

do wniosku o wszczęcie postępowania habilitacyjnego



**UNIwersYTET  
PRZYRODnicZY**  
w Lublinie



**WYDZIAŁ  
AGROBIOINŻYNIERII**

# **AUTOREFERAT**

**dr Grażyna Kowalska**

Katedra Turystyki i Rekreacji

Lublin 2022

## SPIS TREŚCI

1. Dane osobowe.....	3
2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe – z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej.....	3
3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych.....	7
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.)...8	
4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego.....	8
4.2. Publikacje wchodzące w skład osiągnięcia naukowego.....	8
4.3. Omówienie celu naukowego wskazanego osiągnięcia, otrzymanych wyników wraz z przedstawieniem ich ewentualnego wykorzystania.....	10
5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo – badawczych.....	42
6. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.....	59
7. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę.....	66
8. Inne informacje dotyczące kariery zawodowej.....	70
9. Zestawienie dorobku w zakresie osiągnięć naukowo – badawczych.....	75

## 1. DANE OSOBOWE

**Imię i nazwisko:** Grażyna Maria Kowalska  
**Miejsce pracy:** Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie  
ul. Akademicka 13,  
20-950 Lublin  
e-mail: grazyna.kowalska@up.lublin.pl  
tel. 665 777 048

## 2. POSIADANE DYPLOMY, STOPNIE NAUKOWE/ARTYSTYCZNE – Z PODANIEM NAZWY, MIEJSCA I ROKU ICH PRYZNANIA ORAZ TYTUŁU ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

- 2001**     **doktor nauk rolniczych w zakresie ogrodnictwa**, Wydział Ogrodniczy Akademia Rolnicza w Lublinie (obecnie Wydział Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie;  
**Tytuł rozprawy doktorskiej:** „Wpływ kilku zabiegów uprawowych na wzrost, rozwój i plonowanie oierzyny (*Solanum melongena* L.)” uprawianej w nieogrzewanym tunelu foliowym.  
Promotor: dr hab. Halina Buczkowska  
Recenzenci: prof. dr hab. Stanisław Cebula  
                       dr hab. Andrzej Borowy
- 1997**     **magister biologii**, Wydział Biologii i Nauk o Ziemi, Uniwersytet Marii Curie – Skłodowskiej;  
**Temat pracy magisterskiej:** „Mapa bioindykacyjna porostów okolic Dębłina”.  
Promotor: prof. dr hab. Jerzy Bystrek  
Recenzent: prof. dr hab. Kazimierz Karczmarz
- 1997**     Kurs Przygotowania Pedagogicznego, Wydział Pedagogiki, Uniwersytet Marii Curie – Skłodowskiej;

**UKOŃCZONE KURSY ZAWODOWE I SZKOLENIA**

- 02.06.2009** Prawa własności przemysłowej – wsparcie unijne na uzyskanie oraz realizację ochrony własności przemysłowej na lata 2007 – 2013. Lublin, Rzeszowska Agencja Rozwoju regionalnego S.A., Katarzyna Sas, Paweł Zając;
- 26.06.2009** Ochrona dóbr intelektualnych w Internecie – skarbnica wiedzy dla przedsiębiorstw Rzeszowska Agencja Rozwoju regionalnego S.A., Waldemar Pijar;
- 01.07.2009** Nauka fundamentem przyszłości. Lubelski Park Naukowo-Technologiczny S.A., Grzegorz Woźniak;
- 05.07.2009** Przedsiębiorczy naukowiec – szkolenia dla pracowników naukowych uczelni z województwa lubelskiego Centrum Innowacji i Transferu Technologii LPNT Sp. z o. o., Grzegorz Woźniak;
- 14.10.2009** Obsługa pH-metru S20-K SevenEasy, konduktometru S30-K i tlenomierza SG6-ELK firmy Mettler-Toledo wraz z metodyką wykonywania analiz; Centralne Laboratorium Aparaturowe, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie;
- 08-09.12.2009** Obsługa spektrofotometru Cary 100 firmy Varian wraz z metodyką wykonywania analiz. Centralne Laboratorium Aparaturowe, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie;
- 10.12.2009** Audytor wewnętrzny w laboratorium badawczym w kontekście wymagań normy ISO/IEC 17025. Uniwersytet Przyrodniczy, Lublin, dr hab. Andrzej Bieganski;
- 17.12.2009** Szkolenie z zakresu obsługi i wzorcowania chromatografu jonowego DIONEX model IC-3000; Mateusz Wiśniowski;
- 20.12.2009** Szkolenie z zakresu obsługi analizatora węgla organicznego TOC-VCSH wraz z metodyką wykonywania analiz SHIM-POL, A.M. Borzymowski, A. Reszka;

- 20.12.2009** Szkolenie z zakresu obsługi wysokosprawnego chromatografu cieczowego HPLC wraz z metodyką wykonywania analiz SHIM-POL A.M. Borzymowski Andrzej Reszka;
- 04.01.2010** Świadectwo uprawnień audytora wewnętrznego w kontekście wymagań normy PN – EN ISO 9001 Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie. Zarządzanie Jakością – Biuro konsultingowe, dr inż. Bogusław Olejarski;
- 26.02.2010** Nauka stymulatorem rozwoju gospodarki. Centrum Innowacji i Transferu Technologii LPNT Sp. z o. o., Grzegorz Woźniak;
- 09.12.2010** Szkolenie z obsługi spektrofotometru UV-VIS Cary 100 Bio Candela Sp. Z o.o., Marcin Wachelka;
- 17.12.2010** Międzylaboratoryjne badania biegłości. Instytut Kształcenia Kadr w Lublinie, Joanna Drapińska;
- 2010-2011** Szkolenie z języka angielskiego. Certyfikat TELC A1+. Euroforum. Lublin;
- 08.11.2011** Walidacja metod analitycznych i materiały odniesienia. LGC Standards Sp. z o. o., Bolesław Jerzak, Rafał Kaczmarkowski;
- 14-15.12.2011** Szacowanie niepewności metod badawczych w laboratorium. CE2 Centrum Edukacji, mgr inż. Joanna Tabara;
- 19-20.12.2011** Rola i zadania kierownika ds. jakości i kierownika technicznego w laboratorium TÜV Akademia Polska Sp. z o. o., Ryszard Rychliński;
- 16.01.2012** Szacowanie niepewności wyników pomiarów analitycznych. dr hab. inż. Piotr Konieczka;
- 21-22.08.2012** Szkolenie okresowe dla pracodawców i osób kierujących pracownikami. inż. Przemysław Delmanowicz;

- 26.11.2012** Zadania Najwyższego Kierownictwa organizacji, w których działają laboratoria spełniające wymagania PN-EN ISO/IEC 17025 Eugeniusz W. Roguski;
- 24.09.2013** Seminarium- Synteza organiczna od XXS do XXL. Merck Sp. z o.o., dr Damian Smuga, Małgorzata Ciechońska, dr Yuriy Svartsov, Janusz Polkowski, Małgorzata Smuga;
- 23.10.2013** Metrologia – nadzorowanie wyposażenia pomiarowego w laboratorium. PCA – Polskie Centrum Akredytacji, Maria Szafran, Piotr Pasławski;
- 05.02.2014** IC – Chromatografia jonowa – teoretycznie i praktycznie. Metrohm Polska, Marcin Wiklak;
- 31.10.2014** Auditowanie systemu zarządzania w Laboratorium wg normy PN\_EN ISO/IEC 17025:2005, CE2 Centrum Edukacji, Jacek Ziółkowski;
- 06.11.2015** Program kontroli jakości badań – opracowanie i realizacja. Lublin, dr Joanna Tabara;
- 27-28.10.2016** Szkolenie z zakresu najnowszych zmian w dokumentach krajowych i zagranicznych obowiązujących w systemach zarządzania wg normy PN-EN ISO 17025. Klub Polskich Laboratoriów Badawczych Pollab. Zofia Sęktas;
- 06.11.2016** Doskonalenie procesu auditu wewnętrznego w kontekście przewidywanych zmian w normie ISO/IEC 17025 – podejście procesowe. Klub Polskich Laboratoriów Badawczych Pollab; Roman Witkowski;
- 2019-2020** Szkolenie z języka angielskiego dla pracowników naukowo-dydaktycznych i pracowników administracyjnych UP w Lublinie w ramach projektu ”Welcome to Poland”. Certyfikat Znajomości języka angielskiego TOEIC B1. 15.12.2020;
- 15-16.04.2022** Kurs kierownika wypoczynku dzieci młodzieży. Zakład Usług Socjalnych i Edukacji w Przemysłu, Krzysztof Zaleski.

### 3. INFORMACJA O DOTYCHCZASOWYM ZATRUDNIENIU W JEDNOSTKACH NAUKOWYCH

01.11.2019 – obecnie	<b>Adiunkt badawczo-dydaktyczny</b> Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie Wydział Agrobioinżynierii Katedra Turystyki i Rekreacji
01.10.2017 – obecnie	<b>starszy specjalista inżyneryjno-techniczny</b> Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie Wydział Agrobioinżynierii Katedra Turystyki i Rekreacji
01.10.2014 – 31.12.2016	<b>Kierownik laboratorium</b> Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie Centralne Laboratorium Agroekologiczne
01.07.2008 – 30.09.2017	<b>Specjalista naukowo-techniczny</b> Akademia Rolnicza w Lublinie Centralne Laboratorium Aparaturowe
01.01.2005 – 30.06.2008	<b>Specjalista naukowo-techniczny</b> Akademia Rolnicza w Lublinie Wydział Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki Katedra Hydrobiologii
01.10.2001–22.07.2002	<b>Nauczyciel stażysta – przedmiot przyroda i chemia</b> Zespołu Szkół Ogólnokształcących Nr 4 im. Orłąt Lwowskich w Lublinie
01.10.1997–30.09.2001	<b>Doktorant</b> Akademia Rolnicza w Lublinie Wydział Ogrodniczy Katedra Warzywnictwa i Roślin Leczniczych Akademia Rolnicza w Lublinie

**4. WSKAZANIE OSIĄGNIĘCIA WYNIKAJĄCEGO Z 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 TYTUŁ OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO:**

Osiągnięciem stanowiącym podstawę do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego jest cykl pięciu publikacji powiązanych tematycznie, ujętych pod wspólnym tytułem: „**Ocena jakości wybranych asortymentów pochodzących z rolniczej produkcji roślinnej pod względem zawartości kontaminantów z grupy pestycydów, mykotoksyn oraz metali ciężkich**”.

**4.2 PUBLIKACJE WCHODZĄCE W SKŁAD OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO**

- I. Kowalska G.,** Pankiewicz U., Kowalski R. 2022. Assessment of pesticide content in apples and selected citrus fruits subjected to simple culinary processing. Appl. Sci.-Basel 2022 Vol. 12 Iss. 3 Article number 1417, il., bibliogr., sum. DOI: 10.3390/app12031417.

*(mój wkład w powstanie tej pracy jako autora wiodącego obejmował sformułowanie problemu badawczego, opracowaniu koncepcji badań, zdobycie funduszy na badanie, stworzenie interdyscyplinarnego zespołu prowadzącego badanie i zarządzanie nim, opracowanie i interpretację wyników, zebranie literatury i dyskusję wyników, opracowanie graficzne i przygotowanie zestawień tabelarycznych, napisanie pierwszej wersji manuskryptu oraz praca nad jej kolejnymi wersjami po uwagach recenzentów. Mój udział szacuję na 80%)*

**IF = 2,679 MNiSW<sub>2022</sub> = 100 pkt**

- II. Kowalska G.,** Pankiewicz U., Kowalski R. 2020. Estimation of pesticide residues in selected products of plant origin from Poland with the use of the HPLC-MS/MS technique. Agriculture Vol. 10 Iss. 4 Article number 132, DOI: 10.3390/agriculture10040132.

*(mój wkład w powstanie tej pracy jako autora wiodącego obejmował sformułowanie problemu badawczego, opracowaniu koncepcji badań, zdobycie funduszy na badanie,*



*stworzenie interdyscyplinarnego zespołu prowadzącego badanie i zarządzanie nim, opracowanie i interpretację wyników, zebranie literatury i dyskusję wyników, opracowanie graficzne i przygotowanie zestawień tabelarycznych, napisanie pierwszej wersji manuskryptu oraz praca nad jej kolejnymi wersjami po uwagach recenzentów. Mój udział szacuję na 80%)*

**IF = 2,925 MNiSW<sub>2020</sub> = 100 pkt**

- III. Kowalska G.** 2020. Pesticide residues in some Polish herbs. Agriculture 2020 Vol. 10 Iss. 5 Article number 154 s. 1-17, il., bibliogr., sum. DOI: 10.3390/agriculture10050154.

*(mój wkład w powstanie tej pracy obejmował sformułowanie problemu badawczego, opracowaniu koncepcji badań, zdobycie funduszy na badanie, opracowanie i interpretację wyników, zebranie literatury i dyskusję wyników, opracowanie graficzne i przygotowanie zestawień tabelarycznych, napisanie pierwszej wersji manuskryptu oraz praca nad jej kolejnymi wersjami po uwagach recenzentów)*

**IF = 2,925 MNiSW<sub>2020</sub> = 100 pkt**

- IV. Kowalska G.** 2021. The safety assessment of toxic metals in commonly used herbs, spices, tea, and coffee in Poland. Int. J. Environ. Res. Public Health, Vol. 18 Issue 11 Article number 5779, DOI: 10.3390/ijerph18115779.

*(mój wkład w powstanie tej pracy obejmował sformułowanie problemu badawczego, opracowaniu koncepcji badań, zdobycie funduszy na badanie, opracowanie i interpretację wyników, zebranie literatury i dyskusję wyników, opracowanie graficzne i przygotowanie zestawień tabelarycznych, napisanie pierwszej wersji manuskryptu oraz praca nad jej kolejnymi wersjami po uwagach recenzentów)*

**IF = 3,390 MNiSW<sub>2021</sub> = 140 pkt**

- V. Kowalska G., Kowalski R.** 2021. Occurrence of mycotoxins in selected agricultural and commercial products available in eastern Poland. Open Chemistry Vol. 19 Issue 1 s. 653-664, DOI: 10.1515/chem-2021-0056.

*(mój wkład w powstanie tej pracy jako autora wiodącego i korespondencyjnego obejmował sformułowanie problemu badawczego, opracowaniu koncepcji badań, zdobycie funduszy na badanie, stworzenie interdyscyplinarnego zespołu prowadzącego badanie i zarządzanie nim, opracowanie i interpretację wyników, zebranie literatury i dyskusję wyników, opracowanie graficzne i przygotowanie zestawień tabelarycznych, napisanie pierwszej wersji manuskryptu oraz praca nad jej kolejnymi wersjami po uwagach recenzentów. Mój udział szacuję na 80%)*

**IF = 1,554 MNiSW<sub>2021</sub> = 70 pkt**

Sumaryczny współczynnik wpływu (IF) zgodnie z rokiem opublikowania publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego wynosi 13,473, suma punktów MNiSW za ww. publikacje zgodnie z rokiem opublikowania wynosi 510 (**zał. 4, pkt. I 1.B**).

#### **4.3 OMÓWIENIE CELU NAUKOWEGO WSKAZANEGO OSIĄGNIĘCIA, OTRZYMANYCH WYNIKÓW WRAZ Z PRZEDSTAWIENIEM ICH EWENTUALNEGO WYKORZYSTANIA**

##### **CEL I HIPOTEZY BADAWCZE**

Przeprowadzone badania miały trzy nadrzędne cele:

1. Ocena wybranych produktów rolnych (owoce, warzywa, zioła, przyprawy, rośliny przemysłowe) a także produktów żywnościowych (soki owocowe i warzywne) pod kątem zanieczyszczeń pozostałościami środków ochrony roślin.
2. Ocena poziomu zanieczyszczeń metalami ciężkimi (Cd, Pb, As i Hg) próbek pochodzenia roślinnego tj. surowce zielarskie, przyprawy, herbata i kawa.
3. Ocena zawartości 15 mykotoksyn w różnych produktach pochodzenia rolniczego oraz w handlowych produktach żywnościowych od producentów oraz importerów ze wschodniej części Polski.

Na podstawie ww. celów sformułowano następujące hipotezy badawcze:

1. Prezentowane wyniki pozwalają określić jakość surowców roślinnych, pochodzących z produkcji rolnej ze szczególnym uwzględnieniem gospodarstw regionów Polski Wschodniej.
2. Regulacje prawne w zakresie stosowania środków ochrony roślin i dopuszczalnych poziomów kontaminantów przyczyniają się do wzrostu świadomości producentów

skutkując produkcją charakteryzującą się obniżeniem poziomów badanych substancji w roślinnych asortymentach.

3. Produkcja roślinna z regionu Polski Wschodniej nie stanowi zagrożeń zdrowotnych, spełniając odpowiednie normy w obszarze regulowanym prawnie.

## **OMÓWIENIE OSIĄGNIĘĆ W RAMACH ZAŁOŻONYCH CELÓW**

### **OCENA JAKOŚCI WYBRANYCH ASORTYMENTÓW POCHODZĄCYCH Z ROLNICZEJ PRODUKCJI ROŚLINNEJ POD WZGLĘDEM ZAWARTOŚCI KONTAMINANTÓW Z GRUPY PESTYCYDÓW, MYKOTOKSYN ORAZ METALI CIĘŻKICH**

Rolnictwo jest zasadniczym działem produkcyjnym, dostarczającym różne surowce, które są wykorzystywane głównie przy wytwarzaniu żywności i pasz a także dla przemysłu farmaceutycznego, paliwowego, energetycznego, papierniczego czy budowlanego. Rolnictwo niesie ze sobą również niekorzystne zjawiska, których wpływ obserwujemy w środowisku [1]. Nadmierne używanie nawozów zaburza utrzymanie odpowiedniego bilansu składników odżywczych w glebie, głównie w odniesieniu do azotu i fosforu. Szczególnie dużym problemem współczesnego rolnictwa jest nadprodukcja azotu. Nadmierna eksploatacja gleby skutkuje jej erozją i naruszeniem równowagi jonowej i bardzo niekorzystnymi zmianami bioróżnorodności (np. wśród mikroorganizmów). W przypadku ekosystemów wodnych dużym problemem jest eutrofizacja wód. Nadmiar nawozów zawierających duże ilości azotu dostaje się do zbiorników wodnych i powoduje rozrost glonów, które pozbawiają organizmy dostępu do tlenu i zatrują ich środowisko toksycznymi produktami przemiany materii. W ten sposób dochodzi np. do masowego wymierania ryb, a tym samym do zaburzenia całych ekosystemów. Azot pochodzący m.in. z produkcji zwierzęcej przyczynia się do powstawania tzw. stref martwych wód, czyli miejsc do tego stopnia zanieczyszczonych i pozbawionych tlenu, że nie jest w stanie utrzymać się w nich życie. Zanieczyszczenia pochodzenia rolniczego dostają się niestety również do atmosfery. Stosowanie środków ochrony roślin do zwalczania wszelkiego rodzaju szkodników, chwastów, grzybów i innych organizmów patogennych niszczących rośliny skutkuje również niszczeniem organizmów pożytecznych – ptaków, ryb, pożytecznych owadów, ssaków i roślin niebędących przedmiotem zwalczania [2,3].

W ostatnich latach możemy obserwować na naszej planecie szereg zachodzących procesów, które w perspektywie mogą się przyczynić do niekorzystnych skutków dla

wszystkich form życia. Na pewno najbardziej dotkliwe są zmiany klimatyczne na Ziemi i perspektywa konieczności wyżywienia kolejnych 2 mld ludzi w 2050 roku przy ograniczonym dostępie do wody oraz gruntów uprawnych. Te problemy są jednocześnie najważniejszymi wyzwaniami dla współczesnego rolnictwa. Już teraz ważne są zdecydowane i skuteczne rozwiązania, które pozwolą łączyć efekt poprawy wydajności oraz jakości produkcji rolniczej z racjonalnym wykorzystaniem zasobów naturalnych. FAO zdefiniowało zrównoważony rozwój rolnictwa jako „zarządzanie i ochronę bazy zasobów naturalnych oraz ukierunkowanie zmian technologicznych w taki sposób, aby zapewnić ciągłe zaspokajanie ludzkich potrzeb dla obecnych i przyszłych pokoleń. Zrównoważone rolnictwo chroni ziemię, wodę oraz roślinne i zwierzęce zasoby genetyczne i jest niedegradujące środowiskowo, odpowiednie technicznie, opłacalne ekonomicznie i społecznie akceptowalne” [4]. Rolnictwo zrównoważone w pełni odpowiada na globalne wyzwania, stanowiąc realną perspektywę wobec konwencjonalnego sposobu zarządzania, który przestaje się sprawdzać. Zrównoważone praktyki rolnicze pozwalają efektywniej korzystać ze środków produkcji oraz lepiej chronić środowisko i otoczenie, w którym funkcjonuje gospodarstwo. W przypadku roślin uprawnych plon, jakość i odporność na stresy biologiczne i fizyczne od lat należą do podstawowych wymagań hodowlanych. Znaczenie jakości i odporności na stresy we współczesnej hodowli roślin uprawnych ciągle wzrasta. Wynika to z konieczności zaspokojenia światowych potrzeb żywnościowych, a wręcz z nadmiaru produkowanej żywności [5].

Żywność jest niezbędnym źródłem składników energetycznych oraz innych związków, które wpływają na nasz metabolizm oraz regulują procesy życiowe. Bardzo ważna jest wobec tego jakość oraz bezpieczeństwo żywności, która może także zawierać niepożądane składniki, które zagrażają naszemu zdrowiu i życiu. Obecnie obserwuje się wzrost zainteresowania ze strony konsumentów problemem jakości żywności. Wynika to głównie ze wzrostu świadomości społeczeństwa, na co szczególny wpływ ma postęp naukowy. W społeczeństwach ekonomicznie rozwiniętych konsument zwraca uwagę nie tylko na wygląd zewnętrzny i cechy organoleptyczne produktów spożywczych, ale także na ich skład oraz obecność substancji szkodliwych. Odpowiednie regulacje prawne stawiają przed producentami szereg wymagań, natomiast nam, konsumentom zapewniają spełnianie kryteriów, które są gwarancją w zakresie bezpieczeństwa zdrowotnego. Szczególnie ważnym aspektem w ocenie jakości żywności jest spełnienie norm bezpieczeństwa w zakresie obecności substancji toksycznych, które pochodzą z różnych źródeł i należą do bardzo zróżnicowanych grup chemicznych [6].

Podejmując problematykę związaną z jakością żywności nie można pomijać w tym względzie jakości produkcji rolniczej, która bezpośrednio wiąże się z jakością produktu

żywnościowego. Należy zaznaczyć, że istotna część produkcji rolniczej nie podlega przetwarzaniu lub podlega minimalnym procesom technologicznym i właśnie w takiej postaci trafia do konsumentów. Dlatego też jakość ostatecznego produktu, jest przede wszystkim determinowana na etapie produkcji rolniczej poprzez tzw. dobrą praktykę rolniczą, w której znaczącą rolę odgrywają:

- nawożenie,
- stosowanie środków ochrony roślin,
- zbiór, obróbka (suszenie), magazynowanie (przechowywanie) i transport.

Wymagania dotyczące jakości produktów rolniczych wiążą się ze stanem aktualnej wiedzy, który jest determinowany podejmowanymi badaniami naukowymi, co przekłada się na świadomość dotyczącą wpływu różnych składników na nasze zdrowie. Zdecydowana większość składników, których obecność w produktach konsumpcyjnych może stanowić zagrożenie dla naszego zdrowia, czy życia może być kształtowana na etapie produkcji rolniczej i na tym właśnie etapie może zostać skutecznie wyeliminowana czy też obniżona do tzw. bezpiecznego poziomu. W tym względzie pomocne są badania dotyczące oceny ryzyka, które stanowią podstawę opracowania regulacji prawnych dotyczących tych niepożądanych składników w żywności [7]. Zazwyczaj takie oceny są przeprowadzane przez autorytatywne, niezależne komitety ekspertów naukowych, takie jak np. panele naukowe Europejskiego Urzędu ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA) oraz organy doradcze Organizacji ds. Wyżywienia i Rolnictwa (FAO) i Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) Organizacji Narodów Zjednoczonych, tj. Wspólnego Komitetu Ekspertów FAO/WHO ds. Dodatków do Żywności (JECFA) oraz Wspólnego Spotkania FAO/WHO w sprawie Pozostałości Pesticydów (JMPPR).

Produkcja roślinna stanowi ważną gałąź gospodarki gdyż ma na celu dostarczenie dobrej jakości surowców roślinnych, zajmujących jedno z głównych miejsc w piramidzie żywieniowej konsumentów populacji ludzkiej. Surowce pochodzące z produkcji roślinnej stanowią również główny składnik pasz stosowanych w hodowli zwierząt. W związku z tym substancje toksyczne kumulowane w produktach rolniczych, mogą wpływać negatywnie na jakość produkcji zwierzęcej. W ostatnich latach obserwuje się wzrost świadomości producentów w zakresie stosowania różnych środków chemicznych, które nie pozostają obojętne dla jakości uprawianych roślin i dla pracowników wykonujących pracę w gospodarstwie. Generują również koszty dotyczące samego zakupu środka chemicznego, a także badań monitoringowych uzyskanych plonów co w dużym stopniu determinuje cenę oferowaną za produkt. Wzrost poziomu wykształcenia rolników w krajach rozwiniętych pogłębia również świadomość

negatywnego wpływu kontaminantów na zdrowie konsumentów, a także zagrożeń środowiskowych wynikających ze stosowania różnych środków ochrony roślin. Zjawisko odwrotne jest szczególnie widoczne w krajach rozwijających się jak np. w państwach afrykańskich, gdzie braki w wykształceniu w tym nieumiejętność pisania i czytania wśród rolników zmniejsza ich świadomość w kwestii stosowania środków ochrony roślin. Dodatkowo wzrost konkurencyjności na rynkach zagranicznych, zrzeszanie się rolników w grupy producenckie i grupowa odpowiedzialność są ważnymi czynnikami stymulującym zrównoważone stosowanie środków ochrony roślin [3].

Wobec powyższego duże znaczenie mają badania w zakresie jakości produktów rolnych (surowców przeznaczonych do produkcji żywności i pasz) w kontekście dostosowywania się producentów rolnych do obowiązujących regulacji prawnych, które wykazują tendencję zmienną i charakteryzują się wzrostem wymagań. Wyniki prezentowane w niniejszej pracy dotyczą badania jakości pod względem zawartości kontaminantów w wybranych asortymentach z rolniczej produkcji roślinnej, pochodzących od producentów i importerów z Polski Wschodniej.

### **Ocena wybranych produktów rolnych (owoce, warzywa, zioła, przyprawy, rośliny przemysłowe) a także produktów żywnościowych (soki owocowe i warzywne) pod kątem zanieczyszczeń pozostałościami środków ochrony roślin**

Kumulacja pozostałości pestycydów w żywności może powodować toksyczne i alergizujące skutki dla zdrowia i życia ludzi ze względu na spożywanie skażonych produktów [8]. W celu ochrony zdrowia publicznego Unia Europejska wprowadziła najwyższe dopuszczalne poziomy pozostałości pestycydów (NDP) w żywności i paszy pochodzenia roślinnego i zwierzęcego, które reguluje Rozporządzenie (WE) nr 396/2005 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 lutego 2005 roku. Oznaczenia ilościowe w zakresie pozostałości pestycydów w żywności umożliwiają oszacowanie narażenia konsumentów na obecność tych związków w produktach oraz dokonanie oceny ryzyka. Wyniki takich badań dostarczają także istotnych informacji o rzeczywistych poziomach pozostałości pestycydów i mogą wpływać na modyfikowanie zakresu ich stosowania w rolnictwie w celu zmniejszenia przekroczenia wartości najwyższego dopuszczalnego poziomu pozostałości (NDP).

Bardzo ważnym aspektem w ocenie obecności pozostałości środków ochrony roślin jest zastosowanie odpowiedniej procedury analitycznej, która powinna spełniać założone wymagania i gwarantować uzyskanie wyniku, który może stanowić między innymi podstawę

do podjęcia właściwej decyzji administracyjnej. Aktualne badania prowadzone w zakresie oznaczania pozostałości pestycydów wskazują na uniwersalność techniki wysokosprawnej chromatografii cieczowej połączonej ze spektrometrią mas (LC/MS/MS) w analizie tej grupy substancji w próbkach surowców roślinnych oraz w gotowych produktach żywnościowych. Dane piśmiennictwa potwierdzają, że technika LC/MS/MS charakteryzuje się odpowiednią selektywnością i specyficznością i pozwala uzyskać podczas procesu analitycznego wymagane wartości parametrów służących potwierdzeniu jakości wyniku [9-11]. Ocena poprawności parametrów analitycznych jest bardzo istotnym kryterium w ocenie jakości wyniku pomiaru, dlatego też laboratoria świadczące usługi w zakresie tak istotnych badań jakimi są analizy pozostałości środków ochrony roślin muszą spełniać wymagania zgodne z normą ISO /IEC 17025 poświadczone stosowną akredytacją. Pragnę nadmienić, że w latach 2008-2017 pracowałam w Centralnym Laboratorium Agroekologicznym Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie, pełniąc funkcję kierownika technicznego (2009-2015) oraz kierownika laboratorium (2014-2016), będąc osobą odpowiedzialną za utrzymanie akredytacji Centralnego Laboratorium Agroekologicznego jak i rozszerzenie kompetencji analitycznych Laboratorium w obszarze akredytowanym.

Wymagania jakościowe w stosunku do żywności narzucają na producentów konieczność kontroli produktów rynkowych. Taka kontrola skutkuje podwyższeniem jakości produkowanej żywności. Obserwowany jest trend minimalizowania ilości zabiegów ochrony roślin, jednakże pomimo obowiązujących regulacji prawnych w tym zakresie zdarzają się sytuacje łamania obowiązujących przepisów skutkujące ryzykiem znalezienia się na rynku produktów z przekroczeniami granicznych stężeń dla pozostałości środków ochrony roślin.

Pierwsza z prezentowanych w cyklu opublikowanych prac dotyczy badań porównawczych prowadzonych w latach 2012 i 2020. Zasadniczym aspektem w tym badaniu była ocena poziomu pozostałości środków ochrony roślin w owocach z podstawowej produkcji krajowej (jabłka) i w owocach importowanych (cytrusy) w badanych latach w kontekście zmieniających się wymagań prawnych w obszarze regulowanym, a także ocena dostosowania producentów do tych wymagań, które charakteryzują się ciągłymi zmianami (**zał. 3, pkt. 4.2.I**).

Jabłka oraz cytrusy są podstawowymi produktami na rynku owocowym, dlatego też uprawy jabłoni (w Polsce) oraz cytrusów (kraje klimatu ciepłego) stanowią istotny udział w produkcji ogrodniczej i często są one intensyfikowane przez stosowanie środków ochrony roślin w różnych fazach rozwoju roślin, aby kontrolować szkodniki i choroby, które mogą powodować zmniejszenie plonów [12]. Pozostałości stosowanych pestycydów w owocach pochodzących z takich upraw mogą stanowić zagrożenie dla zdrowia ludzkiego [13-15].

Na przestrzeni ostatniej dekady niektóre pestycydy zostały zakazane w tych uprawach. Ponadto jabłka oraz cytrusy są powszechnie spożywanymi owocami bez jakiegokolwiek obróbki. Dlatego drugim aspektem prezentowanych badań było oszacowanie redukcji pozostałości pestycydów za pomocą tak prostych procedur jak mycie (konwencjonalne mycie wodą wodociągową) i obieranie.

Wobec powyższego w prezentowanej pracy przeprowadzono ocenę poziomu kontaminacji pozostałościami środków ochrony roślin w skórce i miąższu badanych owoców w kontekście zmieniających się wymagań prawnych i dostosowania producentów rolnych do tych wymagań. Dodatkowo uwzględniono również wpływ minimalnej obróbki na poziom pozostałości pestycydów w badanych próbkach jabłek i owoców cytrusowych (pomarańcze, grejpfruty i cytryny). Pozostałości pestycydów oceniano stosując metodę ekstrakcji QuEChERS (szybka - ang. Quick, prosta - ang. Easy, tania - ang. Cheap, efektywna - ang. Effective, elastyczna - ang. Rugged, bezpieczna – ang. Safe) w połączeniu z analizą LC-MS/MS.

Materiał do badań stanowiły jabłka (odmiany: Jonagold, Gala, Gloster, Rubin, Jonagored, Szampion, Ligol, Alwa, Golden Delicious), pomarańcze, grejpfruty (czerwone) oraz cytryny, które zakupiono w marketach w Lublinie. Do badań wybrano próbki jabłek pochodzące z upraw producentów z regionu Polski Wschodniej oraz owoce cytrusowe importowane z Hiszpanii, Cypru, Turcji i Afryki Południowej. Próbkę owoców pochodziły ze zbiorów w 2012 r. (9 partii jabłek oraz po 2 partie odpowiednio pomarańczy, grejpfrutów i cytryn) oraz 2020 r. (5 partii jabłek oraz po 2 partie odpowiednio pomarańczy, grejpfrutów i cytryn) co wiązało się z istotnymi dla doświadczenia obserwacjami dotyczącymi badania pozostałości pestycydów w owocach w okresie długoterminowym. Do badań przeznaczono owoce bezpośrednio po zakupie oraz w drugim wariancie poddano je prostym obróbkom kulinarnym, które prowadzi się rutynowo w gospodarstwie domowym:

- jabłka: przeznaczono do badań owoce w całości ze skórką niemyte, obrane skórki i miąższ jabłek, a także próbki całych jabłek po prostym klasycznym myciu w strumieniu zimnej wody z ujęcia wodociągowego w czasie 15 s (czas mycia pod bieżącą wodą był krótszy niż w doświadczeniach modelowych [16] co miało na celu odtworzenie rzeczywistych warunków mycia jabłek przez konsumentów w gospodarstwach domowych).
- owoce cytrusowe – postępowano także w sposób klasyczny jak podczas przygotowania do konsumpcji czyli przeznaczano do badań po obraniu skórki i wyróżniono w tym przypadku próbki skórek oraz próbki miąższu bez uprzedniego mycia owoców.



W próbkach jabłek z 2012 roku stwierdzono 26 pestycydów – w tym 11 z grupy fungicydów (boskalid, karbendazym, bupirymat, difenokonazol, pirymetanil, tiofanat metylowy, flusilazol, trifloksystrobina, epoksykonazol, triadimenol, cyprodinil), 1 substancji o łącznej aktywności fungicydowej i stosowanej jako regulator wzrostu (piraklostrobina), 1 substancji stosowanej wyłącznie jako regulator wzrostu (difenyloamina), 8 insektycydów (disulfoton, tiaklopryd, triflumuron, pirymikarb, metoksyfenozyd, tiodikarb, heksaflumuron, indoksakarb), 3 substancji o łącznej aktywności insektycydowej i akaracydowej (chloropiryfos, heksytiazoks, malation) i 2 substancji z grupy akaracydów (fenazachina, propargit). Natomiast w jabłkach pochodzących ze zbiorów w 2020 roku zidentyfikowano tylko 8 pestycydów – w tym 7 fungicydów (boskalid, kaptan, tetrahydroftalimid THPI - metabolit kaptanu, fludioksonil, fluopyram, tebukonazol) i 1 substancję o łącznej aktywności fungicydowej i stosowanej jako regulator wzrostu (piraklostrobina). W roku 2020 stwierdzono znacznie mniejszą liczbę zidentyfikowanych pestycydów w jabłkach w porównaniu do roku 2012. Tylko dwa pestycydy tj. boskalid i piraklostrobina były identyfikowane w obu badanych partiach w latach badań.

Najczęściej wykrywaną grupą pestycydów w 2012 roku były insektycydy (50%) i w mniejszej ilości fungicydy (46%) oraz regulatory wzrostu (8%). Natomiast w 2020 roku wykrywano wyłącznie fungicydy. W analizowanych jabłkach z 2012 roku tylko w przypadku disulfotonu stwierdzono przekroczenia najwyższego dopuszczalnego poziomu pozostałości (NDP) (0,01 mg/kg) [17] w 4 próbkach jabłek (0,0204 mg/kg; 0,0268 mg/kg, 0,0314 mg/kg i 0,0321 mg/kg) oraz w 4 innych próbkach jabłek zawartości te odpowiadały wartości NDP bądź ją minimalnie przekraczały (0,0113 mg/kg; 0,0114 mg/kg; 0,0125 mg/kg i 0,0154 mg/kg). Wcześniejsze regulacje tj. Rozporządzenie Komisji (WE) nr 149/2008 z dnia 29 stycznia 2008 r. [18] podaje wyższą wartość NDP tj. 0,02 mg/kg. Obecnie disulfoton nie jest dopuszczony do stosowania w Unii Europejskiej.

W jabłkach analizowanych w 2020 roku nie stwierdzono przekroczeń NDP wśród detektowanych pozostałości pestycydów. Należy podkreślić, że badane w doświadczeniu próbki jabłek z roku 2020 nie zawierały pestycydów, które nie były dopuszczone do stosowania.

W roku 2012 we wszystkich próbkach jabłek stwierdzano difenyloaminę tj. związek z grupy regulatorów wzrostu, jednak poziom tej substancji nie przekraczał NDP. 89% próbek jabłek zawierało insektycyd disulfoton, następnym w kolejności wykrywanym związkiem z częstotliwością 67% był akaracyd – propargit. Natomiast w roku 2020 w próbkach jabłek wykrywano fungicydy: boskalid z częstotliwością 80%, następnie piraklostrobinę i kaptan, które detektowano w 60% badanych próbek. Uzyskane wyniki badań wskazują na widoczną tendencję dostosowywania się producentów rolniczych do zmieniających się regulacji

prawnych w zakresie stosowania środków ochrony roślin, a także wzrost świadomości w zakresie jakości i bezpieczeństwa produktów konsumpcyjnych pochodzenia roślinnego. Zmniejszenie różnorodności wykrywanych pestycydów w roku 2020 w porównaniu do roku 2012 wynika z obserwowanych trendów ograniczania zużycia pestycydów i propagowanie zrównoważonego rozwoju. Produkcja rolnicza, która ma na celu zaspokojenie potrzeb żywieniowych rosnącej populacji ludzkiej zwraca również uwagę na ograniczenie niekorzystnego wpływu stosowanej ochrony roślin na zdrowie i środowisko przyrodnicze. Podstawą tych działań jest wdrożenie zasad zintegrowanego regulowania występowania szkodników, a także wprowadzanie na rynek pestycydów o dopuszczalnych profilach toksykologicznych i środowiskowych bez szkody dla produkcji roślinnej [19-20].

Uprawy cytrusów stanowią jedną z najważniejszych ekonomicznie i najpopularniejszych upraw owoców na świecie [21]. W 2019 r. światową produkcję owoców cytrusowych oszacowano na około 180 mln ton, z czego 24 mln ton przypadało na basen Morza Śródziemnego. Istnieje szeroka gama gatunków grzybów i owadów, które atakują uprawy cytrusów, wśród których można wyróżnić śródziemnomorską muszkę owocową (*Ceratitis capitata*, Diptera: Tephritidae). Szkodnik ten powoduje nieodwracalne uszkodzenia owoców cytrusowych, co prowadzi do znacznych strat w plonach. Do chwili obecnej, główne podejście zalecane do zwalczania *Ceratitis capitata* obejmuje opryskiwanie korony drzew insektycydami. Alternatywą jest stosowanie pułapek zawierających wabiący atraktant [21]. W konwencjonalnej ochronie chemicznej na owocach cytrusowych mogą często pozostawać pozostałości środków ochrony roślin, które mogą stanowić potencjalne zagrożenia dla zdrowia konsumentów. Dane piśmiennictwa wskazują, że zastosowanie konwencjonalnej uprawy cytrusów z ochroną chemiczną wiąże się z występowaniem pozostałości środków ochrony roślin w ok. 41% badanych próbek owoców (w tym ok. 3% badanych próbek cytrusów zawierało pozostałości środków ochrony roślin powyżej poziomów NDP). Znaczącą poprawę sytuacji obserwowano w przypadku zastosowania innowacyjnego atraktantu skutecznie wabiącego *Ceratitis capitata*, który eliminował konieczność stosowania oprysków insektycydami [21]. W Polsce importowane owoce cytrusowe stanowią istotny udział w rynku konsumenckim.

Dlatego też ważne są badania monitorujące poziom pozostałości środków ochrony roślin w tych owocach w odniesieniu do krajowej produkcji popularnych w Polsce jabłek, mając na uwadze porównanie jakościowe tych grup owoców, jak i trendy w ograniczaniu pozostałości środków ochrony roślin w okresie wieloletnim (dostosowanie do regulacji prawnych, stosowanie metod uprawy zalecanych w rolnictwie zrównoważonym).

W badanych próbkach owoców cytrusowych dostępnych na Polskim rynku w roku 2012 stwierdzono obecność 4 pestycydów w próbkach miąższu z cytrusów tj. chlorpiryfos (insektycyd), imazalil (fungicyd), prochloraz (fungicyd) i pirymetanal (fungicyd). Natomiast w 2020 roku w miąższu badanych próbek z cytrusów wykryto następujące pestycydy: imazalil, pirymetanal i związki z grupy spirotetramat (insektycydy) takie jak: spirotetramat – enol i spirotetramat – enol – glukozyd. W badanych latach nie stwierdzono przekroczeń NDP dla wykrytych pozostałości pestycydów.

W roku 2012 oraz 2020 we wszystkich próbkach cytrusów stwierdzano obecność fungicydu imazalil. Drugim co do częstotliwości występowania pestycydem w badanych próbkach cytrusów był też fungicyd pirymetanal, który stwierdzano w 50% badanych próbek w badanych latach. Imazalil i pirymetanal to fungicydy szeroko stosowane w rolnictwie, szczególnie w uprawie owoców cytrusowych. Służą one do zewnętrznej konserwacji owoców szczególnie cytrusowych, w celu zapobiegania rozwojowi na ich powierzchni pleśni. Niestety badania przeprowadzone na miąższu owoców konserwowanych tymi związkami dowodzą, iż przenikają ze skórki do wnętrza owoców [22-23].

Porównując wyniki dotyczące zawartości pozostałości pestycydów w jabłkach i cytrusach należy podkreślić, że jabłka charakteryzowały się znacznie większą różnorodnością wykrywanych pestycydów tj. 27 i 8 w jabłkach i 4 związki w cytrusach. Uzyskane w doświadczeniu wyniki potwierdzają aktualne dane z roku 2022 prezentowane w tzw. rankingu konsumenckim [24] opracowanym na podstawie dostępnych raportów z badań, w którym pod względem zanieczyszczenia pozostałościami środków ochrony roślin jabłka zajmują „niechlubne” 5 miejsce, natomiast cytrusy odpowiednio miejsca: 19 (tangerynki), 26 (grejpfruty) i 28 (pomarańcze). Konieczność stosowania większej ilości środków ochrony roślin w przypadku jabłek wynika z większej wrażliwości jabłoni na choroby grzybowe, czy ataki szkodników, występujące w naszej szerokości geograficznej w porównaniu do upraw drzew cytrusowych charakterystycznych dla klimatu ciepłego. Jednakże powyższe dane budzą niepokój i wskazują na konieczność stosowania alternatywnych rozwiązań dla powszechnej uprawy konwencjonalnej z uwzględnieniem bioochrony i innych metod wynikających z zaleceń dla rolnictwa zrównoważonego.

### ***Wpływ obierania skórki na zawartość pestycydów***

W 2012 roku w skórkach jabłek wykryto 31 związków w porównaniu do 26 wykrytych w całych jabłkach. Najczęściej wykrywaną grupą pestycydów w skórkach jabłek w 2012 roku były insektycydy (52%) i w mniejszej ilości fungicydy (42%), regulatory wzrostu (6%) i herbicydy (3%). Natomiast w roku 2020 w skórkach jabłek wykryto 9 pozostałości

w porównaniu do 8 związków detektowanych w całych jabłkach. Wśród zidentyfikowanych pestycydów w skórkach w 2020 roku 8 stanowiły związki z grupy fungicydów (89%), natomiast 1 należał do grupy insektycydów – acetamipryd (11%).

Analizując zawartości poszczególnych pestycydów w skórkach jabłek w latach 2012 i 2020 należy zaznaczyć, że tylko w roku 2012 zaobserwowano w przypadku chloropiryfosu przekroczenia wartości NDP (0,05 mg/kg) dla 33% próbek (od 0,102 mg/kg do 0,269 mg/kg) oraz przekroczenia wartości NDP w przypadku disulfotonu (0,01 mg/kg) dla 78% próbek w zakresie 8-19 krotnym w porównaniu do poziomów dopuszczalnych (od 0,077 mg/kg do 0,186 mg/kg). Należy podkreślić, że Komisja Europejska zdecydowała o nieodnowieniu zatwierdzenia dwóm substancjom czynnym: chloropiryfosu oraz chloropiryfosu metylowego, po uzyskaniu opinii Europejskiego Urzędu ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA). Zdaniem EFSA środki ochrony roślin zawierające wyżej wymienione substancje mogą wpływać negatywnie na zdrowie ludzi, a w szczególności dzieci. Jako podstawowy argument podawane są potencjalne skutki genotoksyczności i neurotoksyczności rozwojowej tychże związków chemicznych, które zostały poparte danymi epidemiologicznymi, wskazującymi na występowanie tych skutków w populacji. Rozporządzenia wykonawcze (UE) nr 2020/18 [25] oraz 2020/17 [26] w sprawie nieodnowienia zatwierdzenia powyższych substancji czynnych zostały sfinalizowane 10 stycznia 2020 r. Licencja na chloropiryfos oraz chloropiryfos metylowy wygasła w dniu 31 stycznia 2020 r. Do 16 lutego 2020 r. zezwolenia na środki ochrony roślin zawierających chloropiryfos oraz chloropiryfos metylowy jako substancje czynne zostały wycofane. Po tej dacie nowe partie takich środków nie mogły być wprowadzane do obrotu. Środki wprowadzone na rynek przed 16 lutego 2020 r. mogły być dostępne w sprzedaży jedynie do 1 kwietnia 2020 r. Ostateczny termin stosowania tych insektycydów na terenie Unii Europejskiej upłynął w dniu 16 kwietnia 2020 r. Brak wykrywania chloropiryfosu w próbkach jabłek w roku 2020 świadczy o dostosowaniu producentów do przedmiotowych wymagań. Uzyskane w doświadczeniu wyniki są szczególnie ważne w kontekście wcześniej pojawiających się w mediach doniesień (2017 rok), dotyczących stwierdzanych przypadków obecności chloropiryfosu w jabłkach pochodzących z Polski w partiach eksportowanych do Czech (sześciokrotne przekroczenie NDP) [27,28] i Szwecji (ośmiokrotne przekroczenie NDP) [29,30].

W miąższu jabłek w 2012 roku wykryto 24 pestycydy czyli o 2 mniej niż w całych jabłkach i o 7 związków mniej niż w skórkach pozyskanych z tych jabłek (31 pestycydów). Natomiast w miąższu jabłek w 2020 roku detektowano 6 pestycydów (z rozróżnieniem na metabolity kaptanu) czyli o 1 mniej niż w całych jabłkach i o 3 mniej niż w obranych

skórkach z jabłek. Na podstawie analizy pozostałości poszczególnych pestycydów w miąższu owoców nie stwierdzono przekroczenia wartości NDP w poszczególnych latach.

Kumulacja pestycydów w owocach jest zależna od sposobu działania środka ochrony roślin [31]. W przypadku związków o działaniu systemicznym (np. boskalid, bupirymat, cyprodinil, difenokonazol, flonikamid, fluopyram, piraklostrobina, pirymetanil, pirymikarb, tebukonazol, tiachlopyrd, tiofanat metylu, trifloksystrobina) wnikają one w głąb tkanek roślin, przez co ich stężenie w jabłkach obranych jest wyższe i trudniejsze do usunięcia na drodze procesów technologicznych. Z kolei w przypadku związków o działaniu niesystemicznym - kontaktowym (np. deltametryna, fludioksonil i metoksyfenozyd) obserwuje się wyższą redukcję poziomów pozostałości w przypadku owoców pozbawionych skórki [31]. W prezentowanym doświadczeniu potwierdzono istotny wpływ obierania skórki na zawartość pestycydów w jabłkach. Zabieg obierania pozwolił zredukować poziom pestycydów wyrażony w procentach w zakresie od 24% (karbendazym) do 100% (triflumuron, tiodikarb, tebukonazol).

W 2012 roku w skórkach cytrusów wykryto o 2 więcej pestycydy w porównaniu do wyników dla miąższu – tj. stwierdzono dodatkowo obecność piryproksyfenu (insektycyd) i tiabendazolu (fungicyd). Jeżeli odniesiemy wymagania normatywne w skórkach z cytrusów do wymagań dotyczących odpowiednio owoców cytrusowych to stwierdzono przekroczenia wartości NDP (0,01 mg/kg [32]) tylko w przypadku chloropiryfosu we wszystkich badanych próbkach z detektowanymi poziomami w zakresie od 0,030 mg/kg i 0,045 mg/kg (cytryny), 0,040 mg/kg i 0,096 mg/kg (pomarańcze) oraz 0,541 mg/kg i 1,135 mg/kg (grejfruty). W próbkach skórek z cytrusów z 2020 roku wykryto 6 pestycydów tj. chloropiryfos, imazalil, pirymetanil, spirotetramat enol-glukozyd, acetamipryd i heksytiazoks. Podobnie jak w roku 2012, w próbkach skórek z roku 2020 stwierdzono jedynie przekroczenia poziomu chloropiryfosu tj. w dwóch próbkach skórek z grejpfrutów odnotowano 0,074 mg/kg i 0,138 mg/kg i w jednej próbce skórki z pomarańczy 0,12 mg/kg (NDP nie uległ zmianie w stosunku do wcześniejszych regulacji i wynosi 0,01 mg/kg) [33]. Wyniki jednoznacznie wskazują na dużą kumulację pestycydów w skórkach cytrusów. W przypadku miąższu cytrusów pozostałości środków ochrony roślin były obecne w minimalnych ilościach i nigdzie nie przekroczyły obowiązujących NDP.

Częstym zabiegiem stosowanym w rolnictwie jest używanie mieszanin kilku różnych pestycydów, na ogół należących do różnych grup, w postaci jednego oprysku lub też kilku oprysków następujących po sobie w krótkich odcinkach czasu. Skutki działania pestycydów w mieszaninie mogą okazać się znacznie bardziej szkodliwe dla organizmu niż działanie pojedynczych substancji, co wynika z synergistycznego działania kilku substancji na organizm.

Działanie kilku substancji na organizm może być też antagonistyczne, czyli powodować skutki mniejsze niż wynikałoby to z prostego sumowania się efektów działania tych substancji niezależnie. Ważnym aspektem jest sumaryczny poziom wszystkich pestycydów, które mogą oddziaływać synergistycznie na organizm człowieka, a także na inne gatunki takie jak owady, ryby czy ptaki. Dlatego bardzo ważnym jest ograniczanie stosowania pestycydów w rolnictwie ze względu na szerokie spektrum działania pestycydów w środowisku, co znajduje odzwierciedlenie w prezentowanych badaniach, w których obserwowany jest trend, szczególnie w przypadku jabłek znacznie mniejszego wykrywania pestycydów w roku 2020 w porównaniu z rokiem 2012 co stanowi jeden z ważnych aspektów praktycznych prezentowanych badań.

### ***Wpływ klasycznego mycia owoców na zawartość pestycydów***

Badania wykazały, że klasyczne mycie nie wpływa na zmniejszenie liczby wykrywanych pestycydów tj. stwierdzono 26 pestycydów w 2012 roku i 7 pestycydów w próbkach jabłek z 2020 roku. Analizując zawartość poszczególnych wykrytych pozostałości pestycydów nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy próbkami jabłek mytymi wodą i tymi, które nie były poddawane procesowi mycia. Otrzymane wyniki wskazują, że mycie owoców nie wpływa na zanieczyszczenie pestycydami co stanowi o tym, że zrównoważone stosowanie środków ochrony roślin w produkcji rolniczej jest głównym czynnikiem determinującym bezpieczny poziom pozostałości pestycydów w produktach rolniczych.

Dotychczas opublikowane prace wskazują na istotność badań dotyczących oceny występowania pozostałości środków ochrony roślin w owocach w kategorii dostosowania do obowiązujących regulacji prawnych. Systematycznie prowadzone badania nad toksycznością pestycydów przyczyniają się do ciągłej i dynamicznej weryfikacji dotyczącej dopuszczenia ich do stosowania w uprawach roślin, jak i do aktualizacji wartości NDP. Ponadto wzrost świadomości konsumentów w zakresie bezpieczeństwa żywności oraz w temacie wpływu pestycydów na środowisko skutkuje zainteresowaniem producentów w kwestii ograniczenia stosowania tych chemikaliów czy poszukiwania innych metod uprawy jak produkcja zintegrowana czy produkcja ekologiczna. W celu obniżenia poziomu pozostałości pestycydów istotne są także proste procedury mycia oraz obierania, które są dostępne w każdym gospodarstwie domowym. Prowadzone badania w Polsce wskazują, że w ciągu 8 lat wyraźnie można zaobserwować ograniczenie stosowania pestycydów, co skutkuje wyższą jakością najpopularniejszych w diecie owoców takich jak jabłka czy cytrusy. Ponadto nie wykrywano w badanych latach niedopuszczonych do stosowania pestycydów, co wskazuje na przestrzeganie przez producentów rolnych obowiązujących regulacji prawnych. Prostą obróbką

kulinarną, która może wyraźnie zredukować poziom pestycydów w częściach jadalnych owoców jest klasyczne obieranie skórki.

W kolejnej z prezentowanych prac cyklu przeprowadzono badania mające na celu porównanie zawartości pozostałości pestycydów w produktach pochodzących z upraw rolniczych w Polsce Wschodniej (warzywa, owoce, zioła, przyprawy, rośliny przemysłowe) oraz z firm z tego regionu zajmujących się importem z zagranicy (przyprawy egzotyczne). Ponadto wśród badanych produktów poddano ocenie na zawartość pozostałości środków ochrony roślin soki owocowe i warzywne produkowane bezpośrednio przez gospodarstwa owocowo-warzywne z terenu wschodniej Polski. Badania te miały na celu scharakteryzowanie produkcji rolniczej na wskazanym obszarze pod względem bezpieczeństwa i jakości jako atrakcyjnej dla producentów krajowych i importerów (**zał. 3, pkt. 4.2.II**).

Do badań wykorzystano próbki nieprzetworzonych produktów roślinnych pobranych losowo z gospodarstw rolniczych usytuowanych we wschodniej części Polski w latach 2015-2016. Natomiast przyprawy importowane i soki produkowane przez regionalnych producentów zakupiono w lubelskich supermarketach. Przebadano 160 próbek, które sklasyfikowano w 6 grup: warzywa, owoce, zioła, przyprawy, soki owocowe i warzywne oraz rośliny przemysłowe.

Przeprowadzone analizy wykazały, że pozostałości pestycydów zostały wykryte w 83 próbkach (ok. 52%). We wszystkich próbkach, w których zidentyfikowano obecność poszukiwanych związków poziomy nie przekraczały najwyższego dopuszczalnego poziomu pozostałości pestycydów (NDP). Pozostałości środków ochrony roślin stwierdzano najczęściej w próbkach owoców - 67%, natomiast w ziołach i sokach owocowych pestycydy odnotowano odpowiednio w 53% i 50%. Najniższy udział próbek zawierających tę grupę badanych kontaminantów stwierdzono w przypadku warzyw - 45% i przypraw - 43%. Spośród próbek surowców poddanych badaniu, pozostałości pestycydów najczęściej wykrywano w grupie ziół – w tymianku (80%), w grupie owoców – w czarnej porzeczce (44,4%), oraz w grupie przypraw – w czarnym pieprzu (44,4%).

Pozostałości dwóch lub więcej pestycydów stwierdzono w 54 próbkach (65,1%). Łącznie w 25 próbkach stwierdzono obecność dwóch pestycydów (30,1%), w 11 próbkach stwierdzono obecność trzech pestycydów (13,3%), zaś w 8 i 6 próbkach odpowiednio - cztery i pięć pestycydów (9,6% i 7,2%). Po jednej z badanych próbek zawierały kombinację 7, 8, 9 i 12 zidentyfikowanych związków. Współwystępowanie pozostałości pestycydów stwierdzono w 44 próbkach ziół (91,8%), w 4 próbkach owoców (14,8%), 2 próbkach warzyw (10%) i w 2 próbkach przypraw (9,5%). Dla próbek ziół najczęściej detektowaną kombinacją było połączenie fungicydu z herbicydem (azoksystrobina i linuron) – 28 próbek (32,9%), połączenie

2 fungicydów wraz z herbicydem (azoksystrobina, karbendazym i linuron), które oznaczono w 8 próbkach (9,4%) oraz kombinacje 2 fungicydów z 2 herbicydami (azoksystrobina, linuron, metalaksyl i metalaksyl M), które stwierdzono w 8 próbkach (9,4%). W 4 próbkach owoców wykazano obecność pozostałości insektycydu (acetamipryd) wraz z fungicydem (trifloksystrobina), w 2 próbkach warzyw detektowano kombinację fungicydu (azoksystrobina) i herbicydu (linuron) oraz w 2 próbkach przypraw stwierdzono występowanie fungicydu (azoksystrobina) i herbicydu (linuron).

W pojedynczych próbkach ziół najczęściej wykrywanymi pozostałościami pestycydów były – linuron i azoksystrobina, w próbkach owoców – tiaklopryd i trifloksystrobina, w próbkach przypraw - metalaksyl i metalaksyl M oraz chloropiryfos, natomiast w próbkach warzyw – azoksystrobina i chloropiryfos. W badanych próbkach zidentyfikowano łącznie pozostałości 40 pestycydów. Najczęściej identyfikowanymi były – azoksystrobina wykryta w 36 próbkach (22,5%), linuron oznaczony w 33 próbkach (20,6%), chloropiryfos i karbendazym – każdy z nich wykryty w 13 próbkach (8,1%) , metalaksyl i metalaksyl M w 11 próbkach (6,9%) i acetamipryd w 7 próbkach (4,4%). Należy zaznaczyć, że spośród 162 poszukiwanych związków w badanych próbkach stwierdzono obecność 40 pestycydów, co oznacza, że nie wykazano obecności 122 pestycydów z ocenianej grupy środków ochrony roślin.

Podsumowując uzyskane wyniki badań należy podkreślić, że 51,9% próbek surowców roślinnych i produktów spożywczych pochodzących ze wschodniej części Polski zawierało pozostałości, które jednak nie przekraczały najwyższego dopuszczalnego poziomu pozostałości pestycydów. Najczęściej badane substancje wykrywano w próbkach owoców (66,7%) w porównaniu do pozostałych grup analizowanych produktów, gdzie udział procentowy próbek zawierających poszukiwane związki kształtował się na poziomie około 50% w każdym. Szczególną uwagę należy zwrócić na możliwe zanieczyszczenie thiaclopridem i trifloxystrobinem w owocach czarnej porzeczki, carbendazimem w jabłkach oraz azoxytrobinem i fludioxonilem w truskawkach. Badane próbki owoców zawierały największą liczbę i różnorodność zidentyfikowanych pozostałości pestycydów w porównaniu do pozostałych prób, co nasuwa obawy dotyczące jakości tych składników żywności. Wyniki tego badania podkreślają znaczenie monitorowania pozostałości pestycydów w ziołach i przyprawach, zwłaszcza w przypadku tymianku i pieprzu czarnego, które zostały zidentyfikowane jako najbardziej zanieczyszczone matryce w tej grupie produktów, w których udział procentowy próbek zawierających pozostałości pestycydów kształtował się na poziomie odpowiednio – 80% i 44%.



Ze względu na dużą wykrywalność pozostałości pestycydów w badanych próbkach ziół, a także wciąż wzrastające zainteresowanie wykorzystaniem tej grupy surowców w różnych sektorach produkcji, moje dalsze badania skupiły się wokół tej grupy produktów rolnych. Zanieczyszczenia próbek ziół pozostałościami środków ochrony roślin budzi pewien niepokój, ze względu również na to, że stanowią one sztandarowy produkt regionu Polski Wschodniej. W celu zoptymalizowania metody oznaczania pozostałości środków ochrony roślin w próbkach ziół, które stanowią w tym zakresie bardzo złożoną i trudną matrycę, w prezentowanych badaniach opracowano i zwalidowano metodę dedykowaną dla tej grupy surowców. Wprowadzenie i zwalidowanie procedury oznaczania środków ochrony roślin w próbkach ziół umożliwiło rolnikom przeprowadzanie badań kontrolnych w laboratorium uczelnianym Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie.

Stosowanie ziół w celach leczniczych ma bardzo długą historię i nadal stanowi bardzo duży udział w tradycyjnych metodach medycznych stosowanych na całym świecie. Światowa Organizacja Zdrowia (WHO) szacuje, że ok. 80% populacji świata wykorzystuje produkty ziołowe w celach terapeutycznych najczęściej w formie ekstraktów roślinnych lub ich aktywnych składników [34]. Komercjalizacja produktów ziołowych wiąże się z ich szerokim zastosowaniem w różnych sektorach produkcji takich jak: żywność, farmaceutyki, nutraceutyki, środki ziołowe, suplementy diety, perfumy, kosmetyki czy środki aromatyzujące [35-36]. W ostatnich latach na rynku międzynarodowym nastąpił dwukrotny wzrost popytu na rośliny lecznicze, a według szacunków WHO obecne zapotrzebowanie na leki roślinne wynosi 14 miliardów dolarów rocznie, a do 2050 roku wzrośnie do 5 bilionów dolarów [36]. Obserwowany wzrost zainteresowania stosowaniem produktów ziołowych w krajach wysoko rozwiniętych wynika z założenia, że „naturalne” implikuje „nieszkodliwe”. Jednak wraz ze wzrostem popularności i globalną ekspansją rynku surowców zielarskich, bezpieczeństwo produktów ziołowych staje się poważnym problemem w zakresie zdrowia publicznego [37]. Wobec powyższego popyt na zioła wiąże się z zainteresowaniem branży rolniczej. Produkcja surowca zielarskiego w Polsce ma ugruntowaną tradycję. Udział polskiej produkcji ziół w produkcji europejskiej stanowi ok. 30%. Polskie rolnictwo ma największy obszar uprawy roślin zielarskich w Europie (30 000 hektarów), a liczba producentów waha się wokół 20 000 gospodarstw rocznie [38]. Przeciętnie 10% polskich gospodarstw uprawia zioła, ale połowa deklaruje zainteresowanie tymi roślinami, co świadczy o dużym potencjale produkcyjnym. Rolnicy uznają zioła za rośliny atrakcyjne ekonomicznie pod warunkiem gwarancji zbytu i dobrej ceny sprzedaży [38]. Zatem uprawa roślin zielarskich jest perspektywnym kierunkiem działalności rolniczej i stanowi ważne uzupełnienie w przychodach polskich

gospodarstw. Województwo lubelskie jest liderem w produkcji ziół. Według Urzędu Statystycznego w Lublinie w samym tylko 2018 roku ziołami obsiana była powierzchnia prawie 7 tys. ha lubelskich pól, zaś zbiory ziół wynosiły 10,3 tys. ton, a średnie plony – 15 dt/ha. Regionalnym potentatem w uprawie ziół jest powiat krasnostawski, a znajdująca się na jego terenie gmina Fajslawice specjalizuje się wyłącznie w uprawie ziół, a szczególnie tymianku pospolitego, melisy lekarskiej i szałwii lekarskiej. Na terenie Lubelszczyzny działa wiele firm z branży ziołowej, wśród których należy wymienić rozpoznawalną w Polsce firmę „Herbapol-Lublin” S.A., szczególnie docenioną jako producenta herbat ziołowych w Polsce.

Wobec powyższego celem kolejnej, trzeciej pracy z prezentowanego cyklu była ocena zawartości pozostałości pestycydów w różnych surowcach zielarskich, pochodzących z upraw z Polski Wschodniej. Badania dotyczące określenia obecności pestycydów w surowcach zielarskich pochodzących z produkcji rolniczej mają nie tylko znaczenie w ich ocenie jakościowej, ale także niosą informację o danej grupie surowców rolniczych na przestrzeni określonego okresu z naciskiem na ciągłą poprawę tego stanu, który jest kształtowany z drugiej strony przez odpowiednie regulacje prawne (**zał. 3, pkt. 4.2.III**).

Badania pozostałości pestycydów obejmowały następujące surowce zielarskie – ziele tymianku, nasiona lnu, korzenie lukrecji, ziele cząbru, ziele szałwii, korzenie kozłka lekarskiego, ziele czystka, kwiaty jeżówki, ziele majeranku, ziele skrzypu, ziele lebiodki, ziele bazylii, kwiaty rumianku, owoce kopru włoskiego, owoce kminku oraz korzenie lubczyku. Wszystkie próbki poddane badaniu pochodziły z regionu Polski Wschodniej (z wyjątkiem próbek ziela czystka, które pochodziły z importu). Przeprowadzone analizy wykazały, że wśród 104 badanych próbek ziół, pozostałości pestycydów zostały wykryte w 75 próbkach (72,1%), natomiast w 29 próbkach (ok. 27,9%) nie stwierdzono obecności tych substancji. W 11 badanych próbkach ziela tymianku oraz w 1 próbce ziela bazylii, w których zidentyfikowano obecność poszukiwanych związków wykazano przekroczenie najwyższego dopuszczalnego poziomu pozostałości (NDP). Spośród próbek, w których zidentyfikowano obecność pozostałości pestycydów, w 24 z nich wykryto jedną badaną substancję. Pozostałości dwóch lub więcej pestycydów stwierdzono w 51 próbkach (68%). Łącznie w 18 próbkach stwierdzono obecność dwóch pestycydów (24%), w 11 próbkach stwierdzono obecność trzech pestycydów (14,7%), zaś w 12 i 9 próbkach odpowiednio cztery i pięć pestycydów (16% i 12%). Jedna z badanych próbek zawierała kombinację 6 zidentyfikowanych związków.

Współwystępowanie pozostałości pestycydów stwierdzono w 48 próbkach ziela tymianku (64%) oraz w 1 próbce ziela bazylii, kwiatu jeżówki, owocu kminku, nasion lnu oraz korzenia kozłka lekarskiego i lubczyku (1,3%). Dla badanych próbek ziół najczęściej detektowaną

kombinacją było połączenie fungicydu z herbicydem (azoksystrobina i linuron) – 34 próbki (45,3%), połączenie 2 fungicydów wraz z herbicydem (azoksystrobina, karbendazym i linuron) – oznaczono w 16 próbkach (21,3%) oraz kombinacje 2 fungicydów z 2 herbicydami (azoksystrobina, linuron, metalaksyl i metalaksyl M), które stwierdzono w 8 próbkach (10,7%). W 7 badanych próbkach ziół (9,3%) stwierdzono obecność połączenia 2 fungicydów z 3 herbicydami (azoksystrobina, karbendazym, linuron, metalaksyl i metalaksyl M), natomiast w 3 próbkach (4%) kombinację fungicydu, herbicydu i insektycydu (azoksystrobina i linuron i dimetoat).

W badanych próbkach stwierdzono łącznie obecność pozostałości 16 pestycydów. Najczęściej identyfikowanymi były – azoksystrobina wykryta w 59 próbkach (78,7%), linuron oznaczony w 36 próbkach (48%), karbendazym – wykryty w 29 próbkach (38,7%) oraz metalaksyl i metalaksyl M w 21 próbkach (28%) i dimetoat w 5 próbkach (6,7%). Należy podkreślić, że spośród 250 poszukiwanych związków w badanych próbkach wykazano obecność 16 pestycydów (6,4%), co oznacza, że nie stwierdzono obecności 234 pestycydów z ocenianej grupy środków ochrony roślin.

W 11 analizowanych próbkach ziela tymianku stwierdzono przekroczenie najwyższego dopuszczalnego poziomu pozostałości pestycydów dla 5 zidentyfikowanych substancji aktywnych – izoproturon (wynik 0,19 mg/kg przy NDP – 0,05 mg/kg), karbendazym (wynik 0,68; 0,52; 0,30; 0,37; 1,7; 0,92; 0,89; i 0,14 mg/kg przy NDP – 0,1 mg/kg), chlorotoluron (wynik 0,041 i 0,048 mg/kg przy NDP – 0,02 mg/kg), dimetoat (wynik 0,21 mg/kg przy NDP – 0,02 mg/kg) oraz flutriafol (wynik 0,10 mg/kg przy NDP – 0,02 mg/kg).

Podsumowując uzyskane wyniki badań należy podkreślić, że 72,1% próbek surowców zielarskich pochodzących z upraw ze wschodniej części Polski zawierało pozostałości pestycydów, natomiast w 11,5% z nich stwierdzono przekroczenie najwyższego dopuszczalnego poziomu pozostałości. Najczęściej oceniane substancje wykrywano w próbkach tymianku (ok. 66%) w porównaniu do pozostałych grup badanych ziół, gdzie udział procentowy próbek zawierających poszukiwane związki kształtował się na poziomie około 20%. Szczególną uwagę należy zwrócić na możliwe zanieczyszczenie azoxystrobinem, linuronem i carbendazimem badanych próbek ziół. Analizowane próbki tymianku zawierały największą liczbę i różnorodność zidentyfikowanych pozostałości pestycydów w porównaniu do pozostałych prób, co nasuwa obawy dotyczące jakości tych składników żywności. Wyniki tego badania podkreślają znaczenie monitorowania pozostałości pestycydów w ziołach, zwłaszcza w przypadku próbek tymianku, które zostały zidentyfikowane jako najbardziej zanieczyszczone matryce w tej grupie produktów, w których udział procentowy próbek

zawierających pozostałości pestycydów kształtował się na zdecydowanie najwyższym poziomie.

### **Ocena poziomu zanieczyszczeń metalami ciężkimi (Cd, Pb, As i Hg) próbek pochodzenia roślinnego tj. surowce zielarskie, przyprawy, herbata i kawa**

Surowce i produkty pochodzenia roślinnego, oprócz zanieczyszczeń pozostałościami środków ochrony roślin mogą również zawierać inne toksyczne substancje pochodzące ze środowiska. Ponadto mogą być one zanieczyszczane metalami ciężkimi w trakcie uprawy, a także podczas procesów przetwarzania i przechowywania [39]. Kumulacja metali ciężkich w glebie, wodzie i powietrzu wynika z niewłaściwej gospodarki odpadami oraz z szybkiej industrializacji i urbanizacji regionów rolniczych. Źródłami zanieczyszczeń nieorganicznych powietrza są produkcja węgla, ropy naftowej, metali nieżelaznych, a także cementu. Zanieczyszczenia gleby powstają w wyniku stosowania w rolnictwie nawozów, środków ochrony roślin w tym pestycydów i fungicydów zawierających rtęć i arsen. Środowisko wodne jest zanieczyszczane metalami ciężkimi na skutek działalności człowieka związanej z oczyszczaniem i podsuszaniem ścieków oraz odprowadzaniem ścieków i nieczystości z gospodarstw domowych [40-41]. Pierwiastki toksyczne są szeroko rozproszone w środowisku i wchodzą do łańcucha pokarmowego, występując w różnych stężeniach w żywności oraz w paszach. Wchłanianie i bioakumulacja tych substancji ma negatywny wpływ na zdrowie konsumentów. Najbardziej toksyczne pierwiastki to metale ciężkie, w tym Cd – kadm, Pb – ołów, As – arsen i Hg – rtęć, które mogą wywoływać szeroki zakres efektów toksycznych i mutagennych. Zaburzają one równowagę jonową i regulację mineralną, stymulują oksydacyjne uszkodzenie struktur komórkowych i DNA, a także powodują transformacje nowotworowe [42].

Z tego względu obecność metali ciężkich w surowcach i produktach rolniczych powinna być ściśle kontrolowana. Przepisy dotyczące najwyższych dopuszczalnych poziomów tych zanieczyszczeń mogą się różnić w zależności od kraju. Większość przepisów reguluje Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności, a limity określone przez WHO w zakresie maksymalnych stężeń – Cd, Pb, AS i Hg w surowcach zielarskich wynoszą odpowiednio: 0,3, 10,0, 5,0 i 0,2 mg/kg [43]. Mając na uwadze bezpieczeństwo zdrowia i życie konsumenta w kolejnej pracy podjęto badania mające na celu określenie zawartości Cd, Pb, As i Hg w próbkach ziół i przypraw oraz herbaty i kawy, w celu oceny ryzyka zdrowotnego stosowania wyżej wymienionych surowców i produktów pochodzenia roślinnego (**zał. 3, pkt. 4.2.IV**).

W pracy oceniono poziom zanieczyszczenia metalami ciężkimi (Cd, Pb, As i Hg) 240 próbek pochodzenia roślinnego tj. surowce zielarskie, przyprawy, herbata i kawa. Do badań

wykorzystano próbki nieprzetworzonych produktów roślinnych pobranych losowo z gospodarstw rolniczych usytuowanych we wschodniej części Polski w latach 2015-2018. Natomiast przyprawy importowane oraz herbatę i kawę zakupiono w lubelskich supermarketach. Badane próbki sklasyfikowano w 4 grupach: zioła, przyprawy, liście herbaty chińskiej (zielonej), ziarna kawy Arabica (palonej).

W celu określenia stopnia zanieczyszczenia metalami ciężkimi badanych próbek prezentowane wyniki badań odniesiono do wytycznych Światowej Organizacji Zdrowia (WHO), a także Rozporządzenia Komisji (UE) nr 420/2011, określających najwyższe dopuszczalne poziomy poszczególnych zanieczyszczeń dla świeżych ziół w przeliczeniu na suchą masę przy założeniu zawartości wody na poziomie 90%.

### ***Zawartość kadmu***

W analizowanych próbkach ziół zawartość kadmu była zróżnicowana w zależności od gatunku i kształtowała się w zakresie od poniżej granicy oznaczalności ( $< LOQ = 0,020$  mg/kg) do 2,170 mg/kg. Spośród 163 ocenianych próbek ziół w 24 z nich (15%) stwierdzono przekroczenie wartości granicznych określonych przez Światową Organizację Zdrowia (WHO) na poziomie 0,3 mg/kg [43]. Przekroczenia dotyczyły 9 gatunków ziół – ziela czystka siwego, przetacznika lekarskiego, przytulii właściwej, bylicy boże drzewko, korzenia prawoślazu lekarskiego, liści karczocha zwyczajnego i maliny właściwej, kwiatu malwy czarnej i owocu głogu dwuszyjkowego. Zgodnie z wytycznymi Rozporządzenia Komisji (UE) nr 420/2011, określającego najwyższy dopuszczalny poziom zanieczyszczenia kadmem dla świeżych ziół, z uwzględnieniem przeliczenia na suchą masę, w żadnej z badanych próbek nie stwierdzono przekroczenia zalecanej dawki – 2 mg/kg. W 41 próbkach (25%) 12 gatunków ziół (ziele skrzypu polnego, korzeń lukrecji gładkiej i mniszka lekarskiego, liść morwy białej i podagrycznika pospolitego, kwiat koniczyny czerwonej, wrzосу pospolitego, słonecznika zwyczajnego i jasnoty białej, owoc róży dzikiej i niepokalanka pospolitego oraz nasiona babki lancetowatej) nie stwierdzono obecności kadmu w żadnej z ocenianych próbek. Najniższe zawartości kadmu w zakresie od 0,020 do 0,333 mg/kg odnotowano w próbkach – ziela melisy lekarskiej, szalwii lekarskiej, tymianku pospolitego, bluszczyku kurdybanka, owsa zwyczajnego i wierzbowicy drobnokwiatowej, korzenia kozłka lekarskiego, łopianu większego, rdestowca japońskiego i cykorii podróżnik, liściach borówki czernicy i czosnku niedźwiedziego, kwiatów śliwy tarniny, rumianku pospolitego i lipy drobnolistnej oraz owocu jarzębiny pospolitej i nasion lnu zwyczajnego. Najwyższe stężenie kadmu wykazano w próbkach ziela czystka siwego i bylicy pospolitej oraz liści karczocha zwyczajnego, odpowiednio: 2,170 mg/kg, 1,670 mg/kg i 0,654 mg/kg.

W przedstawionych badaniach oceniono również stężenie kadmu w 61 próbkach przypraw powszechnie używanych w Polsce. Poziom zanieczyszczeń kadmem analizowanych próbek był niewielki i wahał się w zakresie od < LOQ (0,020 mg/kg) do 0,082 mg/kg. W żadnej z badanych próbek przypraw nie stwierdzono przekroczenia wartości dopuszczalnych dla tego metalu. We wszystkich badanych próbkach 5 gatunków przypraw (ziele bazylii pospolitej, ostryżu długiego, owoc korzennika lekarskiego, nasiona kopru włoskiego i pąki goździkowca korzennego) nie stwierdzono zanieczyszczenia kadmem. Najwyższe średnie stężenie kadmu odnotowano w próbkach pieprzu czarnego i nasionach kminu rzymskiego, odpowiednio: 0,080 i 0,082 mg/kg.

W niniejszej pracy oceniono również poziom zanieczyszczenia kadmem próbek liści herbaty chińskiej i kawy arabika. Przeprowadzone analizy wykazały niskie zawartości badanego pierwiastka w ocenianych próbkach w zakresie od < LOQ (0,020 mg/kg) do 0,098 mg/kg.

### ***Zawartość ołowiu***

W analizowanych próbkach ziół zawartość ołowiu była zróżnicowana w zależności od gatunku i kształtowała się w zakresie od < LOQ (0,010 mg/kg) do 5,680 mg/kg. W żadnej z analizowanych próbek ziół nie stwierdzono przekroczenia wartości granicznych dla ołowiu określonych przez Światową Organizację Zdrowia (WHO) na poziomie 10 mg/kg. Spośród 163 badanych próbek ziół tylko w 12 z nich (7%) nie stwierdzono obecności ołowiu (ziele tymianku pospolitego i skrzypu polnego, liść karczocha zwyczajnego i owoc niepokalanka pospolitego). Najniższe średnie zawartości ołowiu w zakresie od 0,022 mg/kg do 0,201 mg/kg odnotowano w próbkach 7 gatunków ziół – ziele owsa zwyczajnego, korzenia cykorii podróżnik, liściu morwy białej, kwiecie słonecznika zwyczajnego, owocu jarzębiny pospolitej oraz nasionach lnu zwyczajnego i babki lancetowatej. Najwyższe wartości zanieczyszczenia ołowiem wykazano w próbkach korzenia kozłka lekarskiego, ziela melisy i szaławii, odpowiednio: 5,680 mg/kg, 3,47 mg/kg i 2,550 mg/kg.

Analiza zawartości ołowiu w 61 próbkach przypraw dostępnych na polskim rynku wykazała zróżnicowaną zawartość badanego metalu zależną od gatunku rośliny (<LOQ=0,010 – 1,92 mg/kg). W 97% badanych próbek przypraw wykazano obecność ołowiu, ale w żadnej próbce nie stwierdzono przekroczenia wartości dopuszczalnych dla tego metalu. Najniższe zawartości ołowiu w zakresie od 0,069 do 0,202 mg/kg odnotowano w próbkach 4 gatunków ziół – czosnku niedźwiedziego, pieprzu czarnego, papryki rocznej, a także kozieradki pospolitej. Najwyższe średnie stężenie ołowiu na poziomie – 1,92 mg/kg wykazano w próbkach ziela bazylii.

Badania zanieczyszczenia ołowiem próbek liści herbaty chińskiej i ziaren kawy Arabica prezentowane w niniejszej pracy wykazały niewielkie zawartości badanego metalu w ocenianych próbkach w zakresie od mniej niż 0,010 mg/kg do 0,791 mg/kg.

### ***Zawartość arsenu***

Spośród 163 badanych próbek ziół tylko w 12 próbkach (7%) stwierdzono obecność arsenu – w 9 próbkach korzenia kozłka lekarskiego (0,111 – 0,535 mg/kg), a także w 3 próbkach liści porzeczki czarnej (0,166 – 0,202 mg/kg). W pozostałych 93% badanych próbek ziół stężenie arsenu wyniosło poniżej granicy oznaczalności (0,100 mg/kg). W grupie 61 badanych próbek przypraw arsen stwierdzono wyłącznie w 5 próbkach pieprzu czarnego (0,102 – 0,863 mg/kg) oraz w 4 próbkach papryki (0,113 – 0,178 mg/kg). We wszystkich ocenianych próbkach ziaren kawy i liści herbaty oznaczona zawartość badanego metalu znajdowała się poniżej granicy oznaczalności.

### ***Zawartość rtęci***

Stężenie rtęci w badanych próbkach ziół kształtowała się w zakresie od poniżej granicy oznaczalności (0,005 mg/kg) do 0,030 mg/kg. Obecność rtęci wykazano w 45 badanych próbkach ziół (28%), natomiast w 72% próbek zawartość rtęci wynosiła poniżej granicy oznaczalności równej 0,005 mg/kg. Najniższe zawartości rtęci na poziomie 0,006 mg/kg odnotowano w próbkach 6 gatunków ziół – bylicy pospolitej, wierzbownicy drobnokwiatowej, kozłka lekarskiego, prawoślazu lekarskiego, cykorii podróżnik i śliwy tarniny. Najwyższe wartości zanieczyszczenia rtęcią wykazano w próbkach ziela skrzypu i liściach borówki czernicy, odpowiednio: 0,020 mg/kg i 0,030 mg/kg. We wszystkich badanych 61 próbkach przypraw zawartość rtęci wynosiła poniżej granicy oznaczalności. W grupie analizowanych próbek liści herbaty i ziaren kawy stwierdzono śladowe zawartości rtęci w zakresie od poniżej 0,005 mg/kg do 0,007 mg/kg.

### ***Ocena ryzyka***

Uszeregowanie wartości ilorazu ryzyka zdrowotnego THQ (ang. Target Hazard Quotient) dla badanych poziomów metali ciężkich było następujące: As (średnio 0,00433; maks. 0,02877) > Cd (średnio 0,00180; maks. 0,00820) > Pb (średnio 0,00107; maks. 0,00533) > Hg (0,00000). W przypadku ziół THQ charakteryzowały się wyższymi wartościami w porównaniu do przypraw dla Pb, Hg i Cd, natomiast w przypadku As wartość ta była niższa tj.: Cd (średnio 0,01940; maks. 0,21700) > As (średnio 0,00027; maks. 0,01783) > Pb (średnio 0,00141; maks. 0,01578) > Hg (średnio 0,00010; maks. 0,00067). Natomiast wartości THQ dla liści herbaty chińskiej kształtowały następująco: Cd (średnio 0,01311; maks. 0,03780) > Pb (średnio 0,00075; maks. 0,00161) > Hg (średnio 0,00077; maks. 0,00090) > As (0,00000). Wartości

THQ wyliczone dla ziaren kawy palonej były następujące: Cd (średnio 0,06463; maks. 0,09806) > Pb (średnio 0,00433; maks. 0,02448) > Hg (średnio 0,00111; maks. 0,00260) > As (0,00000).

Ponieważ stężenie Cd było generalnie dość wysokie w porównaniu do pozostałych pierwiastków toksycznych, a także jego wartość dawki referencyjnej RfD (ang. Reference Dose) była bardzo niska (0,001 mg kg/d) [44], więc wartość THQ Cd była wyższa niż innych monitorowanych poziomów pierwiastków. Wartość sumarycznego ilorazu ryzyka zdrowotnego dla maksymalnego poziomu pierwiastka TTHQmax (ang. Total Target Hazard Quotient) ze względu na spożycie badanych produktów, wynosiło: do 0,04230 dla przypraw, do 0,25128 dla ziół, do 0,04031 dla herbaty chińskiej oraz do 0,12514 dla ziarna kawy palonej. Ponieważ wartość  $THQ \leq 1$  nie ma prawdopodobieństwa wystąpienia niekorzystnych skutków.

Prezentowane wyniki badań oraz obecnie przyjęte normy toksykologiczne dotyczące ryzyka zdrowotnego związanego z konsumpcją badanej grupy surowców i produktów rolniczych pochodzenia roślinnego z regionu Polski Wschodniej nie wskazują na niepokój wynikający z wprowadzaniem metali ciężkich do organizmu człowieka wraz z dietą. Jednak czy obecny stan wiedzy pozwala na jednoznaczne stwierdzenie, że przyjęte normy toksykologiczne są prawidłowe, zwłaszcza że dane o skutkach zatrucia mogą pojawić się po długim okresie utajenia? Ponadto z badania wynika, że w szczególności produkty roślinne, pochodzące w większości z produkcji lokalnej, nie wskazują na potencjalne skażenie terenów przyrodniczych lub rolniczych pierwiastkami toksycznymi.

Podsumowując wyniki prezentowanej pracy, metalem ciężkim występującym w najwyższym stężeniu w badanych próbkach był ołów. Jego zawartość mieściła się w zakresie od 0,010 do 5,680 mg/kg. Pierwiastkiem, który znalazł się w analizowanych próbkach w najmniejszej ilości była rtęć. Jego zawartość mieściła się w zakresie od 0,005 do 0,030 mg/kg. Poziom zanieczyszczenia badanych próbek toksycznymi metalami kształtował się w następującej kolejności malejącej Pb > Cd > As > Hg. Zdecydowanie wyższą kumulację badanych metali ciężkich stwierdzono w badanych próbkach ziół i przypraw (0,005–5,680 mg/kg) w porównaniu do próbek herbaty i kawy (0,005–0,791 mg/kg). Zgodnie z wytycznymi Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) dotyczącymi limitów zanieczyszczenia próbek surowców zielarskich metalami ciężkimi, tylko w 24 próbkach ziół (18%) stwierdzono przekroczenie wartości granicznych dla ołowiu. We wszystkich analizowanych próbkach przypraw, herbaty i kawy nie stwierdzono przekroczenia najwyższych dopuszczalnych poziomów dla żadnego z badanych metali ciężkich. Wartość THQ w przypadku Cd była wyższa niż dla innych monitorowanych poziomów pierwiastków. Ponieważ wartość THQ jest poniżej



wartości 1 ( $THQ \leq 1$ ) więc nie rozpatrujemy wystąpienia ryzyka zdrowotnego związanego z konsumpcją badanej grupy surowców i produktów pochodzenia roślinnego.

### **Ocena zawartości 15 mykotoksyn w różnych produktach pochodzenia rolniczego oraz w handlowych produktach żywnościowych od producentów oraz importerów ze wschodniej części Polski.**

W pierwszych trzech prezentowanych pracach z cyklu przedstawiono badania dotyczące zawartości pozostałości pestycydów w produktach roślinnych pochodzenia rolniczego. Kolejna praca uwzględniała poziom skażenia badanych produktów rolniczych metalami ciężkimi. Oprócz wskazanych powyżej grup kontaminantów problematycznymi składnikami pod względem jakości surowców i otrzymanych z nich produktów docelowo przeznaczanych do konsumpcji są mykotoksyny produkowane przez grzyby. Te niepożądane składniki są metabolitami wtórnymi wytwarzanymi przez grzyby strzępkowe w tym *Alternaria*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium* itp. Dotychczas poznano ponad 400 związków, które zostały zidentyfikowane i uznane za mykotoksyny. Jednak największy problem z punktu widzenia bezpieczeństwa żywności dotyczy – aflatoksyn (AFB1, AFB2, AFG1, AFG2), deoksyniwalenolu (DON), niwalenolu (NIV), ochratoksyny A (OTA), toksyny HT2 i T2 i zearalenonu (ZEN).

Produkty rolne ulegają zanieczyszczeniu mykotoksynami już podczas rozwoju rośliny na polu, poprzez zbiór, jak i w trakcie obróbki, przechowywania, a także transportu gotowego produktu [45-46]. Ze względu na gwałtowny wzrost industrializacji, globalizacji oraz rozwój handlu mykotoksyny stały się problemem ogólnoswiatowym. Mykotoksyny, jako naturalne zanieczyszczenie żywności stanowią poważny problem zarówno dla krajów rozwijających się słabo, jak i również dobrze rozwiniętych. W pierwszej kolejności chodzi o straty ekonomiczne, a w drugiej o zagrożenia dla zdrowia i życia ludzi [47].

Mykotoksyny są obecne w różnych produktach głównie pochodzenia roślinnego (zboża, mąki, orzechy, oleje, kakao, ryż, kukurydza, zioła, przyprawy, kawa, herbata), ale także w produktach pochodzenia zwierzęcego. Wiele badań wykazało korelację pomiędzy spożywaniem skażonej żywności, a rozwojem niekorzystnych reakcji w organizmie człowieka, takich jak reakcje alergiczne, mutagenne, rakotwórcze. Efekty te różnią się w zależności od rodzaju mykotoksyny i przyjętego stężenia. Zagrożenie związane z konsumpcją żywności, która potencjalnie może zawierać mykotoksyny wiąże się z prowadzeniem monitoringu zawartości tych substancji zarówno w surowcach jak i gotowych produktach [48].

W Unii Europejskiej dokumentem regulującym najwyższe dopuszczalne poziomy mykotoksyn w produktach żywnościowych jest Rozporządzenie Komisji (WE) NR 1881/2006 z dnia 19 grudnia 2006 r., ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych [49]. Badania monitoringowe zanieczyszczeń żywności mykotoksynami umożliwiają oszacowanie narażenia konsumentów na obecność tych związków w produktach oraz dokonanie oceny ryzyka. Wyniki takich badań dostarczają także istotnych informacji o rzeczywistych poziomach mykotoksyn i mogą wpływać na modyfikowanie zakresu ich stosowania w rolnictwie w celu zmniejszenia przekroczenia wartości najwyższego dopuszczalnego stężenia.

Podjmując tematykę badawczą w zakresie oceny zawartości mykotoksyn w produktach pochodzących z produkcji rolniczej, jak i w żywności należy mieć na uwadze zróżnicowanie pod względem chemicznym tych kontaminantów, co przekłada się na opracowanie odpowiednich procedur analitycznych, które umożliwiają jednoczesną izolację tych struktur, a następnie ich analizę z zastosowaniem dedykowanej techniki analitycznej [48,50]. Wygodną metodą przygotowania próbek do analizy mykotoksyn jest tzw. metoda QuEChERS, która pierwotnie została opracowana w celu izolacji związków z grupy pestycydów i charakteryzuje się szeroką uniwersalnością, umożliwiając różne modyfikacje w zakresie wprowadzania nowych związków, badanych matryc, a także wyposażenia i technik analitycznych stosowanych w laboratorium [50-53]. Mając na uwadze postęp w opracowaniu tzw. multimetod, które umożliwiają przeprowadzenie badań w zakresie obecności różnych pod względem strukturalnym mykotoksyn w szerokiej gamie produktów, wskazane jest podejmowanie badań, które pozwolą zaktualizować wiedzę w tym zakresie i mogą stanowić jedno z podstawowych kryteriów w zakresie oceny jakości oraz bezpieczeństwa żywności pochodzenia roślinnego i pasz. Dlatego też celem ostatniej pracy z cyklu była ocena zawartości 15 mykotoksyn w różnych produktach pochodzenia rolniczego oraz w handlowych produktach żywnościowych od producentów oraz importerów z Polski Wschodniej (**zał. 3, pkt. 4.2.V**).

Zdecydowaną większość materiału do badań stanowiły próbki wybranych produktów rolnych pochodzących z gospodarstw rolniczych usytuowanych Polsce Wschodniej w latach 2015-2018. Część próbek pochodziła z importu – próbki kukurydzy, natomiast pozostałą część próbek stanowiły produkty handlowe dostępne w Polsce – zarówno pochodzenia krajowego jak i z importu – próbki kakao, orzeszki ziemne, ziele czystka i nasiona ryżu. Ogólna liczba próbek wynosiła 92, które sklasyfikowano w 7 grupach: zboża – pszenica, jęczmień, pszenżyto, kukurydza, owies, ryż; zioła – korzeń lubczyku, nasiona lnu, korzeń lukrecji, ziele czystka, ziele skrzypu, nasiona ostropestu plamistego; zbożowe produkty spożywcze – mąka żytnia, mąka

pszenna, mąka mieszana, musli, kasza jęczmienna, otręby żytnie, bułka pszenna; owoce – aronia, borówka czernica, bez czarny, rokitnik, dzika róża; rzepak; kakao; orzeszki ziemne.

Przeprowadzone analizy wykazały, że wśród 92 badanych próbek, mykotoksyny wykryto w 25 próbkach (27,2%). W jednej badanej próbce mąki żytniej, w której zidentyfikowano obecność poszukiwanych związków wykazano przekroczenie najwyższego dopuszczalnego stężenia. Zanieczyszczenia mykotoksynami stwierdzano najczęściej w próbkach zbóż – 56%, a także w próbkach mąki i kakao, w których zawartość mykotoksyn odnotowano odpowiednio w 24% próbek i 16% próbek. W grupie analizowanych próbek ziół, owoców, rzepaku i orzechów nie wykazano obecności badanych kontaminantów.

W grupie badanych próbek zbożowych, zanieczyszczenia mykotoksynami najczęściej wykrywano w próbkach pszenicy – (51,9%) i w próbkach mąki (63,6%). Spośród 25 próbek, w których zidentyfikowano obecność zanieczyszczeń mykotoksynami, w 21 z nich wykryto jedną badaną substancję (84%), natomiast w 4 próbkach (16%) stwierdzono zanieczyszczenie trzema mykotoksynami. Współwystępowanie analizowanych substancji stwierdzono w 4 próbkach mąki mieszanej, które zawierały kombinację 3 mykotoksyn – toksyna HT2 (2,7-4,7 µg/kg deoksyniwalenol (90,1-2250 µg/kg) i zearalenon (0,77-24,9 µg/kg).

Dla badanych próbek zbóż najczęściej detektowaną mykotoksyną był deoksyniwalenol (28,2-380 µg/kg) – 13 próbek (92,9%), natomiast w 1 próbce stwierdzono obecność ochratoksyny A (15,6 µg/kg) – 7,1%. W 7 próbkach mąki najczęściej wykrywaną mykotoksyną był także deoksyniwalenol (29,6-2250 µg/kg) występujący w 5 próbkach (71,4%), a także toksyna HT2 (2,7-4,7 µg/kg) i zearalenon (0,8-24,9 µg/kg) oznaczone w 4 próbkach (57,1%). W 2 próbkach badanej mąki (28,6%) wykazano obecność ochratoksyny A (0,7-17,1 µg/kg). We wszystkich badanych próbkach kakao (100%) wykazano obecność zearalenonu (1,4-7,1 µg/kg). Reasumując, w pojedynczych próbkach pszenicy i mąki najczęściej wykrywaną mykotoksyną był – deoksyniwalenol, natomiast w próbkach kakao – zearalenon.

W badanych próbkach stwierdzono łącznie obecność zanieczyszczenia 4 mykotoksynami. Najczęściej identyfikowanymi były – deoksyniwalenol wykryty w 18 próbkach (72%), zearalenon oznaczony w 8 próbkach (32%), toksyna HT2 – wykryta w 4 próbkach (16%) oraz ochratoksyna A w 3 próbkach (12%). Spośród 15 poszukiwanych w prezentowanym doświadczeniu związków w badanych próbkach wykazano obecność 5 substancji toksycznych (26,7%), co oznacza, że nie stwierdzono obecności 10 mykotoksyn z ocenianej grupy zanieczyszczeń.

W 1 analizowanej próbce mąki mieszanej stwierdzono przekroczenie najwyższego dopuszczalnego stężenia dla 1 zidentyfikowanej substancji aktywnej – deoksynivalenol (wynik 2250  $\mu\text{g}/\text{kg}$  przy NDP – 750  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ).

Podsumowując uzyskane wyniki badań należy podkreślić, że 27,2% próbek wybranych produktów rolnych i handlowych dostępnych w Polsce Wschodniej zawierało zanieczyszczenia mykotoksynami, natomiast w 4% z nich stwierdzono przekroczenie najwyższego dopuszczalnego stężenia. Najczęściej poszukiwane substancje wykrywano w próbkach zbóż (56%) w porównaniu do pozostałych grup badanych produktów (mąki, kakao), gdzie udział procentowy próbek zawierających poszukiwane związki kształtował się na poziomie od 16% do 24%. Należy zwrócić uwagę na czystość badanych próbek ziół, owoców, rzepaku i kakao i orzechów pod względem obecności mykotoksyn. Szczególnie istotne wydaje się możliwe zanieczyszczenie deoksynivalenolem, zearalenonem i ochratoksyną A próbek pszenicy, maki i kakao. Analizowane próbki mąki zawierały największą liczbę i różnorodność zidentyfikowanych mykotoksyn w porównaniu do pozostałych próbek, co nasuwa obawy dotyczące jakości tych składników żywności. Wyniki badań podkreślają znaczenie monitorowania zanieczyszczeń mykotoksynami w próbkach zbóż, zwłaszcza w przypadku pszenicy, które zostały zidentyfikowane jako najbardziej zanieczyszczone matryce w tej grupie produktów.

## **Wnioski**

1. Badania w zakresie zawartości kontaminantów z grupy pestycydów, mykotoksyn oraz metali ciężkich w produktach roślinnych pochodzących z rolniczej produkcji mają istotne znaczenie w ocenie ich jakości. Otrzymane wyniki wskazują, że obecność badanych grup zanieczyszczeń w analizowanych produktach pochodzących z regionu Polski Wschodniej, nie stanowi poważnego zagrożenia dla zdrowia ludzi i zwierząt. Nie mniej jednak systematyczna kontrola i ścisła regulacja dotycząca najwyższych dopuszczalnych stężeń tych związków w próbkach żywności ma kluczowe znaczenie dla łagodzenia potencjalnego ryzyka dla zdrowia i życia konsumentów.
2. Stały monitoring w zakresie zawartości kontaminantów w produktach pochodzenia roślinnego zmusza producentów do dostosowania się do wymagań prawnych i potrzeb konsumenckich i jest gwarancją jakości i bezpieczeństwa żywności. Szczególne znaczenie odgrywają tutaj badania wieloletnie, które dokumentują dostosowywanie producentów

w zakresie przestrzegania zaleceń dotyczących wycofania z użytku określonych grup pestycydów.

3. Dostęp producentów regionalnych do laboratoriów oferujących zakres usługowy potwierdzony akredytacją w obszarze regulowanym prawnie jest istotnym instrumentem pomagającym zweryfikować jakość produkcji rolniczej.

## Literatura

1. Sharma, A.; Kumar, V.; Shahzad, B. et al. Worldwide pesticide usage and its impacts on ecosystem. *SN Appl. Sci.* 2019, 1, 1446.
2. Kulkarni, S.; Goswami, A. Effect of Excess Fertilizers and Nutrients: A Review on Impact on Plants and Human Population (February 23, 2019). Proceedings of International Conference on Sustainable Computing in Science, Technology and Management (SUSCOM), Amity University Rajasthan, Jaipur - India, February, 26-28, 2019.
3. Aktar, W.; Sengupta, D.; Chowdhury, A. Impact of pesticides use in agriculture: their benefits and hazards. *Md. Interdiscip Toxicol.* 2009, 2, 1, 1–12.
4. FAO. Report of the FAO Council, 94th Session; FAO: Rome, Italy, 1988.
5. Velten, S.; Leventon, J.; Jager, N.; Newig, J. What is sustainable agriculture? A systematic review. *Sustainability* 2015, 7, 7833-7865.
6. Petrescu, D.C.; Vermeir, I.; Petrescu-Mag, R.M. Consumer Understanding of Food Quality, Healthiness, and Environmental Impact: A Cross-National Perspective. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2020, 17, 169.
7. Robinson, C.; Portier, C.; Čavoški, A.; Mesnage, R.; Roger, A.; Clausen, P.; Lyssimachou, A. Achieving a High Level of Protection from Pesticides in Europe: Problems with the Current Risk Assessment Procedure and Solutions. *European Journal of Risk Regulation.* 2020, 11, 3, 450-480.
8. Akoto, O.; Gavor, S.; Appah, M.K.; Apau, J. Estimation of human health risk associated with the consumption of pesticide-contaminated vegetables from Kumasi, Ghana. *Environ. Monit. Assess.* 2015, 187, 244.
9. Ferrer, C.; Martínez-Bueno, M.J.; Lozano, A.; Fernández-Alba, A.R. Pesticide residue analysis of fruit juices by LC–MS/MS direct injection. One year pilot survey. *Talanta* 2011, 83, 1552–1561.
10. Hjorth, K.; Johansen, K.; Holen, B.; Andersson, A.; Christensen, H.B.; Siivinen, K.; Toome, M. Pesticide residues in fruits and vegetables from South America – A Nordic

- project. *Food Control*. 2011, 22, 1701–1706.
11. Sinha, S.N.; Vasudev, K.; Vishnu Vardhana Rao, M. Quantification of organophosphate insecticides and herbicides in vegetable samples using the “Quick Easy Cheap Effective Rugged and Safe” (QuEChERS) method and a high-performance liquid chromatography–electrospray ionisation–mass spectrometry (LC–MS/MS). *Food Chem*. 2012, 132, 1574–1584.
  12. Damos, P.; Colomar, L.-A.; Ioriatti, C. Integrated Fruit Production and Pest Management in Europe: The Apple Case Study and How Far We Are From the Original Concept? *Insects*. 2015, 6, 626–657.
  13. Khan, N.; Yaqub, G.; Hafeez, T.; Tariq, M. Assessment of Health Risk due to Pesticide Residues in Fruits, Vegetables, Soil, and Water. *J. Chem*. 2020, 1–7.
  14. Łozowicka, B.; Kaczyński, P.; Rutkowska, E.; Jankowska, M.; Hrynko, I. Evaluation of pesticide residues in fruit from Poland and health risk assessment. *Agric. Sci*. 2013, 04, 106–111.
  15. Kowalska, G.; Kowalski, R. Pestycydy – zakres i ryzyko stosowania, korzyści i zagrożenia. Praca przeglądowa. *Ann. Hortic*. 2019, 29, 5–25.
  16. Yang, T.; Doherty, J.; Zhao, B.; Kinchla, A.J.; Clark, J.M.; He, L. Effectiveness of Commercial and Homemade Washing Agents in Removing Pesticide Residues on and in Apples. *J. Agric. Food Chem*. 2017, 65, 9744–9752.
  17. The European Commission Commission Regulation (EU) No 899/2012 of 21 September 2012 amending Annexes II and III to Regulation (EC) No 396/2005 of the European Parliament and of the Council as regards maximum residue levels for acephate, alachlor, anilazine, azocyclotin, benfurac. *Off. J. Eur. Union*. 2012, L273, 1–75.
  18. The European Commission Commission Regulation (EC) No 149/2008 of 29 January 2008 amending Regulation (EC) No 396/2005 of the European Parliament and of the Council by establishing Annexes II, III and IV setting maximum residue levels for products covered by Annex I thereto. *Off. J. Eur. Union*. 2008, 1–398.
  19. Lykogianni, M.; Bempelou, E.; Karamaouna, F.; Aliferis, K.A. Do pesticides promote or hinder sustainability in agriculture? The challenge of sustainable use of pesticides in modern agriculture. *Sci. Total Environ*. 2021, 795, 148625.
  20. Benbrook, C.; Kegley, S.; Baker, B. Organic Farming Lessens Reliance on Pesticides and Promotes Public Health by Lowering Dietary Risks. *Agronomy*. 2021, 11, 1266.
  21. Bempelou, E.; Anagnostopoulos, C.; Kiouisi, M.; Malatou, P.; Liapis, K.; Kouloussis,

- N.; Mavraganis, V.; Papadopoulos, N.T. Temporal Variation in Pesticide Residues in Citrus Fruits from Chios, Greece, before and after the Development of an Integrated Pest Management Strategy (IPMS): A Five-Year Study (LIFE13 ENV GR/000414). *Toxics* 2021, 9, 323.
22. Thurman, E.M.; Ferrer, I.; Zweigenbaum, J.A.; García-Reyes, J.F.; Woodman, M.; Fernández-Alba, A.R. Discovering metabolites of post-harvest fungicides in citrus with liquid chromatography/time-of-flight mass spectrometry and ion trap tandem mass spectrometry. *J. Chromatogr. A.* 2005, 1082, 71–80.
23. Blasco, C.; Font, G.; Picó, Y. Evaluation of 10 pesticide residues in oranges and tangerines from Valencia (Spain). *Food Control.* 2006, 17, 841–846.
24. EWG's 2022 Shopper's Guide to Pesticides in Produce - <https://www.ewg.org/foodnews/full-list.php>.
25. The European Commission Commission Regulation (EU) 2020/1565 of 27 October 2020 amending Annexes II, III and IV to Regulation (EC) No 396/2005 of the European Parliament and of the Council as regards maximum residue levels for 1,4-diaminobutane, 1-methylcyclopropene, ammonium ac. *Off. J. Eur. Union.* L358, 3–29.
26. The European Commission Commission Regulation (EU) 2020/856 of 9 June 2020 amending Annexes II and III to Regulation (EC) No 396/2005 of the European Parliament and of the Council as regards maximum residue levels for cyantraniliprole, cyazofamid, cyprodinil, fenpyroximate, flud. *Off. J. Eur. Union.* 2020, L195, 9–51.
27. <https://www.sadownictwo.com.pl/czechy-pestycydy-w-polskich-jablkach>.
28. [https://www.sadyogrody.pl/handel\\_i\\_dystrybucja/106/czechy\\_przekroczony\\_poziom\\_pozostalosci\\_w\\_polskich\\_jablkach,11966.html](https://www.sadyogrody.pl/handel_i_dystrybucja/106/czechy_przekroczony_poziom_pozostalosci_w_polskich_jablkach,11966.html).
29. (<https://www.money.pl/gospodarka/unia-europejska/wiadomosci/arttykul/szwedzka-siec-wycofuje-polskie-jablka-ze,119,0,2151031.html>).
30. [https://www.pfpz.pl/nawosci/?id\\_news=5730&lang\\_id=1](https://www.pfpz.pl/nawosci/?id_news=5730&lang_id=1).
31. Łozowicka, B.; Hrynko, I.; Iwaniuk, P.; Jankowska, M.; Kaczyński, P.; Konecki, R.; Pietraszko, A.; Rusiłowska, J.; Rutkowska, E. Sprawozdanie z badań podstawowych prowadzonych w 2020 roku na rzecz rolnictwa ekologicznego; Poznań, 2020.
32. The European Commission Commission Regulation (EC) No 839/2008 of 31 July 2008 amending Regulation (EC) No 396/2005 of the European Parliament and of the Council as regards Annexes II, III and IV on maximum residue levels of pesticides in or on certain products. *Off. J. Eur. Union.* 2008, 000.003, 1–245.

33. The European Commission Corrigendum to Commission Regulation (EU) 2020/1085 of 23 July 2020 amending Annexes II and V to Regulation (EC) No 396/2005 of the European Parliament and of the Council as regards maximum residue levels for chlorpyrifos and chlorpyrifos-methy. *Off. J. Eur. Union*. 2020, L245, 31–42.
34. Shaban, N.S.; Abdou, K.A.; Hassan, N.E.-H.Y. Impact of toxic heavy metals and pesticide residues in herbal products. *Beni-Suef Univ. J. Basic Appl. Sci.* 2016, 5, 102–106.
35. Kosalec, I.; Cvek, J.; Tomić, S. Contaminants of medicinal herbs and herbal products. *Arch. Ind. Hyg. Toxicol.* 2009, 60.
36. Tripathy, V.; Basak, B.B.; Varghese, T.S.; Saha, A. Residues and contaminants in medicinal herbs—A review. *Phytochem. Lett.* 2015, 14, 67–78.
37. WHO guidelines for assessing quality of herbal medicines with reference to contaminants and residue; Geneva, Switzerland, 2007.
38. Spsychalski, G. Determinants of growing herbs in Polish agriculture. *Herba Pol.* 2014, 59, 5–18.
39. Jabeen, S.; Shah, M.; Khan, S.; Hayat, M.Q. Determination of major and trace elements in ten important folk therapeutic plants of Haripur basin, Pakistan. *J. Med. Plants. Res.* 2010, 4, 559-566.
40. Baye, H.; Hymete, A. Lead and cadmium accumulation in medicinal plants collected from environmentally different sites. *Bull Environ. Contam. Toxicol.* 2010, 84, 197-201.
41. Tripathy, V.; Basak, B.B.; Varghese, T.S.; Saha, A. Residues and contaminants in medicinal herbs - a review. *Phytochem. Lett.* 2015, 14, 67-78.
42. Wallkers MP Cadmium carcinogenesis. *Mutat. Res.* 2003, 533, 107-120.
43. WHO (World Health Organisation). 2007. WHO guidelines for assessing quality of herbal medicines with reference to contaminants and residues.
44. USEPA, Quantitative risk assessment calculations. US Environmental Protection Agency USEPA, 2015.
45. Bis, H.; Frączek, K.; Mędreła-Kuder, E. Produkcja mikotoksyn przez grzyby wyizolowane z warzyw okopowych. *Nauk Przyr. Technol.* 2010, 4(6), 1–8.
46. Suchorzyńska, M.; Misiewicz, A. Mikotoksynotwórcze grzyby fitopatogeniczne z rodzaju *Fusarium* i ich wykrywanie technikami PCR. *Postęp. Mikrobiol.* 2009, 48(3), 221–230.
47. Zawadzki, K. Mikotoksyny – zagrożeniem dla zdrowia ludzi i zwierząt ale także dla



wyników ekonomicznych sektora zbożowego i paszowego. *Przegląd Zbożowo – Młynarski*. 2011, 55, 10, 2–3.

48. Kowalska, G.; Kowalski R. Control of the presence of mycotoxins in agricultural products and food. Part I. A review. *Agron. Sci.* 2020, 75, 3, 19–42.
49. European Commission (EC) European Commission Regulation (EC) No. 1126/2007 of 28 September 2007 amending Regulation (EC) No 1881/2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs as regards Fusarium toxins in maize and maize products. *Off. J. Eur. Union*. 2007, 255, 14–17.
50. Kowalska, G.; Kowalski, R. Control of the presence of mycotoxins in agricultural products and food. Part II. A review *Agron. Sci.* 2020, 75, 3, 43–58.
51. Kowalska, G.; Pankiewicz, U.; Kowalski, R. Estimation of pesticide residues in selected products of plant origin from Poland with the use of the HPLC-MS/MS technique. *Agriculture*. 2020, 10, 192, 1-20.
52. Elaridi, J.; Yamani ,O.; Al Matari, A.; Dakroub, S.; Attieh, Z. Determination of ochratoxin A (OTA), ochratoxin B (OTB), T-2, and HT-2 Toxins in Wheat Grains, Wheat Flour, and Bread in Lebanon by LC-MS/MS. *Toxins*. 2019, 11, 471.
53. Lee, S.Y.; Woo, S.Y.; Tian, F.; Song, J.; Michlmayr, H.; Kim, J-B.; Chun, H.S. Occurrence of deoxynivalenol, nivalenol, and their glucosides in Korean market foods and estimation of their population exposure through foodc. *Toxins*. 2020, 12, 89, 1-12.

## 5. OMÓWIENIE POZOSTAŁYCH OSIĄGNIĘĆ NAUKOWO-BADAWCZYCH

### Praca naukowa przed uzyskaniem stopnia doktora

Badania związane z moją pracą magisterską pod tytułem „Mapa bioindykacyjna porostów okolic Dębłina” realizowałam w latach 1995-1996 roku w Zakładzie Systematyki Roślin Instytutu Biologii na Wydziale Biologii i Nauk o Ziemi Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie pod kierunkiem prof. dr hab. Jerzego Bystrka. Celem pracy była ocena stanu zanieczyszczenia środowiska i opracowanie mapy lichenindykacyjnej w oparciu o analizę kondycji fikobionta w plechach *Hypogymnia physodes* L. Nyl. transplantomanej na obszarze Dębłina. Pracę magisterską obroniłam 19 czerwca 1997 roku.

Pozytywne wyniki wspomnianych wyżej badań oraz chęć dalszego pogłębiania wiedzy naukowej i doskonalenia nabytych umiejętności zachęciły mnie do rozpoczęcia studiów doktoranckich, które podjęłam w Ramach Dziennych Studiów Doktoranckich na Wydziale Ogrodnictwa Akademii Rolniczej w Lublinie w październiku 1997 roku. Tematyka, która znajdowała się w obszarze realizowanych przeze mnie badań dotyczyła wpływu wybranych czynników agrotechnicznych na wzrost, rozwój i plonowanie oberżyny (*Solanum melongena* L.) uprawianej w nieogrzewanym tunelu foliowym. Badania zostały przeprowadzone w latach 1998-2000 w Katedrze Warzywnictwa i Roślin Leczniczych Akademii Rolniczej w Lublinie i obejmowały następujące zadania badawcze:

- badania biologii kwitnienia roślin trzech odmian oberżyny – ‘Black Beauty’, ‘Solara F<sub>1</sub>’ i Epic F<sub>1</sub>,
- wpływ zjawiska heterostylizacji występującego w kwiatach oberżyny na owocowanie roślin,
- ocena wysokości, wczesności i jakości plonu oberżyny w zależności od sposobu zapylenia – samozapylenie, zapylenie przez trzmiela ziemnego (*Bombus terrestris*) oraz hormonizacji kwiatów,
- wpływ sposobu produkcji rozsady na plonowanie trzech odmian oberżyny,
- wpływ cięcia ogławiającego roślin oberżyny wykonanego jednokrotnie w pełni okresu wegetacji na wysokość i jakość plonu ocenianych odmian oberżyny,
- badania porównawcze morfologii roślin, biologii kwitnienia i plonności trzech ocenianych odmian oberżyny,
- wpływ warunków pogodowych i termicznych panujących pod osłonami na wzrost i plonowanie oberżyny.

Rezultaty tych badań stanowiły podstawę rozprawy doktorskiej „Wpływ kilku zabiegów uprawowych na wzrost, rozwój i plonowanie oberżyny *Solanum melongena* L. uprawianej w nieogrzewanym tunelu foliowym.”, którą obroniłam przed Radą Wydziału Ogrodniczego (obecnie Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu) Akademii Rolniczej w Lublinie (obecnie Uniwersytet Przyrodniczy). Funkcję promotora pracy pełniła dr hab. Halina Buczkowska. Recenzenci pracy: prof. dr hab. Stanisław Cebula z Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie, oraz dr hab. Andrzej Borowy z Akademii Rolniczej w Lublinie, bardzo wysoko ocenili jej wartość naukową. Na wniosek obu recenzentów moja rozprawa doktorska uzyskała wyróżnienie. Rada Wydziału Ogrodniczego Akademii Rolniczej w Lublinie na posiedzeniu w dniu 9 listopada 2001 nadała mi stopień naukowy doktora nauk rolniczych w zakresie ogrodnictwa, specjalność: warzywnictwo i rośliny lecznicze. Wyniki otrzymane podczas badań w zakresie pracy doktorskiej zostały przedstawione w 11 oryginalnych pracach twórczych (zał. 4, pkt. II 4.B.1 – B.7, 4.B.9 - B.10, 4.B. 12 – B.13) oraz w 4 doniesieniach konferencyjnych (zał. 4, pkt. II 7.1, 3-4, 6).

Rezultaty badań prowadzonych w trakcie pracy doktorskiej przedstawiłam także w wygłoszonych przeze mnie wykładzie: „*The influence of growth regulator treatment on flowers on yielding of aubergine (Solanum melongena L.) grown in plastic tunnel*” podczas Międzynarodowej Konferencji Naukowej „*Pestovanie menej rozsirených druhov zelenin*”, która odbyła się w Nitrze w roku 2000 (zał. 4, pkt. II.7.1).

### **Działalność naukowo-badawcza po uzyskaniu stopnia doktora**

W związku z podjęciem pracy w Centralnym Laboratorium Aparaturowym Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie (Centralne Laboratorium Agroekologiczne), głównym obszarem moich zainteresowań naukowo – badawczych, wynikających z profilu działalności laboratorium były badania składu chemicznego różnych grup produktów rolnych i surowców, ze szczególnym zwróceniem uwagi na zawartość pozostałości środków ochrony roślin, a także zanieczyszczenia innymi substancjami toksycznymi. Tematykę tę kontynuuję do dziś, poszerzając jednak zakres badań, włączając nowe obiekty doświadczalne oraz wykorzystując nowe techniki analityczne. Moje wykształcenie biologiczne, studia doktoranckie realizowane w Akademii Rolniczej w Lublinie a następnie doskonalona praktyka laboratoryjna w okresie pracy w Centralnym Laboratorium Agroekologicznym, umożliwiły mi podejmowanie badań interdyscyplinarnych, których wyniki starałam się publikować w wysoko punktowanych czasopismach naukowych.

Moje zainteresowania naukowe koncentrują się wokół następujących zagadnień:

- Badania składu chemicznego owoców oberżyny (*Solanum melongena* L.),
- Ocena składu chemicznego i wartości użytkowych tradycyjnie uprawianych roślin, jak i roślin proponowanych do upraw alternatywnych,
- Ocena zanieczyszczenia metalami ciężkimi różnych produktów pochodzenia roślinnego i zwierzęcego z regionu Polski Wschodniej,
- Korzyści i zagrożenia wynikające ze stosowania pestycydów w rolnictwie,
- Kontrola obecności mykotoksyn w produktach rolniczych,
- Pozyskiwanie naturalnych składników roślinnych z przeznaczeniem do różnorodnego wykorzystania,
- Ocena zmian ilościowych we frakcji kwasów tłuszczowych tłuszczów aromatyzowanych i poddanych różnym warunkom przechowywania,
- Ocena jakościowa i ilościowa olejku eterycznego dla wybranych surowców roślinnych, wykorzystywanych w produkcji spożywczej oraz farmaceutycznej.

### **Badania składu chemicznego owoców oberżyny**

W doświadczeniu dotyczącym składu chemicznego owoców oberżyny (*Solanum melongena* L.) przeprowadziłam badania porównawcze dotyczące składu chemicznego i wartości energetycznej trzech odmian oberżyny: ‘Black Beauty’, ‘Solara F<sub>1</sub>’ i Epic F<sub>1</sub>’ uprawianej w nieogrzewanym tunelu foliowym. Otrzymane wyniki wskazywały, że wszystkie poddane analizie odmiany oberżyny charakteryzowały się pożądanym składem chemicznym, lecz najbardziej wartościową odmianą okazała się odmiana – ‘Solara F<sub>1</sub>’. Owoce tej odmiany charakteryzowały się największą zawartością suchej masy, popiołu, białka, celulozy, a także składników mineralnych. Wykazano również niską wartość energetyczną badanych próbek owoców. Badane odmiany oberżyny charakteryzowały się obecnością aminokwasów białkowych ze szczególnym zwróceniem uwagi na wysoką zawartość kwasu asparaginowego i glutaminowego, a także fenyloalaniny i leucyny. Zawartość procentowa kwasów tłuszczowych w surowym tłuszczu kształtowała się w zakresie od 0,20% do 31,55%. Kwasem tłuszczowym występującym w nadmiarze względem innych homologów był kwas cis, cis-9,12-oktadekadienowy (8:12). W prezentowanych badaniach przeprowadzono również wstępną ocenę jakości frakcji kwasów fenolowych. Otrzymane wyniki wskazują na występowanie w owocach badanego warzywa zarówno form wolnych, jak i związanych kwasów fenolowych. W badanych odmianach oberżyny zidentyfikowano obecność 6 kwasów fenolowych –

kawowy, p-kumarowy, ferulowy, galusowy, protokatechowy, p – hydroksybenzoesowy (**zał. 4, pkt. II 4.B.8**). Dalsze badania dotyczące jakościowej i ilościowej analizy frakcji fenolokwasów (wolnych fenolokwasów i uwolnionych po hydrolizie kwaśnej i zasadowej) zaprezentowano w kolejnej pracy dotyczącej tej tematyki (**zał. 4, pkt. II 4.B.11**). W owocach trzech analizowanych odmian oberżyny ('Black Beauty', 'Solara F1' i Epic F1') potwierdzono obecność kwasu kawowego, p-kumarowego, ferulowego, galusowego, protokatechowego i p-hydroksybenzoesowego. Wykazano największe zawartości fenolokwasów w owocach odmiany Black Beauty – 35,14 µg/g ś.m. z dominującym kwasem protokatechowym (22,36 µg/g ś.m.). Owoce odmian Solara F1 i Epic F1 zawierały mniej fenolokwasów, odpowiednio 24,82 i 18,76 µg/g ś.m. Ponadto wykazano, że wolne fenolokwasy stanowiły największy udział w ogólnej sumie fenolokwasów oberżyny.

Owoce trzech badanych odmian oberżyny uprawianej w nieogrzewanym tunelu foliowym w warunkach klimatycznych Polski charakteryzowały się wartościowym składem chemicznym, który predysponuje je jako cenne składniki pożądanego w diecie człowieka. Na szczególną uwagę zasługuje jednak odmiana 'Solara F1', która charakteryzowała się najwyższą wartością dietetyczną wśród badanych odmian oberżyny, a także odmiana Black Beauty, która odznaczała się największą zawartością fenolokwasów w badanych próbkach owoców.

### **Ocena składu chemicznego i wartości użytkowych tradycyjnie uprawianych roślin, jak i roślin proponowanych do upraw alternatywnych**

Ważnym aspektem moim badań była ocena alternatywnych surowców, które mogą być wykorzystywane w różnych gałęziach przemysłowych, w tym w produkcji żywności. We współpracy realizowałam badania nad alternatywnymi roślinami uprawnymi pochodzącymi z Ameryki Północnej z rodzaju *Silphium*, które mogą stanowić interesujące źródło składników odżywczych oraz substancji biologicznie aktywnych. Gatunki *Silphium* charakteryzują się wartościowymi walorami w szerokim spektrum użytkowym, co jest bardzo ważne w rozpatrywaniu zasobów roślinnych jako zielonej alternatywy dla zrównoważonej przyszłości. Gatunki z rodzaju *Silphium* to wysokie byliny występujące na polach, preriach, w otwartych lasach i zagajnikach w środkowej i wschodniej części Stanów Zjednoczonych i Kanady. Różne plemiona Indian północnoamerykańskich używały *Silphium* do celów leczniczych. Różnik przerośnięty *Silphium perfoliatum* L. jest najpopularniejszym gatunkiem z rodzaju *Silphium* ze względu na atrakcyjne walory ozdobne, miododajne, lecznicze

i paszowe. Jak wynika z przeglądu literatury, gatunki z rodzaju *Silphium* charakteryzują się dużym potencjałem produkcyjnym pod względem plonowania i zawierają znaczne ilości składników odżywczych tj. węglowodany, białka, kwas L-askorbinowy oraz minerały i czynniki biologiczne, substancje aktywne tj. terpenoidy i olejki eteryczne, flawonoidy, kwasy fenolowe i oleanozydy. Ponadto badania potwierdziły możliwość wykorzystania *Silphium* na paszę, jako paszę dla pszczoł miodnych, rośliny do fitoremediacji, do rekultywacji terenów zdegradowanych, jako rośliny do celów energetycznych (biomasa, biogaz) oraz jako rośliny dostarczające składników o działaniu przeciwdrobnoustrojowym. W przedmiotowym zakresie po raz pierwszy zostały przebadane gatunki: *S. integrifolium* i *S. trifoliatum* (zał. 4, pkt. II 4.A.12). W kolejnej pracy dokonano przeglądu piśmiennictwa dotyczącego stanu badań nad gatunkami z rodzaju *Silphium* jako alternatywnymi roślinami do uprawy i zastosowań przemysłowych ze szczególnym uwzględnieniem doświadczeń prowadzonych w Polsce (zał. 4, pkt. II 4.A.21).

W kolejnej pracy oceniono nasiona kilkunastu odmian rzepaku pod kątem zawartości białka i składników mineralnych (zał. 4, pkt. II 4.A.11). Wiele składników diety ludzkiej, na które nie zwracano dotychczas uwagi, obecnie odgrywa ważną rolę w zapobieganiu i leczeniu postępujących chorób cywilizacyjnych w świecie. Szczególne znaczenie odgrywa tutaj żywność pochodzenia roślinnego, która zawiera liczne związki o właściwościach prozdrowotnych. Aktualne badania wskazują na możliwość zastosowania nasion rzepaku w branży spożywczej do produkcji kiełków, koncentratów białkowych, a także preparatów typu żywności prozdrowotnej bogatych w składniki mineralne, błonnik i związki o właściwościach przeciwnowotworowych. Nasiona rzepaku pochodziły z upraw doświadczalnych prowadzonych w Zakładzie Oceny Odmian COBORU w Głębokim. Zawartość białka surowego określono metodą Kjeldahla. Ponadto w badanym materiale roślinnym przeprowadzono ocenę pod względem zawartości składników mineralnych tj. Na, K, Ca, Mg, Zn, Fe, Mn, Cu. Badania wykazały, że nasiona badanych odmian rzepaku zawierały od 17,7% do 23,3% białka w suchej masie i istotne pod względem żywieniowym poziomy składników mineralnych – Na: 1,4-9,0; K: 460,6-892,1; Ca: 49,0-118,6; Mg: 173,1-432,1; Zn: 2,5-4,5; Fe: 4,1-11,1; Mn: 2,2-7,2; Cu: 0,1-0,8 mg/100 g suchej masy. Otrzymane wartości badanych związków w nasionach rzepaku, w porównaniu do tradycyjnie stosowanych dotąd surowców takich jak nasiona roślin strączkowych – soi, grochu, łubinu, bobiku, a także nasiona niektórych gatunków zbóż – pszenicy, pszenżyta, żyta, owsa czy jęczmienia, predysponuje je do zastosowania jako cenne źródło białka i składników mineralnych dla różnych gałęzi przetwórstwa.

## Ocena zanieczyszczenia metalami ciężkimi produktów pochodzenia roślinnego i zwierzęcego (soki, konserwy mięsne i rybne, miody, produkty zbożowe, herbatki i ziola)

Istotnym obszarem moich badań naukowych jest problematyka obejmująca prace w zakresie badań środowiskowych w tematyce zanieczyszczenia substancjami toksycznymi w tym rtęcią. Badania w zakresie zawartości rtęci zostały także rozszerzone o produkty spożywcze takie jak konserwy mięsne i rybne (**zał. 4, pkt. II 4.A.14**) oraz herbaty i produkty zbożowe (**zał. 4, pkt. II 4.B.14**). W opracowaniu dotyczącym poziomu rtęci w herbatach i produktach zbożowych na rynku krajowym przebadano 161 próbek produktów, z czego tylko jedna próbka – herbatka owocowa zawierała rtęć w stężeniu 0,03100 mg/kg Hg, zaś pozostałe próbki badanych produktów charakteryzowały się poziomem rtęci nie stanowiącym w świetle obecnego stanu wiedzy zagrożenia dla zdrowia. Ocena skażenia produktów spożywczych metalami ciężkimi jest jednym z obszarów regulowanych prawnie, dlatego też w innych pracach podejmowałam badania w tym zakresie, w których jednym z ocenianych pierwiastków był uran (**zał. 4, pkt. II 4.A.14, II 4.A.15**). W sokach jabłkowych, pomarańczowych oraz nektarach z czarnej porzeczki określono także zawartości kadmu (Cd), ołowiu (Pb), arsenu (As), glinu (Al), talu (Tl), antymonu (Sb) i uranu (U) w zależności od rodzaju opakowania. Oceniono również probabilistyczną ocenę ryzyka (nierakotwórczego) za pomocą modeli uwzględniających docelowy iloraz ryzyka (THQ). Najwyższą zawartość glinu (Al) odnotowano w analizowanych sokach i nektarach, średnio od 1,34 mg/kg w sokach pomarańczowych (szkło) do 4,26 mg/kg w nektarze z czarnej porzeczki (szkło). Soki i nektary owocowe przechowywane w opakowaniach tetra pack charakteryzowały się podwyższonymi stężeniami Al i Sb, natomiast produkty w opakowaniach szklanych zawierały istotnie wyższe stężenia tego w porównaniu z produktami w opakowaniach tetra pack. Chociaż średnie stężenia pierwiastków śladowych były niższe od standardowego limitu, wykazano narażenie na czynniki nierakotwórcze (**zał. 4, pkt. II 4.A.15**). W kolejnej pracy określono zawartości kobaltu, srebra, cyny, antymonu, ołowiu, rtęci, kadmu, arsenu, wanadu, chromu, manganu, niklu i uranu w konserwach mięsnych i rybnych za pomocą aparatu ICP-MS i analizatora rtęci. Oceniono również probabilistyczną ocenę ryzyka (nierakotwórczego) za pomocą modeli zawierających docelowy iloraz ryzyka (THQ). Stwierdzono, że pierwiastkiem o najwyższym stężeniu w analizowanych produktach był Mn, ze średnią zawartością 0,216 mg/kg w konserwach mięsnych i 1,196 mg/kg w konserwach rybnych. Średnie zawartości pozostałych pierwiastków kształtowały się następująco (odpowiednio dla konserw mięsnych i rybnych): Co 0,018 i 0,028 mg/kg, Ag 0,0386 i 0,0053 mg/kg, Sn 0,059 i 0,200 mg/kg,

Sb 0,0268 i 0,0377 mg/kg, Pb 0,202 i 0,068 mg/kg, Hg 0,00003 i 0,02676 mg/kg, Cd 0,00496 i 0,0202 mg/kg, As 0,002 i 0,857 mg/kg, V 0,0003 i 0,095 mg/kg, Cr 0,244 i 0,590 mg/kg, Mn 0,216 i 1,196 mg/kg, Ni 0,004 i 0,088 mg/kg oraz U <LOQ i 0,047 mg/kg. Stężenie As było najwyższe spośród innych toksycznych pierwiastków w konserwach rybnych; w związku z tym wartość THQ tego pierwiastka wykazała najwyższy poziom sięgający 0,77576 (THQ max) (zał. 4, pkt. II 4.A.14).

W tej tematyce znajdują się także badania w zespole międzynarodowym dotyczące zawartości metali ciężkich w miodach algierskich (zał. 4, pkt. II 4.B.20), które mogą być interesującą alternatywą wśród importowanych miodów egzotycznych. Przebadano osiemnaście miodów zebranych z różnych źródeł botanicznych i geograficznych w prowincji Tlemcen (północno-zachodnia Algieria) w celu określenia obecności następujących piętnastu pierwiastków śladowych i metali ciężkich: K, Na, Ca, Mg, Mn, Cu, Fe, Zn, V, Cr, Co, As, Cd, Pb i W. Oznaczanie pierwiastków przeprowadzono metodą spektrometrii mas z plazmą sprzężoną indukcyjnie (ICP-MS), po roztwarzaniu stężonym kwasem azotowym z zastosowaniem mineralizatora mikrofalowego. K, Ca, Mg i Na stanowiły najwyższe zawartości w zakresie odpowiednio: 153-989 mg/kg, 33,1-377 mg/kg, 69,1-162 mg/kg i 13,3-146 mg/kg. Najwyższe poziomy wśród metali ciężkich odnotowano w przypadku Fe, a następnie Mn, Zn i Cu, podczas gdy Cr, Co, V, W, As, Cd i Pb były pierwiastkami śladowymi wykrywanymi na poziomie <1 mg/kg. Zróznicowanie zawartości składników mineralnych w badanych próbkach miodu wynika prawdopodobnie z różnic geochemicznych i geograficznych. Do klasyfikacji próbek miodu ze względu na zawartość składników mineralnych posłużono się metodami wielowymiarowymi. Niniejsze badania wykazały, że miody zebrane z różnych pasiek pszczelarzy w prowincji Tlemcen nie były zanieczyszczone toksycznymi pierwiastkami śladowymi, a zatem nie stanowią zagrożenia dla konsumentów (zał. 4, pkt. II 4.B.20).

### **Korzyści i zagrożenia wynikające ze stosowania pestycydów w rolnictwie – prace przeglądowe**

Podjmując tematykę badań w zakresie oceny pozostałości środków ochrony roślin studiowałam aktualne piśmiennictwo z tego zakresu a rezultatem tego studium było opracowanie publikacji przeglądowych (zał. 4, pkt. II 4.B.15; zał. 4, pkt. II 4.B.16). Pestycydy stosowane powszechnie w rolnictwie w celu zapewnienia wysokiej jakości plonu, a także po to by ograniczyć straty związane z występowaniem szkodników oraz chwastów na plantacjach



uprawnych, miały służyć człowiekowi. Jednak mimo niewątpliwych zalet stosowania tych związków, w dłuższym okresie czasu wiąże się to z dużymi kosztami, ponieważ prowadzi do kumulacji tych związków we wszystkich elementach środowiska – glebie, powietrzu, wodach powierzchniowych i gruntowych, co stanowi poważne zagrożenie dla organizmów niebędących przedmiotem zwalczania począwszy od pożytecznych mikroorganizmów glebowych, po owady, ptaki, ryby, ssaki, rośliny, a także organizm człowieka. Pestycydy obecne w organizmie człowieka powodują zmiany mutagenne, teratogenne i nowotworowe. Zaburzają gospodarkę hormonalną i enzymatyczną organizmu, są przyczyną chorób układu oddechowego, trawiennego, limfatycznego, jak również chorób skórnych. Substancje te charakteryzują się także działaniem embriotoksycznym i mogą powodować upośledzenie rozrodu i rozwoju płodu. W celu zapewnienia bezpieczeństwa żywności dla konsumentów oraz ochronę zdrowia i życia ludzkiego wiele krajów na całym świecie posiada program monitoringowy i prowadzi urzędową kontrolę żywności dotyczącą zawartości zanieczyszczeń, w tym pestycydów zgodnie z najwyższymi dopuszczalnymi poziomami tych związków. W związku z korzyściami ekonomicznymi jakie wynikają z zastosowania pestycydów należy rozważyć jaki jest stosunek kosztów do korzyści. Ze względu na duże trudności w pełnej ocenie zagrożeń stosowania środków ochrony roślin dla zdrowia i życia ludzkiego, wszystkie działania dotyczące stosowania pestycydów powinny opierać się na ocenie naukowej, a nie na względach komercyjnych.

W celu zapewnienia prawidłowych i wiarygodnych wyników oznaczenia pozostałości pestycydów w żywności pochodzenia roślinnego duże znaczenie odgrywają dzisiaj specyficzne i selektywne metody analityczne, do których należy metoda QuEChERS (quick easy cheap effective rugged and safe) połączona z technikami chromatografii gazowej (GC) i wysokosprawnej chromatografii cieczowej (HPLC) z detektorem spektrometrii mas MS i MS/MS. W badaniach przeprowadzonych w kraju i za granicą, wykazano, że udział procentowy próbek, w których stwierdzono obecność środków ochrony roślin różnił się w zależności od rodzaju badanej próbki. W owocach i warzywach wynosił od 15,89 do 100%, w ziołach i przyprawach od 6,67 do 59%, w sokach owocowo-warzywnych od 43,40 do 90,43%, w próbkach zbożowych od 15,73 do 38% oraz w innych próbkach żywności pochodzenia roślinnego od 29 do 33,3%. W grupie badanych owoców największy udział procentowy pozostałości pestycydów wykazano w próbkach czarnej i czerwonej porzeczki. Najczęściej występującymi pestycydami były: chlorpyrifos (30%), cypermethrin (20%), imazalil (20%), azoxystrobin (15%) i carbendazim (15%). Badania literaturowe donoszą, że

najbardziej obciążanymi próbkami w grupie ziół i przypraw były: ziele tymianku i czarny pieprz. Najczęściej występującymi związkami były – cymoksanyl, dimetoat, tebukonazol metalazyl i carbendazym. Mimo że większość badanych próbek nie miała przekroczonych obowiązujących norm pozostałości pestycydów, nie wiadomo, jakie mogą być skutki kumulacji tych związków zarówno w organizmie człowieka, jak i w środowisku.

### **Kontrola obecności mykotoksyn w produktach rolniczych – prace przeglądowe**

Podobnie jak w przypadku tematyki dotyczącej pestycydów przygotowałam opracowania w postaci prac przeglądowych systematyzujących aktualną wiedzę dotyczącą mykotoksyn. Jakość żywności i pasz jest determinowana przede wszystkim czynnikami, które są charakterystyczne dla produkcji w gospodarstwie rolniczym czy ogrodniczym. Na każdym następnym etapie związanym z przetwarzaniem surowców pochodzenia roślinnego, czy zwierzęcego może dojść do wprowadzenia lub powstania składników niepożądanych, które mogą stanowić zagrożenie dla ludzkiego zdrowia czy życia. Liczne badania naukowe prowadzą do ciągłej aktualizacji wiedzy na temat ryzyka związanego z obecnością kontaminantów w żywności. Jedną z takich grup są mykotoksyny, czyli wtórne metabolity grzybów strzępkowych. Znane są czynniki, które zwiększają ryzyko pojawienia się mykotoksyn w żywności i paszach. Wprowadzono stosowne regulacje prawne celem ograniczenia wystąpienia w obrocie produktów skażonych mykotoksynami. Ponadto prowadzone są badania mające na celu optymalizację procedur przygotowania próbki pod względem oceny obecności tej grupy kontaminantów w surowcach rolniczych, żywności oraz paszach. W pracy przedstawiono zagadnienia związane z czynnikami zwiększającymi ryzyko wystąpienia mykotoksyn, aktualne wymagania prawne dotyczące obecności mykotoksyn w żywności oraz techniki przygotowania próbek do analizy ze szczególnym uwzględnieniem etapu izolacji i oczyszczania mykotoksyn.

Wzrost świadomości społeczeństwa w zakresie jakości i bezpieczeństwa żywności wynika przede wszystkim z postępu naukowego. Bezpieczny produkt albo nie stwarza żadnego niebezpieczeństwa, albo stwarza mało zagrożeń, które są uważane za akceptowalne w ramach wysokiego poziomu ochrony zdrowia i bezpieczeństwa ludzi. Można wymienić wiele substancji, których obecność w żywności jest niepożądana. Szczególnie niebezpiecznymi dla zdrowia i życia człowieka są metabolity grzybów strzępkowych określane mianem mykotoksyn. Jest to grupa związków bardzo zróżnicowanych pod względem chemicznym, co utrudnia analizę obecności tych substancji w różnorodnych próbkach pochodzenia rolniczego,

w tym w żywności i paszach. W pracy zawarto przegląd literatury na temat metod oznaczania mykotoksyn z zastosowaniem różnych technik analitycznych jak: chromatografia cienkowarstwowa (TLC), wysokosprawna chromatografia cieczowa (HPLC) i chromatografia gazowa (GC) z różnymi wariantami detekcji oraz spektroskopia w bliskiej podczerwieni (NIR). Ponadto przedstawiono zastosowanie testów immunoenzymatycznych i metod opartych na biologii molekularnej, które stanowią alternatywne rozwiązania w stosunku do metod chromatograficznych. (zał. 4, pkt. II 4.B.18, zał. 4, pkt. II 4.B.19).

### **Pozyskiwanie naturalnych składników roślinnych z przeznaczeniem do różnorodnego wykorzystania**

Tematyka publikacji (i doniesień konferencyjnych) obejmuje problematykę z zakresu optymalizacji ekstrakcji składników biologicznie-czynnych z różnych matryc roślinnych (w tym odpadów poekstrakcyjnych) z wykorzystaniem rozpuszczalników wpisujących się w nurt tzw. „zielonej chemii” i podejmując aspekt waloryzacji produktów odpadowych. Badania wykazały, że glicerol może być alternatywnym rozpuszczalnikiem w ekstrakcji polifenoli, flawonoidów, antocyjanów i chlorofilu, zastępując np. etanol - którego z różnych powodów nie zawsze można zastosować. Ponadto badania wskazują, że materiały odpadowe mogą być wartościowym źródłem różnych składników aktywnych, co jest szczególnie ważne w zrównoważonej gospodarce środowiskowej.

Pierwsza praca realizowana w zespole badawczym dotyczyła problematyki ekstrakcji wybranych frakcji substancji biologicznie aktywnych z surowców roślinnych z zastosowaniem alternatywnych układów rozpuszczalnikowych i czynników wspomagających procesy ekstrakcyjne. Przeprowadzono badania w zakresie oceny sensorycznej oraz chemicznej naparów z herbat zielonej i czarnej otrzymywanych przy różnych parametrach z zastosowaniem ultradźwięków. Wykazano, że zastosowanie ultradźwięków umożliwia otrzymanie naparów herbacianych charakteryzujących się akceptowalnymi parametrami w ocenie sensorycznej, jak i wyższą zawartością składników o właściwościach prozdrowotnych w porównaniu do tradycyjnie otrzymanych naparów (zał. 4, pkt. II 4.A.8).

Procesy przygotowania naparów roślinnych mogą być modyfikowane w celu otrzymania napojów charakteryzujących się bogatszym składem chemicznym i bardziej pożądanymi cechami sensorycznymi. Interesujące jest zastosowanie ultradźwięków w procesie otrzymywania naparów z różnych materiałów pochodzenia roślinnego. Celem podjętych badań była ocena wpływu sposobu przygotowania naparu na stężenie polifenoli i kofeiny.

Napary z mięty pieprzowej, rumianku pospolitego oraz kawy otrzymano przy zmiennych parametrach czasowych, temperaturowych oraz poprzez parzenie tradycyjne i ze wspomaganie ultradźwiękami. Wykazano, że czas trwania procesu parzenia oraz temperatura wody, jak też zastosowanie sonikacji wpływały na stężenie substancji czynnych w gotowych naparach. Dowiedzono, że zastosowanie sonikacji wpłynęło istotnie na zwiększenie stężenia polifenoli (o 7 ÷ 54%) i kofeiny (o 3 ÷ 20%) w otrzymanych naparach. Wspomaganie procesu parzenia sonikacją pozwoliło na uzyskanie wartościowych naparów zarówno z badanych ziół, jak i kawy, przy zastosowaniu wody o niższej temperaturze (70°C) i przy krótszym czasie parzenia. Ultradźwięki są interesującą techniką, która może znacznie poprawić jakość naparów ziołowych i kawowych pod względem zawartości substancji aktywnych. Zastosowanie ultradźwięków stwarza możliwości uzyskania naparów o podobnych stężeniach substancji aktywnych z mniejszej ilości surowca lub w krótszym czasie w stosunku do naparów parzonych w sposób tradycyjny (**zał. 4, pkt. II 4.B.17**). Celem kolejnego doświadczenia była ocena możliwości wykorzystania układów wodno-glicerynowych do pozyskiwania ekstraktów antocyjanów z owoców aronii i owoców czarnego bzu. Antocyjany można stosować jako naturalne pigmenty i składniki prozdrowotne. Szczególnie interesujące są metody ekstrakcji otrzymywania tych fitozwiązków. Glicerol charakteryzuje się niższą polarnością w porównaniu z wodą, dzięki czemu jego obecność zwiększa efektywność ekstrakcji antocyjanów z materiału roślinnego. Wykazano, że najwyższe stężenie antocyjanów uzyskano dla układu wodno-glicerolowego o stężeniu glicerolu 50% przy temperaturach ekstrakcji 20°C i 50°C. System ekstrakcji z 65% zawartością glicerolu był optymalny w przypadku ekstrakcji prowadzonej w temperaturze 80°C. Badania wykazały, że glicerol może być alternatywnym rozpuszczalnikiem w ekstrakcji antocyjanów, zastępując m.in. etanol, który z różnych powodów nie zawsze może znaleźć zastosowanie w produktach spożywczych, np. ograniczenia związane z wiekiem lub stanem zdrowia (**zał. 4, pkt. II 4.A.18**). Kontynuując tematykę badań przeprowadzono optymalizację warunków ekstrakcji polifenoli, flawonoidów i chlorofilu z liści mięty pieprzowej oraz z liści pokrzywy zwyczajnej w układach glicerolowo-wodnych. Uzyskane wyniki eksperymentalne poddano modelowaniu metodą regresji wielokrotnej, natomiast do optymalizacji systemu odniesiono się poprzez zastosowanie funkcji pożądalności. W wyniku zastosowania układów glicerol-woda do ekstrakcji badanych związków czynnych z liści mięty i liści pokrzywy najczęściej uzyskiwano ekstrakty o wyższych stężeniach polifenoli, flawonoidów i chlorofilu w porównaniu z klasycznymi rozpuszczalnikami, takimi jak woda i etanol. W pracy wykazano, że temperatura ekstrakcji ma istotny wpływ na stężenie oznaczonych składników w ekstraktach. Aby uzyskać najwyższe wartości analizowanych

parametrów, liście mięty pieprzowej należy ekstrahować mieszaniną glicerol-woda w proporcjach 30,5: 69,5 w temperaturze 50°C. Optymalnym układem glicerolowo-wodnym w ekstrakcji liści pokrzywy zwyczajnej był układ z proporcjami glicerolu do wody 12,5: 87,5, w temperaturze ekstrakcji 20°C. Badanie wykazało, że glicerol może być alternatywnym rozpuszczalnikiem w ekstrakcji polifenoli, flawonoidów i chlorofilu (**zał. 4, pkt. II 4.A.16**).

Rozwinięciem tematyki dotyczącej pozyskiwania substancji biologicznie aktywnych z materiału roślinnego jest praktyczne wykorzystanie tych ekstraktów do bioochrony upraw w pracy doktorskiej pt. „Ochrona i biofortyfikacja roślin z wykorzystaniem produktów pochodzenia naturalnego opartych na ekstraktach roślinnych wzbogaconych w krzem organiczny” Pani mgr Weroniki Kursa realizowanej na Wydziale Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie, w której pełnię rolę promotora pomocniczego.

### **Ocena zmian ilościowych we frakcji kwasów tłuszczowych tłuszczów aromatyzowanych i poddanych różnym warunkom przechowywania**

Celem pierwszej z prac tego cyklu tematycznego było porównanie ilościowych zmian w składzie kwasów tłuszczowych w wybranych tłuszczach (soja, słonecznik, rzepak i oliwa z oliwek, a także margaryna, masło i smalec wieprzowy) podczas ich przechowywania i ogrzewania (**zał. 4, pkt. II 4.A.3**). Dane eksperymentalne ujawniły duże zróżnicowanie ilościowych wyników poszczególnych grup kwasów tłuszczowych wyrażonych jako bezwzględne ilości (g/100g), oraz jako wartości procentowe, zakładając, że suma kwasów tłuszczowych w próbce wynosiła 100%. Ogólnie, uzyskane wyniki wskazują, że długotrwałe przechowywanie zarówno w temperaturze otoczenia, jak i podwyższonej prowadzi do zmniejszenia zawartości kwasów tłuszczowych we frakcji triacylogliceroli. Porównanie zawartości bezwzględnej i względnej wykazało, że bardziej wiarygodne wyniki można osiągnąć jedynie za pomocą technik analitycznych opartych na dodaniu wewnętrznego wzorca lub innych analitycznie równoważnych metodach, które mogą dać pełną reprezentację ilościową absolutnych ilości badanych substancji.

Kolejne doświadczenia dotyczyły wykorzystania różnych procesów do aromatyzacji oleju spożywczego olejkiem eterycznym oraz roślinnymi surowcami olejkowymi. Ponadto badania obejmowały także ocenę aktywności przeciwutleniającej frakcji olejku eterycznego. Praktycznym aspektem tych prac jest ocena jakości surowca roślinnego z przeznaczeniem dla

zakładów przetwórczych oraz zaproponowanie alternatywnych metod w procesie aromatyzacji olejów (zał. 4, pkt. II 4.A.6; zał. 4, pkt. II 4.A.7; zał. 4, pkt. II 4.A.13).

Obecnie coraz częściej, zamiast syntetycznych związków, które mogą mieć negatywny wpływ na zdrowie człowieka, stosuje się naturalne przeciwutleniacze i substancje działające ochronnie na kwasy tłuszczowe. Jest to związane z panującym trendem promowania zdrowej i ekologicznej żywności. Pod tym względem olejki eteryczne są szczególnie interesujące, ponieważ badania potwierdzają ich właściwości przeciwutleniające. Oceniono wpływ dodatku olejku majerankowego na hamowanie zmian profilu kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego przechowywanego w różnych warunkach temperaturowych. W eksperymencie do partii oleju rzepakowego dodawano olejek majerankowy i BHA. Próbkę oleju rzepakowego z dodatkiem olejku majerankowego i BHA przechowywano w temperaturze pokojowej i 40°C. Zaobserwowano negatywny wpływ przechowywania na ilościowe zmiany profilu kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego. Stwierdzono, że zdolność wybranych substancji do hamowania niekorzystnych przemian w tłuszczach zależy od ich stężenia oraz temperatury przechowywania. Olejek majerankowy może być potencjalnie stosowany jako dodatek stabilizujący profil kwasów tłuszczowych w olejach roślinnych. W kontynuowanej tematyce podjęto badanie wpływu procesu aromatyzacji oleju rzepakowego majerankiem na skład frakcji lotnej oraz określono właściwości przeciwutleniające tego układu. Zastosowano różne metody aromatyzacji: bezpośredni dodatek olejku majerankowego, klasyczną macerację ziela majeranku oraz macerację wspomaganą ultradźwiękami lub mikrofalami. Dominującym składnikiem aromatycznym we frakcji lotnej był alfa-terpinen o stężeniu w zakresie od 3,15 µg/ml (maceracja wspomaganą mikrofalami) do 8,82 µg/ml (klasyczna maceracja z wytrząsaniem). Zawartość tego związku w mieszaninie oleju rzepakowego z olejkiem eterycznym wynosiła 152,09 µg/ml. Próbkę aromatyzowaną bezpośrednim dodatkiem olejku eterycznego zawierała najwięcej substancji lotnych, ale jednocześnie wykazywała najniższą aktywność przeciwutleniającą (zał. 4, pkt. II 4.A.13)

Celem kolejnej pracy była ocena wpływu aromatyzacji oleju rzepakowego rozmarynem na zawartość substancji lotnych oraz analiza właściwości przeciwutleniających otrzymanych olejów aromatyzowanych. Olej rzepakowy był aromatyzowany przez bezpośredni dodatek olejku rozmarynowego (F) i klasyczną maceracją ziela rozmarynu (A, B), a także maceracją wspomaganą ultradźwiękami (C, D) i maceracją wspomaganą mikrofalami (E). Dominującym składnikiem aromatycznym był 1,8-cyneol, którego stężenie wahało się w zakresie od 25,17 µg/ml w maceracji C (sonikacja, 60 min, 25°C) do 38,61 µg/ml w maceracji D

(sonikacja, 300 min, 25°C), natomiast w wariacie F (mieszanka oleju z olejkiem eterycznym) zawartość 1,8-cyneolu wynosiła 1093,21 µg/ml. Pomimo najwyższego stężenia związków lotnych w próbce aromatyzowanej bezpośrednim dodatkiem olejku eterycznego, wariant ten charakteryzował się najniższą aktywnością antyoksydacyjną. Pod względem zdolności do gaszenia rodników DPPH najbardziej efektywne okazały się maceraty otrzymane metodą sonikacji (zał. 4, pkt. II 4.A.6).

### **Ocena jakościowa i ilościowa olejku eterycznego dla wybranych surowców roślinnych, wykorzystywanych w produkcji spożywczej oraz farmaceutycznej.**

Ważną tematyką w prowadzonych badaniach było zastosowanie ultradźwięków do wspomagania procesu destylacji olejku eterycznego. Wykazano, że sonikacja zwiększa wydajność tego procesu (zał. 4, pkt. II 4.A.2).

Wzrastające zainteresowanie społeczeństwa naturalną fitoterapią skłoniło mnie do oceny zawartości i składu olejków eterycznych w popularnych roślinach leczniczych oraz produktach, które je zawierają. Porównanie dotyczyło oceny jakościowej i ilościowej olejku eterycznego w surowcach roślinnych zebranych ze stanu naturalnego (surowiec nieprzetworzony) i komercyjnie dostępnych produktach. Wyniki badań opublikowano w kilku pracach (zał. 4, pkt. II 4.A.1; zał. 4, pkt. II 4.A.4). Przedmiotem badań były wybrane surowce roślinne: liść mięty pieprzowej (*Menthae piperitae folium*), liść melisy lekarskiej (*Melissae folium*), kwiat rumianku (*Matricariae flos*) (zał. 4, pkt. II 4.A.1) i kwiat lipy wąskolistnej (*Tiliae flos*) (zał. 4, pkt. II 4.A.4). Surowce pochodziły z punktów skupu, upraw własnych, a produkty, tj. herbatki, kapsułki, płyny oraz proszki zostały zakupione w hipermarketach, sklepach zielarskich oraz aptekach. Olejki eteryczne otrzymano metodą hydrodestylacji, zaś analiza składu jakościowego i ilościowego obejmowała analizę GC/MS oraz GC/FID. Przy spożywczym charakterze herbat ziołowych oraz doustnym zastosowaniu suplementów diety można przyjąć, że olejek eteryczny zawarty w składnikach zostaje wprowadzony do organizmu człowieka, stanowiąc ilościowo potencjalnie dostępny poziom substancji biologicznie czynnych, które wykazują aktywność w szerokim spektrum swoich właściwości. Zawartość olejku eterycznego w liściach mięty zebranych ze stanu naturalnego wynosiła od 1,32% do 2,48% (średnio 1,96%). Farmakopea Polska VIII (2008) wymagała nie mniej niż 1,2% olejku eterycznego dla substancji roślinnej nierozdrobnionej i nie mniej niż 0,9% dla surowca roślinnego pociętego (FPVIII). Powyższe kryterium spełniało 6 z 8 badanych herbat

miętowych, w których zawartość olejku mieściła się w granicach 0,25% do 1,61%. Średnia zawartość olejku eterycznego w herbatach była niższa o ok. 50% w porównaniu do surowca nieprzetworzonego. W przypadku oceny suplementów diety zawierających w składzie liść mięty, średnia potencjalna dostępność olejków eterycznych dostarczanych z produktem dla zalecanych dawek jest istotnie niższa niż w odpowiednich naparach herbacianych z liścia mięty. Maksymalna zawartość potencjalnej dostępności olejku eterycznego dla herbaty miętowej wynosi 96,60 mg (min. 5,62 mg), zaś ta wartość dla suplementu diety kształtuje się na poziomie 23,12 mg (min. 0,08 mg). Analizowane olejki miętowe nieznacznie różniły się składem chemicznym. Składnikami dominującymi w olejkach z herbatki miętowych są: mentol (23,6-40,8%), menton (26,0-41,7%), octan mentylu (5,3-7,9%), izomenton (3,9-7,2%) i neomentol (4,1-7,4%). W pozostałych porównywanych surowcach i produktach obserwowano podobne zależności, jak w przypadku mięty pieprzowej. Podsumowując przeprowadzone porównania zawartości olejku w nieprzetworzonych surowcach zielarskich (liść mięty, liść melisy oraz kwiatostan rumianku), w produktach handlowych (herbaty ziołowe) oraz suplementach diety można stwierdzić, że mogą być one podstawą ulepszenia lub opracowania nowego produktu. Stwierdzono, że średnia potencjalna dostępność olejków eterycznych w produktach takich jak suplementy diety dla dawek zalecanych przez producentów jest niższa niż w odpowiednich herbatach: dla preparatów z mięty pieprzowej około 6-krotnie niższa, dla preparatów z melisy 4-krotnie niższa, a dla preparatów na bazie rumianku około 3-krotnie niższa. Stwierdzono, że olejki eteryczne z herbat ziołowych mają podobny profil chemiczny z odchyleniami charakterystycznymi dla poszczególnych składników, wynikającymi z pochodzenia surowca. W przeciwieństwie do jednorodnych farmaceutycznych mieszanek ziołowych zgodnych z wymaganiami farmakopei, herbaty ziołowe (dostępne w sklepach spożywczych) oraz suplementy diety są często poza kontrolą pod względem wydajności i składu olejku, który jest przede wszystkim odpowiedzialny za korzyści zdrowotne i cechy aromatyczne tych produktów. Analiza składu suplementów diety wykazała, że zawierają one przeciętnie znacznie mniejsze ilości materiału roślinnego w stosunku do herbat ziołowych. Badania wskazują, że należy odnieść się krytycznie do walorów prozdrowotnych suplementów diety. Biorąc pod uwagę potencjalne właściwości prozdrowotne suplementów diety oraz wysoką ich cenę, należy zastanowić się nad ich wyborem jako być może zbyt kosztowną alternatywą w stosunku do tradycyjnie stosowanych herbat ziołowych (**zał. 4, pkt. II 4.A.1**).

W doświadczeniu dotyczącym kwiatostanów lipy zawartość olejków eterycznych w analizowanych próbkach była zbliżona i wynosiła 0,07-0,08% (**zał. 4, pkt. II 4.A.4**). Analiza



GC/MS wykazała, że dominującymi składnikami we wszystkich olejkach były: 6,10,14-trimetylo-2-pentadekanon (11-20%), trikozan (6-17%), heneikoza (3-9%). W analizowanych próbkach występowały 23 tożsame składniki. Ponadto w przetworzonych przemysłowo próbkach było o 11 składników więcej w porównaniu do próbki zebranej ze stanu naturalnego. Świeże kwiaty lipy wydzielają dość charakterystyczny zapach, jednakże w procesie hydrodestylacji otrzymuje się niewielką ilość olejku eterycznego o zróżnicowanym składzie, co może świadczyć o tym, że olejek nie jest gromadzony w kwiatostanach, lecz zaraz po zsyntezowaniu może być wydzielany na zewnątrz. Wyniki badań przedstawione w pracy (**zał. 4, pkt. II 4.A.4**) również potwierdzają te obserwacje.

Dostępna literatura jest bardzo uboga na temat składu lotnej frakcji kwiatostanu głogu, co skłoniło do podjęcia badań w tym zakresie. Celem kolejnej pracy była analiza składu chemicznego olejku eterycznego pochodzącego z czterech dostępnych postaci farmaceutycznych kwiatostanu głogu. W badanych olejkach eterycznych z głogu zidentyfikowano łącznie 65 związków. Analiza GC/MS wykazała, że węglowodory alifatyczne są główną frakcją występującą w analizowanych olejkach eterycznych. Dominującymi składnikami obecnymi we wszystkich EO były trikoza (od ok. 12% do ok. 17%), heneikoza (od 11% do 16%), linalool (od ok. 6% do ok. 11%), kwas n-heksadekanowy (od ok. 1% do ok. 11%), nonadeka (od ok. 3% do ok. 7%), (E, E) - $\alpha$ -farnezen (od ok. 1% do ok. 5%), kariofilen tlenek (od ok. 1% do ok. 4%) i eugenol metylowy (do ok. 6%) (**zał. 4, pkt. II 4.A.5**).

Wyniki badań zmienności zawartości olejku eterycznego, jak również składu jakościowego i ilościowego w surowcu nieprzetworzonym oraz w preparatach farmaceutycznych i suplementach diety wskazują, że w celu aplikacji tej grupy związków do produktów należy zwracać uwagę na procesy technologiczne oraz jakość wyjściową surowców olejkowych.

W kolejnych pracach zespołowych przeprowadzałam badania w zakresie oceny jakościowej i ilościowej olejku eterycznego w wybranych surowcach roślinnych pochodzących z upraw, wykorzystywanych w produkcji spożywczej oraz farmaceutycznej z uwzględnieniem różnorodności gatunkowej, budowy oraz rozmieszczenia struktur wydzielniczych (**zał. 4, pkt. II 4.A.9**). Przeprowadzono analizy mikromorfologiczne struktur wydzielniczych liści i łodyg roślin olejkowych z rodziny Lamiaceae, takich jak melisa lekarska (*Melissa officinalis* L.), mięta pieprzowa (*Mentha piperita* L.), szalwia (*Salvia officinalis* L.), majeranek (*Origanum majorana* L., syn. *Origanum dubium* Boiss.), rozmaryn (*Rosmarinus officinalis* L.) i tymianek (*Thymus vulgaris* L.) przy użyciu mikroskopu świetlnego i skaningowego mikroskopu elektronowego. Ponadto dokonano oceny zawartości substancji lotnych w badanych gatunkach

roślin za pomocą GC-MS oraz dokonano analizy jakościowej i ilościowej olejku eterycznego, który jest ważnym składnikiem w ocenie przydatności surowca do użytku w przemyśle. W komórkach naskórka badanych roślin zidentyfikowano 2 rodzaje włosków gruczołowych typu Lamiaceae: krótko i długoogokowe włoskowate gruczołowate z jedno- i dwukomórkową wydzielniczą główką oraz skórkowate gruczołowe trichomy z ośmioma i kilkunastoma komórkami wydzielnicznymi. Trichomy główkowate były gęsto rozmieszczone na powierzchni naskórka, natomiast włoskowate były nieliczne, choć regularne i znajdowały się w zagłębieniach. Trichomy gruczołowe częściej znajdowano na liściach niż na łodygach. Łuska dolnej części liścia charakteryzowała się w większości przypadków występowaniem włosków o większej średniej średnicy w porównaniu z naskórkiem na adaksjalnej stronie liścia. Mięta pieprzowa wytwarzała największe struktury gromadzące olejek eteryczny na liściach (średnia średnica włosków - 78,48  $\mu\text{m}$  na adaksjalnej stronie liścia do 96,43  $\mu\text{m}$ ), podczas gdy na łodydze największą średnią średnicę włosków obserwowano w szafwii (średnio 75,53  $\mu\text{m}$ , do 85,99  $\mu\text{m}$ ). Melisa charakteryzowała się obecnością włosków gruczołowych o najmniejszej średnicy (średnio 44,26  $\mu\text{m}$ ). Melisa odznaczała się największym zagęszczeniem włosków gruczołowych w porównaniu z innymi gatunkami roślin. Wśród badanych roślin najwyższą zawartość olejku stwierdzono w przypadku tymianku i mięty pieprzowej (odpowiednio 2,22% i 2,20% v/w), a najniższą w zielonych częściach melisy (0,17% v/w). Wyizolowane olejki eteryczne zawierały głównie składniki z grup monoterpenów i seskwiterpenów i to właśnie obecność tych substancji decyduje o możliwości wykorzystania badanych roślin do różnorodnych celów (zał. 4, pkt. II 4.A.9).

W kolejnej pracy porównano zawartość i skład olejku eterycznego surowca *Salvia officinalis* L. pozyskanego z uprawy prowadzonej na niewielkiej powierzchni w ogrodzie działkowym z produktami komercyjnymi typu herbaty ziołowe (zał. 4, pkt. II 4.A.20). W badanych olejkach eterycznych głównymi składnikami były:  $\alpha$ -tujon (9,02-25,12%),  $\beta$ -tujon (1,64-10,0%), wirydoflorol (6,60-16,63%),  $\alpha$ -humulen (2,94-10,77%) i 1,8-cyneol (4,48-8,64%). Szafwia jest popularną przyprawą, jednak stosując ją należy mieć na uwadze zawartość  $\alpha$ - i  $\beta$ -tujonu, które w dużych dawkach mogą być toksyczne. Dlatego monitorowanie zawartości tych związków w surowcach jest bardzo ważne. Wykazano, że optymalnym terminem zbioru szafwii był lipiec drugiego roku uprawy ze względu na najniższą zawartość tujonu (łącznie 15,78%). Surowiec pozyskiwany z ogrodu działkowego charakteryzował się wyższą zawartością olejku eterycznego w porównaniu do produktów komercyjnych.

Ważnym aspektem w rozważaniach naukowych jest możliwość wykorzystania „odpadowego” materiału roślinnego poekstrakcyjnego, który odgrywa istotną rolę

w waloryzacji związków aktywnych. Celem kolejnej pracy była ocena zawartości olejku eterycznego w doświadczalnych odpadach poekstrakcyjnych pąków goździkowca korzennego (po ekstrakcji pierwotnej i wtórnej) (zał. 4, pkt. II 2.1). Materiałem badawczym były pąki goździkowca korzennego, które uprzednio poddano ekstrakcji wodnej, nanowodą, glicerolowo-wodnej oraz z użyciem oleju rzepakowego. Wykazano, że pąki goździkowca zawierały 22,5% v/w olejku eterycznego, natomiast z materiału poekstrakcyjnego pierwotnego można odzyskać od 33% (olej) do 57% (woda) wyjściowej zawartości olejku eterycznego, zaś po ekstrakcji wtórnej można odzyskać od 26% (olej) do 42% (woda) olejku eterycznego. Ponadto wykazano istotne różnice w udziale eugenolu i E-kariofilenu w odzyskanych olejkach względem wyjściowego olejku goździkowego.

Przedstawione tematy badawcze realizowałam w ramach działalności statutowej Katedry, projektów badawczych oraz we współpracy z innymi jednostkami naukowymi. Wyniki prowadzonych przeze mnie badań naukowych zaprezentowano nie tylko w formie omówionych wyżej prac naukowych ale także na konferencjach o zasięgu krajowym i międzynarodowym (zał. 4, pkt. II.7).

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

### WSPÓŁPRACA NAUKOWA Z KRAJOWYMI JEDNOSTKAMI NAUKOWO-BADAWCZYMI

5.1. Katedra Analizy i Oceny Jakości Żywności Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie.

Określenie poziomu stężenia rtęci ogółem w różnych produktach zbożowych i herbatach powszechnie dostępnych dla konsumenta.

Publikacja będąca efektem współpracy:

- KOWALSKI R., KOWALSKA G., BAJ T., 2012. The risk assessment of mercury poisoning after consuming teas and cereal products. *Current Issues in Pharmacy and Medical Sciences* 25(2): 176-178.

(MNiSW<sub>2012</sub>=7 pkt.) (zał. 4, pkt. II 4.B.14)

Ocena jakości surowców roślinnych i produktów pod względem zawartości i składu olejku eterycznego.

Publikacje będące efektem współpracy:

- KOWALSKI R., **KOWALSKA G.**, PANKIEWICZ U., SUJKA M., KAŁWA K., 2017. GC analysis in evaluation of changes in fatty acids content of selected fats during storage and heating. *Bulgarian Chemical Communications* 49(4): 928-936.

(IF<sub>2017</sub>=0,242, MNiSW<sub>2017</sub>=15 pkt.) (zał. 4, pkt. II 4.A.3)

- KOWALSKI R., BAJ T., KAŁWA K., **KOWALSKA G.**, SUJKA M., 2017. Essential oil composition of *Tilia cordata* flowers.. *J. Essent. Oil- Bear. Plants* (Online) 2017 Vol. 20 Iss. 4 s. 1137-1142, il. bibliogr. sum. DOI: 10.1080/0972060X.2017.1359681.

(IF<sub>2017</sub>=0,681, MNiSW<sub>2017</sub>=15 pkt.) (zał. 4, pkt. II 4.A.4)

- KOWALSKI R., KOWALSKA G., KAŁWA K., SUJKA M., 2018. Essential oil composition of hawthorn *Crataegus monogyna* inflorescence. *Chemistry of Natural Compounds* 54(5): 995-997, il., bibliogr. DOI: 10.1007/s10600-018-2533-6.

(IF<sub>2018</sub>=0,567, MNiSW<sub>2018</sub>=15 pkt.) (zał. 4, pkt. II 4.A.5)

Wpływ wybranych olejków eterycznych i dodatków roślinnych na aromatyzację i stabilność składu olejów roślinnych. Publikacje będące efektem współpracy:

- KOWALSKI R., **KOWALSKA G.**, PANKIEWICZ U., MAZUREK A., SUJKA M., WŁODARCZYK-STASIAK M., KAŁWA K., 2018. Effect of the method of rapeseed oil aromatisation with rosemary *Rosmarinus officinalis* L. on the content of volatile fraction. *LWT Food Science and Technology* 95: 40-46, il., bibliogr., sum. DOI: 10.1016/j.lwt.2018.04.045.

(IF<sub>2018</sub>=3,714, MNiSW<sub>2018</sub>=40 pkt.) (zał. 4, pkt. II 4.A.6)

- KOWALSKI R., **KOWALSKA G.**, PANKIEWICZ U., MAZUREK A., WŁODARCZYK-STASIAK M., SUJKA M., WYROSTEK J., 2019. The effect of an addition of marjoram oil on stabilization fatty acids profile of rapeseed oil. *LWT Food Science and Technology* 109: 225-232, il., bibliogr., sum. DOI: 10.1016/j.lwt.2019.04.016.

(IF<sub>2019</sub>=4,006, MNiSW<sub>2019</sub>=100 pkt.) (zał. 4, pkt. II 4.A.7)

Wpływ wspomaganie ultradźwiękowego w otrzymywaniu naparów herbacianych oraz ich charakterystykę chemiczną i sensoryczną. Publikacja będąca efektem współpracy:

- KOWALSKI R., WYROSTEK J., KAŁWA K., KOWALSKA G., PANKIEWICZ U., SUJKA M., WŁODARCZYK-STASIAK M., MAZUREK A., 2019. Sensory and chemical evaluation of tea brews prepared with the assistance of ultrasound (Avaliação sensorial e química de infusões de chás preparados com o emprego do ultrassom). *Ciência Rural (Online)* 49(11): e20190056, il., bibliogr., sum. DOI: 10.1590/0103-8478cr2019005.

(IF<sub>2019</sub>=0,556, MNiSW<sub>2019</sub>=40 pkt.) (zał. 4, pkt. II 4.A.8)

## 5.2. Katedra Biologii Komórki, Wydziału Biologii i Biotechnologii UMCS.

Badania nad możliwością zastosowania ultradźwięków w procesach technologicznych w aspekcie oddziaływania czynników fizycznych pod względem molekularnym na struktury związków lotnych obecnych w różnorodnych układach tj. układy rozpuszczalnik - olejek eteryczny czy matryca spożywcza - olejek eteryczny. W badaniach przeprowadzono doświadczenia w układach modelowych, które mają stanowić odniesienie do warunków rzeczywistych.

Publikacja będąca efektem współpracy:

- KOWALSKI R., GAGOŚ M., **KOWALSKA G.**, PANKIEWICZ U., SUJKA M., MAZUREK A., NAWROCKA A., 2019. Effects of ultrasound technique on the composition of different essential oils. *Journal of Analytical Methods in Chemistry* 2019: 1-10, il., bibliogr., sum. DOI: 10.1155/2019/6782495.

(IF<sub>2019</sub>=1.878, MNiSW<sub>2019</sub>=40 pkt.) (zał. 4, pkt. II 4.A.10)

## 5.3. Katedra i Zakład Farmakognozji, Uniwersytet Medyczny w Lublinie.

Celem badań prowadzonych we współpracy było określenie poziomu stężenia rtęci ogółem w różnych produktach zbożowych i herbatach powszechnie dostępnych dla konsumenta. Publikacje będące efektem współpracy:

- KOWALSKI R., **KOWALSKA G.**, BAJ T., 2012. The risk assessment of mercury poisonin after consuming teas and cereal products. *Current Issues in Pharmacy and Medical Sciences* 25(2): 176-178.

(MNiSW<sub>2012</sub>=7 pkt.) (zał. 4, pkt. II 4.B.14)

Badanie wpływu parametrów przetwórczych wybranych produktów roślinnych na potencjalną dostępność olejku eterycznego. Przeprowadzenie porównania zawartości olejku w nieprzetworzonych surowcach zielarskich, w produktach handlowych (herbaty ziołowe) oraz suplementach diety mogą być podstawą ulepszenia lub opracowania nowego produktu. Publikacja będąca efektem współpracy:

- KOWALSKI R., BAJ T., **KOWALSKA G.**, PANKIEWICZ U., 2015. Estimation of potential availability of essential oil in some brands of herbal teas and herbal dietary supplements. PLOS ONE 10(6): 1-16, il., bibliogr. DOI: 10.1371/journal.pone.0130714.

(IF<sub>2015</sub>=3.057, MNiSW<sub>2015</sub>=40 pkt.) (zał. 4, pkt. II 4.A.1)

Ocena jakości surowców roślinnych i produktów pod względem zawartości i składu olejku eterycznego. Publikacje będące efektem współpracy:

- KOWALSKI R., BAJ T., KAŁWA K., **KOWALSKA G.**, SUJKA M., 2017. Essential oil composition of *Tilia cordata* flowers.. J. Essent. Oil- Bear. Plants (Online) 2017 Vol. 20 Iss. 4 s. 1137-1142, il. bibliogr. sum. DOI: 10.1080/0972060X.2017.1359681.

(IF<sub>2017</sub>=0,681, MNiSW<sub>2017</sub>=15 pkt.) (zał. 4, pkt. II 4.A.4)

- **KOWALSKA G.**, BAJ T., KOWALSKI R., 2021. Comparison of chemical composition of essential oil acquired from single-component pharmaceutical products, food products, and from the cultivation of sage *Salvia officinalis* L. from Poland. J. Essent. Oil- Bear. Plants (Online) 2022, il., bibliogr., sum. DOI: 10.1080/0972060X.2021.2013326.

(IF<sub>2022</sub>=1,699, MNiSW<sub>2022</sub>=70 pkt.) (zał. 4, pkt. II 4.A.20)

Zastosowanie rozpuszczalników alternatywnych zgodnych z nurtem „zielonej chemii” do pozyskiwania składników aktywnych z surowców roślinnych. Publikacja będąca efektem współpracy:

- **KOWALSKA G.**, BAJ T., KOWALSKI R., SZYMAŃSKA J., 2021. Optimization of glycerol-water extraction of selected bioactive compounds from peppermint and common nettle. Antioxidants 10(5):817. DOI: 10.3390/antiox10050817.

(IF<sub>2021</sub>=6,312, MNiSW<sub>2021</sub>=100 pkt.) (zał. 4, pkt. II 4.A.16)

## 5.4. Zakład Fizycznych Właściwości Materiałów Roślinnych Instytut Agrofizyki PAN.

Charakterystyka morfologiczno-chemiczna materiałów roślinnych.

Publikacja będąca efektem współpracy:

- KOWALSKI R., KOWALSKA G., JANKOWSKA M., NAWROCKA A., KAŁWA K., PANKIEWICZ U., WŁODARCZYK-STASIAK M. 2019. Secretory structures and essential oil composition of selected industrial species of Lamiaceae. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus* 18(2): 53-69, il., bibliogr., sum. DOI: 10.24326/asphc.2019.2.6.

(IF<sub>2019</sub>=0.616, MNiSW<sub>2019</sub>=100 pkt.) (zał. 4, pkt. II 4.A.9)

Badania nad możliwością zastosowania ultradźwięków w procesach technologicznych w aspekcie oddziaływania czynników fizycznych pod względem molekularnym na struktury związków lotnych obecnych w różnorodnych układach tj. układy rozpuszczalnik - olejek eteryczny czy matryca spożywcza - olejek eteryczny.

Publikacja będąca efektem współpracy:

- KOWALSKI R., GAGOŚ M., KOWALSKA G., PANKIEWICZ U., SUJKA M., MAZUREK A., NAWROCKA A., 2019. Effects of ultrasound technique on the composition of different essential oils. *Journal of Analytical Methods in Chemistry* 2019: 1-10, il., bibliogr., sum. DOI: 10.1155/2019/6782495.

(IF<sub>2019</sub>=1.878, MNiSW<sub>2019</sub>=40 pkt.) (zał. 4, pkt. II 4.A.10)

Badania pozostałości chlorpyrifosu w owocach. Publikacja będąca efektem współpracy:

- KOWALSKA G., KOWALSKI R., ADAMCZUK A., 2021. Study of chlorpyrifos residues in apples and citrus fruits. 13th International Conference on Agrophysics: Agriculture in changing climate. Institute of Agrophysics PAS. 15-16 November 2021, Lublin, Poland (poster i komunikat).

(MNiSW<sub>2021</sub>=0 pkt.) (zał. 4, pkt. II 7.2)

## WSPÓŁPRACA NAUKOWA ZAGRANICZNYMI JEDNOSTKAMI NAUKOWO-BADAWCZYMI

5.5. Współpraca z zespołem badawczym pod kierunkiem prof. dr. Hocine Allali z Laboratory of Natural and Bioactive Substances (LASNABIO), Department of Chemistry, Faculty of Sciences, Abou Bekr Belkaïd University, Tlemcen, Algeria.

Ocena jakości miodów algierskich. Publikacje będące efektem współpracy:

- **BEREKSI-REGUIG D., ALLALI H, BOUCHENTOUF S., ADAMCZUK A., KOWALSKA G., KOWALSKI R.,** 2020. Analysis of trace-elements and toxic heavy metals in honeys from Tlemcen province, North-Western Algeria. *Agriculturae Conspectus Scientificus*. 85(4), 367-374.

(MNiSW<sub>2020</sub>=20 pkt.) (zał.4 pkt. II. 4.B.20)

- **BEREKSI-REGUIG D., ALLALI H., BOUCHENTOUF S., ADAMCZUK A., KOWALSKA G., KOWALSKI R.** Trace-elements and heavy metals contents in West Algerian natural honeys. *Emirates Journal of Food & Agriculture* (manuskrypt w trakcie procesu redakcyjnego)

5.6. Współpraca z zespołem badawczym pod kierunkiem dr hab. Salim Bouchentouf z Doctor Tahar Moulay University of Saida, Algeria.

Ocena jakości miodów algierskich oraz badania surowców roślinnych.

Publikacje będące efektem współpracy:

- **BEREKSI-REGUIG D., ALLALI H, BOUCHENTOUF S., ADAMCZUK A., KOWALSKA G., KOWALSKI R.,** 2020. Analysis of trace-elements and toxic heavy metals in honeys from Tlemcen province, North-Western Algeria. *Agriculturae Conspectus Scientificus*. 85(4), 367-374.

(MNiSW<sub>2020</sub>=20 pkt.) (zał.4, pkt. II 4.B.20)

- **KOWALSKA G., BOUCHENTOUF S., KOWALSKI R., WYROSTEK J., PANKIEWICZ U., MAZUREK A., SUJKA M., WŁODARCZYK-STASIAK M., KAŁWA K.** 2022. The hops cones (*Humulus lupulus* L.): chemical composition, antioxidant properties and molecular docking simulations. *Journal of Herbal Medicine* Vol. 33 Article number 100566, bibliogr., sum. DOI: 10.1016/j.hermed.2022.100566

(IF<sub>2022</sub>=3,032, MNiSW<sub>2022</sub>=70 pkt.) (zał. 4, pkt. II 4.A.22)

- **BEREKSI-REGUIG D., ALLALI H., BOUCHENTOUF S., ADAMCZUK A., KOWALSKA G., KOWALSKI R.** Trace-elements and heavy metals contents



in West Algerian natural honeys. Emirates Journal of Food & Agriculture (manuskrypt w trakcie procesu redakcyjnego)

- 5.7. Współpraca z zespołem badawczym pod kierunkiem prof. dr. Henrique Douglas Melo Coutinho z Department of Biological Chemistry, Program of Post-Graduation in Biological Chemistry, Regional University of Cariri, Crato, Brazil.

Badania składu chemicznego oraz aktywności biologicznej olejków eterycznych.

Publikacje będące efektem współpracy:

- DE LACERDA NETO L.J., RAMOS A.G.B., SILVA R.E.R.D., PEREIRA-DE-MORAIS L.; SILVA F.M., DA COSTA R.H.S., RODRIGUES D., LINDAIANE B., COSTA J.G.M.D., COUTINHO H.D.M., **KOWALSKA, G.**, HAWLENA J., KOWALSKI R., BARBOSA R., DA CUNHA F.A.B., 2021. Myorelaxant effect of the *Dysphania ambrosioides* essential oil on *Sus scrofa domestica* coronary artery and its toxicity in the *Drosophila melanogaster* model. *Molecules* 2021, 26, 2041, , il., bibliogr., sum. DOI: 10.3390/molecules26072041.

(IF<sub>2021</sub>=4,411, MNiSW<sub>2019</sub>=140 pkt.) (zał. 4, pkt. II 4.A.17)

- 5.8 Współpraca z zespołem badawczym pod kierunkiem prof. dr. Muhammad Asif Hanif z Department of Chemistry, Nano and Biomaterials Lab, University of Agriculture, Pakistan.

Współpraca w zakresie opracowania artykułu przeglądowego dotyczącego wartości użytkowych wybranych gatunków *Silphium*.

Publikacja będąca efektem współpracy:

- KOWALSKA G.; BAJ T.; KOWALSKI R.; HANIF M.A. 2022. Characteristics of selected *Silphium* species as alternative plants for cultivation and industry with particular emphasis on research conducted in Poland: A Review. *Sustainability* 2022, 14, 5092, il., bibliogr., sum. DOI: 10.3390/su14095092.

(IF<sub>2022</sub>=3,251, MNiSW<sub>2022</sub>=100 pkt.) (zał. 4, pkt. II 4.A.21)

## 7. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę

### 7.1. OSIĄGNIĘCIA DYDAKTYCZNE

Ważnym elementem mojej pracy zawodowej jest realizacja procesu dydaktycznego. Od rozpoczęcia studiów doktoranckich (rok 1997) prowadzę zajęcia dydaktyczne w formie wykładów, ćwiczeń audytoryjnych i ćwiczeń laboratoryjnych na studiach stacjonarnych i niestacjonarnych na kierunkach: Ogrodnictwo, a także Turystyka i Rekreacja na Wydziale Ogrodniczym (obecnie Wydział Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu) i Wydziale Agrobioinżynierii Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie, m.in. z przedmiotów:

a) Wydział Ogrodniczy (obecnie Wydział Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu)

- kierunek: Ogrodnictwo:
  - ćwiczenia laboratoryjne: Warzywnictwo.

b) Wydział Agrobioinżynierii:

- kierunek: Turystyka i rekreacja:
  - wykład i ćwiczenia: Podstawy anatomii i fizjologii człowieka,
  - wykład i ćwiczenia: Fizjologia pracy i wypoczynku,
  - wykład i ćwiczenia: Zasoby uzdrowiskowe i balneologia,
  - wykład i ćwiczenia: Odnowa biologiczna
  - wykład i ćwiczenia: Organizacja czasu wolnego
  - ćwiczenia: Ptaktikum sportowo-rekreacyjne

Przez cały okres mojej pracy zawodowej biorę udział w przygotowywaniu i realizacji zajęć dydaktycznych dla studentów ze studiów stacjonarnych i niestacjonarnych. W okresie zatrudnienia w Akademii Rolniczej (obecnie Uniwersytet Przyrodniczy) realizowałam zajęcia – początkowo pracując na stanowisku specjalisty naukowo-technicznego (2009-2012) i adiunkta naukowego (od 2017 r.) w wymiarze ½ pensum dydaktycznego wraz z nadgodzinami. W latach 2009-2012 prowadziłam zajęcia dydaktyczne w ramach Studiów podyplomowych – „Analityka w ochronie środowiska” z przedmiotu – Praktyczne aspekty zastosowania technik instrumentalnych w badaniach środowiskowych.

Zdobyte doświadczenie zawodowe w pracy naukowej i dydaktycznej zaowocowało opracowaniem autorskich programów wykładów oraz ćwiczeń audytoryjnych i laboratoryjnych z przedmiotów: Warzywnictwo, Praktyczne aspekty zastosowania technik instrumentalnych w badaniach środowiskowych, Podstawy anatomii i fizjologii człowieka, Fizjologia pracy i wypoczynku, Zasoby uzdrowiskowe i balneologia, Organizacja czasu wolnego i Odnowa biologiczna.

Istotnym doświadczeniem zawodowym była praca na etacie nauczyciela przedmiotu przyroda i chemia w Zespole Szkół nr 4 w Lublinie, która dawała mi dużo satysfakcji i samorealizacji. Jednak ze względu na zwiększające się obowiązki zawodowe związane z jednoczesnym zatrudnieniem na Uniwersytecie podjęłam decyzję o rozwiązaniu umowy o pracę.

W latach 2008-2017 pełniłam funkcję kierownika szkolenia praktykantów odbywających staż w Centralnym Laboratorium Aparaturowym/Agroekologicznym UP w Lublinie, w którym zatrudniona byłam na stanowisku specjalisty naukowo – badawczego, Kierownika Technicznego i Kierownika Laboratorium.

W latach 2020 – 2021 byłam promotorem 2 prac licencjackich i recenzentem 4 prac magisterskich studentów na kierunku Turystyka i rekreacja, specjalizacja rekreacja i odnowa biologiczna, a także menadżer zdrowego stylu życia.

Zgodnie z uchwałą Rady Dyscypliny – Rolnictwo i Ogrodnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie z dnia 4 kwietnia 2022 roku pełnię funkcję promotora pomocniczego rozprawy doktorskiej pt.: „Ochrona i biofortyfikacja roślin z wykorzystaniem produktów pochodzenia naturalnego opartych na ekstraktach roślinnych wzbogaconych w krzem organiczny”, mgr inż. Weroniki Kursy, studentki I roku studiów doktoranckich na Wydziale Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie.

## **7.2. OSIĄGNIĘCIA ORGANIZACYJNE**

### **1) Przygotowanie Laboratorium do akredytacji oraz uzyskanie certyfikatu akredytacji Centralnego Laboratorium Agroekologicznego Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie (nr AB 1375).**

W latach 2009-2012 byłam wykonawcą w projekcie „Wyposażenie Centralnego Laboratorium Agroekologicznego Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie”. Uczestniczyłam w uruchomieniu działalności poszczególnych pracowni w laboratorium wraz z opracowaniem procedur analitycznych i walidacyjnych, a także przeprowadzeniem walidacji, których celem było uruchomienie 34 nowych procedur analitycznych. Efektem końcowym było uzyskanie certyfikatu akredytacyjnego Polskiego Centrum Akredytacji w roku 2012 (nr AB 1375). W tym okresie pełniłam obowiązki Kierownika Technicznego Laboratorium, a w latach 2014-2016 Kierownika Laboratorium. Koordynowałam przygotowanie laboratorium do potwierdzania swoich kompetencji w zakresie zgłoszonej akredytacji w ramach audytów Polskiego Centrum akredytacji odbywających się corocznie w siedzibie laboratorium.

**2) Udział w walidacji procedur analitycznych:**

1. CLA/PLC/34/2011 „Oznaczanie aminokwasów ogólnych i siarkowych”
2. CLA/PSO/13/2011 “Procedura uniwersalna na oznaczanie azotu i białka metodą Kjeldahla”
3. CLA/PSO/4/2011 “Oznaczanie parametrów całego ziarna zbóż metodą spektrometrii transmisyjnej w bliskiej podczerwieni (Infratec 1241)”
4. CLA/PLC/32/2011 „Oznaczanie zawartości sacharozy w korzeniu buraka cukrowego metodą polarymetryczną”
5. CLA/PLC/28/2011 “Oznaczanie fosforu w paszach metodą spektrofotometryczną”
6. CLA/PSO/27/2011 “Oznaczanie włókna surowego za pomocą aparatu Fibertec 2010 System firmy FOSS”
7. CLA/SR/25/2011 “Oznaczanie flawonoidów (suma) w przeliczeniu na kwercetynę”
8. CLA/SR/20/2011 “Oznaczanie o-dihydroksyfenoli (suma) w przeliczeniu na kwas kawowy w surowcach roślinnych”
9. CLA/PLC/43/2011 „Analiza pozostałości pestycydów w roślinnych środkach żywnościowych poprzez połączenie metody QuEChERS i analizy LC-MS/MS”
10. CLA/PLC/44/2011 „Analiza pozostałości mykotoksyn w nasionach poprzez połączenie metody ekstrakcji i analizy LC-MS/MS”
11. CLA/AW/2/2011 „Oznaczanie pH wody metodą elektrometryczną”
12. CLA/AW/18/2012 „Oznaczanie wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) w wodzie metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej z detekcją fluorymetryczną”
13. CLA/AW/12/2011 „Oznaczanie rozpuszczonych anionów: bromków, chlorków, azotanów, azotynów i fosforanów w wodzie i ściekach metodą wysokosprawnej chromatografii jonowej z detekcją konduktometryczną”
14. CLA/ASA/2/2011 „Oznaczanie zawartości Zn, Cu, Mn, Fe, Cr, Ni, Cd, Pb, K, Ca, Mg, Na w materiałach stałych, zawiesinach, wodzie, mineralizatach i surowicy metodą Płomieniowej Atomowej Spektrometrii Absorpcyjnej (FAAS)”
15. CLA/ASA/3/2011 „Oznaczanie zawartości ołowiu, kadmu, selenu i arsenu w materiałach stałych, zawiesinach, wodzie i mineralizatach metodą Bezpłomieniowej Atomowej Spektrometrii Absorpcyjnej (GFAAS)”
16. CLA/ESA/1/2011 „Oznaczanie kadmu, ołowiu, chromu, talu, kobaltu, niklu, glinu, antymonu, bizmutu, berylu, cyny, srebra, wanadu, molibdenu i uranu w wodzie

i w mineralizatach – metodą spektrometrii mas ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej”

17. CLA/GC/15/2011 „Oznaczanie zawartości metanolu w FAME zgodnie z normą PN-EN 14110”
18. CLA/GC/17/2011 „Oznaczanie zawartości estrów i estru metylowego kwasu linolenowego w FAME”
19. CLA/GC/13/2011 „Oznaczanie zawartości wolnego glicerolu w FAME”
20. CLA/GC/11/2011 „Oznaczanie zawartości wolnego i ogólnego glicerolu oraz mono-, di- i triacylogliceroli”
21. CLA/GC/1/2011 „Oznaczanie zawartości olejku eterycznego”
22. CLA/PSO/3/2011 “Oznaczanie wilgotności metodą wagową”
23. CLA/PSO/2/2011 “Oznaczanie błonnika nierozpuszczalnego i rozpuszczalnego metodą enzymatyczną”
24. CLA/ASA/5/2011 „Oznaczanie zawartości Hg z wykorzystaniem analizatora rtęci AMA 254”
25. CLA/GC/3b/2011 „Jakościowe i ilościowe oznaczanie składu mieszaniny estrów metylowych kwasów tłuszczowych”
26. CLA/PLC/38/2011 „Oznaczanie zawartości glukozy, fruktozy, sacharozy i sorbitolu w sokach owocowych i warzywnych techniką HPLC z detekcją refraktometryczną”
27. CLA/PLC/40/2011 „Oznaczanie zawartości witaminy C w produktach żywnościowych techniką HPLC”
28. CLA/PSO/3/2011 „Oznaczanie zawartości tłuszczu metodą Soxhleta”

Od roku 2021 jestem również członkiem zespołu, którego celem jest opracowanie programu nowego kierunku studiów „Wychowanie fizyczne” na Wydziale Agrobiotechnologii Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie, a także członkiem Zespołu Oceniającego Jakość Prac Dyplomowych na kierunku Turystyka i Rekreacja.

### **7.3. DZIAŁALNOŚĆ POPULARYZATORSKA**

- 1) W latach 2009-2016 brałam udział w działaniach promujących działalność usługową Centralnego Laboratorium Agroekologicznego Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie poprzez przygotowanie i udział w audycji telewizyjnej TVP Lublin:

- Login: Nauka (<https://lublin.tvp.pl/25454556/21-maja-2016>)

2) cykl 10 dni otwartych Centralnego Laboratorium Agroekologicznego Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie prezentujących poszczególne pracownie oraz zakres usługowy:

- <https://www.youtube.com/watch?v=mw9cEqyhPes>,
- <https://www.youtube.com/watch?v=jxmWK3XHMIg>,
- <https://www.youtube.com/watch?v=9ljLtobUVnA>,
- [https://www.youtube.com/watch?v=os\\_C0D2ALYc](https://www.youtube.com/watch?v=os_C0D2ALYc),
- <https://www.youtube.com/watch?v=h1vQDDkXJ-g>,
- <https://www.youtube.com/watch?v=TCnIZlBatJ8>,
- <https://www.youtube.com/watch?v=z5BIu9ruZXs>,
- <https://www.youtube.com/watch?v=XkWSQKSWZIA>,
- [https://www.youtube.com/watch?v=scmN2bJv\\_Y4](https://www.youtube.com/watch?v=scmN2bJv_Y4),
- <https://www.youtube.com/watch?v=ovujLaqt8bQ>.

3) Organizacja warsztatów popularnonaukowych dla uczniom szkół podstawowych i średnich – maj 2010 roku – warsztaty dla uczniów szkół podstawowych z Lubartowa „Tajemnice Laboratorium”.

- <https://www.youtube.com/watch?v=ymlD6n24Jjk>

Ważnym elementem mojej pracy badawczo-dydaktycznej jest działalność popularyzująca naukę. Jestem współautorem 63 artykułów popularno-naukowych z zakresu ogrodnictwa, jakości żywności i zachowań prozdrowotnych, które ukazały się w czasopismach: – „Owoce, warzywa, kwiaty”, „Działkowiec”, „Mój ogródek”, i „Food Forum” (zał. 4, pkt. II 4.C.1-63)

## 8. Inne informacje dotyczące kariery zawodowej

Byłam wykonawcą w projekcie strukturalnym finansowanym ze środków Unii Europejskiej: „Wyposażenie Centralnego Laboratorium Agroekologicznego Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie” złożonego do Planu Inwestycyjnego Programu Operacyjnego Rozwój Polski Wschodniej 2007-2013 współfinansowanego z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego (Priorytet I Nowoczesna Gospodarka, Działanie I.3 Wspieranie Innowacji) koszt całkowity projektu 20 572 893,50 zł) .

Numer umowy: POPW.01.03.00-06-002/08-05

Temat priorytetu: „02 Infrastruktura B+RT (w tym wyposażenie w sprzęt, oprzyrządowanie i szybkie sieci informatyczne łączące ośrodki badawcze) oraz specjalistyczne ośrodki kompetencji technologicznych”

Całkowita wartość projektu: 20 572 893,50 PLN

Wydatki kwalifikowane: 19 582 722,80 PLN

Dofinansowanie: 17 624 450,52 PLN

Dofinansowanie z UE: 16 645 314,38

Data rozpoczęcia realizacji projektu: 2008.01.01

Data zakończenia realizacji projektu: 2012.03.21

Organ przyznający fundusze na realizację projektu: Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego, Ministerstwo Rozwoju Regionalnego – Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości.

Charakter udziału przy realizacji projektu: wykonawca.

Celem projektu było stworzenie i udostępnianie przedsiębiorcom oraz instytucjom naukowo–badawczym profesjonalnej infrastruktury do prowadzenia certyfikowanych prac badawczych i pomiarowych. Usługi świadczone przez Centralne Laboratorium Agroekologiczne (CLA) przyczynią się do wzrostu konkurencyjności przedsiębiorstw oraz ułatwią wdrażanie innowacji produktowych i procesowych ([https://www.youtube.com/watch?v=0x\\_pQNE8ozM](https://www.youtube.com/watch?v=0x_pQNE8ozM)).

Wnioskowany projekt zlokalizowany został w Lublinie (dzielnica Felin), w budynku Parku Naukowo–Technologicznego Województwa Lubelskiego S.A. Ulokowanie CLA w Parku umożliwiło nawiązanie bliskiej współpracy pomiędzy nauką, a podmiotami gospodarczymi. Oprócz tego wszystkie jednostki naukowo–badawcze z województwa lubelskiego oraz kraju mogły skorzystać z zakupionej w ramach wnioskowanego projektu aparatury. Utworzenie międzyregionalnego laboratorium zacieśniło współpracę jednostek naukowo–badawczych z obszaru Polski Wschodniej.

Dzięki dofinansowaniu laboratorium prowadzi badania, pomiary i ocenę żywności i produktów wykorzystywanych przy jej produkcji. Chodzi przede wszystkim o badania wartości odżywczej, wartości prozdrowotnych oraz zanieczyszczeń żywności. Z uwagi na to, że Lubelszczyzna jest regionem rolniczym, badania te są szczególnie istotne dla producentów rolnych i przetwórców. Laboratorium wykonuje także takie badania jak: ocena jakości surowców zielarskich i farmaceutyków, ocena biopaliw, pomiary środowiska pracy, badania środowiska przyrodniczego (w tym analiza wód i ścieków).

Usługi świadczone przez CLA przyczyniają się do wzrostu konkurencyjności przedsiębiorstw oraz ułatwiają wdrażanie innowacji produktowych i procesowych. Realizacja projektu pozwoliła na osiągnięcie celu głównego priorytetu I „Nowoczesna Gospodarka” Programu Operacyjnego Rozwój Polski Wschodniej, jakim jest zwiększenie atrakcyjności inwestycyjnej Polski Wschodniej.

Projekt pozwolił na eliminację barier rozwojowych Lubelszczyzny określonych w Programie Operacyjnym Rozwój Polski Wschodniej. Doinwestowanie CLA – jednostki, której oferta ukierunkowana jest na świadczenie profesjonalnych usług badawczych dla sfery biznesu, była magnesem dla przyciągania nowych inwestycji, w szczególności innowacyjnych.

Rezultaty projektu:

- zakup profesjonalnych systemów analitycznych i wyposażenia towarzyszącego;
- wyposażenie laboratorium w zintegrowany system mebli laboratoryjnych;
- uruchomienie zwalidowanych procedur analitycznych;
- uzyskanie certyfikatów i akredytacji;
- przeprowadzenie procesu akredytacji Centralnego;
- certyfikat akredytacyjny: nr AB 1375 (2012).

W celu poszerzenia prowadzonych badań i podniesienia swoich kwalifikacji odbyłam również miesięczny staż naukowy w Zakładzie Fizykochemii Materiałów Porowatych Instytutu Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego Polskiej Akademii Nauk w Lublinie w terminie od 17 sierpnia do 17 września 2021 r.

W ramach odbytego stażu zapoznawałam się z nowymi metodami badań morfologii i fizykochemii powierzchni materiału roślinnego oraz glebowego:

- badania morfologii powierzchni próbek pochodzenia roślinnego i glebowego metodą skaningowej mikroskopii elektronowej,
- badania wodoodporności agregatów glebowych,
- przygotowanie próbek materiału roślinnego i glebowego do badań fizykochemii powierzchni,
- zapoznanie z metodą badania określenia powierzchni właściwej oraz porowatości ciał stałych metodą adsorpcji/desorpcji pary wodnej,
- zapoznanie z metodą badania zwilżalności i napięcia powierzchniowego ciał stałych metodą siedzącej kropli,
- zapoznanie z metodą badania porowatości ciał stałych metodą porozymetrii rtęciowej.



Efektom podjętej współpracy jest praca zaprezentowana podczas 13 Międzynarodowej Konferencji Naukowej – „Study of chlorpyrifos residues in apples and citrus fruits” organizowanej przez Instytut Agrofizyki PAN w dniach 15-16 listopada 2021 roku w Lublinie (zał. 4, pkt. II 7.2).

W mojej dotychczasowej działalności naukowej wykonałam recenzje 17 oryginalnych publikacji naukowych dla czasopism: - *Agronomy, Environmental Science and Pollution Research, Applied Sciences, Foods, Sustainability, International Journal of Environmental Research and Public Health, Toxics, Analytica, Separations*. (zał. 4, pkt. II 13.1-17).

Uczestniczyłam w 12 konferencjach międzynarodowych i krajowych, na których efekty swojej pracy badawczej prezentowałam w formie komunikatów, referatów lub posterów (zał. 4, pkt II 7.1-12).

Brałam również czynny udział w przygotowaniu Międzynarodowej Konferencji „Bioprotecion”, która odbyła się w dniach 23-25 września 2021 roku na Uniwersytecie Przyrodniczym w Lublinie. Będąc członkiem komitetu organizacyjnego konferencji, pełniłam również funkcję Sekretarza Konferencji.

Od roku 1998 należę do Polskiego Towarzystwa Nauk Ogrodniczych, a od roku 2021 do Polskiego Towarzystwa Agronomicznego (zał. 4, pkt. II.10).

Od początku mojej pracy naukowej staram się podwyższać swoje kwalifikacje i pogłębiać interesujące mnie zagadnienia naukowe. Uczestniczyłam w 30 seminariach oraz kursach szkoleniowych (zał. 3. pkt. 3), których celem było poszerzenie umiejętności w zakresie wykonywania analiz chemicznych próbek produktów rolnych i żywności, a także wiedzy w zakresie wymagań dotyczących akredytacji laboratoriów badawczych, w tym pełnienia obowiązków Kierownika Laboratorium Akredytowanego i Kierownika Technicznego.

#### **Otrzymane nagrody i wyróżnienia:**

1. Nagroda J.M Rektora Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie z okazji Inauguracji Roku Akademickiego 2011/2021 za osiągnięcia zawodowe w 2010 roku.
2. Nagroda J.M Rektora Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie z okazji Inauguracji Roku Akademickiego 2012/2013 za osiągnięcia zawodowe w 2011 roku.
3. Nagroda jubileuszowa J.M Rektora Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie w związku z upływem 20-letniego okresu pracy zawodowej – 2018.
4. Nagroda indywidualna J.M Rektora Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie za osiągnięcia naukowe w latach 2018-2019.

5. Nagroda J.M Rektora Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie z okazji Inauguracji Roku Akademickiego 2019/2020 za osiągnięcia zawodowe w 2018 roku.
6. Dodatek pro jakościowy J.M Rektora Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie w uznaniu za wyróżniające się osiągnięcia w pracy naukowej w roku 2020 uzyskaniem najwyższej sumarycznej liczby punktów za publikacje naukowe.
7. Nagroda J.M Rektora Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie z okazji Inauguracji Roku Akademickiego 2021/2022 za osiągnięcia zawodowe w 2021 roku.

## 9. Zestawienie dorobku w zakresie osiągnięć naukowo – badawczych

### Podsumowanie dorobku naukowego

Mój łączny dorobek naukowy obejmuje 51 pozycji (zał. 4. Tab. 1)

- 48 oryginalnych prac twórczych (45 po uzyskaniu stopnia naukowego doktora);
- 3 rozdziały w monografiach naukowych (wszystkie po uzyskaniu stopnia naukowego doktora);
- 2 komunikaty naukowe na konferencję międzynarodową (1 przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora i 1 po uzyskaniu stopnia doktora) i 10 komunikatów na konferencje krajowe (8 po uzyskaniu stopnia naukowego doktora);
- konsultacje z producentami dotyczące uzyskanych wyników z badań i ich interpretacja w obszarze regulowanym prawnie (w latach 2014-2016 podczas pełnienia obowiązków kierownika Centralnego Laboratorium Agroekologicznego Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie) (po uzyskaniu stopnia naukowego doktora).

Imact Factor moich prac według roku opublikowania wynosi 69.164, a liczba punktów według wykazu MNiSW zgodnie z rokiem opublikowania wynosi 2483 (2480 po uzyskaniu stopnia naukowego doktora). W 32 pracach jestem pierwszym i/lub korespondencyjnym autorem.

### Informacja o osiągnięciach i dorobku naukowym

#### Przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora

Mój dorobek publikacyjny przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora obejmuje 3 pozycje, w tym: 3 oryginalne prace twórcze i 1 artykuł popularno-naukowy. Ponadto uczestniczyłam w 1 międzynarodowej konferencji naukowej, podczas której wygłosiłam referat, a także w 2 konferencjach krajowych, podczas których prezentowałam postery z moich badań naukowych.

#### Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora

Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora mój dorobek publikacyjny powiększył się o 48 pozycje. Opublikowałam 45 oryginalne prace twórcze, w tym 27 w czasopismach indeksowanych w bazie Journal Citation Reports co stanowi 60%, a także byłam współautorem 3 rozdziałów w monografiach naukowych. Ponadto aktywnie uczestniczyłam w 9 konferencjach naukowych, w tym w 1 międzynarodowej i 8 krajowych, podczas których prezentowałam postery z moich badań naukowych.

### **1. Informacja o punktacji Impact Factor:**

#### **Przed uzyskaniem stopnia doktora**

Sumaryczny Impact Factor publikacji naukowych, według listy Journal Citation Reports (JCR) zgodnie z rokiem opublikowania: **0**

#### **Po uzyskaniu stopnia doktora**

Sumaryczny Impact Factor publikacji naukowych, według listy Journal Citation Reports (JCR) zgodnie z rokiem opublikowania: **69,164**

### **2. Informacja o liczbie cytowań publikacji wnioskodawcy, z oddzielnym uwzględnieniem autocytowań:**

#### **Po uzyskaniu stopnia doktora**

Stan na dzień: 06.06.2022 r.

Liczba cytowań publikacji według bazy Web of Science (WoS): **137 (117 bez autocytowań)**

Liczba cytowań według bazy Scopus: **157 (133 bez autocytowań)**

Liczba cytowań według Google Scholar: **374**

Pozycja autora według bazy Web of Science (na dzień 06.06.2022 r.): Pierwszy autor 48%, ostatni autor 3%, autor korespondencyjny 21%.

### **3. Informacja o posiadanym indeksie Hirscha:**

#### **Przed uzyskaniem stopnia doktora**

Indeks Hirscha opublikowanych publikacji według bazy Web of Science (WoS) na dzień 06.06.2022: **0**

#### **Po uzyskaniu stopnia doktora**

Indeks Hirscha według bazy Web of Science (WoS): **7**

Indeks Hirscha według bazy Scopus: **7**

Indeks Hirscha według bazy Google Scholar: **13**



**4. Informacja o liczbie punktów MNiSW:****Przed uzyskaniem stopnia doktora**Sumaryczna punktacja opublikowanych prac naukowych: **3****Po uzyskaniu stopnia doktora**Sumaryczna punktacja opublikowanych prac naukowych: **2480****Sumaryczna wartość całego dorobku: 2483**

	Liczba dokonań		Sumaryczna liczba punktów		Sumaryczny IF wg roku opublikowania	
	Przed doktoratem	Po doktoracie	Przed doktoratem	Po doktoracie	Przed doktoratem	Po doktoracie
<b>Publikacje</b>						
Artykuły z listy JCR	-	27	-	2000	-	69,164
Artykuły z listy MNiSW nie posiadające współczynnik wpływu IF	3	18	3	420	-	-
Rozdział w monografii (j. polski)	-	3	-	60	-	-
Łącznie	3	<b>48</b>	3	<b>2480</b>	-	69,164
	51		<b>2483</b>		<b>69,164</b>	
<b>Wskaźniki cytowalności (*bez autocytowań)</b>						
<b>Baza</b>	<b>Liczba dokonań</b>		<b>Indeks H</b>		<b>Liczba cytowań</b>	
Web of Science*	28		7		117	
Scopus*	31		7		133	
Google Scholar	70		13		374	

*Grażyna Kowalska*  
 .....  
 (podpis wnioskodawcy)