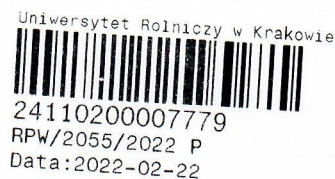


dr hab. Magdalena Lubiarz, prof. KUL  
Katedra Ochrony Środowiska Przyrodniczego i Krajobrazu  
Wydział Nauk Ścisłych i Nauk o Zdrowiu  
Katolicki Uniwersytet Lubelski Jana Pawła II

Lublin, 17.02.2022 r.



**Recenzja pracy doktorskiej mgr inż. Anny Mielczarek**  
**pt. *Bioakumulacja metali ciężkich pochodzenia antropogenicznego***  
**w wybranych gatunkach owadów**  
**wykonanej pod kierunkiem dr hab. inż. Elżbiety Wojciechowicz-Żytko**

Recenzja została wykonana na podstawie pisma Pana prof. dr hab. inż. Marcina Rapacza, przewodniczącego Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie, z dnia 8 grudnia 2021 roku (uchwała nr 89/2021).

Zanieczyszczenia antropogeniczne, w tym metale ciężkie, są istotnymi czynnikami wpływającymi na stan środowiska przyrodniczego i powodującymi jego skażenie. Kumulacja zanieczyszczeń w środowisku powoduje zaburzenia w funkcjonowaniu ekosystemów. Choć metale ciężkie są naturalnymi składnikami środowiska, a niektóre z nich np. cynk czy miedź mogą być istotne dla funkcjonowania organizmów żywych to rozwój technologii związanych z wydobyciem i przetwarzaniem rud tych surowców przyczynił się do znaczącego zwiększenia ich obecności w środowisku. Liczne badania potwierdzają negatywny wpływ nadmiernych koncentracji metali ciężkich na zdrowie człowieka. Wiele studiów jest poświęconych także ich oddziaływaniu na prawidłowy rozwój, wzrost i funkcjonowanie roślin oraz zwierząt. Podjęcie analiz dotyczących wpływu metali ciężkich na owady jest zasadne, gdyż jest to grupa zwierząt stanowiąca istotny składnik większości ekosystemów, a jednocześnie często zasiedlająca także tereny zdegradowane działalnością przemysłową. Ponadto owady to grupa niezwykle zróżnicowana, więc różnorodnie reagująca na poszczególne czynniki antropopresji. W związku z tym wybór błonkówek i muchówek przez Doktorantkę jako przedmiotu badań nad wpływem skażenia środowiska na faunę bezkręgowców jest zasadny, a podjęty temat jest jak najbardziej aktualny.

## Ocena formalna rozprawy

Przedstawiona do oceny praca doktorska została wykonana na Katedrze Botaniki, Fizjologii i Ochrony Roślin na Wydziale Biotechnologii i Ogrodnictwa Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie. Składa się ona z trzech publikacji w języku angielskim:

1. Mielczarek A., Wojciechowicz-Żytka E. 2020. Bioaccumulation of Heavy Metals (Cd, Zn, Pb) in *Polistes nimphus* (Christ, 1791) (Hymenoptera, Vespidae) Living on Contaminated Sites;
2. Mielczarek A., Mielczarek Ł., Wojciechowicz-Żytka E. 2021. The influence of heavy metals on the shape and asymmetry of wings of female *Polistes nimpha* (Christ, 1791) (Hymenoptera, Vespidae) living on contaminated sites;
3. Mielczarek A., Mielczarek Ł., Wojciechowicz-Żytka E. 2021. Hoverflies (Syrphidae: Diptera) in areas contaminated with heavy metals (Cd, Zn, Pb).

Artykuły tworzące rozprawę doktorską ukazały się w czasopismach naukowych o międzynarodowym zasięgu, a ich sumaryczny *Impact Factor* wynosi 6,4. Czasopisma *Ecotoxicology* i *Folia Horticulturae* indeksowane są w bazie SCOPUS, która uznawana jest obecnie w naszym kraju za najistotniejszą, ale także w kilkudziesięciu innych bazach m.in. Science Citation Index, Science Citation Index Expanded, AGRICOLA czy EBSCO. Z kolei czasopismo *Polish Journal of Environmental Studies* indeksowane jest w Science Citation Index Expanded, EBSCO Information Services, ELSEVIER Bibliographic Databases, czy CAB International. Warto zaznaczyć, że czasopisma, w których opublikowana została rozprawa doktorska mają tendencję wzrostową jeśli chodzi o *Impact Factor* w ostatnich pięciu latach.

Publikacje stanowiące ocenianą rozprawę doktorską są poprzedzone syntetycznym, 24-stronicowym, opisem w języku polskim wprowadzającym w zakres pracy. Wstępna część złożona jest kilku elementów, którymi są: streszczenie, wstęp, krótkie objaśnienie hipotez badawczych i celów pracy, opis przedmiotu i miejsca badań oraz zastosowanych metod, najważniejsze wyniki, wnioski, bibliografia i dorobek naukowy mgr inż. Anny Mielczarek.

W artykułach, które składają się na ocenianą rozprawę liczba autorów nie przekracza trzech, a mgr inż. Anna Mielczarek jest zawsze pierwszym autorem. Już ten fakt wskazuje na znaczący udział Doktorantki w przygotowaniu publikacji tworzących ocenianą rozprawę.



Dodatkowym potwierdzeniem wiodącej roli mgr inż. Anny Mielczarek w przygotowaniu publikacji są oświadczenia autorskie potwierdzające, że wkład pracy Doktorantki we wszystkich trzech publikacjach wynosił aż 70%. Jak wynika z załączonych oświadczeń udział Doktorantki polegał na współtworzeniu koncepcji badań, wykonaniu badań terenowych i laboratoryjnych, analizie uzyskanych wyników oraz współprzygotowaniu manuskryptów. Należy więc stwierdzić, że praca doktorska w postaci cyklu publikacji wskazuje na dobre przygotowanie Doktorantki do pracy naukowej. Mgr inż. Anna Mielczarek potrafi planować doświadczenia naukowe, prowadzić badania, interpretować wyniki oraz prezentować je, wraz z pogłębioną dyskusją, w formie artykułów naukowych.

Poza publikacjami tworzącymi rozprawę doktorską mgr inż. Anna Mielczarek opublikowała osiem innych prac naukowych i wzięła udział czterech konferencjach naukowych. Warto podkreślić, że w 2014 roku na sympozjach młodych naukowców wygłosiła referaty, po których opublikowała prace naukowe, w tym jedną stanowiącą punkt wyjścia do zagadnień podjętych w rozprawie doktorskiej.

### **Ocena merytoryczna rozprawy**

Przedstawione jako rozprawa doktorska publikacje dotyczą zagadnienia zależności pomiędzy jakością środowiska a wybranymi owadami. Pierwszym celem pracy było zbadanie wpływu koncentracji trzech metali ciężkich (kadm, cynki i ołów) w środowisku i ich akumulacji w ciele *Polistes nimpha* – społecznej błonkówki z rodziny osowatych (Vespidae). Ponadto badano wpływ skażenia środowiska wymienionymi metalami na bioróżnorodność muchówek z rodziny bzygowatych (Syrphidae). Badania dotyczące klecanki polnej przedstawiono w dwóch publikacjach, natomiast odnoszące się do bzygowatych w trzeciej. Tworzące rozprawę prace łączy temat wpływu zanieczyszczenia środowiska na owady, ich morfologię i różnorodność. Badania w ramach pracy doktorskiej prowadzono na obszarze sąsiadującym z Zakładami Górniczo-Hutniczymi „Bolesław” zlokalizowanymi w okolicach Olkusza. Wszystkie publikacje tworzące rozprawę mają klasyczny układ zawierający wprowadzenie, opis metod i materiału badawczego, prezentację wyników i dyskusję. Styl artykułów naukowych jest zwięzły, klarowny i typowy dla prac o charakterze empirycznym. Bibliografia wykorzystana do przygotowania publikacji tworzących rozprawę potwierdza, że Doktorantka ma dobrą orientację w literaturze naukowej dotyczącej podjętych zagadnień.



Pierwsza praca dotycząca klecanki polnej pt. Bioaccumulation of Heavy Metals (Cd, Zn, Pb) in *Polistes nimphus* (Christ, 1791) (Hymenoptera, Vespidae) Living on Contaminated Sites prezentuje wyniki analiz dotyczące akumulacji metali ciężkich (Cd, Pb, Zn) w organizmach tych błonkówek. Badania prowadzono w latach 2015-2016 w trzech stanowiskach zlokalizowanych w różnych odległościach od Zakładów Górniczo-Hutniczych „Bolesław”. Odławiano osobniki *Polistes nimpha* oraz pobierano próbki gleby, a następnie przeprowadzono badania pod kątem zawartości metali ciężkich zarówno w ciałach błonkówek jak i w glebie za pomocą absorpcyjnej spektrometrii atomowej. W pracy wykazano spadek zawartości badanych metali ciężkich w glebie wraz ze zwiększaniem się odległości od źródła zanieczyszczeń. Spadek ten zaobserwowano również w przypadku zawartości cynku, kadmu i ołowiu w ciałach osobników klecanki polnej. Zweryfikowano, więc wstępną hipotezę, że metale ciężkie ulegają bioakumulacji w ciele *Polistes nimpha*. Autorki wysunęły także wniosek, że błonkówka ta, ze względu na fakt, że jest gatunkiem pospolitym i zajmuje dość wysoką pozycję w łańcuchach troficznych, może być dobrym bioindykatorem skażenia środowiska metalami ciężkimi.

Druuga z prac dotycząca klecanki polnej pt. The influence of heavy metals on the shape and asymmetry of wings of female *Polistes nimpha* (Christ, 1791) (Hymenoptera, Vespidae) living on contaminated sites prezentuje bardzo interesujące dane odnoszące się do wpływu bioakumulacji metali ciężkich na asymetrię parzystych części ciała owadów. Badania prowadzono, z oczywistych względów, na samicach klecanki, które odławiano w trzech stanowiskach badawczych na przełomie lipca i sierpnia w latach 2015-2017. Zeskanowano 268 par skrzydeł za pomocą skanera Nikon Coolscan 5000 ED i opracowano do pomiarów. Z wykorzystaniem oprogramowania IndentiFly wyznaczono 17 punktów w użytkowaniu pierwszej pary skrzydeł, z pominięciem ich apikalnej części (ze względu na jej częste uszkodzenia). Do wykonania pomiarów wykorzystano oprogramowanie MorphoJ, a wielkość skrzydeł była analizowana w oparciu o centroidy, które stanowiły także podstawę do pomiarów asymetrii prawego i lewego skrzydła. Ponadto wykonano analizy zawartości metali ciężkich w ciałach owadów z wykorzystaniem dwóch spektrofotometrów absorpcji atomowej. Następnie porównano zawartość metali ciężkich (Cd, Pb, Zn) w glebie, w ciałach owadów i zmiany w morfologii pierwszej pary skrzydeł samic *Polistes nimpha*. Autorzy wykazali istotne różnice w wartościach asymetrii pierwszej pary skrzydeł w zależności od zawartości metali ciężkich (Cd, Pb, Zn) w ciałach *Polistes nimpha*. Ponadto stwierdzono istotne różnice dotyczące kształtu zaistniałych asymetrii skrzydeł pomiędzy osobnikami odłowionymi



w stanowiskach 1 i 3. Dodatkowo wykazano istotne różnice w wielkości skrzydeł *Polistes nimpha* w poszczególnych stanowiskach. Osobniki odłowione w stanowiskach 1 i 2 miały skrzydła mniejsze w porównaniu z osobnikami zebranymi na stanowisku 3, które charakteryzowało się najniższym skażeniem metalami ciężkimi (Cd, Pb, Zn). Natomiast porównanie rozmiaru i kształtu skrzydeł *Polistes nimpha* tylko w zależności od roku badawczego nie wykazało istotnych różnic (Tab. 3). Uzyskane wyniki mają istotne znaczenie, gdyż wielkość i symetryczność skrzydeł istotnie wpływają na jakość lotu owadów, co w przypadku *Polistes nimpha* przekładać się może na kondycję kolonii tych owadów.

Trzecia praca przedstawia wyniki siedmioletnich badań nad fauną muchówek z rodziny bzygowatych (Syrphidae) prowadzonych w ośmiu stanowiskach badawczych wyznaczonych w sąsiedztwie Zakładów Górniczo-Hutniczych „Bolesław”. W ramach wykonanych badań zebrano łącznie 1180 okazów bzygowatych. Wykazano występowanie 165 gatunków Syrphidae co stanowi niemal 40% fauny krajowej tych owadów. Autorzy wykazali także kilka gatunków rzadkich takich jak *Callicera aenea*, czy *Melanogaster hirtella*. Wykonane badania stanowią gigantyczną pracę o charakterze faunistycznym. Choć badania inwentaryzacyjne nie są w ostatnim czasie należycie doceniane, należy podkreślić ich doniosłość dla znajomości fauny Polski, w tym obszarów silnie przekształconych przez działalność przemysłową. W pracy porównano udział procentowy poszczególnych grup troficznych na terenie badań z obszarem Ojcowskiego Parku Narodowego i za pomocą testu ilorazu wiarygodności nie wykazano istotnych różnic. Jest to wynik, który nie potwierdza hipotezy o negatywnym oddziaływaniu skażenia środowiska metalami ciężkimi na bioróżnorodność owadów. W przeprowadzonych analizach wykazano aż 112 gatunków wspólnych dla terenu badań i Ojcowskiego Parku Narodowego. Ponadto w obu obszarach dominowały zoofagi.

Publikacje składające się na rozprawę doktorską przeszły już proces recenzyjny co potwierdza ich wartość naukową, jednakże recenzentowi przypisane jest zwrócenie uwagi na niedociągnięcia i błędy, od których oceniana rozprawa nie jest całkowicie wolna.

Wydaje się, że lepiej zawartość rozprawy oddawałby tytuł: Wpływ metali ciężkich pochodzenia antropogenicznego na wybrane gatunki owadów. Wszak Doktorantka badała nie tylko bioakumulację metali ciężkich w organizmach owadów, ale także związane z nią zaburzenia morfologii oraz wpływ skażenia środowiska na bioróżnorodność.

W publikacji pt. Bioaccumulation of Heavy Metals... w materiale i metodach podano, że za pomocą jednowymiarowej analizy wariancji zbadano różnice w zawartości metali



ciężkich w glebie w trzech stanowiskach badawczych. Jednakże ani w tekście pracy, ani w tabeli 1 nie wskazano czy różnice te są istotne i ewentualnie pomiędzy którymi stanowiskami je stwierdzono. W publikacji tej użyto także starszej łacińskiej nazwy badanej błonkówki *Polistes nimphus*, jednakże w drugiej publikacji pojawia się już obowiązująca nazwa *Polistes nimpha*.

W artykule pt. *The influence of heavy metals on the shape and asymmetry...*, podobnie jak we wcześniejszej publikacji, podano w tabeli 1 zawartość metali ciężkich w glebie w poszczególnych stanowiskach, ale nie wskazano czy stwierdzono istotne różnice pomiędzy tymi stanowiskami?

Szkoda, że w publikacji pt. *Hoverflies (Syrphidae: Diptera) in areas...* w metodyce pracy nie wyjaśniono dlaczego do porównań statystycznych obszaru badań z terenem odniesienia wybrano akurat test ilorazu wiarygodności. Ponadto porównanie procentowego udziału poszczególnych grup troficznych dla terenu badań i Ojcowskiego Parku Narodowego wraz z wynikami analizy statystycznej nie zostało zestawione w tabeli, co znacząco zwiększyłoby czytelność danych. W pracy występują niekiedy drobne błędy np. w wynikach autorzy piszą, że zoofagi (drapieżcy i pasożyty) stanowiły 46,59%, a w dyskusji ten wynik przypisywany jest tylko drapieżcom.

W przygotowanym polskim wprowadzeniu na stronie 14 pojawia się niezręczne sformułowanie: „... *na obu obszarach badań*” – podczas gdy tylko teren okolic Olkusza był obszarem badań, wyniki pochodzące z terenu Ojcowskiego Parku Narodowego to dane innych autorów, wcześniej opublikowane. Na stronie 15 Doktorantka napisała, że w badaniach nie stwierdzono różnic w liczebności osobników pomiędzy latami, podczas gdy nie wykazano różnic w rozmiarze skrzydeł badanych błonkówek (a więc i wielkości samych owadów) w zależności od roku badań.

Pragnę podkreślić, że wskazane przeze mnie powyżej uwagi i spostrzeżenia nie umniejszają wartości naukowej ocenianej rozprawy doktorskiej. Ponadto niektóre z nich mają wyłącznie charakter redakcyjny. Nie wpływają one także na pozytywną ocenę rozprawy doktorskiej mgr inż. Anny Mielczarek. Zaprezentowane w ocenianej rozprawie dane mają charakter interdyscyplinarnych analiz naukowych i odnoszą się do aktualnych problemów badawczych. Przygotowanie tak rozległej pracy doktorskiej wymagało od Doktorantki prowadzenia nie tylko badań terenowych, ale także wykonania wielu analiz laboratoryjnych.

Potwierdza to niezwykłą pracowitość Doktorantki oraz jej wkład w poszerzanie wiedzy na temat wpływu antropopresji tj. skażenia środowiska metalami ciężkimi na owady.

### **Wniosek końcowy**

Stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr inż. Anny Mielczarek pt. *Bioakumulacja metali ciężkich pochodzenia antropogenicznego w wybranych gatunkach owadów* spełnia wymagania zawarte w art. 13 ustawy z dn. 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z późn. zm. (Dz.U. z 2017 r. poz. 1789). Tematyka podjęta w ocenianej pracy doktorskiej jest aktualna i istotna pod względem badawczym, stanowi także oryginalne rozwiązanie problemu naukowego zawarte w cyklu trzech publikacji, które ukazały się w czasopismach naukowych o zasięgu międzynarodowym. Rozprawa jest także potwierdzeniem umiejętności pracy naukowej Doktorantki.

Na podstawie powyższych konkluzji wnioskuję do Wysokiej Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie o dopuszczenie mgr inż. Anny Mielczarek do dalszych etapów przewodu doktorskiego.



dr hab. Magdalena Lubiarz, prof. KUL