

Prof. zw. dr hab. Wiesław Barabasz  
Państwowa Wyższa Szkoła  
Wschodnioeuropejska, w Przemyślu  
Instytut Nauk Technicznych  
ul. Żołnierzy I Armii Wojska Polskiego IE

Przemyśl, 6.04.2022 r.

## RECENZJA

rozprawy doktorskiej p mgr inż. Dariusza Zielonki  
„Wpływ nawożenia konopi siewnych (*Cannabis sativa* L.) osadami ściekowymi  
i fosfogipsem na wybrane parametry fizjologiczne roślin i biologię gleby”  
wykonanej w Instytucie Rolnictwa  
Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie  
pod kierunkiem prof. dr hab. Stefana Russela

---

### 1. Ocena problematyki rozprawy

Przedstawiona mi do oceny rozprawa doktorska Pana mgr inż. Dariusza Zielonki wpisuje się w bardzo ważny obecnie nurt badań nad wykorzystywaniem różnego rodzaju odpadów i takim ich zagospodarowywaniem, aby nie szkodziły środowisku, a co więcej można je było powtórnie zagospodarować. Trzeba zaznaczyć, że w dobie obecnej i już w niedalekiej przyszłości problemy odpadów i ich recykling będą głównymi problemami współczesnych populacji wielu krajów zarówno rozwiniętych jak i słabo rozwiniętych. I w tym kontekście tematyka ocenianej pracy, dotyczy właśnie jednego z takich problemów, bowiem rozwój przemysłu, generuje coraz większą ilość odpadów, w tym odpadów ściekowych i fosfogipsów, które stają się coraz większym problemem.

Niewątpliwie jednymi z najważniejszych problemów współczesnej cywilizacji są zagadnienia dotyczące wyżywienia wzrastającej liczby ludności, dostępu do źródeł wody i energii oraz zachowanie naturalnego środowiska w stanie nie gorszym niż go zastaliśmy. Stąd świadomość naszych związków ze środowiskiem, w którym żyjemy, zaczyna dominować w większości podejmowanych przez człowieka działań związanych z eksploatacją przyrody i wymusza działalność pro-ekologiczną. Do ludzi dociera świadomość, że podejmując niekiedy proste działania, można nie niszczyć podstawowych elementów środowiska wyeliminować szkodliwe czynniki z naszego otoczenia, a prowadząc odpowiedni styl życia zachować zdrowie na długie lata.

Nasze bogactwa naturalne i zasoby środowiska mocno nadwyrężone w przeszłości, bez wątplenia nie wytrzymają dalszych obciążeń. Eksperci już dziś

ostrzegają, szczególnie w krajach rozwijających się, a także w Polsce, że wzrastająca liczba ludności pociągnie za sobą wzrost zanieczyszczenia środowiska. Wydaje się, że nowoczesne procesy biotechnologiczne wykorzystujące najnowsze zdobycze wiedzy z zakresu ekologii, mikrobiologii i ochrony środowiska mogą sprostać stojącymi przed ludzkością zadaniom i przyczynić się do zmniejszenia zanieczyszczenia środowiska oraz zapewnić dostateczną ilość żywności i energii. Nic więc dziwnego, że temat pracy doktorskiej p. mgr inż. Dariusza Zielonki związany jest z badaniami nad możliwością wykorzystaniem osadów ściekowych i fosfogipsów w uprawie konopi siewnych (*Cannabis sativa*) i w ten sposób próbować ich zagospodarować, a równocześnie kontrolować jak wprowadzone odpady wpłyną na stan środowiska glebowego. Należy zaznaczyć, że osady ściekowe są cennym źródłem materii organicznej, związków azotu, fosforu i niektórych mikroelementów, które wzbogacają glebę w ważne składniki pokarmowe dla roślin uprawnych.

Dlatego jestem pełen uznania za trud podjęcia badań zmierzających do wyjaśnienia wpływu osadów ściekowych i fosfogipsów na plon biomasy konopi oraz właściwości biologiczne gleby. Trzeba zaznaczyć, że głównym celem pracy oraz postawionych hipotez badawczych było uzyskanie odpowiedzi na zagadnienie w jaki sposób zastosowane osady ściekowe i fosfogipsy jako nawożenie mineralne i organiczne wpłyną na biologię i właściwości fizyko-chemiczne gleby oraz fizjologię roślin, a także na wybrane parametry fizjologiczne determinujące sprawność aparatu fotosyntetycznego *Cannabis sativa* L. Ponadto zawrócono szczególną uwagę na zjawisko mykoryzy jaka nawiązuje się pomiędzy grzybami arbuskularnymi a korzeniami konopi oraz zmianami w zawartości pierwiastków śladowych w glebie i biomase roślin.

## **2. Ocena pracy pod względem merytorycznym i naukowym**

Oceniana rozprawa doktorska jest zwięzłym maszynopisem będącym opisem trzech publikacji, których pierwszym autorem jest p. mgr inż. D. Zielonka. Cytowane publikacje ukazały się w trzech znaczących czasopismach naukowych: *Ecological Questions*, *Journal of Natural Fibres* i *Agronomy*, których łączny IF wynosi 5,225 (2019) lub 3,93 (5-letni) a suma punktów wg MNiSW wynosi 160. Wszystkie trzy cytowane artykuły stanowią spójny zbiór i zostały opublikowane w języku angielskim w latach 2017, 2019 i 2020. Tekst rozprawy zawiera niezbędne oświadczenia współautorów i kserokopie wspomnianych trzech artykułów.

Przystępując do oceny recenzowanej pracy, jako rozprawy doktorskiej pragnę zaznaczyć, że zebrane wyniki dotyczą ogromnego zakresu badań wykonanych zarówno w warunkach polowych jak i laboratoryjnych. Powyższe badania stanowią cenne osiągnięcie z zakresu ochrony środowiska i rolnictwa i wy-

rażnie wskazują, że osady ściekowe i fosfogipsy mają korzystny wpływ zarówno na badane fizjologiczne właściwości konopi jak i właściwości fizyko-chemiczne samej gleby. Zastosowane metody badawcze oparte są na powszechnie stosowanych metodach mikrobiologicznych, genetycznych, fizycznych i chemicznych, są właściwie dobrane oraz zastosowane, pozwalające na udowodnienie postawionych hipotez i celu. Praca wykonana jest poprawnie pod względem metodycznym. Na szczególne podkreślenie zasługują badania genetyczne z zastosowaniem techniki PCR oraz klonowanie i sekwencjonowanie DNA nad identyfikacją grzybów arbuskularnych nawiązujących związki mykoryzowe z konopiami. Wykazano, że korzenie konopi były skolonizowane przez takie gatunki grzybów jak: *Funneliformis geosporum*, *Glomus* sp. i *Funneliformis mosseae*. Powyższe badania Doktorant przeprowadził wyjątkowo starannie, w licznych powtórzeniach, co zaowocowało wieloma bardzo interesującymi wynikami, które być może znajdą praktyczne zastosowanie w nawożeniu innych roślin uprawnych oraz w rewitalizacji gleb zdegradowanych i ubogich w składniki pokarmowe, które będzie można nawozić osadami ściekowymi i fosfogipsami.

Należy podkreślić bardzo dobre przygotowanie Doktoranta do badań naukowych, bowiem opis użytych technik jest prawidłowy i nie budzi żadnych zastrzeżeń natury merytorycznej czy naukowej. Autor bardzo dokładnie opisał użyte odczynniki, pożywki, szczepy grzybów, metody izolacji i hodowli grzybów, metody analiz genetycznych, mikrobiologicznych, fizyko-chemicznych, a także zastosowane testy genetyczne, podając ich źródła pochodzenia oraz odnośną literaturę. Na szczególną uwagę zasługują również metody molekularne związane z identyfikacją mykoryzowych grzybów arbuskularnych.

W wyniku przeprowadzonych badań mykologicznych, fizyko-chemicznych, analiz molekularnych i biochemicznych Doktorant uzyskał wyniki, które pozwoliły Mu na szczegółową charakterystykę zmian chemicznych jakie nastąpiły w środowisku glebowym i biomacie konopi w następstwie nawożenia osadami ściekowymi i fosfogipsem uprawy konopi siewnych.

Szczególnie interesujące są wyniki dotyczące m.in.:

1. Oddziaływanie osadów ściekowych i fosfogipsu na wydajność aparatu fotosyntetycznego konopi.
2. Identyfikacja arbuskularnych grzybów mykoryzowych zasiedlających korzenie konopi.
3. Zawartości pierwiastków śladowych i ich bilans w glebie i roślinie.
4. Wyznaczenie współczynnika biokoncentracji (BCF) pierwiastków śladowych.
5. Właściwości i charakterystyka osadów ściekowych i fosfogipsów.

## 6. Opis biologii gatunku *Cannabis sativa* L.

Przeprowadzone badania są bardzo ważne pod względem naukowym i nie budzą żadnych zastrzeżeń naukowych. Jako oryginalne i bardzo ciekawe wnoszą one nowe elementy poznawcze do biologii i fizjologii konopi oraz reakcję badanej rośliny uprawnej na nawożenie osadami i fosfogipsem. Uzyskane wyniki wyraźnie wskazują, że czynniki środowiskowe mają istotny wpływ na zawartość chlorofilu w liściach konopi oraz ilość pobranych składników pokarmowych.

W oparciu o uzyskane wyniki z przeprowadzonych badań Doktorant wyciągnął wnioski, które są sprecyzowane bardzo rzeczowo i konkretnie. Do najważniejszych należy zaliczyć następujące:

1. Osady ściekowe i fosfogips wykazują potencjał do stosowania ich w rolnictwie, jako źródło makro- i mikroelementów niezbędnych do uprawy konopi. Ich aplikacja przyczyniła się do konwersji zawartych w tych odpadach składników w biomasę badanych roślin.

2. Stosowanie osadów ściekowych (bez lub w połączeniu z fosfogipsem) oddziałuje korzystnie na wydajność aparatu fotosyntetycznego. Efekt ten różni się w zależności od odmiany. Te o wyższym indeksie powierzchni liści (LAI) mogą efektywniej wykorzystywać zastosowane odpady w porównaniu z odmianami o niskich wartościach LAI, dzięki lepszej absorpcji wody i składników odżywczych.

3. Konopie wchodzą w relacje symbiotyczne z grzybami mikoryzy arbuskularnej (AMF) takimi jak m.in. *Funneliformis mosseae*, *Funneliformis caledonium* i *Funneliformis geosporum*. Relacje te są częstsze i intensywniejsze w przypadku roślin, w których uprawie nie aplikowano odpadów. Gatunek *Cannabis sativa* jest prawdopodobnie słabo uzależniony od mikoryzy, ponieważ tylko w przypadku jednej z trzech badanych odmian ('Tygra'), pod wpływem za-stosowania fosfogipsu i osadów ściekowych nie zaobserwowano znacznego spadku jej częstotliwości i intensywności.

4. Aby w pełni poznać zjawiska występujące pomiędzy konopiami i mikrobiomem, wskazane są dalsze badania nad roślinami konopi uprawianymi na różnych typach gleb bez zewnętrznych źródeł składników odżywczych, różnym składzie i strukturze zbiorowiska drobnoustrojów.

5. Wyniki badań wskazują, że zawartość TE (pierwiastków śladowych) w konopiach była najwyższa dla Fe, a najniższa dla Cd i skorelowana z ilością biodostępnych form tych pierwiastków w glebie. Szereg malejących zawartości pierwiastków śladowych w biomasie roślin przedstawiał się następująco: Fe > Mn > Zn > Cr > Cu > Ni > Cd. Najłatwiej pobierany był kadm i chrom (BCF > 1), natomiast żelazo w najmniejszym stopniu było wchłaniane i transportowane do nadziemnych tkanek konopi (BCF wahało się od 0,01 w słomie do 0,19 w kwiatostanach). Pobrane pierwiastki były deponowane głównie w kwiatostanach roślin. Największe wartości pobierania TE z gleby poddanej działaniu osadów ściekowych i fosfogipsu osiągnęła odmiana Tygra, która charakteryzowała się najwyższym współczynnikiem biokoncentracji i produkcji biomasy.

6. Zastosowanie osadów ściekowych wzbogaciło glebę w biodostępne formy pierwiastków śladowych i przyczyniło się do wzrostu ich zawartości w organach wegetatywnych (o 27,11% dla Mn; 176,87% dla Ni) i generatywnych roślin konopi (o 11,95% dla Zn; 127,68% dla Ni). Stosowanie fosfogipsu ograniczało dostępność pierwiastków śladowych dla roślin w sposób wprost proporcjonalny do zastosowanej dawki odpadu, co mogło utrudniać proces fitoekstrakcji.

Z obowiązku recenzenta powyższej rozprawy doktorskiej, zgłaszam następujące uwagi oraz proszę o dokładniejszą informację w sprawie:

1. Gleba w doświadczeniu została zaklasyfikowana jako gleba płowa. Proszę wyjaśnić co to jest rząd, typ gleby, rodzaj gleby i gatunek gleby?
2. Jaki jest stan prawny dotyczący uprawy konopi siewnych w Polsce?
3. Jakie właściwości prozdrowotne ma olejek CBD, i co to takiego kannabidiol?
4. Co wspólnego ma olejek CBD z marihuaną?
5. Na czym polega reakcja PCR?
6. W pracy doktorskiej opisano mykoryzę arbuskularną. Jakie inne rodzaje mykoryzy występują w przyrodzie?
7. W pracy pisze Pan „mikologia”, jednak w 2011 roku Rada Języka Polskiego zaaprobowała preferowaną przez licznych naukowców formę „mykologia”, stanowiącą wyjątek spolszczenia greckiego przedrostka „my”.

Moje uwagi – nie mają charakteru krytycznego i oczywiście nie wpływają w najmniejszym stopniu na wartość naukową pracy, a są jedynie pytaniami i uwagami do dyskusji nad walorami recenzowanej pracy doktorskiej.

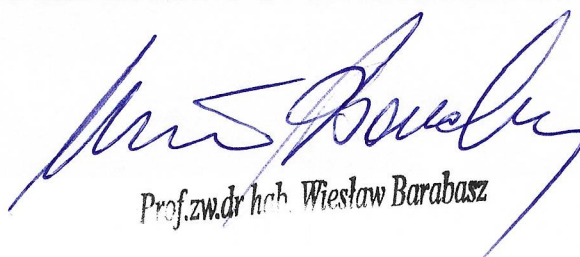
### 3. Wniosek końcowy

Biorąc pod uwagę powyższe dane dotyczące oceny pracy doktorskiej pana mgr inż. Dariusza Zielonkę, pt.:

„Wpływ nawożenia konopi siewnych (*Cannabis sativa* L.) osadami ściekowymi i fosfogipsem na wybrane parametry fizjologiczne roślin i biologię gleby”

stwierdzam, że powyższa rozprawa doktorska stanowi niewątpliwie oryginalne i cenne osiągnięcie naukowe Doktoranta w zakresie rolnictwa, mykologii i ochrony środowiska. Wykazał w prezentowanej pracy umiejętność organizacji i samodzielnej realizacji badań. Duża znajomość literatury przedmiotu, opanowanie techniki badawczej z zakresu analityki – wskazują na dobre przygotowanie Doktoranta do pracy naukowej.

W świetle powyższych danych uważam, że rozprawa doktorska pod w/w tytułem wykonana przez p. mgr inż. Dariusza Zielonkę z Instytutu Rolnictwa Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, **pod kierunkiem p. prof. zw. dr hab. Stefana Russela w pełni odpowiada wymogom i kryteriom stawianym rozprawom doktorskim (Ustawa z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. 2003 r. nr 65 poz. 595 z póź. zm.). W związku z powyższym stawiam wniosek do Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo SGGW w Warszawie o dopuszczenie mgr inż. Dariusza Zielonkę do dalszych etapów postępowania przewodu doktorskiego.**



Prof. zw. dr hab. Wiesław Barabasz