

dr Barbara Osiadacz

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
Katedra Entomologii i Ochrony Środowiska
ul. Dąbrowskiego 159
60-594 Poznań
e-mail: osiadacz@up.poznan.pl

Załącznik 2

AUTOREFERAT W JĘZYKU POLSKIM

SPIS TREŚCI:

INFORMACJE NAUKOWE O WYKSZTAŁCENIU I PRZEBIEGU ZATRUDNIENIA	3
WYKSZTAŁCENIE	3
UKOŃCZONE KURSY ZAWODOWE I INNE	3
INFORMACJE O DOTYCHCZASOWYM ZATRUDNIENIU W JEDNOSTKACH NAUKOWYCH	3
DOROBK WCHODZĄCY W SKŁAD OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO STANOWIĄCEGO PODSTAWĘ WNIOSKU HABILITACYJNEGO	4
OMÓWIENIE CELU NAUKOWEGO WW. PRAC I OSIĄGNIĘTYCH WYNIKÓW WRAZ Z OMÓWIENIEM ICH EWENTUALNEGO WYKORZYSTANIA	5
WPROWADZENIE	5
CELE PROJEKTU, HIPOTEZY BADAWCZE I ICH WERYFIKACJA	8
ETAPY REALIZACJI I ZASTOSOWANE METODY	9
OMÓWIENIE WYNIKÓW	13
PODSUMOWANIE	21
WYKORZYSTANIE BADAŃ.....	23
OMÓWIENIE POZOSTAŁYCH OSIĄGNIĘĆ NAUKOWO-BADAWCZYCH:.....	26
RÓŻNORODNOŚĆ BIOLOGICZNA.	26
SYSTEMATYKA I TAKSONOMIA APHIDOMORPHA.	29
ZWIĄZKI MSZYC Z ROŚLINAMI ŻYWIWIELSKIMI.....	31
KONTYNUACJE I PLANY BADAWCZE	34
PODSUMOWANIE DOROBKU NAUKOWO-BADAWCZEGO	36
PODSUMOWANIE DZIAŁALNOŚCI DYDAKTYCZNEJ I ORGANIZACYJNEJ.....	37
PIŚMIENNICTWO	38

INFORMACJE NAUKOWE O WYKSZTAŁCENIU I PRZEBIEGU ZATRUDNIENIAImię: **Barbara**Nazwisko: **Osiadacz**Adres służbowy: Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
Katedra Entomologii i Ochrony Środowiska
ul. Dąbrowskiego 159, 60-594 Poznańe-mail: osiadacz@up.poznan.pl**Wykształcenie**

- **17.07.2007:** Doktor nauk biologicznych, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Śląski, Katowice.
Praca doktorska pt. „*Mszyce (Aphidinea, Hemiptera) Ojcowskiego parku Narodowego – struktura i geneza fauny*”.
Rada Wydziału Biologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Śląskiego uznała pracę doktorską za wyróżniającą.
Promotor: prof. dr hab. Wacław Wojciechowski.
Recenzenci: prof. dr hab. Elżbieta Cichocka, doc dr hab. Maria Buchowska-Ruszkowska.
- **2003–2007:** Stacjonarne Studia Doktoranckie w zakresie Przyrodniczych Podstaw Ochrony Środowiska: Katedra Zoologii, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach.
- **17.06.2002:** Magister biologii: Katedra Botaniki Systematycznej, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach.
Praca magisterska pt. „*Dendroflora obiektów zieleni miejskiej (parków, cmentarzy i placów) miasta Bytomia*”.
Promotor: prof. dr hab. Krzysztof Rostański.
- **1997–2002:** Studia wyższe magisterskie stacjonarne na kierunku Biologia w zakresie Biologia ogólna i eksperymentalna na Wydziale Biologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach.

Ukończone kursy zawodowe i inne

- **2014–2015:** Studia podyplomowe – Dietetyka i Planowanie Żywności, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Wydział Nauk o Żywności i Żywieniu.
- **1997–2002:** Kurs pedagogiczny, Uniwersytet Śląski w Katowicach, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska (wykaz przedmiotów: Psychologia 60 godz., Pedagogika 90 godz., Metodyka nauczania biologii 120 godz., Praktyka pedagogiczna w szkole średniej i gimnazjum 150 godz.).

Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

- **01.10.2008–nadal:** Katedra Entomologii i Ochrony Środowiska, Wydział Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu;
stanowisko: adiunkt.
- **01.10.2005–30.06.2007:** Katedra Zoologii, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska Uniwersytet Śląski w Katowicach;
stanowisko: asystent naukowo-dydaktyczny-nauczyciel akademicki.
- **01.10.2002–30.09.2003:** Katedra Zoologii, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska Uniwersytet Śląski w Katowicach;
staż asystencki na stanowisku: asystent naukowo-dydaktyczny – nauczyciel akademicki.

DOROBK WCHODZĄCY W SKŁAD OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO STANOWIĄCEGO PODSTAWĘ WNIOSKU HABILITACYJNEGO

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 2016, poz. 882 ze zm.]

Do dorobku wchodzącego w skład osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę wniosku habilitacyjnego włączono następujące, poniżej wymienione publikacje, które są integralnymi częściami projektu zatytułowanego:

„Różnorodność biologiczna Aphidomorpha (Hemiptera, Sternorrhyncha) siedlisk kserotermicznych Europy Środkowej”

[P1] OSIADACZ B. 2009. *Rare aphid species (Hemiptera, Aphidoidea) in Poland and the protection of biological diversity*. Monograph. Aphids and Other Hemipterous Insects, 15: 49–59.

MNiSW^a = 7 pkt.

[P2] OSIADACZ B., HAŁAJ R. 2015. *Aphids in jeopardy? Aphid communities on xerothermic habitats*. Biologia, 70(8): 1118–1135.

MNiSW = 20 pkt., IF^b = 0,719

[P3] OSIADACZ B., HAŁAJ R. 2016. *Aphids under stress. Species groups and ecological functional groups of aphids define heavy metal grasslands of Central Europe*. Redia, XCIX: 35–51.

MNiSW = 15 pkt., IF = 0,250

[P4] OSIADACZ B., HAŁAJ R., CHMURA D. 2017. *Biodiversity – economy or ecology? Long-term study of changes in the biodiversity of aphids living in steppe-like grasslands in Central Europe*. European Journal of Entomology, 114: 140–146.

MNiSW = 30 pkt., IF = 1,167

[P5] OSIADACZ B., HAŁAJ R. 2017. *The Aphids (Hemiptera, Aphidomorpha) of xerothermic habitats in Poland*. Polish Entomological Monographs, 14: 1–121.

MNiSW = 25 pkt.

Opis indywidualnego wkładu habilitanta w powstanie każdej z współautorskiej publikacji znajduje się w Załączniku 4 (Wykaz opublikowanych prac naukowych lub twórczych prac zawodowych oraz informacja o osiągnięciach dydaktycznych, współpracy naukowej i popularyzacji nauki).

Przedstawiony cykl publikacji stanowiący podstawę niniejszego wniosku o nadanie stopnia doktora habilitowanego nigdy nie był w całości, ani w części podstawą innego postępowania habilitacyjnego.

^a Punktację MNiSW dla publikacji podano zgodnie z punktacją określoną w wykazach czasopism naukowych obowiązującym na koniec roku kalendarzowego, w którym ukazała się publikacja, a dla prac z roku 2017 wg wykazu za rok 2016.

^b Wartość IF według listy *Journal Citation Reports (JCR)*, zgodnie z rokiem opublikowania; dla prac z roku 2017 wg. JCR 2016

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

Wprowadzenie

Mszyce (Aphidomorpha) to zwarta, dobrze wyróżniona w randze podrzędu pierwsiodziobych (Sternorrhyncha) grupa fitofagów ssących należąca do rzędu pluskwiaków (Hemiptera) (HAŁAJ & OSIADACZ 2016). Owady te charakteryzują bardzo ściśle związki z roślinami żywicielskimi, prawie 90% gatunków mszyc to monofagi lub wąsko wyspecjalizowane oligofagi (BLACKMAN & EASTOP, 2016; HAŁAJ & OSIADACZ, 2016; HEIE, 1980; HOLMAN, 2009; OSIADACZ & HAŁAJ, 2009). Najwięcej gatunków związanych jest z roślinami okrytozalążkowymi, gdzie żerują na wszystkich organach roślin, nie wyłączając ich części podziemnych. W zdecydowanej większości przypadków mszyce żerują na swoich roślinach żywicielskich w mniejszych lub większych koloniach (zdarza się, że są to kolonie o pseudospołecznych zachowaniach: PIKE et al., 2007; STERN, 1994). Z tych powodów wykazują stosunkowo niewielką, jak na owady, mobilność (znikomy dystans ucieczki). W odróżnieniu od pozostałych pluskwiaków zdecydowana większość mszyc jest charakterystyczna dla strefy umiarkowanej (zwłaszcza półkuli północnej), a na obszarach tropikalnych spotyka się tylko kilka wysoko wyspecjalizowanych grup (HEIE, 1994). Z punktu widzenia gospodarki człowieka mszyce są uznawane za groźne szkodniki roślin uprawnych w związku z przenoszeniem chorób wirusowych a także powodowaniem deformacji pędów i liści oraz tworzeniem galasów. Jednak spośród ponad 5 tysięcy opisanych do tej pory taksonów rangi gatunkowej (gatunków i podgatunków) mszyc (BLACKMAN & EASTOP, 2017; FAVRET, 2017), tylko znikomy ich procent (około 4%) ma lub może mieć istotny szkodliwy wpływ na produkcję rolną (VILCINSKAS, 2016). Są to w większości gatunki obcego pochodzenia, które w związku z globalizacją upraw podążają za swoimi roślinami żywicielskimi, lub kryptogeniczne, kosmopolityczne polifagi, dla których większego znaczenia nie ma region świata czy roślina żywicielska a przede wszystkim obfitość występowania tej ostatniej. Natomiast ta ogromna większość pozostałych taksonów mszyc jest naturalnym składnikiem prawie wszystkich lądowych ekosystemów świata. Z punktu widzenia ogólnoprzyrodniczego mszyce stanowią w ekosystemach lądowych niezbędne ogniwa prawidłowego ich funkcjonowania (HAŁAJ & OSIADACZ, 2014). W naukach przyrodniczych niezwykle istotne jest, aby kompleksowo poznawać te ogniwa, w tym przede wszystkim bioróżnorodność wszystkich elementów składowych, stanowiących o ich spójności i wypełnianiu określonych funkcji w ekosystemie. Uzasadnione jest również, aby to poznanie dotyczyło jak największego obszaru ekosystemu lub jak największej liczby jego fragmentów (wypł. środowiskowych) – ocalałych i rozproszonych w krajobrazach

poddawanych coraz silniejszej antropopresji – zwłaszcza takich, które w związku z zachodzącymi globalnymi zmianami klimatycznymi są dodatkowo narażone na całkowite zniknięcie z otaczającej nas przestrzeni.

W krajobrazie Europy, takimi coraz rzadszymi ekosystemami są zbiorowiska ciepłolubnych muraw o charakterze stepowym. Ich występowanie, jako potencjalnej roślinności naturalnej, ogranicza się do obszarów niżowych w południowo-wschodniej i południowej części kontynentu (MATUSZKIEWICZ, 2012). Natomiast na obszarach położonych na północ i na zachód od ich zwartego zasięgu, zbiorowiska te mają charakter ekstrazonalnych, zubożałych i częściowo reliktowych (wczesnoholoceńskich – murawy naskalne) fragmentów stepów, jak też są pochodzenia antropogenicznego (BREDENKAMP et al., 2002; PERZANOWSKA & KUJAWA-PAWLACZYK, 2004). Ich rozproszone stanowiska w tej części Europy (dalej zwanej Europą Środkową) położone są w megaregionie Pozaalpejska Europa Zachodnia (3), w prowincjach Niż Środkowoeuropejski (31) i Wyżyny Polskie (34), w megaregionie Region Karpacki (5), w prowincji Karpaty Zachodnie (51) oraz w megaregionie Nizina Wschodnioeuropejska (8), w prowincjach Niż Wschodniobałtycko-Białoruski (84) i Wyżyna Ukraińska (85) (numeracja „regionów” według regionalizacji fizyczno-geograficznej Europy: KONDRACKI, 2014).

Na szczególną uwagę zasługują tu w miarę dobrze zachowane fragmenty stepopodobnych zbiorowisk roślinnych występujące w prowincjach Niż Środkowoeuropejski i Wyżyny Polskie, które funkcjonują jako najdalej wysunięte na północ Europy wyspy środowiskowe (poza zwartym zasięgiem roślinności stepowej). Zajmują one siedliska o specyficznych warunkach mikroklimatycznych, takich jak: wysoka temperatura gleby i powietrza, duże nasłonecznienie i mała wilgotność. Przeważnie występują na małych powierzchniach południowych zboczy wzgórz, dolin rzecznych, wzniesień morenowych, wychodni skalnych lub zboczach pochodzenia antropogenicznego (np. kamieniołomy). Niezbędnym czynnikiem warunkującym ich istnienie jest również podłoże zasobne w węglan wapnia. Występują najczęściej na glebach typu rędziny, czarnoziemy i gleby brunatne, wytwarzających się ze skał typu: lessy, gliny, gipsy, kreda i innych skał węglanowych (CWENER & SUDNIK-WÓJCIKOWSKA, 2012).

Ze względu na te dość skrajne warunki, niewielkie powierzchnie, jak i coraz częstsze ograniczenia w łączności pomiędzy nimi (zanik korytarzy), siedliska te wrażliwe są na zmiany któregośkolwiek z czynników abiotycznych (COLLINGE, 2000; FORMAN, 1995; KRAUSS et al., 2010; KUNZ, 2016). Zagrożeniem dla ich stabilności jest też zaniechanie pewnych działań ekstensywnych (gospodarki łąkarskiej i pasterskiej). Prowadzi to do sukcesji wtórnej (rozwój formacji krzewiastych i leśnych) a przez to dość szybkiej ich degradacji.

Do pozostałych zagrożeń zaliczyć można: niszczenie mechaniczne poprzez zadeptywanie i turystykę wspinaczkową, spływające z pól nawozy, stosowanie środków ochrony roślin czy przeznaczanie obszarów pod zabudowę (PERZANOWSKA & KUJAWA-PAWLACZYK, 2004).

Pomimo, że zbiorowiska ciepłolubnych muraw o charakterze stepowym zajmują ekstremalne siedliska, to charakteryzują się ogromnym bogactwem gatunkowym zarówno flory, jak i fauny oraz skupiają wiele rzadkich i zagrożonych gatunków (KAŹMIERCZAKOWA & ZARZYCKI, 2001; GŁOWACIŃSKI & NOWACKI, 2004; PERZANOWSKA & KUJAWA-PAWLACZYK, 2004). Ponadto stanowią bardzo ważne refugia dla kserotermofilnych gatunków i z tego powodu określane są jako regionalne punkty bioróżnorodności (CREMENE et al., 2005). Ze względu na swoją unikatowość oraz w celu zachowania bioróżnorodności (i coraz częściej dostrzeganych przez ogół ludzkości walorów estetycznych) ekosystemy takie w większości objęte są ochroną prawną (np. jako rezerваты przyrody w poszczególnych państwach) lub włączone w europejski system ochrony przyrody „Natura 2000” (EUROPEAN COMMISSION 2013).

Murawy kserotermiczne to jedne z cenniejszych w kategoriach różnorodności biologicznej siedlisk w Europie. W najbogatszych płatach roślinności na jeden metr kwadratowy może przypadać prawie 100 taksonów roślin. Tak ogromne bogactwo florystyczne skutkuje bogactwem faunistycznym, zwłaszcza entomofauny (COUPLAND, 1993; KUZEMKO, 2011; MAZUR & KUBISZ, 2000; SUCCOW & JOOSTEN, 2001), a siedliska kserotermiczne przyciągają naukowców badających różne grupy owadów, w tym również afidologów (BARBAGALLO & PATTI, 1993; BARBAGALLO & STROYAN, 1982; BOZHKO 1963; HAŁAJ 1996a,b; IVANOVSKAYA, 1960; JÖRG & LAMPEL, 1988, 1990; LAMPEL, 1983a,b; LAMPEL & TINGUELY, 1998; LECLANT, 1978; MAMONTOVA-SOLUKHA, 1963, 1968; OSIADACZ & WOJCIECHOWSKI, 2008). Do chwili obecnej badania mszyc w siedliskach kserotermicznych występujących poza zwartym zasięgiem europejskiej roślinności stepowej były fragmentaryczne; odnosiły się do pojedynczych stanowisk lub ewentualnie regionów fizyczno-geograficznych i skoncentrowane były raczej na poznawaniu składu gatunkowego Aphidomorpha (faunistyka) takich terenów (m.in.: ACHREMOWICZ, 1972, 1986; SZELEGIEWICZ, 1964, 1981). Jedynie w monografii dotyczącej mszyc Ojcowskiego Parku Narodowego określono strukturę ekologiczną i przedstawiono genezę afidofauny dla całego regionu fizyczno-geograficznego, w którym mszyce związane z siedliskami kserotermicznymi mają istotne znaczenie (OSIADACZ & WOJCIECHOWSKI, 2008). Natomiast w innych, nielicznych pracach, próbowano również powiązać mszyce z określonymi zbiorowiskami roślinnymi poprzez opisanie zgrupowań mszyc (zoocenologia) (m.in.: CZYŁOK & WOJCIECHOWSKI, 1987, HAŁAJ & WOJCIECHOWSKI, 1996; JÖRG & LAMPEL, 1989).

Tymczasem samo stwierdzenie poszczególnych gatunków mszyc w danym zbiorowisku roślinnym jest niewystarczające. Potrzebna jest analiza całości składu gatunkowego (oraz jego struktury) poprzez zastosowanie wskaźników biocenotycznych i biologiczno-ekologicznych. Pozwala ona na wyznaczenie gatunków diagnostycznych i wykazanie swoistości takich zoocenoz a także unikatowości tworzących je (przynajmniej niektórych) gatunków Aphidomorpha. Co jest bardzo istotne, w badaniach długookresowych może to pozwolić na określenie kierunków zmian (lub utrzymywania *status quo*) w takich zoocenozach poprzez analizę zysków lub strat w gatunkach diagnostycznych, oraz poprzez analizę udziału w zoocenozie gatunków z poszczególnych grup biologiczno-ekologicznych. Oprócz poznania bioróżnorodności, było to przedmiotem zainteresowania w zaplanowanym projekcie badawczym. Natomiast uzyskane wyniki mogą zostać wykorzystane w prawidłowo prowadzonej ochronie różnorodności biologicznej tych wyjątkowych siedlisk, jak i diagnostyce innych.

Cele projektu, hipotezy badawcze i ich weryfikacja

Biorąc pod uwagę przedstawione powyżej informacje, głównymi celami projektu badawczego „**Różnorodność biologiczna Aphidomorpha (Hemiptera, Sternorrhyncha) siedlisk kserotermicznych Europy Środkowej**” było:

- poznanie bogactwa gatunkowego Aphidomorpha siedlisk kserotermicznych w Europie Środkowej;
- poznanie potencjalnych zgrupowań mszyc związanych z roślinnością wyżej wymienionych siedlisk (opisanie zgrupowań na podstawie parametrów zoocenologicznych);
- określenie parametrów biologiczno-ekologicznych gatunków mszyc budujących badane afidocenozy (wyróżnienie ekologicznych grup funkcjonalnych i opisanie za ich pomocą zgrupowań mszyc);
- wskazanie specyficznych gatunków mszyc związanych z wyżej wymienionymi siedliskami (zdefiniowanie gatunku kserotermofilnego);
- zbadanie ewentualnych kierunków zmian w strukturach zgrupowań mszyc;
- próba odpowiedzi na pytanie: „czy siedliska kserotermiczne mogą być regionalnymi gorącymi punktami bioróżnorodności?”.

Określenie i uświadomienie tak postawionych konkretnych celów projektu badawczego, dało asumpt do sformułowania następujących hipotez badawczych:

- **[hipoteza 1]** siedliska kserotermiczne charakteryzują się dużym bogactwem gatunkowym Aphidomorpha;

- **[hipoteza 2]** w siedliskach kserotermicznych kształtują się (istnieją) grupy gatunków mszyc, które odpowiadają definicji zgrupowania zwierząt (zoocenozy);
- **[hipoteza 3.1]** zgrupowania takie można opisać również za pomocą zdefiniowanych ekologicznych grup funkcjonalnych mszyc;
- **[hipoteza 3.2]** w przypadku Aphidomorpha istnieje grupa gatunków, które można zaklasyfikować jako specjalistów stref nieleśnych i które można zdefiniować jako gatunki kserotermofilne;
- **[hipoteza 3.3]** w oparciu o analizę elementów synekologicznych (ekologicznych grup funkcjonalnych) tworzących afidocenozę można wnioskować o jej aktualnej kondycji i trendzie zmian;
- **[hipoteza 4]** siedliska kserotermiczne stanowią regionalne gorące punkty bioróżnorodności mszyc.

Weryfikację sformułowanych hipotez badawczych przeprowadzono poprzez:

- określenie bogactwa gatunkowego;
- zastosowanie parametrów zoocenologicznych;
- przeprowadzenie analiz podobieństw;
- zdefiniowanie i zastosowanie parametrów biologiczno-ekologicznych dla poszczególnych gatunków mszyc;
- zdefiniowanie ekologicznych grup funkcjonalnych (elementów synekologicznych) i zaklasyfikowanie do nich poszczególnych gatunków mszyc;
- przeprowadzenie analiz trendów zmian.

Etapy realizacji i zastosowane metody

Mając na uwadze ogrom całego przedsięwzięcia (zakres, czas, budżet i jakość), całość projektu badawczego podzielono na poszczególne etapy, które metodycznie realizowano poprzez:

- wyznaczenie obszarów (regionów badań) występowania siedlisk kserotermicznych oraz reprezentatywnych dla nich powierzchni badawczych;
- wyznaczenie porównawczych powierzchni badawczych w innych (niż kserotermiczne) siedliskach, ale o podobnych parametrach komponentów abiotycznych;
- zbiór materiału metodami standardowymi oraz po raz pierwszy zastosowaną na wybranych powierzchniach autorską metodą „mikro-poetek”;
- wykonanie preparatów mikroskopowych i oznaczenie materiału;
- opisanie zgrupowań mszyc;

- przeprowadzenie analizy podobieństw faunistycznych zgrupowań (wybrane powierzchnie z obszarów badań);
- wyliczenie wskaźników różnorodności biologicznej (wybrane powierzchnie z obszarów badań);
- analizę materiału pod kątem biologiczno-ekologicznym;
- określenie trendów zmian w zgrupowaniach na wybranych przykładach;
- porównanie opracowanego materiału z danymi historycznymi (wybrane obszary i powierzchnie);
- podsumowanie i zamknięcie projektu.

Pierwszy etap prac polegał na skompletowaniu i wnikliwym zapoznaniu się z piśmiennictwem dotyczącym Aphidomorpha obszaru określonego w tytule projektu (zdefiniowanego we wprowadzeniu), zwłaszcza publikacjami prezentującymi podobnego typu zagadnienia do skonkretyzowanych celów i sformułowanych hipotez projektu (np.: CZYŁOK & WOJCIECHOWSKI, 1987; HAŁAJ & WOJCIECHOWSKI, 1996; OSIADACZ & WOJCIECHOWSKI, 2008). Zgodnie z opisem etapu, główny nacisk prac położono na wyznaczenie tych terenów badań, w których siedliska kserotermiczne występują, a przede wszystkim na wyznaczeniu reprezentatywnych dla nich powierzchni badawczych. Ponadto, wytypowano porównawcze powierzchnie badawcze w innych, niż kserotermiczne siedliskach, ale o zbliżonych parametrach komponentów abiotycznych, takich jak np. temperatura, wilgotność, struktura fizyko-chemiczna gleby. W tym celu posłużono się opracowaniami botanicznymi i fitosocjologicznymi, danymi na temat rezerwatów Polski oraz obszarów „Natura 2000”. Ponieważ jednak było wielce prawdopodobne, iż przynajmniej część starszych opisów dotyczących wybranych stanowisk mogła odbiegać od stanu aktualnego, wszystkie wybrane w toku badań kameralnych powierzchnie badawcze sprawdzono w czasie rzeczywistym podczas wizji lokalnych, jeszcze przed przystąpieniem do realizacji celów projektu. Na tej podstawie wybrano 134 stanowiska badawcze, w tym na Niżu Środkowoeuropejskim 22 stanowiska, na Wyżynach Polskich 77 (łącznie 99 stanowisk w megaregionie Pozaalpejska Europa Zachodnia), 23 stanowiska w Karpatach Zachodnich (megaregion Region Karpacki), 6 stanowisk na Niżu Wschodniobałtycko-Białoruskim i 6 stanowisk na Wyżynie Ukrainiejskiej (megaregion Nizina Wschodnioeuropejska). Na wszystkich wybranych stanowiskach ukształtowały się zbiorowiska roślinne, które pod względem fitosocjologicznym zaliczane są do muraw kserotermicznych z klasy *Festuco-Brometea* BR.-BL. et R.Tx. 1943. Oprócz tego, w prowincji Wyżyny Polskie, wyznaczono 4 stanowiska do badań porównawczych (1 reprezentujące kserofilne murawy piasków niewapiennych z klasy *Koelerio glaucae-*

Corynephorsetea canescentis KLIKA in KLIKA et Novak 1941 oraz 3 reprezentujące eurosyberyjskie murawy galmanowe z klasy *Violetea calaminariae* BR.-BL. et R.Tx. 1943).

Następnymi etapami były zbiór i laboratoryjne opracowane materiału entomologicznego. Mszyce zebrano przy zastosowaniu standartowych metod powszechnie stosowanych w badaniach terenowych tej grupy, mianowicie: „na upatrzonego” (najlepsza metoda zbioru dla mszyc: OSIADACZ & WOJCIECHOWSKI, 2008), czerpak entomologiczny oraz otrząsanie roślin na białą płachtę. Na 23 stanowiskach po raz pierwszy zastosowano autorską metodę „mikro-poletek” (ang.: ‘*micro-plots*’) [P2]. Metoda ta polega na dokładnym (całościowym) przeglądaniu, w poszukiwaniu kolonii mszyc, wszystkich roślin żywicielskich rosnących na powierzchni 1m². W zależności od wielkości całej powierzchni badawczej takich „mikro-poletek” przegląda się kilka (minimum cztery). Przeglądanie na nich roślin żywicielskich odbywa się co pewien ustalony okres czasu (maksimum co 2 tygodnie) przez całe sezony wegetacyjne lub tylko w najlepszym okresie fenologicznym – największej liczebności i liczby gatunków mszyc, czyli ich aktywnego przebywania w danej biocenozie, co jest istotne w przypadku gatunków heteroecyjnych.

Z pobranych w badaniach terenowych prób mszyc wykonano preparaty mikroskopowe, zgodnie z procedurą opisaną przez HAŁAJ & OSIADACZ (2016).

W celu dokładnego oznaczenia poszczególnych okazów użyto kluczy ogólnych, a w przypadkach wątpliwych również opracowań specjalistycznych – kluczy do gatunków z danego rodzajów, jak i oryginalnych deskrypcji gatunków. Szeroki wykaz tych pozycji podają BLACKMAN & EASTOP (2017) oraz HAŁAJ & OSIADACZ (2016).

Kolejnym i kluczowym etapem było opisanie zgrupowań mszyc za pomocą wskaźników zoocenologicznych. W przypadku mszyc, grupy ściśle związanej z roślinami żywicielskimi, a przez to również z siedliskiem, w którym ci żywiele występują, najważniejszym wskaźnikiem jest wierność. Dla mszyc zaproponowano i zdefiniowano sześć klas wierności (F6 – gatunki wyróżniające, F5 – gatunki charakterystyczne wyłączone, F4 – gatunki charakterystyczne wybierające, F3 – gatunki towarzyszące, F2 – gatunki obojętne, F1 – gatunki przypadkowe) charakteryzujące ich stopień powiązania z syntaksonomiczną jednostką fitosocjologiczną [P2]. W celu lepszego poznania wewnętrznej struktury badanych zoocenozy zaproponowano trzy wskaźniki (frekwencja, stałość, dominacja), które zdefiniowano i dostosowano do zaproponowanej metody zbioru mszyc [P2]. Frekwencja, czyli częstość występowania daje wskazówki co do pospolitości lub rzadkości gatunku, informuje o różnych aspektach rozmieszczenia i wylicza się ją w odniesieniu do różnych skal (np. w próbach, siedliskach, wielkości arealów). Stałość jest frekwencją w wąskim zakresie i określa obecność danego gatunku w obrębie badanego stanowiska. Natomiast dominacja

wskazuje na udział ilościowy danego gatunku w badanej biocenozie. Aby wyliczyć ten wskaźnik przy proponowanej metodzie zbioru konieczne było ustalenie i zdefiniowanie czterech wskaźników (klas) średniej liczebności koloni dla poszczególnych gatunków mszyc (1Na, 2Na, 3Na, 4Na).

Analizy podobieństw badanych zgrupowań mszyc dokonano wykorzystując wielowymiarowe statystyki (*multivariate statistics*). W przypadku porównywania zgrupowań ukształtowanych na wybranych powierzchniach z różnych fizycznogeograficznych obszarów badań zastosowano analizę skupień metodą Warda (*Ward method*) [P2]. Natomiast do porównań zgrupowań mszyc związanych z siedliskami kserotermicznymi oraz związanych z innymi siedliskami, ale o zbliżonych parametrach komponentów abiotycznych zastosowano dodatkowo UPGMA (*Average*) [P3].

Dla pełniejszego opisu bioróżnorodności mszyc w badanych siedliskach zastosowano powszechnie stosowane matematyczne wskaźniki różnorodności, takie jak: wskaźnik ogólnej różnorodności Shannona-Weavera (*total Shannon species diversity index*), wskaźnik równomierności Pielou (*evenness index*), wskaźnik bogactwa gatunkowego Simpsona (*total Simpson species richness index*), wskaźnik potencjalnego bogactwa gatunkowego (*the potential species richness index*) [P2]. Wskaźniki te wyliczono łącznie dla 23 reprezentatywnych stanowisk badawczych zlokalizowanych w różnych regionach fizycznogeograficznych [P2].

Przeprowadzono ponadto analizę struktury gatunkowej mszyc ze względu na kryteria biologiczne i ekologiczne. Do wyznaczenia tych kryteriów wzięto pod uwagę: typ fagizmu (stopień powiązania mszycy z żywicielem), cykl życiowy, zmianę żywiciela podczas życiowego cyklu, miejsce żerowania mszyc na roślinie, symbiozę z mrówkami [P3, P4, P5]. Na podstawie całokształtu powiązań poszczególnych gatunków mszyc z ich roślinami żywicielskimi (fagizm, zmiany żywiciela, typ rozmnażania), jak również formy życiowej rośliny żywicielskiej (wg Raunkiaera), centrum jej występowania w określonych typach zbiorowisk i jej diagnostyczności dla tych zbiorowisk zdefiniowano dla mszyc elementy synekologiczne – ekologiczne grupy funkcjonalne (EFG) [P3]. Wyróżniono dwie grupy, a w ich obrębie po dwie podgrupy: specjaliści [w tym specjaliści stref leśnych (Fr-S) oraz specjaliści stref nieleśnych (NFr-S)] i generaliści [w tym generaliści stref leśnych (Fr-G) oraz generaliści stref nieleśnych (NFr-G)], na podstawie których przeanalizowano zebrany materiał [P3, P4, P5]. Zaklasyfikowanie gatunków mszyc do wyżej wymienionych EFG pozwoliło na wyliczenie proporcji udziałów (RP_{EFG}) mszyc z poszczególnych EFG w badanych zgrupowaniach mszyc (afidocenozach). Zastosowany po raz pierwszy w badaniach tego typu wskaźnik proporcji udziałów (RP_{EFG}) to wyrażony liczbowo stosunek

udziału (czyli liczba lub procent gatunków mszyc z danej EFG) konkretnej ekologicznej grupy funkcjonalnej do udziału innej grupy EFG [P3]. Wskaźnik proporcji udziałów (RP_{EFG}) wykorzystano do matematycznego określenia trendu zmian (zakłóceń) zachodzących w wybranych przykładowych zgrupowaniach. W tym celu, po wcześniejszym sprawdzeniu zgodności z rozkładem normalnym (*Shapiro-Wilk Test*), posłużono się prostą regresją liniową [P3].

W przedostatnim etapie omawianego projektu porównano uzyskane w trakcie obecnych badań informacje z danymi historycznymi. Można to było zrealizować dla 5 stanowisk z trzech mezoregionów fizycznogeograficznych, dla których dysponowano rzetelnymi, dokładnymi i kompletnymi danymi historycznymi. Dane te pochodziły z lat 80 i 90-tych poprzedniego wieku (CZYŁOK & WOJCIECHOWSKI, 1987; HAŁAJ 1996a; HAŁAJ & WOJCIECHOWSKI, 1996; SZELEGIEWICZ, 1981). Oprócz porównań stricte jakościowych (składu gatunkowego) zastosowano również porównania ze względu na kryteria biologiczne i ekologiczne, w tym również ekologiczne grupy funkcjonalne. W tym celu zwłaszcza, aby wykryć istotne statystycznie różnice, zastosowano metodę ordynacji pośredniej: niemetryczne wielowymiarowe skalowanie NMDS (*non-metric multi-dimensional scaling*) [P4].

Ostatnim, zamykającym projekt, etapem było zebranie wszystkich dotychczasowych danych, zarówno tych otrzymanych podczas obecnie przeprowadzonych badań, jak i tych z przed ich rozpoczęcia, i opublikowanie ich w formie monografii prezentującej całokształt informacji na temat Aphidomorpha, które można spotkać penetrując siedliska kserotermiczne Europy Środkowej [P5].

Omówienie wyników

Jeszcze w trakcie planowania projektu badawczego, podczas analiz zgromadzonego piśmiennictwa zauważono, że niektóre z gatunków Aphidomorpha notowane są częściej, a inne rzadziej. Pomimo zastosowania w stosunku do tych gatunków jednakowych kryteriów, takich jak: środowisko (siedlisko) życia (określony typ zbiorowiska roślinnego według klasyfikacji fitysocjologicznej), gatunek rośliny żywicielskiej i stopień powiązania z nim gatunku mszycy (typ fagizmu: monofagi → polifagi), sposób żerowania tego gatunku mszycy (kolonijność lub nie), jak też jego cykl rozwojowy (mono- lub heteroecja, anholo- lub holocykliczność), zaobserwowana zależność nie uległa zmianie. Co istotne, szersza analiza danych z piśmiennictwa pokazywała, że dotyczyło to gatunków o wąskim zasięgu geograficznym (lokalnym w Europie, lub co najwyżej ograniczonym do tego kontynentu). Dlatego, według tej charakterystyki (frekwencja – skala geograficzna) oraz opartych na niej, a proponowanych przez różnych badaczy klas „rzadkości-pospolitości” (np. RABINOWITZ, 1981; HOFFSTEN, 2003), gatunki te można zaliczyć do rzadkich lub nawet bardzo rzadkich.

Może to również wskazywać na gatunki zagrożone wyginięciem, bowiem wbrew prawie powszechnym mniemaniom mszyce to nie tylko szkodniki (często uważane też jako inwazyjne) lecz także właśnie takie rzadkie formy. Dotyczy to zwłaszcza mszyc stwierdzanych w siedliskach o skrajnie niekorzystnych czynnikach abiotycznych, w tym także siedliskach kserotermicznych, w których zdecydowaną większość stanowią gatunki stenotopowe. Było to przedmiotem zainteresowania i rozpatrywania w pierwszej pracy wchodzącej w skład przedstawionego do oceny osiągnięcia naukowego:

[P1] OSIADACZ B. 2009. *Rare aphid species (Hemiptera, Aphidoidea) in Poland and the protection of biological diversity. Monograph. Aphids and Other Hemipterous Insects, 15: 49–59.*

W pracy tej przedstawiono i omówiono kilkanaście taksonów mszyc z rodzajów *Aphis* LINNAEUS, *Brachycaudus* VAN DER GOOT, *Protaphis* BÖRNER, *Uroleucon* MORDVILKO, do których mają zastosowanie opisane wcześniej aspekty.

Zagadnienia związane z rzadkością mszyc znalazły też odzwierciedlenie w drugiej włączonej do cyklu pracy omawianego projektu:

[P2] Osiadacz B., Hałaj R. 2015. *Aphids in jeopardy? Aphid communities on xerothermic habitats. Biologia, 70(8): 1118–1135.*

W tej pracy rzadkość mszyc została już jednak poparta twardymi dowodami w postaci aktualnych danych pochodzących z badań terenowych, przetworzonych matematycznie i przedstawionych graficznie. Analiza frekwencji, połączona z analizą zasięgów geograficznych pokazała jednoznacznie, iż wiele gatunków mszyc związanych z siedliskami kserotermicznymi występuje dość nieliczne w skali lokalnej, jak również jest rzadkich w skali regionalnej (przestrzennej) a przy tym o wąskim geograficznym zasięgu (np.: *Aphis eryngiiglomerata* BOZHKO, *A. seselii* BOZHKO, *A. teucris* BÖRNER, *A. verticillatae* BÖRNER, *Macrosiphoniella dimidiata* BÖRNER, *Microsiphum jazykovi* NEVSKY, *Protaphis carlinae* BÖRNER, *Staegeriella necopinata* BÖRNER, *Titanosiphon artemisiae* KOCH). Są również wśród tej grupy taksony bardzo rzadkie (*A. thesii* HOLMAN, *Pseudobrevicoryne erysimi* HOLMAN), dla których właściwszym określeniem byłoby: unikatowe w skali globalnej.

Jednak główny nacisk w tej pracy położono na poznanie bogactwa gatunkowego Aphidomorpha siedlisk kserotermicznych oraz na opisanie zgrupowań mszyc ukształtowanych w tych siedliskach. Badania przeprowadzono na 23 stanowiskach w 12 mezoregionach prowincji Niż Środkowoeuropejski, Wyżyny Polskie oraz Wyżyny Ukraińskie. Ich wynikiem było stwierdzenie aż 197 taksonów mszyc ($\approx 13\%$ fauny Europy Środkowej), przy czym 91 charakteryzowało się znacznym stopniem powiązania z siedliskami kserotermicznymi.

Analiza statystyczna przeprowadzona pod kątem różnorodności biologicznej wykazała wysoką wartość wskaźnika różnorodności gatunkowej Shannona-Weavera (*total Shannon species diversity index*), który dla wszystkich badanych stanowisk wyniósł 3,876 (przy $H'_{max} = 4,510$). Podobnie stopień jego realizacji, tzw. wskaźnik równomierności Pielou (*evenness index*) był również dość wysoki i wyniósł 85,946%. Wysoką wartość osiągnął również wyliczony wskaźnik różnorodności gatunkowej Simpsona (*total Simpson species diversity index*), określający prawdopodobieństwo, że dwa przypadkowo spotkane osobniki należą do różnych gatunków. Wartość dla tego wskaźnika równała się 0,966 (przy $D'_{max} = 0,980$) a stopień odchylenia różnorodności gatunkowej zaobserwowanej od potencjalnej wyniósł aż 97,732%. Na takie wysokie wartości wyliczonych wskaźników matematycznych wpływ miała duża liczba gatunków mszyc stwierdzonych na całym obszarze badań w tym konkretnym siedlisku, a co ważniejsze, częstość notowań poszczególnych gatunków, których rozkład zbliżony był do rozkładu logarytmicznego w ujęciu przyjętym przez WEINERA (2012). Wysokie wskaźniki różnorodności gatunkowej pośrednio również wskazują na stosunkową małą liczbę gatunków polifagicznych i równocześnie kosmopolitycznych (o szerokim zasięgu i szerokiej preferencji ekologicznej a przy tym dużej liczbie notowań) przy jednocześnie znacznej liczbie gatunków o wąskim zakresie tolerancji ekologicznej (monofagi, wąskie oligofagi o wąskich zasięgach i nie częstych notowaniach). Natomiast wysokie stopnie realizacji omawianych wskaźników odzwierciedlają w miarę stabilny charakter całego badanego siedliska.

Potwierdzeniem tego stanu była analiza mszyc pod względem klas wierności, która wykazała aż 32 taksony z wysokimi klasami (wyróżniających i charakterystycznych) i którym nadano status gatunków diagnostycznych. Co prawda, występowały one w różnej konfiguracji w zgrupowaniach mszyc ukształtowanych na różnych stanowiskach, lecz różnice te dotyczyły raczej grup zgrupowań mszyc ukształtowanych na stanowiskach z różnych regionów, niż na stanowiskach z tego samego obszaru. Taką swoistą kombinację gatunków diagnostycznych można uznać za lokalnie charakterystyczną i wyróżniającą lokalne zgrupowania mszyc. Wpływ na ich ukształtowanie był wielowymiarowy, poprzez historyczne procesy kolonizacji i specjacji, jak również antropogeniczne czynniki warunkujące przebudowy krajobrazów.

Zaobserwowane różnice w składzie pojedynczych, a przede wszystkim lokalnych (regionalnych) „faun mszyc” związanych z kserotermicznymi siedliskami, potwierdziła przeprowadzona w oparciu o metodę Warda analiza podobieństw. Metoda ta umożliwia porównanie różnych (pod względem wielkości) danych (GRABIŃSKI & SOKOŁOWSKI, 1981), ale jednocześnie, co również może być jej zaletą, nie bierze pod uwagę znaczenia ekologicznego (wierności, liczebności czy frekwencji) gatunku (poszczególne elementy

są równoprawne). W uzyskanym przy pomocy analizy grupującej diagramie podobieństw zauważyć można m.in. odrębność zgrupowań mszyc ukształtowanych w prowincji Wyżyny Ukrainie, jak też większe podobieństwo zgrupowań mszyc wykształconych na Wyżynach Polskich i Niżu Środkowoeuropejskim. Interpretacja wyniku tej analizy może pośrednio sugerować różne drogi wnikania gatunków (być pośrednim dowodem na czynnik historyczny).

Zagadnienia związane z podobieństwem zgrupowań mszyc były też rozważane w kolejnej publikacji:

[P3] Osiadacz B., Halaj R. 2016. *Aphids under stress. Species groups and ecological functional groups of aphids define heavy metal grasslands of Central Europe. Redia, XCIX: 35–51.*

W pracy tej, przy zastosowaniu dwóch metod grupujących (Warda oraz UPGMA), przeanalizowano podobieństwo pomiędzy zgrupowaniami mszyc ukształtowanymi w siedlisku kserotermicznym a zgrupowaniami mszyc związanymi z kserofilnymi murawami piasków niewapiennych (z klasy *Koelerio glaucae-Corynephoretea canescentis*) oraz eurosyberyjskimi murawami galmanowymi (z klasy *Violetea calaminariae*). Analizy te pokazały, że choć różnice pomiędzy zgrupowaniami istnieją, to jednak są stosunkowo niewielkie (wyrażone niewielkimi odległościami na uzyskanych z analiz dendrogramach). Wskazuje to na kształtowanie się szerokiego kręgu zgrupowań mszyc związanych ze wszystkimi typami muraw o podobnych parametrach abiotycznych, przede wszystkim temperaturowych i wilgotnościowych.

Te matematyczne analizy potwierdziły wyniki uzyskane z analizy wskaźników zoocenotycznych, podczas której, z pośród 125 gatunków mszyc zebranych podczas tych badań, została wskazana grupa gatunków diagnostycznych dla poszczególnych zgrupowań mszyc, jak i dla takiego kręgu zgrupowań [15 gatunków: *Acaudinum centaureae* (KOCH), *Aphis euphorbiae* KALTENBACH, *A. galiiscabri* SCHRANK, *A. helianthemi* FERRARI, *A. klimeschi* (BÖRNER), *A. lambersi* (BÖRNER), *A. leontodontis* (BÖRNER), *A. molluginis* (BÖRNER), *A. pilosellae* (BÖRNER), *A. subnitida* (BÖRNER), *Brachycaudus lucifugus* F.P. MÜLLER, *B. populi* (DEL GUERCIO), *Nasonovia pilosellae* (BÖRNER), *Uroleucon leontodontis* HILLE RIS LAMBERS, *U. obscurum* (KOCH)]. Tak, jak podczas wcześniej omówionych badań na znacznie większym obszarze [P2], tak i podczas tych stwierdzono, że niektóre z wymienionych gatunków są (według wspomnianych klas „rzadkości-pospolicności” [P1]), nieliczne lokalnie i rzadkie w skali regionalnej. Interesującym zatem wydawało się postawienie pytania, jakie i w jakim stopniu mają na to wpływ ich cechy życiowe. Dlatego w tej pracy każdy gatunek sprofilowano, czyli przypisano jemu właściwe

cechy biologiczne i ekologiczne (tj. typ fagizmu, domności, cyklu życia i rozmnażania, sposobu i miejsca żerowania, symbiozy z mrówkami). Natomiast, aby pogrupować gatunki mszyc według tych profili (predyspozycji), szczegółowo zdefiniowano poszczególne elementy synekologiczne czyli ekologiczne grupy funkcjonalne (EFG):

- specjaliści (S) – monofagi i wąskie oligofagi, w zdecydowanej większości jednodomne i holocykliczne gatunki mszyc, często obligatoryjnie związane z mrówkami i nierzadko o przyziemno-podziemnym typie żerowania: związane z roślinnymi formacjami drzewiasto-krzewiastymi [podgrupa – specjaliści stref leśnych (Fr-S)] lub formacjami bezdrzewnymi, zwartymi trawiasto-zielnymi murawami [podgrupa – specjaliści stref nie leśnych (NFr-S)];
- generaliści (oportuniści) (G) – polifagi i oligofagi, głównie dwudomne (rzadko jednodomne) holocykliczne albo anholocykliczne gatunki mszyc, w większości tylko fakultatywnie związane z mrówkami i raczej o nadziemnym typie żerowania: związane z formacjami drzewiasto-krzewiastymi [podgrupa – generaliści stref leśnych (Fr-G)] lub z bezdrzewnymi formacjami trawiasto-zielnymi [(podgrupa – generaliści stref nie leśnych (NFr-G))].

To pierwsze tak kompleksowo rozważane zagadnienie wykazało jednoznacznie, że trzon zgrupowań Aphidomorpha ukształtowanych w suchych, trawiasto-zielnych, stepo-podobnych siedliskach tworzą gatunki specjalistyczne (podgrupa NFr-S). Są to gatunki stenotopowe, dla których istotnym czynnikiem jest utrzymywanie się w siedlisku w miarę stałych podwyższonych warunków temperaturowych oraz w miarę stałych obniżonych warunków wilgotnościowych. W przypadku wielu gatunków ważne jest również utrzymywanie odpowiedniej jakości fizycznej powierzchniowych warstw gleby (struktury). Czynniki chemiczne, czyli ponadnormatywna zawartość pierwiastków i związków (tu: metali ciężkich) w glebie, lub obniżona innych (tu: węglanu wapnia), jak wykazano w badaniach, nie ma dla nich znaczenia. Taka charakterystyka, dodając do tego jeszcze, że gatunki te reprezentują (co może być zaskakujące, że również u Aphidomorpha) rozwojowy typ strategii K, odpowiada pojęciu gatunku kserotermofilnego.

Podczas badań w zgrupowaniach mszyc związanych z murawami galmanowymi zauważono również wzrosty lub spadki w liczbie gatunków mszyc z poszczególnych ekologicznych grup funkcjonalnych. Ponieważ niektóre z tych już antropogenicznych siedlisk (pokopalniane i przemysłowe zwałowiska) zostały w niedalekiej przeszłości poddane dodatkowemu stresowi (najpierw rekultywacja poprzez zadrzewianie, później zabiegi ochrony czynnej poprzez karczowanie i przywracanie muraw do stanu pierwotnego – sprzed nieuzasadnionych działań), to właśnie ludzki czynnik mógł być powodem zakłóceń w składzie afidocenoz. Wydawało się więc, że proporcje w udziałach (liczbie lub procencie) gatunków mszyc z poszczególnych EFG w afidocenozie wskazywać mogą na stopień

zaburzeń całego siedliska, jak też na kierunki zachodzących w nim zmian. W celu sprawdzenia tej koncepcji wprowadzono współczynnik proporcji $RP_{EFG} [= \alpha_{EFG} / \beta_{EFG}$; gdzie α i β to liczba lub procent (czyli udział) gatunków mszyc z określonych grup (α i β) EFG w jednej konkretnej afidocenozie]. Po jego obliczeniu w różnych kombinacjach (tj. wariantach różnych udziałów różnych grup EFG dla wszystkich badanych zgrupowań) wykreślono linie trendu (po uprzednim sprawdzeniu założeń). Wynikiem tej analizy było potwierdzenie poprawności przyjętych założeń. Dowiodła ona, że RP_{EFG} przy wartościach < 1 (dla NFr-S / NFr-G) oraz wartościach > 1 (dla Fr-S / NFr-S) sygnalizuje zaburzenia w zgrupowaniach mszyc i siedlisk, w których się ukształtowały (odwrotne wartości RP_{EFG} wskazują na nieodkształcony charakter afidocenozy a przez to i ich środowiska życia). Obliczany w czasie (zwłaszcza w dłuższych, kilkuletnich okresach) stopniowy spadek wartości wskaźnika RP_{EFG} (dla NFr-S / NFr-G) oraz stopniowy wzrost (dla Fr-S / NFr-S) sugerują niekorzystną tendencję zachodzących zmian w zgrupowaniach mszyc i siedlisku trawiasto-zielnych muraw. Jeżeli tak liczone wskaźniki nie ulegają zmianom (utrzymują się na mniej więcej stałym poziomie), świadczy to o utrzymywaniu się *status quo* siedliska.

Ponieważ zagadnienia związane ze szczegółowym ustaleniem właściwości biologiczno-ekologicznych danych gatunków Aphidomorpha, jak też przypisaniem ich do określonych EFG, znalazły zastosowanie w praktyce i dały dobre rezultaty, były też przedmiotem rozważań w następnej publikacji:

[P4] Osiadacz B., Hałaj R., Chmura D. 2017. *Biodiversity – economy or ecology? Long-term study of changes in the biodiversity of aphids living in steppe-like grasslands in Central Europe. European Journal of Entomology, 114: 140–146.*

W pracy tej skoncentrowano się tylko na porównaniu danych uzyskanych w trakcie obecnych badań z danymi historycznymi i sprawdzeniu, w jakiej kondycji są aktualnie zgrupowania mszyc opisane prawie ćwierć wieku temu. Do takiej analizy można było użyć danych pochodzących z 5 stanowisk w prowincji Wyżyny Polskie, a konkretnie z trzech jej mezoregionów (Garb Pińczowski, Niecka Solecka oraz Wyżyna Częstochowska). Tam właśnie prowadzone były intensywne badania zoocenotyczne i z tych terenów pochodzą rzetelne opisy zgrupowań mszyc związanych z siedliskami kserotermicznymi. Tak, jak podczas poprzedniego studium, tak również podczas tego, każdy stwierdzony gatunek mszycy (188 taksonów) został określony pod względem swoich predyspozycji biologiczno-ekologicznych oraz zaklasyfikowany do właściwej mu ekologicznej grupy funkcjonalnej. Dane te zestawiono w tabelę zbiorczą. W kolejnym kroku obliczono udziały (liczbę i procent) gatunków mszyc z tych grup w tworzonych przez nie zgrupowaniach. Do analiz statystycznych, ze względu na dane jakościowe, zastosowano metodę niemetrycznego

wielowymiarowego skalowania z odległością Braya-Curtisa (*non-metric multi-dimensional scaling* – *NMDS*). Ustalono także czy są znaczące różnice w dawnym i obecnym bogactwie gatunkowym testem t-Studenta dla danych zależnych (*Paired Sample T-test*) po sprawdzeniu założeń dla testów parametrycznych ($p > 0,05$, *Shapiro-Test*) oraz we frekwencji wyróżnionych grup biologicznych i ekologicznych gatunków między obserwacjami historycznymi a obecnymi przy użyciu testu G (*Contingency Tables G-Test*).

Analizy pokazały, że badane afidocenozy różnią się w czasie. Ustalił się też gradient bogactwa gatunkowego i różnic w składzie gatunkowym między odpowiadającymi sobie zgrupowaniami. Chociaż biorąc pod uwagę struktury funkcjonalne afidocenoz, w stosunku do których (z wyjątkiem jednego zgrupowania) nie wykryto istotnych różnic we frekwencji wyróżnionych grup biologicznych i ekologicznych gatunków między obserwacjami historycznymi a obecnymi, to jednak uzyskane pozostałe wyniki okazały się dość niepokojące. Zmniejszyło się bowiem istotnie po latach średnie bogactwo gatunkowe badanych zgrupowań ($t = -3,8197$, $p = 0,01878$) z $65,6 \pm 2,3$ na $41,4 \pm 1,6$. Proces ten jest szczególnie niebezpieczny, ponieważ doprowadził do utraty gatunków specjalistycznych (łącznie 46, w tym np. *Xerobion judenkoi* (SZELEGIEWICZ), *Coloradoa* WILSON spp., *Pleotrichophorus* BÖRNER spp. oraz niektórych *Aphis* LINNAEUS spp., *Uroleucon* MORDVILKO spp.). Prowadzi to do stopniowej homogenizacji zgrupowań, a przy jednoczesnym niewielkim wzroście generalistów (łącznie 17) do synantropizacji zgrupowań. Główną przyczyną tych zmian jest działalność człowieka związana z gospodarką (rozwój rolnictwa i turystyka). W jej rezultacie łączność pomiędzy lokalnymi wyspami środowiskowymi została zerwana z powodu zaniku korytarzy ekologicznych, a ponadto takie izolowane wyspy stopniowo zostają pomniejszane. W konsekwencji zmniejsza to poziom wymiany genów pomiędzy miejscowymi populacjami gatunków w ramach metapopulacji i wpływa na szybkość wymierania. Jeśli połączymy te czynniki regionalne z globalnymi (zmiany klimatyczne) to procesy wyginięcia stają się bardziej drastyczne. Oczywiście konflikt między antropogenezą a bioróżnorodnością (od pierwszego osadnictwa ludzkiego) będzie trwał, jednak stosując zasady zrównoważonego rozwoju można go w dużym stopniu złagodzić. Ponieważ w długoterminowej perspektywie może się okazać, że spodziewane korzyści z utworzonej infrastruktury będą jedynie niewielkim odsetkiem strat ponoszonych w związku ze spadkiem bioróżnorodności.

Kolejna (ostatnia) praca cyklu kompleksowo przedstawia różnorodność biologiczną mszyc siedlisk kserotermicznych w granicach administracyjnych Polski.

[P5] Osiadacz B., Hałaj R. 2017. *The Aphids (Hemiptera, Aphidomorpha) of xerothermic habitats in Poland. Polish Entomological Monographs, 14: 1–121.*

Monografia ta prezentuje wyniki badań własnych oraz zebranych danych historycznych dotyczących afidofauny siedlisk kserotermicznych w Polsce. Łącznie z danymi historycznymi przegląd obejmuje 373 taksony mszyc (w tym 291 stwierdzonych w badaniach własnych) zebranych z 146 stanowisk badawczych (w tym 134 wyznaczonych w badaniach własnych), pod względem fizyczno-geograficznym zlokalizowanych w trzech megaregionach (Pozaalpejska Europa Zachodnia, Nizina Wschodnioeuropejska, Region Karpacki) Europy Środkowej.

Podobnie, jak w poprzednich pracach, wszystkie gatunki zostały sprofilowane pod względem swoich właściwości biologiczno-ekologicznych oraz zaliczone do konkretnych ekologicznych grup funkcjonalnych (EFG). Każdy gatunek został w przejrzysty sposób opisany poprzez podanie roślin żywicielskich, stanowisk występowania, liczby notowań. Jako uzupełnienie całości na końcu opracowania zamieszczono również katalog roślin żywicielskich (254 taksony) wraz ze stwierdzonymi na nich gatunkami mszyc. Dysponując tak obszernymi danymi można było przeprowadzić analizy dotyczące całości zebranego materiału.

Z danych historycznych wynikało, że siedliska kserotermiczne charakteryzują się wysoką różnorodnością gatunkową afidofauny (261 taksonów). Jednak dane te ograniczały się właściwie tylko do dwóch obszarów Polski, tj. Doliny Nidy oraz Jury Krakowsko-Częstochowskiej. Rozszerzając badania o kolejne regiony oraz powtarzając je na większości stanowisk historycznych potwierdziła się hipoteza o wysokiej różnorodności mszyc typu tego siedlisk. W czasie badań potwierdzono występowanie 179 gatunków mszyc. Nie udało się natomiast potwierdzić 82 gatunków podawanych przed 2008 rokiem. Aż 112 taksonów mszyc odnotowano w tych siedliskach po raz pierwszy. Wśród nich 2 gatunki mszyc pierwszy raz zanotowano nie tylko w Polsce, ale również w Europie Środkowej [*Aphis passeriniana* DEL GUERCIO, *A. salsolae* (BÖRNER)]. Ponadto nowymi dla fauny Polski okazały się 1 gatunek i 1 podgatunek [*Acaudinum longisetosum* HOLMAN, *Semiaphis dauci seselii* (BÖRNER)].

Interesujące wyniki dały analizy przeprowadzone pod kątem właściwości biologiczno-ekologicznych. Pokazały one, że wśród wszystkich mszyc stwierdzonych w siedliskach kserotermicznych zdecydowaną większość stanowią gatunki holocykliczne i jednodomne, przy czym prawie 57% udziału w afidofaunie mają gatunki monofagiczne lub wąsko oligofagiczne (łącznie 212 taksonów), a polifagi stanowiły zaledwie niecałe 9% (32 taksony).

Jeszcze bardziej interesujące wyniki pokazuje analiza afidofauny w odniesieniu do ekologicznych grup funkcjonalnych. O ile pomiędzy ogólną liczbą specjalistów (łącznie 210 gatunków) i generalistów (łącznie 163 gatunki) nie ma drastycznej różnicy, to jeśli weźmiemy pod uwagę wyłącznie specjalistów nieleśnych (NFr-S) (130) oraz generalistów

nieleśnych (NFr-G) (57 gatunków) to różnica jest ponad dwukrotna, bez względu na to czy analizujemy wyłącznie dane aktualne czy aktualne wraz z historycznymi. Wynik ten jest o tyle ciekawy, że pokazuje nam jak duża grupa gatunków specjalistycznych wyewoluowała w tych siedliskach, innymi słowy – przystosowała się do trudnych warunków takich siedlisk (temperaturowych, wilgotnościowych, glebowych) i siedliska takie stanowią ich ostoję. Znaczna liczba tych gatunków jest stosunkowo rzadka nie tylko w skali Polski (np.: *Anoecia stipae* BOZHKO, *Aphis austriaca* HILLE RIS LAMBERS, *A. berteroae* SZELEGIEWICZ, *A. etiolata* STROYAN, *A. eryngiiglomerata* BOZHKO, *A. picridis* (BÖRNER), *A. (Pseudoprotaphis) erigerontis* HOLMAN, *Brachycaudus (Acaudus) mimeuri* REMAUDIÈRE), lecz także Europy, a nawet świata (np.: *Aphis tacita* HUCULAK, *A. thesii* HOLMAN, *Pseudobrevicoryne erysimi* HOLMAN). Na obszarze Europy Środkowej niektóre z gatunków wystąpiły tylko na pojedynczych stanowiskach (np. nowo wykazane w omawianej pracy: *Acaudinum longisetosum* HOLMAN, *Aphis passeriniana* DEL GUERCIO, *A. salsolae* (BÖRNER), *Semiaphis dauci seselii* BÖRNER). Nie jest to błąd metodologiczny a wynik tego, że na poszczególnych stanowiskach mogą kształtować się swoiste zgrupowania mszyc, które charakteryzują się lokalnym występowaniem niektórych gatunków, co dokładnie przeanalizowano we wcześniej omawianych publikacjach.

Dość wysoki stosunek liczby specjalistycznych gatunków mszyc (zwłaszcza z grupy NFr-S) do generalistów (z grupy NFr-G) pokazuje też, że ukształtowane w tych siedliskach zgrupowania mszyc nie ulegają jeszcze drastycznym odkształceniom, chociaż w długim okresie czasu zaobserwowano już jednak stratę gatunków specjalistycznych (np. niektórych *Coloradoa* spp. i *Pleotrichophorus* spp.), przynajmniej w niektórych badanych mezoregionach. W pełni uzasadnionym jest fakt, że ze względu na bogactwo gatunkowe dotyczące nie tylko mszyc, lecz i innych grup zwierząt, siedliska kserotermiczne są przedmiotem szczególnej troski (są objęte różnymi formami ochrony przyrody). Jednak w przypadku niektórych stanowisk (zwłaszcza na Wyżynie Krakowsko-Częstochowskiej) zaobserwowano symptomy homogenizacji i synantropizacji siedlisk kserotermicznych i dlatego warto wzmocnić wysiłki na rzecz ich zachowania.

Podsumowanie

Scharakteryzowane powyżej badania, pozwoliły na weryfikację postawionych hipotez i opracowanie kilku zgeneralizowanych stwierdzeń.

Wyniki badań pokazują, że bogactwo gatunkowe Aphidomorpha siedlisk kserotermicznych Europy Środkowej jest duże [**hipoteza 1**]. Wykazanych zostało 291 taksonów rangi gatunkowej (gatunków i podgatunków), co stanowi około 20% fauny Europy (NIETO NAFRÍA, 2013). Taką dużą bioróżnorodność potwierdzają również wysokie wartości

wskaźnika realizacji współczynników Shannona (85,946%) i Simpsona (97,732%). Uzyskane wartości tych wskaźników świadczą ponadto o ustabilizowanym charakterze przebadanych siedlisk, wysyceniu taksonami rozdzielałymi zasoby w sposób jak najbardziej zrównoważony. Pośrednio wskazują również na efektywność zastosowanego modelu badań. Skuteczność tego procesu badawczego pozwoliła na potwierdzenie występowania kilkunastu gatunków rzadkich i bardzo rzadkich oraz na wykrycie trzech do tej pory nieznanymi w Europie Środkowej (*Uroleucon minosmartellii*, *Aphis passeriniana*, *A. salsolae*), a także dwóch nowych dla fauny Polski (*Acaudinum longisetosum*, *Semiaphis dauci seselii*).

Za pomocą wskaźników zoocenologicznych potwierdzono istnienie zgrupowań mszyc związanych z siedliskami kserotermicznymi [**hipoteza 2**]. Afidocenozy takie cechuje charakterystyczny skład gatunkowy i można je wyróżnić na podstawie swoistej kombinacji gatunków diagnostycznych. Różnią się one lokalnie obecnością lub brakiem pojedynczych diagnostów. Z drugiej strony tworzą szeroki krąg zgrupowań mszyc związanych z wszystkimi typami trawiasto-zielnych muraw, czyli siedlisk o podobnych parametrach mikroklimatycznych (temperatura, wilgotność) i fizycznych podłoża (struktura wierzchnich warstw gleby). Dla tego kręgu afidocenoz również można wyznaczyć gatunki diagnostyczne.

W tworzeniu się omawianych zgrupowań mszyc biorą udział gatunki o różnych predyspozycjach biologiczno-ekologicznych, które można zaklasyfikować do ściśle zdefiniowanych ekologicznych grup funkcjonalnych (specjaliści stref nieleśnych, specjaliści stref leśnych, generaliści stref nieleśnych, generaliści stref leśnych). Udział gatunków z poszczególnych ekologicznych grup funkcjonalnych w tworzeniu afidocenozy jest charakterystyczny i opisuje takie zgrupowanie mszyc [**hipoteza 3.1**]. O ostatecznym obrazie afidocenoz związanych z siedliskami kserotermicznymi decydują gatunki o szczególnych preferencjach, które należy zaliczyć do kategorii specjalistów stref nieleśnych. Grupa ta obejmuje taksony odpowiadające definicji gatunku kserotermofilnego [**hipoteza 3.2**]. Wyrażony za pomocą po raz pierwszy zdefiniowanego i zastosowanego wskaźnika RP_{EFG} udział mszyc tej grupy w stosunku do innych decyduje o jego kondycji a zmiana jego wartości w czasie określa trend zmian (od 1 zwiększa się – korzystne, od 1 zmniejsza się – niekorzystne) [**hipoteza 3.3**].

Według koncepcji MYERSA (1988), rozwijanej przez tego autora w późniejszych latach, jak również uszczegóławianej przez innych w tym przez „*Conservation International*”, gorące punkty różnorodności biologicznej (*‘biodiversity hotspots’*) to w skali globalnej – skrótowo definiując – miejsca o niewielkiej powierzchni, cechujące się wysokim wskaźnikiem bioróżnorodności (zwłaszcza endemitów). Równocześnie są to miejsca zagrożone i wymagające natychmiastowych zabiegów konserwatorskich, gdyż utraciły już co

najmniej $\frac{3}{4}$ swojego potencjału biologicznego. Odnosząc te globalne kryteria do skali regionalnej można uznać, że przebadane siedliska kserotermiczne Europy Środkowej to właśnie potencjalne regionalne gorące punkty [**hipoteza 4**]. Z całą świadomością użyto tu przymiotnika „potencjalne”, ponieważ ostatnie kryterium (utrata bogactwa) potwierdzono tylko dla niewielkiego fragmentu obszaru występowania badanego siedliska (tam, gdzie było to możliwe ze względu na rzetelne dane historyczne). Pełne udokumentowanie będzie możliwe dopiero po kilku dekadach, do czego, miejmy nadzieję, przyczynią się te prace.

Biorąc pod uwagę powyższe można stwierdzić, iż zweryfikowane podczas badań hipotezy, pozwoliły na osiągnięcie postawionych przy planowaniu projektu celów naukowych.

Wykorzystanie badań

Jednym z priorytetów badań przyrodniczych jest w dalszym ciągu poznanie i monitorowanie różnorodności biologicznej. Pilność takich działań wzmagają obecne czasy przyspieszonego rozwoju gospodarczego i postępujących zmian środowiskowych. Ponieważ ma to wspólny nominatyw – działalność *Homo sapiens* – dlatego też obowiązkiem ludzi powinno być, za pomocą odpowiedniego instrumentarium, przewidywanie, kontrolowanie, a w dalszym etapie łagodzenie lub jeśli to możliwe, zapobieganie niekorzystnym tendencjom. Jednymi z narzędzi pozwalającymi na wykrycie zmian w środowisku, określeniu ich istotności oraz ewentualnych kierunków są badania całych zgrupowań roślin lub zwierząt zamieszkujących dany obszar. Poprzez analizę ich struktur (np. składów gatunkowych, elementów synekologicznych, wskaźników syntaksonomicznych czy zoocenologicznych) takie zmiany można uchwycić.

Zaproponowany model badawczy pozwala na wykrycie takich zaburzeń. Polega on na sprofilowaniu wszystkich gatunków tworzących zgrupowania pod względem swoich predyspozycji biologiczno-ekologicznych, ustaleniu ich przynależności do określonej ekologicznej grupy funkcjonalnej a następnie porównaniu udziałów tych grup (wskaźnik RP_{EFG}). Im bardziej odkształcone, poddane silniejszym i zmiennym bodźcom środowisko, tym mniejszy w nim udział organizmów nietolerancyjnych wobec tych bodźców (stenotopowych – specjalistów), natomiast wzrasta udział organizmów tolerancyjnych (eurotopowych – generalistów). Taka podstawa oszacowania stanu środowiska pozwala na włączenie zaproponowanego modelu badań do grupy metod bioindykacyjnych. Natomiast wyliczenie wskaźnika RP_{EFG} (specjaliści/generaliści) w gradiencie środowiskowym może być podstawą waloryzacji i oceny, które fragmenty środowiska wymagają zabiegów konserwatorskich a/lub które można przeznaczyć pod inne niż przyrodnicze obiekty. Dobrze to może być zobrazowane poprzez wyliczenie RP_{EFG} i na tej podstawie wykreślenie linii trendów. Jeśli wskaźniki będą obliczane w czasie (np. corocznie przez kilka lat), wykreślone

linie pokażą progres lub regres albo utrzymywanie się *status quo* środowiska, co może być przydatne w jego monitoringu.

Oczywiście, żeby tego typu badania, były wiarygodne to wymagają dużego nakładu pracy (wyrażonego między innymi długością czasu trwania i ilością pobranych prób). Mogą również pozostawać w sprzeczności z zasadami „ekologiczno-ochroniarskimi”, ponieważ wiążą się, nierzadko ze znaczącą, ingerencją w środowisko i zamieszkujące je populacje. Wyraża się to stresem tych populacji, związanym ze zmniejszeniem ich liczebności. Ma to znaczenie zwłaszcza dla niewielkich lokalnych populacji zamieszkujących wyspy środowiskowe, które powstały na skutek fragmentaryzacji istniejących niegdyś jednorodnych siedlisk – takich, jak badane tu murawy kserotermiczne. Zbyt wielka utrata liczebności osobników w takich populacjach może skutkować zerwaniem łączności z innymi lokalnymi w ramach metapopulacji. To z kolei może doprowadzić do utraty pojedynczych populacji, a nawet wymarcia gatunku w obrębie wszystkich wysp. Wydaje się więc ważnym, aby w procesie poznawczym stosować również odpowiednie terenowe narzędzia badawcze, jak najmniej inwazyjne ale jednocześnie skuteczne. Stosowane w badaniach faun bezkręgowców niektóre metody zbioru (m.in.: czerpak entomologiczny, pułapki typu Barbera i Moerickego) wiążą się poniekąd z taką ingerencją i według niektórych badaczy (RODRÍGUEZ-ESTRELLA & BLÁZQUEZ-MORENO, 2006; TISTA & FIEDLER, 2011) mogą pozostawić wysoki ślad w ekosystemie zwłaszcza, jeśli chodzi o niewielkie populacje gatunków rzadkich i wyspecjalizowanych.

Proponowana metoda zbioru **[P2]** tzw. „mikro-poletek” pozwala na zminimalizowanie takich strat. Z jednej strony opiera się ona na wybiórczym pobieraniu pojedynczych osobników z koloni (niezbędnych tylko do prawidłowego oznaczenia taksonomicznego). Z drugiej strony, na dobrej znajomości biologii studiowanej grupy, dzięki czemu można ograniczyć czas pobierania prób (zmniejszyć czasochłonność badań). Natomiast o jej efektywności świadczą uzyskane wyniki **[P2, P3]**. Możliwe więc, że metoda „mikro-poletek” znajdzie zastosowanie w przypadku innych grup zwierząt osiadłych lub odznaczających się znikomym dystansem ucieczki, oczywiście po jej przetestowaniu przez specjalistów badających te grupy.

Reasumując, przeprowadzone badania przyczyniły się do wzrostu wiedzy na temat Aphidomorpha występujących na zanikających i chronionych w krajobrazie Europy obszarach, jakimi są siedliska kserotermiczne. Kompleksowo opracowane rozsiedlenie, zweryfikowanie dawniejszych danych oraz dodanie nowych, także na temat gatunków dotychczas niewykazywanych, w istotny sposób zwiększyło znajomość bioróżnorodności. Natomiast wskazanie najcenniejszych gatunków występujących w takich siedliskach ma

niebagatelne znaczenie w staraniach o efektywną ochronę różnorodności biologicznej Ziemi. Zaproponowany i zrealizowany proces badawczy (zwłaszcza metoda zbioru oraz analiza materiału) ma wartość nie tylko czysto naukową (opisanie różnorodności Aphidomorpha siedlisk kserotermicznych), lecz także aplikacyjną. Model ten może być skutecznie wykorzystany do weryfikacji aktualnej kondycji tego siedliska i perspektyw jego przetrwania (bioindykacji, waloryzacji), co niewątpliwie ma znaczenie w kontekście prawidłowo prowadzonej ochrony różnorodności biologicznej. Może być też zaimplementowany w studium innych (niż mszyce) grup zwierząt i zamieszkujących inne (niż kserotermiczne) siedliska.

OMÓWIENIE POZOSTAŁYCH OSIĄGNIĘĆ NAUKOWO-BADAWCZYCH:

Moje zainteresowania naukowe wykazują komplementarność, również z zagadnieniami z pokrewnych dyscyplin (bionomia, ekologia, zoogeografia), ale generalnie można je podzielić na trzy główne nurty badawcze.

Różnorodność biologiczna.

Pierwsze moje badania na temat różnorodności Aphidomorpha dotyczyły przede wszystkim siedlisk zaprojektowanych i sztucznie utworzonych oraz naturalnych, lecz poddanych dość silnej antropopresji „zielonych enklaw”, takich jak miejskie parki w krajobrazie zurbanizowanym. W ich wyniku opisałam różnorodność alfa (α) takich siedlisk [zał. 4., poz. II.B., nr 15, 16] oraz stwierdziłam, że mogą być one – według koncepcji rozwiniętej w późniejszych pracach [zał. 4., poz. II.A., nr 6; poz. II.B., nr 14] – „gorącymi przyczółkami” dla gatunków mszyc obcych naszej faunie. Dowodem tego było wykrycie po raz pierwszy w Polsce pochodzącego z południa Europy gatunku *Myzocallis* (*Lineomyzocallis*) *walshii* MONELL [zał. 4., poz. II.B., nr 17]. Kontynuując prace nad ekosystemowym poziomem bioróżnorodności w odniesieniu do Aphidomorpha określiłam ją też w innych siedliskach, jak np. segetalnych i ruderalnych, łąk mokrych i szuwarowych, zarośli nadrzecznych i lęgowych [zał. 4., poz. II.B., nr 1, 3, 18]. Poszerzając znacznie krąg siedlisk, zwłaszcza o borowo-leśne (bory mieszane, grądy, buczyny), jak również o murawy kserotermiczne i skupiając się na jednym obszarze (Ojcowski Park Narodowy i jego otulina) dokładnie przebadalam ten teren pod względem mszyc występujących w określonych siedliskach (różnorodność β), jak i na poziomie krajobrazu (różnorodność γ). Po przeprowadzeniu inwentaryzacji, jak również analiz chorologicznych, ekologicznych, statystycznych (wskaźników zoocenologicznych, różnorodności gatunkowej i podobieństw), waloryzacji oraz przedstawieniu genezy afidofauny powstała rozprawa doktorska [„Mszyce (*Aphidinea*, *Hemiptera*) Ojcowskiego Parku Narodowego – struktura i geneza fauny”], której większość treści została w późniejszym okresie opublikowana w formie monografii [zał. 4., poz. II.B., nr 4]. Efektem badań terenowych była notomiast pierwsza lista występowania mszyc w tym cennym przyrodniczo obiekcie, jakim jest OPN [zał. 4., poz. II.B., nr 2].

Jeszcze w trakcie powyższych prac zauważyłam, że siedliska kserotermiczne, pomimo znacznej fragmentaryzacji, stosunkowo niewielkich arealów pojedynczych fragmentów (wysp środowiskowych), rozrzuconych pośród innych siedlisk i w dodatku często w nienajlepszej kondycji (fizjonomii płatów roślinnych), odznaczają się jednak znacznie większym niż można by się spodziewać bogactwem gatunkowym mszyc. Ponadto, są ostoją wielu nie często podawanych gatunków. Ponieważ wzbudziło to we mnie duże zainteresowanie, chciałam się

dowiedzieć czy dotyczy to także znacznie większych skal – regionalnych (krajów geograficznych) czy ponadregionalnych (Europy Środkowej). Było to przedmiotem moich następnych, długolennych badań i znalazło odzwierciedlenie w cyklu publikacji przedstawionych do oceny jako podstawa osiągnięcia naukowego [zał. 4., poz. I.B., nr 1–5] oraz kilku innych [zał. 4., poz. II.A., nr 2; II.B., nr 10, 11, 23]. Zagadnienia te prezentowałam również na międzynarodowym kongresie afidologicznym jako referat kluczowy (proszony) na sesji poświęconej bioróżnorodności [zał. 4., poz. II.B., nr 27], na międzynarodowej konferencji botanicznej [zał. 4., poz. II.B., nr 23] oraz na ogólnopolskich konferencjach naukowych [zał. 4., poz. II.B., nr 29; poz. II.H., nr 7, 10, 18, 19], gdzie zawsze wzbudzały uznanie i cieszyły się dużym zainteresowaniem wśród uczestników.

Jednak przed przystąpieniem do powyższych prac musiałam poznać aktualny stan występowania mszyc w interesującym mnie obszarze, w tym również Polski [zał. 4., poz. II.H., nr 9]. Ponieważ ostatnie zbiorcze opracowanie pochodziło z końca lat 60-tych (katalog: SZELEGIEWICZ, 1968), dlatego zebrałam wszystkie dane opublikowane w piśmiennictwie afidologicznym w latach 1968–2008 i zweryfikowałam je w oparciu o materiał dowodowy zdeponowany w kolekcjach naukowych [zał. 4., poz. III.E., nr 2, 4]. Następnie zestawiałam te dane w przejrzyste tabele i wykresy obrazujące bioróżnorodność mszyc (różnorodność ϵ) krajów geograficznych Polski (przyjętych w układzie zaproponowanym w serii „*Katalog Fauny Polski*”) i wydałam w formie monografii [zał. 4., poz. II.B., nr 5]. Monografia ta oraz kolejna, wydana rok później [zał. 4., poz. II.B., nr 6], w której między innymi szczegółowo zweryfikowałam występowanie poszczególnych taksonów Aphidomorpha w Polsce, stanowiły podstawowe narzędzia mojej pracy (mam nadzieję że innych afidologów również). Dzięki tym publikacjom mogłam szybko ustalić status danego gatunku. Miało to istotne znaczenie, ponieważ, w czasie moich prac nad różnorodnością mszyc, przyczyniłam się do odkrycia w sumie aż 15 gatunków mszyc, nowych dla fauny Polski. Jest to wynik zaskakująco wysoki ($\approx 2\%$) biorąc pod uwagę bardzo dobre poznanie, dzięki pracy wielu znakomitych afidologów, tej grupy owadów w kraju. Analizy zoogeograficzne wykazały, że były wśród nich zarówno gatunki rodzime naszej faunie lecz wcześniej nie odnalezione ze względu na rzadkość ich występowania, jak np. *Aphis antherici* HOLMAN (=lilago F. MÜLLER) [zał. 4., poz. II.B., nr 4], *Neopterocomma verhoeveni* HILLE RIS LAMBERS, *Uroleucon (Uromelan) minosmartellii* BARBAGALLO et PATTI [zał. 4., poz. II.B., nr 12], *Acaudinum longisetosum* HOLMAN, *Semiaphis dauci seselii* BÖRNER [zał. 4., poz. I.B., nr 5] oraz gatunki obcego pochodzenia. W grupie tych ostatnich stwierdziłam co prawda gatunki rodzime dla Europy (elementy mediterańskie lub pontyjsko-panońskie), lecz ostatnimi czasy bardzo szybko rozszerzające swoje zasięgi [*Aphis passeriniana* DEL GUERCIO,

A. salsolae (BÖRNER) *A. vitalbae* FERRARI, *Ctenocallis israelica* HILLE RIS LAMBERS, *Pemphigus populi* COURCHET] – introdukcja regionalna (kontynentalna). Wykazałam również gatunki spoza Europy [wschodniej Azji: *Cavariella salicicola* (MATSUMURA) – introdukcja transkontynentalna; Ameryki Północnej: *Cinara curvipes* (PATCH), *Macrosiphum albifrons* ESSIG, *Myzocallis* (*Lineomyzocallis*) *walshii* MONELL, *Prociphilus* (*Meliarhizophagus*) *fraxinifolii* (RILEY), *Viteus vitifoliae* (FITCH) – introdukcja transoceaniczna], które (z wyjątkiem *V. vitifoliae*) pojawiły się na naszym kontynencie dopiero w przeciągu ostatnich 20-30 lat. Tempo zdobywania przez te gatunki mszyc nowych obszarów oraz opanowywanie nowych roślin żywicielskich (rodzimych) ma charakter inwazyjny. W serii prac poświęconym tym gatunkom [zał. 4., poz. II.A., nr 2–6; poz. II.B., nr 8, 9, 14] przedstawiłam ich pochodzenie i prawdopodobny sposób introdukcji. Sugeruję, że nie był on związany z przypadkowym zawleczeniem wraz z roślinami żywicielskimi, ale z naturalnym procesem ich dyspersji (zwłaszcza jako plankton powietrzny). Natomiast aklimatyzację na nowo zdobytych obszarach umożliwił im ich znaczny potencjał biologiczny (przede wszystkim wysoka rozrodczość we wszystkich pokoleniach także uskrzydłonych i płciowych oraz zdolność do modyfikacji cyklu życiowego z holocyklicznego na anholocykliczny i związana z tym subheteroecja – wyraźna zmiana miejsca żerowania na jednym żywicielu z części nadziemnych na podziemne). Dodatkowo został on wzmocniony czynnikami zewnętrznymi w postaci sprzyjających im zmian klimatycznych [zał. 4., poz. II.B., nr 7, rozdział: „*Mszyce a zmiany klimatyczno-środowiskowe*”] oraz biologicznymi, w postaci braku większości naturalnych wrogów, zwłaszcza parazytów. Udokumentowałam również szkodliwy wpływ obcych gatunków mszyc na introdukowaną oraz na naturalną (rodzimą) roślinność; zwłaszcza jeżeli ten wpływ (wyrażony np. indukowaniem galasów) nałoży się z podobnym wpływem rodzimych gatunków mszyc na tego samego żywiciela [zał. 4., poz. II.A., nr 1, 3; poz. II.B., nr 22]. Jednak najistotniejszym było wykrycie w Polsce filoksery winna (*Viteus vitifoliae*), mszycy na liście organizmów kwarantannowych EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization) [zał. 4., poz. III.F., nr 12]. Gatunek ten, w opozycji do pozostałych, został niestety wprowadzony wraz z roślinami żywicielskimi – sadzonkami winorośli [zał. 4., poz. II.B., nr 8]. Ten ważny fitosanitarny problem, przy współpracy pracowników Instytutu Ochrony Roślin (dr PRZEMYSŁAW STRAŻYŃSKI i mgr TOMASZ KLEJDYSZ), został przeze mnie przedstawiony również na sesji naukowej zorganizowanej przez tę placówkę badawczą [zał. 4., poz. II.B., nr 26].

Ponieważ bez prawidłowych oznaczeń nie może być mowy o prawidłowych badaniach różnorodności biologicznej, drugim nurtem moich zainteresowań są:

Systematyka i taksonomia Aphidomorpha.

Pierwszymi moimi pracami z tego zakresu były dwa klucze do oznaczania mszyc [zał. 4., poz. II.B., nr 17, 19]. W pierwszej z nich, ponieważ wykryłam nowy dla fauny Polski gatunek *Myzocallis* (*Lineomyzocallis*) *walshii* Monell, oprócz opisu tego gatunku i jego bionomii, przedstawiłam klucz do oznaczania (na podstawie cech morfologicznych) wszystkich gatunków obecnie znanych w kraju z rodzaju *Myzocallis* PASSERINI (rodziny Drepanosiphidae, podrodziny Callaphidinae), klasyfikowanych do 3 podrodzajów (*Agrioaphis* WALKER, *Lineomyzocallis* RICHARDS, *Myzocallis* s. str.). W drugiej pracy, zamieściłam klucz do gatunków mszyc z rodzaju *Chaitophorus* KOCH (Drepanosiphidae, Chaitophorinae). Mszyce te są często spotykane w Polsce (związane z wierzbami i topolami), lecz bardzo trudno odróżnialne. Ponieważ, jak już wspominałam, na krajowym rynku brakowało publikacji dotyczącej całości Aphidomorpha, która by uwzględniała nie tylko obecny stan liczby gatunków, lecz także ich aktualne nazewnictwo i klasyfikację (zwłaszcza że ukazało się na świecie wiele pozycji poświęconych synonimice i systematyce mszyc), postanowiłam wypełnić tę lukę. Efektem tego była obszerna monografia [zał. 4., poz. II.B., nr 6] w której zebrałam i uporządkowałam dotychczasowe dane z zakresu systematyki, nomenklatury (także synonimiki) i interpretacji taksonów Aphidomorpha Polski. Ponadto określiłam status występowania poszczególnych gatunków i podgatunków na obszarze Polski (w oparciu o materiały dowodowe zdeponowane w kolekcjach krajowych) oraz przedstawiłam zaktualizowany (także pod względem nomenklatury) indeks roślin żywicielskich. Ponieważ podczas dalszych moich badań wykryłam nowy w kraju gatunek (*V. vitifoliae*) z grupy mszyc tzw. jajorodnych, w kolejnej pracy [zał. 4., poz. II.B., nr 9] przedstawiłam wykaz gatunków z tych nadrodzin (Adelgoidea, Phylloxeroidea) w Polsce, na tle ich światowej klasyfikacji, uwzględniającej również taksony wymarłe. Ze względu na opublikowanie rewizji gatunków z paru mniej licznych podrodzin (Israelaphidinae, Lizeriinae, Macropodaphidinae, Neophyllaphidinae, Phyllaphidinae, Pterastheniinae, Taiwanaphidinae, Spicaphidinae) rodziny Drepanosiphidae (a zwłaszcza występującej również w Polsce Saltusaphidinae) oraz stwierdzenie w kraju kilku nowych dla fauny taksonów, przedstawiłam najnowsze informacje na te tematy [zał. 4., poz. II.B., nr 12] w formie uzupełnienia do pozycji [zał. 4., poz. II.B., nr 6]. W kilku kolejnych pracach zamieściłam szczegółowe opisy morfologiczne nowo wykrytych w Polsce (lub Europie Środkowej) gatunków mszyc. Równocześnie przedstawiłam informacje na temat ich biologii (terminów pojawów, cyklu życiowego, roślin żywicielskich i stopnia powiązania z nimi –

typu fagizmu, symbiozy z mrówkami – trofobiozy, wrogów naturalnych) oraz zoogeografii (byłego, aktualnego i potencjalnego rozsiedlenia w Europie oraz prawdopodobnych dróg migracji). Ponadto opracowałam i przedstawiłam oryginalne klucze do oznaczania tych gatunków. Dotyczyło to np. *Aphis vitalbae* FERRARI i innych mszyc żerujących na *Clematis* L. spp. [zał. 4., poz. II.A., nr 4]; *Ctenocallis israelica* HILLE RIS LAMBERS i występujących w Europie *Ctenocallis* spp. żerujących na Fabaceae z rodzaju *Cytisus* DESF. s. lato oraz *Genista* L. [zał. 4., poz. II.A., nr 2]; *Cinara curvipes* (PATCH) i wszystkich pozostałych mszyc żerujących na różnych jodłach występujących na naszym kontynencie, w tym również wprowadzonych [zał. 4., poz. II.A., nr 5]; *Prociphilus fraxinifolii* (RILEY) i innych znanych w Polsce oraz Europie gatunków mszyc z tego rodzaju, które żerują na introdukowanych i rodzimych jesionach [zał. 4., poz. II.A., nr 6, poz. II.B., nr 14]; *Pemphigus populi* COURCHET i pozostałych gatunków z tego rodzaju, które występują w Europie, i które tu żerują na rodzimych oraz introdukowanych *Populus* L. spp. [zał. 4., poz. II.A., nr 1, 3]. Ten ostatni przypadek, tj. *Pemphigus* HARTIG spp. z rodziny Eriosomatidae, jest szczególnie interesujący. Poszczególne gatunki mszyc łatwiej jest odróżnić na podstawie indukowanych przez nie wyrosli, niż w oparciu o ich cechy morfologiczne. Dlatego też, w pracach zamieszczono klucze do ich oznaczania na tej podstawie, ze szczegółowymi opisami galasów i ich dokładnymi rysunkami.

Zauważyłam, że jedna z nazw rodzajowych mszyc (*Mariaella* SZELEGIEWICZ, 1961) jest młodszym homonimem [*Mariaella* GRAY, 1855 (Molusca)]. Inni autorzy proponując jej zmianę na *Szelegiewiczia* ÖZDIKMEN et DEMIR, 2007 również popełnili błąd, gdyż ta nazwa jest z kolei „*nomen praeoccupatum*” (nazwą zajętą dla kopalnego rodzaju mszyc *Szelegiewiczia* SHAPOSHNIKOV, 1985). Dlatego zaproponowałam „*nomen novum*” dla tego rodzaju: *Neomariella*, która została zaakceptowana [zał. 4., poz. II.B., nr 21].

Zainteresowałam i zajęłam się również mszycami z „grupy *Mindarus*”. W klasyfikacji mszyc tej stosunkowo niewielkiej grupie (19 gatunków należących do 3 rodzajów) nadaje się różną rangę (zwłaszcza plemiona lub podrodziny). Jednak w świetle najnowszych badań (morfologii, bionomii, historii rodowej a także uwzględniających materiał genetyczny) uzasadnionym jest wyodrębnianie jej jako samodzielnej rodziny Mindaridae. Zagadnienie to przedstawiłam w formie referatu krajowym taksonomom [zał. 4., poz. II.B., nr 25]. Znalazło to również odzwierciedlenie w wydany zeszycie serii „*Klucze do oznaczania owadów Polski*” [zał. 4., poz. II.B., nr 7]. Zeszyt ten jest trzecią częścią poświęconą mszycom i ukazał się ponad 30 lat po poprzednich (SZELEGIEWICZ, 1978, 1985). Dlatego zamieszczono w nim najnowsze informacje dotyczące systematyki mszyc (uwzględniając taksony wymarłe), uzupełniono i uaktualniono terminologię stosowaną w pracach badawczych nad tą grupą

owadów oraz wiadomości z zakresu ich biologii i wpływu warunków środowiskowych (zwłaszcza zmian klimatycznych). Oprócz wspomnianej rodziny Mindaridae, „*Klucz*” obejmuje 3 inne rodziny mszyc (Hormaphididae, Phloeomyzidae, Thelaxidae), dość często występujących w Polsce, lecz stosunkowo trudnych do prawidłowego zidentyfikowania. Tak, jak w przypadku innych kluczy tej serii, przedstawiono tu szczegółowe i najnowsze wiadomości dotyczące morfologii, biologii i zoogeografii prezentowanych taksonów (rodzin, podrodzin, rodzajów i gatunków). Słowne opisy uzupełniono dokładnymi rysunkami oraz diagramami i tabelami ułatwiającymi zrozumienie prezentowanych treści. Całość pracy została poparta polskim i światowym piśmiennictwem z zakresu przedstawionych zagadnień. Należy podkreślić, że jest to pierwszy dwujęzyczny (polsko-angielski) klucz w całej serii. W opinii zagranicznych oraz krajowych specjalistów (w tym również recenzentów) jest on obecnie jedną z lepszych pozycji tego typu, spełniającą przy tym wszystkie wymagania klasycznej monografii.

Trzecim nurtem moich zainteresowań i badań naukowych są:

Związki mszyc z roślinami żywicielskimi

Mszyce cechuje wysoki stopień powiązania z ich roślinami żywicielskimi. Dlatego bez dobrej znajomości taksonów roślin nie może być mowy o prawidłowych badaniach tej grupy owadów. Pomimo, że z wykształcenia jestem botanikiem, to podnosiłam swoje zawodowe kwalifikacje poprzez odbycie stażu naukowego [zał. 4., poz. II.E., nr 3], który obejmował m.in. poznanie zasad zbioru i gromadzenia botanicznych materiałów naukowych oraz metod ich konserwacji i przechowywania a także sposoby gromadzenia danych florystycznych w bazach danych. Ponadto cały czas współpracuję z botanikami z Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach oraz aktywnie uczestniczę w działalności Śląskiego Oddziału Polskiego Towarzystwa Botanicznego.

Prowadząc badania afidologiczne zdarza się odkrywać cenne gatunki roślin. Tak było w moim przypadku, gdyż stwierdziłam występowanie po raz pierwszy w Polsce storczyka *Ophrys apifera* HUDS. [zał. 4., poz. II.B., nr 13]. Biorąc pod uwagę stan poznania Orchidaceae w Polsce odkrycie to jest niezwykle cenne. Realizowane ze znajomością tematu badania pozwalają również na wykrycie na cennych roślinach (np. *Campanula cervicaria* L – dzwonku szczeniastym umieszczonym w Polskiej Czerwonej Księdze Roślin) gatunków mszyc, które nigdy wcześniej nie były na nich notowane [*Uroleucon rapunculoidis* (BÖRNER)] [zał. 4., poz. II.B., nr 11] oraz na stwierdzenie do tej pory nieznanych w kraju gatunków mszyc (np. *Uroleucon minosmartellii* BARBAGALLO et PATTI) na roślinach stosunkowo rzadkich i objętych ochroną gatunkową, jak dzwonek syberyjski (*Campanula sibirica* L.) [zał. 4., poz. II.B., nr 12]. Zagadnienie związane z układem „*Campanula* spp. –

Uroleucon MORDVILKO spp.” było przeze mnie rozpatrywane w większej skali („Campanulaceae – Aphididae”) [zał. 4., poz. II.B., nr 10]. Z przeprowadzonych analiz wynika jednoznacznie, że na roślinach z tej rodziny żerują przede wszystkim monofagi lub wąskie oligofagi. Z wyjątkiem jednego gatunku (*Aphis psammophila* SZELEGIEWICZ) są to mszyce z rodzaju *Uroleucon*, i to tylko z jednego z podrodzajów tego taksonu – *Uromelan* MORDVILKO. Ścisłejsze związki *Uroleucon* spp. opisałam również w stosunku tych mszyc do roślin z rodziny Asteraceae [zał. 4., poz. II.B., nr 1] oraz przedstawiłam na międzynarodowej konferencji afidologicznej [zał. 4., poz. II.B., nr 20]. Wzbudziło to dość duże zainteresowanie. Już te wstępne wyniki analiz korelacji pomiędzy gatunkami mszyc z poszczególnych podrodzajów *Uroleucon* (oprócz *Uroleucon* s. str. i *Uromelan* jeszcze: *Belochilum* BÖRNER, *Lambersius* OLIVE, *Satula* OLIVE) a roślinami z poszczególnych plemion (kladów) Asteraceae mogą wskazywać na parafiletyczność tych pierwszych, czyli na inny „rozkład przynależności” gatunków do poszczególnych podrodzajów mszyc. Nie jest w tym wypadku wykluczonym, że wpływ na to może mieć inna jakość pokarmu (skład, jak i obecność lub brak soku mlecznego) u Asteraceae z poszczególnych plemion. Równa się to oczywiście z dalszą potrzebą prac w tym zakresie, uwzględniających również badania fizjologiczne i genetyczne, w celu zidentyfikowania jednostek monofiletycznych. Powiązania mszyc z aż 58 rodzinami botanicznymi roślin żywicielskich szczegółowo rozpatrywałam badając afidofaunę Ojcowskiego Parku Narodowego [zał. 4., poz. II.B., nr 4]. Przeprowadzone pod tym kątem analizy statystyczne potwierdziły występowanie realnych zależności pomiędzy poszczególnymi gatunkami mszyc i ich żywicielami oraz wskazały na prawdopodobnie trwały charakter takich koewolucyjnych związków.

Interesujące są również zagadnienia związane z wpływem jakości pokarmu na mszyce. W tym aspekcie przeprowadziłam badania występowania mszyc na obszarach o podwyższonej zawartości metali ciężkich (Cd, Zn, Pb) w podłożu [zał. 4., poz. I.B., nr 3; poz. II.B., nr 23]. Wynik tych badań wskazuje, że mechanizmy obronne roślin rosnących na tych terenach (np.: zapobiegające wnikanii metali przez system korzeniowy czy też ich transporcie i odkładaniu w ścianach komórkowych, zwłaszcza liści: WIERZBICKA, 2015) są na tyle sprawne, że nadmiar metali ciężkich nie dostaje się wraz z asymilatami do naczyń (łyka) a przez to nie jest pobierany przez mszyce i nie jest dla nich zagrożeniem. Nie jest zatem czynnikiem ograniczającym zarówno liczebność pojedynczych populacji gatunków, jak też liczby gatunków mszyc na terenach o ponadnormatywnej zawartości metali ciężkich w glebie.

Przedstawiając badania nad związkami mszyca – roślina warto jeszcze raz wrócić do rodzaju *Pemphigus* HARTIG. U gatunków mszyc z tego rodzaju, jak i niektórych innych z tej starej filogenetycznie rodziny bawełnicowatych (Eriosomatidae), takie związki są bardzo

ściśle. Zauważalne jest to w postaci charakterystycznego dla każdego gatunku wyrośla właściwego (galasu). Ta specyficzność dotyczy zarówno kształtu, jak i miejsca (organu roślinnego) indukowania wyrośla [zał. 4., poz. II.A., nr 1]. Jeszcze ściślejszy związek obserwowany jest u gatunków monoecyjnych, jak np. *Pemphigus spyrothecae* PASSERINI. Gatunek ten indukuje galasy przez cały sezon wegetacyjny na tym samym żywicielu. Jest to możliwe dzięki temu, że ściśle zamknięte wyrośla pod wpływem przegęszczenia kolonii pękają umożliwiając wylot morf uskrzydłych, po czym ponownie się zasklepiają. Co bardziej interesujące, powstałych szczelin, przed wnikiem do koloni naturalnych wrogów, broni pokolenie mszyc, określane jako „kasta pseudożołnierzy” [zał. 4., poz. II.B., nr 22]. Według niektórych naukowców [PIKE et al., 2007] pozwala to mówić o pseudospołecznych zachowaniach kolonii. Zjawisko takie jest znane także w innych starszych filogenetycznie grupach mszyc [Hormaphididae: zał. 4., poz. II.B., nr 7].

Te ciekawe zagadnienia dotyczące widocznych związków mszyc z roślinami, jak również omawiające różnorodność mszyc, przedstawiłam szerszemu gronu czytelników, zwłaszcza młodszych (uczniowie szkół) zamieszczając w „Przyrodzie Górnego Śląska” artykuły popularnonaukowe [zał. 4., poz. II.B., nr poz. 32, 33]. Mogę mówić o zainteresowaniu tymi tematami ponieważ Centrum Dziedzictwa Przyrody Górnego Śląska (wydawca tego kwartalnika) zamówiło kolejne artykuły z mini serii poświęconej mszycom.

Zrozumienie stosunków między mszycami, roślinami żywicielskimi i siedliskami, a także relacji między tymi organizmami w różnych siedliskach przyrodniczych, to jedno z kluczowych kwestii, mogących przyczynić się do prawidłowego zarządzania przyrodą i ochroną różnorodności biologicznej. Natomiast badania dokumentujące wpływ (szkodliwość) obcych (często inwazyjnych) organizmów (Aphidomorpha) na naturalną, jak i introdukowaną roślinność (w tym gatunki roślin ozdobnych) w krajobrazie zurbanizowanym i naturalnym (głównie leśnym), zwłaszcza w dobie aktualnych zmian klimatycznych mają istotne znaczenia dla projektowania (dobór gatunków) i późniejszej pielęgnacji różnych przyrodniczych obiektów architektonicznych w krajobrazie. Dlatego prawie we wszystkich moich publikacjach zagadnienie związków mszyc z roślinami było eksponowane – zarówno w tych dotyczących różnorodności biologicznej (także przedstawionych do oceny, jako główne osiągnięcie naukowe, gdzie związek ten był jedną z podstaw zdefiniowania EFG), jak i dotyczących problemów systematyczno-taksonomicznych. Dodatkowo, w wydanych monografiach zamieszczone zostały, każdorazowo uaktualniane, indeksy roślin żywicielskich Aphidomorpha [zał. 4., poz. I.B., nr 5; poz. II.B., nr 4, 6, 7].

Kontynuacje i plany badawcze

W związku z prośbą dyrekcji Ojcowskiego Parku Narodowego, moim najbliższym celem jest opracowanie we współpracy z innymi badaczami uaktualnionej (także pod względem systematycznym) listy mszyc, która będzie zamieszczona w planowanej przez OPN edycji swojej „Księgi Życia”. Natomiast w związku z nawiązaniem współpracy z Pienińskim Parkiem Narodowym (i już zapoczątkowanymi a zrealizowanymi tam badaniami Aphidomorpha na potrzeby określenia różnorodności gatunkowej tych owadów w siedliskach kserotermicznych) oraz Kampinoskim Parkiem Narodowym, moimi następnymi bliskimi celami jest zbadanie bioróżnorodności gamma (γ) mszyc tych obszarów. Ogólne cele dotyczące tych projektów zostały już wstępnie przedstawione na dwóch ogólnopolskich konferencjach naukowych z cyklu „Ochrona owadów w Polsce” [zał. 4., poz. II.B., nr 24, 30], a po ich skonkretyzowaniu, z fazy planowania wejdą do realizacji.

W dalszej perspektywie, badaniami dotyczącymi różnorodności gatunkowej zamierzam objąć inne cenne przyrodniczo siedliska, również włączone w program „Natura 2000”, a mianowicie torfowiska, zwłaszcza typu wysokiego. Cel nadrzędny badań jest już sprecyzowany. Będą one prowadzone na wzór tych prac z obszaru „Góry Pieprzowe” [zał. 4., poz. II.B., nr 29], zwłaszcza jeśli chodzi o różnorodność β . Ponieważ niektóre z większych kompleksów torfowisk zostały już wcześniej przebadane (HAŁAJ, 1991, 1993), to tak, jak w przypadku siedlisk kserotermicznych [zał. 4., poz. I.B., nr 4] zamierzam we współpracy z autorem tamtych publikacji oraz dr hab. DAMIANEM CHMURĄ (Instytut Ochrony i Inżynierii Środowiska, Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej) określić zyski lub straty Aphidomorpha w tych siedliskach.

Ponieważ jestem członkiem grupy roboczej projektu „Hemiptera Poloniae”, powstałym w ramach Krajowej Sieci Informacji o Bioróżnorodności (KSIB), zamierzam dalej aktywnie w nim uczestniczyć i uaktualniać zweryfikowane dane w bazie projektu (BIOMAP, 2016).

W związku z nawiązaniem współpracy z prof. OLIVERĄ PETROVIĆ-OBRADOVIĆ. (University of Belgrade) oraz dr LEOPOLDEM POLJAKOVICIEM-PAJNIKIEM (University of Novi Sad) z Serbii, specjalistami z zakresu owadów inwazyjnych, jak również przy współpracy z krajowymi naukowcami, zamierzam opracować mapy zoogeograficzne gatunków mszyc, których inwazyjność w Europie jest udokumentowana. Dodam, że wstępną chęć współpracy przy tym projekcie zgłosili także naukowcy z innych ośrodków (prof. RIMANTAS RAKAUSKAS, Vilnius University; dr JAN HAVELKA, Biological Centre, Czech Academy of Sciences; dr SERGEJ BUGA, Belarusian State University; dr ANDREY STEKOLSHCHIKOV, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg).

Chciałabym też dokończyć prace nad zasygnalizowanym zagadnieniem poszukiwania monofiletycznych grup w obrębie rodzaju *Uroleucon*. Nawiązana obecnie współpraca z dr NICOLÁSEM PÉREZEM HIDALGO (University of Valencia), dysponującym doświadczeniem w zastosowaniu metod genetycznych w rozwiązywaniu takich problemów u Aphidomorpha, oraz z dr hab. CEZARYM SEMPRUCHEM (Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach) i dr hab. EUGENIUSZEM MAŁKOWSKIM (Uniwersytet Śląski w Katowicach), badającymi zagadnienia związków owadów i roślin od strony biochemii i fizjologii, zwiększa szanse wyjaśnienia tego problemu.

Chciałabym również kontynuować badania nad przydatnością Aphidomorpha jako bioindykatorów, lecz z naciskiem na możliwość wykorzystania do tego celu pojedynczych gatunków. Wstępne badania z wykorzystaniem *Pemphigus spyrothecae* przeprowadzone w tym kierunku wydają się dość obiecujące [zał. 4., poz. II.B., nr 22]. Wynikło z nich, że ten jednodomny, wąski oligofag (specjalista) reaguje swoją liczebnością populacji (liczbą indukowanych wyrosli) na jednym żywicielu (*Populus nigra* s. lato) na stan środowiska. Nie jest to raczej związane z warunkami temperaturowymi czy wilgotnościowymi a przede wszystkim z gazowymi i pyłowymi zanieczyszczeniami powietrza, co sygnalizowałam na międzynarodowej konferencji afidologiznej w Pekinie [zał. 4., poz. II.B., nr 28]. Dalsze badania tego gatunku i analiza jego wzorców kolonizacji żywiciela wobec zewnętrznych warunków środowiska, być może pozwoli na opracowanie modelu w miarę szybkiego określania jakości powietrza. Wykazanie podobnych korelacji również w przypadku innych gatunków Aphidomorpha być może pozwoli również na wypracowanie indeksu biotycznego.

Jednym z bardziej interesujących zagadnień, którym chciałabym się w przyszłości zająć jest trójzależność roślina – mszyca – grzyb. Jest to niezwykle rzadkie zjawisko i dotyczy tylko jednego europejskiego gatunku mszycy *Mimeuria ulmiphila* (DEL GUERCIO), sporadycznie występującego w Polsce. Intrygujące jest tu to, że wtórnodomne anholocykliczne pokolenie tego gatunku żeruje na drobnych korzeniach wiązków w cystach wytwarzanych przez ektodermalne grzyby mikoryzowe. Nie jest wiadomym, czy cysty te indukowane są przez mszyce, czy też jest to samo reakcja grzybów w ten sposób ochraniających kolonie mszyc przed próbą wykorzystywania ich produktu (spadzi) przez innych konsumentów, jak np. mrówki. W zasadzie nie jest wiadomo, jakie korzyści lub straty wynikają z tego związku (zwłaszcza dla rośliny) i jaki ma charakter. Podobne zjawisko zostało opisane u *Prociphilus (Meliarhizophagus) fraxinifolii* (RILEY). Dotyczyło ono jednak związku pomiędzy wymienionym gatunkiem bawełnicy a jadalnym grzybem *Boletinus merulioides*. Związek taki może stymulować rozwój grzyba, a przez to przynosić też korzyści gospodarzowi (jesionom) dzięki efektowi symbiozy mikorytycznej. Sytuacja taka ma miejsce,

ale jak dotąd znana jest tylko w Ameryce Północnej, ojczyźnie pochodzenia *P. fraxinifolii* (BRUNDRETT & KENDRICK, 1987). Byłoby więc interesującym zbadanie, czy w związku z pojawieniem się bawełnicy na terenie Europy nie dochodzi do podobnych powiązań może z rodzimymi grzybami. Mam nadzieję, że we współpracy z dr hab. TOMASZEM LESKIM (Instytut Dendrologii, Polska Akademia Nauk), zajmującym się problemami mikoryzy, uda się wyjaśnić przedstawione zjawiska.

Podsumowanie dorobku naukowo-badawczego

W skład mojego dorobku naukowego wchodzi ogółem **34 publikacje** (w tym 5 monografii naukowych, 4 rozdziały w monografiach, 25 oryginalnych prac w recenzowanych czasopismach naukowych), **7 komunikatów** oraz **3 publikacje popularnonaukowe**.

Jestem autorką **13 wystąpień** na ogólnopolskich konferencjach naukowych oraz **4** na konferencjach międzynarodowych (w tym 1 referat proszony) [zał. 4., poz. II.H., nr 16].

Brałam udział w realizacji **1 projektu badawczego** finansowanego przez MNiSW oraz byłam **kierownikiem 3 projektów badawczych** realizowanych w ramach badań własnych oraz w ramach dotacji dla młodych naukowców [zał. 4., poz. II.F.].

Wykonałam łącznie **14 ekspertyz** i różnego rodzaju opracowań na zamówienie [zał. 4., poz. III.F.]. Autorstwo tak różnych opracowań eksperckich (w tym inwestycji kluczowych dla Polski; zlokalizowanych na obszarach Natura 2000 i w parkach krajobrazowych), związanych z procedurami oceny oddziaływania na środowisko oraz planowaniem przestrzennym dało mi doświadczenie wykorzystania wiedzy z zakresu ochrony przyrodniczych elementów krajobrazu dla celów praktyki ochrony środowiska.

Sporządziłam **13 recenzji** publikacji naukowych dla zagranicznych i krajowych czasopism naukowych [zał. 4., poz. III.G.].

Odbyłam **2 staże naukowe**: w kolekcji mszyc Muzeum i Instytutu Zoologii PAN, zdeponowanej w Katedrze Zoologii Uniwersytetu Śląskiego oraz w Zielniku Botanicznym Uniwersytetu Śląskiego. Ponadto przez okres jednego roku pracowałam w kolekcji afidologicznej Muzeum i Instytutu Zoologii PAN [zał. 4., poz. III.E.].

W roku 2002 zostałam uhonorowana tytułem **Najlepszego absolwenta Wydziału Biologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach** oraz **Najlepszego absolwenta Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach**. Otrzymałam również **Nagrodę Indywidualną JM Rektora Uniwersytetu Śląskiego**. W roku 2007 moja rozprawa doktorska została wyróżniona decyzją Rady Wydziału Biologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach. W latach 2010, 2015 oraz 2016 zostałam wyróżniona **Nagrodą Indywidualną III stopnia przyznaną przez Rektora Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu** za osiągnięcia naukowe udokumentowane publikacjami [zał. 4., poz. II.G.].

PODSUMOWANIE DZIAŁALNOŚCI DYDAKTYCZNEJ I ORGANIZACYJNEJ

Jestem kierownikiem przedmiotów *Ochrona Krajobrazu* na studiach 2 st. kierunku Architektura Krajobrazu oraz *Planowanie Ochrony Krajobrazu* na studiach 2 st. kierunku Ogrodnictwo, dla których przygotowałam autorskie treści programowe [zał. 4., poz. III.C., nr 2–5].

Prowadziłam i/lub nadal prowadzę ćwiczenia z przedmiotów: *Ekologia, Ekologia i Ochrona Środowiska, Fauna w krajobrazie, Zwierzęta i ich siedliska, Waloryzacja przyrodnicza, Zarządzanie Ochroną Środowiska* oraz *Ocena wpływu inwestycji na środowisko*; dla studentów kierunków Architektura Krajobrazu, Ogrodnictwo oraz Ochrona Środowiska Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Ponadto prowadziłam ćwiczenia z *Zoologii Bezkręgowców, Zoologii Kręgowców, Organologii i Architektoniki Zwierząt, Bioróżnorodności Świata Roślin i Zwierząt, Adaptacji Organizmów do Środowiska* oraz *zajęcia terenowe* dla studentów kierunków Biologia oraz Ochrona Środowiska Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach [zał. 4., poz. III.C., nr 6].

Na macierzystym wydziale pracuję w „Zespole ds. jakości kształcenia” dla kierunku Architektura Krajobrazu [zał. 4., poz. III.C., nr 1].

Byłam promotorem **3 prac magisterskich** oraz **17 prac inżynierskich** [zał. 4., poz. III.D.].

W aspekcie podnoszenia kwalifikacji zawodowych ukończyłam kurs pedagogiczny na Wydziale Biologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach, dający mi uprawnienia do nauczania biologii w szkole średniej i gimnazjum. Ukończyłam również studia podyplomowe z Dietetyki i Planowania Żywienia na Wydziale Nauk o Żywności i Żywieniu Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Ich wybór związany był z moimi zainteresowaniami osobistymi, naukowymi i dydaktycznymi dotyczącymi ekologicznych metod produkcji żywności, żywności funkcjonalnej oraz właściwości leczniczych roślin. Studia te dały mi ponadto uprawnienia do nauczania przedmiotów zawodowych.

W ramach działalności organizacyjnej jestem członkiem Zarządu Głównego Polskiego Towarzystwa Entomologicznego i pełnię funkcję skarbnika. Ponadto jestem członkiem Polskiego Towarzystwa Botanicznego, Śląskiego Towarzystwa Entomologicznego oraz Górnośląskiego Towarzystwa Przyrodniczego im. A. Czudka [zał. 4., poz. III.B.].

Z ramienia katedry, gdzie jestem zatrudniona, organizowałam 2 ogólnopolskie konferencje naukowe z cyklu „*Ochrona owadów w Polsce*” [zał. 4., poz. III.A.].

Brałam również udział w wydarzeniach promujących naukę i kształcenie (*Fascynujący Dzień Roślin* [zał. 4., poz. III.C., nr 7]; Wydziałowych Piknikach Ogrodników [zał. 4., poz. III.H., nr 1] oraz Dzień Ogrodnika i Architekta Krajobrazu na Wydziale Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu) [zał. 4., poz. III.C., nr 8].

PIŚMIENNICTWO

- ACHREMOWICZ J. 1972. Mszyce (Homoptera, Aphidoidea) Niziny Wielkopolsko-Kujawskiej II. *Fragmenta Faunistica*, 18: 361–392.
- ACHREMOWICZ J. 1986. Materiały do poznania fauny mszyc (Homoptera, Aphidoidea) Lubelszczyzny. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 329: 69–91.
- BARBAGALLO S., PATTI I. 1993. Note faunistiche sugli Afidi (Homoptera Aphidoidea) della Puglia (Italia sud-orientale). *Bollettino di Zoologia Agraria e di Bachicoltura* (Ser. II) 25(2): 213–243.
- BARBAGALLO S., STROYAN H.L.G. 1982. Osservazioni biologiche, ecologiche e tassonomiche sull'afidofauna della Sicilia. *Frustula Entomologica*, 3(XVI): 1–182.
- BIOMAP. 2016. Mapa Bioróżnorodności. <http://baza.biomap.pl/pl/db>
- BLACKMAN R. L., EASTOP V. F. 2017. Aphids on the World's Plants. An online identification and information guide. <http://www.aphidsonworldsplants.info/>
- BOZHKO M.P. 1963. Kseromorfnye tli (Homoptera, Aphidoidea) stepnoj zony Ukrainy i soobrazheniya ob ikh proiskhozhdenii. *Trudy Biologicheskogo Fakulteta Kharkov'skovo Univiersiteta*, 36: 108–143.
- BREDENKAMP G.J., SPADA F. & KAZMIERCZAK E. 2002. On the origin of northern and southern hemisphere grasslands. *Plant Ecology*, 163 (2): 209–229. DOI: 10.1023/A:1020957807971
- BRUNDRETT M.C., KENDRICK B. 1987. The relationship between the ash bolete (*Boletinus merulioides*) and an aphid parasitic on ash tree roots. *Symbiosis*, 3: 315–320.
- COLLINGE S. K. 2000. Effects of grassland fragmentation on insect species loss, colonization, and movement patterns. *Ecology*, 81: 2211–2226.
- COUPLAND R.T. (ed.). 1993 Natural Grasslands: Eastern hemisphere and resume. Series: Ecosystems of the World. Elsevier, Amsterdam: 1–584.
- CREMENE C., GROZA G., RAKOSY L., SCHILEYKO A. A., BAUR A., ERHARDT A., BAUR B. 2005. Alterations of steppe-like grasslands in Eastern Europe: a threat to regional biodiversity hotspots. *Conservation Biology*, 19: 1606–1618.
- CWENER A., SUDNIK-WÓJCIKOWSKA B. 2012. Flora Polski. Rośliny kserotermiczne. Multico. Oficyna Wydawnicza, Warszawa: 1–316.
- CZYŁOK A., WOJCIECHOWSKI W. 1987. Communities of aphids (Homoptera, Aphidoidea) of the xerothermic vegetation in Niecka Nidziańska. *Acta Biologica Silesiana*, 6(23): 37–41.
- EUROPEAN COMMISSION 2013. Interpretation Manual of European Union Habitats, version EUR 28. <http://ec.europa.eu/environment/nature/legislation/habitatsdirective/docs/>
- FAVRET C. 2017. Aphid Species File. <http://aphid.speciesfile.org>
- FORMAN R. T. T. 1995. Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions. Cambridge University Press, Cambridge: 1–632.
- GŁOWACIŃSKI Z., NOWACKI J. 2004. Polska Czerwona Księga Zwierząt. Bezkręgowce. Instytut Ochrony Przyrody PAN, Akademia Rolnicza w Poznaniu, Kraków: 1–447.
- GRABIŃSKI T. & SOKOŁOWSKI A. 1981. The effectiveness of some signal identification procedures. In: Kunt M. & de Coulon F. (eds), Signal Processing: Theories and Applications. Proceedings of Eusipco-80, the First European Signal Processing Conference; 16–18 September 1980; Ecole Polytechnique Federale de Lausanne, Lausanne, Switzerland, North-Holland Publishing Co, Elsevier Science Ltd, Amsterdam: 617–623.
- HAŁAJ R. 1991. Fauna mszyc (Homoptera, Aphidoidea) torfowisk „Mszary Izerskie” i „Zieleniec – Topieliska” w polskich Sudetach. *Acta Biologica Silesiana*, 18(35): 126–132.
- HAŁAJ R. 1993. The fauna of aphids (Homoptera, Aphidinea) of the selected high peat-bogs in the Polish Carpathians. *Acta Biologica Silesiana*, 22(39): 92–104.
- HAŁAJ R. 1996a. Mszyce (Sternorrhyncha: Aphidinea) rezerwatu przyrody „Winiary Zagojskie” w Niece Nidziańskiej (Wyżyna Małopolska). *Acta Entomologica Silesiana*, 4(1-2): 8–10.
- HAŁAJ R. 1996b. Nowe gatunki mszyc (Sternorrhyncha: Aphidinea) dla Niecki Nidziańskiej. *Acta Entomologica Silesiana*, 4(1-2): 24.
- HAŁAJ R., OSIADACZ B. 2014. Mszyce – ważne ogniwo prawidłowo funkcjonującego ekosystemu. *Przyroda Górnego Śląska*, 78: 8–10.

- HAŁAJ R., OSIADACZ B. 2016. Hemiptera. Aphidomorpha. Aphidoidea. Hormaphididae, Mindaridae, Phloeomyzidae, Thelaxidae. *Keys for the Identification of Polish Insects*, XVII(5c): 1–163.
- HAŁAJ R., WOJCIECHOWSKI W. 1996. Zgrupowania mszyc (Homoptera, Aphidinea) związane ze zbiorowiskami murawowymi z klas *Festuco-Brometea* i *Sedo-Scleranthetea* Wyżyny Częstochowskiej. *Acta Biologica Silesiana*, 29: 83–105.
- HEIE O.E. 1980. The Aphidoidea of Fennoscandia and Denmark I. Mindaridae, Hormaphidae, Thelaxidae, Anoecidae and Pemphigidae. *Fauna Entomologica Scandinavica*, 9: 1–236.
- HEIE O.E. 1994. Why are there so few aphid species in the temperate areas of the southern hemisphere? *European Journal of Entomology*, 91:127–133.
- HOFFSTEN P. O. 2003. Rarity in boreal streams insects: patterns, causes and consequences. Umea University, Umea, Sweden: 1–136.
- HOLMAN J. 2009. Host Plant Catalog of Aphids, Palaearctic Region. Springer, Dordrecht: 1–1140.
- IVANOVSKAYA O.I. 1960. Kserobionty podtriby Aphidina (Homoptera) Sovjetskogo Soyuza. *Trudy Biologicheskogo Instituta Sibirskogo Otdelenia Akademii Nauk SSSR*, 6: 87–154.
- JÖRG E., LAMPEL G. 1988. Xerothermophile Aphiden der Schweiz und angrenzender Gebiete mit besonderer Berücksichtigung des Kantons Wallis (Homoptera, Aphidina). *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft*, 61: 43–88.
- JÖRG E., LAMPEL G. 1989. Aphids of hot, dry habitats in Switzerland. *Aphidologists Newsletter*, 24(1): 15–17.
- JÖRG E., LAMPEL G. 1990. Eastern elements in the Swiss aphid fauna (xerothermophilous steppe inhabitants). *Acta Phytopathologica Entomologica Hungarica*, 25(1-4): 351–363.
- KAŹMIERCZAKOWA R., ZARZYCKI K. 2001. Polska Czerwona Księga Roślin. Paprotniki i rośliny kwiatowe. Instytut Botaniki im. W. Szafera PAN, Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków: 1–664.
- KONDRACKI J. 2014. Geografia regionalna Polski. PWN, Warszawa:1–444.
- KRAUSS J., BOMMARCO R., GUARDIOLA M., HEIKKINEN R. K., HELM A., KUUSAAARI M., LINDBORG R., ÖCKINGER E., PÄRTEL M., PINO J., PÖYRY J., RAATIKAINEN K. M., SANG A., STEFANESCU C., TEDER T., ZOBEL M. 2010. Habitat fragmentation causes immediate and time-delayed biodiversity loss at different trophic levels. *Ecology Letters*, 13(5): 597–605.
- KUNZ W. 2016: *Species Conservation in Managed Habitats: The Myth of a Pristine Nature*. Wiley-VC, Weinheim: 1–300.
- KUZEMKO A. 2011. Dry Grassland of Europe: biodiversity, classification, conservation and management. 8th European Dry Grassland Meeting, 13–17 June 2011. Abstracts & Excursion Guides. Ukraine, Uman:1–99.
- LAMPEL G. 1983a. Für die Schweiz neue Blattlaus-Arten (Homoptera, Aphidina) 3. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft*, 56 (1-2): 125–162.
- LAMPEL G. 1983b. Über einige Neo- und Xerophyten und ihre Blattläuse (Aphidina) in der Schweiz. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft*, 56: 212.
- LAMPEL G., TINGUELY C. 1998. Aphids in wetland biotopes of Switzerland (fens and raised bogs). In: Nieto Nafria J.M. & Dixon A.F.G. (eds), *Aphids in Natural and Managed Ecosystems: Proceedings of the Fifth International Symposium on Aphids*, September 15th-19th, 1997, Universidad de Leon, Leon, Spain: 371–377.
- LECLANT F. 1978. Etude bioecologique des Aphides de la region mediterraneenne. Implications Agronomiques. These Doctorat es Science. Universite des Sciences et Technique du Languedoc, Montpellier: 1– 318.
- MAMONTOVA-SOLUKHA V.A. 1968. Novie vidy tlej Aphidinea (Homoptera) iz stepej Ukrainy. *Vestnik Zoologii*, 2: 33–45.
- MATUSZKIEWICZ W. 2012. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. PWN, Warszawa: 1–540.
- MAZUR M., KUBISZ D. 2000. Ochrona owadów siedlisk kserotermicznych Polski. *Wiadomości Entomologiczne*, 18, 129–137.
- MYERS N. 1988. Threatened Biotas: "Hot Spots" in Tropical Forests. *The Environmentalist*, 8(3): 187–208.
- Nieto NAFRIA J. M. 2013. Fauna Europaea: Aphidoidea. Fauna Europaea version 2.6.1. <http://www.fauna-eu.org/>

- OSIADACZ B., HAŁAJ R. 2009. The Aphids (Hemiptera: Sternorrhyncha: Aphidinea) of Poland. A Distributional Checklist. *Polish Entomological Monographs*, 6: 1–96.
- OSIADACZ B., WOJCIECHOWSKI W. 2008. Aphids (Hemiptera: Aphidinea) of the Ojców National Park. Structure and origin of fauna. The Monograph. *Annals of the Upper Silesian Museum in Bytom (Natural History)*, 18: 1–172.
- PERZANOWSKA J., KUJAWA-PAWLACZYK J. 2004. Murawy kserotermiczne (*Fetuco-Brometea* i ciepłolubne murawy z *Asplenion septentrionalis-Festucion pallescentis*). [in:] HERBICH (ed.). Murawy, łąki, ziołorośla, wrzosowiska, zarośla. Poradniki ochrony siedlisk i gatunków. Natura 2000 – podręcznik metodyczny. Vol. 3. Ministerstwo Środowiska, Warszawa: 117–139.
- PIKE N., WHITFIELD J.A., FOSTER W.A. 2007. Ecological correlates of sociality in Pemphigus aphids, with a partial phylogeny of the genus. *BMC Evolutionary Biology*, 7:185.
- RABINOWITZ D. 1981. Seven form of rarity, pp. 205–217. In: Synge H. (ed.), *The Biological Aspects of Rare Plant Conservation*, Wiley, New York: 1–586.
- RODRÍGUEZ-ESTRELLA R., BLÁZQUEZ-MORENO M.C. 2006. Rare, fragile species, small populations, and the dilemma of collections. *Biodiversity and Conservation*, 15: 1621–1625.
- STERN D.L. 1994. A phylogenetic analysis of soldier evolution in the aphid family Hormaphididae. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B: Biological Sciences*, 256: 203–209.
- SUCCOW M., JOOSTEN H. 2001. *Landschaftsökologische Moorkunde*. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart: 1–622.
- SZELEGIEWICZ H. 1964. Mszyce (Homoptera, Aphidina) Doliny Nidy. *Fragmenta Faunistica*, 11: 233–254.
- SZELEGIEWICZ H. 1968. Mszyce – Aphidoidea. Katalog Fauny Polski, XXII: 1–316.
- SZELEGIEWICZ H. 1978. Pluskwiaki równoskrzydłe – Homoptera. Mszyce – Aphidodea. Wstęp i Lachnidae. *Klucze Oznaczania Owadów Polski*, XVII(5a): 1–107.
- SZELEGIEWICZ H. 1981. Materiały do poznania kserotermofilnych mszyc Wyżyny Małopolskiej (Homoptera, Aphidoidea). *Fragmenta Faunistica*, 25(23): 423–434.
- SZELEGIEWICZ H. 1985. Pluskwiaki równoskrzydłe – Homoptera. Mszyce – Aphidodea. Chaitophoridae. *Klucze Oznaczania Owadów Polski*, XVII(5b): 1–58.
- TISTA M., FIEDLER K. 2011. How to evaluate and reduce sampling effort for ants. *Journal Insect Conservation*, 15: 547–559.
- VILCINSKAS A. 2016. *Biology and ecology of aphids*. CRS Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, Florida, USA: 1–282.
- WEINER J. 2012. *Życie i ewolucja biosfery*. Podręcznik ekologii. PWN, Warszawa: 1–610.
- WIERZBICKA M. 2015 *Ekotoksykologia*. Rośliny, gleba, metale. Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa: 1–575.

Poznań, dnia 17.07.2017

.....
podpis Wnioskodawcy