



Instytut Botaniki im. W. Szafera
Polskiej Akademii Nauk
ul. Lubicz 46, 31-512 Kraków
tel. 12 421-51-44; fax 12 421-97-90
WWW: <http://www.botany.pl> [tam również adresy e-mail]

Prof. dr hab. Barbara Godzik
Zakład Ekologii

Kraków, 2016.03.21.

OCENA

rozprawy doktorskiej mgr **Małgorzaty Dambiec** pt. „Ekologia *Polygonum arenastrum* z obszarów o różnym stopniu zanieczyszczenia fluorem i wybranymi metalami”

Promotor: prof. dr hab. Bronisław Wojtuń

Promotor pomocniczy: dr Agnieszka Klink

W obecnych czasach środowisko nieustannie podlega zmianom. Organizmy muszą się do tych zmian dostosowywać, aby w nich funkcjonować. Zmiany te powodowane są w dużej mierze wskutek emisji zanieczyszczeń z procesów przemysłowych. Depozycja emitowanych do atmosfery pyłów zawierających metale, jak też innych związków powoduje wzrost zawartości, m.in. toksycznych pierwiastków w glebach i wodach, które stanowią miejsce bytowania organizmów. Adaptacja roślin do warunków środowiskowych pozostaje stale w centrum uwagi naukowców, którzy na różnych poziomach (ekologicznym, fizjologicznym, morfologicznym) próbują opisać te cechy organizmów, które pozwalają im przeżyć w zmieniających się i często trudnych warunkach. Efektem wzrostu poziomu metali czy innych pierwiastków w środowisku są m.in. zmiany składu chemicznego i proporcji pierwiastków w roślinach. Często, przy okazji prowadzenia badań w takim zakresie proponuje się wykorzystanie organizmów do rejestracji zmian zachodzących w środowisku, czyli biowskaźników. W ramach programu Państwowego Monitoringu Środowiska pomiary poziomu zanieczyszczeń prowadzone są metodami technicznymi, tj. przy pomocy mierników. Metoda ta jednak nie daje odpowiedzi, jaki jest wpływ zanieczyszczeń na żywą część ekosystemu, dlatego metody bioindykacyjne są dla biologów ważniejsze. Najczęściej stosowanymi jako biowskaźnikami są zwykle pospolicie występujące gatunki porostów i mchów.

W rejonie Wrocławia znajduje się szereg obiektów, które były lub są emitentami zanieczyszczeń. Rośliny występujące w takich obszarach muszą sobie dać radę ze stresem spowodowanym wysokimi koncentracjami toksycznych metali, a z drugiej strony często niskim poziomem biogenów, niedostatecznym zaopatrzeniem w wodę i niekorzystnej strukturze podłoża, na którym rosną. Jednym z zadań postawionych w rozprawie mgr M. Dambiec było więc wykazanie przydatności wybranego do badań organizmu do rejestracji zmian poziomu zanieczyszczeń, a więc był to też cel praktyczny.

Rozprawa doktorska Pani K. Dambiec powstała pod kierunkiem prof. Bronisława Wojtunia, w jednostce kierowanej przez prof. Aleksandrę Samecką-Cymerman. Od lat w tym zespole prowadzi się badania nad biogeochemią roślin, jak też realizuje projekty polegające na śledzeniu zmian poziomu zanieczyszczeń przy pomocy biowskaźników.

Przedmiotem badań była pospolita roślina w siedliskach ruderalnych – rdest różnolistny – *Polygonum arenastrum*. Gatunek ten został wyróżniony w tej randze z grupy *Polygonum aviculare*. W tym miejscu mam pierwsze pytanie do Doktorantki: jaka była przesłanka do wyboru tego właśnie gatunku? Wydaje się, że gatunek ten nastęrcza kłopoty w odróżnieniu go tylko po cechach morfologicznych. Jakimi cechami rośliny kierowała się doktorantka w terenie zbierając je do dalszych analiz i w ilu przypadkach analizy liczby chromosomów pokazały, że zebrano inny, zbliżony gatunek? Doktorantka zbierała w terenie próby rdestu różnolistnego, które do analiz chemicznych rozdzielano na pędy, korzenie, a do doświadczeń wazonowych pozyskiwano też nasiona. W bezpośrednim otoczeniu roślin pobierano glebę. Powierzchnie badawcze położone były w różnych odległościach i ekspozycjach od zakładów przemysłowych, które były źródłem emisji zanieczyszczeń. Wybrano tu koksownię, elektrociepłownię, elektrownię, zakłady chemiczne, hutę miedzi, cementownię i hutę szkła. I tu drugie pytanie do Doktorantki: dlaczego wybrano tak różne typy produkcji/zakłady przemysłowe? To znaczne zróżnicowanie typów zakładów przemysłowych daje z jednej strony możliwość śledzenia i reakcji roślin na różnorodność poziomu i składu zanieczyszczeń, ale z drugiej strony ogranicza możliwości porównań. Podlegające badaniom obiekty przemysłowe położone były głównie na terenie Dolnego Śląska, jak też Opolszczyźnie i w południowej części Wielkopolski. Stanowisko kontrolne zlokalizowane było w Parku Krajobrazowym Doliny Baryczy, a jak wykazały analizy chemiczne

niezbyt dobrze jednak dobranym, ponieważ poziomy niektórych analizowanych metali były na podobnym lub nawet niekiedy wyższym poziomie niż w stanowiskach badawczych. To jednak odwieczny problem badaczy, których obiektami badań są rośliny, czy stanowisko kontrolne powinno być położone w tym samym rejonie klimatycznym i charakteryzującym się podobnymi glebami, czy w odległym od źródeł zanieczyszczeń regionie. Wówczas trzeba liczyć się z tym, że wyniki mogą być obarczone wpływem innych czynników środowiskowych.

Drugi blok badań obejmował prace eksperymentalne prowadzone w warunkach kontrolowanych. Doktorantka badała wpływ wybranych pierwiastków (fluoru, miedzi i ołowiu) na kiełkowanie i rozwój siewek *Polygonum arenastrum*. Doświadczenia te zostały ograniczone do dwóch populacji tego gatunku (z rejonu huty miedzi i koksowni) w porównaniu do populacji kontrolnej, a obserwacje dotyczyły reakcji siewek (kiełkowania i wybranych cech biometrycznych) na dodatek fluoru do podłoża.

Zgodnie z ustawą rozprawa doktorska może mieć różną formę, tj. maszynopisu monografii, książki wydanej lub spójnego tematycznie zbioru rozdziałów w książkach wydanych, spójnego tematycznie zbioru artykułów opublikowanych lub przyjętych do druku w czasopismach naukowych. Rozprawa doktorska mgr K. Dambiec spełnia ten pierwszy warunek. Jej praca stanowi więc w 100% własne, samodzielne osiągnięcie. Trzeba przyznać, że w dzisiejszych czasach rozprawa ta wyróżnia się bardzo szerokim spektrum prowadzonych badań, tj. z jednej strony doktorantka przeprowadziła badania terenowe w 8 stanowiskach, a z drugiej skupiła się na czasochłonnych eksperymentach/doświadczeniach wazonowych. Wykonała też liczne analizy chemiczne, czym wykazała się dobrą znajomością różnych technik analityki chemicznej. W związku z tym przedstawiona do recenzji rozprawa jest bardzo obszerna, liczy ponad 220 stron wraz z aneksem zawierającym fotografie i liczne tabele. Autorka cytuje 210 pozycji z literatury, w tym też 14 źródeł internetowych. Wykorzystała tu bogate dane z badań wykonywanych w Polsce. Strony internetowe podają głównie informacje dotyczące obiektów przemysłowych, w otoczeniu których położone były stanowiska badawcze Doktorantki.

Przedstawiona do recenzji rozprawa jest klasycznie sformułowana, składa się z 10. podstawowych rozdziałów, z których pięć zawiera rozbudowane podrozdziały. Najobszerniejszym z nich jest rozdział *Wyniki* składający się z 9. podrozdziałów, niekiedy

również podzielonych na kolejne części. Wynika to z faktu prowadzenia badań zarówno terenowych, jak i eksperymentalnych oraz szerokiego zakresu analizowanych pierwiastków.

Krótki *Wstęp* zawiera przeglądowe informacje o zanieczyszczeniach, w tym więcej uwagi poświęcono źródłom emisji i oddziaływaniu na organizmy żywe fluoru. Doktorantka określiła jasno cztery cele podjętych badań, jak: (1) określenie poziomu 10. metali, fluoru oraz zawartości makroelementów w pędach i korzeniach *Polygonum arenastrum*, (2) ocena wpływu emisji zanieczyszczeń z zakładów przemysłowych poprzez analizy składu roślin i gleb w kontekście odległości od źródła emisji, (3) określenie wpływu ksenobiotyków (metali ciężkich i fluoru) na morfologię i inne wybrane cechy rośliny, (4) ocena przydatności wybranego do badań gatunku w bioindykacji zanieczyszczeń. Doktorantka postawiła 9 jasno sformułowanych hipotez badawczych, które weryfikowane były w rozdziałach *Wyniki* i *Dyskusja*. Weryfikacja tych kolejnych hipotez była linią przewodnią po najobszerniejszym z rozdziałów (*Wyniki*) i prowadziła czytelnika w sposób przejrzysty po olbrzymiej liczbie danych. Wcześniejsze rozdziały 3 i 4 zawierają wyczerpujący opis gatunku wybranego do badań w nawiązaniu do całego kompleksu oraz charakterystykę zakładów przemysłowych, w otoczeniu których prowadzono badania. Zabrakło mi tu informacji o wysokościach emisji zanieczyszczeń z poszczególnych obiektów. Szczegółowo i wyczerpująco przedstawiono natomiast w rozdziale *Materiały i metody* procedury badań terenowych i eksperymentalnych, metody analiz chemicznych oraz wykorzystanych do opracowania wyników analiz statystycznych.

Rozdział *Wyniki* obejmuje aż 92 strony. Opisy do poszczególnych omawianych zagadnień są właściwie ograniczone do niezbędnych informacji, które znajdują potwierdzenie w wykresach i tabelach. Do „obróbki” danych zastosowano właściwe testy nieparametryczne. Korzystnym było przedstawianie wielu zależności z wykorzystaniem analizy składowych głównych. Nieco wątpliwości budzą tylko opisy związane z interpretacją wpływu kierunków świata na poziom zanieczyszczeń. Uważam, że zupełnie można ten aspekt pominąć przy publikowaniu wyników. Nie uzyskano wyraźnego udokumentowania statystycznego dla zobrazowania klasycznego przecież poglądu, iż wraz z odległością następuje obniżanie się poziomu zanieczyszczeń. Tylko w części stanowisk i dla niektórych analizowanych pierwiastków takie zależności wystąpiły. W *Dyskusji* interpretacja tych

wyników wydaje się być nieco za skromna. Prawdopodobnie zjawisko to można wytłumaczyć dość niskim poziomem obecnych emisji oraz nakładaniem się na ten obraz innych czynników, jak choćby związanych ze składem chemicznym gleb. Doktorantka poprowadziła ten drugi co do obszerności rozdziałów (czyli *Dyskusję*, 34 strony) według przyjętego wcześniej schematu. Poruszyła wszystkie aspekty opisane w *Wynikach*. Ten rozdział wskazuje na dojrzałość i krytyczne spojrzenie Doktorantki na uzyskane wyniki. Trzeba przyznać, że przy tak dużej liczbie różnorodnych danych poradziła sobie znakomicie, tekst jest przejrzysty, a cytowane pozycje z literatury dobrze dobrane.

Po tak obszernych, poprzednich dwóch rozdziałach, ostatnia część *Podsumowanie wyników i wnioski*, która ogranicza się do skrótowego w istocie podsumowania osiągniętych wyników i wykazania, iż osiągnięto cele i zweryfikowano hipotezy badawcze, budzi z jednej strony niedosyt, a z drugiej podziw dla autorki, która potrafiła tak znaczącą liczbę danych w zwięzły sposób przedstawić w 12 punktach. O ile zgadzam się z udowodnieniem osiągnięcia większości celów pracy, to stwierdzenie, że *Polygonum arenastrum* może być uznany za gatunek możliwy do wykorzystania w bioindykacji uważam za nieco „na wyrost”, choćby z powodu, że dobry wskaźnik biologiczny powinien być łatwy do rozpoznania w terenie i jednolity genetycznie. Tego warunku nie spełnia w/w gatunek. Proszę o odniesienie się do tej tezy w dyskusji w trakcie publicznej obrony.

Zwraca uwagę również fakt, że rozprawa doktorska mgr M. Dambiec napisana jest dobrą polszczyzną. Konstrukcja poszczególnych zdań jest zgodna z zasadami, lapsusy językowe lub błędy interpunkcyjne są zazwyczaj nieliczne. Przyjęta formuła zbliżonego (ujednoliczonego) i stosunkowo krótkiego opisu wyników uzyskanych dla gleb, części roślin, czy eksperymentów oraz opatrzenie ich wykresami, tabelami bezpośrednio w obrębie tekstu powoduje, że mimo olbrzymiej liczby danych praca ta jest czytelna. Za szczególnie cenne uważam przyjęcie właściwych do opracowania wyników testów nieparametrycznych i pokazywanie zależności na wykresach obejmujących te same statystyki (mediana, odchylenia dla kwartyli pierwszego i trzeciego, rozstęp wartości min i max). System ten wprowadza pewne uporządkowanie ułatwiające porównywanie wyników i ich interpretację.

Do najważniejszych osiągnięć Doktorantki należy zaliczyć: (1) wskazanie pierwiastków, które podlegają przemieszczaniu do części nadziemnych (Co, Mn, Ni, Pb, Zn) i

tych zatrzymywanych w korzeniach (F, Fe, Hg), (2) wykazanie, że *Polygonum arenastrum* wyróżnia się wysoką intensywnością pobierania rtęci i chromu, (3) określenie poziomu miedzi i ołowiu, powyżej którego występują negatywne efekty w rozwoju siewek i określenie cech jakościowych tych zmian, (4) określenie maksymalnego stężenia fluoru w glebie, poniżej którego nie obserwuje się negatywnego wpływu na biomasę i cechy biometryczne *Polygonum arenastrum*.

W podsumowaniu stwierdzam, że praca doktorska **mgr Małgorzaty Dambiec** pt. „Ekologia *Polygonum arenastrum* z obszarów o różnym stopniu zanieczyszczenia fluorem i wybranymi metalami” wnosi (1) oryginalny wkład z zakresu ekotoksykologii, (2) stanowi spójne rozwiązanie problematyki biogeochemii jednego z gatunków roślin oraz (3) wykazuje ogólną wiedzę teoretyczną kandydatki i umiejętność samodzielnego prowadzenia prac naukowych. Z pewnością podkreślić należy również ogrom pracy włożonej w powstanie tej dysertacji. Ponadto badania zostały wykonane poprawnie pod względem metodycznym, a Doktorantka wykazała się bardzo dobrą znajomością literatury, jak też umiejętnością krytycznej interpretacji otrzymanych wyników. Moje drobne uwagi do pracy nie umniejszają jej wartości. Rozprawa doktorska **mgr Małgorzaty Dambiec** spełnia zatem wymagania stawiane dysertacjom doktorskim wynikające z Ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. Nr 65 poz. 595, z późniejszymi zmianami) i w związku z powyższym wnoszę do Rady Wydziału Nauk Biologicznych Uniwersytetu Wrocławskiego o dopuszczenie Jej do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Mając na uwadze powyższe argumenty, w tym szczególnie szeroki zakres prowadzonych badań oraz zarysowane możliwości rozwoju tych badań, wnoszę do wysokiej Rady wniosek o wyróżnienie rozprawy doktorskiej mgr Małgorzaty Dambiec stosowną nagrodą.

