

dr hab. Szymon Zubek  
Instytut Botaniki  
Wydział Biologii  
Uniwersytet Jagielloński w Krakowie

**Recenzja pracy doktorskiej Pani mgr Natalii Proskury  
pt. Wykorzystanie grzybów wielkoowocnikowych w bioindykacji skażenia środowiska  
glebowego metalami ciężkimi**

Owocniki grzybów są od wieków popularnym surowcem spożywczym w wielu krajach świata, cenionym nie tylko ze względu na walory smakowe, ale także będącym, w zależności od gatunku grzyba, źródłem pierwiastków i związków chemicznych o właściwościach leczniczych. W dobie postępującej degradacji środowiska przyrodniczego, spożywanie owocników może jednak stanowić zagrożenie dla konsumentów. Wyniki badań nad interakcjami grzyb-gleba wskazują bowiem na bioakumulację metali ciężkich w komórkach tych organizmów. Odkrycie tego faktu pozwoliło z jednej strony na wyjaśnienie wielu zależności ekologicznych w przyrodzie oraz stworzyło szansę praktycznego wykorzystania grzybów w biomonitoringu środowiska, z drugiej jednak strony, uświadomiło nam, że spożywanie owocników może zagrażać zdrowiu i życiu człowieka. Dlatego wszelkie prace zmierzające do zgłębienia wspomnianych interakcji i posiadające aspekt praktyczny są cenne. Praca Pani mgr Natalii Proskury, mająca na celu zbadanie zależności zawartości metali ciężkich w owocnikach gatunków grzybów podstawkowych od właściwości chemicznych gleby, a także określenie potencjalnego zastosowania badanych organizmów jako bioindykatorów skażenia środowiska, wpisuje się w aktualny nurt badań.

Uzasadnienie podjęcia badań, sposób ich przeprowadzenia, otrzymane wyniki i ich omówienie wraz z wnioskami i wykorzystaną literaturą zostały przedstawione na 121 stronach. Praca zawiera 20 tabel, 58 rycin oraz 2 tablice z fotografiami owocników. Spis literatury obejmuje 156 pozycji. Autorka korzystała także z siedmiu źródeł internetowych. Ponadto, praca zawiera Aneks z pięcioma tabelami oraz ryciną, przedstawiający część

wyników analiz statystycznych, które równie dobrze mogłyby być włączone do rozdziału Wyniki.

Układ pracy jest standardowy. W pierwszej części pracy Autorka umiejętnie wprowadza w tematykę badań i uzasadnia ich podjęcie. Precyzuje cele badań oraz wyczerpująco dokonuje przeglądu dotychczasowych prac badawczych z zakresu tematyki doktoratu. Rozdział Materiały i Metody podzielony został na części odpowiadające kolejnym etapom badań. Doktorantka poprawnie scharakteryzowała teren badań, sposób poboru prób, a także stosowane metody badawcze oraz analizy statystyczne. Rozdział Wyniki jest bardzo obszerny i zawiera 56 stron. Znaczna część to wykresy i tabele. W rozdziale Dyskusja, wyniki pracy są przedstawione na tle innych badań lub porównane z dotychczasowymi danymi. Na podkreślenie zasługuje fakt, iż Pani mgr Proskura wykazała się krytycznym podejściem do części uzyskanych wyników badań dotyczących gatunków grzybów, dla których zebrano małą liczbę prób. W osobnym rozdziale Doktorantka podsumowuje wyniki oraz wysnuwa wnioski z przeprowadzonych badań. Porusza także zagadnienie wykorzystania owocników grzybów jako pożywienia i potencjalnych zagrożeń związanych z przyjmowaniem metali ciężkich wraz z potrawami z grzybów. Praca zawiera jeszcze streszczenie w języku polskim oraz angielskim. Pod względem redakcyjnym praca wykonana jest poprawnie, napisana jest językiem jasnym i zwięzłym.

Do najważniejszych osiągnięć pracy Pani mgr Natalii Proskury zaliczam:

1. Potwierdzenie zdolności bioakumulacji metali ciężkich w owocnikach dwunastu gatunków grzybów podstawkowych i stwierdzenie silnej zdolności bioakumulacyjnej niektórych gatunków wobec rtęci, kadmu, miedzi i cynku.
2. Określenie wpływu wybranych czynników środowiskowych na zawartość metali ciężkich w owocnikach. Stwierdzenie braku ogólnej zależności zawartości większości z badanych pierwiastków od ich zawartości w glebie oraz pH gleby.
3. Stwierdzenie przekroczenia dopuszczalnej zawartości kadmu w owocnikach niektórych jadalnych gatunków grzybów na badanych terenach.
4. Określenie ryzyka kumulacji niektórych metali ciężkich w organizmach konsumentów spożywających owocniki.

Praca nie jest jednak pozbawiona uchybień, chociaż większość z nich można wyeliminować przygotowując materiał do opublikowania.

1. Choć Autorka w pierwszej części dysertacji opisuje jakie są przewidywania odnośnie prowadzonych badań, to w pracy zabrakło jasnego sformułowania i zestawienia hipotez badawczych.
2. Przy przygotowaniu materiału do opublikowania warto też zwrócić uwagę na poprawność użycia pewnych terminów oraz aktualność ujęcia systematycznego poszczególnych jednostek taksonomicznych królestwa Mycota. Autorka stosuje nieaktualne określenie



„podstawczaki”, dotyczące przedstawicieli Basidiomycota, a więc „grzybów podstawkowych”. Nazwy „Chytridomycota, Chytridomycotina” są nieprawidłowe. Wynika to prawdopodobnie z błędów literowych. Ponadto, gromada Zygomycota nie występuje w obecnym ujęciu systematycznym. Proponuję weryfikację zaprezentowanego zestawienia na podstawie pracy Tedersoo i in. (2018) *Fungal Diversity* 90:135–159.

3. W rozdziałach 3.1 i 3.2 Doktorantka jasno i wyczerpująco charakteryzuje tereny, z których zbierała próby gleby i owocniki. Nie przedstawiono jednak uzasadnienia wyboru do badań tych terenów oraz kryteriów doboru obszarów kontrolnych.

4. Jak wspomniałem, część ilustracyjna jest bardzo bogata, rycin jest dużo i są one precyzyjnie przygotowane. W pracy tym bardziej rycina nr 1, przedstawiającą schematycznie cykl życiowy grzybów podstawkowych. Jest ona zbyt popularyzatorska i nie pasuje do pracy naukowej.

5. Praca prowadzona była wielowątkowo, widać, że Autorkę interesują różne aspekty zagadnienia, które podjęła się zbadać. Mnogość wątków oraz testowanie wpływu wielu czynników spowodowało jednak, że Doktorantka miała w kilku przypadkach trudności zarówno w opisie tak różnorodnych zagadnień i danych, jak i interpretacji wyników i ich dyskusji. W rozdziale 3.3 Autorka niekonsekwentnie przedstawia charakterystykę badanych gatunków grzybów, nie podając dla niektórych z nich przynależności do grupy troficznej. W przypadku czubajki kani, zakwalifikowanie tego grzyba jako gatunku tworzącego mykoryzy jest błędne. Kilukrotnie w rozdziale Wyniki, Doktorantka nieprawidłowo zamieściła ich interpretację, np. na stronie 65 skomentowała opisaną dodatnią korelację pomiędzy zawartością kadmu w glebie i kapeluszach owocników dwóch gatunków grzybów. Natomiast w dyskusji zabrakło np. odniesienia do stwierdzonych różnic w zawartości metali ciężkich w owocnikach różnych gatunków grzybów, a także w owocnikach tego samego gatunku, pochodzących z poszczególnych lat zbioru. Zagadnienia omawiane w tym rozdziale powinny korespondować z kolejnością poszczególnych grup wyników opisanych w poprzednim rozdziale. Ponadto, zarówno w polskojęzycznej, jak i anglojęzycznej wersji streszczenia, nie ma zamieszczonych większości wniosków z pracy.

6. Tytuły rozdziałów, nagłówki rycin i tabel są generalnie przygotowane starannie i konsekwentnie. Moim zdaniem, konieczna jest jednak pewna korekta w tym zakresie. A mianowicie, rozdziały 3.5 i 3.6 powinny stanowić jeden rozdział, gdyż dotyczą badań laboratoryjnych. Z kolei tytuły rozdziałów 4.1 i 4.2 są w dużej mierze zbliżone i mało precyzyjne.

## Konkluzja

Przedstawiona mi do oceny rozprawa doktorska reprezentuje dobry poziom merytoryczny i formalny. Osiągnięte rezultaty są interesujące, na podkreślenie zasługuje także aspekt praktyczny pracy. Wymienione uchybienia, które w większości można skorygować przygotowując materiał do opublikowania, nie zmieniają mojej pozytywnej oceny dysertacji. Stwierdzam, że rozprawa doktorska Pani mgr Natalii Proskury, pt. *Wykorzystanie grzybów wielkoowocnikowych w bioindykacji skażenia środowiska glebowego metalami ciężkimi*, spełnia warunki określone w art. 13 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. nr 65 poz. 595 z późn. zmianami) i wnioskuję do Rady Wydziału Kształtowania Środowiska i Rolnictwa Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie o dopuszczenie Pani mgr Natalii Proskury do dalszych etapów przewodu doktorskiego.



Kraków, 14 marca 2019 r.

Szymon Zubek