

Toruń, 11.12.2023 r.

dr hab. Magdalena Ligor, prof. UMK
Katedra Chemii Środowiska i Bioanalitiky
Wydział Chemii
Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

**Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Katarzyny Dziergowskiej,
pt. „Opracowanie bezpiecznych dla środowiska
metod stymulacji kiełkowania nasion i wzrostu roślin”**

wykonanej pod kierunkiem:

**dr. hab. inż. Izabeli Michalak, prof. PWr i prof. dr inż. Jerzego Detyny
w Katedrze Zaawansowanych Technologii Materiałowych,
Wydziału Chemicznego, Politechniki Wrocławskiej**

Rozprawa doktorska mgr inż. Katarzyny Dziergowskiej poświęcona jest opracowaniu bezpiecznych dla środowiska metod stymulacji kiełkowania nasion i wzrostu roślin, poprzez poddanie nasion działaniu czynników fizycznych (pole magnetyczne, ultradźwięki) oraz zastosowanie bioproduktów pozyskanych z makroalg jako stymulatorów wzrostu. Jako roślinny materiał badawczy wybrano różne odmiany rzodkwi zwyczajnej i gorczycy białej (kapustowate), marchwi zwyczajnej (selerowate), a także soi warzywnej i łubinu wąskolistnego (bobowate). Ponadto, ważnym elementem rozprawy jest propozycja wykorzystania ekstraktów z makroalg do biosyntezy nanocząstek tlenków metali (cynku i miedzi), a pozostałości poekstrakcyjnych jako biosorbentów do usuwania jonów metali ciężkich z zanieczyszczonych ze ścieków.

Licząca 316 stron praca doktorska posiada układ klasyczny dla tego typu opracowań. Rozprawa podzielona jest formalnie na dwie części: literaturową, stanowiącą przegląd obecnego stanu wiedzy oraz doświadczalną. Pierwsza z nich jest zwięzła i liczy 53 strony. Szereg podjętych zagadnień merytorycznych związanych z tematyką rozprawy, przedstawiono w formie tabelarycznej w oparciu o stosowne źródła literaturowe. W osobnym rozdziale przedstawiono cel i zakres pracy, gdzie uwzględniono również hipotezy badawcze i ogólny schemat zaplanowanych badań. Przedłożona rozprawa składa się z 6 rozdziałów - wstęp teoretyczny (rozdziały 1 i 2 wraz z podrozdziałami), cel pracy, materiały i metody, wyniki i dyskusja, podsumowanie. Praca zawiera również spis tabel, spis rysunków, bibliografię oraz załączniki (tabele z wynikami). W rozprawie przedstawiono 54 tabele oraz 42 rysunki. Godnym uznania jest bardzo staranne ich przygotowanie.



Na uwagę zasługuje również liczba pozycji literaturowych cytowanych w pracy (469). Swój dorobek naukowy mgr. inż. K. Dziergowska przedstawiła w osobnym rozdziale. Rozprawa jest starannie przygotowana pod względem redakcyjnym i napisana poprawnie językowo. Pewne zastrzeżenia budzi stosowanie jednostek stężenia, gdzie jednostka objętości jest pisana z dużej litery (mg/L). Jest to zapożyczenie z prac pisanych w języku angielskim. Inne drobne błędy edytorskie i pojawiające się w pracy powtórzenia, nie umniejszają wartości pracy.

Część teoretyczna jest zwięzłym wprowadzeniem do tematyki badawczej. W oparciu o odpowiednie źródła literaturowe mgr inż. K. Dziergowska przedstawiła najważniejsze informacje dotyczące przedsięwziętej stymulacji nasion czynnikami fizycznymi. Biorąc pod uwagę rosnące w ostatnich latach zainteresowanie i liczbę artykułów na temat przedsięwziętej stymulacji nasion, zwłaszcza badanie wpływu ultradźwięków jest obiecujące, ponieważ zabieg ten znacząco wpływa na poprawę efektywności kiełkowania nasion. Z kolei wykorzystanie do stymulacji kiełkowania i wzrostu roślin makroalg jako surowca do wytwarzania bioproduktów, jest doskonale znanym zagadnieniem, o czym świadczy liczba dostępnych artykułów naukowych. Należy również podkreślić, że badania dotyczące wykorzystania makroalg są od lat realizowane z dużym sukcesem w Katedrze Zaawansowanych Technologii Materiałowych, WCh, PWr, dlatego nie dziwi kontynuacja tej tematyki przez Doktorantkę. Mgr inż. K. Dziergowska w przedłożonej pracy podjęła się oceny możliwości zastosowania sześciu gatunków makroalg: *Cladophora glomerata*, *Enteromorpha* sp. (syn. *Ulva*) – zielenice; *Sargassum* sp., *Fucus vesiculosus* – brunatnice; *Porphyra* sp., *Palmaria palmata* – krasnorosty. Dokonując przeglądu literaturowego Doktorantka skupiła się na technologii wytwarzania na bazie alg produktów dla rolnictwa oraz biosyntezie nanocząstek. W oparciu o dane literaturowe, zaprezentowane zostało bardzo interesujące zestawienie, gdzie uwzględniono różne metody biologiczne stosowane do wytwarzania nanocząstek tlenków cynku i miedzi. Odrębnym zagadnieniem zaprezentowanym w pracy jest zagospodarowanie pozostałości poekstrakcyjnych z makroalg w kontekście gospodarki w obiegu zamkniętym. Biosorbenty na bazie makroalg, szczególnie brunatnice, mogą być skutecznie stosowane do usuwania jonów metali ciężkich (arsenu, kadmu, rtęci, ołowiu i chromu) ze ścieków przemysłowych. W osobnym rozdziale przedstawiono przykłady zastosowania czynników fizycznych i bioproduktów na bazie makroalg w rolnictwie. Część teoretyczną zakończono podsumowaniem.



Cele pracy mgr inż. K. Dziergowska przedstawiła w sposób zwięzły i wyczerpujący, a dotyczą one w głównej mierze:

- zbadania wpływu czasu i wartości indukcji magnetycznej na efektywność kiełkowania i wzrost roślin, których nasiona poddano stymulacji stałym i zmiennym polem magnetycznym;
- zbadania wpływu czasu stymulacji nasion ultradźwiękami na kiełkowanie i wzrost;
- wyselekcjonowania makroalg do produkcji biostymulatorów wzrostu roślin;
- zbadania efektywności działania ekstraktów z alg otrzymanych na drodze maceracji wspomaganej ultradźwiękami, na kiełkowanie i wzrost roślin;
- biosyntezy nanocząstek tlenków miedzi i cynku z wykorzystaniem ekstraktów z alg oraz zbadanie wpływu otrzymanych nanocząstek na kiełkowanie nasion i wzrost roślin;
- zbadania efektów stymulacji nasion wybranymi czynnikami fizycznymi i bioproduktami otrzymanymi z alg;
- wykorzystania biomasy poekstrakcyjnej na biosorbenty, mające zastosowanie do usuwania jonów metali ciężkich ze ścieków.

Na 181 stronach części doświadczalnej przedstawiono: materiały i metody; odczynniki i sprzęt; przedmiotowe materiały badawcze (gatunki makroalg i nasion przeznaczonych do badań); przedstawiono sposób pozyskiwania ekstraktu z alg; metodę biosyntezy nanocząstek tlenków metali z użyciem ekstraktów z alg oraz sposób zagospodarowania biomasy odpadowej z alg po ekstrakcji związków bioaktywnych jako biosorbent jonów metali ciężkich (chromu) ze ścieków. Zaproponowano standardowe metody badania właściwości sorpcyjnych otrzymanych biosorbentów. W kolejnym rozdziale Autorka pracy przedstawiła w sposób wyczerpujący zastosowane w trakcie badań metody analityczne, metody stymulacji kiełkowania nasion i wzrostu roślin oraz sposoby przeprowadzenia testów na roślinach. W obszernym rozdziale, którym przedstawiono wyniki badań Autorka dokonała właściwej dla tego typu opracowań charakterystyki materiału badawczego, w tym wypadku makroalg oraz pozyskanych ekstraktów. Określiła profil fitochemiczny, przedstawiła wyniki analizy wielopierwiastkowej ekstraktów z alg i pozostałości poekstrakcyjnych, określiła stężenie chlorków, siarczanów i polifenoli w pozyskanych ekstraktach, zbadła ich aktywność przeciwutleniającą. W interesujący sposób Autorka pracy zajęła się problemem otrzymywania nanocząstek tlenków cynku i miedzi na drodze biosyntezy z użyciem ekstraktów pozyskanych z alg. Zbadła wpływ różnych czynników na przebieg procesu biosyntezy i porównała swoje metody z



tymi, które opisane zostały w literaturze. Scharakteryzowała otrzymane nanocząstki cynku i miedzi, określiła ich właściwości przeciwbakteryjne i przeciwgrzybiczne.

Przeprowadzone przez mgr inż. K. Dziergowską testy na roślinach polegały m. in. na ocenie: wpływu przedsewnej stymulacji nasion czynnikami fizycznymi (stałego i zmiennego pola magnetycznego, ultradźwięków), wpływu ekstraktów z alg oraz wpływu nanocząstek tlenków cynku i miedzi na kiełkowanie nasion i wzrost roślin różnych gatunków. Autorka zaproponowała zastosowanie otrzymanych nanocząstek jako potencjalnych komponentów nawozów mikroelementowych oraz środków ochrony roślin, ze względu na właściwości przeciwbakteryjne i przeciwgrzybiczne. Pozostałości po ekstrakcji substancji bioaktywnych z badanego materiału, jaki stanowiły makroalgi (w sumie sześć gatunków), zostały wykorzystane do jako biosorbenty do usuwania jonów chromu ze ścieków.

Na uwagę zasługuje zamieszczone przez Autorkę po każdym podrozdziale krótkie podsumowanie poszczególnych etapów przeprowadzonych badań. Opracowanie wyników poparte zostało stosownymi wnioskami i szczegółowymi komentarzami. Recenzowana rozprawa doktorska ma istotne znaczenie poznawcze w kontekście opracowania technologii waloryzacji biomasy odpadowej makroalg jako preparatów rolniczych stymulujących kiełkowanie nasion i wzrost roślin; biosyntezy nanocząstek tlenków cynku i miedzi na bazie ekstraktów z alg i ich wykorzystanie jako preparatów stymulujących kiełkowanie i wzrost; stymulacji nasion czynnikami fizycznymi; wykorzystania makroalg i pozostałości poekstrakcyjnych jako biosorbentów do usuwania jonów metali ciężkich ze ścieków. Doktorantka przeprowadziła wiele czasochłonnych i żmudnych doświadczeń, mających na celu doskonalenie opracowanych procedur badawczych. Wykazała się umiejętnościami planowania i wykonywania eksperymentów oraz interpretacji wyników.

Mgr inż. Katarzyna Dziergowska jest współautorką **8** publikacji oraz **2** rozdziałów w monografiach, które również dotyczą zagadnień związanych z przedmiotem rozprawy doktorskiej. Sumaryczna wartość współczynnika **IF wynosi 26,165**, a suma punktów wg wykazu MEiN wynosi **740**, co w wypadku osób ubiegających się o stopień naukowy doktora jest wynikiem bardzo dobrym. Podjęta przez Doktorantkę problematyka, wpisuje się w aktualne trendy badawcze, związane z wykorzystaniem czynników fizycznych i nanocząstek tlenków metali w przedsewnej stymulacji nasion. Interesujące są również perspektywy wykorzystania odpowiednich gatunków makroalg jako skuteczne biostymulatory wzrostu roślin.



Dokonując oceny rozprawy doktorskiej nasunęły mi się pewne uwagi oraz spostrzeżenia do rozważania i dyskusji:

- jakie czynniki miałyby wpływ na skuteczność sorpcji jonów metali innych niż chrom, z użyciem biosorbentów na bazie pozostałości poekstrakcyjnych z alg?
- str. 67 i 68: marchew zwyczajna (*Daucus carota* L.) została zaliczona do kapustowatych (?) Proszę o wyjaśnienie.
- str. 114: o jakie oleje i tłuszcze chodzi (?);
- od str. 125: Autorka wyraża stężenie w mg KG/L. Uważam, że wskazane byłoby stosowanie GAE mg/l (ang. *gallic acid equivalent*). Zazwyczaj używa się GAE mg/g;
- str. 127: aktywność przeciwutleniającą można było wyrazić jako TEAC mM;
- str. 138: o jaki pik w okolicach 350 nm chodzi?

Podsumowując chciałabym podkreślić, że praca doktorska p. mgr. inż. Katarzyny Dziergowskiej zawiera elementy nowości naukowej. Doktorantka osiągnęła cele pod względem metodycznym. Stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr. inż. Katarzyny Dziergowskiej pt. „Opracowanie bezpiecznych dla środowiska metod stymulacji kiełkowania nasion i wzrostu roślin”, spełnia wymogi stawiane pracom doktorskim, określone w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” (Dz. U. z 2023 r., poz. 742 z późn. zm.).

Wnoszę zatem do Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Chemiczna, Politechniki Wrocławskiej, o dopuszczenie p. mgr inż. Katarzyny Dziergowskiej do dalszych etapów przewodu doktorskiego o nadanie stopnia naukowego doktora w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria chemiczna. Jednocześnie ze względu na znaczące zaangażowanie Doktorantki w pracę badawczą oraz wysoką wartość uzyskanych wyników, pragnę rekomendować niniejszą rozprawę doktorską do wyróżnienia.

Magdalena Ligor

Toruń, 11.12.2023 r.

dr hab. Magdalena Ligor, prof. UMK
Katedra Chemii Środowiska i Bioanalitiky
Wydział Chemii
Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

Dotyczy: rozprawy doktorskiej mgr inż. Katarzyny Dziergowskiej, pt. „Opracowanie bezpiecznych dla środowiska metod stymulacji kiełkowania nasion i wzrostu roślin”, wykonanej pod kierunkiem: dr. hab. inż. Izabeli Michalak, prof. PWr i prof. dr inż. Jerzego Detyny, w Katedrze Zaawansowanych Technologii Materiałowych, Wydziału Chemicznego, Politechniki Wrocławskiej

Wniosek do Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Chemiczna o wyróżnienie

Po wnikliwym zapoznaniu z treścią rozprawy doktorskiej przedłożonej przez mgr inż. Katarzynę Dziergowską, wnoszę o jej wyróżnienie.

W uzasadnieniu, chciałabym podkreślić, że mgr inż. Katarzyna Dziergowska jest współautorką 8 publikacji oraz 2 rozdziałów w monografiach, które również dotyczą zagadnień związanych z przedmiotem rozprawy doktorskiej. Sumaryczna wartość współczynnika IF wynosi 26,165, a suma punktów wg wykazu MEiN wynosi 740, co w wypadku osób ubiegających się o stopień naukowy doktora jest wynikiem bardzo dobrym. Doktorantka jest współautorką m. in. dwóch prac w czasopismach naukowych o punktacji 140 oraz w trzech o punktacji 100. Pragnę nadmienić, że osiągnięcia uzyskane przez Doktorantkę wykraczają ponad wymagania przedstawione przez Radę Dyscypliny Naukowej Inżynieria Chemiczna w uchwale nr 36/08/RDND05/2021-2024, w sprawie określenia warunków wyróżniania rozpraw doktorskich w dyscyplinie inżynieria chemiczna. Ponadto, podjęta przez Doktorantkę problematyka, wpisuje się w aktualne trendy badawcze, związane z wykorzystaniem czynników fizycznych i nanocząstek tlenków metali w przedsięwziętej stymulacji nasion. Interesujące są również perspektywy wykorzystania odpowiednich gatunków makroalg jako skuteczne biostymulatory wzrostu roślin. Biorąc pod uwagę powyższe żywię nadzieję, że podjęta przez Doktorantkę tematyka badawcza będzie kontynuowana.

Magdalena Ligor