

RECENZJA

Rozprawy doktorskiej mgr inż. Grzegorza Izydorzycyka pt. „Nowe formułacje specjalistycznych nawozów mineralno-organicznych zgodnie z wytycznymi dla gospodarki o obiegu zamkniętym.”

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska wykonana została na Wydziale Chemicznym – Katedra Zaawansowanych Technologii Materiałowych pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Katarzyny Chojnackiej.

Rynek nawozów organicznych i organiczno-mineralnych jest stale rosnący. Według Statistics Market Research Consulting, wartość światowego rynku nawozów organicznych w 2017 r. wyniosła 6,72 miliarda USD, a do 2026 r. ma wynieść 19,74 miliarda USD osiągając CAGR 12,7%. Europejski rynek nawozów organicznych i organiczno-mineralnych został wyceniony na 2 451 mln USD w 2016 r. i ma osiągnąć 3 260 mln USD do 2023 r., osiągając CAGR w wysokości 4,2% w okresie 2017-2023. Nawozy organiczne pochodzą ze związków organicznych, takich jak odpady zwierzęce i roślinne oraz osady ściekowe. Nawozy te są bogatym źródłem podstawowych składników odżywczych, w tym azotu, fosforu oraz potasu, zwiększają zawartość substancji organicznych i humusowych w glebie, dostarczają mikroorganizmom składników odżywczych do gleby i przywracają właściwości fizykochemiczne gleby. Stosowanie nawozów mineralnych na dużą skalę zmniejszyło żyzność gleby w regionie europejskim, stąd spory wzrost konsumpcji nawozów organicznych i organiczno-mineralnych, przywracających żyzność gleby.

1. Ogólna charakterystyka pracy

Praca została zredagowana w sposób klasyczny, liczy 131 stron, 129 pozycji cytowanej literatury, 38 tabel, 32 rysunki. Zawiera wstęp, część literaturową, część doświadczalną, część technologiczną oraz sformułowane wnioski. W części literaturowej składającej się z 6 podrozdziałów Doktorant omówił główne założenia gospodarki o obiegu zamkniętym i możliwości jej implementacji w sektorze nawozowym zwłaszcza dla surowców odnawialnych, warunki jakie muszą spełniać nawozy stosowane w rolnictwie ekologicznym, oraz technologie

waloryzacji surowców odnawialnych na nawozy. W opisie technologii przedstawił takie metody jak biosorpcja, solubilizacja mikrobiologiczna solubilizacja chemiczna.

Część doświadczalna została podzielona na 3 rozdziały, w których Autor zamieścił cel i zakres pracy, metodykę przeprowadzonych badań, charakterystykę badanych surowców, badania nad doborem receptury mieszanek nawozowych następnie wytypował formułacje i opracował koncepcje technologiczne ich przetwarzania. W części doświadczalnej przedstawił wyniki testów wazonowych i wyniki badań polowych.

W części technologicznej zawarto opis 3 technologii tj.: nawozów mikroelementowych na bazie biomasy lucerny, nawozów fosforowych otrzymywanych metodą solubilizacji mikrobiologicznej oraz nawozów wieloskładnikowych otrzymywanych metodą solubilizacji chemicznej. W rozdziale 6 i 7 Doktorant dokonał podsumowania i przedstawił 10 wniosków z przeprowadzonych badań. Godnym podkreślenia jest kompleksowy zakres badań i analiz, jaki zaprezentowano w rozprawie doktorskiej.

2. Ocena formalna i merytoryczna pracy

Celem pracy było opracowanie nowych formułacji nawozów organiczno - mineralnych, bazujących na surowcach wtórnych. Formułacje opracowano zgodnie z wytycznymi dla gospodarki o obiegu zamkniętym. W pracy Autor przedstawił 3 cele szczegółowe:

1. Opracowanie formułacji nawozów mikroelementowych bazujących na biomase lucerny i nawłoci wzbogaconej metodą biosorpcji w jony Zn (II), Cu (II), Mn (II) oraz technologię ich produkcji.
2. Opracowanie formułacji nawozów fosforowych o obniżonej zawartości kadmu otrzymywanych metodą solubilizacji mikrobiologicznej.
3. Opracowanie formułacji nawozów wieloskładnikowych z aminokwasami pochodzenia zwierzęcego.

Badania prowadzono wieloetapowo. W pierwszym etapie przeprowadzono ocenę fizyko-chemiczną surowców i proces waloryzacji surowców pochodzenia biologicznego. Wytworzono laboratoryjne partie nawozów i zbadano ich skład oraz zgodność z parametrami jakościowymi stawianymi przez Ustawę o Nawozach i Nawożeniu. Przeprowadzono ocenę skuteczności biologicznej w testach *in vitro* i *in vivo*. Następnie opracowano część technologiczną projektu procesowego dla wytypowanych formułacji.

Cel i zakres badań zostały jednoznacznie zdefiniowane, a tytuł pracy doktorskiej odpowiada zakresowi badań (z jedną uwagą, która została opisana w uwagach ogólnych do pracy). Tym samym spełnione zostały warunki do pozytywnej oceny merytorycznej

przedstawionej rozprawy doktorskiej. Całą rozprawę oceniam jako wartościową pod względem technologicznym.

3. Uwagi ogólne

Bania nad technologiami otrzymywania nawozów organiczno - mineralnych na bazie produktów ubocznych takich jak lucerna, nawłóć, oraz innych odpadowych surowców zrealizowano w pełnym cyklu badawczym, poczynając od analizy fizykochemicznej surowców, badań w skali laboratoryjnej, badań wpływu na wzrost i plonowanie roślin (metoda in vitro i in vivo) i opracowaniem koncepcji technologicznej (bilanse, schematy technologiczne). Wykonano dużą ilość dobrze zaplanowanych eksperymentów i analiz z wykorzystaniem wielu nowoczesnych technik badawczych. Wyniki zinterpretowano prawidłowo.

Z obowiązku Recenzenta pozwolę sobie przedstawić poniższe uwagi:

- a. Zawarte w tytule a także w wielu miejscach w pracy sformułowanie nawozy mineralno – organiczne wg mnie powinno brzmieć nawozy organiczno-mineralne. Terminy jak i wymogi regulowane są w Ustawie o nawozach i nawożeniu z 7 lipca 2007 r (rozdz. 1 art. 2 czytamy nawozy organiczno-mineralne jako mieszaniny nawozów mineralnych i organicznych. W Rozporządzeniu Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/1009 z dnia 5 czerwca 2019 r również jest mowa o nawozach **organiczno-mineralnych**.
- b. W podrozdziale 4.1.4 dotyczących badań polowych zabrakło mi opisu przebiegu pogody w okresie wegetacji tj.: dekadowych i miesięcznych sum opadów atmosferycznych [mm] oraz średnich dekadowych i miesięcznych temperatur powietrza [°C], co niewątpliwie miało też wpływ na wzrost i plonowanie roślin.
- c. Przedstawiając wyniki dotyczące zawartości składników pokarmowych w nawozach organiczno-mineralnych, zabrakło mi zawartości materii organicznej np. tab. 6.
- d. W koncepcji technologicznej uważam za celowe umieszczenie spisu aparatów i urządzeń, przynależnych do schematu technologicznego wraz z wydajnościami odnoszonymi się do zamieszczonych bilansów.
- e. Poszczególne operacje jednostkowe w koncepcji technologicznej zostały opisane zbyt ogólnie, np. brak podstawowych parametrów tj. czasu trwania poszczególnych operacji jednostkowych.

4. Uwagi szczegółowe:

Pod względem edytorskim i językowym, praca została przygotowana poprawnie. Ilość błędów stylistycznych i edytorskich jest mała i nie wpływa na wysoką ocenę merytoryczną rozprawy doktorskiej. Analizując recenzowaną rozprawę doktorską pozwolę sobie na sformułowanie następujących uwag szczegółowych:

- str 14 , 3 wiersz : jest Użycie mączki mięso kostnej, powinno być mączki mięsno kostnej,
 - str. 19 ostatnie zdanie lepiej napisać: zapewniono optymalne rozdrobnienie surowców, w zakresie (...).
 - str. 20 pkt. 3.1.5 – brakuje z jakiej przyczyny.
 - str. 21pkt. 3.2.1 i tabela 5 str. 22, 33- proponuję ujednoczyć zapis jonów w postaci Cu (II), Zn (II), Mn (II),
 - w tab. 30 podano źle miano w przeliczeniu na hektar, zamiast kg/ha powinno być t/ha
- Powyższe uwagi, nie mają wpływu na wysoką ocenę pracy, niemniej jednak należałoby je wziąć pod uwagę w kolejnych publikacjach naukowych.

WNIOSEK KOŃCOWY

Biorąc pod uwagę zakres badań, przyjętą metodologię i zastosowane metody badawcze oraz sposób opracowania i przedstawienia wyników, rozprawy doktorskiej mgr inż. Grzegorza Izydorzycyka pt. „Nowe formułacje specjalistycznych nawozów mineralno-organicznych zgodnie z wytycznymi dla gospodarki o obiegu zamkniętym.” uznaję za w pełni spełniającą wymogi stawiane tego typu opracowaniom. Doktorant wykazał się umiejętnościami samodzielnego planowania i wykonania badań przy bardzo wszechstronnym wykorzystaniu różnych technik badawczych. Badania te dały podstawę do opracowania koncepcji technologicznej otrzymywania nawozów organiczno-mineralnych.

Stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr inż. Grzegorza Izydorzycyka spełnia wymogi Ustawy z dnia 14 marca 2003 r „O stopniach i Tytule Naukowym, oraz odpowiada warunkom określonym w art. 13 tej Ustawy (Dz.U. 2003r. numer 65, poz. 595 z późniejszymi zmianami) i wnoszę o dopuszczenie mgr inż. Grzegorza Izydorzycyka do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Analizując dorobek mgr inż. Grzegorza Izydorzycyka, na który składa się 13 pozycji, które ukazały się w czasopiśmie znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JRC) oraz 1 rozdziału w monografii, współautorstwo w 7 zgłoszeniach patentowych **wniosuję do Rady Wydziału Chemicznego Politechniki Wrocławskiej o wyróżnienie recenzowanej pracy doktorskiej.**

Piotr Rusek 4