

Katowice, 28.12.2022

Prof. dr hab. Grażyna A. Płaza
Instytut Ekologii Terenów
Uprzemysłowionych
Katowice

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Pani mgr Marty Nowak-Lange

**pt.: „Mikrobiologiczna eliminacja oraz toksyczność środowiskowa
metyloizotiazolinonu i chloroksylenu”**

Przesłanki formalno-prawne przygotowania oceny pracy doktorskiej

Podstawą wykonania oceny pracy doktorskiej Pani mgr Marty Nowak-Lange było pismo Przewodniczącej Komisji Uniwersytetu Łódzkiego do spraw stopni naukowych w dyscyplinie nauki biologiczne Pani prof. dr hab. Agnieszki Marczak z dnia 6 grudnia 2022 r. informujące o powołaniu mnie na recenzenta ww pracy zgodnie z decyzją Komisji Uniwersytetu Łódzkiego do spraw stopni naukowych w dyscyplinie nauki biologiczne podjętą na posiedzeniu w dniu 22 listopada 2022 r.

Pani mgr Marta Nowak-Lange przedstawiła rozprawę doktorską zatytułowaną „*Mikrobiologiczna eliminacja oraz toksyczność środowiskowa metyloizotiazolinonu i chloroksylenu*”, pod kierunkiem Pani prof. dr hab. Katarzyny Lisowskiej, a wykonanej w Katedrze Mikrobiologii Przemysłowej i Biotechnologii Instytutu Mikrobiologii, Biotechnologii i Immunologii Uniwersytetu Łódzkiego, Wydziału Biologii i Ochrony Środowiska. Promotorem pomocniczym w pracy była dr Katarzyna Niedziałkowska.

Źródła finansowania pracy doktorskiej

Badania składające się na pracę doktorską realizowano w ramach projektu pt.: „Mikrobiologiczna degradacja związków z grupy Personal Care Products (PCPs)” (kod projektu: B1911000002157.02), którego kierownikiem była Pani mgr Marta Nowak-Lange. Badania finansowano z dotacji celowej MEiN na działalność związaną z prowadzeniem badań naukowych lub prac rozwojowych oraz zadań z nimi związanych, służących rozwojowi młodych naukowców oraz uczestników studiów doktoranckich.

1. Ocena problematyki badawczej rozprawy

Kwestia pojawiających się w środowisku wciąż nowych zanieczyszczeń staje się coraz poważniejszym problemem środowiskowym. Obecnie przedmiotem zainteresowania wielu naukowców są mikrozanieczyszczenia, które jak wskazują badania występują we wszystkich komponentach środowiska. Uznaje się, że mikrozanieczyszczenia, to substancje biologicznie czynne, trwałe, występujące w środowisku w niskich stężeniach (zazwyczaj w zakresie ng i $\mu\text{g/l}$), które mają szkodliwy wpływ na ludzi, środowisko i zasoby wody pitnej. Niestety, są one coraz bardziej obecne prawie wszędzie, szczególnie w zbiornikach wodnych, ale także w glebie, a nawet w żywności przeznaczonej do spożycia przez ludzi. Tworzą zbiór substancji wykorzystywanych do wytwarzania szerokiej gamy produktów, od farmaceutyków i produktów higieny osobistej, aż po chemikalia przemysłowe. Są uwalniane do środowiska w trakcie cyklu życia produktu.

Mikrozanieczyszczenia obecne w środowisku były przedmiotem zainteresowania naukowców już od początku lat 80 ubiegłego stulecia. W tym czasie jako główne klasy mikrozanieczyszczeń wymieniane były wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne, substancje powierzchniowo czynne, chlorowane związki organiczne, a także metale ciężkie i cząstki promieniotwórcze. Po ponad czterdziestu latach, w dużej mierze dzięki rozwojowi nowych technik analitycznych, możliwe jest znaczne obniżenie granicy wykrywalności mikrozanieczyszczeń w próbkach środowiskowych. Dlatego pojawiła się równocześnie świadomość nowych zagrożeń związanych z obecnością w środowisku farmaceutyków, pestycydów nowej generacji, inhibitorów korozji czy też substancji o właściwościach estrogennych, zaburzających gospodarkę hormonalną. Pomimo, iż większość tych substancji występuje w bardzo niskich stężeniach, są one dużym zagrożeniem, ponieważ cechuje je oporność na biodegradację czy też toksyczny wpływ na organizmy żywe. Niezmienne jest to, że głównym źródłem mikrozanieczyszczeń w środowisku są procesy gospodarcze i działalność człowieka. Szczególnie niepokojące są niebezpieczne właściwości i potencjalne negatywne skutki działania mikrozanieczyszczeń. Problem analizy migracji mikrozanieczyszczeń w produktach czy też odpadach zaczyna się już na etapie badań i rozwoju, projektowania produktu, jego produkcji, czy też wprowadzaniu na rynek.

Usuwanie mikrozanieczyszczeń ze środowiska stanowi aktualnie wiodący problem biotechnologii i inżynierii środowiska. Wiedza o występowaniu tych zanieczyszczeń w różnych elementach środowiska jest znikoma, rozpoznano częściowo jakie są ich losy, np. w obiektach gospodarki wodnej i odpadach. Rozwój technologii oczyszczania ścieków,

a w mniejszym stopniu gospodarki odpadami, doprowadził już do usunięcia lub zmniejszenia zagrożenia spowodowanego znacznymi ilościami zanieczyszczeń, jednak aktualnie wiodącym zagadnieniem jest występowanie mikrozanieczyszczeń, których działanie na środowisko przyrodnicze i człowieka nie można jeszcze oszacować. Ze względu na fakt, że występujące w środowisku mikrozanieczyszczenia antropogeniczne są bardzo zróżnicowane pod względem struktury chemicznej, a co się z tym wiąże – charakteryzują się innymi właściwościami fizyko-chemicznymi i w inny sposób wpływają na organizmy żywe, nie można wyróżnić jednego szlaku transformacji tych zanieczyszczeń. Mikrozanieczyszczenia antropogeniczne najczęściej nie są całkowicie rozkładane biologicznie, a ich transformacja związana jest ze zjawiskiem kometabolizmu oraz współdziałaniu określonych konsorcjów mikroorganizmów.

Obecnie, mikrozanieczyszczenia znajdują się w centrum uwagi, ze względu na ich szerokie zastosowanie zarówno w rolnictwie, gospodarstwie domowym i przemyśle, negatywne oddziaływanie na organizmy żywe, skomplikowaną strukturę chemiczną oraz trudności i brak wiedzy oraz doświadczenia w opracowywaniu technik detekcji i usuwania ich ze środowiska naturalnego.

Powyższą problematyką mikrozanieczyszczeń zajmuje się prezentowana praca doktorska Pani mgr Marty Nowak-Lange. Badania podjęte w recenzowanej pracy są kontynuacją wieloletnich badań prowadzonych w Katedrze Mikrobiologii Przemysłowej i Biotechnologii UŁ, a dotyczących, w ogólnym pojęciu - biologicznej degradacji (biodegradacji) wybranych ksenobiotyków przez wybrane grupy mikroorganizmów.

Przedmiotem badań, prezentowanej pracy, były dwa ksenobiotyki, tj. metyloizotiazolinon (2-metylo-4-izotiazolin-3-on; w skrócie MIT) i chloroksylenol (pochodna fenolu, 4-chloro-3,5-dimetylofenol; w skrócie PCMX) należących do grupy mikrozanieczyszczeń szeroko występujących w środowisku człowieka, natomiast mało jeszcze poznanych.

Wstępem do części doświadczalnej było znakomicie przygotowane opracowanie o charakterze przeglądowym dotyczące wybranych mikrozanieczyszczeń stosowanych w produktach ochrony indywidualnej, takich jak triklokarban, chloroksylenol (PCMX), metyloizotiazolinon (MIT), chlorek benzalkoniowy (praca P4). Publikacja ta stanowi doskonale wprowadzenie do badań, świadczy o dobrym przygotowaniu merytorycznym Doktorantki do części eksperymentalnej oraz jest wnikliwą analizą literatury w danej tematyce i znalezienie tych obszarów naukowych, które wymagają jeszcze przebadania.

Doktorantka stwierdziła, że pomimo tak szerokiego zastosowania danych związków, to nadal brak jest danych literaturowych dotyczących dwóch związków: chloroksylenolu (PCMX) i metyloizotiazolinonu (MIT), opisujących ich występowanie w środowisku naturalnym i ich właściwości czy też danych dotyczących ich mikrobiologicznej degradacji, co umożliwi ocenić realne ryzyko dla ekosystemów w związku z obecnością tych związków i ich metabolitów w środowisku. Poznanie mechanizmów ich eliminacji ze środowiska stanowi istotne wyzwanie dla biotechnologii i inżynierii środowiskowej.

Biorąc pod uwagę powyższe względy, a także aktualne trendy w mikrobiologii środowiskowej, uważam podjęcie, przez Panią mgr Martę Nowak-Lange badań ukierunkowanych na przedstawioną problematykę, za celowe i w pełni uzasadnione. Tematyka podjętych badań jest aktualna, i pomimo wielu doniesień dotyczących mechanizmów przemian związków ksenobiotycznych i roli mikroorganizmów w tych procesach, to jednakże wiedza w tym zakresie jest jeszcze ograniczona.

2. Formalna ocena rozprawy

W skład przedstawionej do recenzji rozprawy doktorskiej wchodzi spójny tematycznie zbiór czterech publikacji (2020 – 2022) z listy Journal Citation Reports:

Prace opublikowane:

- P1 – **Nowak Marta**, Zawadzka Katarzyna, Lisowska Katarzyna (2020). Occurrence of methylisothiazolinone in water and soil samples in Poland and its biodegradation by *Phanerochaete chrysosporium*. *Chemosphere* 254, 126723, doi: 10.1016/j.chemosphere.2020.126723.
IF2020 = 7.086; IF5-letni = 6.956; pkt. MEiN = 140
- P2 – **Nowak Marta**, Zawadzka Katarzyna, Szemraj Janusz, Góralczyk-Bińkowska Aleksandra, Lisowska Katarzyna (2021). Biodegradation of Chloroxyleneol by *Cunninghamella elegans* IM 1785/21GP and *Trametes versicolor* IM 373: Insight into Ecotoxicity and Metabolic Pathways, *International Journal of Molecular Science*, 22(9), 4360, doi: 10.3390/ijms22094360.
IF2021 = 6.208; IF5-letni = 6.628; pkt. MEiN = 140
- P3 - **Nowak-Lange Marta**, Niedziałkowska Katarzyna, Bernat Przemysław, Lisowska Katarzyna (2022). *In vitro* study of the ecotoxicological risk of methylisothiazolinone and chloroxyleneol towards soil bacteria, *Scientific Reports* 12, 19068, doi: 10.1038/s41598-022-22981-9.

IF2021 = 4.997; IF5-letni = 5.516; pkt. MEiN = 140

- P4 - **Nowak-Lange Marta**, Niedziałkowska Katarzyna, Lisowska Katarzyna (2022).
Cosmetic preservatives – hazardous micropollutants in need of greater attention?
International Journal of Molecular Science 2, 23, 14495, doi: 10.3390/ijms232214495
IF2021 = 6.208; IF5-letni = 6.628; pkt. MEiN = 140

Sumaryczny IF dla publikacji wchodzących w skład rozprawy doktorskiej wynosi 24,499, natomiast sumaryczna liczba punktów MEiN to 560 punktów. Wszystkie publikacje są w wykazie publikacji MNiE. Przedstawione artykuły są tematycznie spójne i dotyczą oceny wybranych właściwości, m.in. biodegradacyjnych, ekotoksykologicznych dwóch ksenobiotyków: chloroksylenu (PCMX), metyloizotiazolinonu (MIT). Wszystkie prace są wieloautorskie, przy czym Doktorantka we wszystkich publikacjach jest pierwszym autorem, Z przedstawionych oświadczeń Doktorantki i współautorów wynika, iż Jej rola w przygotowaniu tych prac była wiodąca (70 – 80%). Ponadto, z przedstawionych oświadczeń określających indywidualny wkład Doktorantki wynika, że miała Ona wiodący udział w opracowaniu koncepcji każdej z prac, wykonaniu doświadczeń, analizie wyników oraz w opracowaniu wszystkich manuskryptów i ich edycji.

Publikacje wchodzące w skład rozprawy doktorskiej objęto wspólnym tytułem „*Mikrobiologiczna eliminacja oraz toksyczność środowiskowa metyloizotiazolinonu i chloroksylenu*”, a pracy złożonej z IX rozdziałów, nadano strukturę obejmującą: źródła finansowania (I), współpraca (II), spis publikacji wchodzących w skład rozprawy doktorskiej (III), omówienie celu naukowego i uzyskanych wyników obejmującego wprowadzenie, cel pracy, metodologię badań i omówienie wyników (IV), wnioski i stwierdzenia końcowe (V), streszczenie w języku polskim i angielskim (VI), wykaz dorobku naukowego Doktoranta (pozostałe publikacje, udział w konferencjach naukowych, projekty, kursy i szkolenia, pobyty naukowe, działalność organizacyjna) (VII), literatura (VIII) oraz załączniki stanowiące publikacje, wchodzące w skład rozprawy doktorskiej wraz z oświadczeniami Doktorantki i współautorów prac (IX). Praca w takim układzie liczy 123 stron.

Tytuł ocenianej pracy doktorskiej jest precyzyjny i w pełni odpowiada jej treści, którą stanowi cykl powiązanych tematycznie, wymienionych wyżej, czterech publikacji naukowych. Rozprawa doktorska jest, w mojej ocenie, kompletna, a jej układ oceniam jako prawidłowy.

3. Merytoryczna ocena pracy

Doktorantka w pracy dokonała: (1) oceny stężeń środowiskowych metyloizotiazolinonu w Polsce, (2) oceny zdolności wybranych grzybów strzępkowych do wzrostu w obecności metyloizotiazolinonu i chloroksylenolu, (3) analizy potencjału badanych szczepów do eliminacji metyloizotiazolinonu i chloroksylenolu, (5) identyfikacji mechanizmów biologicznej degradacji metyloizotiazolinonu i chloroksylenolu przez testowane grzyby, oraz (6) oceny toksyczności badanych ksenobiotyków oraz metabolitów ich rozkładu wobec wybranych organizmów bioindykacyjnych.

Stwierdzono, że wśród badanych drobnoustrojów najwyższą tolerancją wobec MIT charakteryzował się grzyb białej zgnilizny drewna *Phanerochaete chrysosporium* DSM 1556. Wykazano, że szczep *P. chrysosporium* całkowicie eliminuje MIT z podłoża wzrostowego. Analiza chemiczna ekstraktów pochodzących wykazała identyfikację trzech nowych produktów biodegradacji tego związku: hydroksymetyloizotiazolinonu, dihydroksymetyloizotiazolinonu i kwasu N-metylomalanowego. Wykazano również, że w procesie biodegradacji brała udział laktaza. Analiza toksyczności testowanego związku oraz powstających metabolitów z wykorzystaniem skorupiaków *Daphnia magna* wykazała, że proces eliminacji MIT ma charakter detoksykacji.

Kolejnym etapem badań było poznanie mechanizmu rozkładu chloroksylenolu przez szczepy *Cunninghamella elegans* IM 1785/21GP oraz *Trametes versicolor* IM 373. Stwierdzono po raz pierwszy, iż degradacja tego związku przez *C. elegans* przebiega na drodze dehalogenacji, hydroksylacji pierścienia aromatycznego oraz utlenienia grupy metylowej z wytworzeniem dwóch metabolitów: 2,6-dimetylobenzeno-1,4-diolu oraz 2,5-dihydroksy-3-metylobenzaldehydu. Natomiast, w przypadku *T. versicolor* zidentyfikowano po raz pierwszy trzy metabolity: kwas 4,6-dioksoheks-2-enowy, kwas 5-metylo-6-oksoheksa-2,4-dienowy oraz kwas 3-chloro-2,4-dimetyloheksa-2,4-dienodiowy, wykazując, że proces biodegradacji PCMX przez ten szczep przebiega na drodze: dehalogenacji, hydroksylacji i utlenienia, które prowadzą do rozszczepienia pierścienia. Stwierdzono, że degradacja chloroksylenolu przebiega z udziałem enzymów cytochromu P450 u *C. elegans* oraz laktazy u *T. versicolor*, a proces ma charakter detoksykacji.

Ostatnim etapem badań była ocena toksyczności środowiskowej metyloizotiazolinonu i chloroksylenolu wobec wybranych bakterii glebowych *Pseudomonas putida* DSM 291, *Pseudomonas moorei* DSM 12647, *Sphingomonas mali* DSM 10565 i *Bacillus subtilis* DSM

3657. Stwierdzono, iż zarówno MIT, jak i PCMX, powodują obniżenie żywotności, zdolności do produkcji biofilmu, zahamowanie syntezy fitohormonu – kwasu indolo-3-octowego oraz wzrost ilości reaktywnych form tlenu u badanych bakterii. Zaobserwowano zmiany przepuszczalności błon komórkowych oraz zmiany profilu fosfolipidowego, w odpowiedzi na toksyczne działanie MIT i PCMX.

Podjęte badania umożliwiły pozyskanie nowej wiedzy naukowej na temat mechanizmów biodegradacji MIT i PCMX przez wybrane szczepy grzybów oraz określenie ich ekotoksyczności oraz metabolitów rozkładu.

Poznanie właściwości biodegradacyjnych badanych szczepów pozwala na ich zastosowanie jako „bioszczepionka” w oczyszczaniu środowisk zanieczyszczonych tymi ksenobiotykami lub w zwiększeniu efektywności prowadzonych procesów oczyszczania.

W pracy Autorka zaprezentowała badania podstawowe o charakterze interdyscyplinarnym z zakresu mikrobiologii, biologii eksperymentalnej, biotechnologii, ekotoksykologii oraz chemii. Na podkreślenie zasługuje fakt, że Autorka w swoich badaniach wykorzystała wiedzę i warsztat badawczy z różnych dziedzin. Zastosowanie przez Doktorantkę różnych metod badawczych i modeli doświadczalnych świadczy o szerokim Jej spojrzeniu na prezentowane w pracy zagadnienia i ich wielowątkowości, co należy docenić w pracy naukowej. Innym aspektem, na który należy również zwrócić szczególną uwagę jest zastosowanie dokładnej analizy chemicznej, oraz ekotoksykologicznej produktów pośrednich powstałych podczas rozkładu ksenobiotyków.

Omówienie dotychczasowego stanu wiedzy w temacie rozprawy, zebrane we wprowadzeniu, jest ciekawe, wyczerpujące i wnikliwe, oparte na literaturze z ostatnich lat. Wnikliwa analiza literatury pozwoliła Doktorantce na znalezienie obszarów naukowych niezbadanych w danym temacie.

Cele badań zostały sformułowane w sposób precyzyjny i logiczny. W części metodologicznej przedstawiono techniki wykorzystywane podczas realizacji pracy doktorskiej wraz ze wskazaniem do jakich badań zostały użyte.

W następnych rozdziałach Doktorantka opisała, w sposób syntetyczny, wyniki badań uzyskane i szczegółowo przedstawione w poszczególnych publikacjach wchodzących w skład rozprawy doktorskiej. Opis wyników jest przedstawiony w sposób logiczny i stanowi bardzo dobre wprowadzenie do kolejnych rozdziałów, nakreślając jednocześnie spójność poszczególnych prac wchodzących w skład rozprawy. Tak zaplanowane badania umożliwiły

Doktorantce uzyskanie odpowiednich wyników oraz ich opublikowanie w wysokopunktowanych czasopismach z listy MEiN.

Ilość i jakość zaplanowanych i przeprowadzonych badań w pracy świadczy o opanowaniu przez Doktorantkę w stopniu bardzo dobrym warsztatu pracy doświadczalnej oraz umiejętności samodzielnego myślenia.

Uzyskane przez Doktorantkę rezultaty stanowią cenny wkład w badania nad poznaniem procesów degradacyjnych wybranych ksenobiotyków.

Dokonując oceny pracy doktorskiej przedstawionej w formie cyklu publikacji stwierdzam, że teść pracy odpowiada jej tytułowi i sformułowanym na początku pracy celom. Analiza otrzymanych w trakcie badań wyników pozwoliła na wysunięcie odpowiednich wniosków istotnych dla dalszych badań. Ilość i jakość zaplanowanych i przeprowadzonych w pracy eksperymentów, świadczy o opanowaniu przez Doktorantkę w stopniu bardzo dobrym warsztatu pracy doświadczalnej oraz umiejętności samodzielnego myślenia i samodzielnego prowadzenia pracy badawczej w oparciu o zdobytą wiedzę teoretyczną i specjalistyczną. Doktorantka udowodniła, że potrafi przedstawić wyniki własnych badań w oparciu o dotychczasową wiedzę i co niezmiernie ważne, krytycznie zweryfikować otrzymane wyniki. Świadczy to o Jej dojrzałości jako badacza.

Przeprowadzone prace badawcze zostały już wcześniej pozytywnie ocenione przez redakcje czasopism i niezależnych recenzentów, co potwierdza, że podjęte badania były uzasadnione, prawidłowo zaplanowane oraz właściwie zrealizowane, a praca jako całość stanowi oryginalne rozwiązanie zagadnienia naukowego.

Uwagi do rozprawy doktorskiej

Jak już kilka razy wspominałam rozprawę doktorską Pani mgr Marty Nowak-Lange oceniam bardzo wysoko. Jednakże mam kilka pytań do Doktorantki o charakterze dyskusyjnym i proszę, żeby Doktorantka odniosła się do nich podczas publicznej obrony.

Publikacja 1 (Occurrence of methylisothiazolinone in water and soil samples in Poland and its biodegradation by *Phanerochaete chrysosporium*. Chemosphere 254, 126723)

W badaniach zastosowano dwa stężenia MIT, tj. 50 µg/l i 30 mg/l – proszę wyjaśnić na jakiej podstawie wybrano takie stężenia ? i dlaczego wybrano takie dwa stężenia ?

Proszę wytłumaczyć Rysunek 2 – w obu tak różnych stężeniach degradacja MIT przebiegała prawie z taką samą skutecznością. W obu przypadkach, po 6 godz inkubacji zaobserwowano nieznaczne różnice w eliminacji MIT przy różnych stężeniach początkowych (czy one były statystycznie istotne ?). Z rysunku wynika, że pierwsze godziny inkubacji mają istotne znaczenie w procesie biodegradacji.

W następnych godzinach prowadzenia eksperymentu, nie zaobserwowano już żadnych zmian (~ 100% usunięcia MIT).

Następne pytanie dotyczy zmiany powstawania metabolitów pośrednich w hodowlach ? czy też uzyskano podobne zależności tak jak w przypadku MIT ? czy zaobserwowano zmiany w pojawianiu się metabolitów pośrednich w zależności od czasu inkubacji hodowli i od stężenia początkowego MIT ? Czy analizowano metabolity pośrednie po 6, 12, 24 i 48 godzinach ?

Publikacja 3 (*In vitro* study of the ecotoxicological risk of methylisothiazolinone and chloroxylenol towards soil bacteria, Scientific Reports 12, 19068)

Proszę omówić jakie zmiany strukturalne zaobserwowano w błonach komórkowych wybranych bakterii glebowych: *Pseudomonas putia*, *Pseudomonas moorei*, *Shingomonas mali* i *Bacillus subtilis* pod wpływem działania MIT i PCMX ? i czy zaobserwowane zmiany strukturalne były identyczne we wszystkich badanych szczepach ? Jak te zmiany wpłynęły na przepuszczalność błon komórkowych ? Na podstawie danych literaturowych proszę porównać działanie MIT i PCMX na zmiany w błonie komórkowej w porównaniu do innych ksenobiotyków.

WNIOSEK KOŃCOWY

Przedstawiona do oceny dysertacja doktorska spełnia kryteria określone w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce, tj.: stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, wykazuje szeroką teoretyczną wiedzę Doktorantki i potwierdza umiejętność Doktorantki w zakresie samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

Równocześnie, liczba publikacji składająca się na dysertację doktorską, udział procentowy Doktorantki w przygotowaniu i opracowaniu poszczególnych publikacji, wysoki poziom

czasopism naukowych, w których Doktorantka publikuje, trafny wybór tematyki badań oraz warsztat badawczy w pełni odpowiadają warunkom stawianym dysertacjom doktorskim.

Reasumując, stwierdzam, że recenzowana praca doktorska Pani mgr Marty Nowak-Lange pt.: „*Mikrobiologiczna eliminacja oraz toksyczność środowiskowa metyloizotiazolinonu i chloroksylenolu*” spełnia wymogi stawiane rozprawom doktorskim przedstawione w ww ustawie, i na tej podstawie zwracam się do Komisji Uniwersytetu Łódzkiego do spraw stopni naukowych z wnioskiem o dopuszczenie Pani mgr Marty Nowak-Lange do dalszych etapów postępowania doktorskiego.

Wniosek o wyróżnienie

Z całym przekonaniem składam wniosek rekomendujący Komisji Uniwersytetu Łódzkiego do spraw stopni naukowych w dyscyplinie nauki biologiczne podjęcie uchwały o wyróżnienie niniejszej rozprawy doktorskiej Pani mgr Marty Nowak-Lange, biorąc pod uwagę: (i) nowatorski charakter badań, (ii) bardzo wysoką jakość i interdyscyplinarność prowadzonych badań oraz (ii) walory poznawcze i aplikacyjne przedstawionej pracy.

Przeprowadzone badania dostarczyły nowej wiedzy na temat eliminacji i detoksykacji MIT i PCMX przez wybrane gatunki grzybów, co może mieć zastosowanie w procesach biologicznego oczyszczania środowiska.

Wyniki pracy zostały opublikowane w czasopismach z listy JCR posiadających 140 punktów MEiN, a Doktorantka jest pierwszym autorem we wszystkich publikacjach, z udziałem ponad 70 %.

