

ZAŁĄCZNIK 2a



**WYDZIAŁ
OGRODNICTWA I ARCHITEKTURY
KRAJOBRAZU**

AUTOREFERAT

DR INŻ. IZABELA KOT

UNIWERSYTET PRZYRODNICZY w LUBLINIE
Wydział Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu

Katedra Ochrony Roślin, Zakład Entomologii

Lublin 2019

SPIS TREŚCI

1. Informacje dotyczące wykształcenia i przebiegu zatrudnienia	3
1.1. Dane osobowe	3
1.2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe	3
1.3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu	4
2. Wykazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2016 r. poz. 882 ze zm. W Dz. U. z 2016 r. poz. 1311.)	4
2.1. Tytuł osiągnięcia naukowego	4
2.2. Publikacje składające się na osiągnięcie naukowe	4
3. Omówienie celu naukowego w/w prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania	5
3.1. Wprowadzenie	5
3.2. Cel naukowy	8
3.3. Omówienie osiągniętych wyników z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania	9
4. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych	23
4.1. Rozwój zawodowy i naukowy przed uzyskaniem stopnia doktora nauk rolniczych	23
4.2. Rozwój zawodowy i naukowy po uzyskaniu stopnia doktora nauk rolniczych	24
5. Podsumowanie osiągnięć naukowo-badawczych, dydaktycznych i popularyzujących naukę	32

1. INFORMACJE DOTYCZĄCE WYKSZTAŁCENIA I PRZEBIEGU ZATRUDNIENIA

1.1. DANE OSOBOWE

IMIĘ I NAZWISKO: IZABELA KOT

ADRES SŁUŻBOWY: Katedra Ochrony Roślin, Zakład Entomologii
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin

TELEFON: 81-52-48-102

EMAIL: izabela.kot@up.lublin.pl

1.2. POSIADANE DYPLOMY, STOPNIE NAUKOWE

- 1998:** **magister inżynier ochrony środowiska**, Wydział Biologii i Hodowli Zwierząt Akademii Rolniczej w Lublinie (obecnie Wydział Biologii, Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie);
Tytuł pracy magisterskiej: „Szacunek ładunku Cd, Zn i Pb w glebach użytkowanych rolniczo w środkowej i południowej Polsce w latach 1955-1995”, praca wykonana w Instytucie Gleboznawstwa i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego
Promotor: prof. dr hab. Halina Smal
Recenzent: prof. dr hab. Tadeusz Filipek
- 2003:** **doktor nauk rolniczych w zakresie ogrodnictwa – ochrona roślin, entomologia**, Wydział Ogrodniczy Akademii Rolniczej w Lublinie (obecnie Wydział Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie);
Tytuł rozprawy doktorskiej: „Występowanie motyli zwójkowatych (Lepidoptera, Tortricidae) w sadach jabłoniowych o różnej intensywności ochrony roślin”, praca wykonana w Katedrze Entomologii
Promotor: dr hab. Władysław Huszcza
Recenzenci: prof. dr hab. Bożenna Jaśkiewicz,
prof. dr hab. Kazimierz Wiech

UKOŃCZONE KURSY ZAWODOWE I INNE:

- 1997-1998:** ukończenie Międzywydziałowego Studium Pedagogicznego Akademii Rolniczej w Lublinie
- 2008:** uzyskanie certyfikatu z języka angielskiego na poziomie B2: **TELC ENGLISH B2**

1.3. INFORMACJE O DOTYCHCZASOWYM ZATRUDNIENIU

październik 1998 – czerwiec 2003	studia doktoranckie w Katedrze Entomologii Akademii Rolniczej w Lublinie (obecnie Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie)
sierpień – grudzień 2003	staż zawodowy w Katedrze Entomologii Akademii Rolniczej w Lublinie (obecnie Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie)
listopad 2004 – luty 2005	umowa zlecenie na wykonanie zajęć dydaktycznych w Katedrze Entomologii Akademii Rolniczej w Lublinie (obecnie Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie)
1 kwiecień 2005 – 31 marzec 2006	asystent w Katedrze Entomologii Akademii Rolniczej w Lublinie (obecnie Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie)
1 kwiecień 2006 - obecnie	adiunkt w Katedrze Entomologii Akademii Rolniczej w Lublinie (obecnie Katedra Ochrony Roślin, Zakład Entomologii, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie)

2. WYKAZANIE OSIĄGNIĘCIA wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2016 r. poz. 882 ze zm. W Dz. U. z 2016 r. poz. 1311.)

2.1. TYTUŁ OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO

Osiągnięcie będące podstawą do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego stanowi cykl pięciu publikacji naukowych ujętych pod wspólnym tytułem:

„Wpływ żerowania owadów na zmiany fizjologiczne i biochemiczne roślin żywicielskich na przykładzie modelu galasotwórcze błonkówki – dęby”

2.2. PUBLIKACJE SKŁADAJĄCE SIĘ NA OSIĄGNIĘCIE NAUKOWE

H1. Kot I., Kmiec K., 2013. Galls induced by insects on oaks and elms in the Lublin region, Poland. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Topic:

- Forestry, Vol. 15(3). <http://www.ejpau.media.pl/volume16/issue3/art-04.html> [7 pkt. MNiSW]
- H2. Kot I.,** Jakubczyk A., Karaś M., Złotek U., 2018. Biochemical responses induced in galls of three Cynipidae species in oak trees. *Bulletin of Entomological Research*, 108, 494–500. doi:10.1017/S0007485317001055 [IF = 1,721; 35 pkt. MNiSW]
- H3. Kot. I.,** Rubinowska K., 2018. Physiological response of pedunculate oak trees to gall-inducing Cynipidae. *Environmental Entomology*, 47(3), 669–675. doi: 10.1093/ee/nvy047 [IF = 1,661; 30 pkt. MNiSW]
- H4. Kot I.,** Rubinowska K., Michałek W., 2018. Changes in chlorophyll *a* fluorescence and pigments composition in oak leaves with galls of two cynipid species (Hymenoptera, Cynipidae). *Acta Scientiarum, Polonorum Hortorum Cultus*, 17(6), 147–157. doi: 10.24326/asphc.2018.6.15 [IF = 0,448; 20 pkt. MNiSW]
- H5. Kot I.,** Sempruch C., Chrzanowski G., Czerniewicz P., 2019. Changes in amine levels and amino acid decarboxylase activities induced in galls of three Cynipidae species in oaks. *Biochemical Systematics and Ecology*, 83, 26-32. <https://doi.org/10.1016/j.bse.2018.12.016> [IF = 0,847; 15 pkt. MNiSW]

Oświadczenia Współautorów prac dotyczące ich indywidualnego wkładu w powstanie publikacji zawarto w Załączniku nr 6. Żadna z w/w prac nie była częścią monotematycznego cyklu prac w innym postępowaniu habilitacyjnym.

3. OMÓWIENIE CELU NAUKOWEGO W/W PRAC I OSIĄGNIĘTYCH WYNIKÓW WRAZ Z OMÓWIENIEM ICH EWENTUALNEGO WYKORZYSTANIA

3.1. WPROWADZENIE

Wiele roślinożernych stawonogów może wpływać na przebieg rozwoju zaatakowanych organów roślinnych. Pod wpływem ich żerowania, w tkankach roślinnych następuje przemieszczenie metabolitów i fitohormonów powodując nieprawidłowe wydłużanie komórek i proliferację, a w efekcie powstawanie galasów (Oliveira i in. 2016). Galasy to specyficzne twory, które są traktowane jako nowy organ roślinny będący miejscem żerowania i rozwoju larw. Struktura galasu zależy od gatunku fitofaga, który go powoduje (Stone i in. 2002). Spośród galasotwórczych owadów do najbardziej wyspecjalizowanych należą błonkówki (Hymenoptera) z rodziny galasówkowatych (Cynipidae). Na świecie rodzina ta obejmuje ponad 1300 gatunków, natomiast w Palearktyce notuje się ich co najmniej 163 (Rokas i in. 2003). Troficznie są

one związane przede wszystkim z różnymi gatunkami dębów (*Quercus* spp.), chociaż niektóre gatunki indukują galasy na roślinach zielnych, głównie z rodziny Asteraceae (Melika 2006).

Cykl rozwojowy Cynipidae, określany jako heterogonia, jest obligatoryjną przemianą pokolenia dwupłciowego (♀♂) i jednopłciowego (♀♀) w ciągu roku. Te dwa pokolenia mogą różnić się budową morfologiczną osobników dorosłych, atakowanym organem roślinnym oraz strukturą tworzonych galasów (Harper i in. 2004). Galasy, w których rozwija się pokolenie dwupłciowe występują wiosną i/lub wczesnym latem, natomiast galasy, w których rozwija się pokolenie jednopłciowe pojawiają się późnym latem i jesienią (Stone i in. 2002). Cynipidae indukują galasy o mocno zróżnicowanych morfotypach, które występują na różnych częściach roślin: korzeniach, pędach, liściach, pąkach, kwiatach i owocach (Stone i Schönrogge 2003). Niemniej jednak, wszystkie są archetypem galasów odżywczych zbudowanych z trzech warstw: odżywczej, parenchymatycznej oraz epidermalnej (Oliveira i in. 2016).

Najwcześniejszą odpowiedzią rośliny na indukowanie galasów jest zwiększona produkcja reaktywnych form tlenu (RFT; ang. reactive oxygen species), które mogą powodować szkodliwe utlenianie makromolekuł, w tym kwasów nukleinowych, białek i lipidów (Isaias i Oliveira 2012). Z drugiej strony reaktywne formy tlenu są produkowane w trakcie procesów metabolicznych roślin i mają kluczową rolę w sygnalizacji komórkowej, która może określić zakres różnicowania komórek galasu (Carneiro i in. 2014). Spośród reaktywnych form tlenu, nadtlenek wodoru (H_2O_2) odgrywa ważną rolę w reakcjach obronnych roślin, dzięki swoim specyficznym właściwościom, takim jak relatywnie stabilna forma i możliwość swobodnego przemieszczania. Jednak nadmierna produkcja H_2O_2 w komórkach roślin zwłaszcza w warunkach stresu, prowadzi do pojawienia się wtórnego stresu oksydacyjnego (Maffei i in. 2007). Akumulacja nadtlenu wodoru i pozostałych RFT w komórkach roślinnych zwiększa peroksydację lipidów w błonach komórkowych wpływając na strukturę i przepuszczalność błony oraz zmianę aktywności enzymatycznej (Gill i Tuteja 2010). Nadmierna produkcja reaktywnych form tlenu jest niwelowana przez kilka nieenzymatycznych antyoksydantów (np. kwas askorbinowy, glutation, tokoferol i karotenoidy) oraz liczne enzymy antyoksydacyjne (np. peroksydazy, dysmutazy, katalazę, oksydazę polifenolową). Chronią one komórki roślinne przed uszkodzeniem poprzez zamianę RFT na mniej toksyczne związki (Pandey i in. 2017).

Interakcje między roślinami i owadami, w tym również gatunkami indukującymi galasy, obejmują złożoną sygnalizację metaboliczną w roślinach żywicielskich. Z jednej strony rośliny wytwarzają metabolity wtórne oraz białka, które są toksyczne i/lub repelentne dla roślinożerców (War i in. 2012). Z drugiej strony, reakcje biochemiczne indukowane w roślinie podczas formowania się galasów, obejmują także procesy chroniące potrzeby owadów galasotwórczych, chociażby takie jak akumulacja substancji odżywczych (Giron i in. 2016). Dotyczy to między innymi aminokwasów, z tego względu zmiany w metabolizmie tych związków mogą być ważnym elementem biochemicznej odpowiedzi roślin na obecność owadów galasotwórczych. Z kolei rozkład aminokwasów, jako składników odżywczych dla fitofagów może być związany z aktywnością enzymów biosyntezy poliamin, przede wszystkim dekarboksylazy ornityny (ODC; EC 4.1.1.17) i dekarboksylazy lizyny (LDC; EC 4.1.1.18) (Sempruch i in. 2014). Z kolei dekarboksylaza tyrozyny (TyDC; EC 4.1.1.25) bierze udział w biosyntezie aromatycznych monoamin i klas związków uczestniczących w reakcjach obronnych roślin (Miller-Fleming i in. 2015).

W reakcji na stres biotyczny dochodzi do zmian w zawartości barwników asymilacyjnych, pojawiają się również zmiany w intensywności procesu fotosyntezy (Guidi i Degl'Innocenti 2012). Z drugiej strony, galasy wykazują wysokie zapotrzebowanie na asymilaty, dlatego niektóre gatunki galasotwórcze stymulują intensywność fotosyntezy, a inne ją redukują, co prawdopodobnie zależy od tolerancji rośliny na żerowanie owadów (Nabity i in. 2009, Haiden i in. 2012). Najczęściej stosowaną bezinwazyjną metodą badania zmian w aparacie fotosyntetycznym i efektywności fotosyntezy u roślin wyższych jest analiza fluorescencji chlorofilu *a* (Kalaji i in. 2012).

Poglądy na temat powstawania galasów na przestrzeni lat ulegały zmianie. Wcześniej uważano, że tworzy się on jako reakcja obronna rośliny na żerowanie owada. Natomiast według większości obecnych teorii mówi się o powstawaniu wyrosli jako wyniku manipulacji galasotwórcy rośliną żywicielską. W aspekcie tak przedstawionych informacji uzasadnione było podjęcie kompleksowych badań dotyczących wpływu żerowania owadów galasotwórczych na zmiany fizjologiczne i biochemiczne roślin żywicielskich. Zrozumienie podstaw specyficznej reakcji roślin na żerowanie owadów wnosi istotny wkład w poszerzenie wiedzy z zakresu ekologii na poziomie osobniczym.

Ponadto wybrane do badań gatunki owadów nie były dotychczas w Polsce i na świecie tak szczegółowo analizowane.

3.2. CEL NAUKOWY

Tworzenie galasów wydaje się najbardziej wyspecjalizowaną formą oddziaływania na poziomie owad – roślina, a układ Cynipidae – dęby może być uznany za modelowy do badania interakcji pomiędzy galasotwórcą, a rośliną żywicielską. Wynika to z faktu, że owady te charakteryzują się wysoką specjalizacją pokarmową - są wybitnymi monofagami, a ich galasy są archetypem wysoko wyspecjalizowanych tkanek odżywczych, które tworzą odrębne mikrosiedlisko.

Przedstawiony cykl badań poświęcony jest analizie składu gatunkowego galasotwórczych błonkówek oraz zbadaniu, czy fizjologiczna i biochemiczna odpowiedź rośliny na żerowanie owadów na tej samej roślinie żywicielskiej różni się w zależności od gatunku galasotwórczej błonkówki. Szczegółowymi celami podjętych badań była:

1. Analiza struktury jakościowej i ilościowej galasotwórczych błonkówek z rodziny Cynipidae zasiedlających dęby na stanowiskach o różnym stopniu antropopresji na Lubelszczyźnie;
2. Analiza zmian zachodzących w galasach i liściach z galasami w porównaniu z liśćmi kontrolnymi, aby uzyskać wiedzę na temat interakcji między galasotwórcami, a ich roślinami żywicielskimi. W tym celu zbadano i przeanalizowano:
 - ✓ stan błon cytoplazmatycznych;
 - ✓ zmiany w zawartości H₂O₂;
 - ✓ zmiany aktywności enzymów antyoksydacyjnych: peroksydazy gwajakolowej (GPX) i peroksydazy askorbinianowej (APX);
 - ✓ zmiany w zawartości białek i związków fenolowych;
 - ✓ zmiany aktywności peroksydazy (POD) i oksydazy polifenolowej (PPO);
 - ✓ aktywność roślinnych białek PR (z ang. *Pathogenesis Related*), takich jak chitynaza i β-1,3-glukanaza;
 - ✓ zawartość poliamin i aktywność dekarboksylaz biorących udział w ich biosyntezie;
 - ✓ zmiany w zawartości barwników fotosyntetycznych;
 - ✓ intensywność fluorescencji chlorofilu *a*.

3.3. OMÓWIENIE OSIĄGNIĘTYCH WYNIKÓW Z OMÓWIENIEM ICH EWENTUALNEGO WYKORZYSTANIA

Struktura jakościowa i ilościowa galasotwórczych błonkówek na dębach

Publikacja:

H1. Kot I., Kmiec K., 2013. Galls induced by insects on oaks and elms in the Lublin region, Poland. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Topic: Forestry, Vol. 15(3). <http://www.ejpau.media.pl/volume16/issue3/art-04.html>

Badania prowadzono w latach 2009-2011 w siedliskach o różnym stopniu antropopresji. Obserwacjami objęto dęby (*Quercus* spp.) rosnące w stanowiskach naturalnych (lasy, zadrzewienia śródpolne) i zurbanizowanych w Lublinie i jego okolicach. Stanowiska leśne znajdowały się w obrębie nadleśnictwa Świdnik, Puławy i Lubartów. Ponadto badania prowadzono w zadrzewieniach śródpolnych w okolicach Lublina i w zadrzewieniach miejskich Lublina i Świdnika. W każdym typie stanowiska, co 7 dni, przez cały sezon wegetacyjny przeglądano po 10 dębów. Analizy jakościowej i ilościowej dokonywano na 200 liściach i 100 pędach losowo zebranych z drzewa (jedna próba). Wyznaczono trzy klasy nasilenia występowania: gatunki bardzo licznie obserwowane (w jednej próbie na więcej niż 60% liści lub pędów notowano obecność galasów danego gatunku), gatunki licznie obserwowane (w jednej próbie na 30-60% liści lub pędów notowano obecność galasów danego gatunku) i gatunki sporadycznie obserwowane (w jednej próbie na mniej niż 30% liści lub pędów notowano obecność galasów danego gatunku).

Na terenie Lubelszczyzny obserwacje dotyczące wyrosłospawców prowadzone były fragmentarycznie i wykonano je kilkadziesiąt lat temu. W wyniku przeprowadzonych badań własnych stwierdzono występowanie galasów indukowanych przez 11 gatunków błonkówek (Hymenoptera) z rodziny galasówkowatych (Cynipidae). Były to gatunki tworzące galasy na liściach i należały do nich: *Neuroterus quercusbaccarum* (L.) (♀♂ i ♀♀), *N. numismalis* (Fourc.) (♀♀), *N. tricolor* (Hartig) (♀♀), *N. albipes* Schenck (♀♀), *Cynips quercusfolii* (L.) (♀♀), *C. longiventris* (Hartig) (♀♀), *C. divisa* (Hartig) (♀♀) i *Andricus anthracina* (Curtis) (♀♀). Pozostałe stwierdzone gatunki tworzyły galasy na bocznych i szczytowych pąkach pędów i były to: *A. fecundatrix* (Hartig) (♀♀), *A. inflator* (Hartig) (♀♂) i *Biorrhiza pallida* (Ol.) (♀♂).

Najliczniej występowały galasy powodowane przez obydwie pokolenia *N. quercusbaccarum*, jak też galasy pokolenia jednopłciowego *N. numismalis* i *C. quercusfolii*.

Galasy powodowane przez *N. quercusbaccarum*, w których rozwijają się larwy pokolenia dwupłciowego są kuliste, soczyste, o gładkiej powierzchni. Mają średnicę około 4 mm, są najpierw zielone, potem czerwone. Obserwowano je na liściach i szypułkach kwiatowych dębu w maju i czerwcu. Natomiast galasy pokolenia jednopłciowego mają średnicę około 5 mm, są jednokomorowe, w kształcie soczewki z wzniesionym środkiem, pokryte rudymi włoskami i znajdują się na dolnej stronie blaszek liściowych. Zbierano je od sierpnia do października. Galasy powodowane przez pokolenie jednopłciowe występowały w porównywalnym i wysokim nasileniu na drzewach dębów rosnących zarówno w lasach, jak i w środowisku miejskim oraz zadrzewieniach śródpolnych. Z kolei galasy pokolenia dwupłciowego najliczniej notowano tylko na drzewach rosnących w środowisku miejskim.

Galasy *N. numismalis* powodowane przez pokolenie jednopłciowe są guziczkowate, z charakterystycznym wklęśnięciem górnej powierzchni, pokryte jedwabistymi włoskami. Były one obserwowane w sierpniu i wrześniu, na dolnej stronie blaszki liściowej na drzewach rosnących we wszystkich badanych stanowiskach. W tym samym okresie notowano również duże, kuliste galasy pokolenia jednopłciowego *C. quercusfolii*. Jednak galasy te notowano tylko na drzewach rosnących w lasach. Bardzo wysokie nasilenie występowania tych galasów stwierdzono także na drzewach *Quercus robur* 'Fastigiata' w szkółce drzew ozdobnych, która była zlokalizowana w bezpośrednim sąsiedztwie lasu niedaleko Puław.

Na badanych stanowiskach leśnych nie stwierdzono obecności *A. inflator* i *A. anthracina*, które to notowano tylko w środowisku miejskim. Stosunkowo wysoką liczebność galasów pokolenia dwupłciowego *A. inflator* w postaci rozdęć zakończeń młodych pędów, obserwowano wiosną na *Q. robur* 'Fastigiata'. Dotychczas gatunek ten nie był notowany na Lubelszczyźnie.

Po stwierdzeniu, które gatunki występują najliczniej powstał pomysł zbadania zmian fizjologicznych i biochemicznych zachodzących w galasach i liściach z galasami w porównaniu do liści kontrolnych. Miało to na celu uzyskanie wiedzy na temat interakcji zachodzących pomiędzy galasotwórcami, a ich roślinami żywicielskimi. Założono hipotezę badawczą, że zróżnicowana struktura galasów poszczególnych gatunków może

powodować różną odpowiedź komórek roślinnych. Analizie poddano galasy pokolenia jednopłciowego gatunków *C. quercusfolii*, *N. numismalis* i *N. quercusbaccarum*.

Analiza zmian zachodzących w liściach z galasami i w galasach Cynips quercusfolii L., Neuroterus numismalis (Fourc.) i N. quercusbaccarum L.

Zmiany w procesach fizjologicznych

Publikacja:

H3. Kot. I., Rubinowska K., 2018. Physiological response of pedunculated oak trees to gall-inducing Cynipidae. *Environmental Entomology*, 47(3), 669–675. doi: 10.1093/ee/nvy047

Badania dotyczące zmian w procesach fizjologicznych zachodzących w liściach z galasami i w galasach *Cynips quercusfolii* L., *Neuroterus numismalis* (Fourc.) i *N. quercusbaccarum* L. obejmowały analizę zawartości nadtlenu wodoru (H_2O_2), ocenę stanu błon cytoplazmatycznych oraz zmiany w aktywności enzymów antyoksydacyjnych: peroksydazy gwajakolowej (GPX) i peroksydazy askorbinianowej (APX). Wyniki przeprowadzonych badań wykazały, że obecność galasów pokolenia jednopłciowego *C. quercusfolii*, *N. numismalis* i *N. quercusbaccarum* na liściach dębu powodowały wzrost poziomu H_2O_2 w porównaniu do liści kontrolnych, ale zmiany te były istotne tylko dla *C. quercusfolii*. Wskazuje to, że indukcja galasów wywołuje stres oksydacyjny w liściach dębu. Z kolei poziom H_2O_2 w tkankach poszczególnych galasów był bardzo zróżnicowany i zależał od gatunku, który je powodował. Istotny spadek zawartości tego wolnego rodnika stwierdzono w galasach *C. quercusfolii* w porównaniu do liści z galasami. Natomiast w galasach pozostałych dwóch gatunków poziom H_2O_2 istotnie wzrósł. W galasach *N. quercusbaccarum* jego zawartość była nawet 2,4 razy wyższa w porównaniu z kontrolą. Wyniki tych badań wskazują, że rola wolnych rodników tlenowych w komórkach galasów jest niejednoznaczna. Ich wysoka zawartość w galasach może być z jednej strony powiązana ze stresem oksydacyjnym powstającym w odpowiedzi na atak gatunków galasotwórczych. Z drugiej natomiast strony komórki galasów mogą być zaangażowane w produkcję reaktywnych form tlenu, które wywołują

proces morfogenezy, a w efekcie rozwój galasu. Z kolei spadek zawartości RFT może być spowodowany występowaniem specyficznych mechanizmów ich wychwytywania.

Zmiany w integralności i stabilności błon cytoplazmatycznych są pierwszym widocznym symptomem oddziaływania stresów biotycznych i abiotycznych na komórkę roślinną. Oszacowania stopnia dezintegracji błon komórkowych w trakcie procesu formowania galasów dokonano poprzez pomiar wartości wskaźnika wypływu elektrolitów (E_L) z komórek. W wyniku przeprowadzonych pomiarów stwierdzono, że obecność galasów wszystkich trzech gatunków Cynipidae powodowała istotne zwiększenie wartości mierzonego parametru o 22-27% w zależności od gatunku, w porównaniu do kontroli. Wzrost wartości E_L jest obserwowany niemal natychmiast po zadziałaniu stresora na organizm roślinny i może wzrastać lub utrzymywać się na podwyższonym poziomie od kilku minut do kilku godzin. Niniejsze wyniki badań wskazują, że wzmożony wypływ elektrolitów z komórek poddanych działaniu stresu biotycznego może trwać nawet kilka tygodni, o czym świadczą wyniki pomiarów przeprowadzone na galasach dojrzałych.

Wzrost stopnia peroksydacji lipidów błonowych obserwowany jest w komórkach roślinnych narażonych na działanie stresu oksydacyjnego, który najczęściej pojawia się jako stres wtórny, towarzyszący stresom biotycznym. W niniejszych badaniach poziom peroksydacji lipidów błonowych został oznaczony poprzez analizę zawartości substancji reagujących z kwasem tiobarbiturowym (z ang. TBARS – thiobarbituric acid reactive substances). Wzrost zawartości TBARS obserwowano w liściach z galasami wszystkich trzech analizowanych gatunków, jednak tylko w przypadku *N. numismalis* i *N. quercusbaccarum* zmiany te były istotne statystycznie. W przypadku tych dwóch gatunków obserwowano prawie 80% różnice w zawartości analizowanych substancji w porównaniu do zawartości w liściach kontrolnych. Wzrost metabolizmu lipidów wskazuje, że obecność galasów indukuje stres oksydacyjny.

W tkankach roślinnych peroksydazy stanowią grupę enzymów, które między innymi mają właściwości dezaktywacji reaktywnych form tlenu. W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono wzrost aktywności peroksydazy gwajakolowej (GPX) w liściach z galasami wszystkich trzech badanych gatunków, w porównaniu do kontroli. W liściach z galasami *N. numismalis* obserwowano prawie sześciokrotny wzrost aktywności tego enzymu. Uzyskane wyniki badań wskazują, że tworzenie galasów wszystkich gatunków na liściach ma wpływ na indukcję stresu w roślinie. Z kolei

w tkankach galasów wszystkich badanych Cynipidae, aktywność GPX była istotnie niższa w porównaniu do kontroli. W zależności od gatunku notowano spadek aktywności tego enzymu o 66-88%. Niska aktywność peroksydazy gwajakolowej w galasach potwierdza tezę, że galasy indukowane przez Cynipidae są archetypem galasów odżywczych z szybkim metabolizmem obecnym w tkankach galasu.

Badanie aktywności peroksydazy askorbinianowej (APX) w liściach z galasami *N. numismalis* wykazało jej obniżenie o 34% w porównaniu z kontrolą, ale nie notowano istotnych różnic dla *C. quercusfolii* i *N. quercusbaccarum*. Enzym ten charakteryzował się również niską aktywnością w tkankach galasów wszystkich trzech gatunków w porównaniu z liśćmi kontrolnymi. W zależności od gatunku odnotowano spadek aktywności tego enzymu o 63-89%. Wyższa aktywność APX w tkankach roślinnych wpływa niekorzystnie na wzrost i rozwój owadów. Z kolei, brak askorbinianu w jelicie środkowym owada zwiększa stres oksydacyjny, który prowadzi do wytworzenia wysoce niestabilnych reaktywnych form tlenu. Ponadto APX redukuje nadmierną ilość H₂O₂ i utlenia związki fenolowe do chinonów, które hamują żerowanie owadów. Niniejsze badania wykazały zmniejszoną aktywność APX zarówno w liściach z galasami, jak i w samych galasach.

Zmiany w procesach biochemicznych

Publikacja:

H2. Kot I., Jakubczyk A., Karaś M., Złotek U., 2018. Biochemical responses induced in galls of three Cynipidae species in oak trees. *Bulletin of Entomological Research*, 108, 494–500. doi:10.1017/S0007485317001055

H5. Kot I., Sempruch C., Chrzanowski G., Czerniewicz P., 2019. Changes in amine levels and amino acid decarboxylase activities induced in galls of three Cynipidae species in oaks. *Biochemical Systematics and Ecology*, 83, 26-32. <https://doi.org/10.1016/j.bse.2018.12.016>

Badania dotyczące zmian w procesach biochemicznych obejmowały analizę zawartości białek i związków fenolowych, zmiany aktywności peroksydazy (POD) i oksydazy polifenolowej (PPO), ocenę aktywności roślinnych białek PR, takich jak chitynaza i β-1,3-glukanaza, zmianę zawartości poliamin i aktywność dekarboksylaz biorących udział w ich biosyntezie.

Ze względu na to, że cały rozwój larw gatunków galasotwórczych odbywa się wewnątrz galasu, muszą one stale mieć zapewniony odpowiednio wysoki poziom substancji odżywczych (np. białek) oraz energii. Ponadto samo żerowanie owadów może indukować lokalną akumulację białek. Jednak wyniki przeprowadzonych badań wskazują, że zawartość tych związków była wyższa tylko w galasach *C. quercusfolii* i *N. numismalis* w porównaniu z kontrolą, ale różnice te nie były istotne statystycznie. Z kolei zawartość tych biomolekuł w tkankach galasów indukowanych przez *N. quercusbaccarum* była znacznie niższa niż w liściach kontrolnych. Z badań tych wynika, że larwy modyfikują poziom białek w otaczających tkankach i ogólne stwierdzenie, że galasy są „pochłaniaczami” tych związków nie może być stosowane dla wszystkich gatunków z rodziny Cynipidae. Stwierdzono również, że zawartość białka w tkankach liści, na których występowały galasy była wysoce zmienna i zależała od gatunku galasotwórcy. Liście z galasami *N. numismalis* zawierały wyższą zawartość białka niż kontrola. Natomiast w liściach z galasami *C. quercusfolii* i *N. quercusbaccarum* poziom tych biomolekuł był niższy w porównaniu do tkanek kontrolnych o 23-38%. Prawdopodobnie wynikało to z faktu, że oddziaływanie stresu na roślinę powoduje zmniejszenie szybkości syntezy białka.

W roślinach liściastych pochodne kwasu szikimowego (fenole, kwasy fenolowe, flawonoidy) odgrywają główną rolę w odporności roślin na atak fitofagów. Fenole roślinne ograniczają żerowanie owadów poprzez zwiększanie twardości liści i zmniejszanie ich wartości odżywczych. Natomiast oksydaza polifenolowa (PPO) i peroksydaza (POD) bierze udział w reakcjach utleniania fenoli do chinonów, które wiążą się z białkami liścia i sprawiają, że stają się mniej strawne dla owadów. Chitynaza i β -1,3-glukanaza są jednymi z mniej zbadanych białek PR, które odgrywają rolę w mechanizmie oporności roślin na żerowanie owadów. Oba te enzymy są obecne w większości tkanek roślinnych (łodygi, kwiaty, nasiona, bulwy), a ich zwiększoną aktywność obserwuje się w odpowiedzi rośliny na działanie licznych czynników abiotycznych i biotycznych.

W przeprowadzonych badaniach własnych zawartość związków fenolowych była podobna w odniesieniu do wszystkich gatunków Cynipidae. Zazwyczaj liście z galasami i same galasy zawierały istotnie wyższą zawartość rozpuszczalnych fenoli niż tkanki kontrolne. Skrajnie wysoki poziom związków fenolowych, wynoszący 349,02 mg GAE g⁻¹ DW, stwierdzono w galasach *C. quercusfolii*. Wartość ta była 5,5-krotnie wyższa niż ta

w galasach *N. quercusbaccarum*. Wzrost zawartości związków fenolowych w liściach z galasami był prawdopodobnie efektem reakcji obronnej rośliny na żerowanie owadów. Natomiast wysoki poziom fenoli w samych galasach może być traktowany jako manipulacja owadów rośliną żywicielską, która ma na celu zmniejszenie ryzyka ataku wrogów naturalnych lub infekcji patogenami.

W niniejszych badaniach aktywność PPO istotnie wzrosła w liściach z galasami wszystkich badanych gatunków, co może wskazywać na reakcję obronną roślin spowodowaną indukcją galasów. Bardzo wysoką aktywność PPO odnotowano w tkankach galasu *C. quercusfolii*, która była 3,2-krotnie wyższa niż w liściach kontrolnych. Z kolei w tkankach galasów *N. numismalis* i *N. quercusbaccarum* enzymy te nie wykazywały żadnej aktywności. Mogło to być związane z działaniem PPO na związki fenolowe, które zmieniają różnorodne składniki komórkowe, w tym białka, prowadząc do zmniejszenia ich wartości odżywczej dla owadów.

Aktywność chitynazy w tkankach liści zmieniała się w zależności od gatunku Cynipidae. Istotny wzrost aktywności tego enzymu zaobserwowano zarówno w liściach z galasami, jak i w samych galasach *C. quercusfolii* i *N. quercusbaccarum*, w porównaniu z kontrolą. Obecność galasów *N. numismalis* na liściach również miała istotny wpływ na wzrost aktywności chitynazy, natomiast jej aktywność w tkankach galasów była niższa o 70% w porównaniu z kontrolą. Podobną zależność do aktywności chitynazy stwierdzono dla enzymu β -1,3-glukanazy. Wyłącznie galasy *N. numismalis* wykazywały obniżoną aktywność β -1,3-glukanazy w porównaniu do liści kontrolnych. Znacznie wyższą aktywność tego enzymu stwierdzono w liściach z galasami *C. quercusfolii* (o 73,12%) i *N. numismalis* (o 106,92%), a także w galasach *N. quercusbaccarum* (o 81%), w porównaniu z aktywnością w liściach kontrolnych. Białka PR, takie jak chitynaza i β -1,3-glukanaza mogą chronić galasy i żerujące w nich owady przed infekcjami ze strony patogenów. Z drugiej strony, chitynazy mogą negatywnie wpływać na wzrost i rozwój owadów poprzez ich zdolność do niszczenia chitynowego oskórka owadów.

Poliaminy to związki, które odgrywają istotną rolę w tolerancji roślin na stres. Jednym z kluczowych enzymów biosyntezy tych związków jest dekarboksylaza ornityny (ODC). Dekarboksylaza lizyny (LDC) katalizuje z kolei konwersję lizyny do kadaweryny, a dekarboksylaza tyrozyny (TyDC) uczestniczy w biosyntezie aromatycznych monoamin. Przedstawione wyniki badań wskazują, że indukowanie galasów przez

Cynipidae na liściach dębu wpływa na akumulację poliamin, ale kierunek i intensywność zmian w zawartości tych związków zależy od gatunku żerującego owada. W wyniku przeprowadzonych badań nie wykryto putrescyny w żadnej z analizowanych prób. Ta poliamina wpływa bezpośrednio na wzrost i rozwój owadów oraz odgrywa istotną rolę w reakcji roślin na stres oksydacyjny. Z kolei kadawerynę stwierdzono tylko w liściach kontrolnych. Poziom spermidyny był istotnie niższy w galasach wszystkich badanych gatunków, a także w liściach z galasami gatunków z rodzaju *Neuroterus* w porównaniu do kontroli. Największy, prawie 10-krotny spadek tej poliaminy stwierdzono w galasach *C. quercusfolii*, natomiast liście z galasami tego gatunku odznaczały się znacznie wyższym stężeniem spermidyny niż liście kontrolne. Ponadto w liściach z galasami *C. quercusfolii* oraz w tkankach galasów *N. quercusbaccarum* stwierdzono wzrost zawartości sperminy. W pozostałych wariantach doświadczenia odnotowano spadek zawartości tej poliaminy. W warunkach stresowych nagromadzenie spermidyny i sperminy w roślinach jest rzadko obserwowane, natomiast akumulacja kadaweryny może rekompensować spadek zawartości putrescyny. Jednak w przeprowadzonych analizach kadawerynę oznaczono w bardzo małych ilościach i tylko w niektórych próbach kontrolnych. Z tego względu należy założyć, że zmiany w zawartości putrescyny i kadaweryny mają mniejsze znaczenie w regulacji mechanizmów rozwoju galasów indukowanych przez gatunki z rodziny Cynipidae na dębach. Prawdopodobnie proces ten jest silniej związany ze zmianami zawartości innych amin roślinnych.

Charakter zmian w zawartości tryptaminy był podobny dla wszystkich trzech badanych gatunków Cynipidae. Zarówno liście z galasami, jak i tkanki galasów wykazywały istotnie niższą zawartość tej aminy w porównaniu do kontroli. Największy spadek, 16,5-krotny, stwierdzono w galasach *C. quercusfolii*. Z kolei poziom histaminy istotnie wzrósł w odpowiedzi na indukcję galasów *N. numismalis*, przy czym wyższą zawartość tej aminy stwierdzono w liściach z galasami niż w samych galasach. Wyższą zawartość histaminy w porównaniu do kontroli odnotowano w liściach z galasami *C. quercusfolii*, jednak zmiany te były nieistotne statystycznie. Tkanki galasów tego gatunku odznaczały się istotną redukcją ilości tego związku, natomiast galasy *N. quercusbaccarum* w ogóle nie zawierały tej aminy. Niższa zawartość amin, szczególnie widoczna w galasach, może sugerować zmniejszenie szybkości ich biosyntezy i/lub wzrost szybkości degradacji. Wykazano, że trendy zmian zawartości poliamin są częściowo zgodne ze zmianami aktywności kluczowych enzymów ich biosyntezy.

Spośród tkanek liści dębu zaatakowanych przez badane gatunki galasotwórcze, aktywność dekarboksylazy lizyny (LDC) stwierdzono tylko w wariantcie doświadczalnym z udziałem *C. quercusfolii*. Liście z galasami charakteryzowały się prawie 5-krotnie niższą aktywnością tego enzymu niż liście kontrolne. Brak kadaweryny w analizowanych próbach mógł być związany z niskim poziomem aktywności LDC.

Spadek aktywności dekarboksylazy ornityny (ODC) stwierdzono w galasach i liściach z galasami indukowanymi zarówno przez *C. quercusfolii*, jak i *N. quercusbaccarum*, natomiast obecność galasów *N. numismalis* powodowała wzrost aktywności tego enzymu. Z kolei aktywność dekarboksylazy tyrozyny (TyDC) w liściach z galasami i w galasach *C. quercusfolii* była nieistotnie wyższa niż w próbach kontrolnych, a indukcja galasów przez pozostałe dwa gatunki Cynipidae powodowała spadek aktywności tego enzymu. W tkankach galasów obydwu gatunków była ona niższa o ponad 50% porównując do wariantu kontrolnego. ODC uczestniczy bezpośrednio w biosyntezie putrescyny, ale w żadnym wariantcie niniejszego doświadczenia ta diamina nie została wykryta. Należy więc sądzić, że zostaje ona szybko przekształcona w inne produkty i/lub uległa degradacji. Podobna sytuacja mogła wystąpić w przypadku tyraminy, której w ogóle nie wykryto pomimo aktywności TyDC. Potwierdza to wcześniejsze doniesienia, według których amina ta pełni raczej rolę metabolitu pośredniego w biosyntezie wtórnych metabolitów, takich jak amidowe pochodne otrzymywane w wyniku połączeń z kwasami hydroksycynamonowymi (HCAAs) lub też niektóre grupy alkaloidów.

Wpływ obecności galasów na aktywność fotosyntetyczną liści dębu

Publikacja:

H4. Kot I, Rubinowska K., Michałek W., 2018. Changes in chlorophyll *a* fluorescence and pigments composition in oak leaves with galls of two cynipid species (Hymenoptera, Cynipidae). *Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus*, 17(6), 147–157. doi: 10.24326/asphc.2018.6.15

Badania dotyczące wpływu obecności galasów na aktywność fotosyntetyczną roślin obejmowały ocenę zawartości barwników biorących udział w procesie fotosyntezy oraz analizę parametrów fluorescencji chlorofilu *a* w liściach dębu. Doświadczeniem objęto liście z galasami indukowanymi przez jedнопłciowe pokolenie

N. numismalis i *N. quercusbaccarum*. W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że zmiany w zawartości chlorofilu *a* i *b* oraz całkowitej zawartości chlorofilu były na zbliżonym poziomie dla poszczególnych gatunków Cynipidae. Średnia zawartość analizowanych barwników była znacznie niższa w liściach z galasami w porównaniu do liści kontrolnych, co mogło być spowodowane przyspieszoną degradacją lub zaburzeniem ich biosyntezy. Liście z galasami *N. numismalis* charakteryzowały się wyjątkowo wysokim spadkiem zawartości zarówno chlorofilu *a*, jak i *b*, ich zawartość zmniejszyła się o ponad 60% porównując do zawartości w liściach kontrolnych. Ponadto analiza stosunku chlorofilu *a* do chlorofilu *b* wskazała, że degradacja chlorofilu *b* spowodowana obecnością galasów *N. numismalis* była znacznie wyższa niż chlorofilu *a*. U roślin wyższych prekursorem chlorofilu *a* w procesie jego syntezy jest chlorofil *b*, zatem możliwe jest, że obecność galasów na liściach wpływa na przemianę tych barwników.

Karotenoidy odgrywają ważną rolę jako barwniki pomocnicze w procesie fotosyntezy, pełniąc funkcje wspierające chlorofil *a* podczas absorbowania energii świetlnej oraz jako substancje o działaniu antyoksydacyjnym. W niniejszych badaniach zawartość karotenoidów była istotnie niższa w liściach z galasami. Obecność wyrosli *N. numismalis* spowodowała większą redukcję (ponad 2-krotną) zawartości tych barwników w porównaniu ze średnią wartością kontrolną.

Akumulacja antocyjanów, które również działają jako silne antyoksydanty, jest indukowana w roślinach przez różne niekorzystne stresy środowiskowe, w tym stresy biotyczne. Obecność galasów obydwu gatunków Cynipidae na liściach spowodowała wzrost zawartości tych związków, w porównaniu do ilości oznaczonej w liściach kontrolnych. W liściach z galasami *N. numismalis* stwierdzono prawie 3-krotny wzrost zawartości omawianych barwników.

Analiza fluorescencji chlorofilu *a* szybko i precyzyjnie dostarcza informacji o nieprawidłowościach w funkcjonowaniu aparatu fotosyntetycznego rośliny, dając tym samym możliwość oceny jej kondycji. Fluorescencja zerowa (F_0) jest wskaźnikiem strat energii wzbudzenia podczas jej przekazywania z anten energetycznych do centrum reakcji PSII. Wysokie wartości F_0 świadczą o mniejszej sprawności przekazywania energii wzbudzenia pomiędzy cząsteczkami barwników w PSII, a zjawisko to jest charakterystyczne dla stresów spowodowanych działaniem wysokiej temperatury oraz stresu zasolenia. Wartość fluorescencji maksymalnej (F_m) wyznaczonej po adaptacji

ciemniowej jest zależna między innymi od zawartości chlorofilu w tkance. Obniżenie wartości F_m świadczy o tym, że badany obiekt znajduje się pod wpływem stresu, którego działanie powoduje, że nie wszystkie akceptory elektronów w PSII mogą zostać całkowicie zredukowane. W przeprowadzonych pomiarach liście z galasami obydwu gatunków Cynipidae wykazywały istotny spadek wartości obydwu mierzonych parametrów w porównaniu do kontroli. Wyniki te potwierdzają tezę, że niskie wartości F_0 i F_m ujawniają stres wywołany żerowaniem stawonogów. Obniżenie wartości F_0 , F_m i F_v (zmienna fluorescencji), którą określa równanie $F_v = F_m - F_0$, prowadzą do zmniejszenia maksymalnej fotochemicznej wydajności fotosystemu II (parametr F_v/F_m). Znalazło to odzwierciedlenie w badaniach własnych. W liściach z galasami *N. numismalis* stwierdzono obniżenie wartości tego parametru o 34%, natomiast w liściach z galasami *N. quercubaccarum* o 20%. Takie wyniki wskazują na to, że proces tworzenia galasów wpływa na aktywność fotochemiczną aparatu fotosyntetycznego. W optymalnych warunkach wzrostu rośliny wartość F_v/F_m powinna wynosić około 0,83 jednostek względnych. Obniżenie wartości tego parametru obserwowane w warunkach obecności galasów na liściach dębu świadczy o wystąpieniu stresu. Obecność galasów obydwu gatunków galasotwórczych spowodowała także istotne obniżenie całkowitej wydajności kwantowej procesu konwersji energii w PSII (parametr Y). Zmniejszenie wartości tego parametru jest związane ze wzrostem wygaszania energii wzbudzenia z obszaru chlorofilowej anteny energetycznej do centrum reakcji PSII.

Parametry wygaszania fluorescencji, takie jak wygaszanie fotochemiczne (qP) i wygaszanie niefotochemiczne (qN) są powszechnie stosowane do oceny wydajności fotosyntetycznej roślin narażonych na żerowanie owadów. qN jest o wiele bardziej czułym wskaźnikiem odpowiedzi aparatu fotosyntetycznego na stres niż qP. W niniejszych badaniach stwierdzono, że obecność galasów obydwu gatunków Cynipidae na liściach dębu zmniejszała wartość parametru qP i zwiększyła qN w porównaniu do kontroli. Spadek wartości qP wyniósł około 30% dla obydwu gatunków, podczas gdy wzrost wartości qN w liściach z galasami *N. numismalis* był wyższy niż w przypadku obecności galasów *N. quercusbaccarum*.

Podsumowując wyniki badań, można stwierdzić, że obecność galasów indukowanych przez jedнопłciowe pokolenie *N. numismalis* i *N. quercusbaccarum* na drzewach *Q. robur* wpłynęło na zawartość barwników fotosyntetycznych w liściach, a także na wartość parametrów fluorescencji chlorofilu *a*. Liście z galasami obydwu

gatunków Cynipidae charakteryzowały się znacznie niższymi zawartościami chlorofilu *a* i *b* oraz karotenoidów. Ponadto obserwowano istotny spadek wartości parametrów fluorescencji chlorofilu *a* (F_0 , F_m , F_v/F_m , Y , qP , qN). Uzyskane wyniki wskazują na istotny wpływ rozwoju galasów *N. numismalis* i *N. quercusbaccarum* na parametry fizjologiczne, biochemiczne, morfologiczne i anatomiczne liści dębu. Obniżenie wartości parametrów, takich jak F_v/F_m , Y , qP i qN wykazuje, że centra reakcji fotosyntetycznej, a zwłaszcza PSII mogły ulec poważnemu uszkodzeniu, co bezpośrednio wpływa na intensywność procesu fotosyntezy. Na podstawie otrzymanych wyników można wnioskować o wysokiej przydatności pomiarów fluorescencji chlorofilu w badaniach roślin rosnących w siedliskach naturalnych. Aparat fotosyntetyczny, a szczególnie strukturę PSII uważa się za miejsca wyjątkowo wrażliwe na działanie różnego rodzaju stresów, także spowodowanych żerowaniem gatunków galasotwórczych, dlatego dzięki pomiarom parametrów fluorescencji chlorofilu możemy stwierdzić czy dana roślina znajduje się w warunkach dla niej stresowych, zanim uwidoczną się inne objawy.

Najważniejsze osiągnięcia prezentowanych badań to:

1. Weryfikacja i uaktualnienie fragmentarycznych danych dotyczących składu gatunkowego oraz nasilenia występowania owadów galasotwórczych z rodziny Cynipidae na Lubelszczyźnie. W badaniach własnych stwierdzono występowanie 11 gatunków indukujących galasy na dębach, spośród 52 notowanych w Polsce. Wśród nich odnotowano 8 gatunków tworzących galasy na liściach oraz 3 gatunki tworzące galasy na bocznych i szczytowych pąkach pędów.
2. Stwierdzenie po raz pierwszy na Lubelszczyźnie obecności galasów na dębach indukowanych przez *Andricus inflator* (Hartig) (♀♂).
3. Wykazanie, że obecność galasów wywołuje stres oksydacyjny w liściach dębów, który ujawniał się wzrostem poziomu nadtlenku wodoru (H_2O_2) i aktywności peroksydazy gwajakolowej (GPX), jak też zwiększonym metabolizmem lipidów.
4. Wykazanie, że rola nadtlenku wodoru w komórkach galasów jest niejednoznaczna i może być związana z oddziaływaniem stresu biotycznego, jak również z zaangażowaniem w proces morfogenezy, a w efekcie w powstawanie galasu.
5. Stwierdzenie, że formowanie galasów powoduje dezintegrację błon komórkowych, o czym świadczył wzmożony wpływ elektrolitów z komórek poddanych działaniu stresu biotycznego.

6. Potwierdzenie, że gatunki indukujące galasy kontrolują podaż składników odżywczych (białek) oraz syntezę związków obronnych (fenoli, poliamin, enzymów antyoksydacyjnych) w roślinach żywicielskich.
7. Wykazanie, że obecność galasów indukowanych przez Cynipidae powoduje przyspieszoną degradację lub zaburzenie biosyntezy chlorofilu *a* i *b* oraz karotenoidów.
8. Stwierdzenie, że obecność galasów wywołuje stres biotyczny, który ujawnił się akumulacją antocyjanów oraz zmianą parametrów fluorescencji chlorofilu *a*.

Przedstawiony jako *osiągnięcie* cykl prac stanowi kompilację zagadnień z zakresu fizjologicznych i biochemicznych interakcji między galasotwórczymi błonkówkami i dębami, jako ich roślinami żywicielskimi. Mechanizmy, które leżą u podstaw indukcji oraz rozwoju galasów są w dużej mierze do dzisiaj nierozwiązane. Uzyskane wyniki dostarczają nowej oraz pogłębiają już istniejącą wiedzę na temat mechanizmów zachodzących w roślinach pod wpływem owadów indukujących galasy. Mogą one ułatwić wnioskowanie na temat bodźców oddziałujących na roślinę i procesów związanych z indukcją galasów. Jednocześnie uzyskane wyniki generują nowe pytania, co daje podstawę do dalszych badań nad molekularnym podłożem manipulacji owadów galasotwórczych rośliną żywicielską.

Piśmiennictwo:

- Carneiro R.G.S., Castro A.C., Isaias R.M.S., 2014. *Unique histochemical gradients in a photosynthesis-deficient plant gall*. S. Afr. J. Bot., 92, 97-104.
- Gill S.S., Tuteja N., 2010. *Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants*. Plant Physiol. Biochem., 48, 909-930.
- Giron D., Huguet E., Stone G.N., Body M., 2016. *Insect-induced effects on plants and possible effectors used by galling and leaf-mining insects to manipulate their host-plant*. J. Insect Physiol., 84, 70-89.
- Guidi L., Degl'Innocenti E., 2012. *Chlorophyll a Fluorescence in Abiotic Stress*. In: Venkateswarlu B., Shanker A., Shanker C., Maheswari M. (eds) Crop Stress and its Management: Perspectives and Strategies. Springer, Dordrecht.
- Haiden S.A., Hoffmann J.H., Cramer M.D., 2012. *Benefits of photosynthesis for insects in galls*. Oecologia, 170, 987-997.
- Harper L.J., Schönrogge K., Lim K.Y., Francis P., Lichtenstein C.P., 2004. *Cynipid galls: insect-induced modifications of plant development create novel plant organs*. Plant Cell Environ., 27, 327-335.
- Isaias R.M.S., Oliveira D.C., 2012. *Gall phenotypes - product of plant cells defensive responses to the inducers attack*. In: Mérillon J.M., Ramawat K.G. (eds.), Plant Defense:

- Biolog. Control. Progress in Biological Control, vol. 12, 273–290. Springer Science+Business Media B.V., Dordrecht, Netherlands. doi: 10.1007/978-94-007-1933-0_11
- Kalaji H.M., Carpentier R., Allakherdiev S.I., Bosa K., 2012. *Fluorescence parameters as early indicators of light stress in barley*. J. Photoch. Phytobio. B-Biology, 112, 1-6.
- Maffei M.E., Mithöfer A., Boland W., 2007. *Insects feeding on plants: Rapid signals and responses preceding the induction of phytochemical release*. Phytochem., 68, 2946–2959.
- Melika G., 2006. *Gall Wasps of Ukraine. Cynipidae*. Vestnik zoologii, supplement 21 (1-2), 1-300, 301-644.
- Miller-Fleming L., Olin-Sandoval V., Campbell K., Ralser M., 2015. *Remaining mysteries of molecular biology: the role of polyamines in the cell*. J. Mol. Biol., 427, 3389-3406.
- Nabity P.D., Zavala J.A., DeLucia E.H., 2009. *Indirect suppression of photosynthesis on individual leaves by arthropod herbivory*. Ann. Bot., 103 (4), 655-663.
- Oliveira D.C., Isaias R.M.S., Fernandes G.W., Ferreira B.G., Carneiro R.G.S., Fuzaro L., 2016. *Manipulation of host plant cells and tissues by gall-inducing insects and adaptive strategies used by different feeding guilds*. J. Ins. Physiol., 84, 103-113.
- Pandey S., Fartyal D., Agarwal A., Shukla T., James D., Kaul T., Negi Y.K., Arora S., Reddy M.K., 2017. *Abiotic stress tolerance in plants: myriad roles of ascorbate peroxidase*. Front. Plant Sci., 8, 581. doi: 10.3389/fpls.2017.00581.
- Rokas A., Melika G., Abe Y., Nieves-Aldrey J.L., Cook J.M., Stone G.N., 2003. *Lifecycle closure, lineage sorting, and hybridization revealed in a phylogenetic analysis of European oak gallwasps (Hymenoptera: Cynipidae: Cynipini) using mitochondrial sequence data*. Mol. Phylogenet. Evol., 26, 36–45.
- Sempruch C., Golan K., Góraska-Drabik E., Kmieć K., Kot I., Łagowska B., 2014. *The effect of a mealybug infestation on the activity of amino acid decarboxylases in orchid leaves*. J. Plant Interact., 9, 1, 825–831. <http://dx.doi.org/10.1080/17429145.2014.954014>
- Stone G.N., Schönrogge K., 2003. *The adaptive significance of insect gall morphology*. Trends Ecol. Evol., 18, 512–522.
- Stone G.N., Schönrogge K., Atkinson R.J., Bellido D., Pujade-Villar J., 2002. *The population biology of Oak gall wasps (Hymenoptera: Cynipidae)*. Annu. Rev. Entomol., 47(1), 633-68. doi: 10.1146/annurev.ento.47.091201.145247
- War A.R., Paulraj M.G., Ahmad T., Buhroo A.A., Hussain B., Ignacimuthu S., Sharma H.C., 2012. *Mechanisms of plant defense against insect herbivores*. Plant Signal. Behav., 7 (10), 1306-1320.

4. OMÓWIENIE POZOSTAŁYCH OSIĄGNIĘĆ NAUKOWO – BADAWCZYCH

4.1. ROZWÓJ ZAWODOWY I NAUKOWY PRZED UZYSKANIEM STOPNIA DOKTORA NAUK ROLNICZYCH

Studia wyższe ukończyłam w roku 1998 na Wydziale Zootechnicznym Akademii Rolniczej w Lublinie (obecnie Wydział Biologii, Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie). Pracę magisterską wykonałam w Instytucie Gleboznawstwa i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego, pod kierunkiem prof. dr hab. Haliny Smal, uzyskując dyplom magistra inżyniera ochrony środowiska. Będąc studentką ostatniego roku studiów (1997/98) ukończyłam Międzywydziałowe Studium Pedagogiczne Akademii Rolniczej w Lublinie uzyskując kwalifikacje do pracy nauczycielskiej. Pracę naukową rozpocząłam w październiku 1998 roku, jako uczestnik studiów doktoranckich Akademii Rolniczej (obecnie Uniwersytet Przyrodniczy) w Lublinie, w Katedrze Entomologii. W trakcie studiów doktoranckich zostałam włączona do tematyki badawczej Jednostki z zakresu szkodników roślin, ze szczególnym uwzględnieniem szkodników roślin sadowniczych. W ramach tej działalności prowadziłam obserwacje nad prognozowaniem pojawu oraz oceną szkodliwości wybranych szkodników w sadach jabłoniowych na terenie Lubelszczyzny. W celu poznania faktycznego stanu zagrożenia ze strony fitofagów prowadziłam bieżący monitoring wykorzystując różne metody. Efektem tych badań było opracowanie dynamiki lotu zwójki różóweczki (*Archips rosana* L.), gatunku, który występował masowo w uprawach sadowniczych na terenie województwa lubelskiego [Zał. 3, poz. II.D.12]. Intensywność nasadzeń, system uprawy oraz sposoby ochrony roślin mogą wpływać na fenologię i rozwój szkodliwych stawonogów, w tym motyli z rodziny Tortricidae. Opracowanie dynamiki populacji i dokładne przewidywanie pojawu poszczególnych stadiów rozwojowych pozwala sadownikom zrozumieć i kontrolować lokalne populacje tych owadów. Ponadto prowadziłam monitoring stadiów zimujących szkodników w sadach jabłoniowych, ponieważ na podstawie znajomości średniej liczby stadiów zimujących poszczególnych gatunków oraz liczb krytycznych dla progów szkodliwości można przewidzieć stopień przypuszczalnego zagrożenia dla roślin [Zał. 3, poz. II.D.11].

Do roku 2001 współpracowałam z prof. dr hab. Haliną Smal. Dzięki temu doświadczeniu miałam możliwość kontynuowania badań z zakresu mojej pracy magisterskiej dotyczącej szacowania ładunku wybranych metali ciężkich wprowadzanych do gleb użytkowanych rolniczo w Polsce według województw w okresie 1955-1995 [Zał. 3, poz. II.D.10, II.D.27].

Jednocześnie w 1999 roku rozpoczęłam badania polowe dotyczące występowania i szkodliwości fitofagów w sadach jabłoniowych, ze szczególnym uwzględnieniem motyli (Lepidoptera) z rodziny zwójkowatych (Tortricidae). Efektem prowadzonych badań było przygotowanie rozprawy doktorskiej pt. „Występowanie motyli zwójkowatych (Lepidoptera, Tortricidae) w sadach jabłoniowych o różnej intensywności ochrony roślin” pod kierunkiem dr hab. Władysława Huszczy. Jej głównym celem było określenie składu gatunkowego oraz liczebności zwójkówek liściowych w sadach jabłoniowych o różnej intensywności ochrony roślin, opracowanie dynamiki lotu wybranych gatunków Tortricidae, poznanie składu gatunkowego parazytoidów motyli zwójkowatych oraz określenie wpływu systemu uprawy oraz ochrony roślin na liczebność i szkodliwość owocówki jabłkóweczki (*Cydia pomonella* L.). W dniu 3 czerwca 2003 roku obroniłam pracę doktorską, a 13 czerwca Rada Wydziału Ogrodniczego Akademii Rolniczej w Lublinie nadała mi stopień doktora nauk rolniczych w zakresie ogrodnictwa – ochrona roślin, entomologia.

Wyniki badań, które zostały zamieszczone w rozprawie doktorskiej zostały także opublikowane w 8 oryginalnych pracach twórczych [Zał. 3, poz. II.D.1, II.D.2, II.D.4, II.D.5, II.D.6, II.D.7, II.D.8, II.D.9] i zaprezentowane na międzynarodowej konferencji naukowej w Mińsku w 2006 roku (International Scientific Conference „Strategy and Tactics of Plant Protection”, Minsk, Belarus, 28 February-2 March 2006).

4.2. ROZWÓJ ZAWODOWY I NAUKOWY PO UZYSKANIU STOPNIA DOKTORA NAUK ROLNICZYCH

Po ukończeniu studiów doktoranckich w okresie od sierpnia do grudnia 2003 roku odbyłam staż zawodowy w Katedrze Entomologii Akademii Rolniczej w Lublinie, który był finansowany przez Miejski Urząd Pracy w Lublinie. Od listopada 2004 roku do lutego 2005 roku byłam zatrudniona w Akademii Rolniczej w Lublinie na umowę zlecenie w celu prowadzenia zajęć dydaktycznych w Katedrze Entomologii.

Pracę zawodową na stanowisku asystenta w Katedrze Entomologii rozpoczęłam 1 kwietnia 2005 roku, a rok później (1 kwietnia 2006 roku) awansowałam na stanowisko adiunkta. Moje zainteresowania naukowe, po uzyskaniu stopnia doktora dotyczą czterech głównych zagadnień tematycznych:

1. Występowanie, biologia rozwoju i szkodliwość fitofagów w uprawach ogrodnich;
2. Monitoring szkodników jako element skutecznej ochrony upraw;
3. Możliwości wykorzystania niechemicznych metod ograniczania liczebności szkodników;
4. Badania dotyczące interakcji owad - roślina żywicielska.

Występowanie, biologia rozwoju i szkodliwość fitofagów w uprawach ogrodnich

Badania z tego zakresu tematycznego dotyczą głównie mszyc (Hemiptera, Sternorrhyncha, Aphidoidea), czerwców (Hemiptera, Sternorrhyncha, Coccoidea) oraz motyli (Lepidoptera) z rodziny zwójkowatych (Tortricidae). Obserwacje związane z występowaniem mszyc prowadziłam w środowisku zurbanizowanym. Na skład gatunkowy, liczebność populacji, tempo rozwoju, liczbę pokoleń oraz migracje owadów w miastach ma wpływ wielkość bazy pokarmowej oraz różne aspekty antropopresji. Ponadto klimat miasta charakteryzuje się wyższą temperaturą w stosunku do okolicznych terenów. W takich warunkach maleje liczba zoofagów, saprofagów oraz fitofagów o aparacie gębowym gryzącym, natomiast rośnie liczba roślinożerców o kłująco-ssących narządach gębowych. Z tego względu celem podjętych badań była analiza populacji mszyc na krzewach ozdobnych na tle warunków pogodowych. Obserwacje prowadzone wspólnie z prof. dr hab. Bożenną Jaśkiewicz dotyczyły *Cinara juniperi* De Geer, gatunku żerującego na krzewach jałowca pospolitego (*Juniperus communis* L.) [Zał. 3, poz. II.D.3] oraz *Aphis pomi* De Geer zasiedlającego irgę rozkrzewioną (*Cotoneaster divaricatus* Rehd. Et Wils.) [Zał. 3, poz. II.D.21]. Uzyskane wyniki badań prowadzonych na stanowiskach przyulicznych i parkowych wykazały, że liczniejsze kolonie tych gatunków obserwowano na roślinach rosnących na stanowiskach przyulicznych. Ponadto, na dynamikę populacji tych owadów miał wpływ przebieg warunków pogodowych. Opóźniony okres wegetacji, temperatury powyżej

30°C oraz opady typu burzowego znacznie ograniczały liczebność mszyc. Obserwowano również wyraźny wpływ żerowania mszyc na wartości dekoracyjne krzewów.

Wspólnie z dr Katarzyną Kmieć prowadziłam badania dotyczące występowania galasotwórczych mszyc z podrodziny Eriosomatinae na drzewach wiązu polnego (*Ulmus minor* Mill.) i wiązu górskiego (*Ulmus glabra* Huds) [Zał. 3, poz. II.D.17, II.D.28]. Wykazały one bardzo liczną obecność dwóch gatunków: *Tetraneura ulmi* L. i *Schizoneura ulmi* L., co stanowiło przyczynek do opracowania elementów bionomii jednego z nich - *Tetraneura ulmi* (L.), a także dokonania oceny skutków jej żerowania na wiązie polnym, jako żywicielu pierwotnym. Wyniki tych badań opublikowano w postaci oryginalnej pracy naukowej, jako rozdział w monografii „Aphids and Other Hemipterous Insects” [Zał. 3, poz. II.D.22]. Przedstawiono w niej wyniki obserwacji dotyczące długości rozwoju poszczególnych pokoleń, płodności założycielek rodów, wpływu wielkości galasu na liczebność mszyc oraz stopnia nasilenia występowania galasów na liściach. Część wyników badań dotyczących mszyc, które zostały powyżej omówione były prezentowane na XX Ogólnopolskiej Konferencji Hemipterologicznej „Mszyce i inne pluskwiaki” w Janowie Lubelskim [Zał. 4, poz. I.B].

Efektem współpracy nawiązanej z pracownikami Katedry Warzywnictwa Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie było opracowanie i opublikowanie składu gatunkowego oraz liczebności owadów zasiedlających rabarbar ogrodowy (*Rheum rhaponticum* L.) [Zał. 3, poz. II.D.13]. Spośród owadów szkodliwych obserwowano przedstawicieli rzędu Hemiptera, Coleoptera i Diptera, niemniej jednak gatunkiem dominującym w każdym roku badań był *Aphis fabae* (Scop.). Najbardziej podatną odmianą na żerowanie szkodliwych fitofagów była odmiana ‘Wczesny Hosera’. Wyniki tych badań były prezentowane na XLVI Sesji Naukowej Instytutu Ochrony Roślin w Poznaniu [Zał. 3, poz. II.D.30].

Do mojego ważnego osiągnięcia naukowego należy opracowanie wspólnie z dr Katarzyną Kmieć biologii rozwoju zdobniczki bukowej (*Phyllaphis fagi* L.) (Hemiptera, Sternorrhyncha, Aphidoidea), występującej licznie i często na bukach w nasadzeniach sztucznych i naturalnych [Zał. 3, poz. II.A.1]. Ponadto, należy podkreślić, że gatunek ten jest groźnym szkodnikiem buków w szkółkach leśnych na terenie Europy. Żeruje w dużych koloniach na spodniej stronie liści powodując ich zwijanie wzdłuż nerwu głównego, a w efekcie opadanie liści. Opracowanie bionomii zdobniczki bukowej ma nie tylko charakter naukowy i poznawczy, ale przede wszystkim praktyczny. Skuteczność

walki ze szkodnikami roślin w dużym stopniu zależy od stadium rozwojowego i terminu jego pojawu. Z tego względu znajomość biologii gatunku jest podstawowym elementem sygnalizacji i prognozy krótkoterminowej.

Podjęcie badań, wspólnie z dr Małgorzatą Janiuk i dr hab. Magdaleną Gantner, dotyczących występowania zwójkówek liściowych na krzewach borówki wysokiej (*Vaccinium corymbosum*L.) związane było z faktem, że w latach badań (2003-2006) nastąpił intensywny wzrost areału uprawy tej nowej w Polsce rośliny sadowniczej. Jednocześnie w żadnym ośrodku badawczym nie prowadzono badań nad entomofauną tej rośliny w warunkach Polski. Wstępne badania przeprowadzone na plantacjach borówki wysokiej w okolicach Lublina wykazały liczne występowanie gąsienic zwójek liściowych stanowiących potencjalne zagrożenie dla krzewów borówki. Z tego względu uznano za celowe ustalenie liczebności oraz dynamiki populacji tych owadów w poszczególnych latach badań [Zał. 3, poz. II.D.19].

Bardzo ważnym elementem mojej działalności naukowej jest współpraca z prof. dr hab. Bożeną Łagowską, w ramach, której współuczestniczyłam w opracowaniu fenologii pojawu *Pulvinaria floccifera* Westwood (Hemiptera, Coccoomorpha, Coccidae). W Polsce, jest to gatunek inwazyjny, obcy dla fauny, który zasiedla rośliny ozdobne. Do niedawna ten polifagiczny misecznik był w naszym kraju notowany wyłącznie w szklarniach, a ostatnio obserwuje się jego obecność również w przydomowych ogrodach. Świadczy to o możliwości przeżycia tego gatunku w okresie zimowym w naszych warunkach klimatycznych. Z tego względu celowe było opracowanie biologii rozwoju *P. floccifera*, która stanowi podstawę efektywnych metod zwalczania gatunku. W wyniku tych prac określone zostały terminy pojawu kolejnych stadiów rozwojowych na roślinach żywicielskich w warunkach naturalnych oraz stadia zimujące tego gatunku szkodnika w naszych warunkach klimatycznych. Wyniki naszych badań wskazują, że pierwsze zabiegi ograniczające liczebność tego misecznika powinny być wykonane na początku lipca [Zał. 3, poz. II.A.12].

W tym samym zespole powstał także pomysł opracowania pełnej listy gatunków czerwców, które są obce dla fauny Polski, ale zasiedlają rośliny rodzime i stanowią dla nich zagrożenie. Lista ta obejmuje 51 gatunków czerwców, wśród których dominują przedstawiciele rodziny Diaspididae. Zawiera ona dane o pierwszym wykryciu gatunku w Polsce, wraz z odniesieniami bibliograficznymi, ich pochodzeniu, kategorii i okresie

wprowadzenia, środowisku i głównych roślinach żywicielskich w Polsce, status inwazyjności i stopień zagrożenia dla rodzimych roślin [Zał. 3, poz. II.A.8].

Monitoring szkodników jako element skutecznej ochrony upraw

Monitoring, czyli systematycznie prowadzone obserwacje nad występowaniem szkodliwych fitofagów, stanowi podstawę poznania zagrożeń z ich strony dla roślin oraz podstawę do podjęcia decyzji o potrzebie wykonania zabiegów ochrony roślin. Efektywną metodą monitoringu i prognozowania pojawu szkodliwych stawonogów jest zimowa lustracja roślin. W ramach współpracy z dr hab. Katarzyną Golan z Zakładu Entomologii UP w Lublinie, podjęliśmy badania dotyczące oceny nasilenia występowania form zimujących stawonogów na drzewach i krzewach ozdobnych w warunkach miejskich Lublina [Zał. 3, poz. II.D.15]. Obserwacje prowadzono na pięciu gatunkach roślin z rodziny Rosaceae (*Rosa rugosa* Thunb., *Prunus domestica* subsp. *syriaca* Janch., *Crataegus laevigata* (Poir.), *Sorbus aucuparia* L., *Malus x purpurea* Rehder). Wykazały one, że analiza liczebności zimujących form fitofagów może mieć duże znaczenie w miastach, gdzie stosowanie typowych form ograniczania ich liczebności jest niemożliwe ze względu na bezpośrednie sąsiedztwo ludzi. Wyniki tych badań były prezentowane na 49. Sesji Naukowej Instytutu Ochrony Roślin – Państwowego Instytutu Badawczego w Poznaniu [Zał. 3, poz. II.D.32].

W celu uzyskania informacji o stanie populacji skośnika brzoskwiniaczka (*Anarsia lineatella* Zeller) (Lepidoptera, Gelechiidae) i przeziernika porzeczkowego (*Synanthedon tipuliformis* Cl.) (Lepidoptera, Sesiidae) w uprawach sadowniczych w okolicach Lublina wykorzystano metodę odłowu imago do pułapek feromonowych typu Delta. Skośnik brzoskwiniaczek należy do najgroźniejszych szkodników brzoskwiń, których areał uprawy i zainteresowanie produkcją w Polsce stale rośnie. Stwierdzono, że liczebność tego gatunku zależy głównie od obecności roślin żywicielskich – brzoskwiń, śliw i tarniny. Z kolei przeziernik porzeczkowy jest jednym z groźniejszych szkodników porzeczek i agrestu występującym zarówno na plantacjach towarowych, jak i w uprawie amatorskiej oraz w matecznikach i szkółkach. Uzyskane wyniki badań wskazują, że w naszych warunkach klimatycznych występują tylko dwa pokolenia skośnika brzoskwiniaczka, podczas gdy w Turcji i we Włoszech szkodnik ten rozwija od 3 do 4 pokoleń. Ponadto w sadach brzoskwiniowych i morelowych w okolicach Lublina

liczebność pierwszego pokolenia była ponad dwukrotnie wyższa niż drugiego [Zał. 3, poz. II.D.18]. Natomiast lot motyli przeziernika porzeczkowego był rozciągnięty w czasie i trwał od końca maja do początku sierpnia. Odłowy motyli do pułapek feromonowych oraz analiza uszkodzonych przez larwy pędów wykazały przekroczenie progu ekonomicznej szkodliwości tego gatunku, z tego względu konieczne jest zwalczanie tego szkodnika zarówno na plantacjach produkcyjnych, jak i w nasadzeniach amatorskich [Zał. 3, poz. II.D.16]. Wyniki tych badań były prezentowane podczas 49. i 50. Sesji Naukowej Instytutu Ochrony Roślin –Państwowego Instytutu Badawczego w Poznaniu [Zał. 3, poz. II.D.33, II.D.34].

Możliwości wykorzystania niechemicznych metod ograniczania liczebności szkodników

Bardzo cennym efektem współpracy nawiązanej z prof. dr hab. Jerzym Księżakiem i dr Zbigniewem Białym (Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach) były badania dotyczące możliwości wykorzystania saponin lucerny (*Medicago* ssp.) jako preparatu biologicznego do zwalczania mszycy burakowej (*Aphis fabae* Scop.) w bobiku. Pozwoliły one ustalić, że zastosowanie w stężeniu 1 i 1,5% sumy saponin z części nadziemnej i korzeni z trzech gatunków lucerny tylko nieznacznie ograniczały występowanie mszyc na roślinach bobiku. Średnia skuteczność zabiegu po 7 dniach od zastosowania saponin wynosiła około 16%, natomiast po 14 dniach była znacznie wyższa i wynosiła około 75%. Nieco skuteczniej działały sumy saponin z korzeni niż z części nadziemnej [Zał. 3, poz. II.D.14]. Wyniki tych badań, które mają wysoką wartość aplikacyjną, były prezentowane na XLVIII Sesji Naukowej Instytutu Ochrony Roślin w Poznaniu [Zał. 3, poz. II.D.31].

Ważnym czynnikiem ograniczającym liczebność szkodników roślin są pasożytnicze owady. Badania nad ilościowym i jakościowym opisem kompleksu parazytoidów motyli minujących prowadziłam wspólnie z innymi pracownikami Zakładu Entomologii UP w Lublinie, a ich głównym koordynatorem była dr hab. Edyta Górńska-Drabik. Celem tych badań było poznanie składu gatunkowego parazytoidów oraz określenie stopnia spasożytowania larw motyli. Badaniami objęto larwy zimującego pokolenia *Swammerdamia pyrella* (Villers) (Lepidoptera, Yponomeutidae) żerującego na jabłoniach [Zał. 3, poz. II.A.3] oraz dwa gatunki z rodzaju *Phyllonorycter* (Hbn.) związane

troficznie z krzewami leszczyny [Zał. 3, poz. II.A.10]. W celu analizy podobieństwa struktury zespołu parazytoidów *Phyllonorycter coryli* i *Ph. nicellii* wykorzystano współczynnik Renkonena DR. Kompleks parazytoidów wymienionych gatunków obejmował tylko pasożytnicze błonkówki (Hymenoptera), które należały do rodziny Ichneumonidae, Braconidae, Eulophidae, Pteromalidae i Eupelmidae. Wśród nich były parazytoidy I i II stopnia, endo- i ektoparazytoidy, jak też parazytoidy soliterne i gregaryjne. Ważnym osiągnięciem tych badań było ustalenie, że spośród 11 gatunków parazytoidów wyhodowanych z *Ph. corylli*, aż 7 nie było dotychczas notowane z tego gospodarza. Natomiast z larw i poczwerek *Ph. nicelli* wyhodowano 13 gatunków, z których 8 stwierdzono po raz pierwszy z tego żywiciela. Podsumowanie wyników uzyskanych z tego cyklu badań przedstawiono w dwóch publikacjach wydanych w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR): Journal of Insect Sciences oraz Turkish Journal of Zoology.

Badania dotyczące interakcji owad - roślina żywicielska

Od 2011 roku biorę udział we wspólnym projekcie zespołu pracowników naukowych Zakładu Entomologii UP w Lublinie, którego celem jest analiza interakcji owad – roślina żywicielska. W ramach tych badań nasz zespół określał biochemiczną reakcję roślin z gatunku *Aronia melanocarpa*, *Crataegus* sp., *Sorbus aucuparia* na żerowanie gąsienic *Acrobasis advenella* (Lepidoptera, Pyralidae). Wyniki uzyskane z tych badań wskazują, że metabolity wtórne, a w szczególności taniny, są syntetyzowane przez rośliny w celu ich obrony przed atakiem fitofagów [Zał. 3, poz. II.A.2]. Ponadto, wspólnie z pracownikami Katedry Fizjologii Roślin UP w Lublinie badałyśmy zmiany zawartości barwników fotosyntetycznych oraz aktywności fotosyntezy pod wpływem żerowania *Coccus hesperidum* L. (Hemiptera, Coccoidea, Coccidae) na *Citrus limon* var. Ponderosa i *Nephrolepis biserrata* (Swartz) Schott [Zał. 3, poz. II.A.6]. Badaniami objęto rośliny o różnym stopniu opanowania przez tego misecznika i badano w nich zmiany zawartości chlorofilu *a* i *b* oraz karotenoidów, jak też zmiany parametrów fluorescencji chlorofilu *a*. Badania te są innowacyjne i mają charakter nie tylko poznawczy, ale też praktyczny, ponieważ dostarczają istotnych informacji, które mogą być przydatne w opracowywaniu strategii zwalczania szkodników roślin uprawnych.

Kolejnym, bardzo ważnym aspektem tego zakresu tematycznego było określenie wpływu żerowania dwóch gatunków czerwców *Pseudococcus longispinus* (Targioni Tozzetti) i *P. maritimus* (Ehrhorn) na stan fizjologiczny i biochemiczny roślin żywicielskich na przykładzie storczyków *Phalaenopsis* × hybridum 'Innocence'. W ramach analiz fizjologicznych oceniany był wpływ owadów na stabilność błon cytoplazmatycznych, zawartość nadtlenu wodoru (H₂O₂), aktywność systemu antyoksydacyjnego (katalazy, peroksydazy gwajakolowej, proliny) oraz aktywność fotosyntetyczną roślin żywicielskich [Zał. 3, poz. II.A.4, II.A.7, II.A.9]. Badania biochemiczne, prowadzone wspólnie z prof. dr hab. Cezarym Sempruchem, pracownikiem Katedry Biochemii i Biologii Molekularnej Uniwersytetu Przyrodniczo – Humanistycznego w Siedlcach, skupiały się na analizie aktywności enzymów roślinnych biorących udział w dekarboksylacji związków azotowych. Należą do nich dekarboksylaza ornityny (ODC), dekarboksylaza lizyny (LDC) i dekarboksylaza tyrozyny (TyDC) [Zał. 3, poz. II.A.5]. Ponadto badaliśmy zmiany zawartości aminokwasów i związków fenolowych, a także aktywności amoniakolizazy L-fenylalaninowej (PAL) i amoniakolizazy L-tyrozynowej (TAL), enzymów biorących udział w syntezie polifenoli i ich metabolizmie [Zał. 3, poz. II.A.11]. Wyniki badań dotyczących zmian fizjologicznych i biochemicznych zachodzących w roślinie pod wpływem żerowania owadów są bardzo cenne. Wpisują się w nurt poznania mechanizmów naturalnej odporności roślin chroniących je przed żerowaniem fitofagów. Jest to istotne dla integrowanego zwalczania szkodników roślin uprawnych, w którym duże znaczenie odgrywa sposób uprawy i wprowadzanie odmian odpornych. Wyniki tych badań zostały zawarte w cyklu 5 oryginalnych prac twórczych opublikowanych w czasopiśmie naukowym indeksowanym przez Journal Citation Reports (JCR), w jednej z nich jestem pierwszym autorem [Zał. 3, poz. II.A.7] oraz zaprezentowane na Ogólnopolskiej Konferencji Hemipterologicznej „Mszyce i inne pluskwiaki” w Białowieży [Zał. 3, poz. II.D.45] i 5 konferencjach międzynarodowych (w tym 3 za granicą: Bułgaria, Włochy, Grecja) [Zał. 3, poz. II.D.35, II.D.40, II.D.41, II.D.43, II.D.47, II.D.48].

Bardzo ważnym dla mnie osiągnięciem jest współpraca z dr Rosario Nicoletti i prof. Gennaro Viggiani z Uniwersytetu w Neapolu (University of Naples 'Federico II', Italy) oraz dr hab. Beatą Zimowską (Zakład Fitopatologii i Mykologii, UP w Lublinie), którą rozpocząłem w 2015 roku. W ramach projektu pt. „Fungal inquilines of *Asphondylia* galls” badaliśmy mutualistyczne interakcje pomiędzy galasotwórczymi

gatunkami muchówek z rodzaju *Asphondylia* (Diptera, Cecidomyiidae) oraz grzybami rozwijającymi się na wewnętrznej ścianie galasów. Ustalono, że galasy zasiedlane są przez kompleks grzybów, głównie *Cladosporium* spp., *Alternaria* spp oraz *Botryosphaeria dothidea* (Moug.) Ces. & De Not. Szczególnie interesująca jest obecność *B. dothidea*, ponieważ jest on groźnym patogenem wielu roślin drzewiastych. Z tego względu istotna jest ocena potencjalnej roli muchówek z rodzaju *Asphondylia*, jako wektora tego grzyba. Ponadto po raz pierwszy stwierdzono obecność gatunku *Asphondylia serpylli* Kieffer. na *Thymus vulgaris* L., opracowano jego cykl rozwojowy oraz zespół parazytoidów. Efektem współpracy jest moje współautorstwo w publikacji w czasopiśmie *Annals of Applied Biology* [Zał. 3, poz. II.A.13.].

5. PODSUMOWANIE OSIĄGNIĘĆ NAUKOWO-BADAWCZYCH, DYDAKTYCZNYCH I POPULARYZUJĄCYCH NAUKĘ

Mój całkowity dorobek naukowy, łącznie z pracami uwzględnionymi w cyklu publikacji powiązanych tematycznie stanowiących *osiągnięcie* naukowe, obejmuje 70 różnych opracowań. Jestem autorem lub współautorem:

- 17 oryginalnych prac naukowo-badawczych w czasopismach z listy Journal Citation Reports (JCR),
- 9 oryginalnych prac naukowo-badawczych w języku angielskim w czasopismach spoza listy Journal Citation Reports,
- 11 oryginalnych prac naukowo-badawczych w języku polskim w czasopismach spoza listy Journal Citation Reports,
- 2 rozdziałów w monografiach naukowych w języku angielskim,
- 1 rozdziału w podręczniku akademickim,
- 2 publikowanych materiałów naukowych,
- 23 streszczeń i abstraktów,
- 3 artykułów popularno-naukowych,
- 1 opracowania zbiorowego.

Wszystkie szczegółowe informacje dotyczące wykazu opublikowanych prac naukowych oraz sumaryczne zestawienie opublikowanych prac przedstawiłam w załączniku 3.

- Sumaryczna punktacja MNiSW wszystkich opublikowanych prac zgodnie z rokiem wydania wynosi: 538 pkt., w tym 107 to punkty za publikacje dokumentujące *osiągnięcie* naukowe.
- Sumaryczny *impact factor* (IF), zgodnie z rokiem opublikowania wszystkich prac wynosi: 19,165, w tym 4,677 to IF za publikacje dokumentujące *osiągnięcie* naukowe.
- Liczba cytowań publikacji wg bazy Web of Science (WoS) wynosi ogółem: 41, w tym bez autocytowań: 24.
- Indeks Hirscha wg bazy Web of Science (WoS) wynosi: 4

Wyniki swoich badań prezentowałam na 18 konferencjach i sympozjach naukowych, w tym na 7 konferencjach międzynarodowych (5 za granicą) oraz na 11 konferencjach krajowych. Na konferencjach tych byłam współautorem 5 referatów, z których 2 wygłosiłam osobiście oraz zaprezentowałam 24 postery.

Od początku zatrudnienia do chwili obecnej przeprowadziłam wykłady i ćwiczenia z 20 przedmiotów [Zał. 4, poz. I.I.1]. Jestem autorem modułów zajęć do 6 przedmiotów [Zał. 4, poz. I.I.2]. W ramach programu Unii Europejskiej Erasmus+ prowadziłam w języku angielskim zajęcia dydaktyczne z czterech przedmiotów dla studentów z Turcji, Hiszpanii i Włoch [Zał. 4, poz. I.A]. W 2010 roku wspólnie z innymi pracownikami Katedry Entomologii opracowałam i wydałam zeszyt do ćwiczeń z *entomologii* przeznaczony dla studentów kształcących się na kierunku ogrodnictwo w trybie stacjonarnym i niestacjonarnym. W zeszycie tym jestem autorem lub współautorem 4 rozdziałów dotyczących nicieni (Nematoda), ślimaków (Molusca), roztoczy (Acari) i pluskwiaków (Hemiptera) [Zał. 3, poz. II.E.1]. W moim dorobku naukowym jest również rozdział zawierający charakterystykę i sposoby diagnozowania szkodników grzybów jadalnych („Szkodniki grzybów jadalnych”) będący częścią podręcznika akademickiego „Mykologia przemysłowa”, który powstał pod redakcją prof. dr hab. Janusza Kalbarczyka [Zał. 3 poz. II.D.23].

W latach 2006-2009 oraz 2018-2019 pełniłam opiekę naukową nad studentami Wydziału Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu. Natomiast w latach 2008-2009 byłam opiekunem Zespołu Ogrodniczego Lubelskiego Uniwersytetu Trzeciego Wieku. Dotychczas pełniłam funkcję promotora 14 prac dyplomowych magisterskich oraz 21 prac dyplomowych inżynierskich. Ponadto recenzowałam 16 prac magisterskich i 13

inżynierskich. Obecnie pełnię funkcję opiekuna naukowego nad doktorantką, mgr Magdaleną Kryską, która pracę doktorską realizuje w Katedrze Biochemii i Biologii Molekularnej na Uniwersytecie Przyrodniczo – Humanistycznym w Siedlcach.

Dwukrotnie byłam członkiem Komisji Egzaminacyjnej z praktyki zawodowej dla studentów Wydziału Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu UP w Lublinie.

Od 2008 roku jestem członkiem Polskiego Towarzystwa Entomologicznego. W latach 2013 - 2016 pełniłam funkcję sekretarza Oddziału Lubelskiego Polskiego Towarzystwa Entomologicznego, a od 2016 roku jestem jego przewodniczącą.

W 2018 roku zostałam wybrana na członka Rady Wydziału Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu UP w Lublinie i jestem nim do chwili obecnej.

W latach 2008 – 2018 brałam aktywny udział (jako kierownik lub współorganizator projektu) w realizacji 11 projektów w ramach kolejnych edycji Lubelskiego Festiwalu Nauki. W roku 2014 i 2015 pełniłam funkcję koordynatora Wydziału Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu UP w Lublinie na XI i XII Lubelski Festiwal Nauki. Natomiast w roku 2016, jako koordynator uczelniany Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie na XIII Lubelski Festiwal Nauki, zostałam członkiem Komitetu Organizacyjnego tegoż festiwalu. Za tę działalność otrzymałam nagrodę indywidualną III stopnia JM Rektora za osiągnięcia organizacyjne. Ponadto w roku 2018 byłam współorganizatorem warsztatów popularnonaukowych realizowanych w ramach Dni Otwartych UP w Lublinie.

Kilkakrotnie udzielałam wywiadów w audycjach radiowych i programach telewizyjnych oraz dla lokalnej prasy. Wywiady dotyczyły bieżących problemów związanych z występowaniem różnych gatunków owadów [Zał. 4, poz. I.I].

W 2015 roku nawiązałam współpracę z Muzeum Nadwiślańskim w Kazimierzu Dolnym, Oddział Przyrodniczy. Na jego zlecenie, w ramach Nocy Muzeów, wygłosiłam referat pt. „Nocne życie owadów”. Ponadto brałam aktywny udział w merytorycznym przygotowaniu wystawy pt. „Owad – przyjaciel czy wróg?”, a na jej otwarciu wygłosiłam referat pod tym samym tytułem. Na zamówienie przygotowałam także publikację towarzyszącą tej wystawie.

Od 2016 roku jestem członkiem Komisji ds. Organizacji i Rozwoju Wydziału Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu, członkiem Zespołu ds. Promocji Wydziału Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu, członkiem Zespołu Ekspertów Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie (dziedzina ekspercka: entomologia, ochrona roślin).

Jestem współautorem ekspertyzy dotyczącej oceny zasiedlenia linii produkcyjnej do łuskania słonecznika przez szkodniki, możliwości ich rozprzestrzeniania i zanieczyszczenia składowanej tam żywności wykonanej na zlecenie Sądu Okręgowego w Poznaniu.

Szczególnie ważna dla mnie jest współpraca z firmą Universal Leaf Tobacco Poland sp. z o.o. w Jędrzejowie, dla której w roku 2007 wykonałam kompleksowe opracowanie metod monitoringu mszyc oraz rolnic w uprawach tytoniu. Ponadto od 2007 roku do chwili obecnej jestem liderem projektu dotyczącego analizy występowania, szkodliwości oraz ograniczania liczebności wciornastka tytoniowca (*Thrips tabaci* Lind.) na plantacjach tytoniu w Polsce, który jest przez tę firmę koordynowany. W projekcie tym jestem odpowiedzialna za przygotowanie metod monitoringu wciornastka tytoniowca na wybranych plantacjach na terenie Polski, określanie dynamiki liczebności wciornastków w ciągu całego sezonu na podstawie odłowów na niebieskie tablice lepowe oraz analizę wyników w celu określenia terminów zwalczania.

Od 2005 roku współpracuję z Grupą Producentów Owoców i Warzyw w Dziuchowie k/Lublina. Współpraca dotyczy doradztwa Producentom w zakresie ochrony roślin na podstawie badań własnych. Efektem współpracy jest autorstwo aplikacji produktu „Optymalizacja monitoringu i terminów zwalczania szkodników jabłoni z uwzględnieniem warunków siedliskowych plantacji”.

Recenzowałam publikacje w czasopismach zarówno z listy JCR (*Acta Scientiarum Polonorum, Series Hortorum Cultus*), jak i spoza niej (*Acta Entomologica Serbica, Annales UMCS Sec. Agricultura, Herba Polonica*).

Dzięki współpracy z Profesorem Rimantasem Rakauskasem, w 2016 roku odbyłam miesięczny staż naukowy w Katedrze Zoologii Uniwersytetu Wileńskiego. W trakcie stażu realizowałam badania z zakresu taksonomii molekularnej oraz analizy filogenetycznej czerwców i mszyc (Hemiptera, Sternorrhyncha) występujących na terenie Polski i Litwy. Ponadto odbyłam dwa staże w krajowych ośrodkach naukowych, a w ramach podniesienia kwalifikacji zawodowych uczestniczyłam w kilku szkoleniach [Zał. 4, poz. I.L].

Trzykrotnie aplikowałam o zewnętrzne źródła finansowania badań naukowych, w tym dwukrotnie badań będących tematyką *osiągnięcia* naukowego. Brak finansowania zewnętrznego skłoniło mnie do nawiązania współpracy z naukowcami z innych ośrodków i wspólnego wykonania badań. Uzyskane wyniki opracowałam i

opublikowałam w postaci cyklu oryginalnych prac naukowych [Zał. 3, poz. I.B.H1-H5], które uważam za swoje najważniejsze osiągnięcie w dotychczasowej działalności naukowej i przedkładam jako podstawę ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

Izabela Kot