



UNIWERSYTET  
WARMIŃSKO-MAZURSKI W OLSZTYNIE

Prof. dr hab.  
Jadwiga Wyszowska

---

## **Recenzja**

rozprawy doktorskiej mgr inż. Edyty Kwiatkowskiej

pt.: „Parametry aktywności bakterii i grzybów glebowych oraz fitotoksyczność gleby, jako wskaźniki oceny skutków oddziaływania na środowisko odpadów pochodzących z rolnictwa i przemysłu chemicznego”

### **1. Wprowadzenie**

Recenzję wykonałam na zlecenie dr hab. Sylwii Andruszczak, prof. uczelni – Przewodniczącej Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie z dnia 25 marca 2024 r. Otrzymałam kompletny zestaw dokumentów umożliwiający ocenę rozprawy doktorskiej zgodnie z wymaganiami określonymi w ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2023 r. poz. 742 z późn. zmianami).

### **2. Ocena wyboru problematyki badawczej**

Industrializacja wiąże się z różnorodnymi rodzajami presji na środowisko, w tym z wytwarzaniem ogromnych ilości różnego rodzaju odpadów. Polityka Unii Europejskiej, w tym Polski, w zakresie gospodarowania odpadami zmierza do ograniczenia wpływu odpadów na środowisko i zdrowie ludzi. Długoterminowym celem tej polityki jest między innymi zapewnienie bezpiecznego unieszkodliwiania odpadów. Dlatego też społeczność naukowa ocenia najlepsze opcje przetwarzania frakcji organicznej stałych odpadów powstałych na obszarach wiejskich. Jednym z takich odpadów jest zużyty substrat grzybowy, którego ilość systematycznie wzrasta. Wynika to z faktu, że w ciągu ostatnich 20 lat światowa produkcja grzybów i trufli wzrosła niemal 5-krotnie. Efektywne wykorzystanie i utylizacja tak dużej ilości zużytego substratu grzybowego jest poważnym wyzwaniem dla współczesnej gospodarki.

UNIWERSYTET WARMIŃSKO-MAZURSKI W OLSZTYN  
Katedra Gleboznawstwa i Mikrobiologii  
Pl. Łódzki 3, 10-727 Olsztyn  
tel. 89 523 49 38    jadwiga.wyszowska@uwm.edu.pl

Działalność antropogeniczna skutkuje degradacją gleby, co determinuje potrzebę opracowania wskaźników pozwalających na ocenę stanu gleby i wykrycie wczesnych oznak zakłócenia funkcji ekologicznych gleby. Mikroorganizmy glebowe szybko reagują na zmiany w środowisku i odgrywają kluczową rolę w cyklach biogeochemicznych pierwiastków. Są bezpośrednio lub pośrednio zaangażowane w szeroki zakres funkcji ekologicznych gleby i dlatego mogą służyć jako skuteczne i bardzo czułe indykatory tych funkcji.

Uwzględniając powyższe stwierdzenia konstatuje, że podjęta przez mgr inż. Edytę Kwiatkowską problematyka badawcza jest innowacyjna, a wybór tematu rozprawy doktorskiej, pt.: „Parametry aktywności bakterii i grzybów glebowych oraz fitotoksyczność gleby, jako wskaźniki oceny skutków oddziaływania na środowisko odpadów pochodzących z rolnictwa i przemysłu chemicznego” jest uzasadniony, zarówno z poznawczego, jak i użytkowego punktu widzenia. Tematyka podjęta przez Doktorantkę wpisuje się w dziedzinę nauki rolniczej dyscyplinę rolnictwo i ogrodnictwo.

### **3. Ocena formalna**

Przedstawiona do recenzji praca doktorska mgr inż. Edyty Kwiatkowskiej, przygotowana pod kierunkiem dr hab. Jolanty Joniec, profesor uczelni wpisuje się w nurt badań realizowanych w Katedrze Mikrobiologii Środowiskowej Wydziału Agrobiotechnologii Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie.

Mgr inż. Edyta Kwiatkowska jako rozprawę doktorską, zgodnie z artykułem 187.3 ustawy, przedstawiła zbiór czterech opublikowanych, powiązanych tematycznie artykułów naukowych, które wkomponowała w ich opis. Rozprawa doktorska liczy 138 stron. Składa się z następujących rozdziałów: wstęp, cel i hipotezy badawcze, materiał i metody, wyniki i dyskusja, podsumowanie i wnioski, bibliografia, odbitki publikacji wchodzących w skład rozprawy doktorskiej, oświadczenia o współautorstwie oraz wykaz dorobku naukowego i dane bibliograficzne. Opracowanie poprzedza wykaz publikacji naukowych stanowiących przedmiot rozprawy doktorskiej oraz streszczenie w języku polskim i angielskim.

Najważniejszym rozdziałem jest rozdział nr 9 pt. „Publikacje wchodzące w skład rozprawy doktorskiej”, gdyż jest on podstawą rozprawy doktorskiej. Przedstawione są w nim w całości kopie następujących artykułów:

1. Joniec J., Kwiatkowska E., Kwiatkowski C.A. Assessment of the effects of soil fertilization with spent mushroom substrate in the context of microbial nitrogen transformations and the potential risk of exacerbating the greenhouse effect. *Agriculture*, 2022, 12, 1190. <https://doi.org/10.3390/agriculture12081190>.



2. Kwiatkowska E., Joniec J. Effects of agricultural management of spent mushroom waste on phytotoxicity and microbiological transformations of C, P, and S in soil and their consequences for the greenhouse effect. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2022, 19, 12915. <https://doi.org/10.3390/ijerph191912915>.
3. Kwiatkowska E., Joniec J., Kwiatkowski C.A, Kowalczyk K., Nowak M., Leśniowska-Nowak J. Assessment of the impact of spent mushroom substrate on biodiversity and activity of soil bacterial and fungal populations based on classical and modern soil condition indicators. *Int. Agrophys.*, 2024, 38, 139-154. <https://doi.org/10.31545/intagr/184175>.
4. Kwiatkowska E., Joniec J., Kwiatkowski C.A. Involvement of soil microorganisms in C, N and P transformations and phytotoxicity in soil from post-industrial areas treated with chemical industry waste. *Minerals*, 2023, 13, 12. <https://doi.org/10.3390/min13010012>.

Artykuły te zostały opublikowane w latach 2022-2024. Sumaryczny *Impact Factor* zbioru publikacji, zgodnie z rokiem wydania, wynosi 8,3, a suma punktów według MEiN/MNiSW – 440. Są to zatem dobre wskaźniki. Wszystkie publikacje są współautorskie liczące od 2 do 6 autorów. W trzech artykułach naukowych Doktorantka jest pierwszym autorem, a w jednym – drugim. W dołączonych oświadczeniach wszyscy autorzy określili swój udział i zakres wykonywanych prac w czasie realizacji badań i przygotowywania manuskryptów. Wynika z nich, że mgr inż. Edyta Kwiatkowska uczestniczyła w tworzeniu koncepcji, wykonaniu badań, analizie statystycznej, analizie uzyskanych wyników i przygotowaniu tekstu manuskryptów oraz poprawie manuskryptu po recenzjach. Dowodzi to o Jej kluczowej roli na wszystkich etapach powstawania oryginalnych artykułów naukowych. Na szczególną uwagę zasługuje fakt, że wyniki badań ukazały się drukiem w czterech renomowanych czasopismach, takich jak: *Agriculture* (1 publikacja), *International Journal of Environmental Research and Public Health* (1 publikacja), *International Agrophysics* (1 publikacja) i *Minerals* (1 publikacja).

Opis osiągnięć zawartych w artykułach naukowych został dokonany profesjonalnie. Autorka opisała wyniki badań przedstawione w publikacjach wchodzących w skład rozprawy doktorskiej.

Zatem konkludując ocenę formalną stwierdzam, że cykl opublikowanych publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe mgr inż. Edyty Kwiatkowskiej oraz ich opis spełniają wymagania stawiane przez obowiązujące prawo osobom ubiegającym się o stopień doktora.

#### **4. Ocena merytoryczna**

Tytuł ocenianej rozprawy doktorskiej jest precyzyjny i w pełni ujmuje jej treść, a uzyskane wyniki odpowiadają na cel badań. Rozprawę doktorską rozpoczynają streszczenia w języku polskim i angielskim, które bardzo dobrze opisują zakres problematyki badawczej i przedstawiają syntezę uzyskanych wyników.



Pierwszy rozdział dysertacji zatytułowany „Wstęp” jest bardzo dobrze napisanym przeglądem literatury. W pierwszych częściach tego rozdziału Doktorantka przedstawia przyczyny degradacji gleby. Dużo uwagi poświęca odpadom pochodzącym z rolnictwa, w tym podłożom popieczarkowym, które są cennym źródłem substancji organicznej oraz składników pokarmowych dla roślin. Zwraca uwagę na rolę mikroorganizmów glebowych w kształtowaniu zdrowia gleb i kondycji roślin, a także na przydatność wskaźników mikrobiologicznych i biochemicznych w monitorowaniu stanu środowiska glebowego. W mojej ocenie zaprezentowany przegląd literatury stanowi logiczną i spójną całość. Został napisany przejrzysto i zawiera wszystkie informacje niezbędne do interpretacji uzyskanych wyników. Przedstawione podstawy teoretyczne są bardzo dobrym wprowadzeniem do celu pracy, którym było zweryfikowanie przydatności wskaźników mikrobiologicznych do monitorowania stanu środowiska glebowego, poddanego działaniu różnych odpadów, pochodzących z działalności zarówno rolniczej, jak i przemysłowej.

Doktorantka postawiła sześć hipotez badawczych:

1. Odpad popieczarkowy stosowany do celów nawozowych pozytywnie wpływa na wskaźniki jakości gleby, w tym na bioróżnorodność i aktywność drobnoustrojów glebowych oraz nie wywołuje fitotoksycznego działania na początkowe fazy wzrostu roślin.
2. Odpad popieczarkowy jest dobrą alternatywą nawożenia dla obornika i może być stosowany co roku.
3. Analizowanie populacji mikroorganizmów glebowych z wykorzystaniem jednocześnie odpowiednio dobranych klasycznych i nowoczesnych wskaźników pozwala na uzyskanie pełniejszego obrazu stanu gleb nawożonych odpadem popieczarkowym.
4. Podłoże popieczarkowe, w przeciwieństwie do obornika, nie przyczynia się do nasilenia się efektu cieplarnianego.
5. Użyte w badaniach wskaźniki aktywności drobnoustrojów glebowych i fitotoksyczności są odpowiednie do monitorowania stanu gleb zdegradowanych chemicznie na skutek silnej alkalizacji.
6. Alkalizacja środowiska glebowego powoduje zmiany w aktywności drobnoustrojów nie tylko w wierzchniej, ale również w głębszej warstwie gleby, oraz że zmiany te utrzymują się nawet w dużej odległości od emitera zanieczyszczenia.

Powyższe hipotezy zostały zweryfikowane w logicznie zaplanowanych i konsekwentnie realizowanych zadaniach badawczych. Podstawą badań było ściśle trzyletnie doświadczenie polowe na terenie Gospodarstwa Doświadczalnego w Czesławicach (województwo lubelskie) realizowane w latach 2018-2020 (publikacje nr 1-3 wchodzące w skład rozprawy doktorskiej)



oraz teren przemysłowy zlokalizowany w województwie mazowieckim (publikacja nr 4 wchodząca w skład rozprawy doktorskiej).

Do realizacji postawionego celu i weryfikacji hipotez badawczych mgr inż. Edyta Kwiatkowska wykorzystwała szereg metod badawczych obejmujących zarówno metody tradycyjne, jak i biologii molekularnej. Określiła ogólną liczebność: bakterii oligotroficznych, kopiotroficznych, bakterii i grzybów celulolitycznych oraz proteolitycznych, grzybów strzępkowych, względną zawartość DNA, stężenie dsDNA, intensywność procesów amonifikacji i nityfikacji, aktywność oddechową, aktywność proteazy, ureazy, dehydrogenaz, fosfatazy kwaśnej i zasadowej, arylosulfatazy,  $\beta$ -glukozydazy, hydrolityczną diooctanu fluoresceiny (FDA) oraz wskaźniki fitotoksyczności gleby. Badane parametry analizowała na tle właściwości fizycznych, chemicznych i fizykochemicznych gleby oraz warunków środowiskowych. Wszystkie wykorzystane metody badawcze zostały szczegółowo opisane w rozdziale „Materiał i metody” oraz w poszczególnych publikacjach wchodzących w skład rozprawy doktorskiej. Zakres i różnorodność zastosowanych metod badawczych dowodzi, że Doktorantka jest już wytrawną badaczką, doskonale posługującą się technikami stosowanymi w pracowniach mikrobiologicznych i biochemicznych.

W rozdziale „Wyniki i dyskusja” Pani mgr inż. Edyta Kwiatkowska opisała w sposób syntetyczny rezultaty badań przedstawione w poszczególnych publikacjach wchodzących w skład rozprawy doktorskiej i przeprowadziła dyskusję uzyskanych wyników w kontekście postawionego celu i hipotez badawczych. Dyskusja jest rzeczowym omówieniem wyników z równoczesnym wykorzystaniem w ich interpretacji wyników innych badaczy. Rozdział ten dokumentuje dojrzałość naukową Doktorantki i pokazuje, że Pani Magister bardzo swobodnie porusza się w światowej literaturze dotyczącej wykorzystania mikrobiologicznych i biochemicznych wskaźników w ocenie skutków oddziaływania na środowisko odpadów pochodzących z rolnictwa i przemysłu chemicznego.

Kolejny rozdział rozprawy stanowią „Podsumowanie i wnioski” będące odzwierciedleniem otrzymanych wyników. Wnioski są poprawne i pokazują zdolność Doktorantki do syntetycznego ujęcia rezultatów pracy.

Pani Magister zebrała bardzo bogate piśmiennictwo. W mojej ocenie w spisie tym znajdują się wszystkie ważne publikacje dotyczące zakresu badań Doktorantki, które ukazały się w ciągu ostatnich dziesięciu lat. Zebraną literaturę umiejętnie wykorzystwała.

Szeroko zakrojone badania zaowocowały dużą ilością wyników, które Pani mgr inż. Edyta Kwiatkowska opublikowała w czterech artykułach naukowych w renomowanych czasopismach. Wyniki są zaprezentowane w poszczególnych publikacjach w sposób czytelny



i przejrzysty. Są starannie opracowane i dostosowane do wymagań czasopism. Trafne rozwiązania metodyczne czynią uzyskane rezultaty cennymi. Zostały one poprawnie opracowane statystycznie i dobrze zilustrowane. Doktorantka udowodniła, że posiada ogólną wiedzę teoretyczną do właściwej oceny otrzymanych wyników badań. Nabyła też umiejętność syntetycznego opisanie problematyki badawczej zaprezentowanej w zbiorze publikacji, przedstawionych jako rozprawa doktorska.

#### **4.1. Najważniejsze osiągnięcia**

Oryginalna koncepcja oraz szeroki wachlarz precyzyjnych metod badawczych umożliwiły osiągnięcie wielu cennych i wartościowych wyników. Doktorantka z wykonanych badań wyciągnęła 12 wniosków, których jedynym mankamentem jest ich nadmierna szczegółowość i brak uogólnień.

Za najważniejsze rezultaty rozprawy uważam:

1. Ocenę przydatności wskaźników mikrobiologicznych i biochemicznych w walidacji stanu jakości gleb.
2. Wykazanie, że w monitorowaniu zmian zachodzących w glebie wskazane jest łączne stosowanie metod klasycznych i nowoczesnych.
3. Stwierdzenie, że zastosowanie zużytego substratu grzybowego intensyfikuje mikrobiologiczne przemiany C i N w glebie, a osłabia przemiany P i S. Zmiany te mają charakter krótkoterminowy i dotyczą pierwszych dwóch lat od zastosowania.
4. Udowodnienie, że z gleby zdegradowanej emitowana jest zwiększona ilość CO<sub>2</sub> oraz że odpad popieczarkowy bardziej niż obornik przyczynia się do nasilenia emisji CO<sub>2</sub> z gleby.
5. Stwierdzenie, że negatywne oddziaływanie zanieczyszczenia gleby ciekłym odpadem na mikrobiom gleby nie ogranicza się jedynie do wierzchniej warstwy gleby (0-20 cm), ale jest również wyraźnie widoczne w jej głębszej warstwie, tj. 20-40 cm.

Te cenne osiągnięcia zainspirowały mnie do zadania następujących pytań:

1. Jakie są korzyści i zagrożenia wynikające z stosowania odpadów popieczarkowych w rolnictwie i ogrodnictwie?
2. Jak wygląda porównanie wartości nawozowej odpadu popieczarkowego z obornikiem?

Podsumowując ocenę merytoryczną, stwierdzam, że Pani mgr inż. Edyta Kwiatkowska uzyskała wiele cennych wyników poszerzających stan wiedzy w dyscyplinie nauki rolnicze w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo. Wyniki te wpisują się w światową dyskusję nad gospodarką cyrkularną. Oceniając dysertację opartą na cyklu 4 opublikowanych i powiązanych tematycznie artykułów naukowych pod wspólnym tytułem „Parametry aktywności bakterii



i grzybów glebowych oraz fitotoksyczność gleby, jako wskaźniki oceny skutków oddziaływania na środowisko odpadów pochodzących z rolnictwa i przemysłu chemicznego”, stwierdzam, że jest ona pionierska i wnosi nieznane dotychczas wartości poznawcze charakteryzujące się wysokim poziomem merytorycznym. Rozprawę doktorską mgr inż. Edyty Kwiatkowskiej uważam za wartościową pracę eksperymentalną, stanowiącą oryginalne rozwiązanie postawionego problemu badawczego. Wnosi ona do nauki wiele istotnych informacji poszerzających stan wiedzy w zakresie wykorzystania odpadowego substratu popieczarkowego w rolnictwie. Zaletą recenzowanej rozprawy jest jej przejrzysta struktura oraz syntetyczność dowodowa. Rozprawa jest wielowątkowa i starannie opracowana. Styl, poprawność, przejrzystość i poziom edytorski nie budzi zastrzeżeń. Rozprawa eksponuje wszystkie istotne cechy warsztatu naukowego mgr inż. Edyty Kwiatkowskiej, w tym właściwy dobór źródeł, doskonałą znajomość problematyki objętej tematem i dowodzi, że Doktorantka posiadała umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

Dodatkowo na podkreślenie zasługuje aktywność naukowa Doktorantki. Pani mgr inż. Edyta Kwiatkowska obok prac stanowiących podstawę pracy doktorskiej, jest współautorem 7 artykułów naukowych. Jest również współautorem 13 prezentacji zaprezentowanych na konferencjach naukowych.


## **5. Ocena końcowa**

Reasumując, stwierdzam, że recenzowana rozprawa doktorska mgr inż. Edyty Kwiatkowskiej, pt.: „Parametry aktywności bakterii i grzybów glebowych oraz fitotoksyczność gleby, jako wskaźniki oceny skutków oddziaływania na środowisko odpadów pochodzących z rolnictwa i przemysłu chemicznego” spełnia warunki stawiane rozprawom doktorskim określone w art. 187 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 r. (Dz.U. z 2023 r. poz. 742 z późn. zmianami). Doktorantka udowodniła, że potrafi rozwiązywać problemy naukowe i posiada teoretyczną wiedzę w zakresie mikrobiologii gleby. Pokazała, że biegle posługuje się szerokim wachlarzem metod badawczych stosowanych w mikrobiologii gleby oraz ma umiejętność prezentowania, interpretacji i dyskusji wyników. W związku z tym, wnioskuję do Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie o dopuszczenie mgr inż. Edyty Kwiatkowskiej do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Jednocześnie wnioskuję o wyróżnienie rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Edyty Kwiatkowskiej stosowną nagrodą. Wniosek o wyróżnienie uzasadniają: wysoka wartość naukowa rozprawy doktorskiej, szeroki zakres wykonanych badań oraz ich nowatorskość,

aktualność podjętej problematyki badawczej, umiejętne wykorzystanie nowoczesnych technik badawczych oraz opublikowanie zbioru publikacji w renomowanych międzynarodowych czasopismach naukowych.

Olsztyn, 12.04.2024 r.

  
prof. dr hab. Jadwiga Wyszowska