



Poznań 08.03.2016 r.

dr hab. Agnieszka Wolna-Maruwka  
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu  
Katedra Mikrobiologii Ogólnej i Środowiskowej  
ul. Szydlowska 50  
60-656 Poznań  
tel.0618466724  
email: [amaruwka@up.poznan.pl](mailto:amaruwka@up.poznan.pl)

## Recenzja

**rozprawy doktorskiej mgr Anny Kot pt „Wpływ odpadów organicznych na aktywność oraz różnorodność funkcjonalną mikroorganizmów glebowych”**

Tematyka badań podjętych przez panią mgr Annę Kot dotyczy istotnego problemu, jakim jest zagospodarowanie odpadów organicznych, typu osady ściekowe oraz pulpa pofermentacyjna. W związku z tym, że obecny rozwój cywilizacji prowadzi do systematycznego wzrostu liczby odpadów przemysłowych i komunalnych, a ich składowanie na składowiskach restrykcyjnie reguluje Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 10 stycznia 2013 roku, zagospodarowanie odpadów staje się obecnie dużym problemem.

W Polsce do 2020 roku planowane jest wybudowanie ponad 2,5 tys. dużych biogazowni, produkujących około 25 mln ton pulpy rocznie. Należy liczyć się więc z dużą skalą problemu dotyczącego jej racjonalnego zagospodarowania.

Rolnicze wykorzystanie odpowiednio stabilizowanych osadów ściekowych oraz pulpy fermentacyjnej wydaje się być najbardziej racjonalną i zarazem ekonomiczną metodą ich zagospodarowania. Pewne wątpliwości budzi jednakże wpływ odpadów organicznych na stan równowagi biologicznej gleby, dlatego niezwykle istotne wydaje się poznanie ścisłych zależności między rodzajem nawożenia gleby, a jej metabolizmem. Praca doktorska pani mgr Anny Kot została przygotowana w sposób typowy dla doktorskich prac eksperymentalnych, liczy 152 strony i

składa się z ośmiu rozdziałów (wstęp, przegląd literatury, cel pracy, materiał i metody, wyniki, dyskusja, wnioski i bibliografia). W tekst rozprawy wkomponowano 79 rysunków i 19 tabel.

W rozdziale „Wstęp” Doktorantka wprowadza w zagadnienia dotyczące wartości nawozowych odpadów organicznych oraz ich wpływu na mikrobiologiczne, biochemiczne i fizyczne właściwości gleby. Ponadto ze względu na bezpieczeństwo środowiska glebowego podkreśla konieczność monitorowania wpływu odpadów na właściwości biologiczne gleby oraz jakość płodów rolnych.

W rozdziale „Przeгляд literatury” niniejsze dysertacji Autorka syntetycznie charakteryzuje właściwości fizykochemiczne i mikrobiologiczne odpadów organicznych (osadów ściekowych oraz pofermentacyjnych), a także porusza kwestie prawne dotyczące ich zagospodarowania. Ponadto przybliży analizę różnorodności funkcjonalnej mikroorganizmów, po zastosowaniu systemu Biolog. Rozdział ten generalnie napisany jest w sposób prawidłowy i uzasadnia celowość podjętych badań, uważam jednakże, że podrozdział pt „Wpływ osadów ściekowych oraz pofermentacyjnych na środowisko glebowe” powinien zostać uściślony, celem wzbogacenia w informacje dotyczące wpływu niniejszych odpadów nie ogólnie na aktywność mikrobiologiczną gleby, a na poszczególne grupy enzymów (dehydrogenazy, protezę, ureazę, fosfatazę i  $\beta$ -glukozydazę).

Kolejny rozdział dysertacji przedstawia jasno i precyzyjnie sformułowane cele badawcze, które zmierzają do wyjaśnienia wpływu odpadów organicznych na aktywność biochemiczną i różnorodność funkcjonalną mikroorganizmów glebowych. Niniejsze cele w pełni korespondują z tematem pracy oraz z zastosowaną metodyką badań.

W ramach zaplanowanych badań Doktorantka przeanalizowała obszerny materiał doświadczalny, który wymagał dużego nakładu pracy oraz zaangażowania, a następnie wnikliwości w interpretacji. Badania realizowano w doświadczeniu polowym oraz w eksperymencie wazonowym. W dwuletnim doświadczeniu polowym glebę pod uprawą pszenicy jarej wzbogacono dwiema dawkami odpadów organicznych: pulpą pofermentacyjną, pozyskaną z biogazowni rolniczej oraz osadami ściekowymi pochodzącymi z zakładu przetwórstwa owoców oraz oczyszczalni ścieków mleczarskich. Próbki gleby niezbędne do przeprowadzenia analiz mikrobiologicznych (ogólna liczba heterotroficznych bakterii właściwych oraz grzybów) i biochemicznych (aktywność dehydrogenaz, proteazy, ureazy, fosfatazy zasadowej i  $\beta$ -glukozydazy) pobierano trzykrotnie (termin I – faza kiełkowania, II – faza strzelania w źdźbło, III - po zbiorze roślin), z dwóch warstw gleby. W doświadczeniu polowym określano również poziom aktywności respiracyjnej gleby, jej odczyn, a ponadto różnorodność funkcjonalną zbiorowisk mikroorganizmów glebowych.

W 90 - dniowym doświadczeniu wazonowym wykorzystano pulpę pofermentacyjną oraz mieszankę pulpy z otrębami pszennymi w dwóch proporcjach 1:1 oraz 1:2. Eksperyment prowadzono w fitotronie, w wazonach które wypełniano 4 kg, jak przypuszczam świeżej masy gleby,

wymieszanej z powyższymi odpadami organicznymi, w ilości 9 oraz 4,5 Mg suchej masy odpadu na hektar. Próbki gleby, które poddawano analogicznym, jak w przypadku doświadczenia polowego analizom mikrobiologicznym i biochemicznym pobierano w czterech terminach badań (termin I – 14 dni, II – 30 dni, III - 60 dni i IV – 90 dni po wzbogaceniu gleby w odpady organiczne).

Doświadczenia zaprojektowano logicznie i poprawnie je wykonywano, jednakże w rozdziale „Materiał i metody”, zarówno w eksperymencie polowym, jak i wazonowym brakuje informacji na temat procedury związanej z poborem próbek gleby oraz sposobem wprowadzania odpadów organicznych do gleby. Ponadto w obu doświadczeniach (polowym i wazonowym) nie podano w ilu powtórzeniach występował każdy z zastosowanych obiektów.

Nie mam zastrzeżeń do metod wykorzystanych do realizacji kolejnych etapów badań. Do oceny liczebności bakterii i grzybów Doktorantka zastosowała powszechnie stosowane i akceptowane podłoża mikrobiologiczne. Również, w standardowy sposób przeprowadzono analizy biochemiczne gleby. Na uwagę zasługuje zastosowanie systemu Biolog, który pozwala na szybkie i precyzyjne opracowanie profilu metabolicznego mikroorganizmów glebowych. Dzięki wyżej wymienionej metodzie możliwe jest dokładne określenie ogólnej aktywności katabolicznej zbiorowisk mikroorganizmów glebowych oraz rodzaju i stopnia wykorzystania przez drobnoustroje poszczególnych grup substratów węglowych.

W rozdziale „Wyniki” Doktorantka w pierwszej kolejności prezentuje wyniki dwuletniego doświadczenia polowego, a następnie rezultaty otrzymane w eksperymencie wazonowym. Obszerność materiału doświadczalnego zaowocowała dużą ilością wyników, które prawidłowo opracowano statystycznie i przedstawiono w sposób jasny i syntetyczny łącznie na 80 stronach. Można się jedynie zastanawiać, czy uzasadnione jest oddzielne omawianie rezultatów badań w pierwszym i drugim roku doświadczenia zarówno polowego, jak i wazonowego. Ponadto Autorka powinna ujednoczyć stosowane nazwy skrótowe obiektu kontrolnego (K lub 0 Mg ha<sup>-1</sup>).

Opisy tabel i wykresów generalnie nie budzą zastrzeżeń, jedynie na wykresach prezentujących liczebność mikroorganizmów błędnie przedstawiono zapis jednostek, przykładowo zamiast jtk 10<sup>-5</sup> kg s.m. gleby<sup>-1</sup>, powinno być 10<sup>5</sup> jtk · g<sup>-1</sup> s.m. gleby.

Zaletą tego rozdziału jest logiczne przedstawienie uzyskanych wyników badań, które poszerzają wiedzę na temat wpływu odpadów organicznych na stan aktywności mikrobiologicznej gleby. Do najważniejszych osiągnięć naukowych niniejszej dysertacji zaliczam wykazanie, że: 1) poziom aktywności metabolicznej mikroorganizmów glebowych jest czułym wskaźnikiem zmian zachodzących w środowisku glebowym, 2) zastosowane odpady przyczyniając się do zwiększenia różnorodności funkcjonalnej zbiorowisk mikroorganizmów glebowych, nie doprowadziły do zaburzeń równowagi biologicznej gleby.

W kolejnym rozdziale „Dyskusja” Doktorantka przeprowadziła wnikliwą dyskusję uzyskanych wyników, odnosząc się do rezultatów badań innych badaczy. Dyskusję wyników pani mgr Anna Kot przedstawiała w postaci trzech podrozdziałów, w których sposób interpretacji wyników wskazuje na wysoki poziom jej dojrzałości naukowej. Jedyną uwagę jaka nasuwa mi się, to brak odniesienia wyników badań do faz rozwojowych pszenicy jarej, w doświadczeniu polowym. Uważam to za istotne, z tego względu, iż wydzielinę korzeniową oraz resztki roślinne mogą być również źródłem substancji odżywczych dla mikroorganizmów glebowych, wpływając tym samym na ich liczebność, czy poziom aktywności metabolicznej.

Merytoryczna część pracy kończy się prawidłowo sprecyzowanymi wnioskami, które odpowiadają na cele badań. Do najważniejszych wniosków w doświadczeniu polowym zaliczam wnioski nr 1, 2 oraz 5, z kolei w doświadczeniu wazonowym wnioski nr 2 oraz 3.

Bibliografia obejmuje łącznie 137 pozycji literaturowych, z przewagą anglojęzycznych. W niniejszym rozdziale ujęte zostały najbardziej aktualne publikacje naukowe, w pełni nawiązujące do tematu badań. Dobra znajomość literatury przedmiotu wskazuje na dobre przygotowanie Doktorantki do pracy naukowej.

Reasumując stwierdzam, że problematyka podjęta przez panią mgr Annę Kot jest ważna z punktu widzenia poznawczego i aplikacyjnego. Doktorantka wykazała, że posiada teoretyczną wiedzę z zakresu nauk rolniczych, umiejętność samodzielnego prowadzenia prac badawczych oraz prawidłowej interpretacji uzyskanych wyników badań. Pod względem merytorycznym pracę oceniam bardzo wysoko.

Z obowiązku recenzenta niniejszej rozprawy doktorskiej zgłaszam poniższe uwagi, które nie wpływają na wartość ocenianej pracy, a jedynie mają służyć lepszemu przygotowaniu wyników badań do publikacji:

1. Dyskusyjne wydaje się nazewnictwo niektórych określeń użytych w pracy, zamiast „naturalne nawozy organiczne” - „nawozy organiczne” (Ustawa o nawozach i nawożeniu, z dnia 10 lipca 2007 r.), zamiast „próba gleby” - „próbka gleby”, zamiast „spadek aktywności” - „zmniejszenie aktywności”, z kolei zamiast „utyliczacja związków” - „rozkład związków”.
2. Nieprawidłowo moim zdaniem nazwano pierwszy podrozdział dyskusji (str. 126), który sugeruje, że analizowano liczebność mikroorganizmów na różnych podłożach holowanych, a nie w glebie. Zamiast „Ogólna liczebność bakterii i grzybów na wybranych podłożach mikrobiologicznych”, proponuje „Ogólna liczebność bakterii i grzybów w glebie nawożonej organicznie”.
3. Na stronie 103 podano, liczebność bakterii rzędu  $10^5$  jtk, na wykresie z kolei podano  $10^8$  jtk.
4. W rozdziale „Wyniki” aktywność fosfatu zasadowego i  $\beta$  - glukozydazy wrażano w innych jednostkach niż podano w rozdziale „Materiał i metody” (str. 41).

5. W wykazie literatury dwukrotnie podano tą samą pozycję literaturową, str. 148 „Marschner... 2003).

6. Błędy edytorskie:

a. bibliografia, str. 145, poz. 20 – imiona pierwszego autora

b. bibliografia, str. 148, poz. 68 – brak stron czasopisma

c. bibliografia, str. 151, poz. 121 – nazwa czasopisma

d. strona 14, wiersz 27 (błąd w nazwisku)

e. strona 129, wiersz 17 i 23 i 26 (błąd w nazwisku)

f. strona 131, wiersz 16 (błąd w nazwisku)

g. strona 127, wiersz 28 (błąd w nazwisku)

h. strona 16, wiersz 27 (błąd w dacie)

i. strona 9, wiersz 4

j. strona 30 wiersz 31

k. strona 132, wiersz 17

### **Wniosek końcowy**

Podsumowując stwierdzam, że rozprawa pani mgr Anny Kot pt „Wpływ odpadów organicznych na aktywność oraz różnorodność funkcjonalną mikroorganizmów glebowych” stanowi oryginalne osiągnięcie naukowe i w pełni spełnia wymagania Ustawy o Stopniach i Tytułach Naukowych z dnia 14 marca 2003 roku z późniejszymi zmianami. W związku z powyższym wnoszę do Rady Naukowej Instytutu Agrofizyki im. B. Dobrzańskiego PAN wniosek o dopuszczenie pani mgr Anny Kot do dalszych etapów przewodu doktorskiego. Ponadto z uwagi na znaczenie naukowe tematu, duży wkład pracy własnej w badania laboratoryjne oraz sposób omówienia i opracowania wyników wnoszę do Wysokiej Rady Naukowej Instytutu Agrofizyki im. B. Dobrzańskiego PAN wniosek o wyróżnienie powyższej rozprawy doktorskiej.

*J. Dolega - Morawiec*