



**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, 2017.10.11.

OCENA

rozprawy doktorskiej **mgr. Krzysztofa Zawadzkiego** pt. „Pleurozium schreberi i Polytrichum commune jako ekologiczne wskaźniki zanieczyszczenia środowiska rtęcią i innymi metalami”

Promotor: prof. dr hab. Aleksandra Samecka-Cymerman

Ocena stanu środowiska jest wykonywana zwykle w sposób techniczny, tj. przy użyciu mierników. Tym zadaniem, zgodnie z prawodawstwem polskim i unijnym zajmują się Wojewódzkie Inspektoraty Ochrony Środowiska w ramach programu Państwowego Monitoringu Środowiska (PMŚ) opracowywanego zazwyczaj w 3-letnich interwałach czasowych. Niestety, ustawodawstwo to nie przewiduje uzupełniania monitoringu technicznego o ocenę bezpośrednich efektów wpływu zanieczyszczeń na organizmy. Częściej takie badania są wykonywane dla celów naukowych przy pomocy różnych organizmów żywych. Ta druga metoda jest dla biologów ważniejsza, otrzymujemy bowiem znacznie szerszą informację, zawierającą odpowiedź (reakcję) na zanieczyszczenia żywej części ekosystemu. Do takiej oceny stosuje się zwykle dość pospolite gatunki roślin lub zwierząt, które określamy jako wskaźniki zanieczyszczeń. Najczęściej stosowanymi jako biowskaźniki stopnia obciążenia środowiska metalami ciężkimi są pospolicie występujące gatunki porostów i mchów. W Polsce jednym z szerszych, dotyczących całego kraju badań jest monitoring obciążenia środowiska metalami ciężkimi wykonywany raz na 5 lat z wykorzystaniem mchu *Pleurozium schreberi*. Badania te prowadzone są w Europie ramach UNCE ICP-Vegetation (VGE – Working Group on Effects of the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution). W stacjach monitoringu zintegrowanego (jedno z zadań PMŚ) badania prowadzone są przy pomocy porostu *Hypogymnia physodes*. W wyniku oddziaływania zanieczyszczeń w organizmach zachodzą znaczne zmiany, które są manifestowane w sposób widoczny (np. chlorozy, nekrozy, zmiany morfologiczne), bądź dotyczą one procesów

metabolicznych zachodzących w komórce, np. zwiększonej produkcji związków, które mogą pełnić rolę obronną przed stresem spowodowanym przez zanieczyszczenia, czy akumulacji pierwiastków.

Rozprawa doktorska Pana Krzysztofa Zawadzkiego powstała w zespole kierowanym przez prof. Aleksandrę Samecką-Cymerman, w którym od lat prowadzi się badania nad biogeochemią roślin, jak też realizuje projekty polegające na śledzeniu zmian poziomu zanieczyszczeń przy pomocy biowskaźników.

Zgodnie z ustawą rozprawa doktorska może mieć różną formę, tj. maszynopisu książki, 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. Zawadzkiego spełnia ten ostatni warunek.

Przedstawiona do recenzji rozprawa składa się z czterech części, z których dwie są manuskryptami w języku polskim, tj. Wprowadzenie i Podsumowanie. Podstawę stanowią dwa artykuły opublikowane w języku angielskim w czasopismach indeksowanych w bazie JCR. Są to:

I. "Metals in *Pleurozium schreberi* and *Polytrichum commune* from areas with various levels of pollution" (Environmental Science and Pollution Research, IF=2,741; 30 pkt MNiSW); autorzy: K. Zawadzki, A. Samecka-Cymerman, K. Kolon, B. Wojtuń, L. Mróz, A.J. Kempers oraz

II. "Mercury in *Pleurozium schreberi* and *Polytrichum commune* from areas with various levels of Hg pollution – an accumulation and desorption experiment with microscopic observations" (Ecotoxicology and Environmental Safety, IF= 3,743; 30 pkt MNiSW); autorzy: K. Zawadzki, K. Sokołowska, A. Samecka-Cymerman, K. Kolon, A. Dubińska, A.J. Kempers.

Na końcu praca doktorska zawiera również krótkie, jednostronicowe streszczenie w języku polskim i angielskim. Wszystkie cztery części popiera spory wachlarz cytowanych pozycji z literatury, szczególnie tej z ostatnich lat, co wskazuje na dobrą znajomość tematyki, którą zajmował się doktorant.

Artykuły stanowiące podstawę recenzowanej rozprawy doktorskiej zostały opublikowane w dobrych czasopismach i jako takie przeszły dogłębną krytykę, stąd oczekiwanie, że recenzent powinien jeszcze coś dodać w tym zakresie jest być może zbyt wygórowane. W wypadku rozprawy składającej się z kilku publikacji ocena ta, w moim

mniemaniu, powinna ograniczać się do wyrażenia opinii, czy taki zbiór stanowi spójną całość i czy udział doktoranta w powstaniu prac jest wystarczający dla uzyskaniu stopnia doktora.

Odnosząc się do poszczególnych części rozprawy doktorskiej stwierdzam, że Wprowadzenie jest siedmiostronicowym przeglądem literatury dotyczącej zagadnień, które były przedmiotem badań i otrzymanych wyników, które zostały przedstawione i zinterpretowane w dwóch publikowanych artykułach. Doktorant zgrabnie na tych kilku stronach zacytował 33 pozycje z literatury. Przedstawił też krótko hipotezy testowane w badaniach opisanych w dwóch artykułach. Jeszcze krócej (jedno zdanie) nawiązał do ostatniej części, tj. Podsumowania. Oczekiwałamby jednak we Wprowadzeniu mocniejszego wskazania, co wiąże wszystkie prace, jaki jest ich wspólny mianownik. Tego zabrakło mi w tej części pracy. W tej też części rozprawy sposób cytowania literatury nie jest ujednolicony, jak. np. stosowany jest zapis pełny lub skrócony tytułów czasopism, rok wydania często pojawia się dwa razy, w niektórych książkach brak wydawcy, liczne są błędy interpunkcyjne, m.in. błędy w zapisie nazwisk autorów.

Druga część rozprawy jest artykułem opublikowanym w roku 2016 w dobrym czasopiśmie (30 pkt MNiSW) przez sześciu naukowców, w tym doktorant jest pierwszym autorem, natomiast promotor autorem korespondencyjnym. Praca nie była dotychczas cytowana w bazie Web of Science, ani też bazie Scopus, ale też jest to praca z roku poprzedniego (2016), prawdopodobnie więc cytacje pojawią się nieco później. Celem tej pracy było wykazanie, że gatunek ortotropowy i endohydryczny (*Polytrichum commune*) jest lepszym akumulatorem metali niż gatunek plagiotropowy i ektohydryczny (*Pleurozium schreberi*), który najczęściej jest stosowany w monitoringu biologicznym. Oba gatunki mchów zostały zebrane w stanowiskach, w których współwystępowały, w pobliżu 5 potencjalnych emitorów rtęci i innych metali ciężkich, tj. zakładów chemicznych w Brzegu Dolnym, huty szkła w miejscowości Poniec, elektrociepłowni w Brzeziu, elektrowni w Kędzierzynie-Koźlu oraz zakładów ceramicznych w Bolesławcu. Stanowisko kontrolne położone było na Dolnym Śląsku, w pobliżu wsi Uliczno. W każdym z wyznaczonych stanowisk oba gatunki mchów zbierane były na transekcie zorientowanym zgodnie z kierunkami N, E, S, W w różnych odległościach od źródła emisji (0.75, 1.5, 3 i 6 km). Analizowano spory zestaw metali ciężkich (9 pierwiastków). Uzupełnieniem badań były analizy gleb ze względu na możliwość pobierania z nich metali, przynajmniej przez jeden z testowanych gatunków. Prace terenowe (liczba prób, powtórzeń) zostały dobrze zaplanowane, przyjęte metody analiz chemicznych i testy statystyczne do opracowania wyników

prawidłowe. Dla obu testowanych gatunków mchów stwierdzono, że poziom metali spada wraz z odległością, jednak w przypadku *P. schreberi* ten spadek jest bardzo istotny do odległości 3 km, a potem następuje stabilizacja poziomu metali, podczas gdy dla *P. commune* spadek stężeń jest ciągły na całej długości transektu (tj. 6 km). Poziom akumulacji metali były zróżnicowane w zależności od typu zakładu przemysłowego. Testy statystyczne wykazały też, że *P. commune* w swych tkankach gromadzi istotnie więcej Cd, Cr, Ni i Zn, nie wykazano różnic w poziomie akumulacji Cu, Co, Fe i Mn.

Część trzecia jest również artykułem przygotowanym przez sześciu autorów, wydrukowanym w roku 2014 w czasopiśmie indeksowanym w bazie JCR (30 pkt MNiSW). Doktorant jest i tu pierwszym autorem, a promotor autorem korespondencyjnym. Praca jest dotychczas cytowana w obu bazach (WoS, Scopus) 5 razy. Badania były wykonywane w tych samych stanowiskach, jak w publikacji poprzedniej. Gatunkami testowymi były, podobnie, jak wcześniej, te same dwa gatunki mchów. Główny ciężar badań położony został na testowaniu postawionych hipotez w warunkach eksperymentalnych. Hipotezy te to: 1). *P. commune* jest lepszym wskaźnikiem zanieczyszczenia środowiska rtęcią ze względu na strukturę liści (obecność lameli, która zwiększa powierzchnię chłonną), 2). rtęć jest silnie wpływającym na procesy metaboliczne mchów ze względu na uszkodzanie organelli wewnętrznych, 3). zakumulowana rtęć w środowisku czystym od tego pierwiastka ulega desorpcji do atmosfery. Wykazano różnice w poziomie akumulacji rtęci przez oba gatunki mchów w zależności od rodzaju emitera. W badaniach eksperymentalnych wykazano, że *P. commune* jest lepszym akumulatorem tego pierwiastka, starsze tkanki gromadzą wyższe stężenia rtęci niż młodsze, a desorpcja Hg jest zbliżona u obu gatunków mchów. Wskazano też na adaptacje mchów do akumulacji i desorpcji rtęci i tym samym różnice między mchami pochodzącymi z siedlisk bardziej i mniej zanieczyszczonych tym pierwiastkiem.

W Podsumowaniu doktorant dokonał krótkiego streszczenia wyników badań opisanych w obu publikowanych artykułach. Odnosił swoje wyniki do danych z literatury.

Praca doktorska zawiera również krótkie, jednostronicowe streszczenie w języku polskim i angielskim. Wszystkie cztery części popiera spory wachlarz cytowanych pozycji z literatury, szczególnie tej z ostatnich lat, co wskazuje na dobrą znajomość tematyki, którą zajmował się doktorant.

Nie znalazłam w przedstawionym do recenzji dziele informacji, jaki jest udział i zakres prac doktoranta w powstaniu publikacji. Stosowne dokumenty zostały złożone w dziekanacie Wydziału Biologii. Nie mając ich do wglądu uważam jednak, że będąc pierwszym autorem ten udział był wiodący. Prof. Aleksandra Samecka-Cymerman pełniąc

rolę autora korespondencyjnego potwierdza, że miała, jako promotor rozprawy mgr Krzysztofa Zawadzkiego, istotny wpływ na poziom dzieła. Także Wprowadzenie i Podsumowanie (manuskrypty) nie zawierają nazwiska osoby doktoranta, ale jest to oczywistość, iż jest On jedynym autorem tych części.

Do najważniejszych osiągnięć doktoranta należy zaliczyć: (1) wykazanie różnic w poziomie akumulacji metali w zależności od odległości od emitera, tj. istotny spadek stężeń do odległości 3 km, a w dalszej odległości ustabilizowanie poziomu metali dla *Pleurozium schreberi*, podczas gdy dla *Polytrichum commune* opisano systematyczny spadek stężeń na całej długości transektu; (2) wykazanie różnic w poziomie akumulacji metali między dwoma badanymi gatunkami; (3) wykazanie, że *Polytrichum commune* jest lepszym akumulatorem rtęci niż *Pleurozium schreberi*; (4) wykazanie, że starsze tkanki gromadzą wyższe stężenia rtęci niż młodsze, a desorpcja Hg jest zbliżona u obu gatunków mchów; (5) wykazanie, że możliwa jest adaptacja mchów do akumulacji i desorpcji rtęci, tj. wskazano na różnice w poziomie akumulacji i desorpcji rtęci między mchami pochodzącymi z siedlisk bardziej i mniej zanieczyszczonych tym pierwiastkiem.

W podsumowaniu stwierdzam, że praca doktorska **mgr. Krzysztofa Zawadzkiego** pt. „Pleurozium schreberi i Polytrichum commune jako ekologiczne wskaźniki zanieczyszczenia środowiska rtęcią i innymi metalami” stanowi (1) spójne tematycznie, oryginalne rozwiązanie problemu naukowego oraz wykazuje ogólną wiedzę teoretyczną kandydata oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej, (2) udział doktoranta w powstaniu poszczególnych części (I. Wprowadzenie – 100%, II. i III. artykuły publikowane – doktorant w obu jest pierwszym autorem, IV. Podsumowanie – 100%) składających się na rozprawę jest wysoki i nie budzący wątpliwości, (2) praca jest wykonana poprawnie pod względem metodycznym, (3) wnosi oryginalne i nowe dla nauki wyniki, (4) doktorant wykazał się bardzo dobrą znajomością literatury, jak też umiejętnością krytycznej interpretacji otrzymanych wyników. Rozprawa doktorska mgr. Krzysztofa Zawadzkiego 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 Go do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

