

Rada Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
20-950 Lublin, ul. Akademicka 13
za pośrednictwem:
Rady Doskonałości Naukowej
pl. Defilad 1
00-901 Warszawa
(Pałac Kultury i Nauki, p. XXIV, pok. 2401)

Dr inż. Marek Kopacki
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
Katedra Ochrony Roślin

Wniosek

z dnia 24.02.2023 r.

o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie **nauk rolniczych** w dyscyplinie¹ **ogrodnictwo i rolnictwo**.

Określenie osiągnięcia naukowego będącego podstawą ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego

Wpływ ozonu i plazmy niskotemperaturowej na cechy biometryczne i zdrowotność wybranych gatunków roślin rozmnażanych wegetatywnie


Wnioskuje – na podstawie art. 221 ust. 10 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 zm.) – aby komisja habilitacyjna podejmowała uchwałę w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w głosowaniu ~~tajnym~~/**jawnym***²

Zostałem poinformowany, że:

Administratorem w odniesieniu do danych osobowych pozyskanych w ramach postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego jest Przewodniczący Rady Doskonałości Naukowej z siedzibą w Warszawie (pl. Defilad 1, XXIV piętro, 00-901 Warszawa).

Kontakt za pośrednictwem e-mail: kancelaria@rdn.gov.pl, tel. 22 656 60 98 lub w siedzibie organu. Dane osobowe będą przetwarzane w oparciu o przesłankę wskazaną w art. 6 ust. 1 lit. c) Rozporządzenia UE 2016/679 z dnia 27 kwietnia 2016 r. w związku z art. 220 - 221 oraz art. 232 – 240 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, w celu przeprowadzenia postępowania o nadanie stopnia doktora habilitowanego oraz realizacji praw i obowiązków oraz środków odwoławczych przewidzianych w tym postępowaniu.

Szczegółowa informacja na temat przetwarzania danych osobowych w postępowaniu dostępna jest na stronie www.rdn.gov.pl/klauzula-informacyjna-rodo.html


(podpis wnioskodawcy)

Załączniki:

1. Dane wnioskodawcy
2. Kopia dokumentu potwierdzającego posiadanie stopnia doktora
3. Autoreferat
4. Wykaz osiągnięć naukowych albo artystycznych, stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny

¹ Klasyfikacja dziedzin i dyscyplin wg. rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 20 września 2018 r. w sprawie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych oraz dyscyplin w zakresie sztuki (Dz. U. z 2018 r. poz. 1818).

² * Niepotrzebne skreślić.



AUTOREFERAT



**Wpływ ozonu i plazmy niskotemperaturowej
na cechy biometryczne i zdrowotność
wybranych gatunków roślin rozmnażanych wegetatywnie**

Dr inż. Marek Kopacki

UNIwersytet PRZYRODniczy w LUBLINIE
Wydział Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu
Katedra Ochrony Roślin

Lublin, 2023

Spis treści

1. **Imię i nazwisko**
2. **Posiadane dyplomy, stopnie naukowe lub artystyczne – z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej**
3. **Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych**
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.)**
5. **Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej**
6. **Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę**
7. **Inne informacje, dotyczące kariery zawodowej**

1. IMIĘ I NAZWISKO

Marek Kopacki

2. POSIADANE DYPLOMY, STOPNIE NAUKOWE/ARTYSTYCZNE

1990 Tytuł zawodowy magistra inżyniera, Wydział Ogrodniczy (obecnie Wydział Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu), Akademia Rolnicza w Lublinie (obecnie Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie)

Tytuł pracy magisterskiej:

„Zasiedlenie pięciu odmian jabłoni przez przedziorka owocowca *Panonychus ulmi* Koch.” – praca wykonana w Katedrze Entomologii

Promotor: prof. dr hab. Anna Anasiewicz

1997 Ukończenie szkolenia pedagogicznego w Międzywydziałowym Studium Pedagogicznym, Akademia Rolnicza w Lublinie (obecnie Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie), zaświadczenie nr 15/97

2004 Stopień naukowy doktora nauk rolniczych w zakresie ogrodnictwa, specjalność: ochrona roślin – fitopatologia, Wydział Ogrodniczy (obecnie Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu), Akademia Rolnicza w Lublinie (obecnie Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie)

Tytuł rozprawy doktorskiej:

„Grzyby zasiedlające korzenie i podstawę pędu chryzantemy *Dendranthema grandiflora* Tzvelev uprawianej pod osłonami” – praca wykonana w Katedrze Kwarantanny i Ochrony Roślin

Promotor: prof. dr hab. Anna Wagner

Recenzenci: prof. dr hab. Zbigniew Burgiel

prof. dr hab. Antoni Filipowicz

2010 Ukończenie dwusemestralnego studium podyplomowego

Wyższa Inżynierska Szkoła Bezpieczeństwa i Organizacji Pracy w Radomiu
(świadectwo nr 1736/2010) w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy

UKOŃCZONE KURSY ZAWODOWE I SZKOLENIA

- 01.12.2005** Seminarium „Utrzymanie i pielęgnacja terenów zieleni w warunkach miejskich. Uwarunkowania prawne i wskazówki praktyczne”. Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Ogrodnictwa, Lublin.
- 03.07.2006** Kurs dokształcający „Metody statystyczne i wykorzystanie programów komputerowych”. UP, Lublin.
- 15.11.2009** Warsztat szkoleniowy „Dobra Praktyka Ochrony Roślin” w ramach projektu BRIDGE-TOPPS Sustainability. ISK, Skierniewice.
- 7-8.03.2013** Sympozjum „Updated policy on plant protection research in response to new pathogens, pests and weeds emerging the European Union area”. WULS-SGGW, Warszawa.
- 11.04.2013** Warsztaty „Grzyby Micromycetes – kultury akseniczne, genomy i identyfikacja molekularna”. Zakład Genetyki Patogenów i Odporności Roślin Instytutu Genetyki Roślin PAN w Poznaniu.
- 22.10.2014** Szkolenie „Zagrożenie hałasem pracowników edukacyjnych (nauczycieli, wykładowców) i metody jego ograniczania”. CE CIOP-PiB, Lublin.
- 18.12.2015** Szkolenie okresowe dla pracowników służby BHP i osób wykonujących zadania tej służby. COPiB Consultrix, Lublin.
- 21.03.2016** Seminarium „Bezpieczne i odpowiedzialne stosowanie środków ochrony roślin”. IO, Skierniewice oraz PSOR, Lublin.
- 19.04.2016** Szkolenie z zakresu bezpieczeństwa pracy oraz doboru i zastosowania środków ochrony indywidualnej. 3M Chron Śwój Świat, Lublin.
- 12.03.2019** Szkolenie „Podstawowy Kurs Pierwszej Pomocy Dorosłych i Dzieci”. UP, Lublin.
- 19.03.2021** Uczestnictwo w „Training School” w ramach Programu COST Action „Plasma application for smart and sustainable agriculture” (online).
- 02.06.2021** Seminarium „Bezpieczne i odpowiedzialne stosowanie środków ochrony roślin”. Polskie Stowarzyszenie Ochrony Roślin (online).

- 08.07.2021** Szkolenie „Wykorzystanie multimediiów w efektywnym prowadzeniu zajęć dydaktycznych”. UP, Lublin.
- 10.09.2021** Szkolenie „Moduł: Excel”. Centrum Szkoleń i Innowacji, Lublin.
- 28.10.2021** Seminarium „Bezpieczne i odpowiedzialne stosowanie środków ochrony roślin” Polskie Stowarzyszenie Ochrony Roślin (online).
- 26.10.2022** Uczestnictwo w wykładzie ”Robotyzacja rolnictwa w perspektywie Nowego Zielonego Ładu Europejskiego”. Michał Zabost, firma AGROINTELL.
- 9.11.2022** Seminarium „Bezpieczne i odpowiedzialne stosowanie środków ochrony roślin”. Polskie Stowarzyszenie Ochrony Roślin, Lublin.

3. INFORMACJA O DOTYCHCZASOWYM ZATRUDNIENIU W JEDNOSTKACH NAUKOWYCH

od 1.10.1996 do 01.10.2004

Asystent, Katedra Ochrony i Kwarantanny Roślin, Wydział Ogrodniczy, Akademia Rolnicza w Lublinie (obecnie Wydział Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie)

od 01.10.2004 do chwili obecnej

Adiunkt, Katedra Ochrony Roślin (wcześniej Katedra Ochrony i Kwarantanny Roślin), Wydział Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu, Akademia Rolnicza w Lublinie (obecnie Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie)

4. OMÓWIENIE OSIĄGNIĘĆ, O KTÓRYCH MOWA W ART. 219 UST. 1 PKT. 2 USTAWY Z DNIA 20 LIPCA 2018 R. PRAWO O SZKOLNICTWIE WYŻSZYM I NAUCE (DZ. U. Z 2021 R. POZ. 478 Z PÓŹN. ZM.)

4.1. TYTUŁ OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO

Osiągnięciem, będącym podstawą ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego, jest monografia pt.:

„Wpływ ozonu i plazmy niskotemperaturowej na cechy biometryczne i zdrowotność wybranych gatunków roślin rozmnażanych wegetatywnie”

[załącznik 5; Rozprawa Naukowa, 2022, Zeszyt 400, Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie, ISSN 1899-2374]

Recenzenci: dr hab. inż. Wojciech Pusz, prof. uczelni
dr hab. inż. Grzegorz Lemańczyk, prof. uczelni

4.2. OMÓWIENIE CELU NAUKOWEGO WW. PRACY I OSIĄGNIĘTYCH WYNIKÓW WRAZ Z OMÓWIENIEM ICH EWENTUALNEGO WYKORZYSTANIA

4.2.1. WPROWADZENIE

Ochrona roślin to element kultury agrarnej, który towarzyszy człowiekowi od niepamiętnych czasów. Szczególny rozwój tej dyscypliny przypada jednak na okres nowożytny, kiedy to masowe pojawianie się groźnych chorób stawało się bodźcem do poszukiwania skutecznych metod ochrony upraw. Szczególnie pamiętne są wydarzenia z 1845 r., gdy patogen *Phytophthora infestans* spowodował spustoszenie na plantacjach ziemniaka w Irlandii czy *Plasmopara viticola* na plantacjach winogron we Francji [Arya 2010]. Współczesna ochrona roślin zajmuje się poszukiwaniem alternatywnych rozwiązań problemu występowania patogenów na roślinach, stawiając sobie za cel redukcję ilości toksycznych związków wprowadzanych do środowiska [Popp i in. 2013]. Jest to związane z koncepcją rozwoju rolnictwa zwanego rolnictwem zrównoważonym, która zakłada użytkowanie zasobów

naturalnych w sposób racjonalny, szczególnie poprzez ograniczenie zużycia chemicznych środków ochrony roślin [Gamliel 2010, Valiuškaite i in. 2017, Carlisle i in. 2019]. Praktyczne zastosowanie pestycydów wymaga nie tylko wiedzy na temat ich bezpośredniego działania względem organizmów szkodliwych, ale także poznania wzajemnych relacji między rośliną a patogenem, wiedzy o mechanizmach infekcji, a także wiedzy na temat ewentualnego negatywnego wpływu na roślinę chronioną [Przybysz i in. 2014, Donatelli i in. 2017]. Chemiczne środki ochrony roślin mogą skutecznie ograniczać występowanie na roślinach organizmów szkodliwych, jednak przy zbyt częstym stosowaniu, mogą powodować powstawanie ras odpornych agrofagów, co zmusza producentów do zaprzestania stosowania niektórych preparatów [Mavroedi i Shaw 2005, Deising i in. 2008].

Według Organizacji Narodów Zjednoczonych ds. Żywności i Rolnictwa (FAO), światowy popyt na żywność wzrośnie 3-krotnie w nadchodzących latach [Sivachandiran i Khacef 2017], jednak pomimo powszechnego dotychczas stosowania chemicznych środków ochrony roślin, ich aplikacja spotyka się z coraz większymi ograniczeniami, jak chociażby wprowadzony niedawno zakaz zaprawiania nasion przy użyciu tiuramu (TMTD) przeciwko patogenom glebowym, który spowodował, że producenci przyzwyczajeni od lat do jego stosowania, zmuszeni są do poszukiwania alternatywnych rozwiązań [Rozporządzenie 2018]. Nadto zagadnienia związane z zaleganiem pozostałości pestycydów w środowisku i płodach rolnych, toksyczny wpływ tych substancji na organizmy nie będące celem zabiegu (w tym na powstawanie nowotworów u ludzi, poronienia czy problemy z układem nerwowym) oraz niekontrolowane zmiany w ekosystemach i nowe uregulowania prawne to tylko część trudności związanych z aplikacją chemicznych środków ochrony roślin [Arcury i Quandt 2003, Miszczak 2016, Grotowska i in. 2018]. Dodatkowo, szczególnie w przypadku roślin ozdobnych, na pierwszy plan wysuwa się problem fitotoksyczności środków ochrony roślin [Asogwa i Dongo 2009] zwłaszcza, że literatura dostarcza wielu informacji na temat pestycydów skutecznie ograniczających występowanie agrofagów na liściach czy pędach, nie zawsze uwzględniając wspomniane zjawisko toksyczności tych preparatów [Lakshman i in. 2019]. Z drugiej strony nie można też zapominać o ekonomicznym aspekcie ochrony roślin i oczywistej potrzebie uzyskania plonu wysokiej jakości i w dobrej cenie [Golinowska 2009], ograniczając ryzyko zanieczyszczenia plonu przez mykotoksyny [Stanciu i in. 2017] Podobnie problemy z pozostałościami pestycydów w roślinach czy w środowisku powodują,

że poszukuje się sposobów ograniczania ich negatywnego wpływu na organizmy żywe [Skoczko 2013, Trajdos i in. 2017]. W związku z powyższym, poszukuje się alternatywnych metod ochrony roślin, które mogłyby zastąpić aplikację chemicznych pestycydów. W związku z prawodawstwem Unii Europejskiej, od 2014 r. to niechemiczne metody ochrony, takie jak metody mechaniczne, biologiczne czy fizyczne stają się coraz ważniejszą alternatywą w kontekście wymogu stosowania przez profesjonalnych użytkowników pestycydów zgodnie z zasadami Integrowanej Ochrony Roślin [Jamiołkowska i in. 2017]. Metoda fizyczna, wykorzystując wysoką lub niską temperaturę, czy też różnego rodzaju promieniowanie od lat wspiera metodę chemiczną. W ostatnich latach szczególnie zauważalny jest wzrost wykorzystania ozonu w zwalczaniu organizmów szkodliwych; w ramach fizycznej metody ochrony roślin coraz częściej też stosuje się plazmę, zwłaszcza plazmę niskotemperaturową, która ograniczając liczne gatunki patogenów, ma również pozytywny wpływ na chronione rośliny [Mitra i in. 2014]. Dzięki tym zabiegom można oczekiwać poprawy parametrów biometrycznych traktowanych plazmą roślin, takich jak wzrost masy sadzonek, wzrost długości tworzonych korzeni czy pędów. Liczne doniesienia potwierdzają ten pozytywny wpływ nie tylko na tkanki roślinne, ale też zwierzęce czy ludzkie [Tsukamoto i in. 2003, Ohta 2016].

Plazma (CAP), zawierająca między innymi ozon, nazywana jest czwartym stanem skupienia ze względu na swój wysoki potencjał energetyczny i odmienne właściwości od fazy stałej, ciekłej i gazowej. Wytwarza się ją najczęściej za pomocą wyładowań elektrycznych w gazach, zaś w zależności od jej zastosowania, możliwe jest modelowanie takich parametrów plazmy jak skład chemiczny gazu, ciśnienie oraz struktura pola, w tym elementów na nią wpływających. W strumieniu plazmy znajdują się wysoce reaktywne cząstki, które przechodząc ze stanu wzbudzonego do stanu podstawowego, emitują energię poprzez emisję fotonu światła (np. nadfioletowego) lub poprzez przekazanie energii napotkanej komórce [Stryczewska 2011, Pawłat i in. 2018]. Powstają reaktywne formy tlenu i azotu (RONS) tj. nadtlenek wodoru, rodniki OH, OH₂, NO oraz ozon (O₃), a także wolne elektrony, cząsteczki zjonizowane i obojętne, co daje w sumie nawet 500 składników [Gordillo-Vázquez 2008, Jablonowski i in. 2018].

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu fizycznych metod wykorzystujących ozon i plazmę niskotemperaturową na ograniczanie wybranych agrofagów roślin ozdobnych oraz oddziaływania tych metod na chronione rośliny. Ponad-

to, w pracy oceniano wpływ plazmy niskotemperaturowej wytwarzanej w specjalnie skonstruowanym reaktorze typu GAD na ukorzenianie się wybranych gatunków roślin ozdobnych oraz cechy biometryczne sadzonek przy zastosowaniu azotu lub powietrza i skierowaniu strumienia gazu opuszczającego reaktor na powierzchnię boczną pędów (zdrewniałych, półzdrewniałych i zielnych). W badaniu uwzględniono wpływ plazmy na powstawanie reakcji nadwrażliwości sadzonek (fitotoksyczność) i bioróżnorodność grzybów zasiedlających ukorzeniane pędy.

4.2.2. OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ

Wpływ ozonu na patogeny i szkodniki chryzantem

Przeprowadzone badania wykazały, że najwyższym indeksem chorobowym cechowały się chryzantemy w kombinacji kontroli bezwzględnej. Najniższe wartości indeksu chorobowego natomiast uzyskano w kontroli względnej, czyli po użyciu preparatu Rovral Flo 255 SC. Na roślinach w kombinacji kontrolnej porażenie wzrastało w bardzo szybkim tempie. W okresie 7 dni po ozonowaniu wybranych roślin, a także roślin objętych ochroną preparatem Rovral Flo 255 SC, nastąpiło prawie całkowite wyeliminowanie patogenu. Po 14 dniach po ozonowaniu średni indeks chorobowy był niższy, zaś analiza wariancji wykazała, że badane czynniki są różnicowane przez wielkości badanych zmiennych. Wykazano, że w zależności od zastosowanej kombinacji ochrony roślin ozonem uzyskano zróżnicowane wartości zmiennych i indeksu chorobowego. Średnie indeksy chorobowe po 7 i 14 dniach różniły się istotnie od kontroli bezwzględnej. Szczególnie niskie były w kombinacji z opryskiem fungicydowym oraz w kombinacji z najdłuższym czasem aplikacji ozonu i po 30 min przetrzymywania w zamkniętej szklarni z ozonem. Największy przyrost wysokości wykazywały rośliny traktowane preparatem Rovral Flo 255 SC, podczas gdy najmniejszy przyrost wysokości roślin był w kontroli bezwzględnej. Średni przyrost wysokości roślin we wszystkich kombinacjach różnił się istotnie od kombinacji kontrolnej.

Wpływ ozonu na populację *Myzus persicae* i zasiedlone chryzantemy

Przeprowadzone badania wykazały, że największym zasiedleniem przez mszyce i wyraźnym osłabieniem roślin cechowały się chryzantemy w kombinacji kontrolnej. Dwa dni po ozonowaniu zasiedlenie wyraźnie się zmniejszyło; podobne wyniki osią-

gnięto po użyciu preparatu Karate Zeon 050 CS. Na roślinach nieobjętych ochroną, średnia liczba mszyc wzrastała w szybkim tempie. Tydzień po ozonowaniu wybranych kombinacji roślin i objętych ochroną preparatem Karate Zeon 050 CS nastąpiło prawie całkowite wyeliminowanie mszyc na roślinie. Dwa tygodnie po ozonowaniu średnia liczba mszyc nieznacznie wzrosła, zaś po miesiącu nastąpił istotny wzrost liczby mszycy burakowej na chryzantemach. Analiza wariancji wykazała, że badane czynniki są różnicowane przez wielkości badanych zmiennych. Stwierdzono, że zastosowana kombinacja ochrony roślin ozonem wpływa na zróżnicowanie badanej zmiennej, jaką jest liczba mszyc. Najszybszy wzrost roślin nastąpił w kombinacji nr 4. Średnia wysokość roślin wynosiła 24,625 cm i nie różniła się statystycznie od innych kombinacji. Różnice statystyczne zaobserwowano po 7 dniach od ozonowania, wtedy rośliny z kombinacji po aplikacji insektycydem różniły się istotnie wysokością względem pozostałych kombinacji. Chryzantemy najdłużej traktowane ozonem uzyskały najwyższą średnią wysokość – 24,7 cm. Najniższy wzrost zaobserwowano u roślin w drugiej i trzeciej kombinacji, ale nie różniły się istotnie od kontroli. Analizowano również liczebność mszyc na chryzantemach. Dwa dni po zabiegu najwięcej mszyc notowano w kombinacji kontrolnej, a najmniej w tych traktowanych ozonem przez 10 minut. Podobna sytuacja miała miejsc po 7 dniach, wszystkie kombinacje różniły się istotnie od kombinacji kontrolnej. Na roślinach opryskanych preparatem Karate Zeon 050 CS wzrosła jednak liczba mszyc po 14 i 30 dniach. Po 14 dniach średnie liczebności mszyc we wszystkich w kombinacjach różniły się istotnie od kontroli. Po 30 dniach doświadczenia we wszystkich kombinacjach znacząco wzrosła liczba mszyc, która różniła się istotnie od liczby mszyc w kontroli, jednak nadal najmniej osobników notowano w kombinacji traktowanej ozonem przez 10 minut i 30 minut przechowywanej w rękawie foliowym. Opierając się na ocenie liczebności mszyc obliczono współczynniki Abbota, z których wynikało, że największa skuteczność zabiegu związana ze śmiertelnością mszyc, zarówno po 7, jak i po 14 dniach od aplikacji ozonu, dotyczyła kombinacji nr 4 z aplikacją 10 minutową i 30 minutowym przechowywaniem roślin w rękawie foliowym. Najniższy współczynnik Abbotta uzyskano podczas aplikacji ozonu w czasie 120 s. Różnił się on istotnie od pozostałych kombinacji, zwłaszcza ten mierzony po 2 dniach od aplikacji ozonu. Kombinacja z użyciem insektycydu Karate Zeon 050CS miała nieznacznie niższy współczynnik Abbotta od tej o długim czasie aplikacji ozonu, jednak nie były to różnice istotne statystycznie.

Ocena świeżej masy sadzonek i długości powstałych korzeni i pędów traktowanych plazmą niskotemperaturową

Ocena sadzonek zdrewniałych

Analiza statystyczna wykazała, że masa sztoprów wierzby istotnie wzrosła po 4 tygodniach od zastosowania plazmy. Wzrost ten był zróżnicowany w zależności od czasu ekspozycji. Największy średni przyrost masy zanotowano przy kombinacji nr 4 w przypadku *S. caprea* (o 0,5375 g) i w kombinacji nr 3 dla *S. gracilistyla* (o 1,85 g), natomiast w przypadku *S. hookeriana* – w kombinacji nr 3 (o 1,625 g). Dość duży wzrost masy stwierdzono też w kombinacji nr 2, w której gazem roboczym było powietrze. Mniejsze przyrosty masy zauważono przy zastosowaniu plazmy, gdy gazem roboczym był azot. Nie zanotowano jednak różnic istotnych statystycznie względem kombinacji kontrolnej. Obliczony współczynnik korelacji pomiędzy różnicą masy sadzonek *S. gracilistyla* a stopniem porażenia był dodatni i wynosił $r=0,0797$ (przy $p=0,687$), natomiast pomiędzy różnicą masy sadzonek *S. hookeriana* a stopniem porażenia był ujemny ($r=-0,7489$). Po dokonaniu pomiarów po 4 tygodniach od zastosowania plazmy na sztoprach *Salix gracilistyla* zaobserwowano różnice w długości powstałych korzeni. Największą sumaryczną długość powstałych korzeni stwierdzono w kombinacji z azotem jako gazem roboczym, stosowanym przez 60 s oraz 120 s. Nieco mniejsze przyrosty korzeni zaobserwowano w kombinacjach z powietrzem 120 s i 300 s. Najmniejsze przyrosty zaobserwowano w kombinacji kontrolnej, chociaż wyniki te nie różniły się istotnie statystycznie pomiędzy sobą. Liczba tworzących się korzeni na sadzonce w tym przypadku była największa w kombinacji plazmy z azotem aplikowanej przez 120 s. Biorąc pod uwagę sumę długości powstałych pędów na sadzonce, największą średnią długość uzyskano w kombinacji plazmy z powietrzem aplikowanej przez 300 s; podobnie, największa liczba powstałych pędów została odnotowana w tym układzie, wartości te nie różniły się istotnie od kombinacji kontrolnej. Obliczony współczynnik korelacji pomiędzy sumą długości korzeni a różnicą masy był dodatni i wynosił $r=0,5470$ ($p=0,003$). Oceniając sztopry *Salix hookeriana* zaobserwowano również różnice w długości powstałych korzeni. Największą sumaryczną długość powstałych korzeni oraz ich liczbę na sadzonce stwierdzono w kombinacji z powietrzem jako gazem roboczym stosowanym przez 120 s. Nieco mniejsze przyrosty korzeni zaobserwowano w kombinacji z powietrzem aplikowanym przez 60 s. Średnie długości korzeni w pozostałych

kombinacjach doświadczenia były dużo niższe i różniły się statystycznie pomiędzy sobą. Biorąc pod uwagę natomiast sumę długości powstałych pędów na sadzonce, to największą średnią wartość uzyskano w kombinacji plazmy z powietrzem aplikowanej przez 60 s i z azotem 300 s. Największa też w kombinacji z azotem była liczba powstałych pędów, jednak uzyskane wartości pędów powstałych na sztabkach nie różniły się istotnie od kombinacji kontrolnej. Obliczony współczynnik korelacji pomiędzy sumą długości korzeni a różnicą masy był dodatni i wynosił $r = 0,1160$ ($p = 0,557$).

Ocena sadzonek półzdrewniałych

Analiza sadzonek półzdrewniałych *Eonymus fortunei* przed oraz po zastosowaniu plazmy wykazała wzrost masy po 4 tygodniach. Był on zróżnicowany w zależności od czasu ekspozycji. Największy średni przyrost masy zanotowano dla *E. fortunei*, gdy gazem roboczym było powietrze (o 0,5325 g) natomiast najmniejszy w przypadku kombinacji nr 6 (o 0,13 g), kiedy gazem roboczym był azot. Dość duży wzrost masy zauważono też w kombinacji nr 4 (o 0,3675 g) z powietrzem jako gazem roboczym. Mniejsze przyrosty masy zauważono w przypadku doświadczenia z *Hedera helix*. Największy średni przyrost masy zanotowano w kombinacji nr 4 (o 0,1975 g), gdy gazem roboczym było powietrze. Najmniejszy średni przyrost masy sadzonek dotyczył kombinacji nr 7 (o 0,0275 g), gdy gazem roboczym był azot. Pomiar po 30 dniach od zabiegu traktowania plazmą wykazały różnice w długości wytworzonych korzeni. Analizując ich liczbę oraz długość wykazano, że największa liczba i największa sumaryczna długość korzeni była notowana na *Eonymus fortunei* w kombinacji z powietrzem jako gazem roboczym przez 300 s. Wyniki te, dotyczące liczby korzeni różniły się istotnie od kombinacji kontrolnej. Najmniejsze natomiast wartości badanych parametrów uzyskano w kombinacji z powietrzem w czasie aplikacji 120 s. Największa sumaryczna długość powstałych pędów była w kombinacji z azotem z czasem aplikacji 60 s i różniła się istotnie od kombinacji kontrolnej, a najmniejsza również w kombinacji z azotem z czasem aplikacji 300 s. W przypadku sadzonek *Hedera helix* największą sumaryczną długość powstałych korzeni zanotowano w kombinacji z plazmą z powietrzem aplikowaną przez 5 minut. Jednak nie zanotowano istotnych różnic względem kombinacji kontrolnej. Podobnie było w przypadku sumarycznej długości pędów. Jednak w tym przypadku zanotowano istotne statystycznie różnice pomiędzy kombinacjami. Obliczony współczynnik ko-

relacji dla *E. fortunei* pomiędzy sumą długości korzeni a różnicą masy sadzonek był dodatni ($r=0,0680$, $p=0,731$). Ten sam parametr dla *H. helix* był również dodatni ($r=0,2162$, $p=0,269$).

Ocena sadzonek zielnych

Ocena sadzonek zielnych *Chrysanthemum grandiflorum* przed oraz po zastosowaniu plazmy wykazała wzrost masy po 4 tygodniach. Wzrost ten był zróżnicowany w zależności od czasu ekspozycji. Największy średni przyrost masy zanotowano dla *Ch. grandiflorum* przy kombinacji nr 4, gdy gazem roboczym było powietrze (o 0,255 g) przy czasie aplikacji 300 s natomiast najmniejszy w przypadku kombinacji nr 7 (o 0,1075 g), gdy gazem roboczym był azot. Większe przyrosty masy zauważono w przypadku doświadczenia z sadzonkami *Pleioblastus variegatus*. Największy średni przyrost masy zanotowano w kombinacji nr 4 (o 0,465 g) z powietrzem jako gazem roboczym. Najmniejszy średni przyrost masy sadzonek dotyczył kombinacji nr 7 (o 0,2025 g), gdzie gazem roboczym był azot.

Pomiary po 30 dniach od traktowania plazmą wykazały różnice w długości wytworzonych korzeni. Najwięcej korzeni (jednocześnie o największej długości) stwierdzono w kombinacji przy czasie ekspozycji plazmą 300 s, gdy gazem roboczym było powietrze, a wartości te różniły się od kombinacji kontrolnej. Najmniejsza sumaryczna długość korzeni zauważalna była w kombinacji przy czasie ekspozycji 60 s, gdy gazem roboczym był azot – wynik ten był niższy od kombinacji kontrolnej. Oceniając część nadziemną wytworzoną z sadzonek traktowanych plazmą stwierdzono, że w przypadku *C. grandiflorum* najdłuższa sumaryczna długość pędów notowana była w kombinacji z powietrzem przy 300 s aplikacji plazmy, zaś najkrótsza w kombinacji kontrolnej. Należy dodatkowo zwrócić uwagę na to, że w przypadku *C. grandiflorum* po 4 tygodniach od stosowania plazmy nie zauważono objawów i osłabienia zdrowotności roślin związanego z działalnością patogenów. Obliczony współczynnik korelacji dla *C. grandiflorum* pomiędzy sumą długości korzeni a różnicą masy sadzonek był dodatni i wynosił $r = 0,02752$ ($p = 0,156$). Pomiary sadzonek *Pleioblastus variegatus* po 4 tygodniach od traktowania plazmą również wykazały różnice w długości wytworzonych korzeni. Najdłuższe korzenie odnotowano w kombinacji przy czasie ekspozycji plazmą 120 s, gdy gazem roboczym był azot. Podobnie wysoki poziom występował, gdy gazem roboczym było powietrze, a czas aplikacji wynosił 300 s. Najmniejsza suma długości korzeni występowała w kombi-

nacji z azotem, przy czasie ekspozycji 300 s i była znacznie mniejsza od kombinacji kontrolnej. Biorąc pod uwagę część nadziemną wytworzoną z sadzonek traktowanych plazmą, w przypadku *P. variegatus*, kombinacja kontrolna charakteryzowała się najwyższą sumaryczną długością. Najniższa sumaryczna długość pędów dotyczyła kombinacji, w której gazem roboczym był azot i czas aplikacji wynosił 300 s. Obliczony współczynnik korelacji dla *P. variegatus* pomiędzy sumą długości korzeni a różnicą masy sadzonek był ujemny i wynosił $r = -0,1252$ ($p = 0,875$).

Ocena zmian morfologicznych sadzonek zdrewniałych w wyniku traktowania wodą plazmowaną (PAW)

Analiza masy sadzonek *Salix gracilistyla* przed traktowaniem plazmą i 4 tygodnie po nim wykazała wzrost wagi. Pomimo, że był on niezbyt wysoki, wykazywał zróżnicowanie w zależności od czasu ekspozycji i użytego gazu roboczego. Kombinacja z wodą traktowaną plazmą z powietrzem przez 120 s i 300 s różniła się istotnie od kontroli. Znaczny wzrost wagi został odnotowany w czasie ekspozycji wody powietrzem przez 120 s. Wzrost wagi zanotowano też dla czasu ekspozycji wody azotem w czasie 120 s. Nieco mniejszy wzrost wagi sadzonek stwierdzono dla czasu ekspozycji 60 s. Najmniejszy przyrost wagi zauważono dla pędów w kombinacji kontrolnej. W przypadku sadzonek *Salix hookeriana* ukorzenianych w wodzie plazmowanej sytuacja również była zróżnicowana. Najwyższy przyrost masy zanotowano w przypadku sadzonek w wodzie plazmowanej traktowanej powietrzem przez 300 s oraz w pozostałych kombinacjach z wodą plazmowaną traktowaną azotem, zwłaszcza przez 300 s.

Pomiary po 4 tygodniach od traktowania wody plazmą niskotemperaturową sadzonki *Salix gracilistyla* wykazały różnice w długości wytworzonych korzeni. Nie były to jednak różnice istotne statystycznie. Najwięcej korzeni (jednocześnie o najdłuższej długości) odnotowano w kombinacji z wodą plazmowaną powietrzem jako gazem roboczym przez 300 s oraz azotem przez 120 s. Najmniej korzeni pojawiło się w kombinacji z wodą traktowaną plazmą z powietrzem jako gazem roboczym przy czasie ekspozycji 120 s. W przypadku części nadziemnej wyrosłej z sadzonek traktowanych wodą plazmowaną, w przypadku *Salix hookeriana* najdłuższa sumaryczna długość pędów powstała w kombinacji z wodą traktowaną azotem przez 60 s i 300 s. Najmniejsza długość pędów wystąpiła w kombinacji z wodą traktowaną plazmą z powietrzem przez 300 s. Mimo to, różnice nie były istotne statystycznie.

Obliczony współczynnik korelacji pomiędzy sumą długości korzeni a różnicą masy był ujemny i wynosił $r=-0,1242$ ($p=0,529$).

Wpływ plazmy na poziom IAA w sadzonkach zielnych

W wyniku przeprowadzonych badań z sadzonkami zielnymi chryzantem uzyskano roztwory, które po analizie HPLC pozwoliły określić stężenie IAA w badanym materiale roślinnym. Po analizie z wykorzystaniem spektrofotometru okazało się, że stężenie IAA w blaszce liściowej, łodydze i korzeniach jest zróżnicowane i większości kombinacji różniło się istotnie od kombinacji kontrolnej. W przypadku analizy zawartości IAA w blaszce liściowej prawie wszystkie wyniki różnią się istotnie od kontroli. Największa zawartość tego składnika była w kombinacji z azotem przez 60 s, a najmniejsza w kombinacji kontrolnej. Wysoki również wynik uzyskano w kombinacji z powietrzem przez 60 s oraz z powietrzem przez 300 s. W przypadku łodygi najwyższy poziom IAA zanotowano w kombinacji z azotem aplikowanym przez 120 s oraz z azotem przez 60 s. Najniższy poziom IAA był w kombinacji plazmy z powietrzem aplikowanym przez 120 s.

Ocena wpływu plazmy niskotemperaturowej na bioróżnorodność grzybów na sadzonkach zdrewniałych wierzby

W wyniku obserwacji zaobserwowano, że najwyższe wartości stopni porażenia wystąpiły u *Salix hookeriana*, a najmniejsze u *Salix gracilistyla*. W doświadczeniu oceniającym działanie plazmy niskotemperaturowej na patogeny zasiedlające sadzonki wierzby uzyskano 426 izolatów z *S. gracilistyla* oraz 459 izolatów z *S. hookeriana*. Należały one do 20 gatunków. Spośród pozyskanego materiału mykologicznego, najwięcej izolatów oznaczono do gatunku *Alternaria alternata*, odpowiednio 26% i 21% na obydwu badanych gatunkach wierzby. Wyizolowano także groźny gatunek *Fusarium oxysporum* – 2% oraz 4% na poszczególnych gatunkach. W nieco mniejszych stwierdzono obecność takich grzybów jak *Trichothecium roseum* – 4% oraz 7% na poszczególnych gatunkach wierzby. W mniejszej ilości pojawiały się takie grzyby jak *Botrytis cinerea* - 7% oraz 8%, a także *Truncatella truncata* - 11% oraz 9% wszystkich wyosobnień. Najwięcej wyosobnień grzybów było w kombinacji kontrolnej, w której nie stosowano żadnych zabiegów ochronnych na obu badanych gatunkach wierzby. Najmniej izolatów notowano w kombinacji, w której odkażano fragmenty sztabów podchlorynem sodu. Dotyczyło to badania obu gatunków wierz-

by. Porównując izolacje ze sztobrów pobranych z trzech gatunków wierzby i traktowanych plazmą niskotemperaturową, gdy gazem roboczym było powietrze stwierdzono nieznacznie mniej izolatów w kombinacji z 5-minutowym czasem aplikacji plazmy. Podobna sytuacja miała miejsce w przypadku sztobrów traktowanych plazmą z azotem jako gazem roboczym.

Ocena wpływu plazmy niskotemperaturowej na wybrane gatunki grzybów *in vitro*

W wyniku przeprowadzonego doświadczenia stwierdzono różnice we wzroście grzybni pozyskanych izolatów. W oparciu o te wyniki wyliczono indeks hamowania wzrostu grzybni, - indeks odnotowano w kombinacji z aplikacją plazmy z powietrzem przez 120 s i 300 s. W przypadku grzyba *Alternaria alternata* największe przyrosty notowano w kombinacji kontrolnej i w kombinacji z powietrzem jako gazem roboczym aplikowanym przez 120 s. Najszybszy wzrost grzyba stwierdzono w przypadku *Botrytis cinerea*, bo już po 7 dniach wszystkie (niezależnie od kombinacji) szalki były całkowicie zarośnięte grzybnią. Brak zróżnicowania wzrostu spowodował, że nie było możliwości przeprowadzenia analizy statystycznej polegającej na operowaniu na wariacjach, co miało miejsce przy ocenie innych grzybów. W przypadku *Trichothecium roseum* największe przyrosty grzybni notowano w kombinacji kontrolnej. Duży wzrost grzybni dotyczył także kombinacji z powietrzem jako gazem roboczym przy aplikacji plazmy przez 60 s i 300 s.

Analizowano również wpływ plazmy na żywotność zarodników grzybów na podłożu MEA. Zaobserwowano, że w przypadku ocenianych trzech gatunków grzybów najmniej kolonii wyrosło na podłożu MEA na szalkach traktowanych plazmą przez 5 minut. Dotyczyło to zarówno kombinacji, w której gazem roboczym było powietrze, jak i azot. Najniższa średnia liczba kolonii dotyczyła grzyba *Botrytis cinerea*, gdy powietrze było gazem roboczym. Uzyskane wyniki posłużyły do obliczenia procentu hamowania wzrostu potwierdzających największy procent hamowania w przypadku *B. cinerea*, gdy gazem roboczym było powietrze przy 1 min aplikacji plazmy.

Ocena fitotoksycznego działania ozonu i plazmy

Działanie fitotoksyczne ozonu na liściach chryzantem zaobserwowano już dwa dni po ozonowaniu. Na chryzantemach w kombinacji kontrolnej oraz opryskanych fungicydem Rovral Flo 255SC czy insektycydem Karate Zeon 050 CS nie zanotowa-

no objawów nekrozy. Największy wskaźnik fitotoksyczności wystąpił w trzeciej i czwartej kombinacji i wynosił 4,5 i 5,0. Wskaźniki różniły się istotnie statystycznie od kombinacji kontrolnej i kombinacji, w której stosowano chemiczny środek ochrony roślin – zarówno fungicyd, jak i insektycyd. Po tygodniu oraz po 2 tygodniach po ozonowaniu nastąpił wzrost uszkodzenia liści we wszystkich trzech kombinacjach. Dwa tygodnie po zabiegu ozonowania najbardziej rozległe nekrozy na liściach połączone z zamieraniem roślin zaobserwowano w kombinacji nr 3 i 4 zwłaszcza tam, gdzie chryzantemy były zainfekowane *B. cinerea*.

Analizując makroskopowo i mikroskopowo pędy wierzby traktowane plazmą nie zaobserwowano uszkodzeń. Po ocenie pod mikroskopem 3D sadzonek półzdrewniałych i zielnych zaobserwowano jednak niewielkie uszkodzenia widoczne na przekroju pędów zwłaszcza przy dłuższych czasach aplikacji. Były to niewielkie przebarwienia skórki a na pędach *Hedera helix* widoczne były uszkodzenia włosków. Uszkodzenia te mogły być częściowo związane z podwyższoną temperaturą, jaka powstawała po opuszczeniu reaktora przez plazmę i była wyraźnie wyższa przy czasie aplikacji wynoszącym 300 s.

PODSUMOWANIE

1. Działanie ozonu spowodowało silne ograniczenie rozwoju *B. cinerea* na chryzantemach, szczególnie przy 10 min aplikacji ozonu i 30 min przetrzymywaniu roślin w szczelnym pomieszczeniu.
2. Ozon ograniczał liczebność populacji mszyc zasiedlających chryzantemy, zwłaszcza przy aplikacji przez 10 min ozonu i przechowywaniu roślin przez 30 min w zamkniętym pomieszczeniu.
3. Plazma wpływa na lepsze ukorzenianie się sadzonek zdrewniałych, półzdrewniałych i zielnych, a im dłuższy czas ekspozycji pędów tym więcej korzeni było wytwarzanych i były one dłuższe. Wykazano, że najbardziej korzystny czas aplikacji plazmy na sztopry wierzby to 300 s.
4. Dłuższy czas aplikacji plazmy na sztopry wierzby nie miał wpływu na wzrost świeżej masy sadzonki. W przypadku *Salix gracilistyla* lepsze wyniki zaobserwowano po aplikacji plazmy z azotem jako gazem roboczym, a w przypadku *Salix hookeriana* w przypadku plazmy z powietrzem przy dłuższym czasie aplikacji. W przypadku półzdrewniałych pędów *Eonymus fortunei* i *Hedera helix*, oraz sadzonek ziel-

nych, zwłaszcza *Chrysanthemum grandiflorum* plazma z powietrzem jako gazem roboczym, najbardziej stymulowała rozwój nowych korzeni. Największe przyrosty nowych korzeni zanotowano w przypadku sadzonek *Pleioblastus variegatus* po aplikacji plazmy z azotem.

5. Wykazano, że woda plazmowana wpływa na liczbę i długość korzeni sadzonek *Salix gracilisyla* i *Salix hookeriana*. W celu większego pobudzania procesów tworzenia nowych korzeni należy rozważyć stosowanie dłuższych czasów aplikacji oraz bliższe odległości od głowicy reaktora.

6. Plazma aplikowana na sadzonki chryzantem wpływa istotnie na wzrost zawartości hormonu IAA w roślinach. Poziom IAA był różny w różnych częściach sadzonek. Najwyższy poziom IAA zanotowano w blaszce liściowej, mniejszy w korzeniu, a najmniejszy w łodydze. Najwyższy poziomy IAA odnotowano w roślinach po zastosowaniu plazmy z azotem jako gazem roboczym.

7. Plazma stosowana na pędy wierzby wpływała na skład gatunkowy grzybów zasiedlających rośliny. Z badanego materiału najliczniej izolowano *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea* oraz *Epicoccum nigrum*. Plazma działa na grzyby zasiedlające rośliny przez krótki okres czasu tj. w momencie aplikacji, ponieważ zastosowana na końcówki ukorzenianych pędów po 4 tygodniach nie wpłynęła na zmniejszenie liczby grzybów patogenicznych na korzeniach wierzby. Należy przypuszczać, że dłuższy czas aplikacji plazmy na sadzonki może ograniczać rozwój grzybów chorobotwórczych.

8. Plazma stosowana bezpośrednio na gatunki grzybów: *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea* oraz *Trichothecium roseum* w warunkach *in vitro* hamuje ich rozwój. Stopień hamowania wzrostu grzybów zależy wprost proporcjonalnie od stężenia, czasu aplikacji plazmy oraz rodzaju pożywki użytej do hodowli grzybów. Plazma niskotemperaturowa może więc być postrzegana jako potencjalny element ochrony roślin i w pewnych przypadkach alternatywny dla pestycydów.

8. Ozon ma silne oddziaływanie fitotoksyczne na rośliny zielne. Liście chryzantem były uszkodzone przy długim czasie aplikacji i przetrzymywaniu roślin w zamkniętym pomieszczeniu po zabiegu ozonowania. Plazma niskotemperaturowa powoduje nieistotne uszkodzenia włosków na pędach sadzonek poddanych jej działaniu i nie powoduje głębokich uszkodzeń tkanek i nekroz. W związku z niskim ryzykiem fitotoksyczności plazma niskotemperaturowa może być stosowana w ochronie roślin podczas wegetacji.

PIŚMIENNICTWO

1. Arcury T.A., Quandt S.A. 2003. Pesticides at work and at home: exposure of migrant farmworkers. *Lancet* 362 (9400), 2021. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(03\)15027-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(03)15027-1).
2. Arya A. 2010. Recent advances in the management of fungal pathogens of fruit crops. W: A. Arya, A.E. Perello (red.) *Management of fungal plant pathogens*, CAB International, 3-13.
3. Asogwa E.U., Dongo L.N. 2009. Problems associated with pesticide usage and application in Nigerian cocoa production: A review. *Afr. J. Agric. Res.* 4 (8), 675-683. <http://www.academicjournals.org/AJAR>, ISSN 1991-637X.
4. Carlisle L., de Wit M.M., DeLonge M.S., Iles A., Calo A., Getz C., Ory J., Munden-Dixon K., Galt R., Melone B., Knox R., Press D. 2019. Transitioning to sustainable agriculture requires growing and sustaining an ecologically skilled workforce. *Front. Sustain. Food Syst.* 3, 96. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2019.00096>.
5. Deising H.B., Reimann S., Pascholati S.F. 2008. Mechanisms and significance of fungicide resistance. *Braz. J. Microbiol.* 39(2), 286-295.
6. Donatelli M., Magarey R.D., Bregaglio S., Willocquet L., Whish J.P.M., Savary S. 2017. Modelling the impacts of pests and diseases on agricultural systems. *Agric. Syst.* 155, 213-224. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.019>.
7. Gamliel A. 2010. Application aspects of integrated Pest Manamegent. *J. Plant Pathol.* 92 (4, Supl.), 23-26.
8. Golinowska 2009. Nakłady na chemiczną ochronę roślin w gospodarstwach wielkoobszarowych na początku XXI wieku. *J. Agric. Rural Dev.* 2(12), 53-60.
9. Gordillo-Vázquez F.J. 2008. Air plasma kinetics under the influence of sprites. *J. Phys. D.: Appl. Phys.* 41, 234016.
10. Grotowska M., Janda K., Jakubczyk K. 2018. Wpływ pestycydów na zdrowie człowieka. *Pomeranian J. Life Sci.* 64(2), 42-50.
11. Jablonowski H., Schmidt-Bleker A., Weltmann K.D., von Woedtke T., Wende K. 2018. Non-touching plasma-liquid interaction - where is aqueous nitric oxide generated? *Phys. Chem. Chem. Phys.* 20, 25387-25398. <https://doi.org/10.1039/c8cp02412j>.

12. Jamiołkowska A., Hetman B. 2016. Mechanizm działania preparatów biologicznych stosowanych w ochronie roślin przed patogenami. *Ann. UMCS Sec. E Agricultura* LXXI (1), 13-29.
13. Lakshman D.K., Cloyd R.A., Chastagner G.A. 2019. Integrated management of diseases and pests on ornamental geophytes: challenges and progress. *Acta Hort.* 1237, 13-32. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2019.1237.3>.
14. Mavroedi V.I., Shaw M.W. 2005. Sensitivity distributions and cross-resistance patterns of *Mycosphaerella graminicola* to fluquinconazole, prochloraz and azoxystrobin over a period of 9 years. *Crop Prot.* 24, 259-266. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2004.07.014>.
15. Miszczak A. Badanie pozostałości środków ochrony roślin w ramach urzędowej kontroli ich stosowania. Skierniewice, Wyd. InHort, 2016.
16. Mitra A., Li Y., Klämpf T., Shimizu T., Jeon J., Morfill G., Zimmermann J. 2014. Inactivation of surface-borne microorganisms and increased germination of seed specimen by cold atmospheric plasma. *Food Bioprocess. Technol.* 7, 645-653.
17. Ohta T. 2016. Plasma in agriculture. W: N.N. Misra, O.K. Schlüter, P.J. Cullen P. (red.) *Cold plasma in food and agriculture: fundamentals and applications*. Academic Press, 728.
18. Pawłat J., Starek A., Sujak A., Terebun P., Kwiatkowski M., Budzeń M., Andrejko D. 2018 Effects of atmospheric pressure plasma jet operating with DBD on *Lavatera thuringiaca* L. seeds' germination. *PLoS ONE* 13(4), e0194349. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194349>.
19. Popp J., Pető K., Nagy J. 2013. Pesticide productivity and food security. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 33, 243-255. <https://doi.org/10.1007/s13593-012-0105-x>.
20. Przybysz A., Gawrońska H., Gajc-Wolska J. 2014. Biological mode of action of a nitrophenolates - based biostimulant: case study. *Front. Plant Sci.* 5, 713. <https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00713>.
21. Rozporządzenie Komisji (UE) nr 2018/1500 z dnia 9 października 2018r. w sprawie nieodnowienia zatwierdzenia substancji czynnej tiuram oraz zakazu używania i sprzedaży nasion zaprawionych środkami ochrony roślin zawierających tiuram.

22. Sivachandiran L., Khacef A. 2017. Enhanced seed germination and plant growth by atmospheric pressure cold air plasma: combined effect of seed and water treatment. *RSC Advances* 7, 1822-1832. <https://doi.org/10.1039/C6RA24762H>.
23. Skoczko I. 2013. Rozkład pestycydów metodą Fentoma z wykorzystaniem MgO₂. *Rocz. Ochr. Środowiska* 15, 1460- 473.
24. Stanciu O., Juan C., Miere D., Loghin F., Mañes J. 2017. Presence of enniatins and beauvericin in romanian wheat samples from raw material to products for direct human consumption. *Toxins* 9, 189.
25. Stryczewska H.D. 2011. Technologie zimnej plazmy. Wytwarzanie, modelowanie, zastosowania. *Elektryka* 1(217), 41-61.
26. Trajdos J., Snopczyński T., Sadowski J. 2017. Pozostałości herbicydów w roślinach uprawnych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 588, 113-127. <https://doi.org/10.22630/ZPPNR.2017.588.11>.
27. Tsukamoto S., Maeda T, Ikeda M., Akiyama H. 2003. Nonthermal biological treatment using discharge plasma produced by Pulsed Power 7. Application of Pulsed High Voltage for Mushroom Culturing. *JPFRR-S* 79(1), 39-42. doi.org/10.1585/jspf.79.39.
28. Valiuškaite A., Uselis N., Kviklydis D., Lanauskas J., Rasiukevičiute N. 2017. The effect of sustainable plant protection and apple tree management on fruit quality and yield. *Zemdirbyste* 104(4), 353-358. <https://doi.org/10.13080/z-a.2017.104.045>.

**5. INFORMACJA O WYKAZYWANIU SIĘ ISTOTNĄ AKTYWNOŚCIĄ
NAUKOWĄ ALBO ARTYSTYCZNĄ REALIZOWANĄ W WIĘCEJ NIŻ
JEDNEJ UCZELNI, INSTYTUCJI NAUKOWEJ LUB INSTYTUCJI
KULTURY, W SZCZEGÓLNOŚCI ZAGRANICZNEJ**

Praca naukowa przed uzyskaniem stopnia doktora

Studia wyższe ukończyłem w 1990 r. Pracę magisterską pt. „Zasiedlenie pięciu odmian jabłoni przez przedziorka owocowca *Panonychus ulmi* Koch.” wykonałem w Katedrze Entomologii pod kierunkiem prof. dr hab. Anny Anasiewicz. Tematyka tej pracy dotyczyła zimowania i wpływu tego groźnego roztocza na 5 odmianach jabłoni. Po studiach odbyłem staż w Państwowym Gospodarstwie Rolnym w Babinie, w czasie którego zapoznałem się ze wszystkimi etapami nowoczesnej uprawy i ochrony roślin w sadownictwie i szkółkarstwie. Nabytą wiedzę i doświad-

czenie w uprawie i ochronie roślin wykorzystałem w praktyce jako producent roślin warzywnych i ozdobnych (rośliny rabatowe i chryzantemy), co znalazło kontynuację w mojej pracy badawczej.

Działalność naukową rozpocząłem w 1996 r., podejmując pracę jako asystent w Katedrze Ochrony i Kwarantanny Roślin na Wydziale Ogrodniczym Akademii Rolniczej w Lublinie. Na początku swojej pracy naukowej zajmowałem się chorobami chryzantem w uprawach pod osłonami oraz chryzantem zimujących w gruncie. Rezultaty tych badań stanowiły podstawę rozprawy doktorskiej pod tytułem „Grzyby zasiedlające korzenie i podstawę pędu chryzantemy *Dendranthema grandiflora* Tzvelev uprawianej pod osłonami”, którą przygotowałem pod kierunkiem prof. dr hab. Anny Wagner i obroniłem w 2004 r. przed Radą Wydziału Ogrodniczego.

Praca naukowa po uzyskaniu stopnia doktora

Od 01.10.2004 r. do dnia dzisiejszego pracuję na stanowisku adiunkta (do 01.08.2018 r. w Katedrze Ochrony i Kwarantanny Roślin, obecnie Katedra Ochrony Roślin). Od początku mojej pracy zawodowej uczestniczyłem w realizacji tematów badawczych w ramach działalności statutowej (DS) i badań własnych (BW) kierowanych przez prof. dr hab. Antoniego Filipowicza, później przez prof. dr hab. Annę Wagner. Badania te dotyczyły głównie doskonalenia technik i metod ochrony roślin. W kolejnych latach zajmowałem się głównie doskonaleniem technologii ochrony chryzantem oraz drzew i krzewów w terenach zieleni miejskiej z uwzględnieniem bezpieczeństwa pracowników aplikujących środki ochrony roślin oraz użytkowników terenów miejskich. W związku z zainteresowaniami dotyczącymi wpływu stosowanych pestycydów na organizm człowieka, podjąłem studia podyplomowe w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy, które ukończyłem w 2010 r. w Wyższej Inżynierskiej Szkole Bezpieczeństwa i Organizacji Pracy w Radomiu (świadectwo nr 1736/2010).

Wieloletnie badania nad wpływem ozonu i plazmy na wzrost i rozwój roślin oraz ich zdrowotność skłoniły mnie do podjęcia badań nad wykorzystaniem tych metod w praktyce, co stało się przewodnim tematem prowadzonych przeze mnie doświadczeń. Moje zainteresowania naukowe realizowane były w zakresie następujących grup tematycznych:

- doskonalenie technologii ochrony roślin ozdobnych;

- wpływ sposobu uprawy i grzybów mikoryzowych na zdrowotność i wzrost roślin w uprawach ogrodnich;
- wpływ właściwości odżywczych i prozdrowotnych szarlatu na zdrowie człowieka oraz właściwości enzymatyczne gleby pod jego uprawą;
- wpływ jakości gleb na aktywność katalazy i właściwości antyoksydacyjne;
- wykorzystanie organizmów pożytecznych i wyciągów z roślin jako elementu wprowadzania biologicznej oraz integrowanej ochrony roślin;
- wybrane aspekty nasadzeń w zieleni miejskiej i troski o bioróżnorodność w terenie zurbanizowanym i wiejskim;
- wykorzystanie ozonu i plazmy niskotemperaturowej i wpływ na zdrowotność roślin warzywnych i zielarskich;
- badanie interakcji pomiędzy szkodnikami a roślinami żywicielskimi;
- bezpieczeństwo i higiena pracy w ochronie roślin;
- techniczne aspekty ochrony roślin.

Doskonalenie technologii ochrony roślin ozdobnych

Badania dotyczyły kompleksowej oceny zdrowotności chryzantem oraz innych roślin ozdobnych uprawianych w gruncie i pod osłonami z wykorzystaniem różnych technik i zabiegów ochrony roślin. Wykorzystywano ocenę polową, analizę mykologiczną oraz ocenę parametrów fotosyntezy – wskaźników fluorescencji chlorofilu.

Na początku mojej pracy badaniami objęto patogeny zasiedlające chryzantemy. Te kilkuletnie badania dotyczyły zarówno chryzantem uprawianych pod osłonami i pojawiającymi się pod koniec XX wieku w Polsce odmianami gruntowymi do ogrodnich nasadzeń wieloletnich. W wyniku badań przeprowadzonych w wielu gospodarstwach ogrodnich okolic Sandomierza oraz Lublina zaobserwowano, że część podziemna najczęściej zasiedlana jest przez gatunek *Alternaria alternata*, fitopatogeny z rodzaju *Fusarium* oraz grzyb *Botrytis cinerea*. Gatunki *Alternaria alternata* oraz *Sclerotinia sclerotiorum* związane były także z podstawą pędu i liśćmi. Analizowano też patogeniczność grzybów *Fusarium avenaceum*, *Fusarium oxysporum* oraz *Sclerotinia sclerotiorum* względem chryzantem odmiany ‘Snowdon White’ w warunkach laboratoryjnych *in vitro* oraz w warunkach fitotronu, potwierdzając rolę tych gatunków w ograniczaniu plonu chryzantem.

Badano również agrofagi związane z innymi roślinami ozdobnymi uprawianymi w gruncie. W badaniach dotyczących zamierających krzewów bukszpanu

zaobserwowano, że dominujące gatunki grzybów to *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea*, *Fusarium oxysporum* oraz *Macrophoma candollei*. W badaniach dotyczących drzew ozdobnych z rodzaju *Magnolia* zaobserwowano, że ważną rolę odgrywają grzyby zasiedlające aparat asymilacyjny i zwrócono uwagę na *Colletotrichum gloeosporioides*, który odgrywa coraz większą rolę w nasadzeniach roślin ozdobnych. W badaniach omawiano również zagrożenia powodowane przez agrofagi zasiedlające dereń oraz różę. Prowadzono badania dotyczące zdrowotności paciorecznika (*Canna indica* L.) rosnącego w kolekcji Ogrodu Botanicznego UMCS Lublin. Badania te wykazały, że rośliny, a zwłaszcza ich część podziemna, były kolonizowane przez grzyby *Fusarium* spp., *Sclerotinia sclerotiorum* i *Alternaria alternata*. Spośród dziesięciu odmian najwyższą zdrowotnością cechowała się odmiana 'Botanica'. Infekcja liści kanny przez patogeny grzybowe negatywnie wpłynęła na proces fotosyntezy, który był ograniczony szczególnie u odmian: 'La Boheme', 'Picasso', 'Cherry Red' i 'President'. Stwierdzono, że uszkodzenie aparatu asymilacyjnego było większe i bardziej dotkliwe niż wskazywały na to objawy chorobowe, co sugeruje, że pomiary intensywności fotosyntezy i wymiany gazowej mogą być pomocne we wczesnej ocenie stopnia porażenia roślin i decyzji o aplikacji pestycydów. Podobne wyniki zaobserwowano oceniając odmiany kanny jako rośliny potencjalnie fitoremediacyjnej, która poza walorami zdobniczymi może być również wykorzystywana w miejscach zanieczyszczonych jako element ich remediacji. Na podstawie przeprowadzonych analiz ustalono, że szczególnie silnie rosnąca, odporna na czynniki środowiska oraz agrofagi odmiana 'Botanica' wydaje się być najbardziej polecana do nasadzeń w terenach zieleni miejskiej. We współpracy z Ogrodem Botanicznym UMCS zajmowałem się oceną zdrowotności i analizą mykologiczną patogenów tulipanów uprawianych w gruncie koncentrując się zarówno na części nadziemnej jak i na cebulach. Zaobserwowano, że grzyby z rodzaju *Botrytis* stanowią najważniejszy czynnik powodujący osłabienie wartości zdobniczej, a nawet całkowite zamieranie roślin.

(załącznik nr 4, pkt. II 4.A.1, 4.A.6, 4.A.17, 2.1., 2.2, 2.5, 4.B.1, 4.B.2, 4.B.4, 4.B.5, 4.B.6., 4.B.7, 4.B.8, 4.B.9, 4.B.16)

We współpracy z pracownikami innych ośrodków powstały też liczne prace przeglądowe dotyczące roślin ozdobnych, warzywnych i związanych z ochroną bioróżnorodności

(załącznik nr 4, pkt. II 4.B.11, 4.B.15, 4.B.18, 4.B.23, 4.B.25, 4.B.26, 4.B.27, 4.B.28, 4.B.29, 4.B.32, 4.B.34, 4.B.35)

Wpływ sposobu uprawy i grzybów mikoryzowych na zdrowotność i wzrost roślin w uprawach ogrodniczych

W badaniach oceniano wpływ grzybów mykoryzowych na zdrowotność i parametry biometryczne roślin warzywnych. Grzyby te odgrywają bardzo istotną i często niedocenianą rolę poprzez interakcję z roślinami i mikroorganizmami glebowymi, zwłaszcza w trudnych warunkach glebowych związanych z niedoborem składników mineralnych. Z przeprowadzonych badań wynika, że na możliwości przeżycia i rozwoju grzybów współtworzących mykoryzę arbuskularną wpływa ich możliwość przystosowania do zmieniających się warunków glebowych. Stwierdzono, że aplikacja sześciu wybranych gatunków grzybów mykoryzowych w uprawach papryki w gruncie pozwoliła na uzyskanie istotnej poprawy parametrów mikrobiologicznych ryzosfery, zwłaszcza w warunkach stresu spowodowanego suszą. W badaniach związanych z uprawami sadowniczymi zaobserwowano też, że mulczowanie kompostem z grzybami mykoryzowymi w uprawie jabłoni odmiany 'Šampion' miało pozytywny wpływ na jej wzrost, rozwój i plonowanie.

(załącznik nr 4, pkt. II 4.A.2, 4.A.3, 4.A.5, 4.A.8)

Wpływ właściwości odżywczych i prozdrowotnych szarłatu na zdrowie człowieka oraz właściwości enzymatyczne gleby pod jego uprawą

W badaniach oceniano dwie odmiany szarłatu ('Rawa' i 'Aztek') – rośliny pseudobozowej o cennych walorach odżywczych i prozdrowotnych, wykorzystywaną w celu urozmaicenia diety. Przydatność tej rośliny jako źródła pokarmu oraz substancji bioaktywnych potwierdzają źródła literaturowe. Badano również wpływ szarłatu na aktywność dehydrogenaz i katalazy w glebie. W trzyletnim doświadczeniu wykazano, że warunki hydrotermiczne miały największy wpływ na aktywność katalazy w glebie pod uprawą tej rośliny, a w dalszej kolejności poziom nawożenia makroelementami i odmiana. Czynnikiem różnicującym w największym stopniu aktywność dehydrogenaz w glebie były kombinacje nawożenia, odmiana oraz faza rozwojowa

szarłat. Wszystkie analizowane czynniki miały istotny wpływ na zawartość węgla organicznego i pH gleby. Ponadto stwierdzono, że odmiana ‘Aztek’ wpływała korzystniej na aktywność dehydrogenaz i katalazy oraz badane właściwości chemiczne gleb niż odmiana ‘Rawa’.

(załącznik nr 4, pkt. II 4.A.9, 4.A.10, 4.A.15, 4.B.20)

Wpływ jakości gleb na aktywność katalazy i właściwości antyoksydacyjne

W innych współautorskich badaniach oceniano aktywność katalazy i wartość całkowitej zdolności antyoksydacyjnej (CZA, *ang.* TAC) gleb o różnej jakości (klas bonitacyjnych IIIb-VI) pod uprawą ziemniaka w gminie Tereszpol. Mniejszą aktywnością katalazy cechowały się gleby VI klasy bonitacyjnej niż klas lepszej jakości i to niezależnie od terminu prowadzenia analiz. Wartości całkowitej zdolności antyoksydacyjnej były większe dla gleb o wysokiej jakości i dodatnio skorelowane z zawartością węgla organicznego.

(załącznik nr 5, pkt. 4.A.7)

Wykorzystanie organizmów pożytecznych i wyciągów z roślin jako elementu wprowadzania biologicznej oraz integrowanej ochrony roślin

W związku z poszukiwaniem alternatywnych dla chemicznych środków ochrony roślin preparatów oraz koniecznością wprowadzania od 2014 r. przez użytkowników profesjonalnych zasad integrowanej ochrony roślin co pociąga szersze wykorzystanie metod niechemicznych, w badaniach uwzględniono organizmy, które mogą być wykorzystywane do produkcji preparatów biotechnicznych czy biologicznych środków ochrony roślin. Grzyby takie jak *Trichoderma harzianum* oraz *Aureobasidium pullulans*, znane ze swego antagonistycznego oddziaływania na patogeny, testowane były *in vitro* i *in vivo* w uprawach warzyw i owoców. Wyniki potwierdziły ich przydatność w nowoczesnej ochronie roślin opartej na trosce o bioróżnorodność, do czego zachęca zarówno prawodawstwo UE, jak i Polski. Równoległe do tych zastosowań wciąż poszukuje się substancji pochodzenia roślinnego, które pozyskane z odpowiednich roślin mogą w przyszłości zastąpić chemiczne pestycydy jako preparaty biotechniczne, pozwalające na uzyskanie zadowalającego plonu, wolnego od chemicznych skażeń.

(załącznik nr 4, pkt. II 2.7, 4.A.16)

Wybrane aspekty nasadzeń w zieleni miejskiej i troski o bioróżnorodność w terenie zurbanizowanym i wiejskim

W związku z potrzebą określenia przyczyn zaburzeń wzrostu roślin ozdobnych w terenie zurbanizowanym, wraz z pracownikami Katedry Architektury Krajobrazu oraz Katolickiego Uniwersytetu Lubelskiego podjąłem badania dotyczące analizy zdrowotności wybranych gatunków roślin ozdobnych w zieleni przyulicznej miast oraz nasadzeń przy obiektach sakralnych. Moje zainteresowania symboliką roślin biblijnych doprowadziły natomiast do zaproponowania nasadzeń przy sakralnych obiektach franciszkańskich – zarówno zabytkowych, jak i współczesnych. Łącząc elementy tradycji franciszkańskiej, symboliki roślin biblijnych zakorzenionej w odniesieniach teologicznych, potrzeby wprowadzenia roślin rosnących w harmonii z istniejącą już architekturą sakralną a także wykazujących się dużą zdrowotnością i wpływem na zachowanie bioróżnorodności w ekosystemie powstały projekty dotyczące zarówno terenów Polski, jak i Szarogrodu na Ukrainie. Oceniano również elementy przyrody w wybranych miastach Polski (Warszawa, Lublin) i rolę, jaką odgrywają korytarze ekologiczne (ESOCh) w trosce o zachowanie bioróżnorodności w terenie zurbanizowanym poddanym silnej antropopresji.

(załącznik nr 4, pkt. II 2.2, 2.3, 2.4)

Wykorzystanie ozonu i plazmy niskotemperaturowej i wpływ na zdrowotność roślin warzywnych i zielarskich

W ramach współpracy w programie COST Action CA19110 „Plasma in Agriculture” prowadzono badania dotyczące wykorzystania plazmy niskotemperaturowej w rolnictwie, zwłaszcza procesie uszlachetniania nasion. Oceniano wpływ plazmy na nasiona cebuli odmiany ‘Wolska’, zwłaszcza na proces kiełkowania oraz zdrowotność. Zaobserwowano, że najwyższy poziom kiełkujących nasion zaobserwowano dla czasu ekspozycji 120 s. Analiza wykazała także istotny statystycznie wpływ plazmy na parametry kiełkowania. Na podstawie analizy SEM udowodniono, że interakcja z plazmą wytworzyła napięcie w komórkach, prowadząc do zmiany ich kształtu. Największy wpływ na grzyby chorobotwórcze zaobserwowano po poddaniu nasion działaniu plazmy przez 240 i 480 s, zwłaszcza przy użyciu helu jako gazu roboczego.

Oceniano też wpływ wody plazmowanej, wytworzonej poprzez aplikację plazmy niskotemperaturowej. Ekspozycji (przez 5, 10 i 15 minut) poddano nasiona marchwi

i buraka przeznaczonych na kielki do bezpośredniego spożycia. Zaobserwowano korzystny wpływ na zdrowotność i kiełkowanie nasion, jednak mniejszy niż podchlorynu sodu. Oceniano również wpływ ozonu jako czynnika w fizycznej metodzie ochrony roślin przeciwko szkodnikom *Eupteryx decemnotata* zasiedlającym rozmazyn w uprawie pod osłonami. Zaobserwowano wysoką skuteczność zabiegów i dużą śmiertelność owadów, połączoną jednak z dużym oddziaływaniem fitotoksycznym (załącznik nr 4, pkt. II 4.A.11, 4.A.13, 4.A.14, 2.24, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6).

Badanie interakcji pomiędzy szkodnikami a roślinami żywicielskimi

W badaniach oceniano wpływ wybranych gatunków roślin zielarskich (*Ocimum basilicum*, *Melissa officinalis* i *Salvia officinalis*) na preferencje pokarmowe i żerowanie przędziorka chmielowca *Tetranychus urticae*. Stwierdzono, że interakcje pomiędzy rośliną a roztoczami różniły się w zależności od gatunku rośliny i wpływały na ich parametry biologiczne. Badane rośliny w różnym stopniu były preferowane przez przędziorki – *S. officinalis* okazał się gatunkiem o najniższym stopniu podatności na żerowanie przędziorków, podczas gdy *O. basilicum* był najbardziej akceptowalnym gospodarzem. W badaniach wykazano, że najmniejszą liczbę roztoczy odnotowano na *S. officinalis* przy porównywanym poziomie uszkodzeń liści na *O. basilicum* i *M. officinalis*. Analiza parametrów fizjologicznych *T. urticae* wykazała różne poziomy stresu oksydacyjnego w zależności od gatunku rośliny i czasu trwania inwazji roztoczy. Niski poziom wrażliwości był charakterystyczny dla *S. officinalis*, który wydawał się być najmniej skolonizowanym gatunkiem. Porażone liście tej rośliny zawierały podwyższone poziomy nadtlenku wodoru i dialdehydu malonowego (MDA) w porównaniu do kontroli, co miało wpływ na preferencje pokarmowe szkodnika. Ponadto zanotowano wyższą peroksydację lipidów błonowych, wyższą aktywność gwajakolu peroksydazy (GPX) i mniejszą aktywność katalazy (CAT) przy dłuższym czasie żerowania roztoczy.

(załącznik nr 4, pkt. II 4.A.12)

Bezpieczeństwo i higiena pracy w ochronie roślin

Badania dotyczyły problemów przestrzegania zasad bezpiecznej pracy w rolnictwie i świadomości rolników wobec zagrożeń, zwłaszcza przy stosowaniu chemicznych środków ochrony roślin przy pomocy opryskiwaczy. Prowadziłem również badania w zespole badawczym, gdzie oceniano przygotowanie sprzętu i bezpieczne

wykonywanie zabiegów ochrony roślin. W oparciu o przeprowadzone analizy okazało się, że najważniejszym czynnikiem, wpływającym na bezpieczeństwo rolnika i środowiska naturalnego jest sprawność opryskiwacza, zaś ustawowa, okresowa kontrola stanu technicznego osprzętu, jest skutecznym bodźcem do utrzymania opryskiwacza w wysokiej sprawności. Ważnym elementem, umożliwiającym dokładne kontrolowanie i monitorowanie bezpieczeństwa ochrony roślin w Polsce jest także prowadzenie ewidencji zabiegów, zawierającej takie informacje, jak: data wykonania zabiegu, nazwa środka i zawartej w nim substancji czynnej, dawka cieczy roboczej, opis warunków atmosferycznych oraz przyczyna wykonania zabiegu. Nowe techniki i technologie stosowane w budowie i eksploatacji opryskiwaczy przyczyniają się do poprawy bezpieczeństwa stosowania pestycydów, eliminacji zagrożeń oraz wpływu na jakość wykonania oprysku, jednak największą odpowiedzialność za jakość i bezpieczeństwo stosowania pestycydów ponosi rolnik wykonujący zabiegi ochrony roślin.

(załącznik nr 4, pkt. II 2.6., 4.B.33)

Techniczne aspekty ochrony roślin

Elementy ochrony roślin oceniane były również w zakresie dostępnych rozwiązań technicznych, szczególnie wykorzystujących antyznoszeniowe końcówki rozpylające. We współautorskich badaniach oceniano wpływ różnych końcówek rozpylających i sposobów aplikacji preparatów na zdrowotność roślin rolniczych i ogrodniczych, zwłaszcza w uprawach gruntowych. W pracy przedstawiono wyniki doświadczenia polowego ochrony fungicydowej chryzantemy drobnokwiatowej odmiany 'Tripoli Dark'. Do ochrony badanych roślin użyto trzy fungicydy: Dithane NeoTec 75 WG (s. czynna mankozeb), Sumilex 500 SC (s. czynna procymidon), Amistar 250 SC (s. czynna azoksystrobina). Fungicydy były наносzone metodą oprysku z wykorzystaniem dwóch rodzajów rozpylaczy płaskostrumieniowych – klasycznego i antydryfowego. Analizując natomiast stosowanie pestycydów w uprawie fasoli wielokwiatowej zaobserwowano, że nanoszenie fungicydów z wykorzystaniem dwóch rodzajów rozpylaczy ma wpływ na skuteczność zabiegów ochrony, co związane jest ze zdrowotnością roślin i uzyskanym plonem. W przypadku roślin fasoli porażonej przez rdzę fasoli zaobserwowano, że rodzaj rozpylacza nie ma istotnego wpływu na skuteczność zabiegu a wpływ ten związany jest z rodzajem zastosowanego fungicydu – zwłaszcza azoksystrobina, substancja czynna preparatu Amistar 250 SC,

wykazała silny wpływ na zdrowotność roślin fasoli. Podobnie w przypadku chryzantem drobnokwiatowych w uprawie gruntowej fungicyd ten wykazał najlepszą skuteczność bez względu na rodzaj zastosowanej końcówki rozpylającej.

(załącznik nr 4, pkt. II 2.6, 4.B.12, 4.B.13, 4.B.21, 4.C.1, 4.C.2)

Współpraca naukowa z ośrodkami krajowymi

Katedra Fizjologii Roślin Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie

Badania dotyczyły wpływu zdrowotności chryzantem na parametry fotosyntezy. Temat ten omówiono w publikacji:

Kopacki M., Wagner A., Michałek W. 2016. Pathogenicity of *Fusarium oxysporum*, *Fusarium avenaceum* and *Sclerotinia sclerotiorum* and its effect on photosynthetic activity of chrysanthemum plant Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus, 15(3), 59-70. (IF₂₀₁₆=0,523, MNiSW₂₀₁₆=20) (zał. 4, pkt. II 4.A.1)

Katedra Ekonomii i Agrobiznesu UP Lublin

Badania dotyczyły oceny katalazy w glebie, w której uprawiany był szarłat. Temat ten omówiono w publikacji:

Skwaryło-Bednarz B., Jamiołkowska A., Kopacki M., Patkowska E., Golan K., Krasowska P., Klikocka H. 2022. Assessment of catalase soil activity under amaranth cultivation not exposed to chemical protection method Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus, 21(5), 101-110. <https://doi.org/10.24326/asphc.2022.5.9>. (IF₂₀₂₂=0,695, MNiSW₂₀₂₂=100). (zał. 4, pkt. II 4.A.15)

Katedra Architektury Krajobrazu UP Lublin

Badania dotyczyły symboliki roślin biblijnych w nasadzeniach w pobliżu obiektów sakralnych i troską o zachowanie bioróżnorodności.

Temat ten omówiono w publikacjach:

Dudkiewicz M., Kopacki M., Iwanek M., Hortyńska P. 2021. Problemy zachowania bioróżnorodności na przykładzie wybranych miast Polski. Agron. Sci. 76 (1), 67-84. https://doi.org/10.24326/a_2021.1.5. (IF₂₀₂₁=0, MNiSW₂₀₂₁=70) (zał. 4, pkt. II 4.B.30)

Moryc C., Kopacki M., Dudkiewicz M. 2022. The project of the biblical garden of prayer in the Jerusalem of Szarhorod in Ukraine in the context of the Calvary tradi-

tion and the challenges of religious tourism. Ann. Warsaw Univ. of Life Sci. – SGGW, Horticult. Landsc. Architect. 17-45. <https://doi.org/10.22630/AHLA.2021.42.2>. (IF₂₀₂₂=0, MNiSW₂₀₂₂=20 pkt.) (**zał. 4, pkt. II 4.B.31**)

Katedra Biologicznych Podstaw Technologii Żywności i Pasz Wydział Inżynierii Produkcji, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Badania dotyczyły wpływu podkładek, ściółkowania i mikoryzy na rozwój drzewek jabłoni odmiany Šampion.

Temat ten omówiono w publikacji:

Kiczorowski P., Kopacki M., Kiczorowska B. 2018. The response of Šampion trees growing on different rootstocks to applied organic mulches and mycorrhizal substrate in the orchard. Sci. Hortic. 241, 267-274. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.07.003>. (IF₂₀₁₈=1,961, MNiSW₂₀₁₈=35) (**zał. 4, pkt. II 4.A.5**)

Katedra Eksploatacji Maszyn i Zarządzania Procesami Produkcyjnymi Procesów, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Badania dotyczyły wpływu różnych końcówek rozpylających na jakość oprysku oraz zdrowotność i parametry biometryczne chryzantem w uprawach gruntowych. Analizowano też wpływ odpowiedniego przygotowania sprzętu ochrony roślin na jakość wykonywanych zabiegów opryskiwania.

Temat ten omówiono w publikacjach:

Kopacki M., Parafiniuk S., Skwaryło-Bednarz B. 2018. Fungi colonizing chrysanthemums plants cultivated in the field in different protection system. Fresenius Environ. Bull. 27(5), 2751-2760. (IF₂₀₁₈=0,691, MNiSW₂₀₁₈=15) (**zał. 4, pkt. II 4.A.4**)

Parafiniuk S., Milanowski M., Kopacki M. 2018. Zasady przygotowania sprzętu i bezpiecznego wykonywania zabiegów ochrony roślin. W: Środowiskowe, ekonomiczne i jakościowe aspekty produkcji rolniczej. A. Kocira, E. Stamirowska-Krzaczek (red.), Chełm, Wyd. Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej w Chełmie, 181-193, ISBN: 978-83-948811-4-6. (IF₂₀₁₈=0, MNiSW₂₀₁₈=5) (**zał. 4, pkt. II 4.B.21**)

Katedra Biotechnologii, Mikrobiologii i Żywności Człowieka Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Badania dotyczyły szeroko rozumianych aspektów uprawy i wpływu szarłat na właściwości gleby, szczególnie enzymatyczne i antyoksydacyjne.

Temat ten omówiono w publikacjach:

Skwaryło-Bednarz B., Krzepiło A., Jamiołkowska A., Kopacki M., Patkowska E. 2019. Total antioxidant activity of varying quality soil. *Fresenius Environ. Bull.* 28(6), 4523-4528. (IF₂₀₁₉=0,553, MNiSW₂₀₁₉=20) **(zał. 4, pkt. II 4.A.7)**

Skwaryło-Bednarz B., Stępnia P.M., Jamiołkowska A., Kopacki M., Krzepiło A., Klikocka H. 2020. The amaranth seeds as a source of nutrients and bioactive substances in human diet. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus* 19(6), 153-164. <https://doi.org/10.24326/asphc.2020.6.13>. (IF₂₀₂₀=0,673, MNiSW₂₀₂₀=100) **(zał. 4, pkt. II 4.A.9)**

Skwaryło-Bednarz B., Krzepiło A., Jamiołkowska A., Kopacki M., Prażak R., Molas J., Brodowska M. 2020. The influence of habitat, cultivar and stage of development on dehydrogenase activity and selected chemical parameters in soil under cultivation of amaranth (*Amaranthus cruentus* L.) *Fresenius Environ. Bull.* 29(9), 7185-7190. (IF₂₀₂₀=0,489, MNiSW₂₀₂₀=20) **(zał. 4, pkt. II 4.A.10)**

Katedra Analizy i Oceny Jakości Żywności Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie

Badania dotyczyły oceny *in vitro* wpływu wyciągów z wybranych gatunków roślin na 3 gatunki grzybów patogenicznych.

Temat ten omówiono w publikacji:

Kursa W., Jamiołkowska A., Skwaryło-Bednarz B., Kowalski R., Wyrostek J., Patkowska E., Kopacki M. 2022. In vitro efficacy of herbal plant extracts on some phytopathogenic fungi. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*, 21(6), 79–90. <https://doi.org/10.24326/asphc.2022.6.7>. (IF₂₀₂₂=0,695, MNiSW₂₀₂₂=100) **(zał. 4, pkt. II 4.A.16)**

Politechnika Lubelska, Katedra Elektrotechniki i Elektrotechnologii

Wieloletnie badania w oparciu o umowę podpisaną pomiędzy Politechniką Lubelską a UP Lublin w 2015 r.) nad wykorzystaniem ozonu i plazmy niskotemperaturowej w ochronie roślin były omówione w następujących publikacjach:

Kopacki M., Starek A., Kiczorowski P., Pawłat J., Diatczyk J. 2017. Efficacy of ozone fumigation to control *Eupteryx decemnotata* in rosemary growing under cover. W: International Conference on Electromagnetic Devices and Processes in Environment Protection with Seminar Applications of Superconductors (ELMECO & AoS), Nałęczów, 3-6.12.2017, IEEE, 2017. <https://doi.org/10.1109/ELMECO.2017.8267738>. (IF₂₀₁₇=0, MNiSW₂₀₁₇=15) **(zał. 4, pkt. II 4.C.3)**

Kopacki M., Pawłat J., Terebun P., Kwiatkowski M., Starek A., Kiczorowski P. 2017. Efficacy of non-thermal plasma fumigation to control fungi occurring on onion seed W: International Conference on Electromagnetic Devices and Processes in Environment Protection with Seminar Applications of Superconductors (ELMECO & AoS), Nałęczów, 3-6.12.2017, IEEE, 2017. <https://doi.org/10.1109/ELMECO.2017.8267746>. (IF₂₀₁₇=0, MNiSW₂₀₁₇=15) **(zał. 4, pkt. II 4.C.4)**

Pawłat J., Terebun P., Kwiatkowski M., Kiczorowski P., Starek A., Andrejko D., Kopacki M. 2017. Effects of helium-air Rf plasma jet on onion seedling growth W: International Conference on Electromagnetic Devices and Processes in Environment Protection with Seminar Applications of Superconductors (ELMECO & AoS), Nałęczów, 3-6.12.2017, IEEE, 2017. <https://doi.org/10.1109/ELMECO.2017.8267750>. (IF₂₀₁₇=0, MNiSW₂₀₁₇=15) **(zał. 4, pkt. II 4.C.5)**

Pawłat J., Terebun P., Kwiatkowski M., Starek A., Kiczorowski P., Andrejko D., Kopacki M. 2017. Effects of Helium-Air RF plasma jet on onion seeds' germination. W: International Conference on Electromagnetic Devices and Processes in Environment Protection with Seminar Applications of Superconductors (ELMECO & AoS), Nałęczów, 3-6.12.2017, IEEE, 2017. <https://doi.org/10.1109/ELMECO.2017.8267743>. (IF₂₀₁₇=0, MNiSW₂₀₁₇=15) **(zał. 4, pkt. II 4.C.6)**

Kopacki M., Pawłat J., Skwaryło-Bednarz B., Jamiołkowska A., Stępiak P.M., Kiczorowski P., Golan K. 2021. Physical crop postharvest storage and protection method *Agronomy-Basel* 11(1), 93. <https://doi.org/10.3390/agronomy11010093>. (IF₂₀₂₁=3,949, MNiSW₂₀₂₁=100) **(zał. 4, pkt. II 4.A.11)**

Terebun P., Kwiatkowski M., Hensel K., Kopacki M., Pawłat J. 2021. Influence of plasma activated water generated in a gliding arc discharge reactor on germination

of beetroot and carrot seed Appl. Sci. 11(13), 6164. <https://doi.org/10.3390/app11136164>. (IF₂₀₂₁=2,838, MNiSW₂₀₂₁=100) **(zał. 4, pkt. II 4.A.13)**

Pawłat J., Starek-Wójcicka A., Kopacki M., Terebun P., Kwiatkowski M., Sujak A., Pascuzzi, Santoro F., Andrejko D. 2022. Germination energy, germination capacity and microflora of *Allium cepa* L. seeds after RF plasma conditioning. *Energies* 15, 7687. <https://doi.org/10.3390/en15207687>. (IF₂₀₂₂=3,252, MNiSW₂₀₂₂=140) **(zał. 4, pkt. II 4.A.14)**

Ogród Botaniczny Uniwersytetu Marii-Curie Skłodowskiej w Lublinie

Badania nad zdrowotnością paciorecznika ogrodowego *Canna* sp. i podatnością na patogeny grzybowe wybranych odmian z kolekcji Ogródu Botanicznego były omówione w publikacjach:

Kopacki M., Szmagara M., Jamiołkowska A., Skwaryło-Bednarz B., Rysiak K., Marcinek B. 2019. The effect of fungal activity on photosynthetic parameters of different canna cultivars under field condition *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus* 18(3), 201-210. <https://doi.org/10.24326/asphc.2019.3.19>. (IF₂₀₁₉=0,616, MNiSW₂₀₁₉=100) **(zał. 4, pkt. II 4.A.6)**

Szmagara M., Kopacki M., Skwaryło-Bednarz B., Jamiołkowska A., Marcinek B., Rysiak K., Szmagara A. 2023. Assessment of biometric parameters and health of canna's cultivars as plant useful in phytoremediation of degraded agrocenoses. *Agriculture* 2023, 13, 157. <https://doi.org/10.3390/agriculture13010157> (IF₂₀₂₃=3,408, MNiSW₂₀₂₃=100) **(zał. 4, pkt. II 4.A.17)**

Badania nad uprawą tulipanów, zasiedlaniem ich przez patogeny grzybowe oraz podatnością na patogeny wybranych odmian z kolekcji Ogródu Botanicznego UMCS przedstawiono w publikacji:

Rysiak K., Kopacki M. 2018. Próba oceny przydatności wybranych tulipanów do nasadzeń miejskich. W: *Ozdobne rośliny cebulowe - produkcja i zastosowanie*. D. Sochacki, J. Rabiza-Świder, E. Skutnik (red.), Warszawa, Wyd. SGGW, 116-124, ISBN: 978-83-914548-5-5. (IF₂₀₁₈=0, MNiSW₂₀₁₈=0) **(zał. 4, pkt. II 2.5)**

Badania nad zasiedlaniem *Tithonia rotundifolia* przez patogeny grzybowe wybranych odmian z kolekcji Ogrodu Botanicznego były omówione w publikacji:

Kopacki M., Rysiak. K., Szmagara M. 2017. Walory dekoracyjne i zdrowotność *Tithonia rotundifolia* (Mill.) F. Blake w nasadzeniach miejskich. Ann. Hort. 27 (4), 7-18. <http://dx.doi.org/10.24326/ah.2017.4.1>. (IF₂₀₁₇=0, MNiSW₂₀₁₇=6) **(zał. 4, pkt. II 4.B.18)**

Katolicki Uniwersytet Lubelski

Badania dotyczyły symboliki roślin biblijnych w nasadzeniach w pobliżu obiektów sakralnych i troską o zachowanie bioróżnorodności. Tematy te omówiono w publikacjach:

Kopacki M., Moryc C. 2015. Projekt pustelni i ogrodu zakonnego na terenie kalwarii plenerowej w Szarogrodzie w kontekście franciszkańskiej tradycji eremickiej. W: Na pograniczach. Szanse i zagrożenia społeczne. P. Frączek, J. Karolczuk (red.), Sanok, PWSZ im. Jana Grodka w Sanoku, 219-232. (IF₂₀₁₅=0, MNiSW₂₀₁₅=0) **(zał. 4, pkt. II 2.2)**

Moryc C., Kopacki M. 2015. Odzyskiwanie sacrum. Aranżacja franciszkańskiej kalwarii plenerowej w Szarogrodzie. W: Człowiek w przestrzeni sakralnej. Liturgia i sztuka. Ryba G. (red.), 146-162, ISBN: 978-83-7996-111-5. (IF₂₀₁₅=0, MNiSW₂₀₁₅=0) **(zał. 4, pkt. II 2.3)**

Moryc C., Kopacki M., Dudkiewicz M. 2022. The project of the biblical garden of prayer in the Jerusalem of Szarhorod in Ukraine in the context of the Calvary tradition and the challenges of religious tourism. Ann. Warsaw Univ. of Life Sci. – SGGW, Horticult. Landsc. Architect. 17-45. <https://doi.org/10.22630/AHLA.2021.42.2>.

(IF₂₀₂₂=0, MNiSW₂₀₂₂=20 pkt.) **(zał. 4, pkt. II 4.B.30)**

Instytut Uprawy i Nawożenia Puławy

Badania dotyczyły wykorzystania mikoryzy do poprawienia biofortyfikacji roślin uprawnych, tematy te zostały omówione w następujących publikacjach:

Jamiołkowska A., Księżniak A., Hetman B., Kopacki M., Skwaryło-Bednarz B., Gałązka A., Hammod Thanoon A. 2017. Interactions of arbuscular mycorrhizal fungi with plants and soil microflora. Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus 16(5), 89-95. (IF₂₀₁₇=0,448, MNiSW₂₀₁₇=20) **(zał. 4, pkt. II 4.A.2)**

Jamiołkowska A., Księżniak A., Gałązka A., Hetman B., Kopacki M., Skwaryło-Bednarz A. 2018. Impact of abiotic factors on development of the community of Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) in the soil. *Int. Agrophys.* 32(1), 133-140. <https://doi.org/10.1515/intag-2016-0090>. (IF₂₀₁₈=1,227, MNiSW₂₀₁₈=25) **(zał. 4, pkt. II 4.A.3)**

Jamiołkowska A., Skwaryło-Bednarz B., Patkowska E., Buczkowska H., Gałązka A., Grządziel J., Kopacki M. 2020. Effect of Mycorrhizal Inoculation and Irrigation on Biological Properties of Sweet Pepper Rhizosphere in Organic Field Cultivation. *Agronomy-Basel* 10(11), 1693. <https://doi.org/10.3390/agronomy10111693>. (IF₂₀₂₀=3,417, MNiSW₂₀₂₀=100) **(zał. 4, pkt. II 4.A.8)**

Współpraca naukowa z ośrodkami zagranicznymi

University of Mosul, Mosul, Iraq

Publikacja będące efektem współpracy:

Jamiołkowska A., Księżniak A., Hetman B., Kopacki M., Skwaryło-Bednarz B., Gałązka A., Hammood Thanoon A. 2017. Interactions of arbuscular mycorrhizal fungi with plants and soil microflora. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus* 16 (5): 89-95. (IF₂₀₁₇=, MNiSW₂₀₁₇=20) **(zał. 4, pkt. II 4.A.2)**

Department of Forestry, Institute of Forestry and Park Gardening, Ukrainian National Forestry University, Lwów, Ukraina (wspólne badania były efektem stażu naukowego we Lwowie w 2019 r., jednak aktualnie nie są kontynuowane w związku z wojną toczącą się na Ukrainie). W wyniku współpracy powstała następująca publikacja:

Kopacki M., Skwaryło-Bednarz B., Jamiołkowska A., Matsiakh I., Sokołowski W. 2021. Przegląd gatunków derenia ze szczególnym uwzględnieniem jego agrofagów i ochrony w miejskich terenach zieleni. *Aura* 1: 14-19. (IF₂₀₂₁=0, MNiSW₂₀₂₁=5) **(zał. 4, pkt. II 4.B.27)**

Department of Environmental Physics, Comenius University, Bratislava, Slovakia

W wyniku współpracy powstała następująca publikacja:

Terebun P., Kwiatkowski M., Hensel K., Kopacki M., Pawłat J. 2021. Influence of plasma activated water generated in a gliding arc discharge reactor on germination of beetroot and carrot seeds. *Appl. Sci.-Basel* 2021 11(3): Article number 6164. (IF₂₀₂₁= 2,838, MNiSW₂₀₂₁=100) (**zał. 4, pkt. II 4.A.13**)

Department of Agronomy, University of Cordoba, Cordoba, Spain

W wyniku współpracy powstała następująca publikacja:

Golan K., Jurado I.G., Kot I., Górską-Drabik E., Kmieć K., Łagowska B., Skwaryło-Bednarz B., Kopacki M., Jamiołkowska A. 2021. Defense responses in the interactions between medicinal plants from *Lamiaceae* family and the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch. (Acari: Tetranychidae). *Agronomy*, 11(3), 438. <https://doi.org/10.3390/agronomy11030438>. (IF₂₀₂₁= 3,949, MNiSW₂₀₂₁=100) (**zał. 4, pkt. II 4.A.12**)

Department of Agricultural and Environmental Science, University of Bari Aldo Moro, Bari, Italy

W wyniku współpracy powstała następująca publikacja:

Pawłat J., Starek-Wójcicka A., Kopacki M., Terebun P., Kwiatkowski M., Sujak A., Pascuzzi S., Santoro F., Andrejko D. 2022. Germination energy, germination capacity and microflora of *Allium cepa* L. seeds after RF Plasma Conditioning. *Energies* 2022, 15, 7687. (IF₂₀₂₂=3,252, MNiSW₂₀₂₂=140) (**zał. 4, pkt. II 4.A.14**)

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

5.1. Osiągnięcia dydaktyczne

5.1.1. Prowadzenie przedmiotów na stacjonarnych i niestacjonarnych kierunkach studiów: Ogrodnictwo, Zielarstwo i Fitoprodukty, Architektura Krajobrazu, Ochrona Roślin i Kontrola Fitosanitarna, Rolnictwo.

5.1.2. Opracowanie modułów kształcenia przedmiotów:

- Nowe tendencje w ochronie terenów zieleni
- Ochrona upraw leśnych
- Pestycydy i ekologiczne skutki ich stosowania
- Integrowana ochrona roślin

- Konwencjonalne i niekonwencjonalne metody ochrony roślin w terenach zurbanizowanych
- Metody i technika ochrony roślin
- BHP z ergonomią
- Integrowana ochrona roślin
- Ochrona roślin. Metody i środki
- Pestycydy i ekologiczne skutki ich stosowania
- Nowe tendencje w ochronie terenów zieleni
- Historia ochrony roślin
- Programy komputerowe w ochronie roślin
- Praktikum z ochrony roślin i kontroli fitosanitarnej
- Plant Protection Management (w języku angielskim)
- Plant Protection (w języku angielskim w programie Erasmus)
- Ochrona roślin (w języku rosyjskim)
- Nowe tendencje w ochronie roślin
- Podstawy integrowanej ochrony roślin

5.1.3. Opieka naukowa nad studentami

5.1.3.1. Kierowałem pracami inżynierskimi i magisterskimi na kierunku Ogrodnictwo, Ochrona Roślin i Kontrola Fitosanitarnej, Ziolarstwo i Fitoprodukty, Architektura Krajobrazu oraz Rolnictwo:

- liczba zakończonych prac dyplomowych magisterskich: 32
- liczba zakończonych prac dyplomowych inżynierskich: 35
- wykonanie recenzji prac dyplomowych (magisterskich i inżynierskich): 9

5.1.3.2. Współorganizowałem Studenckie Naukowe Koło Ochrony Roślin SKOREK w 2015 r.:

- pod moją opieką studenci należący do Koła Naukowego Ogrodników prezentowali wyniki badań na czterech Konferencjach Międzynarodowych i Krajowych;
- wielokrotnie organizowaliśmy i uczestniczyliśmy w prezentacji stoiska wystawowego na Lubelskim Festiwalu Nauki oraz Dni Otwartych UP Lublin;

W wyniku współpracy ze studentami powstała publikacja:

Kaca Ł., Kostka K., Kopacki M., Orłowska W. 2018. Wpływ wprowadzania zasad Integrowanej Ochrony Roślin na występowanie niedozwolonych pozostałości pestycydów w wybranych gatunkach roślin sadowniczych. W: Badania i rozwój młodych naukowców w Polsce 2018. Materiały konferencyjne - wiosna. Część czwarta - Lublin. J. Nyckowiak, J. Leśny (red.), s. 48, Wyd. Młodzi Naukowcy, Poznań, 2018.

5.1.3.3. Zgodnie z uchwałą Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo zostałem powołany jako promotor pomocniczy do opieki nad przewodem doktorskim mgr inż. Patrycji Marii Krasowskiej (do 04.05.2021 r. Stępiak). Otwarcie przewodu nastąpiło 15.03.2019 r., zakończyło się obroną pracy doktorskiej pt. „Wpływ zróżnicowanego nawożenia NPK i odmiany na wielkość, jakość i zdrowotność plonu nasion szarłatki uprawnej” w 2022 r.

5.1.3.4. W ramach programu „Erasmus +” prowadziłem zajęcia w języku angielskim (wykłady i ćwiczenia) z przedmiotu Plant Protection Management ze studentami z następujących krajów: Turcja – 9 studentów, Włochy – 1 student, Hiszpania – 1 student, Albania – 1 student, Azerbejdżan – 1 student.

5.2. Osiągnięcia organizacyjne

5.2.1. Uczestniczyłem w organizacji kierunku Ochrona Roślin i Kontrola Fitosanitarna (I i II stopień) na Wydziale Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu;

5.2.2. Uczestniczyłem w przygotowaniu programu Podyplomowego Studium Integrowanej Produkcji Roślin;

5.2.3. Byłem członkiem Komisji Wydziałowej ds. Krajowych Ram Kwalifikacji w latach 2012-2014.

5.3. Popularyzowanie nauki i sztuki

5.3.1. Wygłaszanie wykładów, prelekcji, doniesień i komunikatów na konferencjach i seminariach szkoleniowych

5.3.1.1. Działalność w Stowarzyszeniu Inżynierów i Techników Ogrodnictwa SITO NOT, oddział Lublin

Po reaktywacji Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Ogrodnictwa NOT w Lublinie w 2002 r. (z inicjatywy prof. dr hab. Jerzego Hetmana) zaangażowałem się w działania Stowarzyszenia jako członek Zarządu. Aktywnie uczestniczę w organizowanych cyklicznie konferencjach dla producentów, a także w organizowanych przez stowarzyszenie szkoleniach i wyjazdach zarówno krajowych, jak i zagranicznych. Organizowane liczne szkolenia i wydarzenia integrują środowisko producentów roślin ogrodniczych, florystów, architektów krajobrazu, arborystów, handlowców i świat nauki (**zał. 4, punkt III, 2.6**).

5.3.1.2. Wykłady dla użytkowników działek zrzeszonych w Polskim Związku Działkowców

Ważnym elementem mojej pracy badawczo-dydaktycznej jest działalność popularyzująca naukę. W ramach współpracy z Polskim Związkiem Działkowców wykonywałem liczne konsultacje, porady i prezentacje dotyczące ochrony roślin, bezpiecznego stosowania pestycydów oraz zachowania bioróżnorodności w ekosystemach. Za szczególnie ważne wydarzenia uważam prelekcje i warsztaty dla służby instruktorskiej PZD (**zał. 4, punkt III, 2.7**).

Elementem popularyzacji wiedzy związanej z ochroną roślin były artykuły popularno-naukowe, zwłaszcza cztery artykuły w czasopiśmie „Działkowiec” (**zał. 4, punkt III, 2.7.4, 2.7.8, 2.7.9, 2.7.10**).

5.3.1.3. Prelekcje i konsultacje związane z ogrodnictwem, zachowaniem bioróżnorodności i ochrony roślin dla parafii i klasztorów

Prowadziłem liczne prelekcje dotyczące ogrodnictwa, symboliki roślin biblijnych, zachowania bioróżnorodności i ochrony roślin dla klasztorów i parafii w Lublinie oraz w Skępem i Sanoku (**zał. 4, punkt III, 2.11**).

5.3.1.4. Uczestnictwo w Lubelskim Festiwalu Nauki

Byłem kierownikiem projektów lub członkiem zespołu przygotowującego projekty na Lubelski Festiwal Nauki. Wielokrotnie uczestniczyłem w wydarzeniu jako wystawca omawiający problemy ochrony roślin. W 2010 r. pełniłem funkcję Wydziałowego Koordynatora VII Lubelskiego Festiwalu Nauki (18-24 września 2010 r.) (**zał. 4, punkt III, 2.9**).

5.3.1.5. Dni Otwarte Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie

W ramach Dni Otwartych UP prowadziłem lub współprowadziłem liczne wykłady i warsztaty prezentujące zaplecze naukowo-dydaktyczne Uczelni (**zał. 4, punkt III, 2.8**).

5.3.1.6. Dni Botaniki UMCS

W ramach Dni Botaniki UMCS 07.08.2022 prowadziłem wykład – „Zachowanie bioróżnorodności w ochronie roślin” oraz warsztaty „Budowa domków dla owadów pożytecznych”.

5.3.1.7. Wykłady dla Uniwersytetu Trzeciego Wieku

W latach 2012-2022 wygłaszałem, ciesząc się dużym zainteresowaniem, wykłady dla studentów Lubelskiego Uniwersytetu Trzeciego Wieku z zakresu ochrony roślin.

6. Inne informacje, dotyczące kariery zawodowej

- 6.1.** Byłem wykonawcą w projekcie EkoEdu UP: „Podnoszenie świadomości młodzieży oraz profesjonalnych i nieprofesjonalnych producentów rolnych z zakresu celów i zadań ekologicznej produkcji roślinnej funkcjonującej zgodnie z zasadami dobrej praktyki rolniczej jako szansy dla poprawy jakości środowiska przyrodniczego i zdrowia środowiskowego człowieka – działania teoretyczne i praktyczne”, realizowanego w okresie 01.07-15.11.2021(**zał. 4, punkt III, 9.4**).
- 6.2.** W mojej dotychczasowej działalności wykonałem recenzje publikacji naukowych – 4 w publikacjach z IF oraz 3 z Listy B. (**zał. 4, punkt III, 13.1-13.7**).
- 6.3.** Uczestniczyłem jako autor lub współautor w 65 wystąpieniach na krajowych i zagranicznych konferencjach naukowych, na których prezentowałem wyniki badań w formie referatów lub posterów (**zał. 4, punkt III 7.1-7.65**).
- 6.4.** W 2021 r. brałem czynny udział w przygotowaniach Konferencji „Bioprotection – Global Plant Health and Product Safety” Lublin, 22-24.09.2021 jako członek Komitetu Organizacyjnego, Komitetu Naukowego oraz przewodniczący Sekcji (**zał. 4, punkt III 8.1**).

- 6.5.** Od 1996 r. należę do Polskiego Towarzystwa Fitopatologicznego oddział Lublin (od 2020 r. uczestniczę w pracach jako członek Komisji Rewizyjnej), natomiast od 2020 r. należę do Polskiego Towarzystwa Nauk Ogrodniczych (**zał. 4, punkt III 10.1-10.3**)
- 6.6.** Na podstawie pozwolenia uzyskanego w 2000 r. od Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Roślin i Nasiennictwa w Lublinie na prowadzenie szkoleń dających uprawnienia (certyfikat) na stosowanie środków ochrony roślin oraz certyfikat na obrót środkami ochrony roślin (obecnie: doradztwo w ochronie roślin) w omawianym okresie uprawnienia powyższe uzyskało ponad 1000 osób. Byli to studenci wydziałów: Ogrodniczego, Agrobioinżynierii, Inżynierii Produkcji, Nauk Rolniczych w Zamościu, Biologii i Hodowli Zwierząt oraz pracownicy naukowcy i pracownicy zakładów doświadczalnych UP Lublin
- 6.7.** Od początku mojej pracy staram się podwyższać swoje kompetencje w omówionych wcześniej obszarach. Uczestniczyłem w 17 szkoleniach i warsztatach (**zał. 3, strona 4-5**)
- 6.8.** Byłem członkiem jury oceniającego uczestników VII edycji Targów Ogrodniczych EDEN 2011 (14-15.05.2011 r.) oraz członkiem jury Wystawy Ogrodniczej „Eden” (19.05.2013 r.) (**zał. 4, punkt III 6.9, 6.10**)
- 6.9.** W ramach działalności popularyzatorskiej występowałem kilkakrotnie w Radio Lublin oraz w TVP Lublin. Prowadzę także, wraz z pracownikami Katedry Ochrony Roślin, 4 strony typu Fanpage związane z ochroną roślin i ochroną bioróżnorodności na portalu Facebook (**zał. 4, punkt III 2.10**)
- 6.10.** Kilkakrotnie byłem członkiem Komisji Egzaminacyjnych z praktyki zawodowej na kierunku Ogrodnictwo oraz opiekunem roku na kierunku Ogrodnictwo, studia stacjonarne i niestacjonarne w 2017 r.

Otrzymane nagrody i wyróżnienia

1. Nagroda indywidualna III stopnia za wyróżniającą się rozprawę doktorską pt. „Grzyby zasiedlające korzenie i podstawę pędu chryzantemy *Dendranthema grandiflora* Tzvelev uprawianej pod osłonami”. Akademia Rolnicza w Lublinie, 2005 r.
2. Nagroda grupowa III stopnia za działalność organizacyjną w 2010 r. Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, 2011 r.

3. Nagroda jubileuszowa w związku z upływem 20-letniego okresu pracy zawodowej, 2012 r.
4. Nagroda jubileuszowa w związku z upływem 25-letniego okresu pracy zawodowej, 2017 r.
5. Brązowy medal za długoletnią służbę, 2017 r.
6. Nagroda indywidualna III stopnia za działalność naukową w latach 2015-2017, 2018 r.
7. Indywidualna nagroda rektora UP Lublin III stopnia za osiągnięcie naukowe w 2018 r. – cykl zgłoszeń patentowych, 2018 r.
8. Nagroda indywidualna rektora UP Lublin III stopnia za osiągnięcia naukowe w latach 2018-2019, 2020 r.
9. Nagroda jubileuszowa w związku z upływem 30-letniego okresu pracy zawodowej, 2022 r.

Mój dorobek publikacyjny obejmuje, łącznie z monografią dokumentującą osiągnięcie naukowe, 118 pozycji. W tej liczbie znajduje się 17 oryginalnych prac twórczych z IF, 1 monografia, 11 rozdziałów w monografiach oraz wiele innych prac naukowych, komunikatów oraz streszczeń w materiałach konferencyjnych i z sympozjów, 6 artykułów popularnonaukowych, a także publikacje w branżowych materiałach konferencyjnych i szkoleniowych.

Zestawienie dorobku w zakresie osiągnięć naukowo – badawczych

Spośród wszystkich oryginalnych prac twórczych 17 opublikowano w recenzowanych czasopismach naukowych z listy JCR. Pozostałe prace, opublikowano poza listą JCR, tj. w czasopismach recenzowanych z listy B wykazu czasopism punktowanych MNiSW. Według ujednoliconego wykazu czasopism punktowanych MNiSW uzyskałem łącznie 1639 punkty, zgodnie z rokiem wydania, w tym 80 pkt. za monografię stanowiącą osiągnięcie naukowe.

Na podstawie danych z JCR współczynnik wpływu IF wszystkich prac wynosi 29,384. Sumaryczna liczba cytowań wg Web of Science wynosi 82. Indeks Hirscha wg Web of Science wynosi 5. Spośród wszystkich oryginalnych publikacji, 25 opublikowano w języku angielskim a pozostałe w języku polskim. Wyniki badań prezentowałem na konferencjach i sympozjach naukowych. Sumaryczne zestawienie

informacji na temat dorobku naukowo-badawczego oraz wskaźników dokonań naukowych ujęto w formie tabelarycznej (tab. 1).

Tab. 1. Sumaryczne zestawienie czasopism, w których opublikowano prace naukowe wraz z IF oraz liczbą punktów przysługującą za publikacje w tych czasopismach (z uwzględnieniem monografii stanowiącej osiągnięcie naukowe)

Liczba dokonań			Sumaryczna liczba punktów		Sumaryczny IF wg roku opublikowania	
	Przed doktorem	Po doktoracie	Przed doktorem	Po doktoracie	Przed doktorem	Po doktoracie
Publikacje						
Artykuły z listy JCR	-	17	-	1195	-	29,384
Artykuły z listy MNiSW nie posiadające współczynnik wpływu IF	4	31	1	213	-	-
Monografia		1		80		
Rozdział w monografii	-	11	-	150	-	-
Łącznie	4	60	1	1638	0	29,384
	64		1639		29,384	
Wskaźnik cytawalności (*bez autocytowań)						
Baza	Liczba dokonań		Indeks <i>H</i>		Liczba cytowań	
Web of Science*	21		5		82	
Scopus*	19		6		104	
Google Scholar	68		8		240	

.....

(podpis wnioskodawcy)