

**AUTOREFERAT PRZEDSTAWIAJĄCY
OPIS DOROBKU I OSIĄGNIĘĆ NAUKOWYCH**

dr Agnieszka Kosewska
Katedra Entomologii, Fitopatologii
i Diagnostyki Molekularnej
Wydział Kształtowania Środowiska i Rolnictwa
Uniwersytet Warmińsko - Mazurski w Olsztynie

Olsztyn 2018

1. Imię i Nazwisko: Agnieszka Kosewska

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe:

2004 - doktor nauk biologicznych w zakresie biologii - entomologii, Wydział Biologii Uniwersytetu Warmińsko - Mazurskiego w Olsztynie; tytuł pracy doktorskiej: „Zgrupowania epigeicznych biegaczowatych (Coleoptera, Carabidae) zadrzewień śródpolnych”. Promotor: prof. dr hab. Dolores Ciepielewska. Recenzenci: prof. dr hab. Jarosław Buszko, prof. dr hab. Aleh Aleksandrovich.

1997 – magister biologii, Wydział Matematyczno-Przyrodniczy, Wyższa Szkoła Pedagogiczna w Olsztynie; tytuł pracy magisterskiej: „Wpływ środowiska na różnicowanie funkcji w populacjach zajęcy. Obręb Garbno”. Promotor: prof. dr hab. Włodzimierz Jezierski.

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych:

Od 18.02.2005 do chwili obecnej - adiunkt w Katedrze Entomologii, Fitopatologii i Diagnostyki Molekularnej

4. Wskazanie 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. nr 65, poz. 595 ze zm.):

a) Tytuł osiągnięcia naukowego:

Ocena zgrupowań Carabidae w zależności od wybranych czynników agrotechnicznych

Osiągnięcie naukowe stanowi cykl sześciu powiązanych tematycznie oryginalnych prac naukowych opublikowanych w latach 2012-2018, z których trzy ukazały się w czasopiśmie znajdujących się w bazie *Journal Citation Reports* w roku wydania. **Sumaryczny impact factor** (zgodny z rokiem opublikowania) **tych prac wynosi 1,343 a sumaryczna liczba punktów wg MNiSW to 92**. W pięciu publikacjach jestem autorem pierwszym oraz korespondencyjnym.

b) Wykaz publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe:

(przy publikacjach podano IF oraz punkty MNiSW z roku wydania, zgodnie z Komunikatem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego w sprawie wykazu czasopism naukowych).

P1. Kosewska A. 2018. Porównanie zgrupowań biegaczowatych (Col., Carabidae) w orkowej i bezorkowej uprawie zbóż. *Progress in Plant Protection / Postępy w Ochronie Roślin.* 58(1): 40-48.

MNiSW₂₀₁₇ = 12 pkt

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu koncepcji badań, zaplanowaniu doświadczenia, zbiorze materiału w terenie, oznaczeniu owadów, wykonaniu wszelkich analiz. Przygotowałam manuskrypt do druku oraz odpowiedzi na recenzje i ostateczną wersję pracy po recenzjach. Jestem autorem korespondencyjnym publikacji. Udział 100%.

P2. Kosewska A., Skalski T., Nietupski M. 2014. Effect of conventional and non-inversion tillage systems on the abundance and some life history traits of carabid beetles (Coleoptera: Carabidae) in winter triticale fields. *European Journal of Entomology* 111(5): 669–676.

MNiSW₂₀₁₄ = 30 pkt, IF₂₀₁₄ = 0,975

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu koncepcji badań, zaplanowaniu doświadczenia, zbiorze materiału w terenie, oznaczeniu gatunków, wykonaniu analiz oraz przygotowaniu manuskryptu, przygotowaniu odpowiedzi na recenzje i ostatecznej redakcji tekstu po recenzjach. Jestem także autorem korespondencyjnym publikacji. Mój udział szacuję na 90%.

P3. Kosewska A. 2016. Conventional and non-inversion tillage systems as a factor causing changes in ground beetle (Col. Carabidae) assemblages in oilseed rape (*Brassica napus*) fields. *Periodicum Biologorum* 118 (3): 231-239.

MNiSW₂₀₁₆ = 15 pkt, IF₂₀₁₆ = 0,184

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu koncepcji badań, zaplanowaniu doświadczenia, oznaczeniu owadów, wykonaniu analiz oraz przygotowaniu pracy do druku i odpowiedzi na recenzje, a także ostatecznej redakcji manuskryptu po recenzjach. Jestem autorem korespondencyjnym publikacji. Udział 100%.

P4. Nietupski M., Kosewska A., Markuszewski B., Sądej W. 2015. Soil management system in hazelnut groves (*Corylus* sp.) versus the presence of ground beetles (Coleoptera, Carabidae). *Journal of Plant Protection Research*. 55 (1): 26-34.

MNiSW₂₀₁₅ = 15 pkt

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na współpracowaniu koncepcji badań, zbiorze materiału w terenie, oznaczeniu owadów, wykonaniu analiz. Miałam znaczący współudział w pisaniu i korekcie redakcyjnej artykułu. Jestem autorem wiodącym w pracy, mój udział szacuję na 60%.

P5. Kosewska A. 2012. Wpływ zabiegów ochrony roślin na występowanie biegaczowatych (Col. Carabidae) w wybranych uprawach. *Progress in Plant Protection / Postępy w Ochronie Roślin*. 52 (3): 529-534.

MNiSW₂₀₁₂ = 5 pkt

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu koncepcji badań, zaplanowaniu doświadczenia, zbiorze materiału w terenie, oznaczeniu owadów, wykonaniu analiz oraz przygotowaniu manuskryptu, przygotowaniu odpowiedzi na recenzje i ostatecznej redakcji manuskryptu po recenzjach. Jestem autorem korespondencyjnym publikacji. Udział 100%.

P6. Kosewska A., Nietupski M., Nijak K., Skalski T. 2016. Effect of plant protection on assemblages of ground beetles (Coleoptera, Carabidae) in pea (*Pisum* L.) and lupine (*Lupinus* L.) crops. *Periodicum Biologorum* 118 (3): 213-222.

MNiSW₂₀₁₆ = 15 pkt, IF₂₀₁₆ = 0,184

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na współpracowaniu koncepcji badań, zaplanowaniu doświadczenia, oznaczeniu owadów, wykonaniu analiz oraz przygotowaniu pracy do druku, przygotowaniu odpowiedzi na recenzje i ostatecznej redakcji manuskryptu po recenzjach. Jestem także autorem korespondencyjnym publikacji. Udział własny szacuję na 70%.

c) omówienie celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

Wprowadzenie

(wykaz cytowanych publikacji podano na końcu Autoreferatu)

Rolnictwo, jako jedna z najstarszych dziedzin działalności człowieka, ma ogromny wpływ na kształtowanie krajobrazu i środowiska przyrodniczego. Od początku istnienia ulegało ono i ulega ciągłym zmianom. W ciągu minionych dekad zaczęto zwracać baczniejszą uwagę na sposoby uprawy gleby wraz z ich wieloaspektową oceną. Nowoczesne systemy uprawy roli to zestaw technologii włączających m. in. uproszczenia w uprawie gleby, zróżnicowany płodozmiar i integrowaną ochronę roślin (Hobbs i in. 2008, Derpsch i Friedrich 2009). W warunkach Polski uproszczenia polegają najczęściej na spłyceniu orki lub zmniejszeniu liczby zabiegów, aż do ich zupełnej eliminacji w przypadku uprawy zerowej. Systemy te mają na celu zmniejszenie wielu negatywnych skutków rolnictwa konwencjonalnego (Kassam i in. 2015). Głęboka orka, polegająca na odwracaniu skiby za pomocą pługa przyczynia się do zwiększenia jej objętości poprzez rozluźnienie i spulchnienie gleby, z drugiej strony jednak powoduje stały ubytek materii organicznej, co wpływa na przyspieszenie erozji oraz zakłócenie stosunków pomiędzy żyjącymi w glebie organizmami (Kromp 1999; Andersen 1999, Holland 2004).

W celu optymalizacji produkcji stosowane są różne praktyki mające za zadanie m. in. regulację zachwaszczenia, czy występowania szkodników i chorób. Orka głęboka jest jednym ze sposobów niszczenia chwastów, poprzez przykrycie ich nasion i organów służących do rozmnażania. W niektórych uprawach, głównie ogrodniczych czy sadowniczych, stosowane są także różnego rodzaju ściółki ograniczające rozwój chwastów (Mennan i in. 2006). Oprócz redukcji zachwaszczenia, ściółki te stanowią dodatkowy element wpływający na zmianę mikroklimatu gleby – głównie utrzymania wilgotności i temperatury. Jednak wciąż najpopularniejszą metodą niszczenia agrofagów czy chwastów jest aplikowanie pestycydów. Powszechne ich stosowanie wzbudza wiele kontrowersji, ze względu na ich bezpośredni lub pośredni wpływ na występujące tam elementy biotyczne (Walker i in. 2001). Zgodnie z zaleceniami Unii Europejskiej wprowadzane do obrotu środki ochrony roślin podlegają coraz większym obostrzeniom, stają się coraz bardziej selektywne i przyjazne dla środowiska, jednakże nie można zupełnie wykluczyć ich negatywnego wpływu na środowisko naturalne. Nowoczesne sposoby ochrony roślin oprócz korzyści ekonomicznych muszą brać

pod uwagę wykorzystanie wszelkich alternatywnych dla ochrony chemicznej metod zwalczania agrofagów (Olle i in. 2015).

Pola uprawne, wraz z charakterystycznym mikroklimatem wytwarzanym przez każdy uprawiany gatunek, stwarzają dobre warunki do rozwoju entomofauny, nie tylko szkodliwej, ale też pożytecznej. Wzrost liczebności organizmów pożytecznych wiąże się ze spadkiem liczebności organizmów potencjalnie szkodliwych dla roślin. Jedną z grup pożytecznych bezkręgowców bardzo licznie występujących w krajobrazie rolniczym są biegaczowate (Coleoptera, Carabidae). Są to głównie niewyspecjalizowani drapieżcy, uznawani za potencjalnych wrogów szkodników roślin, mogący przyczynić się do ograniczania ich liczebności (Thiele 1977; Lövei i Sunderland 1996; Holland i Luff 2000). W diecie Carabidae stwierdzano drobne bezkręgowce, będące często szkodnikami upraw rolniczych i sadowniczych (Kabacik-Wasylik 1970, Kromp 1999, Funayama 2011). Ponadto są one zwierzętami powszechnie wykorzystywanymi w bioindykacji jako organizmy modelowe. Spełniają szereg warunków stawianych organizmom wskaźnikowym m. in. takich jak powszechność występowania w większości środowisk lądowych, łatwość pozyskania, a przy tym dużą wrażliwość na biotyczne i abiotyczne zmiany w środowisku, a także na różnego rodzaju zaburzenia w nim zachodzące (Lövei i Sunderland 1996, Rainio i Niemelä 2003). Cechy te są powodem wykorzystania biegaczowatych również w rolniczych badaniach monitoringowych, mających na celu określenie zmian zachodzących w agrocenozach pod wpływem czynników związanych z uprawą gleby czy intensywnością produkcji (Holland i Luff 2000).

Celem badań stanowiących osiągnięcie naukowe było określenie wpływu wybranych czynników agrotechnicznych na zgrupowania biegaczowatych.

Moje badania koncentrowały się głównie wokół zagadnień dotyczących:

- I. Wpływu zabiegów uprawy roli na występowanie chrząszczy z rodziny Carabidae.
- II. Wpływu stosowania chemicznych środków ochrony roślin na zgrupowania biegaczowatych.

Oddziaływanie badanych czynników określono w odniesieniu do:

- liczebności i bogactwa gatunkowego biegaczowatych;
- różnorodności gatunkowej Carabidae;
- udziału oraz dynamiki sezonowej wybranych grup ekologicznych charakteryzujących zgrupowania Carabidae badanych agrocenoz.

Ad. I. Wpływ zabiegów uprawy roli na występowanie chrząszczy z rodziny Carabidae

Biegaczowate są ważnym ogniwem fauny agrocenoz, którego znaczna część cyklu życiowego zachodzi w glebie, stąd też zarówno jej rodzaj i skład, jak też sposoby uprawy mają istotny, bezpośredni lub pośredni wpływ na tę grupę zwierząt.

Zagadnieniami dotyczącymi powiązań: Carabidae – gleba, od dziesiątków lat zajmowało się na świecie wielu autorów m. in. Tischler 1955, Heydemann 1955, Thiele 1977, Kromp 1999, Holland i Luff 2000. W Polsce bardzo obszernymi badaniami zgrupowań biegaczowatych na wybranych typach gleb zajmował się Huruk (2007). W badanym osiągnięciu zwrócono głównie uwagę na sposób uprawy gleby (**P1, P2, P3**). W polskim rolnictwie najpowszechniejszym sposobem uprawy gleby wciąż pozostaje tradycyjna uprawa płuzna. Oprócz bardzo wielu zalet ma ona jednak szereg wad, z których największą z punktu widzenia rolnika jest wysoka pracochłonność i jej koszty. Patrząc okiem przyrodnika należy również dodać negatywny wpływ orki na żyjące w glebie organizmy. Od lat dąży się więc do uproszczeń w uprawie, idących w kierunku zmniejszenia intensywności wykonywanych zabiegów, głównie zmniejszenia głębokości i częstotliwości orki, aż do ich całkowitej eliminacji. Zmiany te przeciwdziałają degradacji życia biologicznego gleby i wspomagają żyjącą tam pożyteczną faunę, w tym również Carabidae, co wskazywało i udowadniało wielu naukowców na świecie (m. in. Stinner i House 1990, Andersen 1999, Kromp 1999, Holland i Luff 2000, Holland i Reynolds 2003, Skłodowski 2014). W Polsce zagadnienie to w dość szerokim zakresie omówił Twardowski (2010). W swojej pracy dotyczącej wpływu uproszczeń w uprawie roli pod pszenicę ozimą na zgrupowania stawonogów wykazał, że redukcja liczby zabiegów i spłylenie uprawy roli skutkowało istotnym wzrostem liczebności pożytecznych stawonogów, wśród których uwzględnione były również biegaczowate.

W prezentowanym przeze mnie osiągnięciu naukowym zagadnienie dotyczące wpływu orki na zgrupowania biegaczowatych zostało przedstawione bardzo szczegółowo i kompleksowo. Oprócz typowego przedstawienia liczebności oraz różnorodności gatunkowej, które są elementem porównawczym do wyników prac innych autorów, wykonałam również dokładną analizę niektórych parametrów życiowych Carabidae i ich zmienność w sezonie. Ponadto moje badania prowadzone były w różnych uprawach polowych, co też może mieć znaczenie ze względu na charakterystyczny mikroklimat stwarzany dla entomofauny przez uprawiane gatunki roślin. W pracy **P1** przedstawiłam dwuletnie badania nad Carabidae zamieszkującymi orkowe i bezorkowe uprawy pszenicy, pszenżyta oraz jęczmienia. Analizując łączną liczebność biegaczowatych w wymienionych

zbożach w dwóch systemach uprawy gleby, stwierdzono niewielką przewagę upraw orkowych (17 425 osobników Carabidae), nad bezorkowymi (16 972 osobniki). Pod względem liczby gatunków – więcej obserwowano ich w uprawach bezorkowych (70 gatunków), niż w uprawach tradycyjnych (64 gatunki). Pomimo wielu badań nie stwierdzono jednoznacznego wpływu orki na liczebność, bogactwo gatunkowe i różnorodność Carabidae. Większość autorów wykazuje jej negatywny wpływ (np. Cárcamo i in. 1995, Hatten i in. 2007, Breavult i in. 2007, Twardowski 2010, Skłodowski 2014), część pozytywny (Barney i Pass 1986, Hole i in. 2005.), a część brak wpływu (Purvis i Fadl 2002, Andersen 2003). Rozpatrując osobno rodzaj uprawianego zboża i sposób uprawy gleby zaobserwowano, że w przypadku uprawy bezorkowej, niezależnie od uprawianego zboża liczebność Carabidae była podobna. W uprawie orkowej rodzaj uprawianego zboża był czynnikiem determinującym liczebność biegaczowatych. W badaniach nad biegaczowatymi wielu autorów wykazuje wpływ rodzaju uprawianej rośliny na liczebność i bogactwo gatunkowe Carabidae (m. in. Baguette i Hance 1998, Kromp 1999, Holland i Luff 2000, Twardowski i Pastuszko 2008, Kosewska i in. 2009, Eyre i in. 2013). W przedstawionym osiągnięciu traktuje o tym praca **P5**, gdzie najwięcej osobników i gatunków odłowiono w uprawie pszenżyta.

Jednymi z ważniejszych parametrów życiowych Carabidae są ich preferencje troficzne i wielkość ciała. Im większy drapieżca, tym jego zapotrzebowanie na pokarm jest wyższe, a zatem jest bardziej pożądanym w agrocenozach (Sunderland 2002). W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że sposób uprawy był głównym czynnikiem różnicującym w przypadku średnich zoofagów. Ich liczebność w uprawach bezorkowych była stabilna i podobna w przypadku obydwu badanych zbóż, natomiast w uprawach orkowych wahała się w zależności od rodzaju zboża. Badania przedstawione w pracy **P1** wskazują, że stosowanie uprawy bezorkowej może mieć wpływ na zwiększenie liczby gatunków Carabidae oraz liczebności bardzo pożądanym w uprawach polowych średnich zoofagów.

W pracach **P2** i **P3**, aby wykluczyć działanie czynnika jakim był rodzaj uprawy, analizowano tylko zgrupowania biegaczowatych upraw pszenżyta (**P2**) i rzepaku (**P3**) w dwóch badanych systemach uprawy gleby. W przypadku obydwu prac zastosowano szczegółową analizę badanych parametrów historii życiowej Carabidae w czasie sezonu wegetacyjnego, co nie było dotychczas przedstawiane w opublikowanych pracach dotyczących wpływu sposobu uprawy gleby na zgrupowania biegaczowatych.

W przypadku obydwu badanych upraw odnotowano zdecydowanie wyższą liczebność Carabidae na polach uprawianych w systemie bezorkowym. Zaobserwowano, że zarówno

liczebność, jak i bogactwo gatunkowe w sezonie związane były z typem uprawy gleby. Istotną, z punktu widzenia wykorzystania biegaczowatych jako elementu naturalnego oporu środowiska przed gradacją szkodników, jest informacja, że w uprawie bezorkowej szczyt aktywności Carabidae był silnie przesunięty w czasie i miał miejsce prawie 2 tygodnie wcześniej niż w uprawie płuźnej. Może to być ważna wskazówka dla praktyki rolniczej, zważywszy na fakt, że duża grupa szkodników roślinnych rozpoczyna swój cykl rozrodczy na początku sezonu wegetacyjnego, w związku z czym obecność w tym czasie niewyspecjalizowanych drapieżców jakimi są biegaczowate, może znacznie ograniczyć rozwój populacji owadów niepożądanych w uprawach.

Analizując jeden z najważniejszych parametrów w charakterystyce ekologicznej Carabidae, jakim jest trofizm, zaobserwowano istotne różnice w liczebności w sezonie poszczególnych grup troficznych w badanych typach uprawy gleby, zarówno w uprawie pszenżyta (**P2**), jak też w uprawie rzepaku (**P3**). Hemizoofagi reagowały znacznym zwiększeniem liczebności w uprawach bezorkowych. W przypadku biegaczowatych zoofagicznych zauważono różnice w zależności od wielkości ciała chrząszczy. Duże i małe biegaczowate nie wykazywały istotnych różnic w liczebności jeżeli badanym czynnikiem był tylko rodzaj przygotowania gleby. Jednakże dodając czynnik jakim jest zmienność w czasie zaobserwowano statystycznie istotne różnice. Oprócz tego, że ich liczebność w uprawach bezorkowych zarówno pszenżyta, jak i rzepaku była wyższa, to dodatkowo duże biegaczowate pojawiały się na tych uprawach wcześniej niż na polach z uprawą tradycyjną. Bardzo silnie na sposób uprawy gleby reagowały średnie zoofagi, które jako najliczniejsze wśród występujących na badanych polach biegaczowatych, mają największy udział w eliminacji różnych stadiów rozwojowych szkodników (Sunderland 2002, Kotze i in. 2011). Ich liczebność była również zdecydowanie wyższa w uprawach bezorkowych. W pszenżycie ich wzmożona aktywność rozpoczęła się około 2 tygodnie wcześniej na polach z uprawą uproszczoną. Kolejnym ważnym elementem charakteryzującym wybrane do badań organizmy modelowe jest ich typ rozwoju. Biegaczowate o jesiennym typie rozwoju, pomimo większych liczebności w uprawach bezorkowych wykazywały mniejszą wrażliwość na sposób uprawy gleby, szczególnie w przypadku uprawy rzepaku (**P3**), natomiast biegaczowate wiosenne, reagowały na orkę nie tylko znacznie obniżoną liczebnością, ale również opóźnieniem ich aktywności w sezonie. W uprawie rzepaku analizowano również Carabidae pod kątem ich możliwości dyspersji w zależności od sposobu uprawy gleby (**P3**). Zaobserwowano istotną reakcję na orkę, przejawiającą się głównie obniżoną liczebnością, zarówno w przypadku łatwo przemieszczających się biegaczowatych makropterycznych, jak również dipterycznych,

czy brachypterycznych. Wyjątkowo spektakularną reakcję można zaobserwować w aktywności biegaczowatych nie posiadających skrzydeł, do których należą m. in. duże chrząszcze z rodzaju *Carabus*. Wygląda na to, że orka jest tak niekorzystnym dla nich zjawiskiem, iż ich aktywność sezonowa, w porównaniu z brachypterycznymi biegaczowatymi z upraw bezorkowych, została opóźniona aż o miesiąc.

Podsumowując przedstawione prace stwierdzono, że oprócz niższych, w większości badanych przypadków, liczebności i bogactwa gatunkowego Carabidae w uprawach orkowych, niekorzystnej zmianie ulega też struktura ich zgrupowania. Najbardziej pożądane w uprawach polowych biegaczowate zoofagiczne występują tam zdecydowanie mniej licznie niż na polach z uprawą uproszczoną, a okres ich wzmożonej aktywności opóźnia się o około 2 tygodnie. Dla niektórych szkodników upraw rolniczych okres ten jest wystarczający do osiągnięcia pełnego rozwoju, stąd też obniżona liczebność Carabidae może skutkować zwiększoną liczebnością szkodników, a następnie koniecznością stosowania chemicznych środków ochrony roślin.

Wśród praktyk agrotechnicznych, oprócz omówionych powyżej uproszczeń w uprawie gleby obserwuje się wiele innych sposobów mających na celu utrzymanie uprawy w dobrej kondycji, z jednoczesnym zatroszczeniem się o środowisko naturalne, a w nim o występującą w uprawach pożyteczną entomofaunę. W kolejnej pracy (P4) wchodzącej w skład osiągnięcia naukowego przedstawione zostały różne sposoby uprawy gleby na plantacji leszczyny i ich wpływ na skład gatunkowy, liczebność oraz różnorodność chrząszczy z rodziny biegaczowatych. Od kilkunastu lat wzrosło zainteresowanie uprawą leszczyny w Polsce, ze względu na stosunkowo niewielkie koszty produkcji i nakłady pracy, w porównaniu do innych upraw, a także na urozmaicenie w monokulturowym krajobrazie rolniczym (Gantner 2010). Badania przeprowadzono na plantacji leszczyny gdzie zastosowano różne sposoby uprawy gleby, związane z pielęgnacją międzyrzędzi: ugór mechaniczny (jako kontrola), ugór herbicydowy, obornik, kora, trociny oraz czarna tkanina polipropylenowa. Wysokie bogactwo gatunkowe oraz liczebność Carabidae na kombinacji kontrolnej i ugorze herbicydowym wskazuje na taki sposób utrzymania ściółki w uprawie leszczyny jako optymalny dla występowania biegaczowatych. Obserwacja ta jest sprzeczna z badaniami prowadzonymi w sadach jabłoniowych, które wykazywały negatywny wpływ stosowania herbicydów na Carabidae (Minarro i Dapena 2003, Nietupski 2012). Brak jednoznacznie negatywnego oddziaływania herbicydów w badanych zgrupowaniach biegaczowatych w leszczynie może wynikać z faktu dominacji na badanym obszarze gatunków drapieżnych i hemizoofagów oraz niewielkiej liczebności typowych fitofagów. Korzystny wpływ

na występowanie Carabidae ma również wprowadzenie na powierzchnię gleby obornika, stymulującego występowanie gatunków należących do małych zoofagów oraz o wyższych wymaganiach wilgotnościowych. Stosowanie włókniny, kory, czy trocin jest mało korzystne dla badanej grupy chrząszczy. Włóknina i kora mogą utrudniać chrząszczom dostęp do pokarmu znajdującego się na powierzchni gleby. Dodatkowo, świeża, nie rozłożona kora może powodować zwiększenie kwasowości gleby, a ciemna włóknina, pochłaniająca promienie słoneczne, podwyższać temperaturę przy powierzchni gleby i działać na chrząszcze odstraszająco.

Zagadnienie stosowania chemicznych środków ochrony roślin, w postaci ugoru herbicydowego, a także ich pozytywny wpływ na występowanie biegaczowatych, jako zjawisko niejednoznaczne i kontrowersyjne w literaturze, wprowadza do drugiej części moich rozważań nad Carabidae.

Ad. II. Wpływ stosowania chemicznych środków ochrony roślin na zgrupowania biegaczowatych

Uprawy rolnicze okresowo są bardzo korzystnymi siedliskami dla drapieżnych biegaczowatych, ze względu na występowanie dużej ilości szkodników, będących dla nich źródłem pożywienia. Jednak te popularne chrząszcze nie pozostają zupełnie obojętne na niszczycielską dla środowiska naturalnego działalność człowieka, jaką jest stosowanie chemicznych środków ochrony roślin. Zmiany w zasiedlającej uprawy entomofaunie pod wpływem stosowania środków ochrony roślin rozpatrywane były od lat w pracach wielu autorów m. in. Novák i Skuhrový 1957, Basedow i in. 1976, Thiele 1977, Floate i in. 1989, Huusela-Vesitola 1996, Jaworska 1997, Sokołowski 2000, Purvis i Fadl 2002, Grabarkiewicz 2003, Shah i in. 2003. Wyniki badań nie zawsze wskazywały na niekorzystny wpływ ich stosowania na biegaczowate. W pracy **P5** porównano zgrupowania biegaczowatych uprawy pszenicy, kostrzewy trzcinowej i pszenżyta, w których stosowano różną ilość zabiegów chemicznych. W wyniku przeprowadzonych badań zaobserwowano, że najwyższą liczebnością, liczbą odłowionych gatunków i wartościami wskaźników różnorodności gatunkowej charakteryzowała się uprawa pszenżyta, w której zastosowano tylko jeden zabieg herbicydowy. Dane te znajdują odniesienie w poprzedniej pracy (**P4**), gdzie wykazane zostało, że zastosowanie w zaleconych dawkach herbicydów nie miało negatywnego wpływu na zgrupowanie biegaczowatych upraw leszczyny. Dla kontrastu w uprawie pszenicy, w której zastosowano aż 4 zabiegi, (herbicyd, insektycyd, 2x fungicydy), zaobserwowano najniższą z badanych liczbę odłowionych Carabidae. Twardowski i Pastuszko (2008) podają,

że liczebność biegaczowatych na polach jest ściśle uzależniona od intensywności i rodzaju zabiegów agrotechnicznych. Dla zobrazowania wpływu zabiegów ochrony roślin i nawożenia na biegaczowate posłużono się analizą redundancji (RDA). Wykazała ona istotny wpływ stosowania herbicydów, insektycydów i nawożenia na zgrupowania biegaczowatych. Zaobserwowano, że większość gatunków biegaczowatych odławianych w badanych uprawach wyraźnie unikała pól, gdzie stosowano zabiegi ochrony roślin. Zabiegi agrotechniczne takie jak nawożenie nie wpływały negatywnie na występowanie biegaczowatych. Na polach częściej nawożonych odnotowano wyższą liczbę osobników i gatunków Carabidae.

Następstwem powyższych badań była praca **P6**. Głównym założeniem było porównanie zgrupowań biegaczowatych w uprawach chronionych chemicznie i ekologicznych. Analizie poddano dwa gatunki roślin, tym razem bobowatych – groch i łubin. Uprawy roślin bobowatych były dotychczas stosunkowo nielicznie badane pod kątem występowania Carabidae (Olbrycht i Jaworska 2000, Olbrycht i Wiech 2004, Hurej i Twardowski 2006, Hatten i in. 2007). Dodatkowym rozpatrywanym elementem była zmienność biegaczowatych w wyniku stosowania czteroletniego zmianowania. Problem ten w literaturze dotyczącej Carabidae jest pomijany, głównie ze względu na konieczność długoterminowych badań. Płodozmian jest jednym z ważniejszych alternatywnych sposobów walki ze szkodnikami, niezbędny również do zachowania prawidłowego funkcjonowania gleby. Dzięki zmianie rośliny uprawnej unika się problemu gradacji szkodników specyficznych dla danej rośliny. W wyniku przeprowadzonych badań na polach grochu i łubinu zaobserwowano istotnie wyższą liczebność i liczbę odłowionych gatunków na polach bez ochrony chemicznej. Analizując liczebność biegaczowatych upraw grochu i łubinu, chronionych chemicznie lub ekologicznych w poszczególnych latach zaobserwowano bardzo duże zróżnicowanie w zależności od roku badań. W uprawie łubinu odnotowano znacząco wyższą liczebność biegaczowatych na polach bez ochrony chemicznej w 2010 roku. Analizując wpływ badanych zmiennych na grupy troficzne Carabidae zaobserwowano, że stosowanie pestycydów wpływało istotnie na liczebność takich grup jak duże zoofagi, hemizoofagi i zoofagi małe. W przypadku dużych zoofagów i hemizoofagów obserwowano istotne obniżenie liczebności na polach chronionych chemicznie, podczas gdy liczebność małych zoofagów na tych polach wzrastała. Tylko dla średnich zoofagów ochrona chemiczna upraw nie stanowiła istotnego czynnika wpływającego na ich liczebność, dla nich czynnikiem istotnym był rok badań i rodzaj uprawy.

Można zatem uznać, że stosowanie chemicznych środków ochrony roślin wpływa na obniżenie liczebności i bogactwa gatunkowego w uprawach roślin bobowatych. Ma ono

również wpływ na wymianę fauny Carabidae na polach uprawnych. Po zastosowaniu ochrony chemicznej i spadku liczebności dużych biegaczowatych ich miejsce zajmują małe zoofagi. Według Thiele (1977) zaburzenia w środowisku prowadzą do faworyzowania gatunków o dużej tolerancji ekologicznej, co w tym przypadku objawia się pojawem osobników o mniejszych rozmiarach ciała.

Podsumowanie

Przedstawione osiągnięcie naukowe, złożone z serii 6 powiązanych tematycznie oryginalnych prac, jest kompleksowym opracowaniem przedstawiającym wpływ zabiegów agrotechnicznych na faunę naziemnych biegaczowatych jako bioindykatorów, ze szczególną analizą wpływu wprowadzania uproszczeń i stosowania ochrony chemicznej. Udowodniono, że uproszczenia w uprawie gleby w postaci stosowania upraw bezorkowych mają pozytywny wpływ na zwiększenie liczebności i bogactwa gatunkowego drapieżnych chrząszczy z rodziny biegaczowatych. Orka powoduje zmiany parametrów historii życiowej Carabidae prowadząc do obniżenia liczebności zoofagicznych biegaczowatych, tak bardzo pożądanых w uprawach. W jej wyniku również aktywność najliczniejszej na polach grupy troficznej, jakimi są średnie zoofagi, opóźnia się o około dwa tygodnie.

Stosowanie chemicznych środków ochrony roślin najczęściej przyczynia się do zmniejszenia liczebności i różnorodności gatunkowej pożytecznych biegaczowatych, a także do zmian w ich strukturze zgrupowań, preferując gatunki bardziej plastyczne ekologicznie. W wyjątkowych przypadkach, w specyficznych uprawach takich jak np. uprawa leszczyny, stosowanie ugoru herbicydowego przy pielęgnacji międzyrzędzi nie wpływa negatywnie na zgrupowania biegaczowatych.

Wyniki przedstawionych przeze mnie badań mają charakter uniwersalny. Powszechność i obfitość występowania biegaczowatych daje podstawę do wypracowania metod wykorzystania ich obecności do oceny stanu siedlisk. Wpływ zabiegów agrotechnicznych na zgrupowania bezkręgowców glebowych w agrocenozach wciąż wymaga dokładnych i kompleksowych badań służących do opracowania programów poprawiających stabilność ekologiczną agroekosystemów. Ze względu na udowodniony pozytywny wpływ stosowania upraw bezorkowych na liczebność i bogactwo gatunkowe, a także na liczniejsze występowanie gatunków zoofagicznych biegaczowatych, można je zaimplementować do integrowanych metod zwalczania szkodników roślin uprawnych. Natomiast stosowanie różnego rodzaju pestycydów należy rozważać indywidualnie w zależności od uprawianej rośliny, by nie wpływały negatywnie na entomofaunę Carabidae.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

Od początku pracy zawodowej głównym przedmiotem moich zainteresowań były chrząszcze z rodziny biegaczowatych, które jako doskonałe organizmy modelowe dają odpowiedzi na wiele pytań dotyczących stanu siedlisk. Owady te nauczyłam się oznaczać do gatunku współpracując z profesorem Olegiem Aleksandrowiczem z Akademii Pomorskiej w Słupsku. Ciągle doskonalam swój warsztat faunistyczny uczestnicząc w spotkaniach, warsztatach taksonomicznych oraz konsultując się z innymi polskimi karabidologami. Ponadto prowadziłam badania nad szkodnikami magazynowymi, a także nad wykorzystaniem owadów jako potencjalnego źródła białka.

W moim dorobku naukowym mogę wyróżnić następujące obszary badawcze:

1. Ocena występowania pożytecznej entomofauny w agrocenozach.
2. Biegaczowate, jako bioindykatory zmian zachodzących w urbicenojach pod wpływem czynników antropogenicznych.
3. Badanie biologii rozwoju szkodników magazynowych i powodowanych przez nie zagrożeń oraz analiza czynników wpływających na te procesy.
4. Rola owadów jako potencjalnego źródła żywności.

Ad. 1. Ocena występowania pożytecznej entomofauny w agrocenozach

Omawiany kierunek badawczy jest jednym z ważniejszych nurtów badań naukowych realizowanych w Katedrze Entomologii, Fitopatologii i Diagnostyki Molekularnej, a zagadnienia wchodzące w jego zakres mają duże znaczenie dla szeroko pojętej praktyki rolniczej i rolnictwa zrównoważonego. Tematyka ta stała się nurtem przewodnim opisanym w cyklu prac wchodzących w skład mojego osiągnięcia naukowego. Badania w tym zakresie rozpoczęłam już na początku mojej kariery naukowej. Wciąż stanowią one najważniejszy kierunek moich badań, które ciągle staram się ulepszać, między innymi poprzez stosowanie zaawansowanych metod statystycznych, do ukazania różnorodnych zależności.

W ramach tego szerokiego zagadnienia realizowałam następujące nurty:

- a) Carabidae upraw rolniczych i czynniki wpływające na ich zgrupowania;
- b) wpływ zwiększonej bioróżnorodności krajobrazu rolniczego na występowanie fauny pożytecznej;
- c) migracje biegaczowatych między polami, a zadrzewieniami śródpolnymi.

Ad 1a) Carabidae upraw rolniczych i czynniki wpływające na ich zgrupowania

Poznanie stabilności zgrupowań Carabidae w uprawach polowych, a także czynników wpływających na zmiany w strukturach ich zgrupowań, jest jedną z ważniejszych kwestii w integrowanych programach ochrony roślin. Wyniki badań dotyczące tych zagadnień, oprócz prezentowanych w osiągnięciu naukowym, opublikowane zostały w 18 oryginalnych pracach (**A3, A4, D3, D5, D6, D8, D10, D11, D13, D15, D16, D18, D20, D21, D22, D25, D27, D37**). W powyższych pracach badawczych oceniano zgrupowania biegaczowatych zasiedlających różne uprawy i plantacje (pszenica, pszenżyto, jęczmień, rzepak, ziemniak, facelia, truskawka, łąka oraz wierzba krzewiasta).

Zgrupowania biegaczowatych upraw zbożowych cechują się dużą liczebnością oraz różnorodnością i bogactwem gatunkowym, jednak układ klas dominacji wskazuje na ich silne zaburzenia. Pod wpływem niekorzystnych czynników (stosowanie środków ochrony roślin), przekształceniu ulega struktura troficzna zgrupowań Carabidae. W miejsce dużych zoofagów pojawiają się zoofagi małe i hemizoofagi (**D25, D20**). Na podstawie badań przeprowadzonych w uprawach rzepaku można przypuszczać, że występowanie Carabidae nie jest ściśle powiązane z daną uprawą, lecz z określonym siedliskiem i otoczeniem (**D25, D13**). Podobne wnioski uzyskano, prowadząc doświadczenie w uprawach truskawki, gdzie istotnymi czynnikami wpływającymi na kształtowanie zgrupowań Carabidae było sąsiedztwo upraw oraz wiek plantacji (**D11**).

Kolejną uprawą, w której badano biegaczowate były uprawy ziemniaka. W porównaniu do upraw zbóż, czy rzepaku, Carabidae odławiane w uprawach ziemniaka charakteryzowały się niższą liczebnością i bogactwem gatunkowym, jednakże większy udział miały tam pożądane na polach gatunki o jesiennym typie rozwoju (**D25**). Badając biegaczowate upraw ziemniaka w systemie ekologicznym i konwencjonalnym nie stwierdzono jednoznacznego negatywnego wpływu stosowania pestycydów na zgrupowania biegaczowatych (**D6, D8, D10**). Powyższe obserwacje, dotyczące wpływu stosowania środków ochrony roślin, są istotne również w przypadku kompleksowych badań, gdzie oprócz zagrożenia ze strony szkodników, rozważana jest także ochrona roślin pod kątem występowania chorób (**D16, D22**).

We współczesnym rolnictwie zwiększa się zainteresowanie rolników uprawą roślin alternatywnych, między innymi wierzby krzewiastej. Badania nad fauną Carabidae wierzby w północno-wschodniej Polsce były badaniami pionierskimi. Na ich podstawie stwierdzono, że plantacje wierzby reprezentują wysoką wartość przyrodniczą ze względu na dużą różnorodność i bogactwo gatunkowe zasiedlających je biegaczowatych. Są ostojami

sprzyjającymi rozwojowi różnych grup ekologicznych Carabidae. W dobie znikających z krajobrazu rolniczego zadrzewień i zakrzewień plantacje *Salix* spp. mogą w znacznej części rekompensować ten ubytek, przejmując ich funkcje ekologiczne (**D18, D21**).

W ramach wzbogacenia funkcjonalnej różnorodności biologicznej agrocenoz i wzbogacenia bazy pokarmowej owadów pożytecznych wprowadza się na pola różne gatunki roślin kwitnących. Jedną z takich upraw, cenną w płodozmianie, uprawianą na nasiona, paszę lub zielony nawóz, jest facelia błękitna, będąca dodatkowo jedną z najlepszych roślin miododajnych. Przeprowadzone badania wykazały, że uprawa facelii stanowi miejsce przeżycia i schronienia dla fauny pożytecznej podczas zabiegów agrotechnicznych na sąsiadujących polach, a tym samym wpływa na zwiększenie liczebności drapieżców, ograniczających liczebność szkodników w agrocenozach (**D3**).

Gleba, jej właściwości oraz zagadnienia związane z jej użytkowaniem i nawożeniem mają ogromny wpływ na populacje zasiedlających ją zgrupowań biegaczowatych (**A4, D27, D5, A3**). Na podstawie prowadzonych badań stwierdzono, że typ gleby i sposób jej użytkowania jest czynnikiem istotnie wpływającym na liczebność odławianych biegaczowatych, a także na występowanie charakterystycznych grup ekologicznych oraz na pojawianie się cennej i rzadkiej fauny Carabidae (**A4, D27, D5**).

Użytkowanie gleby, a także nawożenie, jako istotne czynniki kształtujące zgrupowania Carabidae, zostały przedstawione w kolejnej pracy, w której udowodniono, że pola intensywnie użytkowane rolniczo charakteryzują się niższą liczebnością i bogactwem gatunkowym Carabidae. Wykazano, że odłogowanie gleb wpływało korzystnie na liczebność biegaczowatych. (**A3**). Jednakże odłogowanie, czy ugorowanie jest czasem wykazywane jako niekorzystne, ze względu na pojawianie się szkodliwej makrofauny glebowej w uprawach. Aby ograniczyć jej działalność ważne jest poprawienie warunków egzystencji fauny pożytecznej. Udowodniono to w badaniach na ugorze przeznaczonym pod zalesienie oraz w uprawach sosnowych, gdzie czynnikiem stymulującym bioróżnorodność i zagęszczenie makrofauny glebowej były wsiewki łubinu. Zabieg ten spowodował znacznie liczniejszy pojaw biegaczowatych na badanych obiektach (**D15**).

Podsumowując tę część mojej działalności stwierdzam, że badania te mogą mieć podstawowe znaczenie w rozpoznaniu mechanizmów regulacyjnych w agroekosystemach. Znajomość składu gatunkowego i liczebności występowania wrogów naturalnych szkodników pozwoli na wykorzystanie ich pożytecznej roli w integrowanych programach ochrony roślin.

Chciałabym również wspomnieć, że nieliczne biegaczowate wykazywane są jako szkodniki roślin uprawnych. Wśród nich najbardziej znanym szkodnikiem zbóż jest łokaś

garbatek (*Zabrus tenebrioides* Goeze). Gatunek ten dotychczas był wykazywany tylko z południa Polski. Po raz pierwszy, w roku 2016 został przeze mnie odłowiony w uprawach sosny w okolicach Olsztyna, co świadczy o zmianie jego zasięgu, spowodowanego prawdopodobnie zmianami klimatycznymi (D37). Jest to ważna informacja z punktu widzenia konieczności monitoringu pojawu tego gatunku w uprawach zbóż, w Polsce północno-wschodniej.

Ad 1b). Wpływ zwiększonej bioróżnorodności krajobrazu rolniczego na występowanie fauny pożytecznej

W monokulturowym krajobrazie rolniczym cennym elementem ze względu na zachowanie bioróżnorodności są różnego typu fragmenty lasów, zadrzewienia i zakrzewienia śródpolne, a także inne elementy uatrakcyjniające ten krajobraz np. śródpolne stawy i oczka wodne. Badania dotyczące tego zagadnienia znalazły odzwierciedlenie w mojej pracy doktorskiej, a także w 9 publikacjach naukowych (D1, D4, D30, D31, D35, D36, D39, D40, A1). Ogólny problem funkcjonowania zwierząt w silnie pofragmentowanym w wyniku działalności człowieka krajobrazie przedstawiony został w przeglądowej pracy D1.

Jednymi z ciekawszych w krajobrazie, choć tak często pomijanymi w badaniach są różnego typu drobne zbiorniki wodne, które głównie poprzez zmianę stosunków wodnych przyczyniają się do zmian w zgrupowaniach entomofauny zasiedlającej ich sąsiedztwo. W wyniku przeprowadzonych, wokół dwóch niewielkich zbiorników wodnych, badań stwierdzono, że obecność takich elementów w krajobrazie wpływa na zwiększenie różnorodności Carabidae oraz na pojawianie się gatunków rzadkich i o wąskim zakresie tolerancji względem wilgotności siedliska (D4).

W strukturze przestrzennej agrocenoz zadrzewienia i zakrzaczenia stanowią refugia dla entomofauny pożytecznej. Wyniki badań nad biegaczowatymi zadrzewień śródpolnych, wskazują na zadrzewienia jako potencjalne źródło różnorodności biegaczowatych pól uprawnych. Jednocześnie badając zadrzewienia znajdujące się pod wpływem różnych czynników antropogenicznych można się przekonać, że oddziaływanie czynników zewnętrznych zaburza strukturę dominacji Carabidae. Przekształceniu ulega również ich struktura troficzna. Silny wpływ antropopresji na zadrzewienia powoduje także zubożenie bogactwa gatunkowego Carabidae tych siedlisk (D30, D31, D36). Zadrzewienia, zakrzewienia i zarośla śródpolne są szczególnie cenne ze względu na obecność w nich gatunków mszycożernych, które dodatkowo pozwalają na ograniczenie gradacji tych szkodników na sąsiadujących polach uprawnych. Wśród takich gatunków znajduje się wiele

biegaczowatych oraz, uznawanych za jedne z najbardziej efektywnych afidofagów, biedronek (**D35, D39, D40**).

Oprócz biegaczowatych biedronki, jako następna grupa pożytecznej entomofauny wzbudziła moje duże zainteresowanie. Dodatkowo pojawienie się w Polsce inwazyjnej biedronki *Harmonia axyridis*, rzuciło na tę grupę nowe światło, głównie ze względu na spekulacje na temat ekspansywnego rozprzestrzeniania się i wypierania rodzimych gatunków biedronek przez biedronkę azjatycką. Zainteresowanie tym zagadnieniem poskutkowało otrzymaniem grantu, w którym wraz z naukowcami z różnych jednostek (Muzeum i Instytut Zoologii PAN w Warszawie, Uniwersytet Kardynała Stefana Wyszyńskiego w Warszawie, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu) badaliśmy zmienność genetyczną *H. axyridis* w zaroślach i zadrzewieniach miejskich, podmiejskich i terenów nieurbanizowanych Olsztyna, Warszawy i Wrocławia. Nie potwierdzono istotnej zmienności genetycznej badanej biedronki w zależności od stopnia zurbanizowania (**A1**). Współpraca ta dała mi możliwość poszerzenia mojego warsztatu pracy o nowe doświadczenia z wykorzystaniem badań molekularnych w entomologii. Oprócz prac związanych z projektem, odbyłam miesięczny staż naukowy w Muzeum i Instytucie Zoologii PAN w Warszawie, w pracowni Technik Molekularnych, który pozwoli mi wdrażać te metody w moich dalszych badaniach nad entomofauną.

Ad. 1c) Migracje biegaczowatych między polami a zadrzewieniami śródpolnymi

Połączeniem przedstawionych powyżej w punktach 1a) i 1b) kwestii jest zagadnienie migracji biegaczowatych między opisanymi środowiskami. Tematykę tę analizowałam w 2 pracach naukowych (**D28, D41**). Wśród biegaczowatych można zaobserwować grupę gatunków, u których stwierdzono zdolności migracyjne objawiające się dużą wymiennością między biotopami. Dotyczy to gatunków leśnych i pobrzeży lasu, które w celu zdobycia pokarmu penetrują przyległe pola, a także gatunków polnych, które po zakończonym sezonie wegetacyjnym, jak również w trakcie niekorzystnych dla nich zabiegów agrotechnicznych, znajdują miejsce schronienia w przyległych zadrzewieniach. Przeprowadzone badania ujawniły podobny skład gatunkowy Carabidae zadrzewień śródpolnych i przylegających do nich pól uprawnych, jednakże zaobserwowano różnice dotyczące struktury dominacji oraz udziału poszczególnych grup troficznych i siedliskowych w badanych obiektach. Stwierdzono, że największe zdolności migracyjne wykazywał eurytopowy *Pterostichus melanarius* znajdujący się w grupie dominantów obydwu siedlisk. Zarówno pola uprawne, jak

i przylegające do nich zadrzewienia, są źródłem dużej różnorodności gatunkowej chrząszczy z rodziny Carabidae, jednakże obecność miejsc ostożowych, takich jak np. zadrzewienia i zarośla, w krajobrazie rolniczym ma ogromne znaczenie w ochronie gatunków drapieżnych, które znajdują tu miejsce do zimowania i schronienia.

Ad 2. Biegaczowate, jako bioindykatory zmian zachodzących w urbicenozach pod wpływem czynników antropogenicznych

W ciągu ostatnich dziesięcioleci obserwuje się ciągłą rozbudowę obszarów miejskich, ze względu na stały wzrost liczby mieszkańców miast. Od lat prowadzone są badania mające na celu ocenę wpływu urbanizacji na bioróżnorodność, przy wykorzystaniu organizmów modelowych jakimi są biegaczowate. Wyniki badań dotyczących składu gatunkowego i różnorodności zgrupowań Carabidae występujących w miastach oraz czynników, które na nie wpływają zamieszone zostały w 7 pracach naukowych (A5, D7, D26, D29, D33, D34, D38).

W aglomeracjach miejskich bardzo ważną funkcję pełnią różnego typu zadrzewienia, wśród których wyróżnić można obszary o ciągłym wpływie antropopresji (parki miejskie, cmentarze, arboreta) oraz zadrzewienia rosnące na nieużytkach i obrzeżach miast. Stwierdzono, że zadrzewienia śródmiejskie, pomimo silnej presji antropogenicznej, stanowią specyficznego rodzaju refugia, w których schronienie znajduje wiele biegaczowatych należących do różnych grup ekologicznych m. in. duże zoofagi oraz cenne gatunki stenotopowe. Jednakże, ze względu na ciągłe zmiany, największe możliwości rozwoju mają gatunki plastyczne, łatwo adoptujące się w zmienionym środowisku (D7, D29, D33, D34, D38).

Zwiększanie się powierzchni obszarów miejskich następuje na drodze dołączania do nich terenów przyległych, bardzo często zalesionych. Zachowywanie w strukturze przestrzennej obszaru miejskiego terenów zalesionych wiąże się często z próbą zachowania ich pierwotnego charakteru i ochrony tych cennych przyrodniczo siedlisk. Ocenę skuteczności takich działań podjęto za pomocą bioindykatorów, jakimi są biegaczowate zasiedlające dwa śródlądowe torfowiska (Redykajny i Mszar), znajdujące się w granicach administracyjnych Olsztyna. Stwierdzono, że rezerваты te cechuje stosunkowo duże bogactwo gatunkowe i liczebność Carabidae. Zaobserwowano tam również występowanie rzadkich gatunków stenotopowych. Niepokojący natomiast jest fakt obecności licznej grupy gatunków sucholubnych i o umiarkowanych wymaganiach wilgotnościowych, co może sygnalizować początek sukcesji antropogenicznej, wywołującej degradację torfowiska wysokiego (A5, D26, D29).

Oprócz pożytecznej fauny Carabidae na terenach zielonych miast możemy obserwować wiele owadów niepożądanych. Jednym z bardziej problematycznych jest szkodnik kasztanowców – szrotówek kasztanowcowiaczek (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimić). Od wielu lat prowadzone są prace nad jego zwalczaniem, jednakże jest to bardzo trudne zadanie, ze względu na ograniczenia w stosowaniu preparatów chemicznych na terenach zurbanizowanych. Wciąż poszukiwane są alternatywne metody zwalczania *C. ohridella* lub przeciwdziałania zasiedleniu drzew przez tego owada, np. wykorzystanie antyfidantów. Wraz z zespołem naukowców z innych ośrodków naukowych w Polsce (Uniwersytet Zielonogórski, Uniwersytet Wrocławski) badałam wpływ olejków eterycznych roślin aromatycznych oraz ich najważniejszych składników terpenoidowych na żerowanie tego szkodnika. Określono, które ekstrakty mają działanie przywabiające, a które deterentne. Wyniki badań, opublikowane w pracy **D9** mogą być wykorzystane w opracowaniu naturalnych metod zwalczania tego uciążliwego szkodnika w miastach.

Ad 3. Badanie biologii rozwoju szkodników magazynowych i powodowanych przez nie zagrożeń oraz analiza czynników wpływających na te procesy

Innym kierunkiem moich zainteresowań naukowych jest problematyka dotycząca ochrony roślin i plonów, a w szczególności wykorzystania naturalnej odporności nasion na porażenie przez szkodniki magazynowe. Sposoby ograniczania strat wynikających z żerowania szkodników magazynowych opierają się głównie na wykorzystaniu metod mechanicznych i fizycznych. Skuteczność tych metod nie zawsze jest zadawalająca. Często koszty aplikacji są bardzo wysokie, a stosowanie insektycydów wiąże się z ryzykiem pozostałości i skażenia produktów żywnościowych. Ważne zatem jest poznanie czynników związanych z naturalną odpornością odmianową ziarniaków zbóż i nasion roślin bobowatych, powiązaną z ich cechami fizycznymi i chemicznymi, które mogą decydować o zasiedlaniu oraz rozwoju najważniejszych gatunków szkodników występujących w magazynach. Przeprowadzone badania dotyczyły takich szkodników jak strąkowiec fasolowy, wolek zbożowy, kapturzik zbożowiec, trojszyk ulec i spichrzek surynamski (**A2, D12, D14, D17, D19, D23, D24**).

Strąkowiec fasolowy (*Acanthoscelides obtectus* Say.) to jeden z najgroźniejszych szkodników przechowywanych nasion fasoli. Oprócz zabiegów chemicznych prowadzone są prace nad wprowadzaniem odmian fasoli odpornych na żerowanie tego szkodnika. Spośród badanych odmian fasoli nasiona odmian: Korona i Laurina uznano za najodporniejsze na żerowanie strąkowca fasolowego (**D12**).

Kolejne badania z wyżej wymienionego zakresu dotyczą zbóż, które w światowym rolnictwie uznawane są za rośliny strategiczne. Koszty związane z ich uprawą i zbiorem są często powiększane przez straty wynikające z żerowania szkodników magazynowych, w związku z czym istnieje potrzeba poszukiwań nowych efektywnych metod zwalczania tych owadów. Jednym ze sposobów jest dodawanie do przechowywanych nasion sproszkowanych fragmentów roślin, mających działanie repelentne. Za takie rośliny uznawane są nasiona roślin bobowatych. W wyniku badań rozwoju, ważnego szkodnika pierwotnego ziarniaków, wołka zbożowego (*Sitophilus granarius* L.) stwierdzono, że dodatek frakcji nasion łubinów spowodował odwrotną do oczekiwanej reakcję szkodnika. Wzrost stężenia dodanych w/w frakcji wiązał się z intensywniejszym żerowaniem chrząszczy i zwiększeniem liczebności populacji potomnej szkodnika (D24).

Interesującą rośliną o charakterystycznej łusce okrywającej ziarno, trudnej do uszkodzenia przez owady jest gryka. W wyniku badań nad rozwojem wołka zbożowego i kaptownika zbożowca (*Rhyzopertha dominica* F.), w zależności od wybranych cech fizykochemicznych orzeszków gryki stwierdzono, że gruba łuska chroniąca orzeszek jest barierą dla żerowania *S. granarius*, natomiast dla *R. dominica* czynnikami ograniczającym rozwój są zawartość białka ogólnego i rutyny w nasieniu (A2).

Produkty przemiału oraz uszkodzone ziarno zbóż stanowią bardzo dogodne siedlisko do rozwoju dla szkodników wtórnych, takich jak trojszyk ulec (*Tribolium confusum* Duv.) oraz spichrzek surynamski (*Oryzaephilus surinamensis* L.). Wyniki uzyskanych badań nad rozwojem tych szkodników na pszenicy wykazały, że czynnikiem wpływającym na rozwój może być wartość technologiczna odmian. Bardziej odporne okazały się odmiany jakościowe pszenicy, co może wynikać z faktu dużej twardości ziarna oraz wysokiej zawartości białka i jakości glutenu. Określenie stopnia podatności odmian aktualnie występujących w handlu może być ważną wskazówką dla podmiotów przechowujących ziarno zbóż lub produkty jego przemiału, w podejmowaniu decyzji dotyczących ich właściwej ochrony (D14, D17, D19, D23).

Ad 4. Rola owadów jako potencjalnego źródła żywności

Jednym z moich najnowszych zainteresowań badawczych, z którym wiąże duże nadzieje, ze względu na aktualność i ogromną złożoność tematu, jest wykorzystanie owadów jako potencjalnego źródła białka dla ludzi i zwierząt. W ramach tego zagadnienia powstały dotychczas dwie prace naukowe, których jestem współautorką (D2, D32).

Owady od lat są wykorzystywane jako źródło pożywienia dla ludzi. Specjaliści od żywienia wciąż wskazują na owady jako źródło wysokowartościowego i łatwo dostępnego pokarmu, co w dobie ciągłego i szybkiego wzrostu populacji ludzkiej, wizji przeludnienia i braku żywności na świecie, może okazać się bardzo ważne. Krajowym gatunkiem, który wzbudza szczególne zainteresowanie ze względu na wysoką wartość odżywczą, powszechność występowania i łatwość hodowli jest szkodnik magazynowy mącznik młynarek (*Tenebrio molitor* L.). Z badań, które przeprowadziłam wraz ze specjalistami z zakresu nauk o żywności, wynika, że larwy mącznika młynarka są bogatym źródłem ważnych dla zdrowia i funkcjonowania człowieka związków chemicznych. Udowodniono, że świeże larwy mącznika młynarka zawierają więcej białka i tłuszczu niż tradycyjne mięsa takie jak drób, wieprzowina, wołowina, a nawet ryby (**D32**). Bardzo duże zainteresowanie naszymi badaniami na świecie, objawiające się dużą liczbą cytowań pracy, skłania do dalszych badań w tej tematyce, mających na celu wskazanie potencjalnych gatunków jadalnych owadów z jednoczesnym wykazaniem dostępności dla organizmu ludzkiego składników pokarmowych z nich uzyskanych. Społeczeństwo polskie na razie nie wykazuje wielkiego zainteresowania spożywaniem pokarmów z owadów, ale też u większości nie odnotowano bardzo negatywnych emocji związanych z tym tematem, co przedstawione zostało w badaniach zawartych w pracy **D2**.

Realizacja głównych tematów badań oraz mniej obszernych studiów dała podstawę do napisania **52 prac naukowych**, z których w 21 jestem pierwszym i wiodącym autorem. Mój dorobek publikacyjny poza 6 pracami wchodzącymi w skład osiągnięcia naukowego obejmuje 40 publikacji (w tym 1 przed uzyskaniem stopnia doktora), 1 monografię oraz 5 rozdziałów w monografiach (2 przed uzyskaniem stopnia doktora). 8 prac znajduje się na liście JCR. Liczba punktów MNiSW według wykazu czasopism naukowych z roku wydania to **387** (w tym 92 to osiągnięcie naukowe), a sumaryczny IF – **3,415**. Wykaz całościowego dorobku z zestawieniem punktacji oraz z nazwami czasopism naukowych, w których zostały opublikowane prace zawiera tabela 1.

Liczba cytowań publikacji, (bez autocytowań), według analizy przeprowadzonej przez Bibliotekę Główną Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie w dniu 16 kwietnia 2018 to: według bazy Web of Science to **51**; wg bazy Scopus – **37**, wg Google Scholar – **170**. Szczegółową analizę zawiera Załącznik nr 7.

W bazie Web of Science wartość indeksu Hirscha wynosi **3**, w bazie Scopus – **4**, w bazie Google Scholar – **7**.

Na chwilę obecną w trakcie procesu wydawniczego są moje kolejne dwie oryginalne prace twórcze w czasopiśmie *Community Ecology* (20 pkt, IF – 0,782). Jedna z prac jest już zaakceptowana do druku, po recenzjach, druga w trakcie recenzji. Prace te nie zostały ujęte w przedstawionym wykazie.

Mój dorobek obejmuje także doniesienia i komunikaty prezentowane na konferencjach krajowych i zagranicznych. Łącznie brałam udział w 30 konferencjach krajowych i 8 międzynarodowych. Byłam autorem lub współautorem 58 wystąpień. Byłam organizatorem lub współorganizatorem 8 konferencji. Recenzowałam 9 publikacji naukowych w czasopismach: *Applied Ecology and Environmental Research*, *Baltic Journal of Coleopterology*, *Biodiversity Data Journal*, *Edukacja Biologiczna i Środowiskowa*, *Parki Narodowe i Rezerваты Przyrody*. Byłam wykonawcą w projekcie NCN, który dotyczył badań nad zmiennością genetyczną biedronki azjatyckiej na terenach zurbanizowanych. Jestem członkiem Polskiego Towarzystwa Ochrony Roślin, a także Polskiego Towarzystwa Entomologicznego, w którym od listopada 2017 pełnię funkcję przewodniczącej oddziału olsztyńskiego. Od 2006 roku do chwili obecnej jestem przedstawicielem adiunktów w Radzie Wydziału Kształtowania Środowiska i Rolnictwa, a w kadencji 2012-2016 byłam też członkiem komisji skrutacyjnej Rady Wydziału. W celu podwyższenia moich kwalifikacji zawodowych uczestniczyłam w licznych stażach, szkoleniach i kursach dokształcających, które szczegółowo przedstawiłam w załączniku 6.

Moją wiedzę wykorzystuję także w pracy dydaktycznej i do popularyzacji nauki. W czasie pracy zawodowej pełniłam funkcję koordynatora 4 przedmiotów, prowadziłam zajęcia na kierunkach: Architektura Krajobrazu, Leśnictwo, Ochrona Środowiska, Ogrodnictwo i Rolnictwo oraz na studiach podyplomowych. Wypromowałam 38 dyplomantów na kierunkach: Ochrona Środowiska, Rolnictwo i Leśnictwo. Pełnię również funkcję promotora pomocniczego w otwartym przewodzie doktorskim. Byłam opiekunem roku na kierunkach Architektura Krajobrazu i Ochrona Środowiska. Jestem opiekunem Koła Naukowego Entomologów „Pasikonik”, którego członkowie biorą czynny udział w konferencjach krajowych i międzynarodowych, są autorami publikacji naukowych, a także uzyskali finansowanie swoich badań w konkursie „Studencki Grant Rektora”. Biorę również czynny udział w popularyzacji nauki prowadząc prelekcje, pokazy lub zajęcia warsztatowe dla osób z różnych grup wiekowych.

Za działalność naukową i organizacyjną byłam trzykrotnie nagradzana przez Rektora Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego.

Tabela 1. Wykaz całościowego dorobku z zestawieniem punktacji oraz z nazwami czasopism naukowych, w których zostały opublikowane prace

Lp	Tytuł czasopisma / Wyszczególnienie	Liczba prac	Liczba punktów*	IF**
1	Agricultural Science	1	0	
2	Annales Zoologici	1	25	0,699
3	Aphids and Other Homopterous Insects	1	0	
4	Baltic Journal of Coleopterology	4	30	
5	Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin	1	4	
6	Bulletin of Insectology	1	20	0,375
7	European Journal of Entomology	1	30	0,975
8	Fragmenta Agronomica	1	4	
9	Journal of Elementology	1	9	0,354
10	Journal of Plant Protection Research	1	15	
11	Leśne Prace Badawcze	1	13	
12	Pamiętnik Puławski	1	6	
13	Periodicum Biologorum	2	30	0,368
14	Polish Journal of Natural Sciences	3	24	
15	Postępy w Ochronie Roślin / Progress in Plant Protection	14	74	
16	Sylvan	1	6	0,0
17	Wiadomości Entomologiczne	4	6	
18	Zagadnienia Doradztwa Rolniczego	1	7	
19	Zemdirbyste-Agriculture	1	20	0,644
20	Zeszyty Naukowe Ostrołęckiego Towarzystwa Naukowego	1	9	
21	Zeszyty Naukowe WSES w Ostrołęce	1	9	
22	Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych	3	6	
23	Monografie	1	12	
24	Rozdziały w monografiach	5	28	
	Razem	52	387	3,415
25	Materiały konferencyjne	58	-	
26	Czasopisma popularno-naukowe	3	-	
27	Wydawnictwa dydaktyczne	1	-	

28	Referaty wygłoszone na konferencjach	W języku polskim – 5 W języku angielskim - 6
29	Postery prezentowane na konferencjach	W języku polskim – 42 W języku angielskim - 5

*liczba punktów wg komunikatu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego zgodnie z rokiem opublikowania prac

** wskaźnik IF z roku wydania publikacji

Piśmiennictwo

- Andersen A. 1999. Plant protection in spring cereal production with reduced tillage. II. Pests and beneficials insects. *Crop Protection*. 18: 651–657.
- Andersen A. 2003. Long-term experiments with reduced tillage in spring cereals. II. Effects on pest and beneficial insects. *Crop Protection*. 2: 147–152.
- Breavult T., Bikay S., Maldès J.M., Naudin K. 2007. Impact of a no-till mulch soil macrofauna communities in a cotton cropping system. *Soil and Tillage Research* 97: 140–149.
- Baguette M., Hance T. 1997. Carabid beetles and agricultural practices: influence of soil ploughing. *Biological Agriculture and Horticulture* 15: 185–190.
- Barney R.J., Pass B.C. 1986. Ground beetle (Coleoptera: Carabidae) populations in Kentucky alfalfa and influence of tillage. *Journal of Economic Entomology* 79: 511–517.
- Basedow T., Borg A., Scherney F. 1976. Auswirkungen von Insektizidbehandlungen auf die epigäische Raubarthropoden in Getreidefeldern, insbesondere die Laufkäfer (Coleoptera, Carabidae). *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 19: 37–51.
- Cárcamo H.A., Niemelä J., Spence J. R. 1995. Farming and ground beetles: effects of agronomic practice on populations and community structure. *The Canadian Entomologist* 127: 123–140.
- Derpsch R., Friedrich T. 2009. Development and Current Status of No-till Adoption in the World. Proceedings on CD, 18th Triennial Conference of the International Soil Tillage Research Organization (ISTRO), June 15–19, 2009, Izmir, Turkey: 1–13.
- Eyre M.D., Luff M.L., Leifert C. 2013. Crop, field boundary, productivity and disturbance influences on ground beetles (Coleoptera, Carabidae) in the agroecosystem. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 165: 60–67.
- Floate K.D., Elliott R.H., Doane J.F., Gillott C. 1989. Field bioassay to evaluate contact and residual toxicities of insecticides to carabid beetles (Coleoptera: Carabidae). *Journal of Economic Entomology*. 82: 1543–1547.
- Funayama K. 2011. Influence of pest control pressure on occurrence of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in apple orchards. *Applied Entomology. Zool.* 46: 103–110.
- Gantner M. 2010. Aktualne problemy występujące w uprawach małoobszarowych na przykładzie leszczyny. *Progress in Plant Protection*. 50 (4): 1583–1591.
- Grabarkiewicz A. 2003. Charakterystyka zgrupowań biegaczowatych (Coleoptera, Carabidae) w pszenicy objętej różnymi programami ochrony. *Progress in Plant Protection*. 43(2): 657–660.
- Hatten T.D., Bosque-Pérez N.A, Labonte J.R., Guy S.O., Eigenbrode S.D. 2007. Effects of tillage on the activity density and biological diversity of carabid beetles in spring and winter crops. *Environmental Entomology* 36 (2): 356–368.
- Heydemann B. 1955. Carabiden der Kulturfelder als ökologische Indikatoren. *Ber. 7 Wanderversamm. Deut. Entomol.*: 172-185.
- Hobbs P.R., Sayre K., Gupta R. 2008. The role of conservation agriculture in sustainable agriculture. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 363 (1491): 543-555.
- Holland J.M., Luff M.L. 2000. The effects of agricultural practices on Carabidae in temperate agroecosystems. *Integrated Pest Management Reviews*. 5: 109–129.
- Holland J.M., Reynolds C.R. 2003. The impact of soil cultivation on arthropod (Coleoptera and Araneae) emergence on arable land. *Pedobiologia*. 47: 181–191.
- Holland. M.J. 2004. The environmental consequences of adopting conservation tillage in Europe: reviewing the evidence. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 103: 1–25.

- Hole D. G., Perkins A. J., Wilson J. D., Alexander I. H., Grice P. V., Evans A. D. 2005. Does organic farming benefit biodiversity? *Biological Conservation* 122: 113–130.
- Hurej M., Twardowski J. 2006. The influence of yellow lupin intercropped with spring triticale on predatory carabid beetles (Coleoptera: Carabidae). *European Journal of Entomology*. 103: 259–261
- Huruk S. 2007. Analiza struktur i aktywności polnych zgrupowań biegaczowatych (Carabidae, Coleoptera) na wybranych typach gleb. Wydawnictwo Akademii Świętokrzyskiej. Kielce. 183 ss.
- Huusela-Vesitola E. 1996. Effects of pesticide use and cultivation techniques on ground beetles (Col., Carabidae) in cereal fields. *Annales Zoologici Fennici*. 33: 197–205.
- Jaworska T. 1997. Wpływ odchwaszczania na dynamikę populacji biegaczowatych (Carabidae, Coleoptera). *Progress in Plant Protection*. 37 (2): 235–237.
- Kabacik-Wasylik D. 1970. Ökologische Analyse der Laufkäfer (Carabidae) einiger Agrarkulturen. *Ekologia Polska (A)*. 18: 137–209.
- Kassam A., Friedrich T., Derpsch R., Kienzle J. 2015. Overview of the worldwide spread of conservation agriculture. *Field Action Science Report*. 8. <http://factsreports.revues.org/pdf/3966>.
- Kosewska A., Nietupski M., Ciepiewska D., Słomka W. 2009. Czynniki wpływające na struktury zgrupowań naziemnych biegaczowatych (Coleoptera: Carabidae) w wybranych uprawach zbóż. *Progress in Plant Protection*. 49 (3):1035 – 1046.
- Kotze J. D., Brandmayr P., Casale A., Dauffy-Richard E., Dekoninck W., Koivula M. J., Lövei G. L., Mossakowski D., Noordijk J., Paarmann W., Pizzolotto R., Saska P., Schwerk A., Serrano J., Szyszko J., Taboada A., Turin H., Venn S., Vermeulen R., Zetto T. 2011. Forty years of carabid beetle research in Europe - from taxonomy, biology, ecology and population studies to bioindication, habitat assessment and conservation. *ZooKeys* 100: 55–148.
- Kromp B. 1999. Carabid beetles in sustainable agriculture: a review on pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 74: 187–228.
- Lövei G.L., Sunderland K.D. 1996. Ecology and behavior of ground beetles (Coleoptera: Carabidae). *Annual Reviews. Entomology*. 41: 231–256.
- Mennan H., Ngouajob M., Isik D., Kaya E. 2006. Effects of alternative management systems on weed populations in hazelnut (*Corylus avellana* L.). *Crop Protection*. 25: 835–841.
- Minarro M., Dapena E. 2003. Effects of groundcover management on ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in an apple orchard. *Applied Soil Ecology*. 23 (2): 111–117.
- Novák K., Skuhravy V. 1957. Der Einfluß von DDT. In: Aerosolform auf einige Insektenarten des Kartoffelfeldes. *Zool Listy*. 6: 41–51.
- Nietupski M. 2012. Ground beetles (Col., Carabidae) occurring in apple orchards under different production systems. *Progress in Plant Protection*. 52 (2): 360–365.
- Olbrycht T., Jaworska T. 2000. The ground beetles (Coleoptera, Carabidae) fauna on Papilionaceous plants in Rzeszów region. *Progress in Plant Protection*. 40(2): 520–522
- Olbrycht T., Wiech K. 2004. The composition of carabid and rove beetle species occurring in mixed cropping of some legumes and small grains. *Progress in Plant Protection*. 44(2): 994–997
- Olle M., Tsahkna A., Tähtjärv T. Williams I.H. 2015. Plant protection for organically grown potatoes - A review. *Biological Agriculture and Horticulture* 31(3): 147 – 157.
- Purvis G., Fadl A. 2002. The influence of cropping rotations and soil cultivation practice on the population ecology of carabids (Coleoptera: Carabidae) in arable land. *Pedobiologia* 46: 452–474.
- Rainio J., Niemelä J. 2003. Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as bioindicators. *Biodiversity and Conservation*. 12: 487–506.
- Shah P. A., Brooks D. R., Ashby J. E., Perry J. N., Woiwod I. P. 2003. Diversity and abundance of coleopteran fauna from organic and conventional management systems in southern England. *Agricultural and Forest Entomology*. 5: 51–60.
- Skłódowski J.J. 2014. Effects of top-soil preparation and broad-leaved tree mixture on carabid beetles in afforested fallow plots. *Restoration Ecology* 22 (1): 13–21.
- Sokołowski A. 2000. Ochrona upraw rolniczych, a drapieżne stawonogi naziemne. *Progress in Plant Protection*. 40 (2): 587–589.
- Stinner B.R., House G.J. 1990. Arthropods and other invertebrates in conservation-tillage agriculture. *Annual Reviews. Entomology*. 35: 299–318.
- Sunderland K.D. 2002. Invertebrate pest control by carabids. In: Holland J. M. (ed.): *The agroecology of Carabid Beetles*. Intercept, Andover: 165–214.

- Thiele H.U. 1977. Carabid beetles and their environments. Berlin: Springer-Verlag, 369 pp.
- Tischler W. 1955. Influence of soil types on the epigeic fauna of agricultural land. [In:] D. K. Mc E. Kevan (ed.) Soil Zoology. London: 125-137.
- Twardowski J. 2010. Wpływ uproszczeń w uprawie roli pod pszenicę ozimą na zgrupowania stawonogów epigeicznych i glebowych. Monografia, Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, 141 ss.
- Twardowski J., Pastuszko K. 2008. Siedliska brzeżne w agrocenozie pszenicy ozimej jako rezerwuary pożytecznych biegaczowatych (Col., Carabidae). Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering 53 (4): 123–127.
- Walker C.H., Hopkin S.P., Sibly R.M., Peakall D.B. 2001. Principles of Ecotoxicology. Taylor & Francis. New York. 301pp.

Kosewska Agnieszka