowej, pełniona funkcja: **kierownik**.
11. Projekt "Krok w przyszłość - stypendia dla doktorantów V edycja", 2013/2014, współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego, pełniona funkcja: **wykonawca**.
12. Projekt "Krok w przyszłość – stypendia dla doktorantów V edycja", 2014/2015, współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego, pełniona funkcja: **wykonawca**.
13. Fotodegradacja wybranych materiałów polimerowych biodegradowalnych (2016), pełniona funkcja: **kierownik projektu**.

14. Degradacja enzymatyczna aktywnych biologicznie folii (2017), pełniona funkcja: **kierownik projektu.**
15. Tworzywa oksybiodegradowalne o właściwościach biobójczych (2017), pełniona funkcja: **wykonawca.**
16. Enzymatyczna degradacja folii – biobójczych mieszanin z PLA (2017), pełniona funkcja: **kierownik projektu.**
17. Badania wybranych właściwości folii polilaktydowych zawierających substancję biologicznie czynną (2018), pełniona funkcja: **kierownik projektu.**
18. Przygotowanie i wydanie monografii naukowej o tematyce w obszarze obróbki radiacyjnej polimerów biodegradowalnych (2018), pełniona funkcja: **wykonawca.**
19. System Zarządzania. Utrzymanie akredytacji i przygotowanie do jej rozszerzenia w Laboratorium Badawczym Instytutu Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników w Toruniu – etap IV, pełniona funkcja: **wykonawca.**
20. Prace badawczo-rozwojowe dotyczące opracowania nowych materiałów biodegradowalnych przeznaczonych do wytwarzania produktów ekologicznych. Badania wybranych właściwości folii polilaktydowych zawierających substancję biologicznie czynną (2019), pełniona funkcja: **kierownik projektu.**
21. System Zarządzania. Utrzymanie akredytacji i przygotowanie jej rozszerzenia w Laboratorium Badawczym OT Instytutu Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników w Toruniu (etap VII) (2019), pełniona funkcja: **wykonawca.**
22. Projekt stażowy w ramach konkursu Inicjatywa Doskonałości – Mobilności dla Pracowników w ramach programu „Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia Badawcza” (decyzja Rektora z grudnia 2021), pełniona funkcja: **kierownik projektu.**
23. "Więcej wiedzy na hektar, mniej chemii na hektar - wstępne badania biologicznych rozwiązań dla rolnictwa." Projekt na zlecenie Urzędu Marszałkowskiego, czas realizacji 09-11.2021, pełniona funkcja: **wykonawca.**
24. Badania nad opracowaniem metody wprowadzania drobnoustrojów do receptur ciekłych nawozów azotowych z dodatkami funkcjonalnymi”. Projekt finansowany przez Grupę Azoty Police, POIR.01.01.01-00-1313/20 realizowany w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014-2020; 2021-2023, pełniona funkcja: **główny wykonawca.**
25. PACKaging materials research group, grant naukowy dla grup naukowych w ramach programu „Inicjatywa doskonałości – uczelnia badawcza”, grudzień 2022, pełniona funkcja: **członek zespołu.**

26. Natural, innovative biopreparation accelerating the degradation of plastic waste. Grants4ncuStudents, grudzień 2022, pełniona funkcja: **kierownik projektu**.
27. Searching for an innovative eco-preparation enhancing the bio-degradation of plastic, realizowany w latach 2022-2023 (1 rok) ramach projektu IDUB „DEBIUTY 3”, pełniona funkcja: **kierownik projektu**.

5.6. Staże i wizyty w krajowych i zagranicznych ośrodkach naukowych i przedsiębiorstwach

Przed obroną doktoratu odbyłam kilka pobytów naukowych w kraju i za granicą. Do najważniejszych odwiedzonych jednostek należą:

1. Politechnika Śląska w Gliwicach, 2011, czas trwania: 4 dni, oraz 2012, czas trwania 5 dni, jednostka kierująca: Instytut Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników w Toruniu, charakter pobytu: naukowo-szkoleniowy.
2. University of Natural Resources and Life Science w Wiedniu (Austria), czas trwania: 5 dni, 2011, jednostka kierująca: Instytut Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników w Toruniu.
3. Oddział Farb i Tworzyw w Gliwicach (IPTiF), świadczenie pracy naukowej (na stanowisku asystenta), na rzecz Laboratorium Badań i Technologii Farb i Lakierów (LTF), 01.01.2012-31.08.2012, jednostka kierująca: Instytut Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników w Toruniu.
4. Uniwersytet Techniczno-Przyrodniczy (UTP) w Bydgoszczy, pięciodniowy pobyt naukowy dla najlepszych doktorantów wraz ze szkoleniem i warsztatami - realizacja projektu, 2014, jednostka kierująca: Departament Edukacji i Sportu Urzędu Marszałkowskiego województwa kujawsko-pomorskiego.

Po obronie doktoratu odbyłam dwa staże długoterminowe. Pierwszy z nich miał miejsce w Katedrze Mikrobiologii i Biotechnologii, SGGW w Warszawie. Opiekunem stażu była dr hab. Urszula Jankiewicz. Staż trwał trzy miesiące w 2021 i miał charakter naukowy. Drugi staż naukowy trwał dwa miesiące w 2022 i miał miejsce w ELTE Eötvös Loránd University in Budapest, Department of Microbiology, charakter stażu: naukowy. Opiekunem był Prof. Tamás Felföldi. W ramach tych staży powstały prace artykuły naukowe i doniesienia konferencyjne, w których współautorami są osoby, z którymi współpracowałam podczas w/w staży. W 2022 roku w Rzymie odbyło się pięciodniowe spotkanie naukowe „International Event – Biopolymers and Bioplastic, Coalesce Research Group Organisation”, w którym brałam udział.

5.7. Nagrody i wyróżnienia wynikające z prowadzenie badań naukowych i przemysłowych

5.7.1. Nagrody i wyróżnienia - przed doktorem

1. Nagrody indywidualne przyznane przez Dyrektora Instytutu IMPiB w Toruniu w: 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 za uzyskane punkty niezbędne do kategoryzacji dla Jednostki Naukowej.
2. Udział w filmie reklamowym na potrzeby Instytutu IMPiB w Toruniu. 2012.
3. Udział w filmie reklamowym na zaproszenie Urzędu Marszałkowskiego w Toruniu, jako drugi najlepszy doktorant w województwie kujawsko-pomorskim. 2013.
4. Trzykrotny laureat programu „Krok w przyszłość – stypendia dla doktorantów” (edycje 2012/2013, 2013/2014, 2014/2015), realizowanego przez Departament Edukacji i Sportu Urzędu Marszałkowskiego Województwa Kujawsko-Pomorskiego.
5. Trzy dyplomy z gratulacjami od Marszałka Województwa Kujawsko-Pomorskiego za prace w ramach rozprawy doktorskiej w latach: 2012/2013, 2013/2014, 2014/2015.
6. Wniosek prof. dr hab. inż. Zofii Żakowskiej (Politechnika Łódzka) oraz prof. dr hab. inż. Ryszarda Stellera o wyróżnienie rozprawy doktorskiej (Politechnika Wrocławska).
7. List referencyjny od Dyrektora Interdyscyplinarnego Centrum Nowoczesnych Technologii w Toruniu prof. dr hab. Jerzego Łukaszewicza.

5.7.2. Nagrody i wyróżnienia - po obronie doktoratu

1. Decyzja nr 0086/STYP/12/2017 z dnia 25.01.2017 Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego uznająca dorobek naukowy za wyróżniający. Ocena Wyróżniająca (rok 2018) w okresowej ocenie dorobku naukowego i technicznego Instytutu IMPiB w Toruniu za lata 2016-2017 przyznana przez Komisję powołaną przez Radę Naukową Instytutu IMPiB w Toruniu.
2. Nagroda Dyrektora Instytutu IMPiB w Toruniu (czerwiec 2018) za uzyskanie oceny wyróżniającej w okresowej ocenie dorobku naukowego i technicznego Instytutu IMPiB w Toruniu za lata 2016-2017.
3. Włączenie do grona stałych recenzentów w czasopiśmie anglojęzycznym „Ecological Questions”.
4. Nagroda JM Rektora UMK - wyróżnienie za działalność naukową w roku 2020.

5. Złoty Medal podczas XIV Międzynarodowych Targów Wynalazków i Innowacji INTARG w Katowicach za „Innowacyjny (eco)materiał do zastosowania w rolnictwie i ogrodnictwie”, 2021.
6. Złoty Medal za wynalazek pt.: „Innowacyjny (eco)materiał do zastosowania w rolnictwie i ogrodnictwie” podczas międzynarodowych targów, które odbyły się 8-12.09.2021 w Morocco, „Innovation Week in Africa “IWA 2021”.
7. Nagroda Specjalna za wynalazek pt.: „Innowacyjny (eco)materiał do zastosowania w rolnictwie i ogrodnictwie” podczas międzynarodowych targów, które odbyły się 8-12.09.2021 w Morocco, „Innovation Week in Africa “IWA 2021”.
8. List Nominacyjny Ogólnopolskiej Nagrody Gospodarczej „AMBASADOR INNOWACYJNOŚCI”, Europejski Ośrodek Rozwoju Gospodarki Sp. z o.o., 03.10.2021.
9. Nagroda Specjalna Jego Magnificencji Rektora UMK „Innowator UMK”, za rozwiązanie: „Innowacyjny (eco)material do zastosowania w rolnictwie”, 28.09.2021.
10. Wyróżnienie Zespołowe J.M. Rektora za prace naukowe naukowe za rok 2021, przyznane – czerwiec 2022.
11. Brązowy medal dla UMK za wynalazek Innovative (eco)material for applications in agriculture and food packaging industry, E-INNOVATE 2022, 08-10.06.2022.
12. Wyróżnienie w konkursie Liderzy Innowacji Pomorza i Kujaw 2022 za Innowacyjny celowany eko(preparat) wspomagający biodegradację plastiku – Zespół Badawczy Katedra Genetyki i Katedra Mikrobiologii Środowiskowej i Biotechnologii.

5.8. Stypendia naukowe

- Stypendium doktorskie przyznane przez Dyrektora Instytutu IMPiB w Toruniu zaopiniowane przez Radę Naukową Instytutu IMPiB w Toruniu.
- Stypendium Marszałka województwa kujawsko-pomorskiego w ramach projektu „Krok w przyszłość – stypendia dla doktorantów” realizowanego przez Departament Edukacji i Sportu Urzędu Marszałkowskiego Województwa Kujawsko-Pomorskiego (edycja 2012/2013).
- Stypendium Marszałka województwa kujawsko-pomorskiego w ramach projektu „Krok w przyszłość – stypendia dla doktorantów” realizowanego przez Departament Edukacji i Sportu Urzędu Marszałkowskiego Województwa Kujawsko-Pomorskiego (edycja 2013/2014).

- Stypendium Marszałka województwa kujawsko-pomorskiego w ramach projektu „Krok w przyszłość – stypendia dla doktorantów” realizowanego przez Departament Edukacji i Sportu Urzędu Marszałkowskiego Województwa Kujawsko-Pomorskiego (edycja 2014/2015).
- Stypendia JM Rektora za wysoko punktowane publikacje naukowe 2 latach 2020, 2021, 2022, 2023.

5.9. Współpraca z instytucjami naukowymi w kraju - istotna aktywność naukowa

Najważniejsze ośrodki naukowe w Polsce, z którymi realizuję prace naukowe to:

- Interdyscyplinarne Centrum Nowoczesnych Technologii UMK w Toruniu, w zakresie preparatów bioaktywnych.
- Sieć Badawcza Łukasiewicz Instytut IMPiB, Oddział Elastomerów i Technologii Gumy w Piastowie w zakresie badań biopreparatów i materiałów bioaktywnych.
- Politechnika Śląska w Gliwicach, Instytut Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych, w zakresie badań, konsultacji nad biopreparatami i biomateriałami oraz biodegradacji tworzyw sztucznych.
- Uniwersytet Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy, w zakresie badań właściwości cieplnych tworzyw i modyfikacji warstwy wierzchniej materiałów polimerowych.
- Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Wydział Chemii w zakresie badań DSC, AFM, SEM.
- Instytut Przemysłu Skórzanego w Łodzi, w zakresie preparatów aktywnych – biopreparatów i badań bioremediacji.
- Sieć Badawcza Łukasiewicz Instytut IMPiB, Oddział Farb i Lakierów w Gliwicach, w zakresie badań biologicznych powłok z farby i materiałów polimerowych bioaktywnych oraz biopreparatów.
- Sieć Badawcza Łukasiewicz Instytut Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników w Toruniu.
- Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Katedra Biochemii i Mikrobiologii, Warszawa.

5.10. Współpraca z instytucjami naukowymi za granicą - istotna aktywność naukowa

Do najważniejszych ośrodków naukowych zagranicznych, z którymi współpracuję należą:

- Bioprocessing engineering at Polytech Nantes, campus Gavy, Boulevard de l'université, 44600 Saint-Nazaire, France.

- Electrochemistry and Environmental Laboratory, National Engineering School of Sfax, University of Sfax, Tunisia.
- National Center for Biotechnology, Kazakhstan, Department of General Biology and Genomics, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Kazakhstan.
- Department of Microbiology, ELTE Eötvös Loránd University, Budapest, Hungary.
- Institute of Aquatic Ecology, Centre for Ecological Research, Karolina 29, 1113 Budapest, Hungary.
- Department of Aquatic Sciences and Assessment, Swedish University of Agricultural Sciences, Lennart Hjelm's väg 9, SE-75007 Uppsala, Sweden.
- Department of Biological and Biochemical Sciences Faculty of Chemical Technology, University of Pardubice, Czech Republic.

5.11. Współpraca z sektorem przemysłowym

W ramach mojej działalności naukowo-badawczej wykonuję różnego rodzaju prace dla potrzeb sektora przemysłowego, głównie są to analizy, ekspertyzy, opinie oraz badania naukowe. Część z nich jest realizowana na podstawie wspólnych projektów badawczych, rozwojowych lub wdrożeniowych, a część jako usługi badawcze. W ramach tej współpracy wykonuję badania ds. właściwości biobójczych materiałów polimerowych, oznaczania biofilmu bakteryjnego. Podczas pracy w Sieci Badawczej Łukasiewicza wykonywałam badania reologiczne, barierowe, mechaniczne, biodegradacyjne, badania technikami skaningowej mikroskopii elektronowej.

Do głównych przedsiębiorstw, dla których wykonywałam prace badawcze należą: UNIPLAST Nowe Miasto nad Pilicą, SABIC Poland Warszawa, Amid Ostrowiec Świętokrzyski, Nanoseen, Centrum Przedsiębiorczości Akademickiej i Transferu Technologii, Thomson Research Associates, INC Canada, Ultra-Fresh Toronto, Ontario, Canada, Stowarzyszenie Tilia w Toruniu. Odbýłam również staże przemysłowe w niniejszych jednostkach:

1. Oddział Farb i Tworzyw w Gliwicach (IPTiF), świadczenie pracy naukowej (na stanowisku asystenta), na rzecz Laboratorium Badań i Technologii Farb i Lakierów (LTF), 01.01.2012-31.08.2012, jednostka kierująca: Instytut Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników w Toruniu.
2. Plastmal Jako Sp. z o.o. w Toruniu, partner biznesowy do realizacji projektu „Krok w przyszłość stypendia dla doktorantów”, współpraca naukowo-przemysłowa,

w okresie 27.03.2012-29.05.2015, jednostka kierująca: Instytut Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników w Toruniu.

3. Tworzywa Sztuczne Rafał Adamczyk, partner biznesowy do realizacji projektu „Krok w przyszłość stypendia dla doktorantów”, współpraca naukowo-badawcza w okresie 25.04.2012-29.05.2015, jednostka kierująca: Instytut Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników w Toruniu.

5.12. Działalność recenzencka

W latach 2019-2023 Recenzowałam blisko **60** publikacji naukowe przesyłanych do redakcji czasopism o zasięgu krajowym i międzynarodowych, głównie do takich jak:

Antibiotics, Applied Microbiology, Archives of Environmental Protection, Biologics, Biology, Coatings, Ecological Question, Energy, ENZMICTEC, Fermentation, Foods, Frontiers, Heliyon, International Journal of Molecular Sciences, Journal of Applied Microbiology, Journal of Fungi, Journal of Material Cycles and Waste Management, Materials, Membranes, Microorganisms, Molecules, Pharmaceuticals, Pharmaceutics, Polymers, Recenzje publikacji naukowych dla Fundacji na rzecz promocji nauki i rozwoju TYGIEL w Lublinie, Waste Management (JMCW).

Szczegółowy wykaz recenzowanych prac znajduje się w Załączniku nr 4 do wniosku.

5.13. Przynależność do stowarzyszeń, towarzystw i komitetów

Od 2009 zaczęłam przynależać do stowarzyszeń i komitetów naukowych z zakresu nauk biologicznych (biologii eksperymentalnej roślin, botaniki, mikrobiologii) oraz przetwórstwa tworzyw i przemysłu chemicznego. W latach 2018-2022 byłam Członkiem Komisji Ds. Promocji Osiągnięć Naukowo-Technicznych, Odczytów i Publikacji przy Zarządzie Oddziału SIMP w Toruniu oraz członkiem Komisji Rewizyjnej Towarzystwa (TPTP) przy Oddziale SIMP w Toruniu.

Od 2021 jestem Ambasadorem Fundacji TYGIEL z Lublina. W 2023 roku zostałam członkiem międzynarodowego stowarzyszenia COST (European Cooperation in Science and Technology), Action CA22155, „*Network for forest by-products charcoal, resin, tar, potash (EU-PoTaRCh)*”.

6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę.

6.1. Osiągnięcia dydaktyczne – prowadzenie ćwiczeń, laboratorium, wykładów

Podczas mojej pracy w Katedrze Genetyki, na Wydziale Nauk Biologicznych i Weterynaryjnych UMK w Toruniu, w latach 2019-2023 prowadziłam zajęcia dydaktyczne dla kierunków: biologia, biotechnologia, diagnostyka molekularna, chemia medyczna, z następujących przedmiotów (Tabela 1).

Tabela 1. Zajęcia dydaktyczne w latach 2019-2023.

Przedmiot	Rok akademicki				Suma
	19/20	20/21	21/22	22/23	
Biologia molekularna	60	30	60	30	180
Metody analizy biologicznego materiału kopalnego	40	20	60	20	140
Metody analizy wysokocząsteczkowych kwasów nukleinowych	20	-	-	-	20
Genetyka	30	-	30	50	110
Inżynieria genetyczna	30	-	30	30	90
Podstawy biologii molekularnej – wykład	8	8	8	8	32
Podstawy biologii molekularnej	18	18	18	9	63
Genetyczne metody wykorzystywane w laboratoriach kryminalistycznych	26	-	-	-	26
* Microbial molecular genetics and genome dynamics	-	-	40	40	80
Podstawy genetyki	-	81	-	-	81
Genetyka molekularna	-	-	-	30	30
Pracownia specjalizacyjna	11	10	-	5	26
Pracownia dyplomowa	-	10	-	-	10
Pracownia magisterska	-	14	16	12	42
				Suma	930

* Przedmiot „Microbial molecular genetics and genome dynamics” prowadziłam w języku angielskim dla studentów z wymiany międzynarodowej ERASMUS.

6.2. Osiągnięcia dydaktyczne – opieka nad studentami, doktorantami, praktykantami

Sprawowałam również opiekę nad 3 pracami magisterskimi i dwiema pracami licencjackimi. W latach 2020-2023 byłam recenzentem kilku prac licencjackich i magisterskich, oraz byłam przewodniczącą komisji egzaminacyjnej magisterium.

W ramach działalności dydaktycznej w latach 2020-2023 byłam opiekunem roku na kierunku Biologia. W 2020r. przez miesiąc sprawowałam opiekę nad praktykantką, w 2021 nad studentką z wymiany międzynarodowej Erasmus z Hiszpanii (3 miesiące). W lipcu 2023 uzyskałam funkcję promotora pomocniczego doktorantki.

6.3. Osiągnięcia organizacyjne oraz popularyzujących naukę

Zaangażowana byłam także w zajęcia promocyjne mające na celu popularyzację nauki w środowisku szkolnym w różnym wieku oraz dla ludzi dorosłych. Prowadziłam zajęcia pt. „Zanieczyszczenia plastikiem w środowisku naturalnym”, w ramach programu Toruński Festiwal Nauki i Sztuki 2022.

Ponadto w 2020r. prowadziłam warsztaty dla Fundacji Tilia z Torunia, pt. „Jak oczyścić planetę z plastiku?”

W ramach działalności organizacyjnej brałam także czynny udział w przygotowaniu kilkudziesięciu konferencji dla Fundacji Tygiel w Lublinie. W okresie trzymiesięcznego stażu na SGGW (2021) brałam czynny udział w opiece nad studentką odbywającą 3 miesięczny staż w grupie Prof. Urszuli Jankiewicz w ramach programu edukacyjnego międzynarodowego. Brałam również czynny udział w napisaniu rozdziału książki dla dzieci: „Nanopolis. Uniwersum przez lupę” współautorstwo w książce dla dzieci, wydawca UMK (2021). Moja dyplomantka uzyskała grant na badania własne. Była również laureatką konkursu na najlepsze wystąpienie ustne podczas XIX Konferencji "Biotechnologia: dziś na Uniwersytecie Technologiczno-Przyrodniczym, jutro w regionie kujawsko-pomorskim". Zdobyła pierwsze miejsce w kategorii licencjacka praktyczna pt. „Interakcje pomiędzy wybranymi mikroorganizmami, roślinami, środowiskiem, a plastikiem" za rok akademicki 2020/21.

Ponadto w 2023 uzyskałam zgodę od Władz Wydziału NBiW na poprowadzenie wykładów, których jestem koordynatorem w ramach zajęć ogólnouniwersyteckich i monograficznych pt.:

1. Rozkładać, czy nie rozkładać – czyli rozważania mikroorganizmów nad odpadami, Decompose or decompose – considerations of microorganisms over waste.
2. Mikroplastiki w ekosystemach wodnych, Microplastics in aquatic ecosystems.
3. Antyczny DNA w pigułce Ancient DNA in a nutshell.

Ponadto wielokrotnie prowadziłam audycje w radiu GRA, promującą Wydział Nauk Biologicznych i Weterynaryjnych, w ramach produktów Katedry Genetyki (październik 2020) i promujących naukę.

Podczas pracy w Instytucie Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników w Toruniu brałam udział w filmach promujących działalność naukowo-badawczą Instytutu.

Udzielałam wywiadów dom.in.: polishscience.pl, wyborcza.pl, portal.umk.pl. Współpracuję z portalem internetowym Plastech.

Wielokrotnie brałam udział w Targach międzynarodowych m.in. w Katowicach, Maroko, Bydgoszczy, mających na celu popularyzację nauki.

Wykonywałam usługi laboratoryjne o charakterze biologicznym dla kilkudziesięciu firm oraz fizykochemiczne dla kilkuset.

Pozyskałam fundusze i utworzyłam laboratorium mikrobiologiczne (w Sieci Badawczej Łukasiewicz, Instytut IMPiB) świadczące usługi komercyjne.

Jestem recenzentem kilkudziesięciu prac naukowych oraz wniosków statutowych.

Biorę czynny udział w programach Fundacji Science Watch Polska.

7. Inne informacje

7.1. Udział w szkoleniach

Ukończyłam łącznie ponad **50** szkoleń.

7.1.1. Przed obroną doktoratu, w zakresie:

1. Nauk technicznych:

- „Szkolenie w zakresie nanokompozytów i materiałów gradientowych o osnowie polimerowej”. 7-11.05.2012. Realizacja: Politechnika Śląska, Gliwice-Praga.
- Nowoczesne materiały kompozytowe w jednostkach pływających”. 16-19.05.2011. Realizacja: Politechnika Śląska, Olsztyn.
- „Szkolenie TARR”, „Wpływ składników biobójczych na właściwości i zastosowanie folii opakowaniowych”.

2. Nauk matematycznych:

- „Warsztaty. Szacowanie niepewności pomiarów”. 07-08.12.2011. Realizacja: Biuro Naukowo Techniczne PROLAB, Toruń.

3. Nauk chemicznych:

- „Szkolenie w zakresie technologii wytwarzania oraz badań nieniszczących polimerowych materiałów kompozytowych”. Realizacja: Politechnika Śląska, Wisła, 2010.
4. Nauk biologicznych:
- „Zapewnienie i kontrola jakości pożywek mikrobiologicznych – szkolenie praktyczne w laboratorium”. 23-25.05.2012. Realizacja: Gdańsk Gdańska Fundacja Wody, Gdańsk oraz Firma ARGENTA Sp. z o.o., Poznań.
 - „Sterowanie Jakością Badań w Laboratorium Mikrobiologicznym (żywność pasze)”. Realizacja: AQUA Centrum Sp. z o.o., Gdańsk – Oliwa.
5. Komercjalizacji wiedzy:
- Desig Thinking, Bydgoszcz UTP. 04-06. 06.2014.
 - „Metody współpracy nauki z przedsiębiorstwami”. 23.06.2013. Realizacja: Dorfin Sp. z o.o., Toruń.
 - „Finansowanie badań naukowych z różnych źródeł”. 22.06.2013. Realizacja: Dorfin Sp. z o.o., Toruń.
 - „Zakładanie i prowadzenie działalności gospodarczej z warsztatami dot. przygotowania biznes planu”. 21.06.2013. Realizacja: Dorfin Sp. z o.o., Toruń.
6. Uprawnienia w zakresie eksploatacji i dozoru urządzeń, instalacji i sieci elektrotermicznych wraz z aparaturą kontrolno-pomiarową:
- „Programowanie Aparatów Słuchowych RIVA, Obsługa Programu Connexx 5.4. Psychologiczne Techniki sprzedaży”. Realizacja: Audio Service, Bydgoszcz.
7. Innych obszarów wiedzy, np. negocjacji w biznesie, metod współpracy z przedsiębiorcami:
- „Jak być asertywnym i radzić sobie ze stresem”, Realizacja: Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Biuro Karier, Toruń.
 - „Komunikacja interpersonalna w biznesie z warsztatami”, 20.06.2013. Realizacja: Dorfin Sp. z o.o., Toruń.
8. Zarządzania Jakością (np. Nowoczesne Systemy Zarządzania Jakością):
- „Działania korygujące, zapobiegawcze w praktyce oraz nadzorowanie badań niezgodnych z wymaganiami”. 09-10.06.2011. Realizacja: A2KCeNT, Centrum Naukowo-Techniczne, Warszawa.
 - „Nowoczesne Systemy Zarządzania Jakością”. Realizacja: Europejskie Centrum Współpracy Młodzieży, Toruń.

9. Języka angielskiego, rosyjskiego, migowego.
10. Ochrony środowiska naturalnego:
 - „Wynalazki w biotechnologii. Ochrona własności intelektualnej i przemysłowej w przedsiębiorstwach i jednostkach naukowo-badawczych”. 08.11.2011. Realizacja: Fundacja JWP; Masz pomysł? Masz patent. Masz zysk! Warszawa.
11. Bezpieczeństwa i higieny pracy:
 - Zaświadczenie o ukończeniu szkolenia w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy. 17-31.01.2011.
 - Kursy w zakresie pierwszej pomocy. Ośrodek Doskonalenia Nauczycieli „FAMA”, Toruń. „Kurs doskonalenia w zakresie pierwszej pomocy”.
12. Przygotowywania i zarządzania projektem B+R:
 - Zarządzania projektem B+R – od poszukiwania źródeł finansowania, poprzez realizację projektu, po wdrożenie, Toruń, UMK 23.06.2014- 24.06.2014.
 - „Zarządzanie własnością intelektualną”. 24.06.2013 Realizacja: Dorfin Sp. z o.o., Toruń.
13. Formy doskonalenia zawodowego nauczycieli:
 - „Przeciwdziałanie agresji i przemocy w środowisku szkolnym”, Wielkopolska Fundacja ETOH, Kalisz.

7.1.2. Po obronie doktoratu

1. Świadectwo kwalifikacyjne uprawniające do zajmowania się eksploatacją urządzeń instalacji i sieci na stanowisku: dozoru. Urządzenia elektrotermiczne wraz z aparaturą kontrolno-pomiarową. SIMP-ZORPOT Ośrodek w Toruniu. 06.09.2016.
2. Świadectwo kwalifikacyjne uprawniające do zajmowania się eksploatacją urządzeń instalacji i sieci na stanowisku: eksploatacja. Urządzenia elektrotermiczne wraz z aparaturą kontrolno-pomiarową. SIMP-ZORPOT Ośrodek w Toruniu. 06.09.2016.
3. Zaświadczenie o ukończeniu szkolenia w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy. 03-18.10.2016
4. „Opakowania a środowisko. Prawo krajowe oraz Unii Europejskiej w zakresie Opakowań i odpadów opakowaniowych”. Warszawa, COBRO, 03.02.2017.
5. „Autoprezentacja – jak zrobić dobre wrażenie”, Fundacja Promovendi, Łódź, 10.06.2017.
6. Obsługa automatycznego licznika kolonii bakterii aCOLyte 3HD, możliwości funkcjonalne oprogramowania, 18.08.2021.

7. Nowe podejście do ochrony danych osobowych po wejściu RODO, Firma Uniseco Sp.o.o., 09.08.2021.
8. Bezpieczeństwo Informacji - Security Awareness, Firma Unisco Sp. o. o., 27.03.2021.
9. Etykieta akademicka - garść uwag na bazie protokołu dyplomatycznego, XI Ogólnopolski Webinar, Fundacja Science Watch Polska, 08.09.2021.
10. „Badania molekularne – PCR i REAL-Time PCR w laboratorium akredytowanym. Walidacja i szacownie niepewności g wymagań normy PN-EN ISO/IEC 17025:2018-02”, CE2 Centrum Edukacji, 20-21.09.2021.
11. Label Innvoations VI edycja „Co mówi Twoje opakowanie?” EKO – OPAKOWANIE – KONIECZNOŚĆ I SZANSA !, Etykiety, Etograf Sp. z o.o., 28.09.2021.
12. V Ogólnopolskie Spotkania Mikrobiologów i Epidemiologów, I. Posiedzenie Naukowo-Szkoleniowe: 100-lecie szczepionki BCG, PTM, 04.10.2021.
13. V Ogólnopolskie Spotkania Mikrobiologów i Epidemiologów, II. Posiedzenie Naukowo-Szkoleniowe: Trudności w diagnostyce i leczeniu zakażeń, PTM, 04.10.2021.
14. V Ogólnopolskie Spotkania Mikrobiologów i Epidemiologów, III. Posiedzenie Naukowo-Szkoleniowe: Zakażenia wielolekooporne, PTM, 04.10.2021.
15. „Najczęściej popełniane błędy w technice PCR i Real-Time PCR”, Centrum Naukowo-Techniczne A2KCeNT, 10.11.2021.
16. „Kryteria Mikrobiologiczne dla żywności pochodzenia roślinnego i zwierzęcego wg Food and Drug Administration (FDA)”, Hamilton, 25.11.2021.
17. Podnoszenie kompetencji dydaktycznych nauczycieli akademickich. Universitas Copernicana Thoruniensis In Futuro II – modernizacja Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w ramach Zintegrowanego Programu Uczelni, październik-grudzień 2022.
18. Coaching osobisty – szkolenie w ramach grantu Debiuty październik-listopad 2022.
19. Szkolenia – “Nowoczesne metody dydaktyczne”, UMK, Toruń 2023.
20. „How to write a competitive proposal for Horizon Europe”, HYPERIO, UMK, 24.01.2023, Toruń.
21. Bioinformatyka dla biologów: wykorzystanie narzędzia GALAXY do identyfikacji wariantów z użyciem danych pochodzących z wysokoprzepustowego sekwencjonowania NGS, organizator: Tygiel, Lublin 21-22.04.2023.
22. Metody typowania genetycznego opartego o ligację adaptorów oligonukleotydowych LM PCR Method, 26.05.2023, organizator: Tygiel, Lublin.
23. Analiza filogenetyczna, Poznań, organizator: data2biology sp. z o.o., Poznań 20-21.05.2023.

-
24. „Podstawy analizy danych w języku Python”, Ośrodek Analiz Statystycznych, UMK, Toruń 05-06.07 i 12-13.07.2023.

7.2. Uczestnictwo w programach Fundacji Science Watch Polska po uzyskaniu stopnia naukowego doktora

1. Etykieta akademicka - garść uwag na bazie protokołu dyplomatycznego, XI Ogólnopolski Webinar, Fundacja Science Watch Polska, 08.09.2021.
2. Jak naukowcy oceniają systemy oceny okresowej? Raport z ogólnopolskiego badania systemów oceny okresowej pracowników naukowych. Fundacja Science Watch Polska, 05.01.2022.
3. Cel i zadania Komisji ds. Etyki w Nauce, Fundacja Science Watch Polska, 02.02.2022.
4. Wystąpienia publiczne – tego można się nauczyć! Fundacja Science Watch Polska, 02.03.2022.
5. Publikowanie artykułu naukowego w prestiżowym czasopiśmie: wybór czasopisma i komunikacja. Fundacja Science Watch Polska, 06.04.2022.
6. Jak pracować ze studentem z niepełnosprawnością. Wskazówki dotyczące dostosowań. Fundacja Science Watch Polska, 04.05.2022.
7. Nagrania z posiedzeń – dokument, czy materiał pomocniczy ? Fundacja Science Watch Polska, 08.06.2022.
8. Postępowania awansowe – problemy zgłaszane Rzecznikowi Praw Obywatelskich i sposoby wsparcia naukowców przez RPO. Fundacja Science Watch Polska, 07.12.2022.
9. Publikowanie artykułu naukowego w prestiżowym czasopiśmie: wybór czasopisma i komunikacja. Fundacja Science Watch Polska, 08.11.2022.
10. Mediacja, czyli jak skutecznie rozwiązywać konflikty w społeczności akademickiej. Fundacja Science Watch Polska, 05.10.2022.
11. Działalność wiodących uniwersytetów Niemiec, Austrii, Szwajcarii. Fundacja Science Watch Polska, 07.09.2022.
12. XXVI Ogólnopolski webinar: Mobbing się nie opłaca – patologia organizacji, aspekty psychologiczno-prawne, Warszawa, 01.02.2023.
13. XXVIII Ogólnopolski Webinar: Sygnaliści. Obrona Praw Sygnalistów, Warszawa, 05.04.2023.
14. XXX Prawo i etyka w badaniach naukowych – ochrona osiągnięć naukowych, Warszawa, 07.06.2023.

7.3. Przebieg pracy

Jestem absolwentką Wydziału Biologii i Nauk o Ziemi Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu. W Instytucie Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników (Instytut IMPiB) w Toruniu jest zatrudniona od 2009 roku, najpierw na stanowisku asystenta w Laboratorium Badawczym, a od października 2016 roku na stanowisku adiunkta.

Od 2009 roku prowadzi prace naukowo-badawcze w obszarze modyfikowania polimerów głównie biodegradowalnych substancjami o charakterze biobójczym. Rozpoczynając prace w Instytucie posiadała już wiedzę w zakresie polimerów biodegradowalnych i możliwości badania ich pod kątem biologicznym. To pozwoliło mi zainicjować, pozyskać środki i uruchomić praktyczne i innowacyjne Laboratorium Mikrobiologiczne w Instytucie IMPiB w Toruniu, w którym do tej pory badane są właściwości biologiczne materiałów polimerowych, a do którego systematycznie wdrożyłam normy międzynarodowe (ASTM, ISO, EN) i procedury badawcze.

W roku 2011 Rada Wydziału Biologii i Ochrony Środowiska UMK w Toruniu wszczyła mi przewód doktorski. Rozprawa doktorska pt.: „Substancje biobójcze wprowadzone do degradowalnych polimerów i ich wpływ na fizyczne i biologiczne właściwości tych polimerów” została wyróżniona przez dwóch recenzentów: prof. dr hab. inż. Zofię Żakowską z Politechniki Łódzkiej oraz prof. dr hab. inż. Ryszarda Stellera z Politechniki Wrocławskiej. Wyniki badań wykonane w ramach rozprawy doktorskiej były oryginalne i miły ważne znaczenie poznawcze i użyteczne. Stanowiły one istotny wkład w rozwój nauki o polimerach i technologii przetwórstwa tworzyw polimerowych.

Po doktoracie odbyłem również staże naukowe w wiodących jednostkach naukowych w kraju (Szkołą Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, w Katedrze Biotechnologii i Mikrobiologii) i zagranicą (w ELTE Eötvös Loránd University w Budapeszcie, w Departamencie Mikrobiologii).

Obecnie kontynuuję prace naukowo-badawcze, gdzie przedmiotem badań są innowacyjne bioaktywne materiały polimerowe, głównie mieszaniny i kompozyty.

Poza badaniem folii pod kątem biologicznym, co aktualnie stanowi moją główną działalność naukową, specjalizuję się również w zakresie otrzymywania biopreparatów przyspieszających degradację materiałów polimerowych. Obie specjalizacje wykorzystuję głównie w moich najnowszych pracach naukowych i badawczych prowadzonych od początku pracy zawodowej w jednostkach naukowych. Współpracuję z ośrodkami naukowymi i przemysłowymi w kraju i za granicą, z których główne to: Department of Biological and Biochemical Sciences Faculty of Chemical Technology University of Pardubice Czech Republic, Uniwersytet Kazimierza

Wielkiego w Bydgoszczy, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Wydział Chemii, Interdyscyplinarne Centrum Nowoczesnych Technologii w Toruniu, Thomson Research Associates, INC Canada, Ultra-Fresh Toronto, Ontario, Canada.

Uczestniczyłam w realizacji 18 projektów naukowo-badawczych, pełniąc funkcję kierownika projektu, głównego wykonawcy lub wykonawcy. Do głównych projektów realizowanych przez dr Agnieszkę Richert należą: (a) projekt POIG pt.: „Materiały opakowaniowe nowej generacji z tworzywa polimerowego ulegającego recyklingowi organicznemu”, realizowany w latach 2009-2013 (trzy pakiety zadaniowe: WP02, WP03, WP04), finansowany ze środków Unii Europejskiej, (b) projekt badawczy pt.: „Wpływ pochodnych PHMG na właściwości biobójcze, aktywność biologiczną i podatność na degradację biopolimerów”, realizowany w latach 2011-2014, finansowany przez Narodowe Centrum Nauki, (c) projekty współfinansowane ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego Kapitał Ludzki m.in. „Krok w przyszłość – stypendia dla doktorantów”, realizowane w latach 2012-2013, 2013-2014 i 2014-2015, (d) projekty realizowane w ramach dotacji statutowej Instytutu IMPiB w Toruniu.

Jestem autorką lub współautorką ponad 100 publikacji (w tym 47 z listy filadelfijskiej, 17 z grupy B czasopism punktowanych, 11 pracach zbiorowych lub monografiach), 5 patentów i/lub zgłoszeń patentowych w Urzędzie Patentowym RP.

Wyniki swoich badań publikuje w renomowanych czasopismach naukowych takich jak: Polymer Testing, Applied Biochemistry And Microbiology, International Biodeterioration & Biodegradation, Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology, Polymer Engineering And Science, Polimery, czy Przemysł Chemiczny.

Oprócz tego upowszechniłam swoje wyniki badań na krajowych i międzynarodowych konferencjach naukowych i technicznych (ponad 70 konferencji) m.in. w Austrii, Chorwacji, Czechach, Danii, Niemczech, Polsce, Wielkiej Brytanii, we Włoszech, na Ukrainie i na Węgrzech, Stanach Zjednoczonych, Korei.

Za niektóre efekty swojej pracy otrzymałam wyróżnienia w postaci dyplomów i listów gratulacyjnych m.in. od Marszałka Województwa Kujawsko-Pomorskiego, została zaproszona do udziału w dwóch filmach reklamowym (jako pracownik naukowy) realizowanych na potrzeby Instytutu IMPiB oraz Urzędu Marszałkowskiego (jako drugi najlepszy doktorant w roku akademickim 2012/2013 w województwie kujawsko-pomorskim).

Za swoje osiągnięcia naukowe oraz szeroką współpracę z przemysłem została trzykrotną laureatką programu „Krok w przyszłość - stypendia dla doktorantów” (edycja 2012/2013,

2013/2014, 2014/2015), realizowanego przez Departament Edukacji i Sportu Urzędu Marszałkowskiego Województwa Kujawsko-Pomorskiego.

Ponadto czynnie uczestniczy w pracach Stowarzyszeń i Fundacji, do których należą i wykonuję prace „*pro publico bono*”.

Od 2017 roku należy do grona recenzentów anglojęzycznego czasopisma naukowego: „*Ecological Questions*”, a od 2021 pełni w nim funkcję edytora technicznego.

Systematycznie podnoszę swoje kwalifikacje zawodowe oraz zdobywam nowe doświadczenia naukowe, czego przykładem jest ukończenie kilkudziesięciu (ponad 50) form doskonalenia zawodowego, które stanowiły studia podyplomowe lub kursy i szkolenia w zakresie nauk biologicznych (mikrobiologia, ochrona środowiska, genetyka), w zakresie nauk matematycznych (statystyka), komercjalizacji wiedzy, przygotowania projektów naukowo-badawczych lub form doskonalenia dydaktycznego i rozwoju osobistego.

Działalność naukowo-badawcza jest moją życiową pasją.

Agnieszka Richert

.....
(podpis wnioskodawcy)