

Gliwice, 23.01.2025

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Bernarda Michałka

Wprowadzenie

Praca doktorska Pana mgr inż. Bernarda Michałka, zatytułowana „Technologia suszenia i granulacji chelatów mikroelementowych” została zrealizowana w Przedsiębiorstwie Produkcyjno-Consultingowym ADOB Sp. z o.o. oraz w Zakładzie Chemii Supramolekularnej Wydziału Chemii Uniwersytetu Adama Mickiewicza w Poznaniu.

Promotorem pracy doktorskiej był prof. UAM dr hab. Błażej Gierczyk, a promotorem pomocniczym ze strony przedsiębiorstwa była dr inż. Magdalena Matyniak. Praca doktorska została zrealizowana w ramach projektu Doktorat Wdrożeniowy nr DWD/3/1/2019, pt. „Technologia suszenia i granulacji chelatów mikroelementowych”, finansowanego w latach 2019-2024 przez Ministerstwo Edukacji i Nauki.

Ocena wyboru tematyki

Bardzo szybki wzrost liczby ludności na świecie w ostatnim stuleciu pociągnął za sobą prawie wykładniczy popyt na żywność. Wydawało się, że opracowanie metody syntezy amoniaku przed stu laty usunęło największą barierę w rolnictwie, tj. zabezpieczyło dostęp do najbardziej deficytowego pierwiastka – azotu w formie bezpośrednio przyswajalnej dla roślin. Jednak w miarę wysoce ekspansywnej działalności człowieka przekonał się, że wyżywienie ludzkości, a co więcej, zaspokojenie kaprysów człowieka rozpieszczonego wysokim dobrobytem, pociąga za sobą silną degradację środowiska, wyjałowienie gleby, zanieczyszczenie wód i daleko idące zmiany klimatyczne. Jedną z wielu konsekwencji tego stanu rzeczy jest w rezultacie nadal mocno zachwiany i zróżnicowany dobrostan roślin uprawnych. Ostatnie stulecie pozwoliło człowiekowi nieco lepiej poznać i zrozumieć co, prócz światła, wody, azotu, potasu i fosforu, jest potrzebne roślinom do zdrowego wzrostu i bogatego, wartościowego plonu. Wśród tych podstawowych potrzeb są mikroelementy, częściowo powszechne naturalnie w glebie, jednak mimo ich obecności, stosunkowo często niedostępne w wystarczającej ilości do prawidłowego wzrostu. Do wspomnianych mikroelementów należy zaliczyć żelazo, miedź, mangan, cynk i molibden. Przedstawiona do recenzji praca doktorska podejmuje zagadnienie końcowego etapu produkcji mikroelementowych nawozów cynkowych, tak więc opisane zagadnienie badawcze dotyczy bardzo istotnego problemu i w pewnej mierze

zapewnia nam bezpieczeństwo i komfort żywnościowy. Warto także zauważyć, że nawet cynkowy, będący przedmiotem pracy doktorskiej, jest otoczony ligandem chelatującym, którego biodegradowalność została potwierdzona. Spełnia więc on niedawno wprowadzone przez Parlament Europejski regulacje dot. stosowania nawozów mikroelementowych. Niezależnie od polityki, istotna jest świadomość rozwijania nowoczesnych produktów, które wg obecnej wiedzy, mogą w mniejszym stopniu przyczynić się do dalszej degradacji i zanieczyszczenia środowiska. Mimo motywacji legislacyjnej i ekonomicznej, domniemana troska i odpowiedzialność Doktoranta oraz Promotorów za środowisko jest szczytnym celem, za co chcę osobiście podziękować, gdyż wierzę, że dotyka przyszłości naszego najbliższego otoczenia.

Podsumowując, tematyka pracy doktorskiej odpowiada obecnym najbardziej palącym i zarazem podstawowym potrzebom i trendom w przemyśle rolniczym, chemicznym i gospodarce żywnościowej.

Ocena formalna

Praca jest podzielona na 3 zasadnicze części: teoretyczną, opis metod analitycznych, wyniki z dyskusją. Ponadto praca zaczyna się od wstępu, kończy podsumowaniem, zawiera spisy literatury, rysunków, tabel oraz wykaz dorobku naukowego. Autor opisał także ocenę możliwości implementacji badań. W pracy nie zamieszczono natomiast spisu skrótów ani nie odniesiono się bezpośrednio do projektu „Doktorat wdrożeniowy” z tytułu, numeru lub innego opisu. Odniesienie się do tego projektu w publikacjach Doktoranta jest także powściągliwe od strony formalnej, co jednak nie zmienia faktu, że przedstawione cele i rezultaty badań są bardzo wartościowe zarówno dla doktoratu, jak i dla wdrożenia, więc na pewno także dla osiągnięcia celów projektu.

Na szczególną uwagę zasługuje jasny, czytelny sposób przekazu, lekkość formy mimo wielu szczegółowych zagadnień technicznych. Specjalistyczny język nie przysłonił klarownego opisu idei, założeń oraz doświadczeń wraz z ich dyskusją. Autor jest więc utalentowanym badaczem, ze szczególnymi zdolnościami pisemnego przedstawiania swoich efektów. Piszę to, aby Doktorant był świadomy swoich mocnych stron i z odwagą wykorzystywał je, pisząc wnioski projektowe, raporty i popularyzując rezultaty swoich prac. Mimo to w pracy znalazły się także drobne błędy edytorskie, dla przykładu kilka z nich wymienionych zostało poniżej:

- str. 12 „domeny zawierające palce cynkowe (ang. Zinc finger domain) wymagają tego dwuwartościowego kationu jako stabilizatora” – to kalka z języka angielskiego, ale niezgrabna stylistycznie w języku polskim.
- str. 16 „ligandu” – forma w dopełniaczu nagminnie stosowana, lecz niepoprawna np. wg „Wielkiego słownika ortograficznego PWN 2016, Słownika Języka Polskiego PWN 1999, i in.
- str. 17 „anionami... fitnowymi”.

- str. 29 „mogą one znacznie zawęzić grupę możliwych narzędzi”

....

- str. 102 „Proponuję się wykorzystanie kanałowych wymienników” i inne.

Ich obecność jednak nie utrudnia zrozumienia opisu literatury czy przeprowadzonych badań.

Liczne schematy, tabele i wykresy porządkują wiedzę, rozluźniają tekst i dają wyobrażenie o funkcjonowaniu elementów aparatury. Tym niemniej spis skrótów ułatwiłby zrozumienie niektórych elementów na schematach, np. MT, ZIP, ZnT na Rys. 1 - wyjaśnienie tych skrótów pojawia się dopiero dalej w tekście. Na Rys. 3 są bardzo małe litery, Rys. 4 i 5 są w j. angielskim, Rys. 14 jest niskiej jakości itp.

Niezależnie od przytoczonych niedoskonałości, styl i forma pracy reprezentują wysoki poziom i dają ogólne wrażenie solidności pracy.

Ocena części literaturowej

W części literaturowej Doktorant przedstawił rolę cynku w środowisku i jego znaczenie dla organizmu człowieka. Istotne jest, że wyjaśnił potrzebę i metody chelatacji oraz granulacji, jako formy finalnego produktu użytkowego. Systematyzację wiedzy dot. suszenia fluidalnego i zestawienie zaprezentowane w tabelach 1 i 2 uważam również za bardzo umiejętne przedstawienie szczegółowych informacji i ich porównanie. W kwestii obecności i dostępności cynku w glebie czuję pewien niedosyt, gdyż spodziewałbym się bardziej precyzyjnych wartości w wybranych rodzajach gleb i zakresu optymalnego dla najpowszechniejszych roślin w rodzimym środowisku lub w krajach, które są głównymi odbiorcami mikroelementowych nawozów cynkowych. Uważam także, że wskazane byłoby opisanie metody syntezy liganda IDHA, gdyż pozostałości surowców, produktów ubocznych czy materiałów pomocniczych obecnych w produkcie i pochodzących z syntezy samego liganda, mogą mieć wpływ na proces suszenia. Nie jest dla mnie też zrozumiałe, dlaczego czynnik A₄ występuje zarówno w liczniku, jak i mianowniku wzoru (1) na str. 31. Chciałbym też zachęcić Doktoranta, by z większą rezerwą i uwagą stosował (jeśli w ogóle) termin „wiązaną koordynacyjną” (np. str. 19), choć nie chciałbym wywoływać szerokiej dyskusji na ten temat teorii wiązań. Jeszcze jeden element, który mnie zastanawia to, w jaki sposób opis budowy reaktora zapoczątkowany na str. 35 koresponduje z rys. 12? W tekście opisany jest model współstrumieniowych dysz z rozpylającym powietrzem, podczas gdy rysunek przedstawia układ przeciwstrumieniowy, prawda?

Ocena części doświadczalnej

Część doświadczalna początkowo zawiera szczegółowy opis surowców i metod analitycznych. Przedstawiono tam metody rutynowych badań, które są podstawą powtarzalności i wiarygodności metod analitycznych oraz umożliwiają ich walidację. Na str. 51 Autor pisze o reprezentatywności próbek i pozbawieniu ich zanieczyszczeń. To budzi moją ciekawość, czy

jakiegokolwiek fizyczne zanieczyszczenia były obserwowane podczas poboru próbek i jakie mogło być ich źródło? Część doświadczalna jest zarazem wstępem do strategii badań i planowania doświadczeń.

Ocena celu pracy, założeń, koncepcji i dyskusji wyników,

Doktorant w sposób klarowny i jednoznaczny nakreślił cel badań, założenia i hipotezę – koncepcję planowania i realizacji badań. Ten wartościowy opis założeń, mechanizmów, wpływu parametrów i elementów aparatury na przebieg procesu potwierdza specjalistyczną wiedzę i przygotowanie Doktoranta do realizacji prac rozwojowych. Jest także podstawą do zrozumienia zagadnień badawczych, co Doktorant umiejętnie wykorzystał w dyskusji wyników. Przyjęto poprawną metodologię badań zmieniając jeden parametr, potwierdzono powtarzalność metod analitycznych, jak np. termogravimetrii. Ma to wartość metodologiczną, ale także wpływa na rozwój warsztatu badawczego Doktoranta i możliwość wykorzystania tych technik w przyszłości. Na szczególną uwagę zasługuje bardzo mozolne i pracochłonne określenie parametrów aplikacyjnych, takich jak wyznaczenie parametru krytycznej aktywności, gęstości użytkowej i nasypowej, parametru Hausnera i indeksu Carra. Natomiast analiza XRD została zastosowana do identyfikacji fazy krystalicznej. Mankamentem tej metody jest brak ilościowej oceny fazy amorficznej. Czy zdaniem Doktoranta porównanie tych wyników z analizą termogravimetryczną uzupełnia tę lukę w wiedzy? Ponadto chciałem zapytać o preferowany zakres uziarnienia, gdyż w kilku miejscach wymieniony jest przedział 200-900 μm , ale na str. 52 podano nieco szerszy zakres 200-1000 μm . Czy poszerzenie tej górnej granicy ma istotne znaczenie użytkowe (magazynowanie, transport, higroskopijność, wytrzymałość mechaniczna)? Kolejne moje pytanie dot. wizualnej oceny suchości granulatu – czy jest to w praktyce miarodajna ocena, czy można by ją w jakiś sposób skwantyfikować i znormalizować zachowując jednocześnie jej prostotę?

I jeszcze jedno pytanie – Doktorant w paru miejscach odnosi się do surowca, jako roztworu wolnego od zanieczyszczeń mechanicznych (np. str. 59). Na jakiej podstawie miała miejsce taka ocena? Czy surowiec był wcześniej filtrowany? Jeśli tak, na jakim filtrze? Czy była to wyłącznie ocena wizualna i czy jest to w praktyce wystarczająca ocena? Uważam, że nawet drobne, koloidalne zanieczyszczenia mają wpływ na proces fluidalny z uwagi na zarodkowanie krystalizacji. Proszę więc o komentarz.

Ocena dorobku

Doktorant jest współautorem 4 recenzowanych artykułów o cyrkulacji międzynarodowej, spośród których w dwóch jest pierwszym autorem, a w dwóch korespondencyjnym. W części z tych prac ma wkład koncepcyjny, w większości badawczy i współredagujący manuskrypt. Jest to udział adekwatny do roli doktoranta, a opublikowanie materiałów potwierdza ich

oryginalność i umiejętność konfrontacji z szerszym środowiskiem naukowym. Ten efekt został także potwierdzony pięcioma prezentacjami na krajowych konferencjach branżowych.

Zagadnienia do dyskusji

W recenzji powyżej zamieściłem kilka drobnych pytań, które wynikają przede wszystkim z mojej ciekawości i pragnienia podjęcia dyskusji ze Specjalistą podczas obrony pracy doktorskiej.

Chciałbym także podczas obrony usłyszeć i zobaczyć podsumowanie elementów pracy w odniesieniu do diagramu Ishikawy, który Doktorant zaprezentował na str. 59 swojej dysertacji.

Podsumowanie i konkluzja

Praca doktorska mgr inż. Bernarda Michałka zawiera istotne elementy nowości naukowej polegającej na opracowaniu technologii suszenia chelatu IDHA-Zn. Opracowanie to opierało się na analizie teoretycznej, założeniach, określeniu celu oraz przeprowadzeniu zaplanowanych wcześniej eksperymentów, których wyniki zostały poddane dyskusji. W rezultacie opracowaną metodę oceniono pozytywnie pod kątem implementacji. Praca została złożona w formie klasycznej dysertacji, a wybrane efekty badań zostały opublikowane w wieloautorskich, recenzowanych publikacjach naukowych.

Stwierdzam więc, że przedłożona praca doktorska spełnia wymagania art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018 poz. 1668) i wnoszę do Rady Dyscypliny Nauki Chemiczne przy Uniwersytecie Adama Mickiewicza w Poznaniu rekomendację o dopuszczeniu do obrony i dalsze procedowanie sprawy.