

ZAŁĄCZNIK NR 2

AUTOREFERAT

DR ROMA DURAK

ZAKŁAD ZOOLOGII BEZKRĘGOWCÓW

WYDZIAŁ BIOLOGICZNO-ROLNICZY

UNIwersytet Rzeszowski

RZESZÓW, 2016

INFORMACJE NAUKOWE O WYKSZTAŁCENIU I PRZEBIEGU ZATRUDNIENIA

IMIĘ: ROMA

NAZWISKO: DURAK

ADRES SŁUŻBOWY: ZAKŁAD ZOOLOGII BEZKRĘGOWCÓW
WYDZIAŁ BIOLOGICZNO-ROLNICZY
UNIwersytet RZESZOWSKI
ZELWEROWICZA 4, 35-601 RZESZÓW

TELEFON: (17) 872 54 61

E-MAIL: rdurak@univ.rzeszow.pl

WYKSZTAŁCENIE:

- 2003:** Doktor nauk biologicznych: Katedra Zoologii, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Śląski, Katowice.
Praca doktorska pt. „Zgrupowania mszyc (Homoptera, Aphidinea) wybranych zbiorowisk roślinnych (z klasy *Vaccinio-Piccetea* i *Quercu-Fagetea*) Płaskowyżu Kolbuszowskiego”.
Promotor: prof. dr hab. Waław Wojciechowski (Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Śląski), recenzenci: prof. dr hab. Elżbieta Cichocka (Katolicki Uniwersytet Lubelski, Lublin), prof. dr hab. Przemysław Trojan (Polska Akademia Nauk, Warszawa). Rada Wydziału Biologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Śląskiego poparła wniosek Komisji o uznanie pracy doktorskiej za wyróżniającą.
- 1995:** Magister biologii: Katedra Zoologii, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Śląski, Katowice.
Praca magisterska pt. „Zgrupowania mszyc w różnych stadiach sukcesji zwałowisk węglowych w rejonie Zabrze”; Promotor: prof. dr hab. Waław Wojciechowski (Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Śląski).

1990–1995: Studia wyższe magisterskie stacjonarne na kierunku Biologia na Wydziale Biologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach.

PRACA ZAWODOWA:

2015: nadal: Zakład Zoologii Bezkręgowców, Wydział Biologiczno-Rolniczy Uniwersytet Rzeszowski, stanowisko: starszy wykładowca

2004–2015: Zakład Zoologii Bezkręgowców, Wydział Biologiczno-Rolniczy Uniwersytet Rzeszowski, stanowisko: adiunkt

1998–2004: Zakład Zoologii Bezkręgowców, Wydział Biologiczno-Rolniczy Uniwersytet Rzeszowski (do roku 2001: Wydział Matematyczno-Przyrodniczy, Wyższa Szkoła Pedagogiczna w Rzeszowie przekształcona w Uniwersytet Rzeszowski 1.09.2001), stanowisko: asystent naukowo-dydaktyczny - nauczyciel akademicki

1995–1998: Zakład Przyrodniczych Podstaw Produkcji Rolniczej, Akademia Rolnicza w Krakowie, Filia w Rzeszowie, stanowisko: asystent naukowo - dydaktyczny-nauczyciel akademicki

OGÓLNE ZAINTERESOWANIA NAUKOWE:

- entomologia
- bionomia mszyc
- cykle życiowe mszyc i ich przemiany (holocyklia, anholocyklia)
- badania faunistyczne Aphididae
- wpływ zmian klimatycznych na bionomię owadów

BIEŻĄCE I SZCZEGÓLWE ZAINTERESOWANIA NAUKOWE:

- bionomia gatunków mszyc z rodzaju *Cinara* sp., zasiedlających rośliny ozdobne z rodziny *Cupressaceae*
- relacje pokrewieństwa w obrębie mszyc
- różnorodność mszyc związanych z różnymi zbiorowiskami roślinnymi

AUTOREFERAT

1. ROZWÓJ ZAWODOWY I NAUKOWY PRZED UZYSKANIEM STOPNIA DOKTORA NAUK BIOLOGICZNYCH

Studia wyższe na Wydziale Biologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach ukończyłam w roku 1995. Pracę magisterską pt. „Zgrupowania mszyc w różnych stadiach sukcesji zwałowisk węglowych w rejonie Zabrze” przygotowywałam w Katedrze Zoologii pod kierunkiem prof. dr hab. Waclawa Wojciechowskiego. W trakcie studiów zostałam zatrudniona jako student-stażysta w Katedrze Zoologii. Dzięki temu doświadczeniu oraz uczestnictwie w seminariach Katedry Zoologii miałam możliwość zapoznania się z różnorodną metodyką pracy nad owadami, ze szczególnym uwzględnieniem preparatyki i oznaczania mszyc. Po ukończeniu studiów magisterskich rozpoczęłam pracę jako asystent w Zakładzie Przyrodniczych Podstaw Produkcji Rolniczej Akademii Rolniczej w Krakowie, Filia w Rzeszowie. Brałam udział w badaniach, prowadzonych przez członków zespołu kierowanego przez prof. dr hab. Joannę Kostecką, nad różnymi aspektami biologii i ekologii Annelida. Ich efekty zostały zaprezentowane w pracach [Załącznik 3,I.1.-1,2]. Rozwijanie moich zainteresowań entomologicznych umożliwiło mi zatrudnienie w nowo powstałym Instytucie Biologii (Wydział Matematyczno-Przyrodniczy, Wyższa Szkoła Pedagogiczna w Rzeszowie, przekształcona następnie w Uniwersytet Rzeszowski), gdzie powróciłam do tematyki badawczej związanej z mszycami [Załącznik 3,I.1.-3, 4]. Rozpoczęłam badania nad strukturami zoocenotycznymi mszyc pod kierunkiem prof. dr hab. Waclawa Wojciechowskiego. Celem tych badań było poznanie fauny Aphididae wybranych zbiorowisk leśnych oraz wyróżnienie zgrupowań mszyc na podstawie ich struktury dominacji oraz stopnia powiązania ze zbiorowiskami roślinnymi. Badania prowadzono w czterech typach zbiorowisk leśnych: (*Quercus roboris-Pinetum*, *Leucobryo-Pinetum*, *Tilio-Carpinetum* i *Fraxino-Alnetum*), na obszarze będącym pozostałością po dawnej Puszczy Sandomierskiej. Na podstawie zebranych i oznaczonych ponad 22000 osobników stwierdzono obecność 167 gatunków mszyc występujących w zbiorowiskach leśnych, co stanowi około 24% wszystkich stwierdzonych w Polsce Aphididae. Na podstawie analizy skupień oraz analizy głównych składowych (PCA) potwierdzono hipotezę, że z poszczególnymi zbiorowiskami leśnymi związane są charakterystyczne zgrupowania Aphididae o określonej strukturze dominacji gatunków oraz grupie gatunków wyróżniających i charakterystycznych dla tych zgrupowań. Najbogatszą gatunkowo afidofauną charakteryzowało się zgrupowanie związane z grądami, natomiast najmniej liczne okazało się zgrupowanie związane z łągami. Największą różnorodnością gatunkową charakteryzowało się zgrupowanie mszyc związane z borem mieszanym. Analiza wyników pozwoliła także na wyłonienie dwóch kręgów zgrupowań mszyc

związanych ze zbiorowiskami roślinnymi należącymi do klas fitosocjologicznych *Vaccinio-Piceetea* i *Quercio-Fagetea*. Na podstawie opisanych struktur zgrupowań mszyc oraz miar różnorodności gatunkowej, wskazano na procesy degradacyjne zachodzące w badanych zgrupowaniach mszyc, przejawiające się zwiększonym udziałem dominantów, malejącym udziałem subdominantów i skracaniem ogona rozkładu liczebności. Wskazano, że odkształcenie środowiska powoduje modyfikację zgrupowań Aphididae poprzez ubożenie składu, zmniejszenie różnorodności gatunkowej, zmniejszenie równomierności rozkładu udziału poszczególnych gatunków. Wykazano, że zgrupowania mszyc stanowią czuły wskaźnik degradacji zbiorowiska roślinnego i mogą służyć jako obiekty do monitoringu układów faunistycznych.

Uzyskane wyniki zostały przedstawione w pracy doktorskiej pt. „Zgrupowania mszyc (Homoptera, Aphidinea) wybranych zbiorowisk roślinnych (z klasy *Vaccinio-Piceetea* i *Quercio-Fagetea*) Płaskowyżu Kolbuszowskiego”, która po uzyskaniu pozytywnych recenzji została obroniona z wyróżnieniem w dniu 06 grudnia 2003. Rezultaty przeprowadzonych badań były prezentowane na konferencjach w kraju i za granicą. Badania te stały się podstawą do opisania przez mnie struktury zgrupowań mszyc w różnych typach lasów oraz zmian zachodzących w strukturach zgrupowań mszyc pod wpływem antropopresji [Załącznik 3, I.1.-6, 8, 9, 15]. Opisałam także nowy dla fauny Polski gatunek *Macrosiphum ptericolens* (Patch., 1909), związany pokarmowo z paprocią *Pteridium aquilinum* [Załącznik 3, I.1.-5].

2. ROZWÓJ ZAWODOWY I NAUKOWY PO UZYSKANIU STOPNIA DOKTORA NAUK BIOLOGICZNYCH

Po uzyskaniu stopnia doktora nauk biologicznych kontynuowałam badania jako adiunkt w Uniwersytecie Rzeszowskim. W centrum moich zainteresowań pozostały mszyce. Tematykę badawczą, którą się zajmuję można podzielić na cztery części.

1. Badania faunistyczne i zgrupowania mszyc.

Od 2004 prowadziłam badania terenowe w lasach Beskidów Wschodnich. W ich efekcie powstały opracowania wyróżniające zgrupowania mszyc związane z grądami (zespół *Tilio-Carpinetum*) [Załącznik 3, I.1.-18] oraz lasami bukowymi (zespół *Dentario glandulosae-Fagetum*) [Załącznik 3, I.1.-22] występującymi na terenie Beskidów Wschodnich. Opracowano strukturę tych zgrupowań oraz wyróżniono grupy gatunków charakterystycznych dla grądów i buczyn. Zgrupowanie mszyc związane z grądami złożone było z 72 gatunków. W oparciu o skład gatunkowy porównano badane zgrupowanie z grądami Kotliny Sandomierskiej oraz Wyżyny Lubelskiej, wykazując najwyższy wskaźnik

różnorodności dla Beskidów Wschodnich. Do charakterystyki zgrupowań wykorzystano również charakter związków między mszycą a rośliną żywicielską, wyróżniając ekologiczne grupy gatunków mszyc: „gatunki leśne”, „gatunki okrajków i prześwietleń śródleśnych” oraz „gatunki łąk i muraw kserotermicznych”. Stwierdzono, że procentowy udział poszczególnych grup ekologicznych w zgrupowaniu zależy od stopnia naturalności zbiorowiska leśnego. W lasach bukowych wykazano natomiast obecność 78 gatunków. W oparciu o ekologiczną charakterystykę gatunków mszyc oraz ich roślin żywicielskich wyróżniono pięć ekologicznych grup gatunków mszyc. Na ich podstawie zanalizowano zgrupowanie mszyc związane z buczynami wykazując, że największy udział w tym zgrupowaniu mają gatunki związane z roślinami leśnymi, monofagiczne i monoecyjne. Świadczy to o ścisłym związku tych gatunków ze zbiorowiskiem leśnym i decyduje o specyficzności tego zgrupowania. Jednocześnie duży udział gatunków stenotopowych, obserwowany w buczynach Beskidów Wschodnich, świadczy o znaczącej naturalności tych fitocenoz.

Od roku 2006 współpracuję z Uniwersytetem Przyrodniczym w Poznaniu. Pierwsze wspólne projekty umożliwiły opracowanie składu faunistycznego oraz struktury zgrupowań mszyc związanych ze zbiorowiskami łąkowymi należącymi do klas *Molinio-Arrhenatheretea* oraz *Phragmitetea* i *Artemisietea*, których wyniki zostały opublikowane [Załącznik 3,I.1.- 16, 19]. Brałam udział także w opracowaniu afidofauny związanej z zielenią miejską [Załącznik 3,I.1.- 27,28].

2. Wpływ zmian środowiska na bionomię i cykle życiowe mszyc.

Mszyce są uznawane jako szczególnie dobry model do badań nad związkami pomiędzy bionomią owada a zmianami klimatycznymi, ze względu na charakterystyczny partenogenetyczny rozwój generacji. Dzięki temu mogą bardzo szybko reagować na wszelkie zmiany środowiska a ich tempo rozwoju ściśle zależy od temperatury. Wrażliwość na środowisko w powiązaniu z dużą reprodukcją i krótkim okresem rozwoju, czyni mszyce dobrymi indykatorami zmian klimatu.

Od 2004 rozpoczęłam badania nad bionomią wybranych gatunków mszyc. Do badań wybrałam podrodzaj *Cinara* (*Cupressobium*) sp., który związany jest pokarmowo z różnymi roślinami z rodziny *Cupressaceae* (cyprysowatych). W obrębie klasy skupiającej rośliny iglaste, rodzina ta posiada największy zasięg. Rośliny należące do *Cupressaceae* występują praktycznie we wszystkich rejonach świata, coraz częściej pojawiają się również poza naturalnym zasięgiem występowania jako introdukowane rośliny ozdobne. Fauna związana z tą roślinnością nie była do tej pory dostatecznie zbadana i istniała konieczność jej

opracowania. Interesujące wydawały się także reakcje oraz adaptacje introdukowanych gatunków mszyc do warunków środowiska. Opracowano elementy bionomii pięciu gatunków należących do *Cinara* (*Cupressobium*). Badania nad cyklami rozwojowymi poszczególnych gatunków prowadzono metodą insektaryjną, hodując mszyce na odpowiedniej roślinie żywicielskiej od momentu wylęgu z jaj aż do pojawu osobników obupłciowych, w kolejnych sezonach wegetacyjnych. W ten sposób badano długość poszczególnych faz rozwojowych oraz płodność kolejnych pokoleń. Aby opracować parametry demograficzne populacji, prowadzono doświadczenia hodowlane z wykorzystaniem komór klimatycznych w stałych warunkach temperatury, wilgotności i fotoperiodu.

Jednym z pierwszych gatunków, nad którym pracowałam był *Cinara* (*Cupressobium*) *tujafilina*. W latach 2004-2005 występowanie tego gatunku potwierdzono w Rzeszowie i okolicach, co było trzecim stwierdzeniem tego gatunku w naszym kraju. We współpracy z dr hab. Grażyną Soiką z Pracowni Entomologii Roślin Warzywnych i Ozdobnych Instytutu Ogrodnictwa w Skierniewicach, powstała publikacja opisująca dotychczasowe i nowe stanowiska tego gatunku w Polsce [Załącznik 3,I.1.- 7]. Kolejnym etapem badań było opisanie jego stadiów rozwojowych. Wykazano, że w trakcie rozwoju gatunek ten ma tylko trzy stadia (a nie jak u większości mszyc 4) larwalne poprzedzające osobnika dorosłego. Redukcję jednego stadium rozwojowego uznano za cechę przystosowawczą tego gatunku do żerowania na częściach zdrewniałych roślin, wymagających odpowiedniej długości kłujki w stosunku do długości ciała. Stwierdzono, że tempo wzrostu jest najszybsze pomiędzy 1 i 2 stadium larwalnym. Wykazano, że dobrą cechą wyróżniającą kolejne stadia i pozwalającą je odróżniać jest liczba członów czułka. Stwierdzono także zdolność tego gatunku do wykształcania różnych form barwnych, które różnią się nie tylko barwą ciała i miejscem zasiedlenia rośliny ale także parametrami morfologicznymi [Załącznik 3,I.1.-11]. W efekcie tego kierunku badań powstały prace, które wykazałam jako osiągnięcie naukowe stanowiące podstawę wniosku habilitacyjnego.

W latach 2004-2006 podjęto badania nad bionomią *Cinara* (*Cupressobium*) *cupressi*. Gatunek ten pochodzi z Ameryki Północnej, ale jego obecny zasięg obejmuje także Azję, Europę i Afrykę. Gatunek ten jest uznany obecnie za groźnego szkodnika lasów Afryki. W Polsce w latach 70 gatunek ten był rzadki, natomiast jego znaczenie jako szkodnika roślin ozdobnych stale wzrasta. Gatunek ten pokarmowo związany jest z *Cupressus* sp., *Thuja* sp. i innymi gatunkami należącymi do rodziny *Cupressaceae*. Na podstawie badań insektaryjnych opracowano po raz pierwszy bionomię tego gatunku w Europie. Wykazano, że *C. cupressi*

może tworzyć do 9 pokoleń partenogenetycznych samic podczas sezonu wegetacyjnego, poprzedzających pokolenie dwupłciowe. Długi okres reprodukcji oraz duża płodność tego gatunku obserwowana we wszystkich pokoleniach są cechami, które gwarantują dobry rozwój populacji w zmiennych warunkach środowiska. Opisano także sezonową dynamikę liczebności tego gatunku żerującego na różnych roślinach żywicielskich. Prace powstały w współpracy z dr Beatą Borowiak-Sobkowiak z Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu [Załącznik 3,I.1.-10, 14].

Interesującym gatunkiem, którego bionomia została po raz pierwszy zbadana i opisana jest *Cinara (Cupressobium) mordvilkoii*. Jego zasięg występowania obejmuje głównie Europę. Jest to bardzo rzadki gatunek monofagiczny, związany pokarmowo z *Juniperus* sp. i dotychczas niewiele było wiadomo o jego cyklu życiowym. Wykazano, że gatunek ten może w sezonie wytworzyć nawet 10 pokoleń partenogenetycznych samic oraz pokolenie dwupłciowe. Kolejne pokolenia charakteryzują się różną długością poszczególnych faz życia (prereprodukcja, reprodukcja, postreprodukcja), długością życia oraz płodnością w zależności od warunków środowiska. Stwierdzono, że główną adaptacją wykazaną u tego gatunku do sezonowych zmian temperatury, jest aktywna zmiana miejsca zasiedlenia rośliny żywicielskiej. Wysokie temperatury latem wpływają na migracje mszyc na szypkę korzeniową i gałęzie położone blisko ziemi, często przykryte ziemią. Na podstawie miejsca zasiedlenia rośliny wyznaczono w cyklu życiowym tego gatunku trzy fazy: wiosenną, letnią i jesienną. Bardzo interesującym wynikiem tych badań było stwierdzenie możliwości wytwarzania przez ten gatunek zarówno bezskrzydłych jak i uskrzydłych samców. Oba rodzaje samców są aktywne seksualnie i kopulują z samicami, które składają jaja, przeżywające zimę. Zjawisko występowania dwóch różnych morf samców tego samego gatunku jest bardzo rzadkie i opisane zaledwie u kilku gatunków mszyc. U *C. mordvilkoii* uskrzydłone samce pojawiają się w populacjach razem z bezskrzydłymi, co kilka sezonów wegetacyjnych. Jest to prawdopodobnie przystosowanie monoecyjnego gatunku *C. mordvilkoii* do zwiększenia różnorodności gatunkowej, gdyż uskrzydłone samce mają możliwość dalszych migracji oraz zapobieganie zjawisku chowu wsobnego. W pracy opisano również nieznaną dotąd morfy założycielki, samicy oviparae oraz porównano morfy samców. *C. mordvilkoii* jest gatunkiem trudnym do znalezienia w naturalnym środowisku. Moje badania wykazały, że przyczyną tego jest jego cykl życiowy, który zawiera przystosowanie behawioralne do aktywnej zmiany miejsca zasiedlenia rośliny, z części zielonej na korzeń w zależności od temperatury otoczenia, oraz niska płodność kolejnych pokoleń. Polimorfizm samców i ich dyspersja

zapewnia monoecyjnym populacjom tego gatunku odpowiednią zmienność genetyczną [Załącznik 3,I.1.-30].

Podjmując badania nad kolejnym gatunkiem mszycy *Cinara (Cupressobium) juniperi* interesowało mnie wykazanie wpływu zmian klimatycznych na bionomię tego gatunku, który jest autochtonicznym i monofagicznym gatunkiem żerującym na jałowcach. Jego zasięg występowania obejmuje Europę, Bliski Wschód, Północną Afrykę, Australię, Nową Zelandię, Chiny, Japonię, USA i Kanadę. Do tej pory gatunek ten był uznawany na terenie Europy za holocykliczny, natomiast w cieplejszych rejonach występują jego formy anholocykliczne. Na podstawie badań terenowych opracowano początkowo sezonową zmienność *C. juniperi*. [Załącznik 3,I.1.-17]. W kolejnych badaniach wykazano wpływ temperatury na pojaw założycielek oraz pokoleń dwupłciowych mszyc [Załącznik 3,I.1.-32]. Na podstawie 8 sezonów (2005- 2012) wykazano, że termin wiosennego pojawu założycielek jest zależny od średniej temperatury marca. W latach cieplejszych założycielki pojawiały się wcześniej, a różnice w terminach pojawu były istotne statystycznie. Stwierdzono także, korelację pomiędzy terminem pojawu pokolenia dwupłciowego a średnią temperaturą sierpnia, wyższe temperatury w sierpniu wpływały na późniejszy pojaw osobników dwupłciowych. Konsekwencją tego jest wydłużanie cyklu życiowego w latach cieplejszych. Negatywny wpływ na termin pojawu pokoleń dwupłciowych miały natomiast opady. Temperatura wpływała także na liczbę pokoleń partenogenetycznych rozwijających się w sezonie, w latach chłodniejszych było ich 7, w cieplejszych 8. Dla każdego z pokoleń ustalono średnią długość poszczególnych faz rozwoju, długość życia oraz płodność. Interesującym wynikiem jest stwierdzenie po raz pierwszy, że gatunek ten w warunkach klimatycznych Polski, może wytwarzać formy anholocykliczne, które zasiedlają rośliny równoległe z pojawiającymi się pokoleniami dwupłciowymi. Mimo, że większość populacji tego gatunku pozostaje nadal holocykliczna, pojawianie się form anholocyklicznych jest efektem wpływu wysokich letnich temperatur. Zaskakującym wynikiem badań okazało się stwierdzenie, że mimo wydłużenia całkowitego cyklu życiowego mszycy, w kolejnych latach pojawiło się tylko jedno dodatkowe pokolenie. Dotychczasowe wyniki, dostępnych w literaturze badań, wskazywały na zwiększenie liczby pokoleń u mszyc pod wpływem wzrostu temperatury. Zgodnie z tym modelem globalne ocieplenie powinno skutkować skracaniem długości życia poszczególnych pokoleń. U *C. juniperi* natomiast obserwujemy, że mimo wydłużenia całkowitego okresu zasiedlenia rośliny żywicielskiej przez mszyce, w ich cyklu życiowym pojawia się tylko jedno dodatkowe pokolenie. Wyjaśnieniem okazały się wyniki

eksperymentów przeprowadzonych w komorach klimatycznych. Doświadczenia te wskazują, że *C. juniperi*, który jest rodzimym gatunkiem w klimacie umiarkowanym, jest lepiej przystosowany do temperatury 20°C niż do temperatur wyższych, wykazując korzystniejsze parametry demograficzne rozwoju populacji w tej temperaturze. Gatunek ten rozwija się szybciej i ma większą płodność w temperaturze 20°C niż 25°C. Dodatkowo w wyższych temperaturach obserwujemy wydłużenie okresu prereprodukcji. Badania te wskazują, że gatunek ten jako rodzimy dla Polski, nie odnosi korzyści wynikających z ocieplenia klimatu. Wcześniejsze badania, opisujące korzystny wpływ ocieplenia klimatu na rozwój i bionomię mszyc, dotyczyły głównie gatunków uznanych za kosmopolityczne szkodniki, pochodzące najczęściej z cieplejszych rejonów. Dla takich gatunków, występujących poza swoim naturalnym zasięgiem, wzrost temperatury środowiska oznacza najczęściej zbliżenie się do temperatur optymalnych dla ich rozwoju. W przeciwieństwie do tych gatunków, *C. juniperi*, jest przedstawicielem gatunków związanych z umiarkowaną strefą klimatyczną, dla których wzrost temperatur otoczenia oznacza przekroczenie temperatur optymalnych, do których jest najlepiej adaptowany. Zagadnienia te wymagają dalszych badań zarówno insektryjnych jak i laboratoryjnych.

Prowadzone przeze mnie badania terenowe umożliwiły stwierdzenie po raz pierwszy w Polsce gatunku *Cinara (Cupressobium) fresai* [Załącznik 3,I.1.-26]. Odkrycie tego gatunku potwierdza wcześniejsze informacje, że wraz z ociepleniem klimatu gatunki mszyc poszerzają swoje zasięgi występowania. *C. fresai* jest gatunkiem obserwowanym do tej pory w Centralnej i południowej Ameryce, USA, Australii, Nowej Zelandii, Japonii, Anglii i Hiszpanii. Jest to gatunek oligofagiczny, żerujący na różnych *Cupressaceae* (*Juniperus* sp., *Cupressus* sp.) i monoecyjny. Bardzo ważną informacją jest to, że jest to gatunek uznany za anholocykliczny. Jego częstotliwość występowania w Polsce prawdopodobnie będzie coraz wyższa. W pracy przedstawiono opis morfologiczny partenogenetycznej samicy *C. fresai* oraz wskazano cechy morfologiczne, które umożliwiają odróżnienie go od innych gatunków żerujących na *Cupressaceae*.

Oprócz badań nad bionomią gatunków należących do *Cinara* sp., brałam udział także w badaniach nad opracowaniem wybranych elementów bionomii i ekologii innych gatunków mszyc. We współpracy z prof. dr hab. Barbarą Wilkaniec oraz dr Beatą Borowiak-Sobkowiak z Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, brałam udział w interesującym projekcie dotyczącym poznania bionomii nowego gatunku w faunie Polski, *Appendiseta robiniae* [Załącznik 3,I.1.-12, 21]. Dzięki tym badaniom zostały opisane stadia larwalne, bionomia

oraz cechy wskazujące na łatwą adaptację tego gatunku do zmian środowiska m.in. możliwość tworzenia form anholocyklicznych [Załącznik 3,I.1.-25]. Moje zainteresowania dotyczyły także innych gatunków anholocyklicznych, które można zaobserwować w faunie Polski. Opracowałam wybrane elementy bionomii oraz parametry demograficzne dwóch polifagicznych, anholocyklicznych gatunków rodzaju *Myzus*: *Myzus ornatus* oraz *Myzus ascalonicus* [Załącznik 3,I.1.-23,31]. Oba gatunki wykazują szybki czas rozwoju pokolenia oraz szybkie tempo reprodukcji, dzięki czemu mając możliwość rozwoju w okresie zimowym w szklarniach, mogą bardzo szybko zasiedlać rośliny żywicielskie wczesną wiosną. Prowadziłam także doświadczenia na populacjach *Rhopalosiphoninus latysiphon*, polifagicznym gatunku o anholocyklicznym cyklu życiowym. Na ich podstawie opracowano system komputerowy wspomagający wyznaczanie parametrów demograficznych gatunków mszyc [Załącznik 3,I.1.-20]. Praca ta powstała we współpracy z Instytutem Inżynierii Rolniczej oraz Katedrą Entomologii Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu.

3. Zróżnicowanie i pokrewieństwa w obrębie podrodzaju *Cinara* (*Cupressobium*)

Ważnym aspektem współczesnej zoologii jest poznanie zróżnicowania genetycznego badanej grupy organizmów. Pozwala ono lepiej zrozumieć zarówno zależności filogenetyczne jak również poznać uwarunkowania obserwowanych mechanizmów pozwalających na adaptację do zmieniających się warunków siedliskowych. Dotychczas rodzaj *Cinara* sp. był wykorzystany do określenia stanowiska filogenetycznego oraz ustalenia pokrewieństw i przebiegu ewolucji podrodziny Lachninae w oparciu o dane molekularne, na podstawie gatunków związanych pokarmowo z roślinami z rodziny *Pinaceae*. Ze względu na skryty tryb życia, mimo stosunkowo dużych rozmiarów ciała w porównaniu z innymi mszycami, gatunki *Cinara* (*Cupressobium*) zasiedlające rośliny z rodziny *Cupressaceae*, rzadko były używane w analizach pokrewieństw w obrębie rodziny lub jednostek niższych. Do tej pory nie prowadzono także badań nad filogenetycznymi powiązaniem gatunków zasiedlającymi *Cupressaceae*, dlatego poszerzyłam wyniki moich badań o zależności filogenetyczne w oparciu o badania genetyczne. Celem przeprowadzonych badań była analiza pokrewieństwa pomiędzy gatunkami należącymi do podrodzaju *Cinara* (*Cupressobium*) na podstawie genów mitochondrialnych i jądrowych [Załącznik 3,I.1.-13, 29]. Badania molekularne wykorzystano także jako metodę do identyfikacji trudno rozpoznawalnych gatunków, zasiedlających *Juniperus* sp. [Załącznik 3,I.1.-24]. Na podstawie analiz wykazano monofiletyczny charakter podrodzaju *Cinara* (*Cupressobium*). Przeprowadzone badania wykazały także, że *Cinara* (*Cupressobium*) nie tworzą kładów związanych z rośliną żywicielską ale w oparciu o

mikrosiedlisko zasiedlane na roślinie żywicielskiej. Z wyróżnionych dwóch kładów pierwszy połączył gatunki zasiedlające zdrewniałe, nadziemne części różnych roślin żywicielskich i obejmował gatunki *C. cupressi*, *C. fresai* i *C. juniperi*. Drugi kład stanowią gatunki *C. tujafilina* i *C. mordvilkoii*, które mają zdolność zmiany zasiedlanego siedliska w zależności od czynników środowiska, głównie temperatury. Oba gatunki żerują na zdrewniałych nadziemnych częściach roślin lub korzeniach i częściach podziemnych roślin. Rezultaty moich badań wskazują, że znajomość bionomii i cech ekologicznych gatunków mogą być pomocne w badaniach filogenetycznych. Efektem przeprowadzonych badań są także sekwencje genów COI oraz EF1- α oraz odpowiadające im białka, dla gatunków należących do *Cinara* (*Cupressobium*) przekazane do Banku Genów. Mogą one być wykorzystywane przez innych badaczy do swoich projektów badawczych. Badania te były możliwe dzięki współpracy z pracownikami Katedry Biochemii i Biologii Komórki Uniwersytetu Rzeszowskiego, Katedry Entomologii Uniwersytetu Jagiellońskiego oraz Narodowego Muzeum Przyrodniczego w Madrycie.

W wyniku moich wieloletnich badań nad możliwością przemian cyklu życiowego anholocyklicznego na holocykliczny uzyskałam po raz pierwszy w 2013 osobniki płciowe (samce) *C. tujafilina*. Moje badania zainteresowały prof. Annie Machordom z Katedry Bioróżnorodności i Biologii Ewolucyjnej Narodowego Muzeum Przyrodniczego w Madrycie i zapoczątkowały naszą współpracę nad genetyczną zmiennością, różnorodnością oraz mechanizmami przemian form anholocyklicznych i holocyklicznych. Ponieważ wstępne wyniki, które uzyskałam podczas stażu w tej jednostce, okazały się bardzo obiecujące, wspólnie opracowałyśmy projekt badawczy finansowany przez UE, na kontynuację tego typu analiz i przystąpiłyśmy do konkursu. Obecnie czekamy na jego rozstrzygnięcie.

4. Zmiany składu gatunkowego i różnorodności roślinności leśnej w Karpatach Wschodnich.

Odrębny kierunek moich badań związany jest z problematyką długoterminowych zmian w roślinności leśnej. Od 2005 r. uczestniczę w badaniach pt. „Zmiany w roślinności leśnej Karpat Wschodnich” prowadzonych przez Zakład Botaniki Uniwersytetu Rzeszowskiego. Na podstawie porównania wykonanej dokumentacji fitosocjologicznej z dokumentacją archiwalną, przeprowadzono analizę zmian w roślinności podgórskich lasów grądowych i górskich lasów bukowych. Wykazano, że na przestrzeni ostatnich 30 lat, w obrębie warstwy runa lasów grądowych (zespół grądu subkontynentalnego *Tilio-Carpinetum*) doszło do spadku bogactwa gatunkowego i wzrostu podobieństwa składu gatunkowego (biotyczna homogenizacja). Stwierdzono rzadsze występowanie grupy gatunków grądowych i

ciepłolubnych oraz częstsze pojawianie się gatunków buczynowych. Na podstawie badań prowadzonych w lasach bukowych, przedstawiono różne wzorce homogenizacji roślinności obserwowane w buczynach objętych ochroną oraz o charakterze gospodarczym. We wszystkich typach badanych lasów wykazano istotny spadek różnorodności gatunkowej [Załącznik 3,I.1.-33,34].

3. PLANY BADAWCZE

Moje najbliższe plany badawcze to chęć kontynuowania badań nad różnorodnością populacji anholocyklicznych i holocyklicznych *C. tujafilina* na poziomie molekularnym w celu rozpoznania mechanizmów decydujących o tych przemianach na poziomie populacyjnym. Badania te są możliwe dzięki współpracy z prof. Annie Machordom z Narodowego Muzeum Przyrodniczego w Madrycie oraz prowadzeniu stałej hodowli tego gatunku.

W 2015 rozpoczęłam badania nad owadami kopalnymi we współpracy z prof. dr hab. Wiesławem Krzemińskim (PAN Kraków) i dr Iwoną Kanią (Uniwersytet Rzeszowski). Szczegółowa analiza materiałów badawczych z eoceńskiego bursztynu bałtyckiego pozwoliła na opisanie nowego gatunku w obrębie rodzaju *Dicranomyia* Stephens, 1829 (Diptera) [Załącznik 3,I.1.- 35].

Kolejnym celem moich badań będzie analiza zagadnień związanych z interakcjami na poziomie mszyca-roślina żywicielska. Od 2013 współpracuję z dr hab. Iwoną Morkunas z Katedry Fizjologii Roślin Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, nad zagadnieniem stresu oksydacyjnego wywołanego w roślinie żywicielskiej pod wpływem żerowania *C. tujafilina*. Wyniki naszych doświadczeń zostały opracowane i będą podstawą wspólnej publikacji, która aktualnie jest wysłana do międzynarodowego czasopisma i oczekuje na recenzje. Rozpoczęte wspólne badania nad odpowiedzią żywiciela na żerowanie owada będą kontynuowane.

Zagadnienia stresu oksydacyjnego jaki wywołuje zmiana żywiciela w organizmie mszycy, jest z kolei przedmiotem prowadzonych obecnie przeze mnie badań w ramach współpracy z dr hab. Grzegorzem Chrzanowskim z Katedry Biochemii i Biologii Molekularnej Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach. Moje zainteresowania problematyką interakcji roślina-mszyca zostaną poszerzone o analizy biochemiczne i fizjologiczne.

4. DOROBEK WCHODZĄCY W SKŁAD OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO STANOWIĄCEGO PODSTAWĘ WNIOSKU HABILITACYJNEGO

Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.).

Do dorobku wchodzącego w skład osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę wniosku habilitacyjnego włączono następujące publikacje, składające się na monotematyczny cykl prac pt.: „**POTENCJAŁ ADAPTACYJNY *CINARA (CUPRESSOBIUM) TUJAFILINA (DEL GUERCIO, 1909) (HEMIPTERA, APHIDIDAE) DO ZMIENNYCH WARUNKÓW ŚRODOWISKA.***”

1H. DURAK R., BOROWIAK-SOBKOWIAK B. 2013.^a Influence of temperature on the biological parameters of the anholocyclic species *Cinara tujaefilina* (Hemiptera: Aphidoidea). *Central European Journal of Biology*, 8(6): 570-577.

$$IF_{2013} = 0,633/MNiSW_{2013} = 20$$

2H. DURAK R. 2014. The overwintering strategy of the anholocyclic aphid *Cinara tujaefilina*. *Physiological Entomology*, 39: 313-321.

$$IF_{2014} = 1,416/MNiSW_{2014} = 30$$

3H. DURAK R., DURAK T. 2015. Redescription of males of the aphid species *Cinara (Cupressobium) tujaefilina* and *Cinara (Cupressobium) cupressi* (Hemiptera, Lachninae). *Zootaxa*, 4032(2): 209-214.

$$IF_{2014/2015} = 0,906/MNiSW_{2015} = 20$$

4H. DURAK R., WĘGRZYN E., LENIOWSKI K. 2016. When a little means a lot – slight daily cleaning is crucial for obligatory ant-attended aphids. *Ethology, Ecology and Evolution*, 28(1): 20-29.

$$IF_{2014/2015} = 1,103/MNiSW_{2015} = 20$$

Sumaryczny impact factor publikacji naukowych według listy Journal Citation Reports (JCR)^b **IF=13,804** w tym dla publikacji wchodzących w skład osiągnięcia IF=4,058, dla publikacji nie wchodzących w skład prac stanowiących monotematyczny cykl=9,746. Sumaryczna liczba punktów MNiSW^c = **434**, w tym dla publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego =90, dla publikacji nie wchodzących w skład osiągnięcia =344. Sumaryczna liczba cytowań według bazy Web of Science (WoS, Cited Reference Search) = **39**, w tym liczba cytowań publikacji^d wchodzących w skład osiągnięcia naukowego = 5, dla publikacji nie wchodzących w skład osiągnięcia = 34.

Indeks Hirscha według bazy Web of Science (WoS, Basic Search) = **4**

^a Opis indywidualnego wkładu habilitanta w powstanie każdej z wieloautorskich publikacji znajduje się w Załączniku 3 (Wykaz opublikowanych prac naukowych).

^b Wartość IF wg JCR podano zgodnie z rokiem opublikowania pracy.

^c Punktację MNiSW dla publikacji podano zgodnie z punktacją określoną w wykazie czasopism naukowych obowiązującym na koniec roku kalendarzowego, w którym ukazała się publikacja, a dla prac z 2016 roku wg wykazu z 2015.

^d Dane z dnia: 29.12.2015

4.1 OMÓWIENIE CELU NAUKOWEGO WW. PRAC I OSIĄGNIĘTYCH WYNIKÓW WRAZ Z OMÓWIENIEM ICH EWENTUALNEGO WYKORZYSTANIA

Warunki środowiska zmieniają się na wielu płaszczyznach. W zakresie czynników abiotycznych mogą to być na przykład zmiany klimatu, przejawiające się w ostatnich latach wzrostem średnich temperatur. Ciągłym przekształceniom podlegają również elementy biotyczne danego środowiska, takie jak skład organizmów współwystępujących w określonej niszy ekologicznej oraz różnorodne związki zachodzące pomiędzy nimi. Ze względu na dynamiczne i wielopłaszczyznowe zmiany środowiska gatunki stoją przed ciągłym wyzwaniem dostosowania się do nich. Poznanie potencjału adaptacyjnego poszczególnych gatunków jest niezmiernie ważne i interesujące, gdyż pozwala przewidzieć ich reakcje na różnorodne zmiany środowiska. Mszyce stanowią dobry model badawczy powyższych zagadnień ze względu na ich teleskopowy rozwój, umożliwiającą szybką reakcję na zmieniające się warunki środowiska. Jednym z podstawowych czynników oddziałujących na owady, oprócz fotoperiodu i jakości rośliny żywicielskiej, jest temperatura. Zmiany klimatyczne wpływają na wzrost różnorodności gatunkowej i terminy wiosennych przelotów mszyc, zasięgi gatunków ciepłolubnych, cykle życiowe (zwiększenie udziału klonów anholocyklicznych czyli rozwijających się partenogenetycznie w ciągu całego roku w stosunku do holocyklicznych mszyc, wytwarzających jesienią morfy dwupłciowe) oraz bionomię gatunków.

Zmiany klimatyczne mogą sprzyjać faunie związanej z roślinnością introdukowaną do krajów Europy, np. zasiedlającej rośliny ozdobne. Przedstawiciele rodziny *Cupressaceae* np. *Chamaecyparis* sp., *Cupressus* sp., *Juniperus* sp., *Thuja* sp., są obecnie coraz częściej nasadzani w parkach i ogrodach. Dzięki ociepleniu klimatu w naszej strefie klimatycznej i odpowiedniemu potencjałowi adaptacyjnemu, owady związane z tymi roślinami mają możliwość powiększenia swoich zasięgów występowania oraz dostosowania swoich cykli życiowych do warunków panujących na nowo skolonizowanych terenach. Jednym z takich gatunków jest mszyca *Cinara (Cupressobium) tujafilina* (del Guercio, 1909) (Hemiptera, Aphididae).

Obserwacje nad tym gatunkiem prowadzę w Polsce od 2004 roku, co wyraźnie zwiększyło częstotliwość jego notowań w naszym kraju. Jest to gatunek monoecyjny i anholocykliczny. Pierwotny zasięg tego gatunku obejmuje ciepłe rejony Azji ale obecnie jest on szeroko rozprzestrzeniony na świecie, także w krajach Europy. W swoim pierwotnym zasięgu występowania mszyca ta zasiedla nadziemne części swoich roślin żywicielskich przez

cały rok. W związku z ociepleniem klimatu oraz częstym nasadzeniem roślin żywicielskich, *C. tujafilina* stale poszerza swój obszar występowania. Żywicielami dla *C. tujafilina* są rośliny ozdobne z rodziny *Cupressaceae*, zwłaszcza *Thuja orientalis* L. (*Platycladus orientalis* L.). Inne gatunki należące do rodzaju *Cinara* sp. żerujące także na przedstawicielach rodziny *Cupressaceae*, zwłaszcza *C. cupressi*, są uznawane za bardzo poważne szkodniki tych roślin.

Tylko 3% spośród ponad 3500 gatunków mszyc jest uznane za całkowicie anholocykliczne. Ich występowanie jest związane z rejonami o łagodniejszym klimacie, dzięki czemu rozwój partenogenetyczny może trwać przez cały rok. W warunkach klimatycznych Polski gatunki i formy anholocykliczne były i są rzadkie. Dokładne badania nad mechanizmem tworzenia się form anholocyklicznych oraz ich występowaniem w Polsce zostały przeprowadzone dla *Rhopalosiphum padi*, ważnego szkodnika zasiedlającego zboża. Pojawienie się w faunie Polski anholocyklicznego gatunku *C. tujafilina* nasunęło szereg pytań odnośnie bionomii tej mszycy, o której niewiele dotąd wiadomo. Gatunek ten został wybrany przeze mnie do badań nad bionomią, rozwojem oraz plastycznością mszyc anholocyklicznych w klimacie umiarkowanym. Prowadzone przeze mnie badania dotyczą potencjału adaptacyjnego mszycy *Cinara tujafilina*, który umożliwia mu rozprzestrzenianie i przeżycie w zmiennych warunkach środowiska. Celem moich badań było:

1. wykazanie możliwości adaptacyjnych *C. tujafilina* do zmiennych warunków klimatycznych poprzez określenie wpływu temperatury na rozwój, płodność i zmienność parametrów demograficznych tego gatunku
2. poznanie sposobu adaptacji *C. tujafilina* do warunków zimowych
3. sprawdzenie możliwości przemiany cyklu życiowego *C. tujafilina* z anholocyklicznego na holocykliczny
4. określenie interakcji zachodzących pomiędzy *C. tujafilina* i mrówkami.

W efekcie przeprowadzonych przeze mnie badań wykazałam wiele przystosowań *C. tujafilina* do zmieniających się warunków temperatury, co świadczy o szerokim potencjale adaptacyjnym tego gatunku. W szczególności stwierdziłam, że:

1. *C. tujafilina* rozwija się dobrze w zakresie temperatur 15-25°C, a temperatura 25°C stanowi optimum do jej rozwoju

2. Wraz ze wzrostem temperatury następuje skracanie okresu prereprodukcji i wydłużanie okresu reprodukcji oraz zwiększenie płodności samic a populacja uzyskuje wysokie wskaźniki demograficzne wskazujące na jej szybki rozwój
3. *C. tujafilina* dobrze adaptuje się do niskich temperatur - najważniejszą adaptacją, opisaną po raz pierwszy, jest możliwość przetrzymywania tego gatunku w formie aktywnej na korzeniach roślin żywicielskich
4. Spadek temperatury poniżej 13°C utrzymujący się przez 72h bez względu na fotoperiod, powoduje reakcje behawioralne mszyc: przemieszczenie się najpierw na pień rośliny, a następnie na korzeń
5. W określonych warunkach temperatury i fotoperiodu, niektóre populacje *C. tujafilina* są zdolne do wytwarzania samców.

Jednocześnie stwierdziłam, że:

6. Interakcje zachodzące pomiędzy *C. tujafilina* i mrówkami mają charakter mutualizmu. Populacja mszyc nie może prawidłowo funkcjonować bez procesu czyszczenia mszyc przez mrówki. Konieczność utrzymywania związku z mrówkami może stanowić czynnik ograniczający potencjalne rozprzestrzenianie się tych mszyc.

Przedstawiony przeze mnie cykl prac poświęcony jest potencjałowi adaptacyjnemu anholocyklicznego gatunku *C. tujafilina* do różnych aspektów zmian zachodzących w środowisku. Analizowałam zarówno możliwość przystosowania obiektu moich badań do odmiennych niż rodzime warunków termicznych, jak też plastyczność w interakcjach z innymi organizmami. Na szczególną uwagę zasługują wyniki prezentujące dostosowanie długości poszczególnych etapów cyklu życiowego do temperatury otoczenia. Rozwój mszyc w temperaturze optymalnej, tj. 25°C, cechuje skrócenie prereprodukcji oraz maksymalne wydłużenie okresu reprodukcji i brak postreprodukcji, dzięki czemu ponad 80% długości swojego okresu życia samica może się rozmnażać. Zarówno wyższa, jak i niższa niekorzystna temperatura otoczenia skutkuje reakcjami behawioralnymi, takimi jak zwiększona ruchliwość i zmiana miejsca zasiedlenia rośliny z części nadziemnej na podziemną. Niskie temperatury powodują wydłużenie okresu prereprodukcji, skrócenie reprodukcji, skrócenie długości życia, obniżenie płodności i osiągnięcie niższych parametrów demograficznych. Poprzez regulację długości faz cyklu życiowego mszyca ta dobrze adaptuje się do szerokiego zakresu temperatur otoczenia a w przypadku wystąpienia temperatur niekorzystnych zmienia sposób

zachowania. Najważniejszą adaptacją, opisaną po raz pierwszy, jest możliwość przezimowania tego gatunku w formie aktywnej na korzeniach roślin żywicielskich. W klimacie umiarkowanym większość gatunków mszyc wytwarza zimujące jaja. Jednak obserwowane coraz cieplejsze zimy umożliwiają nie tylko przetrwanie w formie aktywnej, ale również rozwój gatunków uznanych za anholocykliczne. Opisana przeze mnie strategia zimowania *C. tujafilina* wskazuje, w jaki sposób mszyce poprzez adaptacje behawioralne i rozwojowe, przystosowują się do niekorzystnych warunków środowiska. Moje badania pokazały także, że czynnikiem wywołującym określone reakcje behawioralne mszyc, jest temperatura bez względu na fotoperiod. O dużej plastyczności badanego gatunku świadczy także wykazana przeze mnie zdolność tworzenia morf płciowych (samców). Mimo, że nie stwierdzono do tej pory samicy amfigonicznej, jednak morfa ta jest opisana z Iranu, co wskazuje na to, że niektóre populacje nie utraciły potencjalnych możliwości powrotu do rozwoju holocyklicznego. Opisanie morfy samca umożliwi w przyszłości prawidłową identyfikację tego gatunku i pozostaje bodźcem do dalszych badań.

Dzięki przeprowadzonym badaniom wyłoniłam cechy *C. tujafilina*: (1) behawioralne (zmiana miejsca zasiedlenia rośliny żywicielskiej z części nadziemnej na korzenie) oraz (2) rozwojowe (duża liczba produkowanych pokoleń, możliwość zimowania w formie aktywnej na korzeniach rośliny, przystosowania długości poszczególnych faz rozwojowych do panującej temperatury otoczenia, możliwość wydłużenia okresu reprodukcji do ponad 80% długości życia, adaptacja larw do niskich temperatur, niski próg rozwojowy, nie utracenie możliwości wytwarzania samców), dzięki którym osiąga on sukces adaptacyjny.

Interesującym wynikiem jest także stwierdzenie, że *C. tujafilina* żyje w ścisłej relacji mutualistycznej z mrówkami. Dzięki tym powiązaniom, zarówno dorosłe mszyce jak też ich larwy są regularnie czyszczone w różnych porach dnia, co zabezpiecza prawidłowe funkcjonowanie kolonii. W przypadku braku mrówek kolonia zamiera, co wykazuje brak plastyczności mszyc w zakresie możliwości funkcjonowania bez opieki partnera mutualistycznego. Przedstawione wyniki wskazują, że obok dużych możliwości adaptacyjnych w stosunku do temperatury, utrzymanie i rozprzestrzenianie się populacji *C. tujafilina* w dużym stopniu jest zależne od możliwości utrzymania relacji z mrówkami.

Poniżej zamieszczono streszczenie najważniejszych wyników poszczególnych prac, wchodzących w skład przedstawionego do oceny osiągnięcia naukowego.

1H. DURAK R., BOROWIAK-SOBKOWIAK B. 2013. Influence of temperature on the biological parameters of the anholocyclic species *Cinara tujaefilina* (Hemiptera: Aphidoidea). *Central European Journal of Biology*, 8(6): 570-577.

Do tej pory znane są wyniki badań nad dynamiką roczną *C. tujaefilina* z terenu Japonii, gdzie jako gatunek anholocykliczny ma on potencjalnie duże możliwości rozwoju na roślinach żywicielskich przez cały rok. Stąd pierwsze pytanie, na które szukałam odpowiedzi, dotyczyło wpływu temperatury na jego rozwój, płodność i zmienność parametrów demograficznych oraz możliwość osiągnięcia przez ten gatunek statusu poważnego szkodnika. Przeprowadzono eksperymenty, w których hodowano mszyce w pięciu różnych wariantach temperatury oraz stałych warunkach wilgotności i fotoperiodu, w komorze klimatycznej. W każdym z wariantów sprawdzano długość poszczególnych faz rozwoju (prereprodukcji, reprodukcji, postreprodukcji), całkowitą długość życia oraz płodność. W oddzielnych eksperymentach sprawdzano także parametry demograficzne.

Uzyskane wyniki wykazały, że wraz ze wzrostem temperatury skraca się czas rozwoju larw (okres prereprodukcji) a tempo rozwoju jest dodatnio skorelowane ze wzrastającą temperaturą. Pozwoliło to ustalić estymowany próg rozwojowy na 3,5°C. To oznacza, że populacja rozwijająca się w Polsce, różni się od populacji rozwijającej się w Japonii, dla której temperatura ta została określona na 9,2°C i może rozwijać się w niższych temperaturach. Potwierdza to wcześniejsze obserwacje, że populacje mszyc oddzielone geograficznie, mogą różnić się między sobą możliwościami tolerancji temperatury. Uzyskane przeze mnie wyniki wykazały ponad to, że wraz ze wzrostem temperatury istotnie wydłuża się okres reprodukcji, osiągając najwyższą wartość w temperaturze 25°C. Skutkiem tego samica jest w stanie się rozmnażać przez ponad 4/5 długości życia. Wraz z wydłużeniem okresu reprodukcji wzrasta również płodność, osiągając najwyższy poziom w temperaturze 25°C. Liczba larw urodzonych w temperaturze 25°C była czterokrotnie wyższa niż w temperaturze 10°C. Podobnie jak reprodukcja, także śmiertelność i przeżywalność larw są zależne od temperatury. Wzrost temperatury powoduje wydłużenie całkowitej długości życia i wzrost przeżywalności mszyc. Wraz ze wzrostem temperatury obserwowano także przyspieszenie wrodzonego tempa wzrostu populacji. Wyrażający je współczynnik (r_m) osiąga najwyższą wartość w temperaturze 25°C. Na uwagę zasługuje też brak okresu postreprodukcji u osobników rozwijających się w wyższych temperaturach. Przeprowadzone badania wskazują, że dla *C. tujaefilina* temperaturą optymalną dla rozwoju jest 25°C. W tej temperaturze gatunek ten charakteryzuje się najkrótszym okresem prereprodukcji,

najdłuższym okresem reprodukcji, najwyższą płodnością i najwyższymi parametrami demograficznymi. Ponieważ dla większości gatunków mszyc optymalna temperatura do rozwoju wynosi 20-22°C wydaje się, że *C. tujafilina* jest gatunkiem z dużym potencjałem do rozprzestrzeniania się w obliczu zachodzącego ocieplenia klimatu w strefie umiarkowanej.

Z przeprowadzonych analiz wynika, że *C. tujafilina* adaptuje się do warunków środowiska poprzez zmiany w swojej bionomii, które obejmują przystosowanie poszczególnych faz rozwojowych oraz płodności do panujących warunków temperaturowych. Wzrost temperatury otoczenia jest dla *C. tujafilina* korzystny i umożliwia jej dobre warunki do rozwoju i rozmnażania. Jest to zatem gatunek, który w sprzyjających warunkach temperaturowych może stać się potencjalnie ważnym szkodnikiem, porównywalnym z *C. cupressi*. Ma nad nim tę przewagę, że rozwija się anholocyklicznie, co oznacza, że może zasiedlać rośliny nie tylko wiosną i latem, ale przez cały rok. Osobniki rozwijające się anholocyklicznie, mogą jako pierwsze zasiedlać nowe rośliny żywicielskie wczesną wiosną, gdyż nie wymagają czasu na opuszczanie jaj.

2H. DURAK R. 2014. The overwintering strategy of the anholocyclic aphid *Cinara tujafilina*. *Physiological Entomology*, 39: 313-321.

Większość gatunków mszyc ma holocykliczny cykl życiowy, co oznacza, że w ciągu sezonu rozmnażają się partenogenetycznie, natomiast jesienią pojawiają się osobniki rozmnażające się płciowo. Składają one jaja przeżywające okres zimy. Gatunki anholocykliczne przeżywają zimę jako stadia aktywne na roślinach żywicielskich, najczęściej w szklarniach. Możliwe jest także stosowanie strategii mieszanej, uzależnionej od warunków klimatycznych, podczas której występują formy holocykliczne i anholocykliczne jednego gatunku. W związku z obserwowanymi zmianami klimatu i rozprzestrzenieniem się roślin żywicielskich, niektóre anholocykliczne gatunki mszyc poszerzają swój obszar występowania. Wiąże się to z koniecznością przetrwania warunków zimy w formie aktywnej i wymaga wytworzenia pewnych mechanizmów adaptacyjnych. W dotychczasowej literaturze jest bardzo mało danych dotyczących sposobów zimowania anholocyklicznych gatunków. Jedną ze znanych strategii jest wytwarzanie specjalistycznych morf. Gatunki rozmnażające się wyłącznie partenogenetycznie wykorzystują także behawioralne strategie do przetrwania niekorzystnych warunków, takie jak zimowanie „w glebie”.

W swoim naturalnym zasięgu gatunek *C. tujafilina* zasiedla nadziemne części roślin z rodziny *Cupressaceae*, przez cały rok. Jego populacje wykazane na terenach, gdzie się

rozprzestrzenił, jak Wielka Brytania, Włochy czy Polska wytworzyły przystosowania umożliwiające im przetrwanie zimy. Na podstawie moich obserwacji, prowadzonych w hodowli tego gatunku od 2005, zaplanowałam doświadczenia mające na celu poznanie sposobu zimowania oraz wskazanie czynników, które powodują zmiany w behawiorze tego gatunku. W ramach badań przeprowadziłam eksperymenty mające na celu: (1) określenie czynnika wpływającego na zmianę miejsca zasiedlenia rośliny przez mszyce (temperatura lub fotoperiod), (2) określenie liczby pokoleń mszyc rozwijających się na korzeniach, (3) opis rozwoju generacji na częściach nadziemnych rośliny i (4) porównanie generacji żyjących na korzeniach z generacjami żyjącymi na częściach nadziemnych. Doświadczenia nad wyznaczeniem czynnika powodującego zmianę miejsca zasiedlenia części rośliny przez mszyce, prowadziłam w komorach klimatycznych w ośmiu wariantach temperatury i fotoperiodu. Zakres temperatur został wybrany na podstawie doświadczeń opisanych we wcześniejszej publikacji (Durak, Borowiak-Sobkowiak 2013). Jednocześnie z hodowlami w komorach klimatycznych prowadziłam hodowle insektaryjne. Efektem przeprowadzonych badań było stwierdzenie, że *C. tujafilina* w okresie zimy nie ginie, ale przenosi się z pędów nadziemnych na korzenie rośliny żywicielskiej, gdzie z powodzeniem rozwija się i rozmnaża. Wykazano, że czynnikiem wywołującym zmianę miejsca zasiedlenia rośliny przez mszyce była temperatura, a proces zmiany miejsca żerowania jest dwustopniowy. W pierwszym etapie, w temperaturze 13°C utrzymującej się przez 72h, 90% osobników przemieszczało się z części ulistnionej na główny pień rośliny, natomiast w temperaturze 10°C robiło to 93% osobników, bez względu na fotoperiod. W tych temperaturach mszyce zasiedlają główny pień rośliny i rodzą bardzo duże ilości larw, po czym osobniki dorosłe giną. Larwy natomiast zasiedlają główny pień rośliny tak długo aż temperatura nie spadnie do 0°C. W tym czasie larwy linieją, raz lub dwa razy, przechodząc proces adaptacji do niskich temperatur. W drugim etapie, po wystąpieniu temperatury 0°C utrzymującej się przez 72h, larwy schodzą na korzeń rośliny. Wykazano, że na korzeniach rozwija się od 3 do 5 pokoleń mszyc. Dla każdego pokolenia określono średnią długość jego okresów rozwojowych prereprodukcji, reprodukcji, postreprodukcji, długość życia i płodność. W podobny sposób przeanalizowano pokolenia rozwijające się na częściach nadziemnych rośliny, których obserwowano 9 lub 10 w sezonie. Na podstawie analizy PCA wykazano, że rozwój pokoleń mszyc rozwijających się zimą na korzeniach różni się od rozwoju pokoleń letnich, natomiast nie różni się od rozwoju pokoleń wiosennych i jesiennych. Można stwierdzić, że pokolenia *C. tujafilina* rozwijają się w trakcie zimy równie dobrze jak pokolenia wiosenne i jesienne na częściach nadziemnych rośliny, co oznacza że strategia zimowania w glebie dla gatunków anholocyklicznych jest

korzystna i zapewnia populacjom nie tylko przeżycie ale również niezakłócony rozwój. Przeprowadzone badania umożliwiły wyróżnienie przystosowań *C. tujafilina* do przeżycia zimy: behawioralne (zmiana miejsca żerowania) oraz rozwojowe (zdolność rozwoju w warunkach zimowych do 5 pokoleń, adaptacja larw do niskich temperatur). Wykazana strategia zimowania *C. tujafilina*, pozwala przetrwać anholocykliczym populacjom zimę i z powodzeniem zasiedlić nowe rośliny bardzo wczesną wiosną, dając im przewagę nad gatunkami przeżywającymi zimę w postaci jaj.

3H. DURAK R., DURAK T. 2015. Redescription of males of the aphid species *Cinara (Cupressobium) tujafilina* and *Cinara (Cupressobium) cupressi* (Hemiptera, Lachninae). *Zootaxa*, 4032 (2): 209-214.

Od samego początku moich badań nad *C. tujafilina* interesowało mnie zjawisko anholocykliczności jako przystosowania gatunków do określonych, korzystnych warunków temperatury środowiska. W piśmiennictwie odnajdujemy informacje odnośnie możliwości funkcjonowania populacji holocyklicznych i anholocyklicznych tego samego gatunku w geograficznie różnych obszarach świata, przy czym populacje anholocykliczne związane są z rejonami o łagodnym klimacie. Opisano również możliwość przemiany cyklu holocyklicznego na anholocykliczny oraz możliwość jego powrotu do holocykliczności na przykład dla *R. padi* i *Sitobion avenae*, ważnych szkodników zbóż. Coraz częstsze sygnały o pojawiających się formach anholocyklicznych *C. tujafilina* na terenie Polski, ukierunkowały mnie na badania nad możliwościami adaptacyjnymi tego gatunku, związanymi z przemianą jego anholocyklicznego cyklu rozwojowego na holocykliczny. Przemiana taka wydawała się możliwa, na co wskazywał wykonany na podstawie jedynego preparatu pochodzącego z Kirgizji opis samca oraz opis samicy jajorodnej *C. tujafilina* z terenu Iranu. Hodowlę prowadziłam w komorze klimatycznej w warunkach, w których w środowisku naturalnym mszyce wytwarzają osobniki dwupłciowe oraz jak ustaliłam we wcześniejszych badaniach mszyce pozostają na nadziemnej części roślin. Pierwsze osobniki samców uzyskałam po 8 latach badań. Na podstawie zebranego materiału opisałam budowę morfologiczną morfy samca *C. tujafilina* i porównałam ją z morfą samca *C. cupressi*, ponieważ spośród podrodzaju *C. (Cupressobium)* tylko ten gatunek wytwarza uskrzydłone samce, mogące żerować na *Thuja* sp. Na podstawie przeprowadzonych analiz wyróżniłam cechy, które umożliwiają morfologiczne rozróżnienie samców *C. tujafilina* i *C. cupressi*. Za dobre cechy diagnostyczne uznano: stosunek części segmentu VI czułka VIIb/VIa, liczbę włosków na podstawie VI segmentu czułka, liczbę wtórnych rinariów na segmentie III i IV czułka oraz liczbę włosków

na apikalnym segmencie klujki (ARS). Morfologia wyhodowanych przeze mnie samców *C. tujafilina* różni się od opisu przedstawionego na podstawie preparatu opisanego z Kirgizji. Różnice dotyczą zwłaszcza wielkości ciała oraz liczby wtórnych rinarii na poszczególnych członach czułków. Osobnik z Kirgizji charakteryzuje się także mniejszą liczbą włosków dodatkowych na członie podstawowym VI czułka oraz wyższym stosunkiem VIb/VIa, które to cechy są najczęściej wykorzystywane jako diagnostyczne. Powodem zaobserwowanych różnic może być duża zmienność morfologiczna samców lub możliwość, że opisany z Kirgizji osobnik jest w rzeczywistości przedstawicielem innego gatunku.

Wyhodowanie samca *C. tujafilina*, który uważany był do tej pory za mszycę anholocykliczną, może wskazywać na to, że niektóre populacje nie utraciły genetycznych możliwości do rozwoju holocyklicznego. Do tej pory prowadzone były wstępne analizy różnorodności genetycznej populacji tego gatunku, ale konieczne są dalsze badania. Moje badania jednak wykazują, że populacje *C. tujafilina* mają możliwość wytwarzania samców, co świadczy o ich dużej plastyczności i potencjalnych możliwościach powrotu do holocyklii w określonych warunkach środowiska.

4H. DURAK R., WĘGRZYN E., LENIOWSKI K. 2016. When a little means a lot – slight daily cleaning is crucial for obligatory ant-attended aphids. *Ethology, Ecology and Evolution*, 28(1): 20-29.

Związki między mszycami a mrówkami są obserwowane od dawna. Mimo powszechnej znajomości zjawiska symbiozy tylko nieliczne prace dostarczają szczegółowych informacji na temat interakcji zachodzących między tymi owadami. Zjawisko symbiozy między *C. tujafilina* i mrówkami do tej pory nie było opisane w literaturze. Celami, które sobie wyznaczyłam podczas badań nad interakcjami zachodzącymi pomiędzy *C. tujafilina* a *Lasius niger* było: (1) wykazanie czy kolonia mszyc może funkcjonować bez mrówek (czy jest to symbioza obligatoryjna) w środowisku bez drapieżników (2) określenie interakcji pomiędzy mszycami *C. tujafilina* oraz mrówkami *L. niger*, w środowisku bez drapieżników (3) opisanie reakcji behawioralnych pomiędzy mszycami i mrówkami, (4) zbadanie budżetu czasowego mrówek w różnych porach dnia. Podczas badań, interakcje pomiędzy mszycami i mrówkami zostały zarejestrowane przy użyciu kamery cyfrowej, a uzyskane nagrania poddano analizie. Metoda ta, do tej pory nie stosowana w badaniach nad mszycami, pozwoliła precyzyjnie określić rodzaj oraz częstotliwość zachowań pomiędzy *C. tujafilina* a *L. niger*.

Na podstawie nagrań ustalono czas trwania (sekundy) oraz częstotliwość (liczbę zdarzeń) interakcji mszyca-mrówka.

Najważniejszym rezultatem przeprowadzonych badań było stwierdzenie, że związek pomiędzy *C. tujafilina* a *L. niger* ma charakter obligatoryjny, co oznacza, że kolonie *C. tujafilina* nie mogą funkcjonować bez opieki mrówek, mimo braku presji drapieżniczej. Populacje mszyc, pozbawione opieki mrówek, wydają bardzo duże ilości spadzi, która pokrywa stopniowo osobniki i ich otoczenie, powodując zamieranie kolonii. Wykazano 3 główne rodzaje interakcji zachodzących pomiędzy mszycami a mrówkami: proszenie o spadź, jedzenie spadzi oraz czyszczenie mszyc. Na podstawie analizy częstotliwości i czasu zdarzeń, stwierdzono, że spośród wszystkich interakcji, czyszczenie mszyc jest interakcją najczęstszą i pochłaniającą najwięcej czasu w budżecie czasowym mrówek *L. niger*. Odnotowano także, że mrówki dbają o larwy mszyc podobnie jak o osobniki dorosłe, mimo, że larwy produkują istotnie mniej kropli spadzi. Mrówki proszą i jedzą od larw istotnie mniej, natomiast czyszczą z taką samą częstotliwością i podobnym czasem trwania. Stwierdzono także, że pora dnia nie ma wpływu na interakcje pomiędzy mszycami a mrówkami. Wykazano również, że na interakcje mutualistyczne z mszycami *C. tujafilina*, mrówki *L. niger* poświęcają jedynie niecałe 5% całkowitego budżetu czasowego. Mimo, że czyszczenie jest kluczowe dla przeżywalności mszyc, zadziwiająco niewiele wysiłku ze strony mrówek jest konieczne, aby utrzymać populację mszyc w dobrej kondycji.

Moje badania wykazują, że interakcje pomiędzy *C. tujafilina* i *L. niger* mają charakter obligatoryjny a najważniejszą korzyścią uzyskiwaną przez mszyce jest czyszczenie, które jest tak samo ważne jak obrona przed drapieżnikami, ponieważ zapewnia możliwość przeżycia i funkcjonowania kolonii. Bez opieki mrówek populacje mszyc *C. tujafilina* zamierają.

Obecnie obserwuje się powszechne i częstsze występowanie gatunków lub form anholocyklicznych mszyc w Polsce i Europie. Wyniki badań nad bionomią i ekologią tych owadów mogą być przydatne w opracowywaniu zagadnień związanych z ochroną roślin. Stanowią również istotny wkład do wiedzy umożliwiający wyjaśnienie mechanizmów adaptacji środowiskowych w świecie owadów oraz mogą posłużyć do analizy kierunków rozwojowych mszyc od cyklicznej do całkowitej partenogenezy.

PODSUMOWANIE

TYP PUBLIKACJI	I. Przed doktoratem			II. Po doktoracie			Razem I + II		
	N	IF	Punkty MNiSW	N	IF	Punkty MNiSW	N	IF	Punkty MNiSW
Artykuły w czasopismach z bazy JCR				13	13,804	303	13	13,804	303
Inne artykuły oryginalne	4			22		131	26		131
RAZEM	4			35	13,804	434	39	13,804	434
Udział w konferencjach									
Konferencje krajowe	2			13			15		
Konferencje międzynarodowe				4			4		
RAZEM	2			17			19		

Rzeszów, 29.01.16


.....
podpis