

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Izabeli Joško
pt. „Toksyczność wybranych nanocząsteczek (ZnO, TiO₂, Ni)
w różnych matrycach środowiskowych”

(dyscyplina: ochrona i kształtowanie środowiska)

Szybki postęp technologiczny oraz coraz bardziej rygorystyczne przepisy dotyczące ochrony środowiska w Polsce i Europie minimalizują niekorzystne oddziaływanie przemysłu na środowisko przyrodnicze oraz zdrowie człowieka. Nie oznacza to niestety, że środowisko w którym żyjemy jest już wolne od zanieczyszczeń. Nie tylko wielowiekowa dawna aktywność gospodarcza doprowadziła do nagromadzenia substancji toksycznych w ekosystemach, w tym w glebach. Również nowoczesne technologie – niekiedy zwane innowacyjnymi – mogą wiązać się z wprowadzaniem do środowiska substancji toksycznych, przede wszystkim metali ciężkich. Substancje te stale znajdują się w obiegu przyrodniczym, a więc istnieje permanentne zagrożenie dla łańcucha pokarmowego i zdrowia człowieka. Nie maleje zatem zapotrzebowanie na badania mające na celu identyfikację oraz redukcję ryzyka ze strony ksenobiotyków wprowadzanych przez człowieka do środowiska, w tym przede wszystkim do gleb i wód.

Pani mgr inż. Izabela Joško podjęła się analizy czynników wpływających na toksyczność w środowisku glebowym niektórych nanocząsteczek zawierających metale. Jest to zagadnienie bardzo ważne i interesujące z naukowego punktu widzenia ze względu na rosnącą produkcję i wykorzystanie nanocząsteczek w gospodarce. Wydaje się też, że w dotychczasowych badaniach nad wpływem zanieczyszczeń przemysłowych emitowanych na przykład przez huty metali nieżelaznych nie zwracano uwagi na możliwość występowania metali ciężkich właśnie w formie trwałych nanocząsteczek, co mogło rzutować na interpretację rozpuszczalności, mobilności i toksyczności metali w układzie gleba – roztwór glebowy - organizmy żywe. Niewykluczone, że część całkowitej zawartości metali

identyfikowana w glebach jako formy geogeniczne lub słaboreaktywne frakcje związane z tlenkami żelaza są w istocie nanocząsteczkami tlenkowymi. Niemal zupełnie brak na ten temat doniesień w polskim piśmiennictwie naukowym, a i liczba poważnych doniesień w międzynarodowych czasopismach nie jest duża, prawdopodobnie ze względu na problemy metodyczne. Nie podlega zatem dyskusji nowatorski charakter podjętego przez doktorantkę tematu badań i jego wysoka ranga dla rozwoju wiedzy o ochronie i kształtowaniu środowiska.

Również format rozprawy doktorskiej jest nowatorski, gdyż opiera się na cyklu monotematycznych anglojęzycznych publikacji. Każda z pięciu prac włączonych do cyklu opublikowana została w czasopismach naukowych o uznanej randze międzynarodowej, z czego cztery czasopisma posiadają wysoki Impact Factor w zakresie od 2,51 do 3,50. Oznacza to, że każdy z artykułów przeszedł już procedurę wnikliwych recenzji, co niewątpliwie wpłynęło na wysoki merytoryczny i edytorski poziom prac oraz ich stronę językową. Oczekiwać należy, że w krótkim czasie prace te znajdą uznanie wśród badaczy z całego świata, co zostanie odzwierciedlone cytowaniami rejestrowanymi w bazie Web of Science. Prace włączone do rozprawy doktorskiej dotyczą: (1) definicji nanocząsteczek i przeglądu aktualnego stanu wiedzy na temat ich toksyczności dla organizmów żywych, (2) metodycznych aspektów badania toksyczności nanocząsteczek w środowisku wodnym i glebowym, (3) wpływu rodzaju gleby oraz warunków inkubacji (temperatura, światło) na toksyczność nanocząsteczek, (4) wpływu nanocząsteczek na aktywność enzymatyczną gleb, (5) wpływu nanocząsteczek na toksyczność osadów ściekowych dodawanych do gleb. Organizmami testowymi były: pieprzycyca siewna (czyli rzeżucha), gorczyca biała, bakterie bioluminescencyjne *Vibrio fischeri*, a także 11 szczepów mikroorganizmów objętych testem MARA.

Oprócz przedmiotowych pięciu publikacji, oceniana rozprawa doktorska zawiera rozdział wprowadzający w języku polskim, składający się ze wstępu – przeglądu literatury, syntezy metod badawczych, omówienia najważniejszych wyników oraz wniosków sumujących konkluzje z eksperymentów opisanych w pracach włączonych do rozprawy doktorskiej.

W oparciu o publikacje włączone do rozprawy stwierdzić można co następuje:

1. Doktorantka jest dobrze merytorycznie przygotowana do prowadzenia badań w wybranej dziedzinie nauki, o czym świadczy bardzo rozbudowany przegląd wcześniejszych badań oparty na około 150 publikacjach, w zdecydowanej większości zagranicznych.

2. Koncepcja serii eksperymentów, mających wykazać wpływ różnych czynników środowiskowych na toksyczność wybranych nanocząsteczek jest logiczna, gdyż w pierwszej kolejności obejmuje eksperymenty metodyczne (dobór testu), następnie testowanie różnych czynników glebowych i środowiskowych na toksyczność nanocząsteczek względem roślin, mikroorganizmów glebowych oraz oddziaływania na aktywność enzymatyczną gleb, a wreszcie testowanie toksyczności nanocząsteczek w osadach ściekowych będących częstym dodatkiem polepszającym właściwości gleb.
3. Wykonane eksperymenty nie budzą zastrzeżeń od strony technicznej, bazowały na sprawdzonych metodach analitycznych i materiałach, a także zawsze obejmowały warianty kontrolne oraz powtórzenia pozwalające ocenić wielkość błędu.
4. Wyniki eksperymentów zostały opracowane statystycznie, co umożliwiło rzetelną weryfikację istotności różnic stwierdzonych między wariantami doświadczeń.
5. Otrzymane wyniki zostały rozważnie i poprawnie zinterpretowane a także przedyskutowane w świetle wniosków innych badaczy.

Podsumowując, doktorantka wykazała się głębokim zrozumieniem problematyki badań i znajomością dotychczasowych dokonań w tym zakresie, umiejętnością zastosowania rozległego i interdyscyplinarnego warsztatu eksperymentalnego i laboratoryjnego, znajomością i poprawnym zastosowaniem narzędzi statystycznych, rzetelnością w prezentacji uzyskanych wyników oraz umiejętnością prowadzenia dyskusji własnych rezultatów na tle wniosków innych badaczy, co potwierdza przygotowanie doktorantki do samodzielnej pracy naukowej.

Szeroki zakres podjętych prac, wysoka jakość oraz wartość naukowa uzyskanych wyników są walorami rozprawy decydującymi o jej pozytywnej ocenie. Praca nie jest jednak wolna od mankamentów, z których omówię dwa zasadnicze.

1. Ogromna różnorodność uzyskanych wyników, dotycząca przede niejednorodnych albo wręcz przeciwnych reakcji testowanych organizmów i enzymów na wzrastające dawki nanocząsteczek lub na zastosowane warunki inkubacji w różnych matrycach rodzi podstawowe pytanie o mechanizm oddziaływania nanocząsteczek na organizmy żywe w środowisku glebowym. Doktorantka podejmuje wielokrotnie dyskusję na ten temat, przytaczając opinie innych badaczy, ale niekiedy są to opinie przeciwstawne i nie zawsze broniące się w świetle różnych wariantów przeprowadzonych eksperymentów. Podstawowa wątpliwość dotyczy możliwości bezpośredniego oddziaływania na organizmy żywe nanocząsteczek w ich niezmienionej postaci, w tym możliwości i dróg

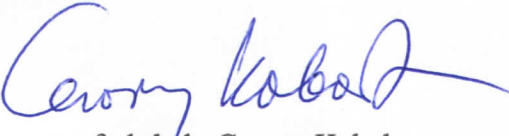
wnikania nanocząsteczek do wnętrza komórek mikroorganizmów i roślin wyższych. Nie jest jasne, w jakim stopniu doktorantka dopuszcza możliwość przechodzenia części metali zawartych w nanocząsteczkach w formy jonowe i oddziaływania poprzez jony lub ich kompleksy. Niestety, nie wykonano eksperymentów, które dokumentowałyby skalę ewentualnego uwalniania jonów z nanocząsteczek – nie tylko w destylowanej i neutralnej wodzie, ale przede wszystkim w inkubowanych glebach lub osadach ściekowych. Bez wyjaśnienia mechanizmu działania nanocząsteczek duża część uzyskanych wyników jest trudna lub wręcz niemożliwa do spójnego wyjaśnienia. Nie jest oczywiście wykluczone, że oddziaływanie poszczególnych rodzajów nanocząsteczek opiera się na odmiennych mechanizmach, czego jednak również nie testowano.

2. Doktorantka dość często odwołuje się do złożonych mechanizmów regulujących w glebach mobilność, sorpcję, rozpuszczalność, a więc i biodostępność substancji. Jedna z prac włączonych do rozprawy mówi nawet o istotnym wpływie typu gleby na toksyczność nanocząsteczek. Jednakże spośród rozlicznych właściwości gleby właściwie nie przetestowano wpływu trzech kluczowych, to jest uziarnienia (składu granulometrycznego), zawartości materii organicznej i odczynu. Do wspomnianego eksperymentu użyto gleb, które jednocześnie różniły się kilkoma podstawowymi właściwościami, toteż wiarygodne wnioskowanie, który czynnik ma decydujące znaczenie było w tych warunkach niemożliwe i wymagało osobnej serii eksperymentów z odpowiednio preparowanymi glebami różniącymi się tylko jedną podstawową właściwością. Wydaje się, że eksperymenty takie byłyby bardzo przydatne w kontekście niejasności co do mechanizmów działania nanocząsteczek, a także ich zachowania w glebie, w tym rozpuszczania, sorpcji, kompleksowania, agregowania itd.

Reasumując chcę podkreślić, że recenzowana rozprawa doktorska zawiera oryginalny i nowatorski materiał badawczy o istotnej wartości naukowej, znacząco przyczyniający się do rozwoju wiedzy w dyscyplinie „ochrona i kształtowanie środowiska”. Uwagi krytyczne wymienione w niniejszej opinii nie podważają wartości naukowej całości rozprawy w kontekście jej tytułu oraz postawionych celów. Przedstawiona rozprawa spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim przez art. 13. Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym z 14.03.2003 r. (z późniejszymi zmianami).

W związku z powyższym zgłaszam Radzie Wydziału Agrobioinżynierii Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie wniosek o przyjęcie rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Izabeli Joško pt. „Toksyczność wybranych nanocząsteczek (ZnO, TiO₂, Ni) w różnych matrycach środowiskowych” i dopuszczenie jej do publicznej obrony.

Wrocław, dnia 10 listopada 2014 r.



prof. dr hab. Cezary Kabała