

# **Załącznik 2**

**Irena M. Grześ**

**AUTOREFERAT**

**Kraków, Listopad 2016**

**IMIONA:** IRENA MARIA  
**NAZWISKO:** GRZEŚ  
**ADRES:** UNWERSYTET ROLNICZY  
IM. HUGONA KOŁŁĄTAJA  
w Krakowie  
al. MICKIEWICZA 24/28, 30-059 KRAKÓW  
**TELEFON:** 12 662 41 59  
**E-MAIL:** [irena.grzes@ur.krakow.pl](mailto:irena.grzes@ur.krakow.pl)

## **POSIADANE DYPLOMY I STOPNIE NAUKOWE**

- X 2009                    **Uzyskanie stopnia doktora** w zakresie nauk biologicznych, praca doktorska pod tytułem "Species diversity and heavy metal tolerance in ants (Formicidae) from the area affected by the zinc smelter "Bolesław", recenzenci: prof. dr hab. Paweł Migula (Uniwersytet Śląski), prof. dr hab. Michał Woyciechowski (Uniwersytet Jagielloński). Rada Wydziału Biologii i Nauk o Ziemi Uniwersytetu Jagiellońskiego poparła wniosek recenzentów o uznanie pracy doktorskiej za wyróżniającą.
- 2004 - 2009            **Studia doktoranckie** w Instytucie Nauk o Środowisku Uniwersytetu Jagiellońskiego, Grupa Badawcza Ekotoksykologii i Ekologii Stresu pod kierunkiem prof. dr hab. Ryszarda Laskowskiego.

1999 - 2004      **Studia magisterskie** na kierunku Biologia, specjalność: ekologia, Uniwersytet Jagielloński. Tytuł pracy magisterskiej: "Strategia akumulacji metali ciężkich w organach *Gentianella germanica* z okolic Olkusza".

## ZATRUDNIENIE

X 2012 - obecnie      Zakład Zoologii Środowiskowej Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie (wcześniejsza Katedra Zoologii i Ekologii), zatrudnienie na stanowisku adiunkta naukowo-dydaktycznego.

X 2010 – IX 2012      Katedra Zoologii i Ekologii Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie, zatrudnienie na stanowisku asystenta naukowo-dydaktycznego.

## DOROBEK WCHODZĄCY W SKŁAD OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO STANOWIĄCEGO PODSTAWĘ WNIOSKU HABILITACYJNEGO

Do dorobku wchodzącego w skład osiągnięcia naukowego wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.) stanowiącego podstawę wniosku habilitacyjnego włączono następujące publikacje (**1H-6H**), składające się na cykl prac powiązanych tematycznie pod tytułem:

**"Znaczenie kolonii w reakcji mrówek na środowiskowe skażenie metalami"**

Sumaryczny Impact Factor (IF) prac zgłaszanych jako osiągnięcie habilitacyjne:

**11.637**, sumaryczne punkty MNiSW: **150**

1H. **GRZEŚ I.M.**, OKRUTNIAK M. Pre-adaptive cadmium tolerance in the black garden ant. *Chemosphere* (2016)148:316-321

IF: 3,698; MNiSW: 35

2H. **GRZEŚ I.M.**, OKRUTNIAK M. No effect of Zn-pollution on the energy content in the black garden ant. *Ecotoxicology* (2016) 25:623–632

IF: 2,329; MNiSW: 30

3H. **GRZEŚ I.M.**, OKRUTNIAK M., WOCH M.W. Monomorphic ants undergo within-colony morphological changes along the metal pollution gradient. *Environmental Science and Pollution Research* (2015) 22:6126-6134

IF: 2,760; MNiSW: 30

4H. **GRZEŚ I.M.**, OKRUTNIAK M., SZPIŁA P. Fluctuating asymmetry of the yellow meadow ant along a metal-pollution gradient. *Pedobiologia - Journal of Soil Ecology* (2015) 58:195–200

IF: 1,535; MNiSW: 25

5H. **GRZEŚ I.M.**, OKRUTNIAK M., STERNALSKI J., BANASIAK M., PISZCZEK P. Body size in males of the ant *Lasius niger* (Hymenoptera: Formicidae) along a metal pollution gradient. *Environmental Entomology* (2016) 1-5 doi: 10.1093/ee/nww129

IF: 1,315; MNiSW: 30

Proszę również o uwzględnienie w niniejszym cyklu publikacji jednej publikacji spoza listy JCR:

6H. **GRZEŚ I.M.**, OKRUTNIAK M. ANTOSIK G. Body size of the monomorphic ant *Lasius niger*: young colonies along a metal pollution gradient. Psyche - A Journal of Entomology (2015), Article ID 873415

czasopismo w wolnym dostępie, liczba prac akceptowanych: 30%

## **PREZENTACJA PRAC ZGŁASZANYCH W RAMACH DOROBKU HABILITACYJNEGO**

Mrówki są ważną grupą bezkręgowców wchodzącą w skład fauny terenów pogórnicych. Uderzającym faktem jest to, że mrówki potrafią utrzymywać reprodukujące się kolonie nawet na terenach, które przez swoje wysokie skażenie metalami są skrajnie niekorzystne dla wielu innych grup bezkręgowców. Mrówki żyjące na terenach skażonych są warte badań nie tylko ze względu na przypuszczalnie wysoką tolerancję na metale, ale również dlatego, że mogą stanowić dogodny obiekt badań w celu testowania ważnych i znanych z literatury hipotez badawczych dotyczących toksyczności, adaptacji oraz interakcji międzygatunkowych na zanieczyszczonych terenach. Pobieranie prób mrówek z terenu jest stosunkowo łatwe; mrówki występują w licznych populacjach, co daje możliwość zebrania dużej liczby powtórzeń. Ponadto, żyjąc w koloniach stacjonarnych mogą być szczególnie narażone na działanie zanieczyszczeń, których nie mogą łatwo uniknąć.

Dwa fakty dotyczące biologii mrówek są szczególnie warte podkreślenia. Pierwszy z nich to życie w grupie spokrewnionych osobników, co jest charakterystyczne dla wszystkich owadów eusocjalnych (Hölldobler i Wilson 1990).

Kolonie mrówek są wieloletnie, a w naszej strefie geograficznej są zazwyczaj związane z glebą i złożone z setek do miliona osobników. Drugim istotnym faktem jest podział pracy między członkami kolonii, co pociąga za sobą behawioralne role poszczególnych grup osobników (kast) i determinuje szereg cech morfologicznych, stanowiąc tym samym unikatowy przykład różnorodności morfologicznej w obrębie spokrewnionych osobników jednego gatunku. Pomimo tego, że pytanie co jest podmiotem selekcji u mrówek: osobnik czy cała kolonia jest wciąż otwarte (West i in. 2007) mrówki znacznie różnią się w swojej ogólnej biologii od innych owadów, co daje możliwość testowania oryginalnych hipotez badawczych z zakresu ekologii ewolucyjnej. Oba fakty dotyczące mrówek, zarówno społeczny sposób życia jak i morfologiczne oraz behawioralne różnice między kastami, powinny być brane pod uwagę w badaniach nad odpowiedzią tych organizmów na zaburzenia środowiska spowodowane przez człowieka.

Opublikowane prace proponowane jako osiągnięcie naukowe będące podstawą postępowania habilitacyjnego, są wynikiem pięcioletnich badań przeprowadzonych w Zakładzie Zoologii Środowiskowej (wcześniej: Katedra Zoologii i Ekologii) w latach 2011-2016. Badania zostały przeprowadzone w okolicach Olkusza w Małopolsce. W wyniku działalności huty ZGH „Bolesław” gleba na tym terenie jest zanieczyszczona metalami, przede wszystkim cynkiem, kadmem, ołowiem oraz miedzią. Metale te pobierane są przez producentów i mogą wywoływać toksyczne efekty na kolejnych poziomach troficznych. Badania wykonane w ramach mojego doktoratu pokazały, że na terenach okolic huty „Bolesław” występują łącznie 22 gatunki mrówek, z czego najpospolitszym gatunkiem na terenach otwartych jest hurtnica zwyczajna *Lasius niger* (Załącznik 4, pozycja 12). Gatunek ten oraz gatunek

pokrewny podziemnica zwyczajna *Lasius flavus* zostały obrane jako obiekt badawczy w publikacjach proponowanych jako osiągnięcie habilitacyjne.

Ponieważ kolonia jest ważnym poziomem organizacji biologicznej u owadów społecznych, w omawianych badaniach postawiłam za cel ustalenie znaczenia tego poziomu organizacji w tłumaczeniu zmienności takich cech jak wartość kaloryczna oraz cech morfologicznych takich jak wielkość ciała i niestabilność rozwojowa. Cechy te mogą podlegać kierunkowym zmianom na terenach skażonych, stanowiąc odpowiedź organizmów na obecność zanieczyszczeń. Inaczej mówiąc, ogólnym celem moich badań było uzyskanie odpowiedzi na pytanie: czy cechy mrówek związane z kolonią przyczyniają się do tolerancji na skażenie metalami u tych owadów oraz jak duże jest zróżnicowanie tych cech między koloniami na terenach skażonych? Omawiane badania zostały podzielone na następujące zagadnienia, w których zawarłam szczegółowe pytania badawcze:

## **Zagadnienie 1**

Najbardziej podstawowym pytaniem dotyczącym reakcji mrówek na skażenia metalami jest ich tolerancja, zaś spodziewanym skutkiem toksyczności metali jest zwiększona śmiertelność. Robotnice pochodzące z terenów skażonych powinny wykazywać większą odporność na skażenie niż mrówki pochodzące z terenów nieskażonych, wskutek czego śmiertelność mrówek ekspozowanych na skażony pokarm powinna być odwrotnie skorelowana ze skażeniem w miejscu pochodzenia. Taki wynik wskazywałby zwiększoną tolerancję na metale na terenach skażonych. Wyniki dotyczące tego zagadnienia zostały opublikowane w pracy **1H**.

## **Zagadnienie 2**

W obrębie kolonii część energii uzyskanej z pokarmu wydatkowana jest na produkcję. Testowano czy w odpowiedzi na skażenie może dochodzić zwiększonej

alokacji energii w kasty seksualne kosztem robotnic. Testowano również czy zmiany wielkości ciała robotnic w obrębie kolonii (jeśli występują) mogą mieć znaczenie przystosowawcze na terenach skażonych. Wyniki testowania powyższych pytań opublikowane są w pracach **2H i 3H**.

### Zagadnienie 3

Czy zanieczyszczenie metalami oddziałuje na wielkość ciała robotnic oraz samców mrówki *Lasius niger*? Czy wpływ metali na wielkość ciała robotnic różni się między koloniami w różnym wieku? Wyniki testowania powyższych pytań badawczych zostały opublikowane w pracach **5H i 6H**.

### Zagadnienie 4

Czy obecność metali w środowisku zwiększa poziom niestabilności rozwojowej u mrówek? Jak jest zróżnicowanie poziomu niestabilności rozwojowej między koloniami? Czy przypadki niewykazania związku między niestabilnością rozwojową a skażeniem u innych owadów (np. Arambourou i in. 2012) mogą być tłumaczone wysoką presją doboru na badane cechy? Wyniki tych badań opublikowane zostały w pracy **4H**.

Aby odpowiedzieć na pytania zawarte z Zagadnieniu 1 (publikacja **1H**) przeprowadziłam eksperyment laboratoryjny na robotnicach mrówki *Lasius niger* pochodzących z 19 stanowisk położonych wzdłuż gradientu skażenia kadmem (od 3 do ok.40 mg/kg). Robotnice były karmione pokarmem skażonym kadmem. Użyłam inkubatorów z fotoperiodym 12/12 oraz standardowych metod utrzymywania robotnic w warunkach laboratoryjnych opisanych w publikacji z wcześniejszych badań (Załącznik 4, pozycja 7). Śmiertelność robotnic była oceniona po 14 dniach ekspozycji. Jako pozytywnej kontroli użyłam pokarmu zanieczyszczonego cynkiem w



stężeniu 14 000 mg/kg Zn s.m. Tolerancja na kadm u badanych robotnic okazała się bardzo wysoka; nawet najwyższa dawka Cd w pokarmie tj. 1290 mg/kg Cd nie powodowała statystycznie wyższej śmiertelności w porównaniu z grupą kontrolną. Jednocześnie, przeciwnie do oczekiwań, robotnice pochodzące z najbardziej zanieczyszczonych terenów nie wykazywały statystycznie wyższej tolerancji kadmu niż robotnice pochodzące z terenów niezanieczyszczonych. Wyniki sugerują, że tolerancja na Cd u badanych mrówek ma charakter pre-adaptacji.

Aby uzyskać odpowiedzi na pytania postawione w Zagadnieniu 2 (publikacje **2H** i **3H**) przeprowadziłam dwa niezależne badania na mrówkach zebranych w terenie. Pierwsze z nich (**2H**) było zaprojektowane dla przetestowania relacji między zasobami energetycznymi mrówek (wyrażonymi jako wartość kaloryczna) w kastach i stadiach rozwojowych mrówki *L. niger* tj. w poczwarkach oraz imago robotnic, samców i samic. Kolejne badania (**3H**) dotyczyły szczegółowego opisu wielkości ciała robotnic mrówki *L. niger* (wyrażonymi jako szerokość głowy) pochodzących z 51 dojrzałych kolonii, tj. produkujących samce i samice, rozmieszczonych wzdłuż gradientu zanieczyszczenia środowiska cynkiem. Pomiary wielkości ciała zostały wykonane przy pomocy mikroskopu metalograficznego i komputerowej analizy obrazu. Badania wartości kalorycznej mrówek zostały wykonane w Katedrze Fizjologii Zwierząt i Ekotoksykologii Uniwersytetu Śląskiego. Oczekiwano, że kolonie poddane zanieczyszczeniu i mające przez to zwiększone wydatki energetyczne z tytułu detoksykacji, mogą alokować więcej zasobów energetycznych w kasty seksualne (samce i przyszłe królowe) niż w robotnice. Taka strategia byłaby korzystna, ponieważ formy seksualne są jedynym źródłem propagacji genów do przyszłych pokoleń. Na podstawie uzyskanych wyników nie stwierdziłam zmian w alokacji energii, ponieważ interakcja między badaną kastą a poziomem skażenia w

miejscu pochodzenia była nieistotna. Wykazałam jednak statystyczną istotność czynnika kolonii w tłumaczeniu zmienności w wartości kalorycznej badanych mrówek. Wyniki przedstawione w publikacji **3H** wykazały natomiast, że frekwencja stosunkowo niewielkich robotnic wzrastała w gradiencie stężeń, co oznacza, że kolonie pochodzące z najbardziej skażonych stanowisk produkują raczej relatywnie małe robotnice niż robotnice duże, mimo że *L. niger* jest gatunkiem monomorficznym. Wynik ten sugeruje względną zmianę w wielkości ciała robotnic na poziomie kolonii wzdłuż gradientu zanieczyszczenia metalami.

Trzecie pytanie (publikacje **5H** i **6H**) również dotyczyło problemu wpływu zanieczyszczenia na wielkość ciała mrówek. Testowałam czy powyżej opisany wzrost częstości występowania relatywnie małych mrówek w gradiencie zanieczyszczenia metalami stwierdzony w gniazdach dojrzałych (**3H**) występuje również w gniazdach niedojrzałych, tj. koloniach małych i nieprodukujących jeszcze kast seksualnych. Wyniki pokazały, że robotnice z gniazd niedojrzałych nie wykazały spodziewanego wzrostu frekwencji mrówek małych, podobnego do tego, który stwierdzono wcześniej w gniazdach dojrzałych. Wysłano hipotezę, że jest to wynik napięć w alokacji energii w gniazdach dojrzałych z racji intensywnej produkcji samców i samic, co daje mniej zasobów na wychowywanie robotnic. W drugiej publikacji (**5H**) sprawdziłam, czy wielkość ciała samców mrówki *L. niger* koreluje z poziomem skażenia w miejscu ich pochodzenia. Samce u mrówek są haploidalne i różnią się od robotnic w sensie behawioralnym i morfologicznym. Samce występują tylko w gniazdach dojrzałych, pojawiają się sezonowo i są karmione przez robotnice. Badania te nie pokazały związku między zanieczyszczeniem a wielkością ciała. Tak więc, wielkość ciała u mrówki *L. niger* podlega zmianom w gradiencie skażenia metalami zależnie od dojrzałości gniazda oraz od rozpatrywanej kasty.

Pytanie czwarte dotyczące związku między asymetrią fluktuacyjną (ang. fluctuating asymmetry, FA) było rozpatrywane w badaniach na mrówce *Lasius flavus* pochodzącej z 17 stanowisk rozmieszczonych wzdłuż gradientu zanieczyszczenia cynkiem (4H). Mierzono długość prawego i lewego oka u robotnic. Zakładano, że na skutek toksycznego działania metali zaburzającego procesy prawidłowego rozwoju asymetria fluktuacyjna powinna zwiększać się ze wzrostem skażenia. Wielkość oczu u badanej mrówki znajduje się pod niskim naciskiem doboru, ponieważ dorosłe robotnice w bardzo niewielkim stopniu furazują poza gniazdem (Czechowski i in. 2012). Stąd też spodziewałam się, że asymetria oczu badanej mrówki powinna być bardziej wyraźna niż w przypadku innych cech, takich jak odnóża lub czułki. Hipoteza ta nie została jednak potwierdzona przez uzyskane wyniki; nie znaleziono istotnej korelacji między stopniem asymetrii oczu a skażeniem. Co więcej, zróżnicowanie w stopniu asymetrii zarówno między koloniami jak i między stanowiskami było bardzo niewielkie i utrzymywało się na porównywalnym poziomie wzdłuż gradientu zanieczyszczenia metalami. Wynik ten sugeruje, że mechanizm determinujący symetrię oczu u badanej mrówki jest wciąż aktywny mimo zredukowania tej cechy. Badania były przeprowadzone na relatywnie dużej próbie, zmierzono 924 robotnice. Przeprowadzona przeze mnie analiza mocy testu oparta na symulacjach wykazała, że przy pomocy zastosowanej próby możliwe było wykazanie istotności tak słabego związku między wielkością ciała a zanieczyszczeniem, jak mający nachylenie prostej regresji równy 0.0006. Test ten umacnia wnioski o braku istotnego wpływu zanieczyszczenia na zwiększenie asymetrii fluktuacyjnej u badanego gatunku.

## **Podsumowanie prac wchodzących w skład dorobku habilitacyjnego**

Podsumowując wyniki prac proponowanych jako osiągnięcie habilitacyjne (publikacje 1H-6H), kolonia, z której pochodziły badane osobniki mrówek na terenie

zanieczyszczonymi metalami, jest istotnym czynnikiem tłumaczącym wariację większości badanych parametrów, a istotność czynnika „kolonia” jest niejednokrotnie wyższa niż sam poziom skażenia metalami w danym środowisku. Zarówno wielkość ciała robotnic i samców, jak również wartość kaloryczna osobników dorosłych i larw robotnic istotnie różnią się między koloniami. Natomiast tolerancja na poziomie kolonii (ang. colony-level tolerance) nie jest wyrażona przez zmiany w alokacji energii w kasty seksualne kosztem robotnic. Ponadto, tolerancja robotnic na kadm, wyrażona przeżywalnością robotnic w eksperymencie laboratoryjnym, pomimo że jest bardzo wysoka, nie jest silniejsza u mrówek pochodzących z powierzchni najbardziej skażonych w obrębie badanego terenu, ma więc charakter preadaptacji. Wydaje się, że odpowiedź mrówek na skażenie metalami nie jest zmianą jakościową adaptującą mrówkę do życia na terenach zanieczyszczonych, a jest raczej zmianą zachodzącą w ramach istniejących mechanizmów charakteryzujących kolonie. Wysoka plastyczność biologii mrówek w różnych środowiskach jest znana w literaturze, a najnowsze badania pokazują, że nawet tak złożone zjawiska jak superkolonie mogą być tłumaczone wykorzystaniem przez mrówkę naturalnych mechanizmów funkcjonowania kolonii (Helanterä i in. 2009).

Najbardziej intrygującym wynikiem badań jest zwiększona frekwencja mrówek małych w koloniach dojrzałych mrówki *Lasius niger* na najbardziej skażonych powierzchniach gradientu zanieczyszczeń, mimo że gatunek ten jest gatunkiem monomorficznym. Adaptacyjne znaczenie tej zmiany pozostaje jednak niejasne. Możliwe, że produkowanie małych robotnic w gniazdach dojrzałych jest konsekwencją jednoczesnych inwestycji w kasty seksualne lub jest efektem toksyczności metali w trakcie wczesnych faz rozwoju larw. Obie hipotezy wymagają dalszego testowania celem wskazania bliższych przyczyn otrzymanego wyniku. Poza

powyższą zmianą frekwencji wielkości robotnic w gniazdach dojrzałych, cechy morfologiczne u mrówek wydają się być relatywnie niewrażliwe na zanieczyszczenie metalami. Wielkość ciała samców *L. niger* nie ulega zmianom w gradiencie zanieczyszczenia metalami, ale jest istotnie zależna od kolonii, z której pochodzą badane osobniki. Nie stwierdzono również oczekiwanego wzrostu poziomu asymetrii fluktuacyjnej (FA) oczu u robotnic mrówki *Lasius flavus*, mimo że badana cecha jest cechą będącą pod słabym naciskiem doboru, dlatego z praktycznego punktu widzenia FA oczu *L. flavus* nie powinna być używana jako bioindykator skażenia metalami.

Wyniki otrzymane w publikacjach **1H-6H** prowadzą również do następujących metodologicznych wniosków:

1. Analiza cech morfologicznych w kontekście zanieczyszczeń powinna brać pod uwagę nie tylko miarę tendencji centralnej rozkładu tych cech, ale również miary kształtu rozkładu. Tego typu miary są rzadko używane w badaniach ekotoksykologicznych. Jak pokazano w pracy **3H** analiza skośności rozkładu może dostarczać informacji o relatywnych zmianach frekwencji małych i dużych osobników.
2. Testowanie wpływu zanieczyszczeń na cechy morfologiczne mrówek wymaga użycia takich projektów badań, które zapewniają wysoką liczbę stopni swobody w testach statystycznych, ponieważ spodziewane efekty skażenia mogą być bardzo niewielkie, jak wykazano w badaniach opublikowanych w pracach **3H** i **4H**. W przypadku wyników negatywnych, tj. braku różnic między grupami czy korelacji między zmiennymi, analiza mocy testu może ułatwić biologiczną interpretację tego typu danych.

## OMÓWIENIE POZOSTAŁEJ DZIAŁALNOŚCI NAUKOWEJ PO OTRZYMANIU STOPNIA DOKTORA

Bezpośrednio po otrzymaniu stopnia doktora odbyłam 9-miesięczny staż podoktorski w Norweskiej Szkole Weterynarii w Oslo pod kierunkiem prof. Ericka Ropstad'a. Uczestniczyłam w projekcie badawczym mającym na celu ocenę potencjalnych zmian w regulacji genów ryby *Danio rerio* eksponowanych na mieszaniny zanieczyszczeń organicznych (ang. persistent organic pollutants, POP). W czasie stażu zapoznałam się z analizą mikromacierzy oraz z tematyką wpływu zanieczyszczeń organicznych na fizjologię kręgowców. W projekcie tym byłam odpowiedzialna za interpretację wyników w świetle aktualnej literatury przedmiotu oraz za przygotowanie manuskryptu publikacji. Byłam również zaangażowana w statystyczną analizę danych z użyciem języka programowania R, co umożliwiło mi dalszy rozwój zainteresowań dotyczących metod statystycznych. Wyniki pokazały, że pomimo znacznych różnic w składzie mieszanin użytych w eksperymencie, zmiany w regulacji ekspresji genów były porównywalne między grupami eksperymentalnymi. Wyniki pokazały również, że u *Danio rerio* aktywność genów pełniących kluczową rolę w procesach apoptozy tj. p53, casp6, casp8 oraz BAX jest również podniesiona w wyniku ekspozycji na zanieczyszczenia organiczne. Efektem omawianych badań były dwie prace oryginalne (Załącznik 4, pozycja 2 i 3).

Pomimo tego, że badania, w których uczestniczyłam w tym czasie dotyczyły molekularnych efektów zanieczyszczeń u kręgowców, byłam w dalszym ciągu zaangażowana w moje wcześniejsze badania, które dotyczyły wpływu metali na bezkręgowce, w szczególności na dzikie populacje i zespoły mrówek. Opracowałam analizy statystyczne oraz ostateczne wersje oryginalnego artykułu dotyczącego toksykokinetyki kadmu u mrówki *Myrmica rubra* (Załącznik 4, pozycja 5), jak również przygotowałam artykuł przeglądowy podsumowujący dotychczasową wiedzę o

tolerancji mrówek na metale (Załącznik 4, pozycja 8). Dwa problemy wydały mi się wciąż nierozwiązane. Pierwszym było pytanie, w jaki sposób mrówki mogą czerpać korzyści ze swojego społecznego trybu życia na terenach skażonych metalami. Drugim: czy niekwestionowane wysokie zagęszczenie mrówek, znane z terenów zanieczyszczonych, może być tłumaczone adaptacją do takich warunków wyrażoną np. w zmianach alokacji energii. Badania przeprowadzone w ramach doktoratu, jak również analiza badań innych autorów (np. Eeva i in. 2004) skłoniły mnie do wniosku, że w badaniach ekotoksykologicznych odnoszących się do odpowiedzi organizmów na skażenia metalami, mrówki nie powinny być traktowane jak „zwykłe” owady. Badania, które przeprowadziłam w ramach doktoratu dotyczyły osobniczych przystosowań do metali, natomiast potrzeba uwzględnienia społecznego trybu życia mrówek stała się punktem wyjścia w moich przyszłych badaniach.

Od 2010 roku zostałam zatrudniona na stanowisku naukowo-dydaktycznym w Katedrze Zoologii i Ekologii (obecny Zakład Zoologii Środowiskowej) Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie. W tym okresie kontynuowałam badania nad rozumieniem wpływu zanieczyszczeń na biologię mrówek jak również uczestniczyłam w badaniach innych pracowników Katedry Zoologii i Ekologii nad różnorodnością gatunkową na terenach zdegradowanych. W ramach mojego udziału opracowywałam analizy statystyczne oraz uczestniczyłam w pisaniu manuskryptów prac (Załącznik 4, pozycje 10 i 11). Kontynuowałam również współpracę z moim poprzednim ośrodkiem naukowym czyli z Instytutem Nauk o Środowisku UJ. Moja współpraca z Grupą Badawczą Ekologii Behawioralnej zaowocowała dwoma publikacjami, które dotyczyły wpływu metali na biologię dzikich zapylaczy (Załącznik 4, pozycja 4 i 6).

Badania własne przeprowadziłam w ramach grantu Narodowego Centrum Nauki Sonata (DEC-2011/01/D/NZ8/00167), którego byłam kierownikiem. Ponadto

uzyskałam fundusze w ramach „Badań Młodych” pochodzące z działalności statutowej uczelni. Badania dotyczące powyższych grantów koncentrowały się wokół dwóch aspektów. Pierwszym było zagadnienie zmian adaptacyjnych u mrówek żyjących na terenach zanieczyszczonych, natomiast drugi kierunek dotyczył wpływu metali ciężkich na wielkość ciała mrówek z rodzaju *Lasius*. Badania finansowane w ramach powyższych grantów były przeprowadzone pod moim kierownictwem, z ważnym udziałem mojego współpracownika dra Mateusza Okrutniaka oraz studentów wykonujących prace dyplomowe pod moją opieką. Badania te dotyczyły następującej tematyki:

1. Różnorodność gatunkowa mrówek w małej skali zróżnicowania terenu pod względem zanieczyszczenia metalami.
2. Porównanie śmiertelności robotnic pochodzących ze stanowisk o różnym stopniu skażenia w eksperymencie laboratoryjnym (Załącznik 4, pozycja 1H).
3. Analiza wielkości ciała robotnic i samców mrówki *Lasius niger* (Załącznik 4, pozycja 3H, 5H i 6H).
4. Asymetria fluktuacyjna cechy będącej pod niskim naciskiem doboru u mrówki *Lasius flavus* (Załącznik 4, pozycja 4H).
5. Wielkość ciała robotnic pracujących wewnątrz i na zewnątrz gniazda u monomorficznej mrówki *Lasius niger* (Załącznik 4, pozycja 1).

Tematyka wyszczególniona w punktach 2-4 jest przedmiotem prac zgłaszanych jako osiągnięcie habilitacyjne. Wyniki tych badań zostały omówione wcześniej. Odrębnym zagadnieniem pozostającym w kręgu moich zainteresowań, poza tematyką skażeń, był podział pracy u mrówek i jej związek z wielkością ciała. Wcześniejsze badania pokazały, że u monomorficznych gatunków mrówek *Trachymyrmex septentrionalis* oraz *Temnothorax rugatulus* może występować różnica w wielkości ciała między



robotnicami pracującymi wewnątrz i na zewnątrz gniazda. Podobną prawidłowość potwierdziłam dla mrówki *Lasius niger* (Załącznik 4, pozycja 1).

Obok powyższych badań współpracowałam również z dr Jouni Sorvari z Uniwersytetu w Kuopio w Finlandii, który posiada znaczny dorobek badawczy dotyczący ekologii stresu u mrówek. W czasie mojego jednomiesięcznego pobytu na Uniwersytecie w Kuopio byłam zaangażowana w pracę laboratoryjną badającą wartość kaloryczną u samic mrówki *Lasius niger*, mającą na celu ocenę ich odporności na suszę. Inne badania, w które byłam zaangażowana, dotyczyły ochrony przyrody. Pierwsze z nich miało na celu zbadanie wpływu inwazyjnej rośliny *Solidago sp.* na aspekty życia mrówek. Badania te były przeprowadzone wspólnie z dr Magdaleną Witek z Muzeum i Instytutu Zoologii PAN w Warszawie. Wstępne wyniki sugerują zmiany w strategii życiowej *Myrmica rubra* żyjącej na łąkach dotkniętych inwazją roślin *Solidago* (wyniki nieopublikowane). Natomiast drugie badania były realizowane w ramach współpracy z Regionalną Dyрекcją ochrony Środowiska w Krakowie, projekt LIFE+ pt. „Ochrona siedlisk kserotermicznych w obszarach Natura 2000 na wyżynie Miechowskiej”, (LIFE12 NAT/PL/000053). Ich celem było zbadanie wpływu czynnej ochrony muraw przez wypas zwierząt gospodarskich na różnorodność gatunkową fauny mrówek. Wstępne wyniki pokazały, że wypas zwierząt na powierzchniach objętych badaniami nie powoduje zmniejszenia liczby gatunków i ogólnej liczebności występujących tam mrówek (wyniki nieopublikowane).

## **OMÓWIENIE DZIAŁALNOŚCI NAUKOWEJ PRZED OTRZYMANIEM STOPNIA DOKTORA**

W 2004 roku ukończyłam studia magisterskie na kierunku Biologia, specjalność ekologia, na Uniwersytecie Jagiellońskim w Krakowie. Obroniłam pracę magisterską pod tytułem "Strategia akumulacji metali ciężkich w organach

*Gentianella germanica* z okolic Olkusza”. Badania przeprowadzone w ramach pracy magisterskiej dotyczyły częściowo pomiarów cech morfologicznych *G. germanica*, które potencjalnie mogłyby różnić populację hałd cynkowo-ołowiowych od populacji kontrolnych. Wyniki tych badań zostały opublikowane w czasopiśmie *Plant Species Biology* (Załącznik 4, pozycja 14). W czasie przygotowywania pracy magisterskiej zdobyłam doświadczenie z zakresu toksyczności metali, adaptacji do skażeń oraz metod statystycznej analizy danych. W czasie moich studiów magisterskich odbyłam 5-miesięczny staż studencki w pod kierunkiem dr Agnieszki Doroszuk w Zakładzie Nematologii Uniwersytetu w Wageningen w Holandii. Brałam udział w eksperymencie laboratoryjnym mającym na celu opracowanie genetycznej mapy fitness u nicienia *Cenorhabditis elegans*.

W 2004 roku zostałam przyjęta na studia doktoranckie w Instytucie Nauk o Środowisku Uniwersytetu Jagiellońskiego i rozpoczęłam badania w Grupie Badawczej Ekotoksykologii i Ekologii Stresu pod kierunkiem prof. Ryszarda Laskowskiego. Grupa badawcza była zaangażowana w wiele kierunków badań, dotyczących m.in. mikrobiologii gleb zanieczyszczonych, wpływu metali na fizjologię bezkręgowców oraz ich adaptacji do skażeń, jak również toksyczności pestycydów. Ważnym aspektem tych badań był ewolucyjny kontekst odpowiedzi bezkręgowców na skażenia metalami, co pokrywało się z moimi zainteresowaniami. Jako obiekt badawczy w pracy doktorskiej wybrałam mrówki ze względu na ich duże zagęszczenie i powszechność na terenach skażonych oraz stosunkowo łatwe metody oznaczania gatunków.

W 2008 podjęłam staż naukowy na University of South Bohemia, Republika Czeska, gdzie pod kierunkiem prof. Jana Frouza pracowałam nad zagadnieniem

zmian w wielkości ciała u mrówki *Myrmica rubra* na terenach zdegradowanych. W czasie tego pobytu poznałam metody pomiarów morfologicznych u mrówek.

W 2009 roku obroniłam z wyróżnieniem pracę doktorską pod tytułem "Species diversity and heavy metal tolerance in ants (Formicidae) from the area affected by the zinc smelter <Bolesław>". Praca dotyczyła różnorodności gatunkowej, toksykokinetyki metali oraz biologii rozwoju u mrówek na terenach skażonych metalami. Terenem badawczym były okolice huty Bolesław w okolicach Olkusza w Małopolsce. Wbrew oczekiwaniom różnorodność gatunkowa mrówek rosła w gradiencie stężeń metali (Załącznik 4, pozycja 12), co jest wynikiem bardzo rzadko opisywanym w przypadku innych bezkręgowców (np. Migliorini i in. 2004). Badania innych autorów sugerowały wrażliwość biegaczy na terenach zanieczyszczonych. Wysunięto hipotezę, że spadek liczebności biegaczy może tłumaczyć zwiększenie różnorodności gatunkowej mrówek na drodze tzw. wyzwolenia ekologicznego. Badania nad akumulacją metali pokazały również, że badane gatunki mrówek tj. *Myrmica rubra*, *Lasius flavus* oraz *Formica cunicularia* są zdolne do aktywnego usuwania kadmu (Załącznik 4, pozycja 13).

## DANE BIBLIOMETRYCZNE ODZWIERCIEDLAJĄCE CAŁOŚĆ DOTYCHCZASOWEJ DZIAŁALNOŚCI NAUKOWEJ

Mój dorobek naukowy dotyczący prac znajdujących się na liście JCR obejmuje 3 prace oryginalne opublikowane przed uzyskaniem stopnia doktora oraz 17 prac opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora, jak również jeden rozdział w monografii, 3 prace oryginalne spoza listy JCR oraz dwa artykuły popularno-naukowe.

Dane bibliometryczne<sup>a</sup> odzwierciedlające moją aktywność naukową:

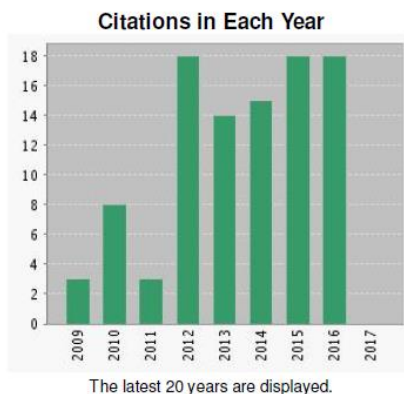
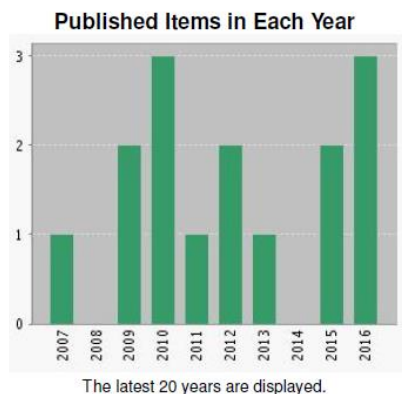
1. Sumaryczny impact factor (IF) wszystkich publikacji naukowych według listy Journal Citation Reports (JCR)<sup>b</sup> – **36,713**  
- w tym dla prac proponowanych jako osiągnięcie habilitacyjne – **11,64**
2. Sumaryczna liczba punktów wszystkich publikacji MNiSW<sup>c</sup> – **449**  
- w tym dla prac proponowanych jako osiągnięcie habilitacyjne – **150**
3. Liczba cytowań publikacji według bazy Web of Science (WoS) bez autocytowań – **68**
4. Indeks Hirscha<sup>d</sup> według bazy Web of Science (WoS) – **7**

<sup>a</sup>Opis indywidualnego wkładu habilitanta w powstanie każdej z wieloautorskich publikacji znajduje się w Załączniku 4 (Wykaz opublikowanych prac naukowych).

<sup>b</sup>Wartość IF wg JCR podano zgodnie z rokiem opublikowania pracy.

<sup>c</sup>Punktację MNiSW dla poszczególnych publikacji podano zgodnie z punktacją określoną w wykazie czasopism naukowych obowiązującym na koniec roku kalendarzowego, w którym ukazała się publikacja. W publikacjach z 2016 roku użyto punktacji z roku poprzedzającego.

<sup>d</sup>Dane z dnia: 02.11.2016



Results found: 15  
 Sum of the Times Cited [?]: 97  
 Sum of Times Cited without self-citations [?]: 68  
 Citing Articles [?]: 67  
 Citing Articles without self-citations [?]: 56  
 Average Citations per Item [?]: 6.47  
 h-index [?]: 7

Typ publikacji	Przed uzyskaniem stopnia doktora			Łącznie po uzyskaniu stopnia doktora			Stanowiące dorobek habilitacyjny		
	Liczba	IF	MNiSW	Liczba	IF	MNiSW	Liczba	IF	MNiSW
Artykuły z listy JCR	3	4,365	40	14	32,348	398	5	11,637	150
Inne artykuły oryginalne				3		11	1		
RAZEM	3	4,365	40	17	32,348	409	6	11,637	150

## LITERATURA

Arambourou, H., Beisel, J.-N., Branchu, P., Debat, V., 2012. Patterns of Fluctuating asymmetry and shape variation in *Chironomus riparius* (Diptera, Chironomidae) exposed to nonylphenol or lead. PLoS One 7.

Czechowski, W., Czechowska, R.A., Vepsäläinen, W., 2012. The Ants of Poland. Natura optima dux Foundation, Warszawa, Poland, pp. 252–290.

Eeva, T., Sorvari, J., Koivunen, V., 2004. Effects of heavy metal pollution on red wood ant (*Formica* s. str.) populations. Environmental Pollution 132, 533–539.

Helanterä, H., Strassmann, J.E., Carrillo, J., Queller, D.C., 2009. Unicolonial ants: where do they come from, what are they and where are they going? Trends in Ecology & Evolution 24, 341-349.

Holldöbler B., Wilson E.O., 1990. The Ants. Harvard University Press, Massachussets.

Migliorini, M., Pigino, G., Bianchi, N., Bernini, F., Leonzio, C., 2004. The effects of heavy metal contamination on the soil arthropod community of a shooting range. Environmental Pollution 129, 331-340.

West, S.A., Griffin, A.S., Gardner, A., 2007. Social semantics: altruism, cooperation, mutualism, strong reciprocity and group selection. Journal of Evolutionary Biology 20, 415-432.

Kraków 30.11.2016r

*I. Grześ*

---

*Irena Grześ*