

Dr inż. Maciej Tankiewicz
Zakład Toksykologii Środowiska
Wydział Nauk o Zdrowiu
z Instytutem Medycyny Morskiej i Tropikalnej
Gdański Uniwersytet Medyczny

Autoreferat

Gdańsk, 05.09.2023 r.

Spis treści

1. Imię i nazwisko	3
2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe lub artystyczne – z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej.....	3
3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych	3
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
a. Tytuł osiągnięcia naukowego	4
b. Wykaz publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe	4
5. Omówienie celu naukowego/artystycznego ww. pracy/prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania	7
a. Wprowadzenie.....	7
b. Cel badań własnych.....	10
c. Zadania szczegółowe.....	12
d. Metody badań własnych.....	12
e. Podsumowanie	20
f. Perspektywa przyszłych badań.....	21
g. Literatura	22
6. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.....	24
7. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę.....	33
I. Osiągnięcia dydaktyczne	33
II. Osiągnięcia organizacyjne.....	35
III. Osiągnięcia popularyzujące naukę	36
8. Oprócz kwestii wymienionych w pkt. 1-6, wnioskodawca może podać inne informacje, ważne z jego punktu widzenia, dotyczące jego kariery zawodowej	39

1. Imię i nazwisko

Maciej Tankiewicz

ORCID: 0000-0002-0966-7763

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe lub artystyczne – z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej

- 2023 r. tytuł specjalisty w dziedzinie Zdrowie Środowiskowe, mającej zastosowanie w ochronie zdrowia – dyplom nr 009/2023.1/491, wydany przez Centrum Egzaminów Medycznych w Łodzi;
- 2014 r. dr inż. nauk chemicznych, Politechnika Gdańska (kopia nadania stopnia naukowego w załączniku 2), tytuł rozprawy doktorskiej: „*Opracowanie nowych i prostych metodyk analitycznych do kontroli i monitoringu pozostałości współcześnie stosowanych pestycydów w próbkach wody oraz owoców i warzyw o dużej zawartości wody*”, wyróżniona przez Radę Wydziału Chemicznego Politechniki Gdańskiej;
Promotor: prof. dr hab. inż. Marek Biziuk
Recenzenci: prof. dr hab. Barbara Maliszewska – Kordybach
prof. dr hab. inż. Żaneta Polkowska
- 2011 r. Studium Pedagogiczne przy Wydziale Zarządzania i Ekonomii Politechniki Gdańskiej;
- 2008 r. magister inż. Technologii Chemicznej, Politechnika Gdańska, temat pracy: „*Błonkowa elektroda bizmutowa jako alternatywa dla elektrody rtęciowej do woltamperometrycznego oznaczania wybranych metali ciężkich*”
Promotor: prof. dr hab. inż. Marek Biziuk

3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych

- 03.2016 – aktualnie Zakład Toksykologii Środowiska, Wydział Nauk o Zdrowiu z IMMiT, Gdański Uniwersytet Medyczny, stanowisko: adiunkt;
- 07.2014 – 03.2016 Katedra i Zakład Chemii Fizycznej, Wydział Farmaceutyczny z OML, Gdański Uniwersytet Medyczny, stanowisko: młodszy specjalista.

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.)

a. Tytuł osiągnięcia naukowego

Nowe narzędzia analityczne służące ocenie narażenia człowieka na ksenobiotyki

(Osiągnięcie stanowi cykl publikacji od P1 do P6, wynalazek objęty ochroną patentową przez Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej – P7 oraz zgłoszenie patentowe w Urzędzie Patentowym Rzeczypospolitej Polskiej – P8)

b. Wykaz publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe

P1. Tankiewicz Maciej*, Namieśnik Jacek[†], Sawicki Wiesław, *Analytical procedures for quality control of pharmaceuticals in terms of residual solvents content: challenges and recent developments*. Trends Anal. Chem. **2016**, 80: 328-344, doi: 10.1016/j.trac.2015.09.008

Mój wkład w powstanie publikacji polegał na opracowaniu koncepcji, zebraniu materiałów i dokonaniu przeglądu literatury, analizie danych, przygotowaniu wykresów i tabel, napisaniu manuskryptu, koordynowaniu prac na wszystkich etapach powstawania publikacji, przygotowaniu odpowiedzi na recenzje, a także wprowadzeniu poprawek.

Impact Factor: 8,442

Punktacja MEiN: 50,000

Kwartył: Q1 (wg JCR)

P2. Wolska Lidia, Tankiewicz Maciej*, *Toxic components of food packaging materials*, w: *Toxins and other harmful compounds in foods*, pod redakcją Agaty Witczak, Zdzisława E. Sikorskiego, CRC Press, Taylor & Francis, Boca Raton, USA, **2017**, 401-423, ISBN: 978-1-4987-4852-0

Mój wkład w powstanie publikacji polegał na współtworzeniu koncepcji, zebraniu materiałów, dokonaniu przeglądu literatury i jej analizie, opracowaniu tabel, przygotowaniu wstępu, podrozdziału o metalach i zanieczyszczeniach nieorganicznych migrujących z opakowań do żywności, przygotowaniu ostatecznej wersji artykułu.

Punktacja MEiN: 20,000

P3. Tankiewicz Maciej*, Olkowska Ewa, Berg Andrzej, Wolska Lidia, *Advancement in determination of phthalate metabolites by gas chromatography eliminating derivatization step*. *Front. Chem.* **2020**, 7, art. ID 928: 1-13, doi: 10.3389/fchem.2019.00928

Mój wkład w powstanie publikacji obejmował współtworzenie koncepcji, sformułowanie problemu badawczego, przeprowadzenie prac doświadczalnych, w tym walidację metodyki analitycznej, interpretację i dyskusję wyników oraz opisanie ich w publikacji, uzasadnienie merytoryczne proponowanego rozwiązania, koordynowanie prac i przygotowanie ostatecznej wersji publikacji.

Impact Factor: 5,221

Punktacja MEiN: 100,000

Kwartył: Q2 (wg JCR)

P4. Tankiewicz Maciej*, *Determination of selected priority pesticides in high water fruits and vegetables by modified QuEChERS and GC-ECD with GC-MS/MS confirmation*. *Molecules* **2019**, 24(3), art. ID 417: 1-16, doi: 10.3390/molecules24030417

Jestem jedynym autorem pracy i mój wkład obejmował wszystkie niezbędne zadania i etapy powstawania publikacji, poprzez opracowanie koncepcji, przeprowadzenie badań, analizę danych i ich interpretację. Część badań dotyczących optymalizacji procesu ekstrakcji, oznaczeń za pomocą chromatografii gazowej połączonej z detektorem wychwyty elektronów oraz walidacji metodyki analitycznej wchodziło w skład mojej pracy doktorskiej. Do publikacji odtworzyłem procedurę analityczną na innym sprzęcie oraz opracowałem nową metodę potwierdzającą uzyskane pierwotnie dane przy zastosowaniu chromatografii gazowej sprzężonej z tandemowym spektrometrem mas. Następnie, zastosowałem ją do analizy różnorodnych próbek świeżych owoców i warzyw.

Impact Factor: 3,267

Punktacja MEiN: 140,000

Kwartył: Q2 (wg JCR)

P5. Tankiewicz Maciej*, Berg Andrzej, *Improvement of the QuEChERS method coupled with GC-MS/MS for the determination of pesticide residues in fresh fruit and vegetables*. *Microchem. J.* **2022**, 181, art. ID 107794: 1-12, doi: 10.1016/j.microc.2022.107794

Mój wkład w powstanie publikacji polegał na opracowaniu koncepcji, zaplanowaniu i przeprowadzeniu badań, analizie danych, opracowaniu statystycznym otrzymanych wyników, przeprowadzeniu optymalizacji i walidacji metodyki, interpretacji i dyskusji wyników,

napisaniu artykułu, koordynowaniu prac na wszystkich etapach powstawania publikacji, przygotowaniu odpowiedzi na recenzje oraz wprowadzeniu poprawek.

Impact Factor: 4,800

Punktacja MEiN: 70,000

Kwartyl: Q1 (wg JCR)

P6. Tankiewicz Maciej*, *Assessment of apple peel barrier effect to pesticide permeation using Franz diffusion cell and QuEChERS method coupled with GC-MS/MS*. *Foods* **2023**, 12(17), art. ID 3220: 1-16, doi: 10.3390/foods12173220

Jestem jedynym autorem pracy i mój wkład obejmował wszystkie niezbędne zadania i etapy powstawania publikacji, poprzez opracowanie koncepcji i sformułowanie problemu badawczego, przeprowadzenie badań, optymalizację i walidację procedury analitycznej, analizę danych i ich interpretację, aż do napisania i przygotowania ostatecznej wersji artykułu.

Impact Factor: 5,200

Punktacja MEiN: 140,000

Kwartyl: Q1 (wg JCR)

P7. Tankiewicz Maciej*, Wolska Lidia, Ratajczyk Joanna, Berg Andrzej, *Sposób analizy monoestrów kwasu fталowego z zastosowaniem chromatografii gazowej*, wynalazek objęty ochroną patentową przez Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej od 01.10.2018 roku, o numerze P.427323 (nr prawa wyłącznego Pat.243493)

Mój wkład w powstanie wynalazku obejmował współtworzenie koncepcji, zaplanowanie i przeprowadzenie badań, analizę i interpretację wyników badań, przygotowanie publikacji i merytorycznego uzasadnienia, prowadzenie korespondencji, przygotowywanie odpowiedzi i uzupełnień.

P8. Tankiewicz Maciej*, Wolska Lidia, *Sposób badania przenikania przez skórę owoców i/lub warzyw pestycydów oraz nowe zastosowanie komory dyfuzyjnej typu Franza do badań barierowości skórek owoców i warzyw*, zgłoszenie patentowe w Urzędzie Patentowym Rzeczypospolitej Polskiej od 09.09.2020 roku, o numerze P.435230

Mój wkład w powstanie zgłoszenia patentowego obejmował koncepcję i ideę wykorzystania skórek owoców i warzyw jako membrany w badaniach przenikania przy użyciu komór Franza oraz skład płynu akceptorowego, który odzwierciedla budowę morfologiczną owoców i warzyw, zaplanowanie i przeprowadzenie badań, analizę i interpretację wyników badań,

przygotowanie publikacji i merytorycznego uzasadnienia, prowadzenie korespondencji, przygotowywanie odpowiedzi i uzupełnień.

* Autor korespondencyjny

† Autor nie żyje

Łączny Impact Factor cyklu publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe wynosi:

26,930 IF (520 pkt. MEiN).

Impact Factor prac z pierwszym autorstwem:

26,930 IF (500 pkt. MEiN).

Kopie oświadczeń współautorów dotyczących ich wkładu w powstanie wspólnych publikacji zostały zamieszczone w załączniku 5. Pełna analiza bibliometryczna dorobku i osiągnięcia naukowego została przedstawiona w opracowaniu przygotowanym przez Bibliotekę Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego, które stanowi załącznik 6.

5. Omówienie celu naukowego/artystycznego ww. pracy/prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

a. Wprowadzenie

Według Europejskiej Agencji Środowiska (EEA – *European Environment Agency*), jeden na dziesięć z przedwczesnych zgonów w Europie ma ścisły związek z zanieczyszczeniem środowiska [1]. W Polsce 1939 osób na 100 tysięcy mieszkańców przedwcześnie umiera z tego powodu [2]. Światowa Organizacja Zdrowia (WHO - *World Health Organization*) oszacowała, że w 2020 roku 96 % mieszkańców miast było narażonych na szkodliwe stężenia pyłu zawieszonego (PM 2,5) [3]. Ponadto, 600 milionów – prawie 1 na 10 osób na świecie – zapada na choroby po spożyciu zanieczyszczonej żywności, a 420000 umiera każdego roku, co powoduje utratę 33 milionów lat zdrowego życia (DALY – *Disability Adjusted Life-Years*) [4]. Powyższe dane jednoznacznie wskazują na znaczący wpływ środowiska na zdrowie i jakość życia ludzi. Według koncepcji „pól zdrowia” zaproponowanej w 1973 roku przez Marca Lalonde, Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej Kanady, środowisko i styl życia w 75 % warunkują nasze zdrowie oraz są jego podstawowymi determinantami [5].

Współcześnie człowiek nieustannie narażony jest na kontakt z różnymi substancjami chemicznymi, w tym związkami o udowodnionym toksycznym działaniu. W 2020 roku Europejczycy zużyli 230 milionów ton chemikaliów niebezpiecznych dla zdrowia [1]. Substancje, które przedostają się do organizmu z zewnątrz określane są jako ksenobiotyki.

Nie są one naturalnymi metabolitami organizmu oraz nie są przez niego wytwarzane. Do organizmu mogą przenikać wraz z wdychanym powietrzem, spożywaną żywnością i wodą, zażywaniem lekami czy suplementami diety oraz drogą dermalną wraz ze środkami do higieny i pielęgnacji. Zaliczamy do nich między innymi lotne związki organiczne, plastyfikatory, niezbędne do produkcji tworzyw sztucznych oraz pestycydy, których stosowanie wzrasta lawinowo zarówno w procesie produkcji żywności, jak i transportu, przechowywania i dystrybucji. Jesteśmy ekspozycyjni na ich działanie w sposób niezamierzony oraz nieświadomy. W efekcie obserwuje się u ludzi szereg negatywnych skutków zdrowotnych, takich jak alergię, choroby cywilizacyjne czy choroby nowotworowe. Na szczególną uwagę zasługują związki wykazujące działanie endokrynnie czynne (EDC – *Endocrine – Disrupting Chemicals*). Dane epidemiologiczne sugerują ich większą rolę w powstawaniu i rozwoju chorób niż przewidywano to jeszcze 10 lat temu [6]. Wykazano duże prawdopodobieństwo, że narażenie na te związki w okresie życia płodowego i/lub dojrzewania odgrywa rolę w rozprzestrzenianiu się problemów reprodukcyjnych mężczyzn i kobiet, nowotworów hormonozależnych, infekcji, astmy, otyłości, cukrzycy oraz zaburzenia zachowania i uczenia się, w tym zespół deficytu uwagi i nadpobudliwości psychoruchowej (ADHD) [7,8]. Ostatnie badania wykazały, że wpływają one również na procesy fizjologiczne, które kontrolują rozwój tkanki tłuszczowej, przyrost masy ciała i poziom glukozy [9]. Obecnie związki wykazujące działanie endokrynnie stanowią wyzwanie dla współczesnego świata. Niepokojące są również doniesienia, że to długotrwałe narażenie na związki wykazujące działanie endokrynnie ma dominujące znaczenie, a nie poziom ich stężeń.

Ze względu na postęp cywilizacyjny nie jesteśmy w stanie całkowicie i skutecznie wyeliminować zagrożenia. Dodatkowo ryzyko zdrowotne wielokrotnie jest przez nowoczesne technologie produkcji żywności oraz zmiany nawyków żywieniowych konsumentów. Stąd duża potrzeba badań w zakresie zanieczyszczeń żywności, aby można było przeciwdziałać i skutecznie ograniczać narażenie na substancje stwarzające zagrożenie dla zdrowia. Do efektywnej oceny narażenia i dalej oceny ryzyka zdrowotnego niezbędne są odpowiednie narzędzia analityczne, które w sposób rzetelny i powtarzalny umożliwią oszacowanie dawek przyjętych ksenobiotyków (DID – *Daily Intake Dose*).

Należy podkreślić, że współcześnie jesteśmy narażeni jednocześnie na mieszaniny różnorodnych związków na różnym poziomie stężeń, a badania toksykologiczne i określone w prawie najwyższe dopuszczalne stężenia ksenobiotyków w środowisku dotyczą pojedynczych substancji. Dlatego, istnieje potrzeba jednoczesnego oznaczania szerokiego spektrum związków, w różnorodnych matrycach i zazwyczaj na niskich poziomach stężeń,

co stanowi wyzwanie dla analityków i toksykologów. Określenie dawek na jakie ekspozowany jest człowiek wszystkimi możliwymi drogami pozwala na przeprowadzenie oceny poziomu narażenia na ksenobiotyki, która jest niezbędna i kluczowa w ocenie ryzyka zdrowotnego oraz do prac legislacyjnych mających na celu ograniczenie zagrożenia. Dodatkowe wyzwanie stanowi udowodnienie związków przyczynowo skutkowych pomiędzy poziomem narażenia na ksenobiotyki a jednostkami chorobowymi. Zwłaszcza, gdy różnica pomiędzy czasem narażenia a obserwowanymi skutkami zdrowotnymi zazwyczaj jest duża. Skutki mogą się pojawiać po wielu latach od ekspozycji, nawet w następnych pokoleniach. Wiedza w tym zakresie jest wciąż ograniczona.

Szczególnie ważne jest kontrolowanie poziomów stężeń substancji toksycznych w żywności i farmaceutykach, które bezpośrednio, drogą doustną, wnikają do organizmu, co skutkuje większym ryzykiem występowania efektów toksycznych. Dodatkowo, zagrożenie to jest spotęgowane przez powszechne stosowanie opakowań, których składniki mogą migrować do produktów. Badania migracji z różnych materiałów opakowaniowych są istotne z punktu widzenia bezpieczeństwa konsumentów. W celu ochrony zdrowia ludzi, Unia Europejska wprowadziła odpowiednie regulacje prawne określające limity migracji substancji niebezpiecznych z opakowań [10].

Inną grupą ksenobiotyków, stanowiących zagrożenie zdrowotne, są pozostałości rozpuszczalników organicznych w farmaceutykach. Odgrywają one ważną rolę w syntezie substancji aktywnych i w produkcji preparatów leczniczych. Jednocześnie, stanowią poważny problem, ponieważ wiele z nich wykazuje właściwości toksyczne lub szkodliwe dla zdrowia [11,12]. Dlatego konieczne jest stałe monitorowanie ich poziomów w produktach farmaceutycznych, czyli wdrożenie systemu kontroli jakości.

Kolejną grupę związków stwarzających zagrożenie dla zdrowia konsumentów stanowią plastyfikatory, a szczególnie diestry kwasu ftalowego, powszechnie zwane ftalanami. Dzięki nim tworzywa sztuczne są plastyczne i można im nadawać dowolny kształt. Są one szeroko stosowane w wielu produktach higieny osobistej i produktach konsumenckich, takich jak kosmetyki, perfumy i balsamy. Ponadto, znalazły one różnorodne zastosowania w produktach farmaceutycznych, materiałach budowlanych, farbach, wykładzinach podłogowych i ściennych, materiałach do pakowania żywności, elektronice i urządzeniach medycznych. W związku z tym, kontakt z tymi substancjami jest nieustanny w różnych sferach życia, co przekłada się na wyższe ryzyko występowania efektów toksycznych. W ostatnich latach szczególnego znaczenia nabiera jedna cecha tych związków, a mianowicie ich działanie endokryne, które odpowiada za zaburzenia układu hormonalnego oraz szkodliwy wpływ

na rozrodczość [13]. Ponadto, związki te mają wpływ na stres oksydacyjny, insulinoporność, otyłość, alergie, astmę i stany zapalne [14,15].

Równie duże wyzwanie stanowią pozostałości pestycydów w żywności. Dotyczy to szczególnie owoców i warzyw, które najczęściej spożywane są bezpośrednio i w największych ilościach, bez obróbki cieplnej czy przetwarzania. W procesie wzrostu roślin pestycydy stosuje się w celu zwiększenia wydajności plonów i zapobiegania inwazji szkodników oraz chorobom roślin. Coraz częściej stosuje się je także po zbiorach, na etapie przechowywania, transportu oraz sprzedaży, aby maksymalnie zredukować straty plonów i wydłużyć okres ich przydatności do spożycia. Dodatkowo zmiany klimatu, wzrost liczby ludności, transportowanie na dalekie odległości oraz całoroczny dostęp do świeżych produktów powodują lawinowy wzrost zużycia pestycydów. Pomimo wielu swoich zalet, uważane są za jedne z najbardziej toksycznych i zanieczyszczających środowisko substancji [16]. Związane jest to z ich zdolnością do migracji i kumulacji. Często nie zdajemy sobie sprawy, że bóle głowy, nudności czy biegunka mogą być wynikiem zjedzenia produktu zanieczyszczonego pestycydami. Wiele zatruć innymi substancjami czy nietolerancji organizmu charakteryzuje się podobnymi objawami. Ponadto, pozostałości pestycydów mogą uszkadzać układ hormonalny, nerwowy i odpornościowy, a także powodować nowotwory [17]. Szczególną uwagę należy zwrócić na związki o działaniu grzybobójczym, którymi opryskuje się owoce i warzywa na czas transportu, przechowywania i sprzedaży, czyli tuż przed ich konsumpcją, co stanowi bezpośrednie zagrożenie dla zdrowia. Co więcej, podobnie jak diestry kwasu ftalowego związki te wykazują właściwości endokrynne [18].

Mimo, że przemysł spożywczy jest jednym z najbardziej kontrolowanych i uwarunkowanych prawnie gałęzi przemysłu, to wciąż brakuje odpowiednich metod oceny wielkości migracji zanieczyszczeń do żywności.

b. Cel badań własnych

Szacowanie poziomu narażenia ludzi oraz ocena zagrożeń zdrowotnych są przedmiotem moich zainteresowań naukowych od początku działalności badawczej. Już w trakcie badań do pracy magisterskiej, które wykonywałem w Uniwersytecie Arystotelesa w Salonikach (Grecja) podjąłem się wyzwania opracowania alternatywnej metody oznaczania metali ciężkich w próbkach środowiskowych (osady rzeczne). W wyniku prac zaproponowałem metodę elektrochemicznego nanoszenia warstwy bizmutu na elektrodę węglową, która umożliwiała wykonywanie tego typu analiz i oznaczanie na równie niskich poziomach stężeń metali, co przy zastosowaniu elektrody rtęciowej.

Następnie, w ramach pracy doktorskiej, zajmowałem się opracowaniem procedur analitycznych oznaczania węglowodorów i pozostałości pestycydów w próbkach owoców i warzyw oraz w próbkach wody (w tym wody przeznaczonej do spożycia). Badania były częściowo sfinansowane z projektu PRELUDIUM-1 pt.: *„Opracowanie nowej metodyki oznaczania wspólnie stosowanych pestycydów pochodzących z różnych grup związków chemicznych w próbkach wody powierzchniowej i wodociągowej”*, ze środków Narodowego Centrum Nauki (numer projektu DEC-2011/01/N/ST4/01977), którego byłem kierownikiem. W celu oceny wielkości narażenia ludzi na pestycydy w wodzie nawiązałem współpracę z Gdańskimi Wodociągami S.A. (dawniej Saur Neptun Gdańsk) oraz Wojewódzkim Inspektoratem Ochrony Środowiska w Gdańsku.

W wyniku przeprowadzonych prac badawczych uzyskałem dane o poziomach stężeń pestycydów w wodzie pitnej oraz warzywach i owocach, które następnie posłużyły do oceny zagrożenia zdrowia ludzi. Efekty badań wykazały, że ludność żyjąca w północnej Polsce jest stale narażona na pozostałości tych związków, a efekty zdrowotne są trudne do zmierzenia, gdyż obecnie stosowane metody szacowania ryzyka zdrowotnego dotyczą pojedynczych substancji, a populacja narażona jest równocześnie na mieszaninę związków. Ograniczenia te wynikają z braku danych i badań toksykologicznych nad mieszaninami ksenobiotyków oraz wciąż nie poznano efektów zdrowotnych wynikających z ekspozycji na niskie dawki przez długi czas.

Zdobyta wiedza oraz doświadczenie analityczne skłoniły mnie do poszukiwań sposobów i możliwości ograniczania narażenia ludzi na ksenobiotyki oraz opracowywania nowych podejść metodycznych do szacowania skali zagrożenia tymi związkami. Szczególną uwagę zwróciłem na problem powszechnej, w środowisku życia człowieka, obecności związków endokrynnie czynnych, takich jak ftalany czy pestycydy grzybobójcze.

Przedmiotem pracy habilitacyjnej jest cykl powiązanych tematycznie publikacji naukowych oraz rozwiązań technicznych (objętych ochroną patentową), poświęcony nowym rozwiązaniom metodycznym w obszarze analityki środowiska i bioanalityki. Rozwiązania te posłużyły do oszacowania poziomu narażenia współczesnego człowieka na ksenobiotyki, do których należy zaliczyć pestycydy i estry kwasu ftalowego, oraz do oceny ryzyka zdrowotnego związanego z poziomem oznaczonego narażenia.

Opracowane narzędzia analityczne dotyczą próbek o zróżnicowanych matrycach, w tym próbek biologicznych, w których ksenobiotyki oznaczano w formie pierwotnej lub w formie metabolitu. Ponadto, opracowane procedury spełniają zasady „Zielonej Chemii”.

Celem podjętych prac było dostarczenie narzędzi analitycznych do budowania systemu kontroli poziomu narażenia ludzi na ksenobiotyki istotne dla zdrowia populacji.

c. Zadania szczegółowe

Cel pracy habilitacyjnej został osiągnięty poprzez realizację poszczególnych zadań badawczych:

- analizę i ocenę dostępnych w literaturze procedur analitycznych oraz informacji o poziomach stężeń ksenobiotyków w farmaceutykach oraz próbkach żywności;
- opracowanie nowego podejścia metodycznego oznaczania monoestrów kwasu ftalowego w próbkach biologicznych z zastosowaniem, wykluczanej dotychczas przez analityków, chromatografii gazowej;
- opracowanie i optymalizację procedury analitycznej oznaczania pozostałości pestycydów w próbkach świeżych owoców i warzyw;
- opracowanie metodyki oceny przenikania pestycydów przez skórki owoców i warzyw po procedurze oprysku;
- ocenę narażenia konsumentów na pozostałości pestycydów w żywności oraz zaproponowanie rozwiązania technicznego do ograniczania zagrożenia zdrowotnego.

d. Metody badań własnych

Ocena narażenia jest podstawowym kryterium w szacowaniu ryzyka zdrowotnego. Aby móc określić poziom zagrożenia ksenobiotykami, niezbędne są do tego informacje o ich obecności i zawartości w próbkach środowiskowych oraz biologicznych. Jednak, w doniesieniach literaturowych prezentowane są zazwyczaj dane o poziomach stężeń w jednym rodzaju próbek. Natomiast do oceny ryzyka zdrowotnego potrzebne są informacje o dawkach przyjętych, które mogą doprowadzać do występowania efektów toksycznych. W sytuacji narażenia drogą pokarmową, co ma miejsce w przypadku żywności oraz farmaceutyków, za dawkę przyjętą uznaje się zazwyczaj dawkę narażenia, pod warunkiem bezpośredniego spożycia produktów. Dodatkowo konieczna jest wiedza o nawykach żywieniowych narażonych i procesach przetwarzania żywności, gdyż od nich również zależy wielkość narażenia. Ze względu na złożony skład analizowanych próbek, niskie poziomy stężeń analitów oraz konieczność oznaczania szerokiego spektrum ksenobiotyków pochodzących z różnych grup związków chemicznych w jednym cyklu analitycznym, opracowanie rutynowych procedur

analitycznych stanowi wyzwanie dla badaczy. Aby ocenić dostępne metodyki badawcze, dokonałem przeglądu literatury pod kątem substancji wzbudzających największe obawy i zainteresowanie naukowców. Swoją uwagę zwróciłem na zjawisko migracji zanieczyszczeń z opakowań do żywności i farmaceutyków, a także na problem pozostałości rozpuszczalników organicznych w farmaceutykach oraz plastyfikatorów (diestrów kwasu ftalowego) i pozostałości pestycydów w żywności. Ich oznaczanie jest niezwykle istotne, gdyż stanowią bezpośrednie ryzyko narażenia przede wszystkim drogą doustną. Efektem prac i analiz są publikacje **P1** oraz **P2**.

Pozostałości rozpuszczalników w farmaceutykach, to lotne związki organiczne (LZO), które mogą być wykorzystywane lub produkowane podczas procesów wytwarzania substancji leczniczych, produktów leczniczych i substancji pomocniczych. Odgrywają ważną rolę w produkcji farmaceutyków (np. reakcje syntezy, rozdzielania, procesy oczyszczania i suszenia) oraz w formulacji produktów (np. granulacja, powlekanie, formulacja kropli do oczu czy sprayu itp.). Na każdym z tych etapów produkt może być potencjalnie zanieczyszczony rozpuszczalnikami organicznymi. Mogą one również zanieczyszczać produkty podczas ich pakowania, przechowywania i transportu. Przemysł farmaceutyczny jest jednym z największych użytkowników rozpuszczalników organicznych w przeliczeniu na ilość produktu końcowego [19].

Toksyczność jest głównym i niekwestionowanym powodem kontroli pozostałości rozpuszczalników w produktach farmaceutycznych. Większość z nich jest lotna, łatwopalna oraz niebezpieczna dla ludzi i środowiska. Stanowią również główny składnik powstających odpadów. Dodatkowo stwarzają ryzyko indukowania przemian fazowych (np. przemiany rombego paracetamolu przez resztkowy etanol) i zagrażają stabilności fizykochemicznej substancji czynnej. Publikacja **P1** obejmuje obszerny przegląd literatury światowej z ostatnich 25 lat i analizę zarówno ustawodawstwa w zakresie limitów pozostałości rozpuszczalników organicznych w lekach, jak również trendów w ich oznaczaniu. Scharakteryzowałem ostatnie osiągnięcia naukowe w rozwiązaniach aparaturowych oraz innowacyjne procedury analityczne pozwalające w jak najkrótszym czasie oznaczać na najniższym poziomie stężeń wszystkie grupy rozpuszczalników organicznych stosowanych podczas produkcji leków. Praca została opublikowana w czasopiśmie skalfikowanym na 1 miejscu w dziedzinie chemii analitycznej według bazy *Journal Citation Reports* (JRC), co dodatkowo podkreśla ważność podjętej tematyki badawczej.

Oznaczanie lotnych związków organicznych przysparza wiele problemów analitycznych. Głównym wyzwaniem w identyfikacji rozpuszczalników jest ich duża lotność i właściwości

hydrofobowe, co bezpośrednio wiąże się z trudnością w pobieraniu próbek i ich przygotowaniu do analizy. Ponadto, podczas oznaczania polarnych rozpuszczalników w preparatach farmaceutycznych problematyczne jest ich usuwanie z wody czy z innych rozpuszczalników o podobnym charakterze. Ogólne metody oznaczania są dobrze znane i opisane w literaturze. Opierają się one przede wszystkim na chromatografii gazowej (GC – *gas chromatography*) i większość z nich charakteryzuje się długimi czasami przebiegu oraz specyficzną dla ograniczonej liczby rozpuszczalników (głównie rozpuszczalników o podobnych właściwościach fizykochemicznych) i matryc próbek. Obecnie firmy farmaceutyczne starają się zastępować toksyczne rozpuszczalniki bardziej przyjaznymi o podobnych właściwościach lub szukają nowych rozwiązań. Substancje takie jak woda, płyny w stanie nadkrytycznym (np. dwutlenek węgla) i ciecze jonowe stanowią alternatywy dla tradycyjnych związków. Jednym z najważniejszych trendów w rozwoju metod i tanich narzędzi do kontroli jakości farmaceutyków, zgodnie z koncepcją *Process Analytical Technology* (PAT), jest wprowadzanie różnego rodzaju czujników i technik, takich jak: technika spektrometrii mobilności jonów (IMS – *Ion Mobility Spectrometry*), technologia elektronicznego nosa i czujniki chemiczne/fizyczne oparte na spektroskopii w bliskiej podczerwieni (NIR – *Near Infrared Spectroscopy*). Zapewniają one monitorowanie w czasie rzeczywistym lotnych zanieczyszczeń podczas procesu produkcyjnego, dzięki czemu czas analizy jest znacznie skrócony. Ponadto są zautomatyzowane, wydajne, ekonomiczne i nie wymagają dużych ilości próbek do analizy. Oczekuje się dalszych badań i rozwoju w tej dziedzinie.

Podobnie do rozpuszczalników organicznych w farmaceutykach, problem migracji zanieczyszczeń dotyczy również żywności. Jej bezpieczeństwo związane z obecnością substancji chemicznych w opakowaniach stało się jednym z najważniejszych wyzwań ostatnich lat. Szczególnie, gdy okazało się, że mogą one swobodnie migrować do żywności, co stanowi bezpośrednie zagrożenie dla konsumentów. Tej tematyce poświęcona jest publikacja **P2**, będąca krytycznym przeglądem w postaci monografii naukowej. Dokonałem oceny toksycznych składników opakowań stosowanych do żywności na podstawie obszernego przeglądu literatury naukowej i branżowej. Szczególną uwagę zwróciłem na nowo pojawiające się opakowania do świeżej żywności, potocznie nazywanymi „inteligentnymi opakowaniami”. Na podstawie analizy dostępnej literatury stwierdziłem, że głównymi źródłami zanieczyszczeń żywności są obecnie opakowania polimerowe, które zdominowały rynek. Dodatki stosowane w produkcji tworzyw sztucznych nie są chemicznie związane z polimerem, dlatego mogą przedostawać się do żywności. Badania wykazały, że substancje chemiczne o masie cząsteczkowej mniejszej niż 600 g/mol będą miały dużą tendencję do migracji z polimeru do

żywności. Aby zapewnić bezpieczeństwo i odpowiednią jakość produktów, wiele krajów wymaga prowadzenia badań opakowań pod kątem migracji substancji chemicznych oraz spełnienia określonych wymagań prawnych dotyczących poziomów migracji substancji szczególnie niebezpiecznych dla zdrowia. W pracy zebrałem dane literaturowe oraz wyniki badań przeprowadzonych w Zakładzie Toksykologii Środowiska Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego, dotyczących poziomów stężeń plastyfikatorów na przykładzie diestrów kwasu ftalowego, które najczęściej były wykrywane w próbkach żywności. Zaobserwowałem, że najczęściej identyfikowanymi i w największych ilościach były estry: dimetylu (DMP), dietylu (DEP), dibutyłu (DBP) oraz di-(2-etyloheksyłu). Co więcej, wykazywały one zdolność do migracji do każdego rodzaju żywności niezależnie od jej charakteru. W największych ilościach dyfundowały do żywności o wysokiej zawartości tłuszczu, takiej jak ser czy olej. Konsekwencją tego zjawiska jest nieograniczone narażenie konsumentów na te ksenobiotyki. W organizmie człowieka, diestry kwasu ftalowego ulegają hydrolizie do postaci monoestrów, które zbudowane są z pierścienia aromatycznego do którego podstawiona jest grupa estrowa (-COOR) oraz grupa karboksylowa (-COOH) w położeniu „orto”.

Badania nad narażeniem człowieka na ftalany i ocena ryzyka zdrowotnego wymagają w pierwszej kolejności oszacowania ich poziomów stężeń. Oznaczanie metabolitów zamiast związków wyjściowych jako biomarkery ma na celu porównanie względnego narażenia na różne ftalany w badaniach epidemiologicznych. Ponadto, ze względu na ich szybki metabolizm w organizmie, identyfikacja substancji wyjściowych zwykle jest niemożliwa lub niemiarodajna i nie oddaje poziomów rzeczywistego narażenia. Dodatkowo może pomóc w przewyciężeniu problemów związanych z zanieczyszczeniem pochodzącym ze sprzętu laboratoryjnego, który również zawiera plastyfikatory. Co więcej, monoestry uważane są za cząsteczki aktywne biologicznie, co stanowi dodatkową zaletę wykorzystania ich jako biomarkery narażenia.

Oznaczanie monoestrów kwasu ftalowego w próbkach biologicznych stanowi wyzwanie analityczne. Związki te zaleca się oznaczać z zastosowaniem techniki chromatografii cieczonej, ze względu na polarny charakter monoftalanów i ich niską lotność. Jednak, technika ta ma wiele wad, jest kosztowna, wymaga użycia znacznych ilości rozpuszczalników i cechuje się generalnie nieco wyższymi poziomami oznaczalności. Według dostępnej literatury zastosowanie chromatografii gazowej (techniki o bardzo dużym potencjałem rozdzielczym) jest możliwe, ale obowiązkowy jest proces przekształcenia monoftalanów w pochodną (derywatyzacja) na drodze reakcji estryfikacji w celu obniżenia ich temperatury wrzenia oraz polarności [20]. Proces przekształcania w pochodną wiąże się ze zwiększeniem kosztów analiz, czaso- i pracochłonności oraz stosowaniem dodatkowych odczynników chemicznych, często

toksycznych, a czasem nawet wybuchowych. Aby rozwiązać problemy analityczne zaproponowałem nowe podejście metodyczne, które objęte jest ochroną patentową przez Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej od 01.10.2018 roku, o numerze P.427323 (nr prawa wyłącznego Pat.243493), oraz stanowi podstawę publikacji **P3**.

Przedmiotem wynalazku **P7** i publikacji **P3** jest sposób zastosowania (mechanizm oraz warunki pracy) klasycznego dozownika z/bez podziału strumienia (*split/splitless injection*) wraz z odpowiednio dobraną przedkolumną i kolumną chromatograficzną, umożliwiające bezpośrednie wprowadzanie ekstraktu do kolumny chromatograficznej oraz oznaczanie monoftalanów za pomocą chromatografii gazowej, bez etapu derywatywacji czy dodatkowych rozwiązań aparaturowych. W publikacji **P3** przeprowadzono dodatkowo proces optymalizacji i walidacji metodyki analitycznej. Próbkę monoestrów wprowadza się do dozownika w temperaturze 190 °C, utrzymując zwiększone ciśnienie na poziomie 170 kPa i rozdziela się na odpowiednio dobranej przedkolumnie (0,6m × 0,25mm × 1,0µm) pokrytej fazą stacjonarną z trifluoropropylometylopolisiloksanu i kolumnie chromatograficznej (30 m × 0,25 mm × 0,25 µm 5% fenyl-arylen, 95% dimetylopolisiloksanu). Podniesienie ciśnienia w dozowniku powoduje wzrost przepływu gazu nośnego (2,78 cm³/min) oraz podwyższenie temperatury wrzenia mieszaniny (zgodnie z prawem Clapeyrona) i zmniejszenie szybkości parowania rozpuszczalnika. Dzięki temu, nie dochodzi do degradacji termicznej monoftalanów (zgodnie z prawem Boyle'a – Mariotte'a). Odpowiednio dobrana temperatura w dozowniku zapewnia efektywne odparowanie próbki, a jednocześnie dostarczane ciepło nie powoduje degradacji termicznej związków.

Narzędzie analityczne może być zastosowane do oznaczania innych ksenobiotyków o charakterze polarnym i nietrwałych termicznie bez uwzględniania etapu derywatywacji w protokole analitycznym. Pozwala to na skrócenie czasu analizy, redukcję ryzyka zanieczyszczenia próbek, zmniejszenie ilości toksycznych odpadów i ograniczenie zużycia rozpuszczalników organicznych. Zaproponowany mechanizm sprawia, że metoda oznaczeń jest szybka, prosta, powtarzalna i przydatna w badaniach próbek w różnych obszarach działalności gospodarczej i naukowej. Ponadto, rozwiązuje problemy i ograniczenia techniki chromatografii gazowej, co czyni ją odpowiednią i wskazaną do oznaczania termicznie nietrwałych i polarnych związków organicznych. A jednocześnie pozwala uniknąć zastosowania chromatografii cieczowej.

Drugą grupą związków, która stanowi mój obszar zainteresowań naukowych są pestycydy. Szczególną uwagę zwróciłem na ich pozostałości w świeżych owocach i warzywach, które podobnie jak ftalany stanowią bezpośrednie źródło narażenia konsumentów

drogą pokarmową. Transport warzyw i owoców na dalekie odległości oraz ich przechowywanie związane są ze stosowaniem pestycydów, a w szczególności fungicydów.

Aby oszacować poziomy stężenie, na które jesteśmy ekspozycy, opracowałem dwie procedury analityczne, które zostały przedstawione w publikacji **P4** i **P5**. Badania były sfinansowane z projektu SONATA-10 pt.: „*Ocena porównawcza stopnia barierowości skórki owoców i warzyw dla współcześnie stosowanych pestycydów – przewidywanie narażenia na spożycie*” z Narodowego Centrum Nauki (nr projektu: 2015/19/D/NZ7/03283), którego byłem kierownikiem.

Podstawowym problemem oznaczania pestycydów w żywności jest obecność związków przeszkadzających, które często zaburzają przebieg analizy. Zachodzi więc potrzeba izolacji analitów z matrycy oraz oczyszczenia ekstraktu. W tym celu wykorzystałem metodę QuEChERS (*Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged and Safe*), będącą połączeniem ekstrakcji za pomocą rozpuszczalnika (izolacja) oraz dyspersyjnej odmiany ekstrakcji do fazy stałej (oczyszczanie). Jest to technika, która zapewnia jednocześnie możliwość pracy laboratoryjnej zgodnie z zasadami „Zielonej Chemii”. Przy doborze odpowiednich rozpuszczalników i sorbentów wykorzystywanych w metodzie QuEChERS istotną była zawartość wody, tłuszczu, pigmentów i steroli w badanych owocach i warzywach. Na etapie oznaczeń końcowych wykorzystałem chromatograf gazowy połączony z dwoma detektorami: wychwyty elektronów (ECD – *Electron Capture Detector*) oraz tandemowy spektrometr mas (MS/MS – *tandem Mass Spectrometer*). Część badań dotyczących optymalizacji procesu ekstrakcji, oznaczeń za pomocą GC-ECD oraz walidacji metodyki analitycznej wchodziło w skład mojej pracy doktorskiej. Do publikacji **P4** odtworzyłem procedurę analityczną na innym sprzęcie oraz opracowałem nową metodę potwierdzającą uzyskane wcześniej dane przy zastosowaniu GC-MS/MS. Jest to niezbędne, gdyż pierwotna identyfikacja oparta była jedynie na czasach retencji związków. Następnie, zastosowałem ją do analizy różnorodnych próbek świeżych owoców i warzyw.

Dodatkowym wyzwaniem w ocenie narażenia na pestycydy jest konieczność wykonywania oznaczeń na niskich poziomach stężeń. Wynika to z wymagań prawnych dotyczących najwyższych dopuszczalnych pozostałości w owocach i warzywach. Ma to szczególne znaczenie w ocenie narażenia populacji wrażliwej, którą stanowią m.in. dzieci i osoby starsze. Obecnie na rynku dostępne są produkty, takie jak banany i marchewki, które są specjalnie dedykowane do spożycia przez dzieci. Natomiast pozostałe rodzaje świeżych owoców i warzyw przeznaczone są do powszechnego spożycia. Nie są one segregowane według docelowej grupy konsumentów, w związku z czym populacja wrażliwa może być

bardziej narażona na pozostałości pestycydów, a w efekcie na występowanie efektów toksycznych. Aby ocenić poziom zagrożenia, opracowałem nową metodykę analityczną. W tym celu, wprowadziłem dodatkowy etap w procedurze ekstrakcji polegający na zateżeniu ekstraktu przed etapem jego oczyszczenia i analizą chromatograficzną. Na etapie oznaczeń końcowych zastosowałem GC-MS/MS. Rozwiązanie stanowi podstawę publikacji **P5**. Metodyka została zoptymalizowana i zwalidowana. Następnie określiłem poziomy narażenia konsumentów na pozostałości 31 pestycydów w próbkach: białej rzodkwi, ogórków szklarniowych, papryki, brokułów, kalafiorów, kalarepy, nektarynek, pieczarek, pomidorów, marchewek, ziemniaków, cukinii, dyni, pietruszki, selerów, porów, buraków i gruszek. Szczególną uwagę skupiłem na badaniach jabłek ze względu na wielkość ich produkcji w Polsce. Przeanalizowałem następujące odmiany jabłek: Jonagored, Rubin, Ligol, Idared, Gloster, Szampion, Lobo, Golden Delicious, Elisa i Cortland.

Wśród najczęściej wykrywanych pestycydów były środki grzybobójcze, które również wykazują działanie endokrynnie czynne. Ich obecność stwierdziłem w 64 % analizowanych próbek. Najczęściej oznaczaną substancją aktywną był boskalid. Wykryłem również pozostałości tebukonazolu (24 %), fludioksonilu (16 %), cyprodynilu (12 %), kaptanu (12 %) oraz prochlorazu (4 %). W przypadku próbek warzyw, 36 % z nich zawierało pozostałości pestycydów. Najbardziej zanieczyszczone pestycydami były jabłka. Dzięki badaniom przesiewowym świeżych owoców i warzyw dostępnych na polskim rynku poszerzono wiedzę o jakości tych produktów pod względem zawartości ksenobiotyków. Umożliwiło to dokładniejszą ocenę narażenia i oszacowania ryzyka zdrowotnego, co stanowi niewątpliwą nowość naukową. Do oszacowania narażenia długoterminowego wykorzystałem schemat zaproponowany przez Światową Organizację Zdrowia. Zakłada on najpierw wyliczenie wartości teoretycznego maksymalnego dziennego pobrania (TMDI – *Theoretical Maximum Daily Intake*) oraz szacowanego dziennego pobrania (EDI – *Estimated Daily Intake*), a następnie przyrównanie tych dwóch wartości do współczynnika akceptowalnego dziennego pobrania (ADI – *Acceptable Daily Intake*) [21]. Warto zaznaczyć, iż obliczenia opierają się na ryzyku szacowanym dla osoby dorosłej o masie ciała 60 kilogramów oraz danych dotyczących przeciętnej konsumpcji płodów rolnych. Uzyskane wyniki wykazały, że poziomy teoretycznego dziennego pobrania w analizowanych próbkach stanowią niewielki odsetek maksymalnej dawki pestycydu, jaką każdy człowiek może przyswoić drogą pokarmową. Dlatego, zgodnie z obecnym stanem wiedzy i zasadami stosowanymi w ocenie ryzyka zdrowotnego, oszacowane dawki pobrania nie powinny wywoływać znaczącego zagrożenia stanu zdrowia konsumentów.

Osobno przeprowadziłem ocenę ryzyka zdrowotnego związanego z obecnością pestycydów w badanych jabłkach różnych odmian. Do oszacowania zastosowałem model pobrania pozostałości pestycydów opracowany przez Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności EFSA PRIMO (*Pesticide Residue Intake Model*, rev. 3.1) [22]. Na podstawie uzyskanych danych oraz biorąc pod uwagę obecny stan wiedzy i obowiązujące wytyczne szacowania ryzyka zdrowotnego, nie stwierdziłem istotnego zagrożenia długoterminowego dla wykrytych pozostałości. Tylko jedna próbka pochodząca z osiedlowego sklepu na Gdańskiej Zaspie stanowiła potencjalne zagrożenie długo- i krótkoterminowe, w której wykazano niezgodność z najwyższym dopuszczalnym poziomem dla związku grzybobójczego – kaptanu. Ponadto, wykryto przekroczenie najwyższej dopuszczalnej pozostałości dla boskalidu, ale z przyczyny braku ustalonej wartości ostrej dawki referencyjnej (ARfD – *Acute Reference Dose*) ocena ryzyka krótkoterminowego nie została przeprowadzona. Badania potwierdzają, że monitoring pozostałości pestycydów powinien być stale rozwijany i regularnie prowadzony. Należy również podkreślić, iż badania były przeprowadzane w jednym laboratorium, na ograniczonej liczbie próbek i nie można ekstrapolować wyników na skalę krajową.

Następnie, podjąłem próbę określenia czy poziom zanieczyszczenia jabłek może wynikać z migracji pestycydów przez ich skórki. Zwłaszcza, że jabłonie są najczęściej opryskiwane pestycydami, przez co wchodzi w bezpośredni kontakt z owocami. Dodatkowo, jest on zwielokrotniony, gdyż jabłonie są opryskiwane nawet 12-krotnie w trakcie upraw. Należy podkreślić, że skórka może być tylko jedną z wielu dróg wnikania pestycydów do owoców. W badaniach zdolności penetracji pestycydów przez skórę (epidermę) zastosowałem po raz pierwszy komory przepływowo-dyfuzyjne typu Franza, powszechnie wykorzystywane w farmacji i kosmetologii do analizy znanego zjawiska dyfuzji substancji leczniczych przez skórę ludzką. Nowatorskie jest zastosowanie fragmentu rośliny jako membrany (błony półprzepuszczalnej) oraz skład płynu akceptorowego, który odzwierciedla skład miąższu oraz budowę morfologiczną badanego płodu rolnego. Nowy obszar zastosowania komory Franza jest przedmiotem zgłoszenia patentowego **P8** w Urzędzie Patentowym Rzeczypospolitej Polskiej od 09.09.2020 roku, o numerze P.435230, a także stanowi podstawę publikacji **P6**. Opracowałem procedurę przeprowadzania badań, przygotowania skórek, składu płynu akceptorowego i warunków oprysku. Badania zostały również sfinansowane w ramach projektu SONATA-10, którego byłem kierownikiem.

Na podstawie uzyskanych wyników badań stwierdziłem, iż skórka (epiderma) jest niewystarczającą barierą przed przenikaniem pestycydów do miąższu i może stanowić istotną drogę permeacji, co w konsekwencji prowadzi do ich kumulacji. Około 20 % oprysku przenika

do wewnątrz owoców i tam już pozostaje. Co więcej, najszybciej dyfundują substancje o systemicznym charakterze działania, takie jak: tebukonazol, cyprodynil i boskalid. Wyjątek stanowi cypermetryna, której nie wykryto w mięszu. Dlatego, jej stosowanie może być zalecane do upraw jabłoni, gdyż nie stanowi ryzyka skażenia owoców. Stężenia niektórych związków w mięszu po 24 godzinach od oprysku były wyższe niż dopuszczalne limity pozostałości określone w regulacjach prawnych. Należy podkreślić, iż skórki były opryskiwane substancjami aktywnymi, a nie preparatami pestycydowymi, które zawierają dodatkowo nośniki, stabilizatory, czy adjuwanty. W konsekwencji mogą one umożliwiać większe przenikanie związków, nawet tych o działaniu kontaktowym, przez co wyniki absorpcji mogą być jeszcze wyższe.

Opracowane narzędzie analityczne pozwala określić, które substancje migrują przez skórę (epidermę), a które adsorbują się jedynie na jej powierzchni. Związki, które nie przenikają do mięszu i pełnią swoją funkcję zgodnie z przeznaczeniem, nie stanowią zagrożenia dla konsumentów. Można je w efektywny sposób usunąć na drodze mycia, obierania skórki, obróbki termicznej lub innych procesów. Natomiast związki penetrujące przez skórę do głębszych warstw mięszu, ulegają kumulacji powodując skażenie żywności, które zgodnie z regulacjami prawnymi należy monitorować. Wówczas nawet obranie skórki czy obróbka termiczna mogą nie pomóc w zniwelowaniu negatywnych skutków ich spożycia. A tych nie powinno się bagatelizować, bo mogą prowadzić do poważnych konsekwencji zdrowotnych. Urządzenie pozwala badać różne ksenobiotyki, włączając w to składniki opakowań do żywności. Na rynku mamy obecnie dostępny szereg produktów z upraw ekologicznych, ale prawie wszystkie zapakowane są w folie, których składniki (m.in. plastyfikatory) również mogą migrować do mięszu. A związki te wykazują działanie endokrynnie czynne i zaburzają gospodarkę hormonalną konsumentów. Szczególnie narażone są dzieci i osoby, których dieta oparta jest na warzywach i owocach.

e. Podsumowanie

Efektom prac badawczych wchodzących w cykl publikacji są nowe narzędzia analityczne, które umożliwiają oszacowanie poziomów narażenia człowieka na ksenobiotyki wprowadzane do środowiska wraz z rozwojem cywilizacyjnym. Dodatkowo, pozwalają zweryfikować i urealnić ekspozycję ludzi na zanieczyszczenia zawarte w żywności i lekach. Wyniki badań wykazały, iż może być ona większa niż wcześniej przypuszczano. Należy zaznaczyć, że zaproponowane rozwiązania są przedmiotem ochrony patentowej, co podkreśla

nowość naukową i wkład w rozwój dyscypliny. Jestem pierwszym autorem wszystkich publikacji włączonych do cyklu, poza monografią **P2**.

Zaproponowane narzędzia analityczne zmniejszają niepewność szacowania narażenia i pozwalają na uzyskiwanie powtarzalnych i miarodajnych wyników badań. Dzięki nim, będzie także możliwe stworzenie zaleceń konsumenckich, które w efektywny sposób będą obniżać zagrożenie. Opracowane nowe podejście do oznaczania monoestrów kwasu ftalowego umożliwi ich oznaczanie w różnych próbkach biologicznych (w tym krwi i moczu), co pozwoli urzeczywistnić poziomy narażenia ludzi na plastyfikatory migrujące do żywności z opakowań wykonanych z tworzyw sztucznych. Opracowana metodyka z powodzeniem może być zastosowana w rutynowych badaniach biomonitoringowych. W efekcie, będzie szansa na ocenę i powiązanie ekspozycji z efektami zdrowotnymi, co z pewnością może pomóc w badaniach epidemiologicznych.

Ponadto, uzyskane wyniki badań umożliwiają stworzenie listy rekomendacyjnej pestycydów dla upraw jabłoni, których stosowanie jest bezpieczne i nie stanowi zagrożenia dla zdrowia. Stanowią także podstawę do oceny czasu ekspozycji na działanie środków ochrony roślin, aby zapobiec ich wnikaniu. Badania są nowatorskie o bardzo istotnych wnioskach, z punktu widzenia ochrony zdrowia i toksykologii, a także posiadają walory poznawcze dla rolnictwa. Trzeba podkreślić, że ewentualne negatywne skutki zdrowotne mogą wystąpić u konsumentów preferujących dietę owocowo – warzywną, ale także u dzieci. Co więcej, należy zwrócić uwagę na stan zdrowia konsumentów oraz ich wiek. Dzieci i osoby w podeszłym wieku stanowią grupę konsumentów, która może być bardziej narażona na negatywne skutki działania pestycydów. Dlatego też, nabywając świeżą żywność powinno się zwracać uwagę nie tylko na wygląd owoców i warzyw, ale przede wszystkim na to z jakiego źródła pochodzą oraz w co są zapakowane. Nie zawsze materiał opakowaniowy spełnia tylko zamierzone funkcje zabezpieczania żywności, ale jednocześnie może stanowić ryzyko narażenia na ksenobiotyki, co również wykazały badania.

f. Perspektywa przyszłych badań

W planach badawczych chciałbym porównać narażenie ludzi na ksenobiotyki wynikające z ekspozycji w próbkach środowiskowych i żywności z poziomami narażenia pośredniego, czyli stężeniami substancji wyjściowych i ich metabolitów w próbkach biologicznych. Pozwoli to oszacować rzeczywistą dawkę przyjętą zanieczyszczeń, co pomoże w poszukiwaniach zależności dawka-odpowiedź i badaniach epidemiologicznych.

g. Literatura

- [1] <https://www.eea.europa.eu/en/topics/at-a-glance/health> (dostęp 1.08.2023)
- [2] <https://www.eea.europa.eu/themes/air/country-fact-sheets/2022-country-fact-sheets/poland-air-pollution-country> (dostęp 1.08.2023)
- [3] K. Cromar, N. Lazrak, *Risk communication of ambient air pollution in the WHO European Region: review of air quality indexes and lessons learned*. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2023. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO
- [4] WHO global strategy for food safety 2022–2030: towards stronger food safety systems and global cooperation. Geneva: World Health Organization; 2022. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO
- [5] M Woźniak, I Brukwicka, Z Kopański, R Kollár, M Kollárová, B Bajger, *Individual and collective health*. Journal of Clinical Healthcare 2015, 4, 1-3
- [6] Å. Bergman, J.J. Heindel, T. Kasten, K.A. Kidd, S. Jobling, M. Neira, R.T. Zoeller, G. Becher, P. Bjerregaard, R. Bornman, I. Brandt, A. Kortenkamp, D. Muir, M.N. Brune Drisse, R. Ochieng, N.E. Skakkebaek, A. Sundén Byléhn, T. Iguchi, J. Toppari, T.J. Woodruff, *The Impact of Endocrine Disruption: A Consensus Statement on the State of the Science*. Environmental Health Perspectives 2013, 121:4, A104-A106, doi: 10.1289/ehp.1205448
- [7] L. Calero-Medina, M.J. Jimenez-Casquet, L. Heras-Gonzalez, J. Conde-Pipo, A. Lopez-Moro, F. Olea-Serrano, M. Mariscal-Arcas, *Dietary exposure to endocrine disruptors in gut microbiota: A systematic review*. Science of The Total Environment 2023, 886, art. ID 163991: 1-14, doi: 10.1016/j.scitotenv.2023.163991
- [8] L.N. Vandenberg, T. Colborn, T.B. Hayes, J.J. Heindel, D.R. Jacobs, D.H. Lee, T. Shioda, A.M. Soto, F.S. vom Saal, W.V. Welshons, R.T. Zoeller, J. Peterson Myers, *Hormones and Endocrine-Disrupting Chemicals: Low-Dose Effects and Nonmonotonic Dose Responses*. Endocrine Reviews 2012, 33:3, 378-455, doi: 10.1210/er.2011-1050
- [9] J.J. Heindel, B. Blumberg, M. Cave, R. Machtinger, A. Mantovani, M.A. Mendez, A. Nadal, P. Palanza, G. Panzica, R. Sargis, L.N. Vandenberg, F. vom Saal, *Metabolism disrupting chemicals and metabolic disorders*. Reproductive Toxicology 2017, 68, 3-33, doi: 10.1016/j.reprotox.2016.10.001
- [10] Rozporządzenie Komisji Europejskiej nr 10/2011 z dnia 14 stycznia 2011 r. w sprawie materiałów i wyrobów z tworzyw sztucznych przeznaczonych do kontaktu z żywnością (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011R0010&from=FR>; dostęp 1.08.2023)
- [11] U.S. Food and Drug Administration, *Residual Solvents in Drug Products Marketed in the United States* (<http://www.fda.gov/>; dostęp 1.08.2023)
- [12] L. Muller, R.J. Mauthe, C.M. Riley, M.M. Andino, D.D. Antonis, C. Beels, J. DeGeorge, A.G. De Knaep, D. Ellison, J.A. Fagerland, R. Frank, B. Fritschel, S. Galloway, E. Harpur,

- C.D. Humfrey, A.S. Jacks, N. Jagota, J. Mackinnon, G. Mohan, D.K. Ness, M.R. O'Donovan, M.D. Smith, G. Vudathala, L. Yotii, *A rationale for determining, testing and controlling specific impurities in pharmaceuticals that possess potential for genotoxicity*. Regul. Toxicol. Pharmacol. 2006, 44, 198-211, doi: 10.1016/j.yrtph.2005.12.001
- [13] G. Tranfo, L. Caporossi, E. Paci, C. Aragona, D. Romanzi, C. De Carolis, M. De Rosa, S. Capanna, B. Papaleo, A. Pera, *Urinary phthalate monoesters concentration in couples with infertility problems*. Toxicol. Lett. 2012, 213, 15-20, doi: 10.1016/j.toxlet.2011.11.033
- [14] J. Hogberg, A. Hanberg, M. Berglund, S. Skerfving, M. Remberger, A.M. Calafat, A.F. Filipsson, B. Jansson, N. Johansson, M. Appelgren, H. Hakansson, *Phthalate diesters and their metabolites in human breast milk, blood or serum, and urine as biomarkers of exposure in vulnerable populations*. Environ. Health Persp. 2008, 116, 334-339, doi: 10.1289/ehp.10788
- [15] R. Mankidy, S. Wiseman, H. Ma, J.P. Giesy, *Biological impact of phthalates*. Toxicol. Lett. 2013, 217, 50-58, doi: 10.1016/j.toxlet.2012.11.025
- [16] Ö. G. Manav, Ş. Dinç-Zor, G. Alpdoğan, *Optimization of a modified QuEChERS method by means of experimental design for multiresidue determination of pesticides in milk and dairy products by GC-MS*. Microchem J. 2019, 144, 124-129, doi: 10.1016/j.microc.2018.08.056
- [17] K.-H. Kim, E. Kabir, S. A. Jahan, *Exposure to pesticides and the associated human health effects*. Sci Total Environ. 2017, 575, 525-535, doi: 10.1016/j.scitotenv.2016.09.009
- [18] Y. Combarrous, *Endocrine Disruptor Compounds (EDCs) and agriculture: The case of pesticides*. C R Biol. 2017, 340, 406-409, doi: 10.1016/j.crv.2017.07.009
- [19] K. Grodowska, A. Parczewski, *Analytical methods for residual solvents determination in pharmaceutical products*. Acta Pol. Pharm. 2010, 67, 13-26
- [20] A. Ramesh Kumar, P. Sivaperumal, *Analytical methods for the determination of biomarkers of exposure to phthalates in human urine samples*. Trends in Analytical Chemistry 2016, 75, 151-161, doi: 10.1016/j.trac.2015.06.008
- [21] S. Marchlewska, *Ocena narażenia na środki o działaniu grzybobójczym obecne w świeżej żywności*, praca magisterska, promotor: dr inż. Maciej Tankiewicz, Gdański Uniwersytet Medyczny, 2018
- [22] M. Chodakowski, *Ocena narażenia na pozostałości pestycydów obecnych w warzywach i owocach*, praca licencjacka, promotor: dr inż. Maciej Tankiewicz, Gdański Uniwersytet Medyczny, 2020

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

- I. Poza publikacjami wykazanymi w pkt. 4 b stanowiącymi osiągnięcie naukowe, jestem autorem 16 artykułów naukowych oraz 12 rozdziałów w monografiach o sumarycznej liczbie punktów IF = 46,069 (718 pkt. MEiN:), z czego IF = 26,361 (238 pkt. MEiN) obejmuje okres przed doktoratem. Cały dorobek naukowy wynosi IF = 72,999 (1238 pkt. MEiN). Pełen wykaz osiągnięć naukowych przedstawiono w załączniku 4. Analizę bibliometryczną dorobku i osiągnięcia naukowego przedstawiono w załączniku 6. Indeks Hirscha według bazy Scopus wynosi 11 z liczbą cytowań wynoszącą 839, w tym 830 bez autocytowań. Według bazy Web of Science, indeks Hirscha wynosi 10, z liczbą cytowań 747, w tym 738 bez autocytowań.
- II. od 2023 r. – nawiązanie współpracy z prof. Jūratė Žaltauskaitė z Uniwersytetu Witolda Wielkiego w Kownie na Litwie oraz prof. dr hab. Agnieszką I. Piotrowicz-Cieślak z Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie. Współpraca polega na utworzeniu zespołu projektowego wraz ze współpracownikami z Zakładu Toksykologii Środowiska Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego, a także na realizacji wspólnych badań naukowych w ramach projektu pt. „*Implementation of EU rules on monitoring of soil and water for human and environmental health*”, finansowanego z programu Interreg VI A Lithuania-Poland na lata 2021-2027, ID wniosku: LTPL00094. Jestem współautorem wniosku projektowego i jednym z wykonawców. Celem projektu jest ocena ryzyka zdrowotnego i środowiskowego wynikającego z zanieczyszczenia wody i gleby metalami ciężkimi, substancjami hormonalnie czynnymi (β -estradiolem i nonylofenolem) i środkami farmaceutycznymi oraz nabywania lekooporności przez mikroorganizmy środowiskowe. Badania będą prowadzone zarówno w Polsce jak i na Litwie. Projekt jest w trakcie oceny.
- III. od 2023 r. – Rzecznik Praw Obywatelskich, Pan Marcin Wiącek, nawiązanie współpracy i zaproszenie do zespołu ekspertów w ramach powołanego Zespołu Roboczego do Spraw Zrównoważonego Rozwoju i Środowiska. Współpraca dotyczy wpływu sztucznego światła na funkcjonowanie i zdrowie człowieka. W grudniu b.r. planowane jest pierwsze seminarium naukowe w tej tematyce.

IV. od 2022 r. – nawiązanie współpracy i utworzenie konsorcjum partnerów z:

- prof. dr hab. inż. arch. Justyną Martyniuk-Pęczek, Politechnika Gdańska,
- Przemysławem Kluz, Gdańska Fundacja Innowacji Społecznej,
- Miastem Kartuzy,
- dr inż. Rainer Pfluger, Uniwersytet Leopolda i Franciszka w Innsbrucku, Austria,
- Leandra Jänicke, IIG - Innsbrucker Immobiliengesellschaft, Austria,
- prof. Valéry Ann Jacobs, Vrije Universiteit Bruksela, Belgia,
- dr Sylvain Raynal, Capgemini - Altran Technology & Engineering Center, Francja,
- Miastem Tuluza, Francja,
- dr Martine Knoop, Technische Universität Berlin, Niemcy,
- prof. Giancarlo Cotella, Politecnico di Torino, Włochy,
- dr Chiara Lucchini, Urban Lab Torino, Włochy,
- dr Jérôme Kämpf, Idiap Research Institute, Szwajcaria.

Współpraca polega na opracowaniu wspólnego obszaru naukowego i realizacji badań naukowych w ramach projektu pt. „*SHINE – Securing Health Integration in Positive Energy Neighbourhoods*”, finansowanego z programu Driving Urban Transitions - DUT European Partnership, Horyzont Europa, ID wniosku: F-DUT-2022-0115, projekt nie uzyskał finansowania, obecnie trwają prace nad ponowną aplikacją o środki.

Celem projektu jest ocena wpływu otoczenia miejskiego na zdrowie i jakość życia mieszkańców Europy. Planowane jest znalezienie sposobów łączenia renowacji energetycznych budynków z neutralnością klimatyczną i zdrowiem mieszkańców. Ma to przebiegać w dwóch etapach: najpierw planujemy zbadać istniejące dzielnice sześciu europejskich miast, aby znaleźć kluczowe zmienne, kompromisy i synergie istotne dla optymalnego połączenia tych celów. Po drugie, założymy *Urban Living Labs* w dzielnicach wymagających renowacji, w których zorganizujemy modelowanie scenariuszy z udziałem lokalnych społeczności, aby wypracować optymalne rozwiązania. Jestem współautorem projektu, jednym z wykonawców oraz odpowiedzialnym za obszar wpływu środowiska miejskiego na zdrowie mieszkańców.

V. od 2021 r. – nawiązanie współpracy i utworzenie zespołu projektowego oraz eksperckiego w ramach Związku Uczelni w Gdańsku im. Daniela Fahrenheita pomiędzy Politechniką Gdańską, Uniwersytetem Gdańskim oraz Gdańskim Uniwersytetem Medycznym, a także Akademią Sztuk Pięknych w Gdańsku i Województwem

Pomorskim. Współpraca polega na opracowywaniu strategii rozwoju przestrzeni publicznych oraz projektowaniu nowych lub przekształcaniu istniejących przestrzeni publicznych na terenie województwa pomorskiego. Jestem członkiem zespołu eksperckiego, odpowiadam za wsparcie merytoryczne w zakresie wpływu środowiska na zdrowie i jakość życia mieszkańców oraz pełnię funkcję koordynatora z ramienia Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego. Współpraca ma charakter międzyuczelnianego projektu naukowo-badawczego i stanowi element przedsięwzięcia strategicznego Samorządu Województwa Pomorskiego 2030 pt.: „*Pomorskie Laboratorium Przestrzeni Publicznej*”.

VI. od 2021 r. – nawiązanie współpracy i utworzenie konsorcjum partnerów z:

- prof. dr hab. Lidią Wolską oraz dr inż. Ewą Olkowską z Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego,
- prof. dr hab. Grzegorzem Dziubankiem ze Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach,
- prof. dr hab. Barbarą Piekarską z Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego,
- prof. dr hab. inż. Arturzem Badydą z Politechniki Warszawskiej,
- prof. dr hab. inż. Izabelą Mironowicz z Politechniki Gdańskiej,
- prof. dr hab. Agnieszką Piotrowicz Cieślak z Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie,
- prof. dr hab. Rafałem Górnym z Centralnego Instytutu Ochrony Pracy - Państwowego Instytutu Badawczego.

Współpraca polega na realizacji wspólnych badań naukowych w ramach projektu pt.: „*Środowiskowe (stan powietrza) i urbanistyczne uwarunkowania jakości powietrza i ich wpływ na zdrowie mieszkańców (AIR – CITY - HEALTH)*”, finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki z programu OPUS-22 na lata 2022-2025, ID wniosku: 537112. Jestem współautorem wniosku projektowego i jednym z wykonawców. Wniosek nie uzyskał finansowania, ale część zaplanowanych badań dotyczących identyfikacji zanieczyszczeń organicznych w powietrzu wybranych miast Polski zostało wykonanych. Obecnie trwają prace nad ponownym ubieganiem się o dofinansowanie.

Celem projektu jest identyfikacja zagrożeń zanieczyszczenia (fizycznego, chemicznego i mikrobiologicznego) powietrza wybranych małych i średnich miast oraz ocena ryzyka narażenia na nie ich mieszkańców. W oparciu o dane epidemiologiczne zostanie

przeprowadzona ocena ryzyka zdrowotnego mieszkańców narażonych na określone poziomy zanieczyszczeń powietrza.

VII. 2017 – 2021 r. – współpraca w ramach Komitetu Organizacyjnego i Naukowego Krajowej Konferencji Bioindykacyjnej (KKB), pt.: *„Praktyczne wykorzystanie systemów bioindykacyjnych do oceny jakości i toksyczności środowiska i substancji chemicznych”* z:

- Europejskim Regionalnym Centrum Ekohydrologii Polskiej Akademii Nauk,
- Politechniką Wrocławską,
- Uniwersytetem Rolniczym im. Hugona Kołłątaja w Krakowie,
- Politechniką Poznańską,
- Gdańskim Uniwersytetem Medycznym,
- firmą Aquanet S.A.,
- firmą TIGRET Sp. z o.o.

Byłem członkiem Komitetu Organizacyjnego Konferencji odbywającej się w 2017 r. we Wrocławiu, 2018 r. w Krakowie, 2019 r. w Poznaniu oraz w 2021 r. w Gdańsku. Wspierałem również wydarzenia merytorycznie oraz byłem aktywnym uczestnikiem prezentując własne wyniki badań.

VIII. od 2020 r. – nawiązanie współpracy i utworzenie konsorcjum partnerów z:

- Uniwersytetem Medycznym w Łodzi,
- Uniwersytetem w Porto,
- Uniwersytetem NOVA w Lizbonie,
- Uniwersytetem w Barcelonie,
- Szkołą Biznesu w Barcelonie,
- Barcelona Institute for Global Health,
- Politechniką w Walencji,
- Politechniką w Madrycie,
- firmą DKV Servicios (Hiszpania).

Współpraca polegała na realizacji wspólnych badań naukowych w ramach wniosku grantowego pt.: *“Co-create, co-design, co-validate-educating future generations about climate change and health”* w ramach EIT Health – 2021 r., program w obszarze zdrowia środowiskowego, finansowany z programu Horizon Europe, ID wniosku: 220367. Moja rola w projekcie: koordynator i współautor projektu, a także wykonawca. Ostatecznie projektu nie uzyskał finansowania na ostatnim etapie oceny. W ramach

konsorcjum organizowane były seminaria naukowe poświęcone wpływowi zmian klimatu na zdrowie i jakość życia ludzi, ze szczególnym uwzględnieniem dzieci i młodzieży.

IX. od 2020 r. – nawiązanie współpracy i utworzenie konsorcjum partnerów z:

- prof. dr hab. Lidią Wolską (kierowniczką projektu) oraz prof. dr hab. Lidią Piechowicz z Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego,
- prof. dr hab. Rafałem Górnym z Centralnego Instytutu Ochrony Pracy - Państwowego Instytutu Badawczego,
- prof. dr hab. Agnieszką Piotrowicz Cieślak z Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie,
- dr Agnieszką Klimkowicz - Pawlas z Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowego Instytutu Badawczego,

Współpraca polega na realizacji wspólnych badań naukowych w ramach projektu pt.: „*Intensywny chów drobiu – identyfikacja zmian zachodzących w środowisku przyrodniczym i ich wpływ na zdrowie człowieka*” finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki z programu OPUS-18 na lata 2020-2024 (nr projektu: UMO-2019/35/B/NZ7/04394, ID wniosku: 464441). Jestem współautorem wniosku projektowego i jednym z wykonawców.

Celem projektu jest identyfikacja chemicznych i mikrobiologicznych czynników emitowanych w trakcie chowu drobiu oraz identyfikacja i ocena skutków środowiskowych i zdrowotnych. Projekt jest w trakcie realizacji. Efektem dotychczasowych prac jest publikacja **P9** w Science of The Total Environment (IF₂₀₂₃= 9,800; pkt. MEiN₂₀₂₃ = 200):

P9. Grzinić Goran, Piotrowicz-Cieślak Agnieszka, Klimkowicz-Pawlas Agnieszka, Górny Rafał L., Ławniczek-Wałczyk Anna, Piechowicz Lidia, Olkowska Ewa, Potrykus Marta, **Tankiewicz Maciej**, Krupka Magdalena, Siebielec Grzegorz, Wolska Lidia, *Intensive poultry farming: a review of the impact on the environment and human health*. Sci. Total Environ. **2023**, 858, art. ID 160014: 1-28, doi: 10.1016/j.scitotenv.2022.160014

Mój wkład w publikację polegał na przygotowaniu podrozdziałów dotyczących perspektyw rozwoju technologii intensywnego chowu drobiu, nowych rozwiązań ograniczających emisję oraz oddziaływanie na środowisko i zdrowie człowieka, ale również regulacji prawnych i wytycznych Najlepszych Dostępnych Technik (BAT – *Best Available Technique*). Dodatkowo przygotowałem fragmenty podsumowania artykułu oraz brałem udział w pracach edytorskich na etapie recenzji.

- X.** od 2019 r. – nawiązanie współpracy z dr Agnieszką Hernik z Narodowego Instytutu Zdrowia Publicznego - Państwowego Zakładu Higieny w Warszawie, w zakresie atestacji materiałów wyposażeniowych i budowlanych oraz wspólnej realizacji prac dyplomowych na kierunku zdrowie środowiskowe w Gdańskim Uniwersytecie Medycznym.
- XI.** 2019 r. – udział w Letniej Akademii w zakresie oceny ryzyka zdrowotnego i komunikowania ryzyka w zakresie bezpieczeństwa żywności na rzecz ochrony zdrowia konsumentów oraz wizyty studyjne w German Federal Institute for Risk Assessment, Berlin, Niemcy.
- XII.** od 2017 r. – nawiązanie współpracy z dr hab. Magdaleną Urbaniak z University of Chemistry and Technology (UCT) w Pradze (Czechy), polegającej na wspólnym wykonywaniu prac badawczych w ramach projektu, pt.: “*PLASMMIX - Plant secondary metabolites and microbial degradation of structurally related xenobiotics*” (nr projektu CZ.02.2.69/0.0/0.0/17_050/0008484) finansowanego w ramach European Structural and Investment Funds, OP RDE przez Ministerstwo Szkolnictwa, Młodzieży i Sportu Republiki Czeskiej. Efektem współpracy są dwie publikacje w czasopismach: PeerJ (IF₂₀₁₉ = 2,353; pkt. MEiN₂₀₁₉ = 100) – **P10** oraz Water (IF₂₀₁₉ = 2,524; pkt. MEiN₂₀₁₉ = 100) – **P11**:
- P10.** Urbaniak Magdalena, Mierzejewska Elżbieta, **Tankiewicz Maciej**, *The stimulating role of syringic acid, a plant secondary metabolite, in the microbial degradation of structurally-related herbicide, MCPA*. PeerJ **2019**, 7, art. ID 6745: 1-19, doi: 10.7717/peerj.6745
- Mój wkład w publikację polegał na opracowaniu metodyki analitycznej do oznaczania MCPA w próbkach, wykonaniu oznaczeń, przeprowadzeniu walidacji i obliczeń oraz ich opisaniu w publikacji wraz z obserwacjami. Brałem również udział w pracach edytorskich i poprawkach po recenzjach na etapie opublikowania.
- P11.** Mierzejewska Elżbieta, Baran Agnieszka, **Tankiewicz Maciej**, Urbaniak Magdalena, *Removal and ecotoxicity of 2,4-D and MCPA in microbial ultures enriched with structurally-similar plant secondary metabolites*. Water **2019**, 11(7), art. ID 1451: 1-16, doi: 10.3390/w11071451
- Mój wkład w publikację polegał na przeprowadzeniu oznaczeń pestycydów w próbkach za pomocą chromatografii gazowej sprzężonej z tandemowym spektrometrem mas, opracowaniu wyników pomiarów i ich analizie oraz na przygotowaniu opisów do publikacji i pomocy w pracach edytorskich.

XIII. od 2016 r. – nawiązanie współpracy z prof. dr hab. Leszkiem Łęczyńskim z Uniwersytetu Gdańskiego, polegającej na wspólnym wykonywaniu badań dotyczących zanieczyszczenia pestycydami wód podziemnych. Ponadto, wspólnie przygotowaliśmy wniosek badawczy pt.: „*Antibiotics and surface-active agents in the Adventfjorden environment – Is it a result of unsustainable tourism?*”, w ramach konkursu „Svalbard environmental protection fund – 22th round of allocation – spring 2018”, ID wniosku: 18/56. Projekt nie uzyskał finansowania. Prace badawcze są realizowane.

XIV. od 2010 r. – nawiązanie współpracy z dr Calum Morrison z University of the West of Scotland (obecnie z Glasgow Caledonian University) w Wielkiej Brytanii, gdzie odbyłem 3-miesięczny staż naukowy w ramach projektu „*Rozwój interdyscyplinarnych studiów doktoranckich na Politechnice Gdańskiej w zakresie nowoczesnych technologii*” (POKL.04.01.01-00-368/09). Współpraca polegała na prowadzeniu wspólnych prac badawczych z zakresu toksykologii sądowej i chemii analitycznej. Efektem wspólnych prac są dwie publikacje w czasopiśmie: *Talanta Journal* (IF₂₀₁₃ = 3,511; pkt. MEiN₂₀₁₃ = 40) – **P12** oraz *Microchemical Journal* (IF₂₀₁₃=3,583; pkt. MEiN₂₀₁₃ = 30) – **P13**, a także rozdział w monografii – **M1** i dwa doniesienia konferencyjne podczas Fourth Scottish Postgraduate Symposium on Environmental Analytical Chemistry (Glasgow, Wielka Brytania, 7.12.2011 r.), które zostały przedstawione w załączniku 4.:

P12. Tankiewicz Maciej*, Morrison Calum, Biziuk Marek, *Multi-residue method for the determination of 16 recently used pesticides from various chemical groups in aqueous samples by using DI – SPME coupled with GC-MS*. *Talanta* **2013**, 107: 1-10, doi: 10.1016/j.talanta.2012.12.052

Mój wkład w publikację polegał na byciu pomysłodawcą badań, wykonaniu badań laboratoryjnych, w tym optymalizacji procedury analitycznej wraz z jej walidacją, opracowaniu wyników, ich interpretacji, napisaniu manuskryptu oraz nadzorowaniu procesu opublikowania włącznie z odniesieniem się do komentarzy recenzentów.

P13. Tankiewicz Maciej*, Morrison Calum, Biziuk Marek, *Application of headspace solid-phase microextraction (HS-SPME) coupled with gas chromatography – flame-ionization detector (GC-FID) to determine products of petroleum industry in aqueous sample*. *Microchemical Journal* **2013**, 108: 117-123, doi: 10.1016/j.microc.2012.10.010

Mój wkład w publikację polegał na opracowaniu koncepcji i zakresu badań, przeprowadzeniu eksperymentów, opracowaniu wyników i ich analizie, napisaniu manuskryptu oraz odniesieniu się do komentarzy recenzentów.

M1. Tankiewicz Maciej*, Morrison Calum, Biziuk Marek, *Application of chiral chromatography for enantiomeric separation of currently used pesticides from various chemical groups*, w: Advances in chemical and mechanical engineering, C. Fijało [red.], Gdansk University of Technology, Gdańsk, **2012**, 279-283, ISBN 978-83-88579-62-2

Mój wkład w publikację polegał na współudziale w opracowaniu koncepcji badań, wykonaniu eksperymentów rozdzielania chiralnych pestycydów za pomocą chromatografii gazowej i cieczowej, opracowaniu wyników i ich analizie, napisaniu manuskryptu oraz odniesieniu się do komentarzy recenzentów.

XV. od 2008 r. – nawiązanie współpracy z prof. Stella Girousi z Aristotle University of Thessaloniki w Grecji, gdzie odbyłem 6-miesięczny staż naukowy w ramach wymiany akademickiej Erasmus-Socrates. Współpraca polegała na przeprowadzeniu wspólnych prac badawczych z zakresu bioanalitiky i chemii fizycznej. Efektem współpracy była moja praca magisterka, jedno doniesienie konferencyjne – **D1** oraz monografia naukowa – **M2**:

D1. Tankiewicz Maciej, Fenik Jolanta, Girousi Stella, Biziuk Marek, *Zastosowanie błonkowej elektrody bizmutowej do woltamperometrycznego oznaczania wybranych metali ciężkich*, Materiały 53 Zjazdu PTChem i SITPChem, Gliwice, 14-18.09.2010, 232.

M2. Tankiewicz Maciej*, Fenik Jolanta, Biziuk Marek, Girousi Stella, *Application of bismuth film electrode for determination of heavy metals by stripping voltammetry*, w: Advances in chemical and mechanical engineering, C. Fijało [red.], Gdansk University of Technology, Gdańsk, **2011**, 280-284, ISBN 978-83-88579-67-7

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na zaproponowaniu tematyki, zebraniu danych pomiarowych, opracowaniu i interpretacji uzyskanych wyników, napisaniu manuskryptu oraz odniesieniu się do komentarzy recenzentów.

XVI. 2008-2019 r. – współpraca z prof. dr hab. inż. Jackiem Namieśnikiem z Politechniki Gdańskiej w zakresie chemii analitycznej, a w szczególności monitoringu środowiska i bioanalitiky. Efektem wspólnych prac są dwie publikacje w Trends in Analytical Chemistry (IF₂₀₁₆ = 8,442; pkt. MEiN₂₀₁₆ = 50) – **P1** oraz International Journal of Molecular Sciences (IF₂₀₁₁ = 2,598; pkt. MEiN₂₀₁₁ = 30) – **P14**:

P1. Tankiewicz Maciej*, Namieśnik Jacek[†], Sawicki Wiesław, *Analytical procedures for quality control of pharmaceuticals in terms of residual solvents content: challenges and recent developments*. Trends Anal. Chem. **2016**, 80: 328-344, doi: 10.1016/j.trac.2015.09.008

Mój wkład w powstanie publikacji polegał na opracowaniu koncepcji, zebraniu materiałów i dokonaniu przeglądu literatury, analizie danych, przygotowaniu wykresów i tabel,

napisaniu manuskryptu, koordynowaniu prac na wszystkich etapach powstawania publikacji, przygotowaniu odpowiedzi na recenzje, a także wprowadzeniu poprawek.

- P14.** Stocka Jolanta, **Tankiewicz Maciej**, Biziuk Marek, Namieśnik Jacek[†], *Green aspects of techniques at determination of currently used pesticides in environmental samples*, International Journal of Molecular Sciences **2011**, 12(11): 7785-7805, doi: 10.3390/ijms12117785

Mój wkład w publikację polegał na współtworzeniu koncepcji artykułu, napisaniu rozdziału 2, 3 oraz części rozdziału o kierunkach rozwoju procedur oznaczania pestycydów w próbkach charakteryzujących się złożonym składem matrycy. Brałem również udział w pracach edytorskich na etapie opublikowania, w tym w odniesieniu się do komentarzy recenzentów.

XVII. od 2008 r. – współpraca z prof. dr hab. inż. Markiem Biziukiem z Politechniki Gdańskiej, który pełnił funkcję Promotora mojej pracy doktorskiej oraz wspólnie prowadziliśmy badania w ramach projektu PRELUDIUM-1 pt.: „Opracowanie nowej metodyki oznaczania współcześnie stosowanych pestycydów pochodzących z różnych grup związków chemicznych w próbkach wody powierzchniowej i wodociągowej”, finansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki, numer projektu DEC-2011/01/N/ST4/01977 (ID wniosku: 153585), którego byłem kierownikiem. Efektem prac są dwie publikacje w Talanta Journal (IF₂₀₁₃ = 3,511; pkt. MEiN₂₀₁₃ = 40) – **P12** oraz Analytical and Bioanalytical Chemistry (IF₂₀₁₈ = 3,286; pkt. MEiN₂₀₁₈ = 40) – **P15**, a także 1 monografia – **M3**, 4 referaty i 4 komunikaty w formie plakatu zaprezentowane podczas konferencji naukowych, które zostały przedstawione w załączniku 4. Za jedną z prezentacji otrzymałem nagrodę w sekcji „Chemia analityczna i analityka środowiska” podczas 55 Zjazdu Polskiego Towarzystwa Chemicznego (PTChem) i Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Przemysłu Chemicznego (SITPChem):

- P12.** **Tankiewicz Maciej***, Morrison Calum, Biziuk Marek, *Multi-residue method for the determination of 16 recently used pesticides from various chemical groups in aqueous samples by using DI – SPME coupled with GC-MS*. Talanta **2013**, 107: 1-10, doi: 10.1016/j.talanta.2012.12.052

Mój wkład w publikację polegał na byciu pomysłodawcą badań, wykonaniu badań laboratoryjnych, w tym optymalizacji procedury analitycznej wraz z jej walidacją, opracowaniu wyników, ich interpretacji, napisaniu manuskryptu oraz nadzorowaniu procesu opublikowania włącznie z odniesieniem się do komentarzy recenzentów.

P15. Tankiewicz Maciej*, Biziuk Marek, *Fast, sensitive and reliable multi-residue method for routine determination of 34 pesticides from various chemical groups in water samples by using dispersive liquid-liquid microextraction coupled with gas chromatography mass spectrometry*. Anal. Bioanal. Chem. **2018**, 410(5): 1533-1550, doi: 10.1007/s00216-017-0798-4

Mój wkład w publikację polegał na zaproponowaniu koncepcji badawczej, dokonaniu oznaczeń pestycydów w próbkach środowiskowych z wykorzystaniem uprzednio opracowanej i zwalidowanej procedury analitycznej, przygotowaniu zbioru danych dotyczących analizowanych próbek i ich analizie, napisaniu manuskryptu, nadzorowaniu procesu opublikowania wraz z odniesieniem się do komentarzy recenzentów.

M3. Tankiewicz Maciej*, Biziuk Marek, *Application of dispersive liquid – liquid microextraction for determination of pesticides from various chemical groups in water samples*, w: Advances in chemical and mechanical engineering, C. Fijała [red.], Gdansk University of Technology, Gdańsk, **2012**, 273-278, ISBN 978-83-88579-62-2

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na zaproponowaniu tematyki badawczej, wykonaniu eksperymentów, opracowaniu i interpretacji wyników, napisaniu manuskryptu oraz współudziale w odniesieniu się do komentarzy recenzentów.

7. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę

I. Osiągnięcia dydaktyczne

W ramach działalności dydaktycznej biorę czynny udział w kształtowaniu treści programowych studiów realizowanych w Gdańskim Uniwersytecie Medycznym (GUMed) na kierunkach: zdrowie środowiskowe oraz zdrowie środowiskowe i bhp, w tym także w posiedzeniach Rady Pedagogicznej. Aktywnie uczestniczę również w konsultacjach przeprowadzanych po każdym cyklu kształcenia na wyżej wymienionych kierunkach (również w spotkaniach z pracodawcami) w celu weryfikacji treści programowych oraz ich modyfikacji.

1) Jestem kierownikiem dydaktycznym przedmiotów/fakultetów na kierunkach studiów zdrowie środowiskowe oraz zdrowie środowiskowe i bhp, w ramach których prowadzę zajęcia:

- Epidemiologia - metody obliczeniowe (prowadzę wykłady, seminaria oraz ćwiczenia),
- Informatyka (prowadzę ćwiczenia z pakietu Microsoft Office®),
- Zdrowa żywność, a energia (fakultet – prowadzę wykłady i seminaria),

- Ryzyko zdrowotne żywności (fakultet – prowadzę seminaRIA oraz laboratoria),
 - Bezpieczne opakowania i postępowanie w sprawie ocen oddziaływania na środowisko (fakultet – prowadzę wykłady, seminaRIA oraz laboratoria),
 - Ekotoksykologia i prognozowanie jakości środowiska (prowadzę wykłady, ćwiczenia, seminaRIA i laboratoria),
 - Zapewnienie jakości pomiarów analitycznych (prowadzę ćwiczenia i laboratoria),
 - Nowoczesne narzędzia w dokumentowaniu stanu środowiska (prowadzę seminaRIA),
 - Metodologia przygotowania pracy magisterskiej (prowadzę ćwiczenia),
 - Pracownia magisterska.
- 2) Realizuję również zajęcia w ramach następujących przedmiotów na kierunkach studiów zdrowie środowiskowe oraz zdrowie środowiskowe i bhp:
- Ekologia i podstawy mikrobiologii - laboratoria,
 - Podstawy anatomii i fizjologii człowieka – wykłady i seminaRIA z podstaw toksykologii,
 - Toksykologia środowiska i biochemia – laboratoria,
 - Ochrona własności intelektualnej – wykłady,
 - Narzędzia zarządzania środowiskiem – seminaRIA.
- 3) Liczba wypromowanych prac licencjackich: 16.
- 4) Liczba wypromowanych prac magisterskich: 10.
- 5) Promotor pomocniczy w przewodzie doktorskim Pana mgr Andrzeja Berg, tytuł rozprawy: *„Narażenie kobiet w wieku rozrodczym na substancje o działaniu grzybobójczym będące skutkiem ekspozycji żywieniowej”*, Wydział Nauk o Zdrowiu z IMMiT GUMed, 2017-2021.
- 6) Od roku akademickiego 2018/2019 opiekun 1 roku studiów I stopnia na kierunku zdrowie środowiskowe GUMed.
- 7) Od 2017 roku opiekun Studenckiego Koła Naukowego Zdrowia Środowiskowego i Epidemiologii przy Zakładzie Toksykologii Środowiska GUMed im. Prof. Juliana Aleksandrowicza.
- Z sukcesami przygotowuję Studentów do licznych wystąpień konferencyjnych i włączam do projektów badawczych realizowanych w Zakładzie Toksykologii Środowiska GUMed.
- 8) W latach 2021-2022 współorganizowałem serię wykładów otwartych z cyklu *"Wokół odporności"* dla społeczności akademickiej Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego.

9) Aktywnie angażuję się w działania promocyjne kierunków studiów. Razem ze studentami odbyłem liczne wizyty studyjne w szkołach średnich w Tczewie, Bytowie, Chojnicach, Ostródzie, Toruniu, Brodnicy, Gdańsku, Elblągu, Kartuzach i Malborku. Biorę udział w wydarzeniach popularyzujących tematykę zdrowia środowiskowego.

10) Nagrody dydaktyczne:

- 15.12.2022 r. – Nagroda Dydaktyczna Indywidualna III stopnia Rektora Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego (GUMed) za czynny udział w kształtowaniu treści programowych, weryfikacji i modyfikacji tych treści, pełnienie funkcji opiekuna 1 roku i opiekuna Studenckiego Koła Naukowego Zdrowia Środowiskowego i Epidemiologii oraz za uzyskanie wysokich ocen od studentów w ankietach dydaktycznych;
- 09.12.2021 r. – Dyplom uznania Dziekana Wydziału Nauk o Zdrowiu GUMed za uzyskanie bardzo wysokich ocen w ankietach dydaktycznych, wypełnionych przez studentów;
- 15.12.2020 r. – Nagroda Dydaktyczna Zespołowa II stopnia Rektora GUMed za podniesienie jakości kształcenia na kierunku studiów I stopnia zdrowie środowiskowe.

II. Osiągnięcia organizacyjne

1. Koordynator kierunku studiów zdrowie środowiskowe I stopnia GUMed.
2. Od 2016 r. kierownik laboratorium ekotoksykologicznego w Zakładzie Toksykologii Środowiska GUMed.
3. Merytoryczny nadzór nad zakupem środków trwałych i uczestnik przetargów.
4. Współautor projektu pt.: *„Budowa Centrum Badań Wpływu Zmian Środowiska i Klimatu na Zdrowie Człowieka”*, Zakład Toksykologii Środowiska, Gdański Uniwersytet Medyczny, wniosek w sprawie przyznania środków finansowych na realizację inwestycji budowlanej związanej z działalnością naukową w latach 2022-2025, Ministerstwo Edukacji i Nauki, kwota 20 521 949 zł (projekt nie uzyskał finansowania).
5. 15.12.2020 r. – Nagroda Organizacyjna Indywidualna III stopnia Rektora Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego (GUMed) za wzorowe pełnienie funkcji opiekuna Studenckiego Koła Naukowego.

6. 2020 r. – Przewodniczący III Komisji weryfikującej dokumenty na kierunek II stopnia Fizjoterapia.
7. 18.12.2018 r. – Nagroda Organizacyjna II stopnia Rektora GUMed za nadanie Studenckiemu Kołu Naukowemu Zdrowia Środowiskowego i Epidemiologii imienia prof. Juliana Aleksandrowicza.
8. Współautor (redaktor) i współwykonawca projektu o przyznanie środków finansowych na zakup aparatury naukowo-badawczej stanowiącej dużą infrastrukturę badawczą na rok 2018, Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego (decyzja nr 6926/IA/SP/2018, ID wniosku: 382023) pt.: *„Zakup aparatury naukowo-badawczej dla sprostania wyzwania nowo pojawiających się problemów zdrowotnych uwarunkowanych zmianami środowiska i klimatu”*, wartość projektu 1 290 000 zł.
9. 2017 r. – Członek Komisji Egzaminacyjnej ds. naboru kandydatów na 1 rok studiów II stopnia – kierunek Położnictwo.
10. 2017 r. – pozyskanie środków finansowych zakup chromatografu gazowego sprzężonego z tandemowym spektrometrem mas (GC-MS/MS TQ8040) firmy Shimadzu do Zakładu Toksykologii Środowiska GUMed w ramach realizowanego projektu SONATA-10 z Narodowego Centrum Nauki (wartość 495997,50 zł).

III. Osiągnięcia popularyzujące naukę

1. Uczestnictwo w konferencjach naukowych krajowych i zagranicznych:

Od początku Studiów Doktoranckich przy Wydziale Chemicznym Politechniki Gdańskiej w 2009 r., do momentu obrony rozprawy doktorskiej w 2014 r., aktywnie brałem udziałem w 14 konferencjach i sympozjach naukowych o zasięgu krajowym i międzynarodowym. Z czego na 6 konferencjach prezentowałem doniesienia ustne. Następnie, będąc już pracownikiem Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego byłem autorem lub współautorem 9 wystąpień ustnych podczas konferencji o zasięgu krajowym oraz autorem 1 wystąpienia ustnego podczas 9th European Conference on Pesticides and Related Organic Micropollutants in the Environment oraz 15th Symposium on Chemistry and Fate of Modern Pesticides w Santiago de Compostela (Hiszpania). Ponadto, wygłosiłem wykład na zaproszenie pt.: *„Ryzyko zdrowotne jako narzędzie oceny skutków narażenia człowieka na zanieczyszczenia środowiskowe”*, podczas V Ogólnopolskiej Konferencji Naukowej Chemia-Biznes-Środowisko ChemBiŚ, która odbyła się na Uniwersytecie Gdańskim. Jestem również współautorem 3 wystąpień Studentów ze Studenckiego Koła Naukowego Zdrowia Środowiskowego i Epidemiologii GUMed. Tematyka moich wystąpień dotyczyła obszaru

naukowego zdrowia środowiskowego obejmującego badania wpływu środowiska na zdrowie człowieka. Prezentowałem wyniki badań o wielkości narażenia populacji na pozostałości pestycydów w wodzie przeznaczonej do spożycia oraz owocach i warzywach. Ponadto, wystąpienia obejmowały ocenę ryzyka zdrowotnego oraz rozwiązania techniczne objęte ochroną patentową.

2. Członek Komitetu Organizacyjnego 5 konferencji krajowych, 1 seminarium międzynarodowego oraz członek Komitetu Naukowego 1 konferencji krajowej.
3. Czynny udział oraz merytoryczne przygotowanie działań upowszechniających naukę w ramach wydarzeń:
 - Dni Otwarte Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego (Nauka dla Zdrowia), w latach 2016 - 2023;
 - Piknik Nauki Fahrenheita, Centrum Hevelianum, Gdańsk, w latach 2022 - 2023;
 - Medyczny Dzień Nauki, Gdańsk, w latach 2016 - 2019;
 - Piknik na Zdrowie, pokazy dotyczące bezpieczeństwa żywności, w latach 2016 - 2019;
 - Zdolni z Pomorza, projekt pt.: *„Pomorskie – dobry kurs na edukację. Wspieranie uczniów o szczególnych predyspozycjach w zakresie matematyki, fizyki i informatyki”* realizowany przez Województwo Pomorskie, Gdańsk, 2018 r.;
 - I Festiwal Zdrowia w Braniewie, stoisko pt.: *„Co robić, aby sobie nie szkodzić? Zasady przechowywania żywności”*, Braniewo, 07.09.2019 r.;
 - Parkowisko – międzypokoleniowy, rodzinny projekt, który ma na celu integrację między pokoleniami oraz danie kolejnej możliwości rodzinom do spędzenia czasu razem w pełnym skupieniu na rodzinie i jej potrzebach, Gdańsk, 08.09.2019 r.
4. Autor artykułów pt.: *„Stypendia dla studentów zdrowia środowiskowego”* w Gazecie GUMed: (2023; R.33, nr 4, s. 33) oraz (2022; R. 32, nr 4, s. 26-27).
5. Wykład specjalny na zaproszenie pt.: *„Czy jedzenie owoców i warzyw jest ryzykowne?”* dla Klubu Seniora Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego, 15.01.2020 r.
6. Autor artykułu *„Naukowiec na tropie pestycydów”* w Gazecie GUMed (2019; R. 29, nr 6, s. 28-29).
7. Wystąpienie na zaproszenie pt.: *„Czy jedzenie jabłek jest ryzykowne?”* w ramach Jubileuszu XXV-lecia Stowarzyszenia Walki Z Rakiem Płuca *„Przyjazne środowisko – droga do zdrowia”*, Gdańsk, 28.11.2019 r.

8. Współautor wystąpienia pt.: „*Jakość powietrza wewnątrz*” w ramach II Interdyscyplinarnej Konferencji Profilaktyka i Edukacja w Raku Płuca pt. „*Zdrowe środowisko to moje zdrowie*”, Gdańsk, 27.11.2018 r.
9. Autor artykułu pt.: „*Zdrowie środowiskowe: kierunek, który warto studiować*” w Gazecie AMG (2017; R. 27, nr 8/9, s. 17-18).
10. Od 2016 roku aktywnie prowadzę konta tematyczne o zdrowiu środowiskowym w portalach społecznościowych: Facebook (@zdrowiesrodowiskoweGUMed) i Instagram (@zdrowiesrodowiskowe).
11. Wywiady naukowe:
 - 28.05.2023 r. – Centrum Hevelianum, Gdańsk – „*Nauka Mówi. W równowadze*” – debata naukowa w ramach Pikniku Nauki Fahrenheita – nagranie również dostępne w serwisie YouTube (źródło: <https://hevelianum.pl/wydarzenia/nauka-mowi-w-rownowadze/> oraz <https://youtu.be/NjI3muYmTo0?si=myY7IOCFhAX00pC4>);
 - 25.12.2022 r. – Radio Zet – „*Chemia" w owocach i warzywach. Obalamy mity*” – artykuł w serwisie „zdrowie” (źródło: <https://zdrowie.radiozet.pl/w-zdrowym-ciele/zdrowe-zywienie/produkty/chemia-w-owocach-i-warzywach-obalamy-mity>);
 - 17.06.2022 r. – portal Trojmiasto.pl – „*Pestycydy i plastik we krwi. Jakie kupujemy warzywa i owoce?*” – artykuł na stronie (źródło: <https://zdrowie.trojmiasto.pl/Pestycydy-i-plastyfikatory-we-krwi-Jakie-kupujemy-warzywa-i-owoce-n167961.html>);
 - 18.03.2022 r. – Dziennik Gazeta Prawna oraz serwis Dziennik.pl i Forsal.pl – „*Zakazany owoc*” – artykuł w gazecie i na stronie (źródło: <https://edgp.gazetaprawna.pl/e-wydanie/58389,17-marca-2022/74305,Dziennik-Gazeta-Prawna/778192,Zakazany-owoc.html>);
 - 14.12.2019 r. – serwis Naturalnie o zdrowiu – „*Czy polskie plony są toksyczne, a pestycyd chloropiryfos groźny?*” – artykuł na stronie (źródło: <https://naturalnieozdrowiu.pl/czy-pestycyd-chloropiryfos-jest-toksyczny/>);
 - 12.09.2019 r. – Radio TOK FM – „*Warzywa, owoce i ich podskórne pestycydowe tajemnice*” – wywiad i podcast na stronie (źródło: <https://audycje.tokfm.pl/podcast/80697,Warzywa-owoce-i-ich-podskorne-pestycydowe-tajemnice>);
 - 27.03.2019 r. – Dziennik Bałtycki – „*Naukowiec na tropie pestycydów*” – artykuł w gazecie i na stronie (źródło: <https://dziennikbaltycki.pl/naukowiec-na-tropie->

pestycydowpraktycznie-kazde-przebadane-przeze-mnie-jablko-zawieralo-
pozostalosci-pestycydow-mowi/ar/13997631);

- 06.09.2016 r. – Radio Zet – „*Polak rozpoczął badania owoców i warzyw, które zupełnie zmieniają myślenie o zdrowym jedzeniu*” – wywiad i artykuł na stronie radia (źródło: <https://stylzycia.radiozet.pl/kuchnia/Polak-rozpoznal-badania-owocow-i-warzyw-ktore-zupelnie-zmieniaja-myslenie-o-zdrowym-jedzeniu-2152>);
- 31.08.2016 r. – serwis Nauka w Polsce PAP – „*Owocowa skórka to "ochroniarz" niedoskonały*” – artykuł na stronie, przedruki były również w serwisach specjalistycznych i ogólnopolskich: serwis zdrowie Dziennik.pl, sadyogrody.pl, zywienie.abczdrowie.pl, warzywaiowoce.pl, agropogoda.pl, kobieta.interia.pl, mgr.farm.pl
(źródło: <https://naukawpolsce.pap.pl/aktualnosci/news%2C411007%2Cowocowa-skorka-ochroniarz-niedoskonaly.html>).

8. Oprócz kwestii wymienionych w pkt. 1-6, wnioskodawca może podać inne informacje, ważne z jego punktu widzenia, dotyczące jego kariery zawodowej

1. Współdział w wydawaniu atestów higienicznych na materiały i wyroby stosowane w budownictwie oraz materiały i wyroby stosowane w meblarstwie i meble.
2. 02.2022 r. – nominacja w konkursie „*EUREKA! DGP – ODKRYWAMY POLSKIE WYNAZKI*” organizowanym przez Dziennik Gazeta Prawna pod patronatem Prezes Urzędu Patentowego RP.
3. 05-06.2021 r. – udział jako ekspert w analizie i ocenie Programu Ochrony Powietrza dla stref w województwie mazowieckim przyjętym uchwałą Nr 115/20 Sejmiku Województwa Mazowieckiego z dnia 8 września 2020 od kątem efektywności działań naprawczych, których implementacja doprowadzić ma do poprawy jakości powietrza w możliwie najkrótszym terminie, dla Fundacji ClientEarth Prawnicy dla Ziemi.
4. 04.2021 r. – opracowanie uwag/sugestii do projektu Regionalnego Programu Strategicznego w zakresie bezpieczeństwa zdrowotnego i wrażliwości społecznej „*Pomorskie 2030*” w ramach konsultacji społecznych.
5. 2020-2021 – udział jako ekspert w ramach doradztwa technicznego w procesie inwestycyjnym związanym z budową przez PGE EJ1 sp. z o.o. pierwszej polskiej elektrowni jądrowej o mocy ok. 3000 MW.

6. 2017-2018 – udział jako ekspert podczas spotkań członków Rady Interesariuszy Zakładu Utylizacyjnego Sp. z o.o. w Gdańsku (mediacje z mieszkańcami dotyczącymi budowy spalarni odpadów i wpływie na jakość życia oraz komfort mieszkania okolicznych mieszkańców).
7. 24.10.2018 r. – nominacja do Polskiej Nagrody Inteligentnego Rozwoju 2019 pod patronatem Prezes Urzędu Patentowego RP, w kategorii: Naukowiec przyszłości za realizację projektu pt.: „Ocena porównawcza stopnia barierowości skórek owoców i warzyw dla współcześnie stosowanych pestycydów - przewidywanie narażenia na spożycie”.
8. 11.2017 r. – opracowanie opinii do raportu o oddziaływaniu na środowisko przedsięwzięcia pt. „Zakład przetwórstwa drzewnego w Biskupcu” dla Stowarzyszenia Ekologicznego „Warto Być”.
9. 9.03.2017 r. – Drugi Gdański Panel Obywatelski pt.: „*Jak poprawić jakość powietrza?*”, udział jako ekspert, wygłosiłem referat o smogu i jego wpływie na zdrowie człowieka.