



WYDZIAŁ TECHNOLOGII CHEMICZNEJ

prof. dr hab. inż. Ewa Kaczorek

Dziekan

ul. Berdychowo 4, 61-131 Poznań, tel. +48 61 665 2601, fax +48 61 665 2852

e-mail: ewa.kaczorek@put.poznan.pl

Poznań, 29 maja 2024 r.

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr. inż. Tomasza Wilka

zatytułowanej

„Opracowanie technologii produkcji nawozu azotowego zawierającego biodegradowalne chelaty mikroelementowe”

Podstawą formalną sporządzenia niniejszej recenzji jest pismo Przewodniczącego Rady Dyscypliny Nauki Chemiczne Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu Pana prof.

dr. hab. inż. Macieja Kubickiego

(pismo z dnia 25 kwietnia 2024 r., L. dz. WCH/160/PN/2024)

Przedłożona do oceny rozprawa doktorska została wykonana przez mgr. inż. Tomasza Wilka w Przedsiębiorstwie Produkcyjno-Consultingowym ADOB Sp. z o.o. oraz na Wydziale Chemii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu. Promotorem rozprawy jest prof. UAM dr hab. Magdalena Rapp, natomiast opiekunem naukowym z ramienia PPC ADOB dr inż. Magdalena Matyniak. Praca została zrealizowana w ramach programu „Doktorat wdrożeniowy”.

Tematyka rozprawy, w ogólnym zarysie, dotyczy opracowania technologii pozwalającej na otrzymanie nawozów azotowych zawierających biodegradowalne chelaty mikroelementowe. Jest ona odpowiedzią na potrzeby rynku, w związku z rosnącym zapotrzebowaniem na żywność. Zaproponowane, w rozprawie doktorskiej, rozwiązanie ma przyczynić się do zwiększenia zarówno wydajności, jak i jakości upraw, a co najważniejsze ma być zgodne z wymogami strategii „Zielonego Ładu” wprowadzonej przez Unię Europejską. Zmiany klimatyczne, intensywne procesy degradacji środowiska, zmniejszenie się bioróżnorodności ekosystemów realnie wpływają na jakość i bezpieczeństwo naszego życia i zmuszają do radykalnych działań, które mają na celu przeciwdziałanie im. Jednym z najważniejszych wyzwań w produkcji roślinnej jest poszukiwanie i wdrażanie do praktyki rolniczej zarówno zrównoważonych systemów produkcji żywności przyjaznych dla środowiska, jak i innowacyjnych rozwiązań w obszarze uprawy, nawożenia i ochrony roślin.

W nurt tych działań, doskonale wpisuje się tematyka rozprawy doktorskiej Pana mgr. inż. Tomasz Wilka.

Oceniana rozprawa doktorska została przygotowana w języku polskim i przedstawiona w formie obszernego maszynopisu obejmującego aż 397 stron. Pierwszy element pracy stanowią: *Spis treści*, *Wstęp* oraz *Spis stosowanych skrótów*. Kolejno Doktorant zamieścił *Część literaturową*, która wprowadza czytającego w tematykę badawczą (50 stron). Autor przedstawił w niej rozdział dotyczący roli mikro- i makroelementów w procesach metabolicznych roślin, omawiając w nim rolę takich pierwiastków biogennych, jak mangan, cynk, miedź, bor, żelazo i molibden. Natomiast drugi rozdział dotyczy charakterystyki chelatów, w tym omówienie struktury czynników chelatujących oraz ich podział i zastosowanie. Przeprowadzona analiza literatury, na podstawie 158 pozycji, dowodzi doskonałej znajomości tematu przez Doktoranta.

W dalszej części Pan mgr inż. Tomasz Wilk nakreślił cel pracy badawczej oraz zakres prac szczegółowych niezbędnych do jego realizacji. Prowadzone badania dotyczyły dwóch aspektów:

- wytypowania i przeprowadzenia syntezy biodegradowalnego czynnika kompleksującego. Zważywszy na to, że zaproponowany czynnik ma zostać wdrożony do wielkotonażowej produkcji przemysłowej nawozów mikroelementowych oraz makroelementowych musi on sprostać wymaganiom ekonomicznym, logistycznym, a także cechować się określonymi parametrami fizykochemicznymi,
- otrzymania kompleksów mikroelementowych zawierających wytypowany czynnik chelatujący, ponadto potwierdzenie struktury, wyznaczenie optymalnych warunków reakcji, sprawdzenie stabilności otrzymanych kompleksów mikroelementowych, a także zbadanie ich efektywności rolniczej w warunkach polowych.

Realizacja założonego ambitnego celu pracy była możliwa dzięki zaplanowaniu wielu badań, między innymi takich jak:

- synteza i potwierdzenie struktury czynnika chelatującego – [REDACTED]
- opracowanie metody analitycznej, która pozwala na jakościową i ilościową identyfikację czynnika chelatującego oraz jego kompleksów mikroelementowych,
- sprawdzenie stabilności otrzymanych kompleksów mikroelementowych w roztworach wodnych oraz w postaci mieszanek ze środkami ochrony roślin,

- przeprowadzenie badań polowych w celu sprawdzenia skuteczności działania otrzymanych kompleksów mikroelementowych [REDACTED]
- zaprojektowanie i optymalizacja procesu technologicznego mającego na celu otrzymanie [REDACTED]

Kolejny rozdział to *Część doświadczalna* (85 stron), w której Autor opisał wykorzystywane metody i techniki badawcze, takie jak: analiza ^1H NMR, ^{13}C NMR, FT-IR, XPS, XRD, DSC-TG, SEC, [REDACTED] ICP-OES, HPLC, DDI/DVS, czy analiza sitowana wraz ze sposobem przygotowania próbek oraz krzywymi kalibracyjnymi. Liczba zaplanowanych i przeprowadzonych analiz jest imponująca, jakkolwiek brak jest informacji, czy wszystkie były osobiście wykonywane przez Doktoranta, zważywszy na unikatową aparaturę, potrzebną do niektórych analiz. W rozdziale tym drugą część stanowi opracowanie metody produkcji nawozu azotowego z [REDACTED] w skali laboratoryjnej. Doktorant przeprowadził charakterystykę surowca wyjściowego [REDACTED]

[REDACTED] jak również optymalizację tej syntezy oraz wyniki analiz spektroskopowych, potwierdzających strukturę otrzymanego związku. W dalszej części Doktorant przedstawił wyniki badań związane z [REDACTED] jak również mieszaniną tych mikroelementów oraz ich szczegółową charakterystykę z zastosowaniem szeregu metod analitycznych wraz z oznaczeniem stabilności kompleksów mikroelementowych, specyfikacją otrzymanych produktów płynnych oraz stałych, czy oceną biodegradowalności mieszaniny mikroelementowej wg OECD. Doktorant przedstawił tutaj także procedurę przygotowania nawozów do badań polowych oraz testów [REDACTED]

W dalszej części badań Pan mgr inż. Tomasz Wilk skupił się na doświadczeniach polowych, których celem była ocena wpływu zastosowanych nawozów na wielkość plonów, jakość ziarna (pszenicy ozimej), stężenie makroelementów i mikroelementów w ziarnie i słomie pszenicy, jak również przeprowadzenie bilansu i efektywności wykorzystania azotu. Działanie nawozów porównano z działaniem standardowego mocznika oraz azotanu(V) amonu bez dodatku mikroelementów oraz zestawiono z kontrolą absolutną niezawierającą nawożenia związkami azotowymi i mikroelementami. W kolejnym obszernym rozdziale, liczącym 121 stron,

[REDAKCYJNA STRONA TYTUŁOWA]

[REDAKCYJNA STRONA TYTUŁOWA] Ostatnim bardzo ważnym, z punktu widzenia realizowanego projektu, jest rozdział poświęcony opracowaniu technologii produkcji nawozów zawierających [REDAKCYJNA STRONA TYTUŁOWA] w skali technicznej. W rozdziale tym Doktorant opisał założenia procesowe, opis metody technologicznej, testy w skali technicznej, jak również przedstawił schemat technologiczny otrzymywania nawozów, harmonogram pracy urządzeń i bilans materiałowy.

Całość pracy wieńczy krótka *Dyskusja wyników* – 6 stron, *Podsumowanie i wnioski*, *Streszczenie* w języku polskim i angielskim, *Ocena możliwości implemmentacji badań*, *Spis rysunków, tabel i wykresów*, bogata *Bibliografia* – 251 pozycji literaturowych oraz przedstawienie *Dorobku naukowego* oraz *Aneks*.

Przeprowadzone badania i analizy świadczą o ogromie prac włożonych w przygotowanie dysertacji i kompleksowym podejściu do realizacji założonego celu pracy, jak również o dużym doświadczeniu i wysokich kompetencjach naukowo-badawczych oraz tych z zakresu znajomości procesu technologicznego Doktoranta. Prace eksperymentalne zostały dobrze zaplanowane i zrealizowane, a dobór metod badawczych jest adekwatny do postawionego celu badawczego.

Przygotowana rozprawa doktorska jest efektem rzetelnej współpracy na linii przemysł – jednostka akademicka co było/jest głównym założeniem doktoratów wdrożeniowych, skoncentrowanych na możliwości wdrażania wyników działalności naukowej prowadzonej przez doktorantów. Należy podkreślić, że przedstawione w rozprawie badania są bardzo istotne nie tylko z naukowego, ale przede wszystkim praktycznego punktu widzenia.

Wymiernym efektem prac badawczych Doktoranta jest obszerna wiedza na temat otrzymywanych kompleksów [REDAKCYJNA STRONA TYTUŁOWA] Ponadto dwuletnie badania poltowe potwierdziły skuteczność działania badanych kompleksów [REDAKCYJNA STRONA TYTUŁOWA]

[REDAKCYJNA STRONA TYTUŁOWA]

Wyniki prac laboratoryjnych, a następnie polowych pozwoliły na przeprowadzenie procesu w skali technicznej, co jest niewątpliwie dużym osiągnięciem Doktoranta. Powiększenie skali procesu z laboratoryjnej do technicznej zostało przeprowadzone w firmie PPC ADOB. [REDAKCYJNA STRONA TYTUŁOWA]

[REDACTED]

i samych kompleksów mikroelementowych w formie stałej oraz płynnej został zaprojektowany i zoptymalizowany pod kątem czasu pracy urządzeń, wydajności reakcji oraz strumieni odpadowych, z uwzględnieniem optymalnego wykorzystania surowców. Zaprojektowany proces produkcyjny (schemat technologiczny wraz z opisem został zamieszczony w rozprawie doktorskiej) pozwolił na otrzymanie opracowanych nawozów mikroelementowych z pożądaną wydajnością wynoszącą 500 ton/rok.

Rozprawa doktorska została przygotowana starannie, w sposób uporządkowany, jakkolwiek objętość rozprawy jest ogromnym wyzwaniem dla czytelnika. Autor nie uniknął błędów edytorskich, stylistycznych, czy niefortunnych sformułowań (np. str. 21 „...spadkiem pH..”, str. 27 – drugi człon nazwy gatunku mikroorganizmu powinien być pisany zawsze małą literą, str 149 „Zawartość substancji aktywnych mieściła się w granicach 99,3-100,5%....”), których znaczenie można jednak pominąć.

Jakkolwiek z obowiązku recenzenta pozwolę sobie na wskazanie kilku kwestii do dyskusji podczas publicznej obrony.

1. [REDACTED]

2. [REDACTED]

3. W trakcie powiększania skali bardzo często napotykamy różne problemy technologiczne – czy przygotowując schemat technologiczny z opisem brał Pan pod uwagę możliwość ich występowania?

4. Czy zaprezentowane w pracy osiągnięcia są przedmiotem zgłoszenia patentowego?

Przedstawione powyżej pytania i sugestie mają charakter dyskusyjny i nie obniżają mojej pozytywnej, bardzo wysokiej oceny rozprawy doktorskiej.

Założony cel badawczy przez Doktoranta został osiągnięty, a recenzowana rozprawa doktorska zawiera oryginalny materiał badawczy, który z całą pewnością stanowi istotny wkład do aktualnego stanu wiedzy na temat analityki, struktury, stabilności termicznej oraz chemicznej

[REDACTED] Pan mgr inż. Tomasz Wilk wykazał się umiejętnością projektowania i prowadzenia prac badawczych dobierając we

właściwy sposób metodykę badań, jak również w sposób poprawny potrafi interpretować uzyskane wyniki badań. Ponadto Jego wiedza i doświadczenie technologiczne pozwoliły z powodzeniem na przeprowadzenie procesu w skali technicznej, rozpoczynając od syntezy czynnika chelatującego po suszenie docelowego produktu.

Oceniając całkowity dorobek Doktoranta należy wspomnieć, że jest on współautorem czterech publikacji, jednej publikacji recenzowanej w materiałach pokonferencyjnych o obiegu krajowym oraz 6 patentów. Wyniki badań prezentowane były na jednej konferencji krajowej w formie dwóch wystąpień ustnych i jednego posteru oraz na dwóch międzynarodowych (dwa wystąpienia ustne i dwa postery).

Na podstawie oceny rozprawy doktorskiej nt. „*Opracowanie technologii produkcji nawozu azotowego zawierającego biodegradowalne chelaty mikroelementowe*” autorstwa Pana mgr. inż. Tomasza Wilka jednoznacznie stwierdzam, że recenzowana rozprawa spełnia ustawowe i zwyczajowe wymogi stawiane rozprawom doktorskim.

Wnioskuje do Rady Dyscypliny Nauki Chemiczne Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu o przyjęcie rozprawy i przeprowadzenie dalszych etapów przewodu doktorskiego.

