

Załącznik 2a

AUTOREFERAT

dr JOANNA ZAMOJSKA

Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy

Poznań 2018

SPIS TREŚCI

	Strona
1. Edukacja, przebieg pracy naukowej oraz zawodowej	3
2. Omówienie osiągnięcia naukowego będącego podstawą do złożenia wniosku o wszczęcie postępowania habilitacyjnego	4
3. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych	24

1. Edukacja, przebieg pracy naukowej oraz zawodowej

Imię i nazwisko: Joanna Zamojska

Wykształcenie:

- 1991–1995:** III Liceum Ogólnokształcące w Ostrowie Wielkopolskim
- 1995–2000:** Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Biologii, kierunek: biologia środowiska
- 2000:** magister biologii, praca magisterska pt. „Rytmika sezonowa wybranych gatunków rodzaju *Lonicera* L. pochodzących z kolekcji Ogrodu Botanicznego Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu”
Promotor: prof. dr hab. Aleksander Łukasiewicz
- 2011:** doktor nauk rolniczych, rozprawa doktorska pt. „Poziomy wrażliwości oraz mechanizmy odporności chrząszczy słodyszka rzepakowego (*Meligethes aeneus* F.), stonki ziemniaczanej (*Leptinotarsa decemlineata* Say) oraz chowacza podobnika (*Ceutorhynchus assimilis* Payk.) na insektycydy”
Promotor: prof. dr hab. Paweł Węgorek
Nagroda Dyrektora IOR – PIB za wyróżniającą się pracę doktorską.

Praca zawodowa:

- 1998–2000:** Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Zakład Taksonomii i Ekologii Zwierząt, technik
- 2000–2001:** Instytut Ochrony Roślin - PIB w Poznaniu, inżynier
- 2001–2011:** Instytut Ochrony Roślin - PIB w Poznaniu, asystent
- 2011–obecnie:** Instytut Ochrony Roślin - PIB w Poznaniu, adiunkt

2. Omówienie osiągnięcia naukowego będącego podstawą do złożenia wniosku o wszczęcie postępowania habilitacyjnego

Zgodnie 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) przedkładam osiągnięcie naukowe pt.:

MOŻLIWOŚCI STEROWANIA ZJAWISKIEM ODPORNOŚCI OWADÓW W WIOSENNEJ OCHRONIE RZEPAKU OZIMEGO

udokumentowane monotematycznym cyklem ośmiu publikacji naukowych:

- H1 ZAMOJSKA J., Malinowski H. 2012.** Integrowana metoda ochrony roślin a odporność agrofagów na pestycydy w Polsce. *Progress in Plant Protection / Postępy w Ochronie Roślin* 52(4): 1222–1226.
(MNiSW 5 pkt.)
- H2 Moores G., Węgorek P., ZAMOJSKA J., Field L., Philippou D. 2012.** The effect of a piperonyl butoxide/tau-fluvalinate mixture on pollen beetle (*Meligethes aeneus*) and honey bees (*Apis mellifera*). *Pest Management Science* 68(5): 795–800.
(IF 3,249; MNiSW 40 pkt.)
- H3 ZAMOJSKA J., Węgorek P., Olejarski P., Mrówczyński M.. 2014.** Zróżnicowanie poziomów wrażliwości szkodników rzepaku na te same substancje czynne insektycydów na przykładzie słodyszka rzepakowego i chowacza podobnika. *Progress in Plant Protection / Postępy w Ochronie Roślin* 54(2): 163–166.
(MNiSW 5 pkt.)
- H4 Węgorek P., ZAMOJSKA J., Dworzańska D. 2015.** Impact of selected active substances in insecticides on the behaviour of honey bees (*Apis mellifera* L.) and silver Y moths (*Autographa gamma* L.) after insecticide plant treatment. *Fresenius Environmental Bulletin* 24(5): 1742–1746.
(IF 0,36; MNiSW 15 pkt.)
- H5 ZAMOJSKA J. 2017.** Differences in susceptibility of the cabbage seed weevil (*Ceutorhynchus assimilis* Payk.) (Coleoptera: Curculionidae) and the pollen beetle (*Meligethes aeneus* F.) (Coleoptera: Nitidulidae) to indoxacarb and deltamethrin and resistance mechanisms of the cabbage seed weevil to indoxacarb. *Phytoparasitica* 45: 407–418.
(IF 1,007; MNiSW 20 pkt.)

- H6 ZAMOJSKA J., Dworzańska D., Węgorek P. 2018.** Susceptibility level of cabbage seed weevil (*Ceutorhynchus assimilis* Payk.) (Coleoptera: Curculionidae) to selected active ingredients of insecticides in Poland. *Journal of Plant Protection Research* 58 (1): 73–82.
(MNiSW 15 pkt.)
- H7 ZAMOJSKA J., Drożdżyński D., Węgorek P., Dworzańska D. 2018.** An analysis of slow active ingredient permeation through insects' cuticle as the mechanism of cabbage seed weevils' (*Ceutorhynchus assimilis* Payk.) (Coleoptera: Curculionidae) insensitivity to indoxacarb. *Fresenius Environmental Bulletin* 27(9): 5839–5848.
(IF 0,36; MNiSW 15 pkt.)
- H8 ZAMOJSKA J., Danielewicz J., Jajor E., Wilk R., Horoszkiewicz-Janka J., Dworzańska D., Węgorek P., Korbas M., Bubniewicz P., Ciecierski W., Narkiewicz-Jodko J. 2018.** The influence of foliar application of silicon on insect damage and disease occurrence in field trials. *Fresenius Environmental Bulletin* 27(5A): 3300–3305.
(IF 0,36; MNiSW 15 pkt.)

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

Omówienie celu naukowego w/w prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

Wprowadzenie

Chemiczna ochrona roślin jest w rolnictwie jednym z podstawowych elementów technologii produkcji roślinnej. Pomimo zaleceń integracji wszystkich możliwych metod ochrony, głównie profilaktycznych i biologicznych, bez stosowania metody chemicznej nie byłoby możliwe wyżywienie blisko 8 miliardów ludzi zamieszkujących obecnie Ziemię. Wśród agrofagów, obok chwastów i grzybów, szkodliwe owady stanowią zagrożenie o największym znaczeniu. W naszym kraju znaczenie gospodarcze ma około 300 gatunków tych zwierząt należących głównie do rzędu prostoskrzydłych (*Orthoptera*), hełmców (*Blattodea*) gryzków (*Corrodentia*), pluskwiaków równoskrzydłych (*Homoptera*), pluskwiaków różnoskrzydłych (*Heteroptera*), przylżeńców (*Thysanoptera*), chrząszczy (*Coleoptera*), motyli (*Lepidoptera*), błonkówek (*Hymenoptera*) i muchówek (*Diptera*). Różne ich gatunki są bardzo ważnymi szkodnikami wielu gatunków roślin lub wektorami ich chorób grzybowych, bakteryjnych oraz wirusowych. Obok owadów szkodliwych, w środowisku rolniczym występują również liczne gatunki owadów pożytecznych, na przykład zapylaczy z ich głównym przedstawicielem jakim jest pszczoła miodna (*Apis mellifera* L.), bez obecności których, nie byłoby możliwe zapylanie krzyżowe wielu gatunków roślin. Nie byłoby też możliwe ograniczanie występowania gatunków szkodliwych bez owadów drapieżnych lub pasożytniczych, ograniczony byłby rozkład materii organicznej i wiele innych procesów ważnych dla środowiska przyrodniczego. Ekologiczne skutki oddziaływania stosowanych w rolnictwie insektycydów są bardzo zróżnicowane. Poprzez toksyczność ostrą redukują one czasowo populacje szkodników chroniąc rośliny i przyczyniając się do uzyskiwania wysokich plonów, a także zmniejszają liczebność następnych pokoleń szkodnika. Z drugiej jednakże strony, poprzez procesy selekcji kierunkowej, prowadzą często do niekorzystnych zjawisk. Przykładem jest zjawisko odporności metabolicznej i behawioralnej szkodliwych owadów, prowadzące do nieskuteczności zabiegów chemicznych, a także gwałtowny wzrost liczebności i gęstości populacji szkodników o krótkim cyklu rozwojowym. Ostatni przykład wiąże się

prawdopodobnie z niezamierzonym niszczeniem entomofauny owadów drapieżnych i pasożytniczych, które w wyniku zabiegu chemicznego masowo giną.

Zjawisko odporności owadów na chemiczne środki ochrony roślin można rozpatrywać wielokierunkowo. Już w trakcie opracowywania i wdrażania nowych substancji biologicznie czynnych widać różnice we wrażliwości różnych testowanych gatunków owadów. Niektóre z nich są ekstremalnie wrażliwe i giną po kontakcie z minimalnymi ilościami toksyny, inne wykazują wrażliwość znacząco mniejszą, a jeszcze inne nie wykazują jej wcale. Świadczy to o zróżnicowanych, wykształconych ewolucyjnie mechanizmach obronnych różnych gatunków owadów, a także o różnych fizycznych i chemicznych właściwościach molekularnych substancji czynnych warunkujących ich przenikanie do organizmu i blokowanie ważnych życiowo procesów odpowiedzialnych za jego funkcjonowanie. Stosowane współcześnie insektycydy powinny charakteryzować się jak największą selektywnością w stosunku do konkretnego gatunku szkodnika lub grupy szkodliwych gatunków. Jak wiadomo, mimo postępu we wszystkich dyscyplinach chemii tak jednak nie jest i każdy zabieg chemiczny przy użyciu insektycydów niesie za sobą ryzyko zatrucia wielu przedstawicieli entomofauny pożytecznej. Większość stosowanych w ochronie roślin współczesnych insektycydów należy do neurotoksyn o różnych mechanizmach działania na organizm owada. Najczęściej powodują zablokowanie kanałów sodowych w błonach neuronów, blokują kanały jonowe w receptorach neuroprzekazników takich jak acetylocholina, czy kwas gamma-aminomasłowy, blokują acetylocholinoesterazę i inne ważne dla funkcjonowania układu nerwowego miejsca. Natomiast naturalna odporność owadów na toksyczną substancję chemiczną wiąże się najczęściej z brakiem powinowactwa molekuly substancji czynnej do określonego receptora (białkowego kanału jonowego lub enzymu), szybkim rozkładaniem toksyny przy udziale różnych grup wyspecjalizowanych enzymów (oksydaz, esteraz, transferaz), spowolnieniu przenikania substancji czynnej przez okrywy ciała, szybkim wydalaniem toksyny lub zmianą zachowania owada w obecności toksyny. Te rozmaite, wykształcone ewolucyjnie mechanizmy mają więc podłoże genetyczne i mogą być badane i rozpatrywane na poziomie molekularnym.

W praktyce rolniczej i w praktycznej ochronie roślin przyjęto, że o odporności mówimy wówczas, gdy dany gatunek agrofaga, który wykazywał początkowo wysoką wrażliwość na dany środek chemiczny, w następstwie stosowania tego środka lub innych

środków, tę wrażliwość utracił. Dziś wiemy, że tego rodzaju odporności nie da się wyeliminować całkowicie bez zaprzestania nacisku selekcyjnego. Jednak można, poprzez odpowiednie działania opóźnić jej pojawienie się lub znacznie zmniejszyć negatywne skutki tego zjawiska.

Ponieważ silny nacisk selekcyjny środków ochrony roślin na różne gatunki agrofagów w Polsce trwa już około 70 lat, zjawisko odporności praktycznej nabrało obecnie bardzo dużego znaczenia i ochrona roślin od lat podejmuje działania, zarówno poprzez badania naukowe jak i praktyczne, w celu zapobiegania skutkom tego postępującego procesu. Podstawowym zaleceniem jest dziś stałe monitorowanie poziomu wrażliwości zwalczanego organizmu na daną substancję czynną oraz przemienne stosowanie środków ochrony roślin, uwzględniające mechanizm działania i przynależność do chemicznej grupy.

Chemia i przemysł chemiczny stale dostarczają rolnictwu nowych syntetycznych substancji czynnych, które zastępują stare. Stosuje się synergetyki i inne substancje wspomagające działanie środków ochrony roślin, a prace hodowlane dostarczają wciąż nowych odmian roślin rolniczych, bardziej odpornych na działanie agrofagów. Pomimo tych działań, zjawisko odporności wciąż pozostaje realnym problemem powodującym poważne trudności w zwalczaniu agrofagów, co skutkuje obniżeniem plonów roślin uprawnych oraz intensyfikacją zanieczyszczeń środowiska chemicznymi środkami ochrony roślin na skutek konieczności powtarzania zabiegów chemicznych.

Badania naukowe nad odpornością owadów na insektycydy są wielokierunkowe, ponieważ muszą dotyczyć wielu aspektów tego zjawiska. W Instytucie Ochrony Roślin - Państwowym Instytucie Badawczym w Poznaniu badania nad odpornością agrofagów są prowadzone od kilkudziesięciu lat. Te z nich, które dotyczą owadów mają za zadanie dostarczanie praktyce rolniczej wiedzy na temat występowania odporności ważnych gospodarczo szkodników roślin i poprzez odpowiednie zalecenia ograniczanie skutków tego procesu. Opierają się one, między innymi, na stałym monitorowaniu poziomów wrażliwości szkodników oraz na badaniach wyjaśniających mechanizmy biochemiczne, fizjologiczne i genetyczne odporności wybranych gatunków owadów szkodliwych i pożytecznych. Celem tych badań jest opracowywanie odpowiednich strategii ochrony roślin rolniczych, biorących pod uwagę hamowanie odporności szkodników (np. poprzez zastosowanie odpowiednich synergetyków), przy jednoczesnym oszczędzaniu owadów pożytecznych. Niezwykle istotną, z

punktu widzenia integrowanej ochrony roślin, kwestią jest również wykorzystanie innych, niechemicznych i przyjaznych dla środowiska metod, które ograniczając liczebność populacji agrofaga, wpływają na ograniczenie ilości stosowanych środków chemicznych, zmniejszając tym samym presję selekcyjną i tempo narastania odporności.

Rzepak ozimy jest w Polsce najważniejszą gospodarczo rośliną oleistą. Uprawiany jest obecnie na powierzchni około 0,8 mln ha. Straty w plonach rzepaku w Polsce wynikają w znacznym stopniu z dużej liczby gatunków agrofagów atakujących rzepak, głównie szkodliwych owadów. W badaniach własnych koncentrowałam się na dwóch wybranych gatunkach szkodników rzepaku ozimego, których odporność na insektycydy od wielu lat stwarza rolnictwu w Polsce największe problemy. Są to: słodyszek rzepakowy (*Meligethes aeneus* F.) i chowacz podobnik (*Ceutorhynchus assimilis* Payk.). W warunkach klimatycznych Polski, na rzepaku ozimym i jarym, oba gatunki bardzo często występują równocześnie. Rzepak jest rośliną, która w okresie kwitnienia jest również bardzo chętnie odwiedzana przez owady zapylające, w tym przede wszystkim przez pszczołę miodną (*Apis mellifera* L.), której ochrona przed skutkami zabiegów chemicznych jest kluczowym elementem technologii integrowanej ochrony i która również była przeze mnie szczegółowo badana.

Prowadzone przeze mnie badania przedstawione w niniejszym osiągnięciu naukowym dotyczyły wybranych aspektów sterowania odpornością owadów w wiosennej ochronie rzepaku ozimego. Ich celem było:

1. Opracowanie na podstawie literatury naukowej głównych zasad ograniczania występowania zjawiska odporności w integrowanej ochronie roślin. (praca H1)
2. Przetestowanie ewentualnego działania repelentnego wybranych substancji czynnych insektycydów na owady zapylające – pszczołę miodną (*Apis mellifera*) oraz błyszczkę jarzynówkę (*Autographa gamma*) w celu określenia faktycznego zagrożenia zatruciem insektycydami owadów pożytecznych. (praca H4)
3. Przetestowanie możliwości zastosowania w praktyce ochrony roślin synergetyka - blokera enzymów oksydacyjnych i części esteraz – butoksylanu piperonylu w celu przełamania znanej z literatury, metabolicznej odporności słodyszka rzepakowego (*Meligethes aeneus* F) na związek pyretroidowy – tau-fluwalinat przy jednoczesnym określeniu zagrożenia dla pszczoły miodnej (*Apis mellifera*). (praca H2)

4. Określenie aktualnego zróżnicowania poziomów wrażliwości wybranych gatunków owadów - szkodników rzepaku ozimego - słodyszka rzepakowego (*Meligethes aeneus*) oraz chowacza podobnika (*Ceutorhynchus assimilis*) na te same substancje czynne insektycydów. Z uwagi na liczne doniesienia literaturowe na temat poziomu odporności słodyszka rzepakowego, a ich prawie całkowity brak w odniesieniu do chowacza podobnika - określenie poziomów wrażliwości chowacza podobnika na wybrane substancje czynne insektycydów należących do różnych grup chemicznych i o różnych mechanizmach działania na układ nerwowy owadów. (prace: H3 i H6)
5. Zbadanie różnic w poziomach odporności słodyszka rzepakowego (*Meligethes aeneus* F) oraz chowacza podobnika (*Ceutorhynchus assimilis*) na deltametrynę i indoksakarb; oraz przeprowadzenie analizy mechanizmu detoksykacji enzymatycznej i mechanizmu spowolnionego przenikania indoksakardu przez kutikulę chowacza podobnika jako potencjalnych przyczyn odporności tego szkodnika. (prace H5 i H7)
6. Zaproponowanie metody ograniczającej presję selekcyjną środków ochrony roślin na populację chowacza podobnika w przypadku nie wykrycia mechanizmów odporności możliwych do wyeliminowania przy pomocy synergetyków bądź adiuwantów – stwierdzenie, czy jednym z czynników ograniczających skutki odporności szkodników oraz czynnikiem spowalniającym to zjawisko może być dolistne dokarmianie rzepaku ozimego na przykładzie krzemu. (praca H8)

Podstawą badań związanych z problematyką odporności szkodliwych owadów jest określenie poziomu wrażliwości badanych gatunków na określone substancje czynne. Środki ochrony roślin są dopuszczane do stosowania w danej uprawie rolniczej ustaloną dla każdego agrofaga, skuteczną dawką. W praktyce rolniczej skuteczna dawka jest to ilość substancji czynnej, konieczna do zastosowania na danej powierzchni, która powoduje około 100% śmiertelności agrofaga, lub zabezpiecza przed infekcją albo porażeniem około 100% chronionych roślin. LD50 jest dawką powodującą 50% śmiertelności agrofaga, a więc nie jest to skuteczna dawka. Dawki LD50, 90, 95, lub 99 obliczane są statystycznie i wyrażane są w mikrogramach substancji czynnej na osobnika lub na gram masy ciała lub na kilogram. LC50, 90, 95, 99 wyrażają z kolei koncentrację substancji czynnej powodującą określoną śmiertelność agrofaga. Monitorując zjawisko odporności określa się zmiany wyżej

omówionych parametrów. U owadów zmiany te dotyczą najczęściej zmniejszania się poziomu śmiertelności przy użyciu zalecanych dawek substancji czynnej.

Do badań wybrano substancje czynne insektycydów z grup chemicznych zalecanych obecnie do zwalczania szkodników rzepaku (pyretroidy, neonikotynoidy, związki fosforoorganiczne, oksadiazyny). Spośród wymienionych wcześniej mechanizmów odporności wykształcanych przez szkodliwe owady, dwa mogą zostać w stosunkowo łatwy sposób określone i ewentualnie przełamane poprzez stosowanie odpowiednich synergetyków lub adiuwantów. Należą do nich: metaboliczny rozkład toksyny przy udziale różnych grup wyspecjalizowanych enzymów (możliwość ewentualnego zastosowania synergetyków) oraz spowolnione przenikanie substancji czynnej przez okrywy ciała owada (możliwość ewentualnego zastosowania adiuwantów). Dlatego też, z punktu widzenia praktyki rolniczej, detekcja tych dwóch mechanizmów jest najbardziej istotna.

Integrowana ochrona roślin a odporność (praca H1)

W związku z wprowadzeniem w Unii Europejskiej Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady (2009/128/WE) z dnia 21 października 2009 roku, ustanawiającej ramy wspólnotowego działania na rzecz zrównoważonego stosowania pestycydów, która nałożyła na państwa członkowskie obowiązek wdrożenia w życie od 2014 r. zasad integrowanej ochrony roślin (art. 14; Dz.U. UE 24.11.2009 L 309/71), celowe było przedyskutowanie wpływu stosowania zasad integrowanej ochrony roślin na rozwój odporności na pestycydy u zwalczanych agrofagów. Było to celem mojej pierwszej pracy, którą przedstawiłam w osiągnięciu naukowym.

Zjawisko odporności agrofagów dotyczy obecnie wszystkich grup środków ochrony roślin. Znane są liczne biotypy odpornych na herbicydy chwastów, rasy grzybów odpornych na fungicydy, gatunki i populacje szkodliwych owadów czy roztoczy odpornych na insektycydy i akarycydy. Omawiany problem dotyczy także zwierząt wyższych, na przykład ptaków i ssaków, u których odporność na toksyny i repelenty wiąże się głównie z etologią, czyli zachowaniem w środowisku i pamięcią w oparciu o budowę i funkcjonowanie ich mózgów. Występowanie zjawiska odporności u agrofagów znacznie przesuwą próg opłacalności ochrony chemicznej, powoduje spadek plonowania roślin rolniczych i często prowadzi do pogorszenia jakości plonu.

Ważną przyczyną, która pośrednio i bezpośrednio przyspiesza powstawanie odporności jest szeroko praktykowana intensywna produkcja rolnicza, wymagająca intensywnej ochrony chemicznej. Występująca coraz częściej odporność agrofagów na chemiczne środki ochrony roślin jest rezultatem wieloletniej, intensywnej ochrony chemicznej i związanego z nią silnego nacisku selekcyjnego substancji czynnych na populacje agrofagów. Rozwój odporności jest uzależniony od współdziałania kompleksu czynników genetycznych, biologicznych i operacyjnych. Czynniki genetyczne i biologiczne są zaliczane do tzw. czynników wewnętrznych, które nie mogą być zmieniane, gdyż znajdują się poza zasięgiem działalności człowieka. Natomiast czynniki operacyjne są związane z właściwościami stosowanych środków, takimi jak: struktura chemiczna, jej pokrewieństwo z wcześniej stosowanymi pestycydami, długotrwałość działania, forma użytkowa oraz sposobami ich stosowania. Ponadto próg aplikacji, próg selekcji, stadium selekcyjonowane, sposób stosowania, selekcja ograniczona, czy selekcja alternatywna należą do tzw. czynników zewnętrznych. Czynniki te umiejętnie modyfikowane mogą przeciwdziałać rozwojowi odporności agrofagów.

Odporność powstaje wskutek naturalnych procesów selekcji i nie można jej całkowicie wyeliminować nie rezygnując ze stosowania pestycydów. Można natomiast jej przeciwdziałać lub opóźnić jej wystąpienie przez zmniejszenie jednostronnej presji selekcyjnej stosowanych środków ochrony roślin. Metody przeciwdziałania lub opóźniania odporności związane z czynnikami operacyjnymi można podzielić na trzy grupy.

Metody umiarkowane (stosowanie obniżonych dawek, zmniejszenie częstotliwości zabiegów, stosowanie insektycydów o krótkim okresie trwałości, dostosowanie zabiegów do momentu wystąpienia najbardziej wrażliwego stadium szkodnika, zabiegi lokalne na ściśle ograniczonej powierzchni, pozostawianie części populacji bez zabiegu, wykonywanie zabiegów przy wyższych progach szkodliwości) i radykalne (stosowanie wysokich dawek, blokowanie mechanizmów detoksykacyjnych synergetykami) mają na celu zachowanie w populacji genotypów wrażliwych lub eliminację genotypów odpornych. Eliminacja genotypów odpornych to również cel trzeciej i najbardziej popularnej metody zapobiegania odporności poprzez presję wielokierunkową, tj. rotację substancji czynnych o różnych mechanizmach działania.

Znajomość wymienionych czynników przeciwdziałania lub opóźniania odporności pozwala na przedsięwzięcie odpowiednich działań przy stosowaniu integrowanej ochrony roślin. Integrowana ochrona roślin proponuje łączne wykorzystanie wszystkich sposobów i metod ochrony roślin, takich jak: odpowiednia agrotechnika, odporne odmiany, wrogowie naturalni, metody biologiczne, chemiczne i inne, w celu skutecznego, bezpiecznego i opłacalnego obniżenia nasilenia występowania szkodliwego organizmu poniżej progu szkodliwości. Preferuje się insektycydy biologiczne, a także substancje wpływające na zachowanie się organizmów szkodliwych. Główny nacisk kładzie się na działania profilaktyczne (odpowiednia uprawa gleby, nawożenie, sadzenie we właściwym terminie, odporne odmiany itp.).

W przypadku wielu agrofagów, mimo występowania zjawiska odporności, nie można całkowicie rezygnować ze stosowania chemicznych środków ochrony roślin. Jednak w miarę możliwości należy wszelkimi sposobami zmniejszać ich presję selekcyjną. Wszystkie wymienione wyżej czynniki mają duży wpływ na obniżenie gęstości populacji agrofagów, a tym samym na zmniejszenie intensywności stosowania chemicznych środków ochrony roślin.

Biorąc pod uwagę gatunek agrofaga, integrowany program ochrony musi uwzględniać wiedzę na temat jego biologii, fizjologii, genetyki i ekologii. Kolejnym czynnikiem brany pod uwagę przy zapobieganiu odporności agrofagów jest środek ochrony roślin. Odchodzi się w rolnictwie integrowanym od środków działających długotrwale lub dających toksyczne metabolity. Poprzez stosowanie nowoczesnych form użytkowych środków ochrony roślin uzyskuje się obniżone dawki, a badania naukowe umożliwiają dalsze uzyskanie pożądanych cech poprzez łączne działanie substancji czynnych, stosowanie synergetyków, adiuwantów.

Wszelkie działania podejmowane w ramach integrowanej ochrony roślin mają na celu ograniczenie stosowania środków chemicznych, a więc zmniejszenie presji selekcyjnej na traktowane populacje szkodliwych organizmów. Sprawdzonej metodą, zalecaną w ramach integrowanej ochrony roślin, jest stosowanie rotacji substancji czynnych o różnych mechanizmach działania. Metoda ta, choć formalnie zaliczana do metod powodujących eliminację genotypów odpornych, w rzeczywistości pozwala na przeżycie genotypom wrażliwym. Ma ona udowodnioną skuteczność w ograniczaniu zjawiska odporności, a w konsekwencji ogranicza stosowanie środków chemicznych i jest zalecana do stosowania w integrowanych programach ochrony roślin. Elementem tej metody jest również wycofanie ze

stosowania takiego środka ochrony roślin, na który agrofag wykształcił odporność i wprowadzenie na jego miejsce nowego, o innym mechanizmie działania.

Na podstawie danych literaturowych oraz badań własnych stwierdzono, że integrowane programy ochrony roślin przed agrofagami muszą uwzględniać uniwersalne oraz szczegółowe dla konkretnego agrofaga zasady zapobiegania odporności agrofagów, które zakładają między innymi: monitoring poziomu wrażliwości agrofagów na środki ochrony roślin, przeprowadzanie zabiegu substancją czynną o odpowiedniej skuteczności oraz rotację substancji czynnych o różnych mechanizmach działania. Należy brać pod uwagę fakt, że substancje z różnych grup chemicznych mogą wywoływać podobne mechanizmy odporności w organizmie agrofaga. W miarę możliwości należy więc badać mechanizmy odporności agrofagów i stosować się do zaleceń wynikających z tych badań.

Czy pszczoły unikają miejsc skażonych insektycydami i w związku z tym są bezpieczne? (praca H4)

W ostatnich latach w Polsce i w innych krajach Unii Europejskiej syndrom masowego ginięcia pszczół (Collony Collapse Disorder) stał się problemem budzącym wiele kontrowersji w środowiskach naukowych, pszczelarskich, wśród producentów środków ochrony roślin oraz władz państwowych. U podstaw tego problemu leży wiele przyczyn, spośród których na pierwszy plan wysuwa się budząca kontrowersje rola środków ochrony roślin, a zwłaszcza insektycydów. Wpływ środków ochrony roślin na pszczoły i inne owady zapylające jest złożony. Środowiska pszczelarskie zwracają uwagę na toksyczne oddziaływanie substancji czynnych insektycydów na system nerwowy pszczoły, mogące zakłócać ich pamięć, zachowanie, rozwój, a często prowadzić do śmierci tych owadów. Jednym z zaobserwowanych mechanizmów odporności owadów, między innymi u pszczół, na substancje czynne insektycydów jest odporność behawioralna. Polega ona na unikaniu przez owady miejsc potraktowanych insektycydem, co jest równoznaczne z repelentnym działaniem środka ochrony roślin.

W publikacji dotyczącej wpływu zabiegów insektycydowych na zachowanie pszczoły miodnej (*Apis mellifera* L.) przedstawiono wyniki obserwacji repelentnego działania wybranych substancji czynnych syntetycznych insektycydów o różnej toksyczności dla tych owadów. Przedstawione wyniki zaprzeczają powszechnie utartemu pogładowi o

repelentnym działaniu pyretroidów w odniesieniu do pszczoły miodnej oraz dowodzą również braku odstraszającego działania badanych substancji czynnych środków owadobójczych z innych grup chemicznych. Dodatkowo, na opryskanych powierzchniach doświadczalnych obserwowano aktywność innego gatunku owada zapylającego - błyszczki jarzynówki (*Autographa gamma* L.) – motyla pobierającego pokarm i zapylającego rośliny w godzinach wieczornych i nocnych. Uzyskane wyniki badań wskazują na możliwość szybkiego kontaktu badanych owadów z insektycydami oraz pobrania pewnych dawek substancji czynnych poprzez kontakt oraz z pokarmem po zabiegach chemicznych.

Możliwość zastosowania w praktyce ochrony roślin butoksylanu piperonylu w celu przełamania znanej z literatury, metabolicznej odporności słodyszka rzepakowego (*Meligethes aeneus* F) (praca H2)

W związku z wysoką odpornością metaboliczną słodyszka rzepakowego na wybrane substancje czynne z grupy pyretroidów, opartą na enzymach oksydacyjnych, co stwierdzono we wcześniejszych badaniach, celem było stwierdzenie czy zablokowanie tych enzymów nie mogło by spowodować wzrostu wrażliwości szkodnika. Do badań wybrano substancję czynną tau-fluwalinat, ponieważ jest ona używana do ochrony rzepaku w okresie kwitnienia ze względu na bardzo niską toksyczność dla pszczoły miodnej. Jako bloker enzymów oksydacyjnych użyto butoksylanu piperonylu (PBO). Ważnym celem pracy było również stwierdzenie, czy użycie wymienionego synergetyka nie osłabi odporności pszczoły miodnej na tau-fluwalinat. W badaniach laboratoryjnych, do testów posłużyły chrząszcze słodyszka rzepakowego pochodzące z wybranych populacji z Polski i Anglii. Pszczoła miodna badana była w izolatorach polowych, w których umieszczano małe ule z królową oraz robotnicami. Badania przeprowadzono w 2009 i 2010 roku. Wyniki badań wykazały znaczący wzrost wrażliwości słodyszka rzepakowego na tau-fluwalinat przy zastosowaniu mieszaniny tau-fluwalinatu z PBO. Zablokowanie części enzymów hydrolitycznych, a przede wszystkim enzymów z grupy P450 odpowiedzialnych za metabolizm oksydacyjny, spowodowało we wszystkich doświadczeniach, w których użyto dawki zalecanej (240 ppm) 100% śmiertelności słodyszka rzepakowego nawet przy użyciu jednej trzeciej zalecanej dawki insektycydu (80 ppm). W doświadczeniach nad pszczołą miodną stwierdzono, że śmiertelność owadów w 2009 i 2010 roku, we wszystkich wariantach nie przekroczyła 1–2% populacji, co jest

śmiertelnością zbliżoną do naturalnej. Obserwacje zachowania pszczoł w izolatorach nie wykazały różnic w stosunku do kontroli.

Uzyskane wyniki wykazały, że zastosowana w doświadczeniach dawka PBO (100 ppm) może być stosowana dla wzmocnienia działania tau-fluwalinatu przeciwko słodyszkiowi rzepakowemu. Udowodniono również, iż rozwiązanie takie nie stanowi zagrożenia dla pszczoły miodnej.

Określenie aktualnego poziomu wrażliwości słodyszka rzepakowego oraz chowacza podobnika na insektycydy (prace: H3 i H6)

W przedstawionych przeze mnie badaniach materiał stanowiły chrząszcze słodyszka rzepakowego i chowacza podobnika z wybranych populacji na terenie Polski.

Wyniki badań monitoringowych z 2014 roku wykazały wysoką lub bardzo wysoką odporność słodyszka rzepakowego na substancje czynne z grupy pyretroidów. Najskuteczniejszą substancją z tej grupy chemicznej okazał się tau-fluwalinat, na który chrząszcze słodyszka rzepakowego wykazywały wrażliwość lub słabą odporność. Zdecydowanie skuteczniejsze od pyretroidów były, w zwalczaniu słodyszka rzepakowego, substancje z grupy neonikotynoidów, przy czym większą wrażliwość notowano najczęściej w odniesieniu do acetamiprydu. W odniesieniu do dwóch badanych substancji z grupy neonikotynoidów (acetamipryd i tiachlopryd) słodyszek rzepakowy wykazywał wrażliwość, słabą odporność lub w przypadku tiachloprydu, odporność średnią. Wysoką wrażliwość obserwowano wyłącznie w odniesieniu do chloropiryfosu z grupy związków fosforoorganicznych. Zupełnie inaczej sytuacja wyglądała w badaniach chrząszczy chowacza podobnika. Badane populacje wykazywały bardzo wysoką wrażliwość na wszystkie testowane substancje z grupy pyretroidów. Odporność chowacza podobnika zaobserwowano natomiast w odniesieniu do substancji z grupy neonikotynoidów. Zaznaczyć należy, że w dotychczasowej literaturze naukowej dane na temat poziomu wrażliwości chowacza podobnika na substancje czynne insektycydów są nieliczne. W przedstawionych wynikach badań zwraca uwagę znacząco różna wrażliwość obu badanych gatunków na substancje z grupy pyretroidów i neonikotynoidów, co może znacznie utrudnić ochronę rzepaku w Polsce. Jest to zjawisko ciekawe z naukowego punktu widzenia, gdyż historia zwalczania obu gatunków, jak również obecne zalecenia są podobne. Występujące

równocześnie na polach rzepaku chrząszcze słodyszka rzepakowego i chowacza podobnika mają najprawdopodobniej odmienny potencjał genetyczny odnośnie procesów detoksykacji metabolicznej, co nie wyklucza narastania odporności słodyszka rzepakowego na neonikotynoidy i chowacza podobnika na pyretroidy przy dalszym utrzymywaniu się podobnego nacisku selekcyjnego.

Monitorowanie poziomów wrażliwości chowacza podobnika kontynuowano w latach 2015–2017. Ponieważ obydwie gatunki szkodliwych chrząszczy w zmieniających się warunkach klimatycznych Polski występują na rzepaku prawie równocześnie przebadano, między innymi, oddziaływanie na chowacza podobnika substancji czynnych nie zalecanych obecnie do jego zwalczania, natomiast zarejestrowanych do zwalczania słodyszka rzepakowego. Do badań użyto handlowych form środków ochrony roślin zawierających dziewięć substancji czynnych należących do czterech grup chemicznych (pyretroidy, oksadiazyny, neonikotynoidy, związki fosforoorganiczne). Chowacz podobnik wykazywał bardzo silną wrażliwość na pyretroidy, z wyjątkiem tau-fluwalinatu. Odporność chowacza podobnika na tau-fluwalinat była dużym zaskoczeniem, ponieważ we wcześniejszych badaniach gatunek ten wykazywał wrażliwość na tę substancję czynną. Wynik ten, choć zaskakujący, jest jednak wybitnym przykładem charakteru zjawiska odporności owadów na insektycydy. W wielu przypadkach jest ono nieprzewidywalne, pojawia się niespodziewanie, w dużym nasileniu, czym zaskakuje zarówno naukę jak i praktykę rolniczą. Badany neonikotynoid – tiachopryd był w odniesieniu do chowacza podobnika skuteczny, choć w tym przypadku dało się zauważyć początki narastania odporności na tę substancję czynną. Ten przykład również pokazuje charakter omawianego zjawiska. W tym przypadku bowiem można zauważyć wczesny sygnał, że w badanych populacjach pojawiają się genotypy odporne i jest czas do zastosowania odpowiedniej strategii zapobiegawczej. Badania nie wykazały odporności chowacza podobnika na chloropiryfos oraz malation, natomiast potwierdziła się niewrażliwość tego gatunku w stosunku do indoksakkarbu. W pracy zwrócono uwagę na konieczność prowadzenia stałego monitoringu wrażliwości ważnych gospodarczo szkodników ze względu na szybko powstające i nieprzewidywalne reakcje owadów na substancje czynne insektycydów.

Różnice w poziomach odporności słodyszka rzepakowego oraz chowacza podobnika na deltametrynę i indoksakarb oraz analiza mechanizmu detoksykacji enzymatycznej i mechanizmu spowolnionego przenikania indoksakardu przez kutikulę chowacza podobnika jako potencjalnych przyczyn odporności tego szkodnika. (prace H5 i H7)

Celem kolejnej, przedstawionej w osiągnięciu naukowym pracy było określenie poziomów wrażliwości szkodników na substancję z grupy pyretroidów, deltametrynę oraz substancję z grupy oksadiazyn, indoksakarb, a także określenie enzymatycznych mechanizmów odporności chowacza podobnika na indoksakarb przy użyciu synergetyków blokujących poszczególne grupy enzymów:

- butoksylan piperonylu (PBO) - bloker enzymów oksydacyjnych i części esteraz,
- S,S,S- tributylotrifosforan (DEF) – bloker esteraz
- dietylomalenian (DEM) - bloker transferaz glutationu

Obie substancje czynne działają w tym samym miejscu w układzie nerwowym owadów – kanale sodowym. Deltametryna jednak wydłuża otwarcie kanału, podczas, gdy indoksakarb powoduje jego blokadę w pozycji zamkniętej.

Słodyszek rzepakowy we wszystkich latach badań wykazywał bardzo wysoką odporność na deltametrynę. Poziom śmiertelności owadów przy dawce zalecanej wahał się od 5 do 40%. Wartości współczynnika odporności wskazywały na wysoką lub bardzo wysoką odporność szkodnika. Chrząższe chowacza podobnika we wszystkich populacjach i we wszystkich latach badań wykazywały brak odporności na deltametrynę. Chrząższe słodyszka rzepakowego we wszystkich latach badań wykazywały brak odporności na indoksakarb. Poziom śmiertelności owadów przy dawce zalecanej zawsze wynosił 100%. Chowacz podobnik, w przeprowadzonych doświadczeniach, wykazywał natomiast wysoką odporność na indoksakarb. Wyniki tych doświadczeń dają bardzo istotne wskazania dla praktyki ochrony roślin odnośnie doboru substancji czynnych do ochrony rzepaku ozimego w okresie występowania na nim obu omawianych szkodników.

Badania mechanizmów odporności chrząszczy chowacza podobnika na indoksakarb przy wykorzystaniu synergetyków blokujących enzymy oksydacyjne, hydrolityczne i transferazy glutationu, nie wykazały zmian we wrażliwości badanych chrząszczy pod wpływem wymienionych synergetyków. Synergetyki stosowane zarówno w dawce 300 ppm, jak i w maksymalnej dawce 500 ppm nie wpływały na zwiększenie śmiertelności owadów,

która cały czas wynosiła od 0% do maksymalnie 20%. Taki wynik sugeruje istnienie innego mechanizmu odpowiedzialnego za odporność chowacza podobnika na indoksakarb.

Ponieważ wcześniejsze badania wykazały, że odporność szkodnika na indoksakarb nie jest efektem działania enzymów dezaktywujących substancje czynne insektycydów, celem kolejnej pracy było określenie ewentualnego udziału zwolnionego przenikania toksyn przez okrywy ciała, jako mechanizmu odpowiedzialnego za odporność chowacza podobnika na indoksakarb. Wykonano ponownie testy poziomu odporności obu gatunków szkodników na deltametrynę (pyretroidy) i indoksakarb (oksadiazyny) z równoległym określeniem pozostałości wymienionych toksyn w organizmach owadów. Wykazano, iż poziomy pozostałości zarówno deltametryny, jak i indoksakarbu u słodyszka rzepakowego i chowacza podobnika były zbliżone. Otrzymane wyniki pozwalają na wykluczenie mechanizmu zwolnionego przenikania z odpowiedzialności za odporność chowacza podobnika na indoksakarb i wskazują na istnienie innych, nadal nieznanych mechanizmów odporności.

Wyniki przedstawionych badań wskazują na kilka aspektów dotyczących tak dużych różnic w odporności słodyszka rzepakowego i chowacza podobnika na indoksakarb. Ponieważ zarówno w przypadku deltametryny, jak i indoksakarbu poziomy zawartości tych substancji czynnych w organizmach badanych gatunków owadów były podobne, można wnioskować, że to nie czynnik zwolnionego przenikania decyduje o tak dużych różnicach w śmiertelności owadów obu gatunków. Badane populacje słodyszka rzepakowego należały do silnie uodpornionych na substancje czynne pyretroidów. Wykształciły silną odporność metaboliczną na substancje czynne z tej grupy, opartą na enzymach oksydacyjnych z grupy cytochromu P450 oraz enzymach hydrolitycznych z grupy esteraz. Można więc wnioskować, że również ten czynnik - enzymatycznej odporności, odpowiada u badanych populacji słodyszka rzepakowego za wysoką wrażliwość tego gatunku na indoksakarb. Podobne zjawisko ma miejsce w przypadku populacji tego gatunku odpornych na drodze metabolizmu oksydacyjnego na pyretroidy i równocześnie wykazujących zwiększoną wrażliwość na chloropiryfos, który w organizmie słodyszka rzepakowego ulega szybkiej konwersji do metabolitu tlenowego pod wpływem enzymów oksydacyjnych. Metabolit tlenowy chloropiryfosu znacznie silniej hamuje esterazę cholinową niż związek macierzysty i jest silniejszą toksyną odpowiedzialną za szybkie zatrucie i śmierć owada. Takie zjawisko – zwiększenia wrażliwości na indoksakarb na drodze zwiększenia odporności metabolicznej

przy użyciu oksydaz z grupy P450 stwierdzono u ras muchy domowej. Istnieje więc przypuszczenie, że w badanych populacjach słodyszka rzepakowego przekształcanie indoksakarbenu przy użyciu esteraz do jego toksyczniejszej formy JW062 następuje znacznie szybciej niż u chowacza podobnika, u którego nie stwierdzono odporności na pyretroidy związanej z aktywnością oksydaz lub esteraz. Wniosek ten znajduje potwierdzenie w prezentowanych w pracy wynikach badań pozostałości indoksakarbenu. We wszystkich przypadkach zawartość indoksakarbenu u słodyszka rzepakowego była nieznacznie niższa niż u chowacza podobnika. Może to wynikać z faktu szybszego przekształcenia indoksakarbenu w bardziej toksyczny metabolit u słodyszka rzepakowego, co może odpowiadać za jego wyższą wrażliwość na indoksakarb. Metaboliczna odporność u owadów oparta na enzymatycznym rozkładzie toksyn jest poligenowa i wiąże się nie tylko ze specyfiką białek enzymatycznych, ale również z nadekspresją enzymów detoksykacyjnych.

Mechanizm odporności chowacza podobnika na indoksakarb, po wykluczeniu rozkładu enzymatycznego oraz mechanizmu zwolnionego przenikania toksyny, pozostaje sprawą otwartą. Jednak wykluczenie tych dwóch mechanizmów powoduje, że niezależnie od tego, jaki mechanizm odpowiada za odporność, jego przełamanie (poprzez zastosowanie synergetyków lub adiuwantów) w warunkach praktyki rolniczej staje się na dzień dzisiejszy niemożliwe. Konieczne jest w związku z tym poszukiwanie innych metod, które będą ograniczały zagęszczenie populacji szkodnika, jednocześnie ograniczając presję selekcyjną środków ochrony roślin.

Metoda ograniczająca presję selekcyjną środków ochrony roślin na populacje chowacza podobnika - doliczne dokarmianie rzepaku ozimego krzemem. (praca H8)

W pracy przedstawiono wyniki badań nad wpływem zastosowania mineralnego stymulatora wzrostu zawierającego krzem na redukcję negatywnych skutków stresów biotycznych wywoływanych przez roślinożerne owady i choroby grzybowe. Badania przeprowadzono w latach 2014 i 2015 w uprawach rzepaku ozimego, pszenicy ozimej i kukurydzy. Określano wpływ zastosowania stymulatora na poziom uszkodzeń roślin powodowanych przez główne szkodniki występujące w tych uprawach, stopień porażenia chorobami powodowanymi przez grzyby i na poziom plonowania badanych roślin.

Przeprowadzone badania wykazały przydatność stymulatora zawierającego krzem w ograniczaniu uszkodzeń roślin przez agrofagi, co skutkowało wzrostem plonowania roślin.

Krzem jest drugim (po tlenie – 46%) co do ilości pierwiastkiem, występującym w skorupie ziemskiej (około 30%). Z punktu widzenia nawożenia gleby i odżywiania roślin krzem nie jest zakwalifikowany do żadnej z istotnych dla życia roślin grup pierwiastków chemicznych. Nie jest on zaliczany ani do makroelementów ani do mikroelementów. Ostatnie badania wskazują na konieczność zmiany klasyfikacji krzemu jako pierwiastka istotnego dla życia roślin. Krzem występujący w tkankach wielu roślin wzmacnia je, poprzez wzmocnienie ścian komórkowych. Zawartość krzemu w tkankach roślin mieści się w granicach od kilku setnych procenta suchej masy – np. w buraku cukrowym, kilku procent w roślinach zbóż, aż do 20% w ryżu. W niektórych przypadkach rośliny transportują krzem do miejsc infekcji i tworząc związki krzemoorganiczne w ścianach komórkowych, stają się bardziej odporne na enzymy hydrolityczne wytwarzane przez patogeny. Znaczenie krzemu dla rolnictwa, choć od dawna znane, jest trudne do wykorzystania ze względu na niestabilność form płynnych, rozpuszczalnych w wodzie, które mogą być przyswajalne przez rośliny. Wyjątkowe korzyści dla roślin wynikające ze stosowania krzemu zmusiły wielu naukowców i technologów do opracowania trwałych form płynnych do aplikacji pozakorzeniowej. W wielu doświadczeniach ścisłych udowodniono działanie krzemu powodujące redukcję skutków stresów abiotycznych, natomiast doświadczenia prowadzone w IOR - PIB miały na celu wykazanie, czy krzem może wpływać na redukcję skutków stresów biotycznych, spowodowanych przez dwie grupy agrofagów – roślinożerne owady i chorobotwórcze grzyby.

Zastosowanie preparatu zawierającego krzem w obu latach badań wyraźnie wpłynęło na ograniczenie ilości łuszczyń uszkodzonych przez chowacza podobnika w uprawach rzepaku ozimego. Efekt ten należy łączyć ze wzmocnieniem ścianek komórkowych łuszczyń na skutek zastosowania preparatu i większymi trudnościami w ich uszkodzaniu przez chrząszcze chowacza podobnika. Ten efekt działania preparatu przełożył się wyraźnie na mniejsze porażenie roślin przez szarą pleśń i czerń krzyżowych w obu latach badań. Również w zaprezentowanych doświadczeniach wspomniane efekty działania krzemu przyczyniły się do zwiększenia plonowania roślin o 0,19–0,87 t/ha. Podobny efekt wzmocnienia roślin i ograniczenia ich uszkodzania przez skrzypionkę zbożową osiągnięto stosując preparat w

uprawach pszenicy ozimej, która, jako roślina jednoliścienna, zawiera więcej krzemu niż rzepak. Również w tym przypadku wpłynęło to na zmniejszenie wystąpienia najbardziej popularnych chorób grzybowych. Plon pszenicy dokarmionej preparatem był wyższy od plonu roślin kontrolnych o 0,03–0,99 t/a. Wzrost plonowania roślin i zmniejszenie porażenia przez choroby grzybowe po zastosowaniu preparatu wykazano również w odniesieniu do kukurydzy. W przypadku tej rośliny jednak niejednoznaczna jest rola krzemu w ograniczeniu uszkodzeń roślin powodowanych przez omacnicę prosowiankę, ponieważ w obu latach badań wyniki były rozbieżne. Przypuszczalnie, rozbieżność ta wynikała z abiotycznych czynników stresowych – susza, brak wody w późniejszym okresie wegetacji i zmiany w fizjologii roślin kukurydzy, które mają wpływ na metabolizm.

Przeprowadzone doświadczenia wskazują na możliwości ograniczenia występowania szkodliwych owadów oraz chorób powodowanych przez grzyby w uprawach rzepaku ozimego, pszenicy ozimej i kukurydzy poprzez zastosowanie nawozu zawierającego krzem. W obliczu narastającego problemu odporności agrofagów na środki ochrony roślin, podstawowa zasada strategii zapobiegania temu zjawisku zakłada zmniejszenie nacisku selekcyjnego insektycydów i fungicydów. Uzyskane wyniki wskazują na możliwość realizacji tego założenia poprzez ograniczanie szkód wyrządzanych przez agrofagi przy użyciu stymulatorów zawierających przyswajalny krzem. Wyniki badań powinny być wykorzystywane w strategii zapobiegania odporności agrofagów oraz powinny być podstawą do tworzenia integrowanych programów ochrony roślin rolniczych.

Podsumowanie najważniejszych wyników dokumentujących osiągnięcie naukowe z uwzględnieniem ich aspektu praktycznego

1. Na podstawie literatury oraz własnych osiągnięć i wyników badań, opracowano zasady strategii antyodpornościowych w integrowanych systemach ochrony roślin. Uwzględniono w nich konieczność rozpoznania mechanizmów odporności agrofaga na substancje czynne środków ochrony roślin jako podstawowego elementu koniecznego dla prawidłowego sterowania tym zjawiskiem.
2. W kwestii bezpieczeństwa pszczoły miodnej (*Apis mellifera* L.) udowodniono, że wbrew informacjom i utartym opiniom o odstraszających właściwościach niektórych insektycydów, w doświadczeniach własnych uzyskano wyniki zaprzeczające tym

doniesieniom. Wyniki tych badań są obecnie w Polsce uwzględniane w strategii ochrony rzepaku ozimego w stadium kwitnienia.

3. **Udowodniono po raz pierwszy**, że jedną z metod przełamania odporności metabolicznej słodyszka rzepakowego (*Meligethes aeneus* F.) w praktyce ochrony rzepaku, na substancję czynną z grupy pyretroidów – tau-fluwalinat, może być zablokowanie enzymów oksydacyjnych przy użyciu butoksylanu piperonylu (PBO), w dawce nieszkodliwej dla pszczoły miodnej. Użycie PBO musi uwzględniać budowę molekularną substancji czynnej i jej toksyczność dla pszczoły miodnej.
4. Uzyskano najświeższe dane odnośnie monitoringu poziomów wrażliwości słodyszka rzepakowego (*Meligethes aeneus* F.) i chowacza podobnika (*Ceutorhynchus assimilis* Payk) na stosowane w Polsce insektycydy. **Po raz pierwszy w Polsce** stwierdzono bardzo wysoką odporność chowacza podobnika na tau-fluwalinat, co miało duże znaczenie dla aktualizacji strategii zapobiegania odporności w praktyce ochrony rzepaku w Polsce.
5. Wykazano diametralne różnice w reakcji słodyszka rzepakowego i chowacza podobnika na substancje czynne środków ochrony roślin z tych samych grup chemicznych. Wyniki tych badań mają bardzo duże znaczenie dla odpowiedniej strategii zwalczania tych szkodników w fazach rozwojowych rzepaku, w których oba gatunki występują równocześnie.
6. **Po raz pierwszy** wykluczono mechanizm enzymatycznego metabolizmu indoksakkarbu oraz mechanizm zwolnionego przenikania tej substancji czynnej u chowacza podobnika z grupy czynników potencjalnie odpowiedzialnych za odporność szkodnika na tą substancję czynną. Jest to przyczyną braku możliwości przełamania tej odporności przy użyciu synergetyków lub adiuwantów. Daje to ważne wskazania dla praktyki rolniczej odnośnie doboru środka ochrony roślin w zwalczaniu szkodników w rzepaku oraz wymusza konieczność poszukiwania innych metod ograniczających występowanie chowacza podobnika.
7. **Po raz pierwszy stwierdzono, że dla integrowanych programów ochrony rzepaku oraz w strategiach zapobiegania odporności agrofagów dolistne dokarmianie tej rośliny krzemem może być ważnym elementem redukcji nacisku selekcyjnego środkami ochrony roślin.**

3. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

Spis treści

3.1. Przebieg pracy zawodowej	24
3.2. Działalność naukowo-badawcza	25
3.3. Pozostała działalność	33

3.1. Przebieg pracy zawodowej

Jestem absolwentką Wydziału Biologii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, specjalności biologia środowiska. Pracę magisterską pod tytułem „Rytmika sezonowa wybranych gatunków rodzaju *Lonicera* L. pochodzących z kolekcji Ogrodu Botanicznego Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu” napisałem w Ogrodzie Botanicznym w Poznaniu pod kierunkiem prof. dr. hab. Aleksandra Łukasiewicza i obroniłem w lipcu 2000 roku. W tym samym roku, w sierpniu, podjęłem pracę w Zakładzie Zoologii w Instytucie Ochrony Roślin – Państwowym Instytucie Badawczym w Poznaniu, w którym pracuję do chwili obecnej. Do roku 2005 pracowałem początkowo jako inżynier, a następnie jako asystent, pod kierownictwem prof. dr. hab. Stefana Kornobisa, zajmując się badaniami fauny nicieni – pasożytów roślin. Od 2005 roku, w ramach tego samego Zakładu rozpoczęłem pracę pod kierunkiem prof. dr. hab. Pawła Węgorka, którą kontynuuję do dnia dzisiejszego, zajmując się dwoma kierunkami badawczymi: odpornością owadów na insektycydy oraz ochroną upraw rolniczych przed szkodami powodowanymi przez zwierzęta łowne.

W 2011 roku, na podstawie przedstawionej rozprawy doktorskiej pt: „Poziomy wrażliwości oraz mechanizmy odporności chrząszczy słodyszka rzepakowego (*Meligethes aeneus* F.), stonki ziemniaczanej (*Leptinotarsa decemlineata* Say) oraz chowacza podobnika (*Ceutorhynchus assimilis* Payk) na insektycydy”, uzyskałem stopień naukowy doktora nauk rolniczych i stanowisko adiunkta. Promotorem mojej pracy doktorskiej był prof. dr. hab. Paweł Węgorek.

3.2. Działalność naukowo-badawcza

Od roku 2006 biorę udział w realizacji Programów Wieloletnich, finansowanych ze środków Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi. Były to zadania: 4.3., pt. „Monitoring uodparniania się agrofagów na środki ochrony roślin” (lata: 2006–2010) oraz 1.3., pt. „Monitoring uodparniania się agrofagów na środki ochrony roślin oraz tworzenie programów redukcji ryzyka” (lata 2011–2015). Obecnie jestem członkiem zespołu realizującego zadanie 1.4. „Monitoring uodparniania się agrofagów na środki ochrony roślin oraz tworzenie programów redukcji ryzyka z uwzględnieniem bezpieczeństwa pszczół” w ramach Programu Wieloletniego na lata 2016–2020. Wymienione zadania były i są prowadzone pod kierunkiem prof. dr. hab. Pawła Węgorka.

Od początku mojej pracy w IOR – PIB realizuję ponadto zadania statutowe, związane zarówno z odpornością owadów na substancje czynne insektycydów, jak i ochroną upraw rolniczych przed szkodami powodowanymi przez zwierzęta łowne.

Moje zainteresowania naukowe koncentrują się na szkodnikach roślin uprawnych, a tematykę badawczą mogę podzielić na trzy główne nurty:

- odporność owadów na insektycydy,
- toksyczność insektycydów dla pszczół,
- uwarunkowania powstawania szkód powodowanych przez wybrane gatunki zwierząt łownych w uprawach rolniczych i leśnych oraz metody ochrony upraw przed zwierzyną łowną.

Odporność owadów na insektycydy i toksyczność insektycydów dla pszczół

Badania nad odpornością owadów na insektycydy podjąłem w 2005 roku. Zjawisko odporności szkodliwych owadów na insektycydy stanowi od lat poważny problem dla ochrony roślin w Polsce i na całym świecie. Szerokie stosowanie syntetycznych środków ochrony roślin znacznie przyspiesza proces uodparniania się agrofagów. Z upływem czasu, liczonego w pokoleniach zwalczanych organizmów, wiele substancji czynnych używanych w środkach ochrony roślin, przestało działać tak skutecznie jak na początku, znane są też przypadki całkowitego braku dalszego toksycznego i wywołującego śmiertelność w zalecanej

dawce ich działania na zwalczany organizm. Ze względu na potencjalne i faktyczne duże straty ekonomiczne, współczesne programy produkcji roślin rolniczych opierają się na strategiach opóźniających lub zmniejszających negatywne skutki tego zjawiska. Zjawisko odporności agrofagów dotyczy obecnie wszystkich grup środków ochrony roślin i jest stale monitorowane przez PIORiN i Instytut Ochrony Roślin – PIB w Poznaniu.

W ramach tematu dotyczącego odporności szkodliwych owadów na insektycydy zajmują się następującymi zagadnieniami (publikacje przytoczone w nawiasach pomijają te, które weszły w skład osiągnięcia naukowego, nie obejmują też monografii i doniesień naukowych):

- badania poziomu wrażliwości różnych gatunków szkodliwych owadów na substancje czynne insektycydów - pyretroidów, związków fosforoorganicznych, neonikotynoidów, oksadiazyn, karbonylohydrazydów; badania prowadzone przeze mnie dotychczas objęły: stonkę ziemniaczaną, słodyszka rzepakowego, chowacza podobnika, chowacza czterozębnego, chowacza brukwiaczka, gnatarza rzepakowca, mszycę brzoskwińową, tantnisia krzyżowiaczka oraz zachodnią kukurydzianą stonkę korzeniową (Załącznik 3: II a: 1, 2; II b: 3, 4, 5, 6, 7, 10, 12, 15, 16; II d: 1, 2, 3; III a: 1; III b: 1, 2)
- badania nad mechanizmami odporności stonki ziemniaczanej, słodyszka rzepakowego i chowacza podobnika na substancje czynne insektycydów, w tym:
 - badania mechanizmów fizjologicznych, badanych przy użyciu synergetyków i wybranych substancji chemicznych (Załącznik 3: II a: 1, 2; II b: 15, 16; III a: 1; III b: 1)
 - badania mechanizmów genetycznych z użyciem metod biologii molekularnej (Załącznik 3: II b: 4; III a: 3, 4)
 - badania mechanizmów opartych na zwolnionym przenikaniu toksyn przez okrywy ciała owada (osiągnięcie naukowe)
- doświadczenia nad dynamiką działania i zanikania substancji czynnych insektycydów w tkankach roślin (Załącznik 3: II b: 8)
- opracowywanie strategii zapobiegania odporności (Załącznik 3: II b: 9, 11).

Ponadto, od roku 2009 prowadzone przeze mnie badania koncentrują się również wokół toksyczności insektycydów dla pszczoły miodnej i trzmieła ziemnego. Część z nich weszła w skład publikacji będących częścią osiągnięcia naukowego, pozostałe nie zostały jeszcze opublikowane.

- badania nad wpływem insektycydów na śmiertelność i zachowanie pszczoły miodnej i trzmieła ziemnego w warunkach półpolowych (izolatory polowe)
- badania nad poziomem odporności pszczoły miodnej na substancje czynne insektycydów (badania laboratoryjne)
- badania nad mechanizmami odporności pszczoły miodnej i trzmieła ziemnego (półpolowe, polowe)

Moje prace naukowe w zakresie zjawiska odporności miały i mają charakter zarówno badań podstawowych jak i stosowanych oraz wdrożeniowych. Nie wszystkie uzyskane dotychczas wyniki zostały opublikowane.

Moje prace w tym zakresie dotyczą określenia skali zjawiska odporności i opierają się na szerokim monitoringu wrażliwości dużej liczby populacji szkodników na terenie Polski. Opracowane zostały metody badań laboratoryjnych, w których najczęściej stosuję metodę opracowaną przez Insecticide Resistance Action Committee (IRAC method nr. 7), w której szkodnik ekspozycyjny jest na materiał roślinny z roślin żywicielskich, potraktowany określoną koncentracją substancji czynnej insektycydu. Tą metodą określane są dawki LC50 i LC95 (powodujące 50 lub 95% śmiertelności szkodnika), w oparciu o metodę analizy probitowej Finneya. Badania nad odpornością słodyszka rzepakowego prowadzę również we współpracy z Insecticide Resistance Action Committee – IRAC oraz Instytutem Rothamsted Research, stosując metodę IRAC 11 polegającą na ekspozycji owadów w szklanych buteleczkach pokrytych od wewnątrz acetonowym roztworem insektycydu. Dla lepszego rozpoznania zjawiska odporności, równoległe z doświadczeniami laboratoryjnymi prowadzę doświadczenia polowe.

Prowadzone przeze mnie doświadczenia w zakresie monitorowania zjawiska odporności wykazały duże różnice międzygatunkowe wśród badanych szkodników. Wyraźnie też zaznacza się tendencja do narastania zjawiska odporności u poszczególnych gatunków.

Przykładem może być stonka ziemniaczana. Na początku obecnego stulecia szkodnik ten wykazywał bardzo silną odporność na substancje czynne z grupy pyretroidów. W kolejnych latach, na skutek rosnącej popularności substancji z grupy neonikotynoidów, poziom odporności stonki ziemniaczanej na pyretroidy znacznie zmalał. Obecnie obserwujemy ponowny wzrost odporności szkodnika na pyretroidy, a jednocześnie również na neonikotynoidy. Zróżnicowany jest poziom odporności na różne substancje z grupy związków fosforoorganicznych.

Badania potwierdziły obniżoną skuteczność insektycydów stosowanych do zwalczania chrząszczy słodyszka rzepakowego, zwłaszcza z grupy pyretroidów. Odporność szkodnika, który od lat zajmuje niekwestionowane miejsce lidera problemów związanych z odpornością, z roku na rok narasta. Do niedawna jedyną skuteczną substancją z grupy pyretroidów, zwalczającą słodyszka rzepakowego, był tau-fluwalinat. W dniu dzisiejszym, poziom odporności szkodnika na tą substancję czynną stale rośnie. Narasta również odporność szkodnika na neonikotynoidy. Jedynymi substancjami czynnymi w odniesieniu do których słodyszek rzepakowy nie wykształcił odporności są: chloropiryfos (związki fosforoorganiczne) oraz indoksakarb (oksadiazyny).

Z dokładnie odwrotną sytuacją mamy do czynienia w przypadku chowacza podobnika. Do niedawna standardem była wysoka wrażliwość szkodnika na wszystkie substancje czynne z grupy pyretroidów. Dzisiaj obserwujemy obniżenie poziomu wrażliwości na niektóre z nich (dane niepublikowane) i gwałtownie rosnącą odporność na tau-fluwalinat. Rośnie też odporność na neonikotynoidy, natomiast w odniesieniu do indoksakardu szkodnik wykazuje całkowitą niewrażliwość.

Również inne, badane przeze mnie szkodniki wykazują znaczny poziom odporności na insektycydy z różnych grup. Tantniś krzyżowiaczek wykazuje odporność na substancje ze wszystkich testowanych grup (pyretroidy, neonikotynoidy, związki fosforoorganiczne, oksadiazyny); mszyca brzoskwińowa na pyretroidy i oksadiazyny; zachodnia kukurydziana stonka korzeniowa najwyższy poziom odporności wykazuje w odniesieniu do tau-fluwalinatu, a chowacz brukwiacek i chowacz czterozębny to szkodniki odporne częściowo na neonikotynoidy i oksadiazyny. Wyniki tych badań nie zostały jeszcze opublikowane.

Badania diagnostyczne z zastosowaniem synergetyków wykazały, że główny mechanizm odporności chrząszczy słodyszka rzepakowego i stonki ziemniaczanej na

insektycydy z grupy pyretroidów polega na zwiększonym metabolizmie oksydacyjnym tych substancji w organizmie owadów. Ten rodzaj metabolizmu można zablokować butoksylanem piperonylu. W odniesieniu do słodyszka rzepakowego potwierdzają to również badania molekularne, z których wynika, że w organizmach owadów odpornych ma miejsce wzmożona synteza i ekspresja genów kodujących enzymy oksydacyjne, zaangażowane w detoksykację insektycydów. Przeprowadzone badania molekularne nie potwierdziły istnienia mutacji w kanale sodowym słodyszka rzepakowego, które były by odpowiedzialne za odporność szkodnika na pyretroidy. Mniejszą rolę w odporności owadów na insektycydy odgrywa metabolizm hydrolityczny. Nie stwierdzono występowania u owadów odpornych mechanizmu zwolnionego przenikania insektycydów przez okrywy ciała. W przypadku stonki ziemniaczanej wyniki wykazały, że żadna z badanych grup enzymów (oksydazy, esterazy i transferazy glutationu) nie przyczynia się do odporności szkodnika na chloropiryfos. Doświadczenia wykazały wzrost przeżywalności chrząszczy stonki ziemniaczanej po dodaniu do chloropiryfosu blokera enzymów oksydacyjnych. Antagonizm ten tłumaczony jest zmniejszeniem poziomu metabolitu tlenowego w organizmie szkodnika, który jest silniejszą toksyną od substancji macierzystej. Badania nad mechanizmami odporności chowacza podobnika stały się częścią prezentowanego przeze mnie osiągnięcia naukowego.

Z punktu widzenia strategii zapobiegania odporności, istotne są również doświadczenia nad tempem zanikania pozostałości substancji czynnych insektycydów w tkankach roślin.

Dużym osiągnięciem prowadzonych badań było udowodnienie możliwości zastosowania butoksylanu piperonylu w praktyce do przełamывania odporności słodyszka rzepakowego na pyretroidy. Zastosowanie w praktyce butoksylanu piperonylu wymaga badań dotyczących możliwości bezpiecznego użycia tego związku jeśli chodzi o pszczoły. Badania takie zostały przeze mnie przeprowadzone we współpracy z Rothamsted Research, a ich wyniki zostały opublikowane w *Pest Management Science* w 2012 roku oraz były przedstawione na konferencji *Resistance 2011* i opublikowane w wydawnictwie konferencyjnym. Również stanowią część prezentowanego osiągnięcia naukowego łącznie ze wskazaniem braku odporności behawioralnej u pszczoły miodnej.

Inne prowadzone przeze mnie badania dotyczące toksyczności insektycydów dla pszczoły miodnej nie zostały jeszcze opublikowane. Głównym wnioskiem z tych doświadczeń

jest uzależnienie toksyczności insektycydów przede wszystkim od kondycji i wyposażenia genetycznego rodzin pszczoł, ponieważ nawet substancje uważane za niebezpieczne (np. chloropiryfos, indoksakarb, imidachlopyrd czy tiametoksam) nie zawsze skutkują zwiększeniem śmiertelności rodzin. Dotyczy to doświadczeń w izolatorach polowych, w których pszczoły mają stały kontakt z zastosowanymi insektycydami.

Na podstawie wyników badań opracowanych zostało kilka instrukcji wdrożeniowych zawierających strategie zapobiegania odporności. Strategia zapobiegająca skutkom wykształconej odporności przez słodyszka rzepakowego uzyskała Nagrodę Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi. Głównym jej przesłaniem dla praktyki jest konieczność racjonalnego, z punktu widzenia rozwoju odporności, zwalczania słodyszka rzepakowego wymagającego ograniczenia wykorzystania insektycydów z grupy pyretroidów i przemiennej ich stosowania z insektycydami fosforoorganicznymi, opartymi na chloropiryfosie i neonikotynoidowymi, opartymi na acetamiprydzie i tiachlopyrdzie. Strategie te są stale aktualizowane w oparciu o najnowsze wyniki badań. Przekazywane są do praktyki rolniczej również w licznych, współtworzonych przeze mnie monografiach opisujących metodyki ochrony różnych upraw rolniczych oraz w artykułach popularnonaukowych. Prezentowane są także na konferencjach naukowych, studiach doktoranckich, studiach podyplomowych, szkoleniach dla rolników i doradców.

Celowe jest wprowadzanie do zwalczania szkodników nowych insektycydów z innych grup chemicznych i prowadzenie badań nad możliwością przedłużenia skutecznego działania obecnie stosowanych środków. Tego typu badania prowadzę, między innymi, obecnie. Zwraca się uwagę na systematyczne monitorowanie poziomu wrażliwości szkodników na stosowane insektycydy oraz na konieczność rozszerzenia badań nad biologicznymi metodami ograniczania ich liczebności.

W ramach Programu Wieloletniego finansowanego ze środków Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi, głównym zadaniem zespołu, którego jestem członkiem, jest monitoring przypadków występowania odporności agrofagów w Polsce, weryfikowanie doniesień i opracowywanie zaleceń i strategii ochrony zagrożonych upraw w oparciu o badania naukowe.

Szkody powodowane w uprawach roślin rolniczych przez zwierzęta łowne

Zwierzęta łowne, szczególnie dziki, jelenie i sarny, należą nie tylko w Polsce, ale również w innych krajach Europy, do uciążliwych szkodników upraw rolniczych. Powodują szkody we wszystkich uprawach, które stanowią dla nich źródło pożywienia, przebywania i schronienia. Pomimo licznych prac badawczych wciąż brakuje skutecznych metod zapobiegania szkodom łowieckim, a stosowane obecnie repelenty zapachowe charakteryzują się skutecznością określaną najczęściej przez rolników przymiotnikiem „żadna”. Obecność i żerowanie zwierząt powoduje znaczne straty w uprawach rolnych, co z kolei staje się zarzewiem konfliktu na linii producenci rolni a myśliwi oraz administracja państwowa. Współczesne rolnictwo potrzebuje zatem nie tylko skutecznych metod w walce ze szkodami powodowanymi przez zwierzęta łowne, ale również naukowych podstaw pozwalających na właściwe określenie konsekwencji żerowania zwierząt łownych i tym samym realne szacowanie szkód łowieckich.

Nie wszystkie uzyskane dotychczas wyniki zostały opublikowane.

Badania prowadzone przeze mnie w tym zakresie obejmują następujące zagadnienia (publikacje przytoczone w nawiasach nie obejmują monografii i doniesień naukowych):

- monitorowanie skuteczności dostępnych na rynku repelentów do odstraszenia zwierząt łownych (Załącznik 3: II b: 13; III b: 3),
- poszukiwanie alternatywnych do metod chemicznych, bezpiecznych metod ochrony upraw rolniczych przed szkodami powodowanymi przez zwierzęta łowne,
- badania konsekwencji żerowania zwierząt łownych w uprawach rolnych w celu stworzenia naukowych podstaw szacowania szkód łowieckich (Załącznik 3: II b: 14; III a: 2, 5).

Doniesienia rolników dotyczące braku skuteczności dostępnych na rynku repelentów do odstraszenia zwierząt łownych, potwierdzają również badania własne skuteczności działania repelentów zapachowych z wykorzystaniem, między innymi, fotopułapek. Na nagraniach wyraźnie widać, iż po zastosowaniu repelentów, których skuteczność reklamowana jest nawet na 30 dni (po jednokrotnym zastosowaniu), dziki pojawiają się na poletkach doświadczalnych już po dwóch godzinach. Zwierzęta te, w przeprowadzonych

doświadczeniach, nie tylko wchodzi na zabezpieczoną repelentami powierzchnię, ale swobodnie żerują, nic sobie nie robiąc z zastosowanej metody ochrony. Jedyną dostępną dzisiaj, w miarę skuteczną metodą jest metoda grodzień. Metoda ta jednak jest droga i nie zawsze skuteczna, gdyż zwierzęta często świetnie sobie z grodzieniami dają radę.

Innym zagadnieniem badawczym, którym się zajmowałam i nadal zajmuję jest wpływ żerowania wybranych gatunków zwierząt łownych na plonowanie uszkodzanych roślin. W badaniach tych określa się stopień uszkodzenia roślin oraz strawność zjadanych części, a także parametry ich plonowania z uwzględnieniem wielkości plonu i jego jakości (zawartość białka, związków mineralnych, tłuszczu, włókna i in.). Zajmuję się badaniem wpływu żerowania wybranych gatunków zwierząt łownych na rozwój roślin, występowanie szkodliwych owadów, zachwaszczenie i porażenie przez sprawców chorób. Badania te, oprócz wyników dla nauki, mają na celu zastosowanie w praktyce, przy opiniowaniu i szacowaniu szkód i odszkodowań łowieckich. Istotne jest również ich znaczenie dla integrowanej ochrony roślin. Badania wskazują, że ograniczając występowanie i żerowanie zwierząt na polach roślin uprawnych, ograniczamy jednocześnie występowanie chorób, chwastów i szkodników minimalizując ilość koniecznych do zastosowania zabiegów chemicznych i, tym samym, ich presję w kierunku wykształcania odporności. Niezwykle ważnym elementem tych badań jest wpływ rodzaju i nasilenia uszkodzeń powodowanych przez zwierzęta łowne na porażenie przez sprawców chorób i zawartość produkowanych przez nich mykotoksyn w tankach roślin. Badania wykazują, że taki związek istnieje, co jednoznacznie wskazuje na fakt, iż skuteczna ochrona roślin przed szkodami powodowanymi przez zwierzęta łowne wpływa na jakość otrzymywanych płodów rolnych.

Prowadzę również doświadczenia nad poszukiwaniem innych, alternatywnych metod ochrony upraw przed zwierzętami łownymi. Ich wyniki nie zostały jeszcze opublikowane. Wśród testowanych przeze mnie metod jest między innymi zastosowanie naturalnego metabolitu roślinnego o właściwościach parzących do zaprawiania nasion kukurydzy, zbóż i innych w celu zabezpieczania zasiewów przed zjadaniem nasion przez dziki i ptaki. Wyniki doświadczeń są obiecujące i prawdopodobnie znajdą zastosowanie w praktyce ochrony roślin. Spośród innych metod wymienić należy zastosowanie olejku konopnego, anyżowego, zostawianie fragmentów pól kukurydzy na okres zimowy itd. Istotne jest zastosowanie odpowiednich suplementów diety na poletkach żerowych, co znacznie skraca czas

przebywania zwierząt na polach roślin uprawnych. Efektem badań związanych ze stosowaniem suplementów diety są dwa zgłoszenia patentowe.

Wyniki prowadzonych doświadczeń publikuję w czasopismach naukowych. Stały przekaz wyników badań dla praktyki w omawianej tematyce realizuję poprzez publikacje w pismach rolniczych, łowieckich i leśnych oraz podczas konferencji i seminariów w formie posterów i referatów. Istotny jest również przekaz wiedzy poprzez wydawane cyklicznie przez IOR – PIB metodyki ochrony roślin uprawnych oraz poradniki sygnalizatora.

3.3. Pozostała działalność

W zakresie prowadzenia działalności dydaktycznej i kształcenia kadry naukowej moja praca obejmowała i wciąż obejmuje prowadzenie wykładów, zarówno pojedynczych, jak i cykli wykładów:

- **wykłady na Studiach Podyplomowych oraz Studiach Doktoranckich** organizowanych przez Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy w Poznaniu. Na wykładach omawiam zagadnienia związane z mechanizmami działania insektycydów, mechanizmami odporności owadów na insektycydy oraz strategiami zapobiegającymi zjawisku odporności. Tematyka wykładów obejmuje również zagadnienia związane z problematyką powstawania szkód powodowanych przez zwierzęta łowne w uprawach rolnych i leśnych.
- **wykłady na szkoleniach** organizowanych dla rolników indywidualnych, przedstawicieli dużych producentów rolnych, przedstawicieli Państwowej Inspekcji Ochrony Roślin i Nasiennictwa, Ośrodków Doradztwa Rolniczego, doradców rolniczych oraz dystrybutorów środków ochrony roślin i przedstawicieli firm fitofarmaceutycznych, organizowanych przez inne niż IOR – PIB, instytucje. Tematyka wykładów, oprócz informacji na temat biologii i etologii szkodników, obejmuje szeroki wachlarz zagadnień związanych ze stosowaniem środków ochrony roślin. Omawiam procesy związane z powstawaniem i narastaniem zjawiska odporności owadów na insektycydy, mechanizmy działania środków ochrony roślin, mechanizmy odporności szkodników na insektycydy oraz strategie zapobiegające i przeciwdziałające zjawisku odporności owadów na insektycydy.

- planowanie i nadzór nad doświadczeniami prowadzonymi w ramach przygotowywania rozprawy doktorskiej przez młodego pracownika naukowego zajmującego się problemami odporności owadów na insektycydy.

Prowadzę również działalność w zakresie badań rejestracyjnych i rerejestracyjnych środków ochrony roślin, która przynosi IOR – PIB znaczne wpływy finansowe. Oprócz badań rejestracyjnych, które dotychczas dotyczyły środków odstraszających zwierzynę łowną od upraw polowych i leśnych, prowadzę również badania pozarejestracyjne insektycydów oraz ich kombinacji z synergetykami, na zlecenie firm fitofarmaceutycznych.

Uczestniczę w konferencjach naukowych: krajowych i międzynarodowych, wygłaszając referaty i prezentując postery. Łącznie jestem współautorem 58 materiałów konferencyjnych, zarówno w formie szerokich opracowań recenzowanych, jak i krótkich doniesień. Jest wśród nich 14 z konferencji zagranicznych i 44 z konferencji krajowych. Współpracę naukową prowadzę z Insecticide Resistance Action Committee, a także z wieloma innymi organizacjami i instytutami. Na szczególną uwagę zasługuje tu współpraca z Rothamsted Research. Od lat należę do zespołu autorów Zaleceń Ochrony Roślin IOR – PIB. Jestem ponadto członkiem Komitetu Redakcyjnego Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin.

Prowadzone przeze mnie prace badawcze nakierowane są na wdrażanie ich wyników do praktyki. Przejawem takiej działalności jest współautorstwo strategii zapobiegania odporności szkodliwych owadów na insektycydy. Łącznie jestem współautorem 7 instrukcji wdrożeniowych i 69 artykułów popularnonaukowych. Za współautorstwo jednej ze wspomnianych strategii otrzymałam w 2011 roku Nagrodę Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi. Również prowadzone przeze mnie badania rejestracyjne środków ochrony roślin są podstawą do ich wdrażania do praktyki rolniczej. Duże znaczenie mają prace, które publikowane są w monografiach oraz artykułach popularnonaukowych, a które odbierane są przez szerokie rzesze odbiorców. Jestem ponadto współautorem dwóch patentów, zgłoszonych do Urzędu Patentowego i dotyczących mieszanek pokarmowych dla zwierząt łownych. Duże znaczenie dla praktyki rolniczej mają również badania przeprowadzone w ramach przedstawionego do oceny osiągnięcia naukowego.

