



RECENZJA

pracy doktorskiej

pt. "Migracja miedzi w środowisku przyrodniczym w zasięgu oddziaływania emisji pyłów Zakładu Przetwórstwa Rud Ołowiu-Cynkowych Miasteczko Śląskie"

Autor: mgr Dorota Kmak-Kapusta

Przedstawiona mi do recenzji rozprawa doktorska została napisana pod kierunkiem prof. dr hab. Jerzego Kwapulińskiego na Wydziale Inżynierii Środowiska i Energetyki Politechniki Śląskiej w Gliwicach.

Praca składa się z jedenastu rozdziałów. Po *Wstępie*, tj. skrótowym przedstawieniu istotności zrealizowanego zakresu badań, obejmującego określenie stężeń miedzi w układzie atmosfera-gleba-rośliny w strefie oddziaływania wybranego zakładu przemysłowego, autorka przeszła do części teoretycznej pracy. Kolejne pięć rozdziałów rozprawy stanowią przegląd krajowego i zagranicznego piśmiennictwa dotyczącego różnych aspektów migracji i zachowania się miedzi w środowisku. Mgr Dorota Kmak-Kapusta stwierdziła, że istnieje wiele źródeł zanieczyszczenia miedzią gleb, co prowadzić może do zakłócenia równowagi biochemicznej i stwarza niebezpieczeństwo wzmożonej mobilności tego metalu w glebie i dalej do roślin. Uzasadniła, że istotnym czynnikiem wzrostu biodostępności miedzi jest odczyn roztworu glebowego. Następnie skoncentrowała się na czynnikach, które wpływają na przyswajalność miedzi przez rośliny oraz na mechanizmach pobierania tego pierwiastka przez korzenie i liście. Kolejne rozdziały poświęcone zostały : fizjologicznej roli miedzi i jej toksyczności, mechanizmom migracji w środowisku, interakcjom z innymi metalami w roślinach oraz właściwościom wybranych gatunków roślin. Wartościową stroną tej części pracy jest to, że autorka starała się przetworzyć zebrane bogate materiały źródłowe (łącznie 167 pozycji) pod kątem własnych zainteresowań – migracji miedzi w środowisku. Ciekawie przedstawiła fizjologiczne aspekty tolerancji roślin na metale ciężkie. Skoncentrowała się na procesach kompleksowania jonów metali w obrębie cytoplazmy oraz ich wewnątrzkomórkowej kompartmentacji. Wprawdzie zagadnienia te wykraczają poza zakres

badan własnych, gdyż istota i definicja tolerancji roślin na metale ciężkie nie była przedmiotem rozważań, to jednak w ten sposób chciała najprawdopodobniej zasygnalizować o możliwości wykorzystania swoich badań przez fizjologów, genetyków czy biochemików, przedstawiając w pracy różne formy występowania miedzi w środowisku glebowym i atmosferze oraz zróżnicowanie w obrębie roślin.

Zasadniczą część pracy stanowią badania własne, więc skoncentruję się na ocenie metodycznej i merytorycznej tej fazy pracy. Głównym celem pracy jest wg autorki odpowiedź na pytanie „jak przedstawia się migracja miedzi w środowisku przyrodniczym po przeciwwieżnej stronie huty Miasteczko Śląskie”. Samo sformułowanie celu jest mało przejrzyste. Co oznacza „przeciwwieżna strona”? Według mojej wiedzy wyróżnia się stronę nawietrzną i zawietrzną. Nawietrzna strona dla huty to ta, na którą wieje wiatr i odpowiednio, zawietrzna to strona przeciwna do tej, z której wieje wiatr. Proszę również, by doktorantka jasno sprecyzowała tezę pracy. Teza jest głównym przesłaniem pracy, a dowód tezy najczęściej przeprowadza się zadając pytania badawcze lub formułując zadania badawcze. Autorka sformułowała pięć zadań badawczych i uważam, że są one czytelne.

Do samych metod badawczych nie mam uwag, jednak sądzę, że metodyka badań została przedstawiona w sposób zbyt uproszczony. Za mało jest informacji nt. sposobu i czasu poboru prób gleb i roślin, reprezentatywności prób i ilości prób. Gdzie zainstalowano aparaturę do poboru opadu pyłu? Proszę to wyjaśnić. Podobnie, dlaczego nie przedstawiono przynajmniej na jednym rysunku rozkładu stężeń miedzi, np. w glebie, roślinach czy opadzie oraz wyników o testowaniu normalności rozkładu?

Należy podkreślić, że zebrany materiał badaczy był obszerny, a Doktorantka bezpośrednio uczestniczyła w jego gromadzeniu. Na wartość poznawczą wpływa ocena tego materiału i jego interpretacja. Celem eksperymentu jest nie tylko charakterystyka ilościowa, ale przede wszystkim poznanie przebiegu zdarzeń oraz oddziaływania wybranych elementów na rozwój danego zjawiska. Pierwsza część tej fazy pracy jest opisem zmienności stężeń miedzi zarówno w czasie (lata 2002-2005 lub 2006), jak i w przestrzeni (w ramach czterech miejscowości). Wyniki zaprezentowano w 40 tabelach i na 37 rysunkach. Ta część ma charakter raportowy, wyniki badań przedstawiono w ujęciu statystycznym, podając podstawowe parametry statystyczne (podstawowe miary położenia, zmienności i asymetrii). Zakres badań obejmował: stężenia różnych form miedzi w glebie, w opadzie kierunkowym i całkowitym, w śniegu oraz wybranych gatunkach roślin i ich poszczególnych częściach morfologicznych, tj. korzeniach, łodydze i liściach. W tych samych próbach oznaczano całkowite stężenia innych metali, tj. ołowiu, chromu, kobaltu, manganu, niklu, kadmu, cynku

i żelaza. Te dane pomiarowe stały się podstawą części analitycznej pracy, której wyniki przedstawiono w kolejnych 43 tabelach i na 31 rysunkach. W pierwszej kolejności doktorantka zbadała współwystępowanie poszczególnych form specjacyjnych miedzi z innymi metalami, a następnie do oceny stopnia zanieczyszczenia środowiska miedzią posłużyła się współczynnikami ekotoksykologicznymi, tj. współczynnikiem wzbogacania, indeksem geokumulacyjnym oraz współczynnikiem specyficznej kumulacji. Syntezą części analitycznej było wykorzystanie do interpretacji danych pomiarowych analizy wielowymiarowej – analizy czynnikowej, metody powszechnie stosowanej, lecz nie zawsze dobrze uzasadnionej. Mam poważne zastrzeżenia do użycia analizy czynnikowej w takiej postaci, jak została przedstawiona w pracy. Przede wszystkim podstawowa zasada nie została spełniona: ilość cech znacznie przewyższa ilość przypadków, a powinno być odwrotnie. Macierz (tab. 80) należało zredukować i ograniczyć się do najistotniejszych zmiennych. Ponadto, jak porównywać zawartość miedzi w glebie ze stężeniem w śniegu? Zupełnie różne okresy poboru prób, czasy uśredniania? Dlatego też większość wniosków z tej analizy jest dyskusyjna. Tutaj doktorantka musi przyjąć bardzo silną linię obrony.

Najmocniejszą częścią pracy jest *Dyskusja wyników*. Dyskusja powinna być również najciekawszą częścią całej pracy. Fakty bez interpretacji są martwe. W *dyskusji wyników* należy zinterpretować otrzymane wyniki, wyciągnąć wnioski o stosowności użytej metody, przedstawić porównanie z analogicznymi wynikami innych autorów. W dyskusji powinno się cytować literaturę. Autorka sprostала tym wymogom. Oceńła stopień zanieczyszczenia miedzią powierzchniowej warstwy gleby w pobliżu Huty „Miasteczko Śląskie”, badając formy specjacyjne miedzi określiła stężenia form biodostępnych i potencjalnie biodostępnych. Odniosła te informacje do występowania miedzi w częściach morfologicznych roślin, tj. korzeniu, łodydze, liściu i kwiatach. Wykorzystując analizę korelacji wskazała na współzależności występowania miedzi z innymi metalami. Stwierdziła, że przestrzenne zróżnicowanie stężeń różnych form miedzi związane było ze zróżnicowaniem w opadzie pyłu. Oceńła, że zawartość miedzi w roślinach była wielokrotnie wyższa od przeciętnej zawartości dla Polski. Uznała, że pokrzywę zwyczajną, krwawnik pospolity i nawłóć pospolitą można zaliczyć do uniwersalnych bioindykatorów, a szczególną rolę odgrywa korzeń. W dyskusji, w moim odczuciu, brakuje – np. w części interpretacji współwystępowania pierwiastków - odwołania się do części teoretycznej pracy i powiązania tych informacji.

Uważam, że cel pracy, tj. ocenę stopnia migracji miedzi w środowisku przyrodniczym w sąsiedztwie Huty „Miasteczko Śląskie” został osiągnięty w stopniu

zadawalającym a przeprowadzone w pracy analizy i wyciągnięte z nich wnioski potwierdzają przydatność metodologiczną tej pracy. Należy zaznaczyć, że badanych zjawisk autorka nie wyraziła w postaci zależności funkcyjnych, nie stworzyła matematyczno-statystycznych narzędzi monitoringu środowiska, tak powszechnych w wielu pracach naukowych, ale właśnie za istotny i oryginalny element recenzowanej pracy uważam wkład w rozpoznanie zjawiska i w ocenę stanu faktycznego. Autorka odwzorowała zależności między różnymi formami miedzi w glebie, roślinach i opadzie pyłu w pewnym horyzoncie czasu (3-4 lat) i przestrzennie, i stwierdziła wzmożoną mobilność miedzi w glebie i dalej do roślin w strefie oddziaływania Zakładu Przetwórstwa Rud Ołowiu-Cynkowych Miasteczko Śląskie.

Przy ogólnie pozytywnej ocenie pracy muszę wspomnieć o pewnych wątpliwościach, które nasunęły mi się studiując kolejne rozdziały rozprawy. Część uwag przedstawiłem wcześniej.

1. Konstrukcja pracy nie jest do końca przejrzysta. Teza pracy i zakres badań powinny pojawić się na początku rozprawy. Rysunki i tabele powinny znaleźć się w tekście. Przy tak obszernym materiale faktograficznym, kilkukrotne odnoszenie się do wyników badań przy jednej stronie tekstu, powoduje zmniejszenie przejrzystości treści pracy. Zastanawiałbym się nad selekcją materiału badawczego i omówieniu najistotniejszych zależności, a pozostałe informacje umieściłbym w załącznikach.
2. Wnioski są zbyt ogólne i brakuje mi wskazania kierunków dalszych badań lub aplikacji wyników.
3. W części literaturowej autorka zamieszczając rysunki i schematy często nie nawiązywała do nich w tekście (np. rys.2 i 3 i inne), poza podaniem informacji o zamieszczeniu danego rysunku. Co oznacza sformułowanie na rys. 2 – „ścieki zanieczyszczające opad atmosferyczny”?
4. Zastanawia dokładność podawania stężeń miedzi, do setnej części $\mu\text{g/g}$. Czy rzeczywiście z taką dokładnością oznaczano stężenia? Jaka była dokładność ważenia?
5. Czy autorka zastanawiała się, skąd tak dużą zmienność stężeń miedzi rejestrowano w 2003 roku (rys. 22, 23) i dlaczego stężenia maksymalne notowano w miesiącach letnich (rys. 25)?
6. Mam również liczne uwagi do strony redakcyjnej pracy i użytych sformułowań, które zaznaczyłem w pracy i które powinny być wzięte pod

uwagę podczas publikowania wyników badań. Określenia muszą być jednoznaczne, przykładowo: str. 22 – „emisja spalin jest kolejną.... – jakich spalin?; „wypadkowa turbulencja” ?; „polimorfizm źródeł zanieczyszczenia” ?; str. 28 – „pyły zawieszane jako rezultat opadu” ?; „parowanie składników chemicznych” ?; „emisja hutnicza”?; str. 31 – „częstość występowania róży wiatrów”? ; str. 60 – „charakterystyka statystyczna miedzi..”?; str. 67 – „forma niebiodostępna”?

7. Jakie głębsze wnioski wypływają z analizy współwystępowania miedzi z innymi metalami w różnym materiale badawczym? Wyniki badań przedstawiono w 34 tabelach?

Wnioski końcowe

Recenzowana praca doktorska, mimo wyżej wymienionych uwag i niejasności, jest opracowaniem oryginalnym i w istotny sposób wzbogacającym dotychczasową wiedzę w zakresie analizy zawartości miedzi i jej różnych form specjacyjnych w opadzie, glebach i roślinach i powiązania tych stężeń z zawartością innych metali. Zawarte w niej elementy poznawcze, związane m.in. z wykorzystaniem współczynników ekotoksykologicznych do oceny stopnia zanieczyszczenia środowiska miedzią w zasięgu oddziaływania Zakładu Przetwórstwa Rud Ołowiowo-Cynkowych Miasteczko Śląskie wskazują, że Doktorantka zrealizowała zamierzony zakres pracy. Autorka wykazała się dobrą znajomością warsztatu pracy i tym potwierdziła, że jest zdolna do podjęcia samodzielnej pracy naukowej.

Zatem opiniując pozytywnie recenzowaną pracę doktorską pt. ” Migracja miedzi w środowisku przyrodniczym w zasięgu oddziaływania imisji pyłów Zakładu Przetwórstwa Rud Ołowiowo-Cynkowych Miasteczko Śląskie” stwierdzam, że spełnia ona wymagania zawarte w *Ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 roku (Dz.U. 2003 nr 65 poz. 595)* i wnoszę o dopuszczenie mgr Doroty Kmak-Kapusty do dalszych etapów przewodu doktorskiego. W związku z powyższymi uwagami nie występuję o wyróżnienie pracy.

