

Prof. dr hab. inż. Agnieszka Wójtowicz  
Katedra Techniki Ciepłej i Inżynierii Procesowej  
Wydział Inżynierii Produkcji  
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

## RECENZJA

**rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Radosława Góry pt. „*Weryfikacja, opracowanie i optymalizacja nowych produktów nawozowych na bazie mocznika pod kątem własności fizykochemicznych*” wykonanej w Instytucie Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego Polskiej Akademii Nauk w Lublinie pod opieką naukową promotora prof. dr hab. inż. Mateusza Stasiaka oraz promotora pomocniczego dr inż. Krzysztofa Dziuby.**

### **Podstawa opracowania Recenzji**

Recenzja została opracowana na podstawie pisma RN-431-10/21 z dnia 21 marca 2023 r., w którym Rada Naukowa Instytutu Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego Polskiej Akademii Nauk w Lublinie uchwałą 31/P1/2023 powołała mnie na Recenzentkę rozprawy doktorskiej w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora w dziedzinie nauk rolniczych w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo Pana mgr inż. Radosława Góry zgodnie z *Ustawą z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020 poz. 85, ze zm.)*. Rozprawa doktorska powstała w ramach programu „Doktorat wdrożeniowy” nr umowy 0006/DW/2018/02 z dnia 20.11.2018 r. Recenzję przygotowałam w oparciu o złożoną dysertację pt. *Weryfikacja, opracowanie i optymalizacja nowych produktów nawozowych na bazie mocznika pod kątem własności fizykochemicznych* wraz z *Załącznikiem 1* objętym klauzulą poufności, stanowiącym niejawną część rozprawy.

## **Ogólna charakterystyka rozprawy**

Prowadzone przez Doktoranta Pana mgr inż. Radosława Górę prace badawcze realizowane były w ramach II edycji programu Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego (obecnie Ministerstwa Edukacji i Nauki) „Doktorat wdrożeniowy” (nr umowy 0006/DW/2018/02 z dnia 20.11.2018 r.), które na podstawie trójstronnego porozumienia Doktorant prowadził w Instytucie Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego Polskiej Akademii Nauk w Lublinie oraz w Grupie Azoty Zakłady Azotowe „Puławy” S.A. w Puławach, zgodnie z założeniami programu dotyczącego doktoratu wdrożeniowego.

Rozprawa dotyczy opracowania nowej formułacji nawozu granulowanego na bazie mocznika Pulrea® z dodatkiem inhibitora ureazy, posiadającej właściwości fizykochemiczne pozwalające na spełnienie norm dla mocznika granulowanego i umożliwiające prawidłowe użytkowanie na etapie produkcji, magazynowania, transportu i rozsiewu, jak również spełniającej wymagania odnośnie redukcji amoniaku w związku z nowymi regulacjami prawnymi. Zrealizowane prace badawcze zakończone rozwiązaniem przetestowanym w warunkach produkcyjnych jako gotowe do wdrożenia uważam za istotny wkład do wiedzy dotyczącej problematyki wykorzystania i właściwości nowoczesnych nawozów otoczkowanych.

Przedstawiona do recenzji dysertacja składa się z 6 rozdziałów ułożonych poprawnie, zgodnie z wymaganiami stawianymi rozprawom naukowym, poprzedzonych streszczeniami w języku polskim i angielskim oraz wykazem skrótów stosowanych w rozprawie. W kolejnych rozdziałach Doktorant przedstawia informacje wprowadzające w zagadnienia dotyczące nawozów azotowych, regulacje prawne dotyczące stosowania nawozów azotowych i sposoby ograniczania emisji amoniaku z mocznika, charakteryzuje podstawowe właściwości fizykochemiczne nawozów granulowanych w aspekcie wpływu cech nawozów zarówno na proces produkcyjny, jak i warunki użytkowania nawozów, cel pracy i hipotezę badawczą, metodykę prowadzonych prac badawczych, uzyskane wyniki oraz ich dyskusję, wnioski końcowe, spis tabel i rysunków, wykaz literatury wykorzystanej w dysertacji. Rozprawa liczy 131 ponumerowanych stron maszynopisu, w tym 37 rysunków, 10 tabel oraz 209 pozycji literaturowych, w tym jedynie 32 stanowią pozycje polskojęzyczne oraz normy i akty prawne. Do rozprawy dołączono również *Załącznik 1* stanowiący część niejawną, obejmujący dobór i przygotowanie materiałów do badań, w którym zawarto na 19 stronach krótki wstęp, zastosowane surowce i opis metod otrzymywania i selekcji nawozów wraz ze spisem 8 tabel i 8 rysunków.

Celem rozprawy było opracowanie nowego, granulowanego produktu nawozowego na bazie mocznika z Grupy Azoty Puławy (produkt handlowy Pulrea®) z wykorzystaniem, wyselekcjonowanych na podstawie analizy literaturowej, otoczek oraz inhibitorów ureazy pozwalających na skuteczne ograniczenie emisji amoniaku z mocznika w aplikacjach rolniczych.

Tytuł odpowiada treści pracy, kolejne rozdziały są ułożone poprawnie, terminologia specjalistyczna i obcojęzyczna są użyte prawidłowo, skróty stosowane w rozprawie wyjaśniono każdorazowo przy pierwszym ich użyciu oraz w wykazie skrótów. Stylistyka pracy i opis rezultatów są czytelne i zwięzłe, w moim odczuciu zabrakło jedynie wizualizacji etapów w postaci schematu prowadzonych badań, co ułatwiłoby identyfikację i ocenę zasadności przyjętych prac badawczych służących do osiągnięcia celu pracy i zmierzających do opracowania nowych produktów nawozowych gotowych do wdrożenia. Opis wyników jest czytelny i przedstawia wartościowy wkład naukowy, uzupełniający wiedzę w obszarze nauk rolniczych. Literatura została prawidłowo dobrana i wykorzystana w poszczególnych rozdziałach pracy. Podsumowaniem rozprawy są wnioski z przeprowadzonych prac badawczych.

### **Ocena merytoryczna rozprawy**

W rozdziale 1 *Przegląd literatury* Doktorant w umiejętny sposób wykorzystał aktualne doniesienia naukowe, aby dokonać wprowadzenia w tematykę rozprawy oraz zdefiniować istniejące na rynku rozwiązania i wyzwania w związku z nowymi regulacjami prawnymi dotyczącymi konieczności ograniczania emisji amoniaku z preparatów nawozowych. Szczególną uwagę poświęcił zmianom przepisów w zakresie stosowania nawozów azotowych, które, obowiązując od roku 2021, nakładają na przedsiębiorców obowiązek stosowania rozwiązań umożliwiających redukcję emisji antropogenicznych zanieczyszczeń do atmosfery a także dostępnym obecnie rozwiązaniom umożliwiającym ograniczenie emisji amoniaku z mocznika. Przytoczona przez Doktoranta Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/2284 z dnia 14 grudnia 2016 r. (Dyrektywa (UE) 2016/2284) wyznacza dla państw członkowskich zobowiązanie do ograniczenia emisji amoniaku względem poziomu bazowego z roku 2005 o 1% w każdym roku w latach 2020 - 2029 włącznie i 17% od roku 2030. Odpowiedzią na unijne przepisy jest krajowa Ustawa z dnia 7 maja 2020 o zmianie ustawy o nawozach i nawożeniu oraz ustawy o Państwowej Inspekcji Ochrony Roślin i Nasiennictwa, która wprowadza zakaz stosowania od 1 sierpnia 2021 roku na terenie Polski nawozów mocznikowych w pierwotnej postaci, czyli bez dodatku inhibitora ureazy lub bez otoczkowania granul mocznika

biodegradowalną powłoką, spowalniającą uwalnianie nawozu do roztworu glebowego (Dz. U. 2020 poz. 1069).

Regulacje te w pełni uzasadniają podjętą przez Doktoranta tematykę mającą na celu opracowanie nowego, granulowanego produktu nawozowego na bazie mocznika z wykorzystaniem inhibitorów ureazy oraz otoczek biodegradowalnych pozwalających na bezpieczne stosowanie nawozów w aplikacjach rolniczych. Uważam, że postawiony w pracy cel został prawidłowo sformułowany, a zakres przeprowadzonych badań jest adekwatny. Bazowy materiał do badań stanowił produkt pod nazwą handlową Pulrea® z Grupy Azoty Puławy S.A., który modyfikowano stosując wybrane kombinacje materiałów, w tym inhibitory ureazy oraz preparaty otoczkujące, których sposób przygotowania i zastosowane proporcje ze względu na niejawną charakter *Załącznika 1* stanowiącego tajemnicę przedsiębiorstwa Grupa Azoty Puławy, nie mogą zostać wymienione w niniejszej recenzji. Dobór materiałów i technik ich aplikacji, zarówno w warunkach laboratoryjnych, jak i w instalacji produkcyjnej mocznika w Zakładzie Mocznika i Melaminy w Grupie Azoty Puławy, uważam za poprawne i umożliwiające zrealizowanie założonego celu pracy.

Wskazane w rozdziale 2 *Cel pracy i hipoteza badawcza* zalety opracowania nowych produktów i technologii ich wytwarzania nie zostały jednak potwierdzone wnioskami z badań uzyskanymi na etapie realizacji rozprawy, gdyż w ramach rozprawy nie analizowano kosztów i marży dotyczących wprowadzenia rozwiązania do praktyki produkcyjnej, które moim zdaniem są do udowodnienia dopiero po komercjalizacji rozwiązania i określeniu efektów ekonomicznych, więc w niniejszej rozprawie wydają się zbędne. Korzystnym byłoby w tym miejscu wprowadzenie przez Doktoranta schematu badań, które służyły do potwierdzenia założonej hipotezy oraz doprecyzowanie celów szczegółowych i problemów badawczych uzasadniających kolejność i zakres prac badawczych realizowanych w ramach rozprawy. Również nie określono, jakie wyróżniki były podstawą do zakwalifikowania wybranych nawozów do prac prowadzonych na przemysłowej instalacji. Sformułowanie *„Opracowany nawóz mocznikowy powinien charakteryzować się dobrymi właściwościami fizykochemicznymi oraz własnościami mechanicznymi, co najmniej w stopniu odpowiadającym bazowemu moczniki granulowanemu Pulrea®, pozwalającymi na spełnienie istniejących norm dla mocznika granulowanego, jak również umożliwiających bezproblemowe użytkowanie na etapie produkcji, magazynowania, transportu i rozsiewu”* jest w ujęciu naukowym zbyt ogólne, a „dobre właściwości” powinny być scharakteryzowane, sparametryzowane i zawarte w tym rozdziale pracy jako minimalne

wymagania dla nowo opracowanej formulacji, przynajmniej co do najistotniejszych cech wyrobów nawozowych. Przy utajnieniu informacji zawartych w *Załączniku 1 Dobór i przygotowanie materiałów do badań* kryteria wyboru receptur do badań właściwości fizykochemicznych oraz własności mechanicznych w skali laboratoryjnej i do prób technologicznych nie są jasne z punktu widzenia interpretacji wyników zawartych w części jawnej.

W rozdziale 3 *Metodyka badań*, zarówno w części niejawnej charakteryzującej zastosowane komponenty i sposób ich aplikacji, jak też w metodyce prowadzonych pomiarów poszczególnych parametrów, Autor wykorzystał właściwie dobrane metody pomiaru wybranych cech fizykochemicznych i technologicznych modyfikowanych produktów nawozowych w odniesieniu do produktu obecnie dostępnego komercyjnie, w oparciu o obowiązujące normy oraz literaturę tematu. Materiał badawczy został dobrany prawidłowo, badano 11 kompozycji preparatów nawozowych, w tym produkt bazowy oraz 10 prób opracowanych w ramach preselekcji, które poddano badaniom własności fizykochemicznych i własności mechanicznych. W *Załączniku 1* Doktorant wskazał, że nawozy mocznikowe z dodatkiem inhibitora ureazy oraz otoczkowane zostały wytworzone w Laboratorium Bioprocessów Grupy Azoty Puławy, zaś część formulacji z dodatkiem inhibitora ureazy została poddana próbom technologicznym w skali przemysłowej na instalacji mocznika w Zakładzie Mocznika i Melaminy Grupy Azoty Puławy. Autor wskazał też, że 2 próby technologiczne wytwarzania formulacji odbyły się w instalacji mocznika Grupy Azoty Puławy oraz w instalacji Compo Expert w Vall de Uxó (Hiszpania), zabrakło jednak identyfikacji, które to próby i czy warunki technologiczne były tożsame, oraz wskazania miejsca prowadzenia pozostałych prób. Selekcję przeprowadzono m.in. wraz z 6-miesięczną oceną stabilności otrzymanych roztworów inhibitorów i nawozów, jednak zabrakło opisu metodyki tej części badań. Zaplanowane i zaprezentowane w części jawnej rozprawy badania obejmowały wymiar granul i rozkład granulometryczny, gęstość nasypową w stanie luźnym i zagęszczonym, kąt nasypu, kąt zsypu i kąt różnicy, wytrzymałość pojedynczej granuli, wytrzymałość złoża, tarcie o materiał konstrukcyjny, odporność na ścieranie, straty suszenia i zawartość wody, higroskopijność i tendencję do zbrylania, w zależności od zastosowanych substancji funkcjonalnych wybranych do badań. Wyniki uzyskane podczas badań Doktorant opracował statystycznie wykorzystując jednoczynnikową analizę wariancji, wyznaczył istotność różnic i zidentyfikował grupy jednorodne odpowiednio dobranymi testami.

Rezultaty prac badawczych w rozdziale 4 *Wyniki badań* Doktorant zaprezentował w postaci rysunków i tabel oraz interpretacji wyników zawierającej zwięzły opis i porównanie

wartości poszczególnych parametrów pomiędzy analizowanymi formułacjami produktów nawozowych przygotowanych z inhibitorami ureazy i preparatami otoczkującymi. Przedstawienie wyników badań jest czytelne, w większości poprawne, z drobnymi niedociągnięciami wymienionymi w dalszej części recenzji. Ważną częścią rozprawy, konieczną do wyjaśnienia wpływu zastosowanych kompozycji modyfikujących na cechy preparatów nawozowych, jest rozdział 5 *Dyskusja wyników*, w którym Doktorant obszernie analizuje uzyskane w pracach badawczych rezultaty własne porównując je z dostępnymi w literaturze tematu oraz w normach przedmiotowych wynikami dotyczącymi różnych rodzajów preparatów nawozowych, w tym otoczkowanych różnymi substancjami i technologiami. Bogata baza literaturowa, której wykaz stanowi końcową część rozprawy *Literatura*, została wykorzystana poprawnie do interpretacji uzyskanych rezultatów i pozwoliła Doktorantowi na wykazanie zależności przyczynowo-skutkowych pomiędzy użytymi w badaniach substancjami funkcjonalnymi, w tym inhibitorami ureazy i preparatami otoczkującymi, a cechami preparatów nawozowych, mającymi wpływ na cechy użytkowe nowo opracowanych rozwiązań recepturowych i technologicznych. W mojej opinii rozdziały te znakomicie się uzupełniają, pozwalając na poprawną interpretację rezultatów prac badawczych zamieszczonych w rozprawie.

Wnioski zawarte w rozdziale 6 *Wnioski* są bardzo obszerne (21 wniosków), lecz tylko niektóre z nich odnoszą się do celu pracy i założonej hipotezy badawczej. W mojej opinii należałoby bardziej uogólnić wnioski pod kątem uzyskanych rezultatów oraz możliwości aplikacyjnych zaproponowanych formułacji w warunkach produkcyjnych (np. wniosek 14, 18 czy 19) skupiając się na nowo opracowanych rozwiązaniach zamiast powielać omawianie rezultatów uzyskanych podczas badań (np. wniosek 5, 15), co zostało przez Doktoranta obszernie dokonane w rozdziałach 4 i 5 wraz z podaniem istoty przyczynowej i skutków dla jakości granulatów nawozowych w odniesieniu do obiektu kontrolnego Pulrea®. W podsumowaniu przeprowadzonych prac badawczych i aplikacyjnych (wnioski 18 i 19) Doktorant stwierdza, że badane nawozy mocznika z dodatkiem środka kondycjonującego pokryte roztworem inhibitora ureazy, tj. Pulrea InU 1, Pulrea InU 2, Pulrea InU 3 oraz Pulrea InU 4, wykazują dobre właściwości fizykochemiczne na etapie wytwarzania, magazynowania, przeładunku oraz aplikacji przez użytkownika końcowego. Natomiast opracowane i analizowane w ramach rozprawy nawozy otoczkowane, tj. Pulrea O-1-6, Pulrea O-1-10 i Pulrea O-2, nie posiadały odpowiednich właściwości fizykochemicznych umożliwiających ich bezproblemowe użytkowanie, w związku z czym ich komercyjne wdrożenie jest niezasadne. Na podstawie przeprowadzonych preselekcji Doktorant zaproponował opracowanie własnej formułacji (wniosek 20), na bazie mocznika Pulrea

(próba Pulrea InU 2) poprzez naniesienie inhibitora ureazy na mocznik granulowany z odpowiednio dobranym rozpuszczalnikiem w procesie natrysku i otoczkowania granul nawozowych, wg której uzyskane produkty charakteryzują się dobrymi właściwościami fizykochemicznymi, umożliwiającymi ich wdrożenie w praktyce produkcyjnej jako nowy wyrób nawozowy, przy czym sformułowanie „dobrymi” powinno zostać doprecyzowane. Opracowanie własnej formułacji, jako główny cel prac badawczych, powinno być wyraźnie we wnioskach końcowych określone jako najważniejszy wymierny i wdrożeniowy efekt wynikający z założeń programu „Doktorat wdrożeniowy”. We wniosku 20 Doktorant wskazuje na prowadzony równoległe doktorat wdrożeniowy, uzasadniając przydatność nawozu Pulrea InU 2 ze względu na niższą emisyjność amoniaku testowaną w równoległe prowadzonych badaniach w Grupie Azoty, jednak podaje ten sam numer umowy (0006/DW/2018/02 z dnia 20.11.2018 r.), którym sygnowano projekt Doktoranta Radosława Góry. Dodatkowo, jak podaje Doktorant we wniosku 21, w efekcie prowadzonych prac prób technologicznych zaprojektowano i zbudowano docelowy system dozująco-natryskowy roztworu inhibitora ureazy, jednak nie dokumentuje tego na żadnym etapie realizacji rozprawy doktorskiej, nie wiadomo więc, czy jest to efekt prezentowanych w rozprawie prac badawczych.

Rozprawa jest przygotowana starannie pod względem edytorskim, jednak Doktorant nie ustrzegł się jednak drobnych błędów i niedomówień w złożonej do recenzji rozprawie. W metodyce badań w podrozdziałach 3.3, 3.4 brak wskazania literatury, którą wykorzystano do ustalenia warunków badania (np. prędkości przesuwu głowicy w 3.4), w podrozdziale 3.7 nie wyjaśniono pod formułą oznaczeń występujących we wzorze. Na niektórych wykresach obrazujących wyniki przeprowadzonych badań zabrakło identyfikacji grup jednorodnych, co należy uzupełnić w przypadku przygotowywania rezultatów do publikacji (rys. 17, 23, 24, 25, 31, 34). Na rys 19 skala obejmuje zakres 0-120% a powinna 0-100%. Na rys. 22, 23, 24,25, 26 brak jednostek przy opisie osi odciętych. W tabeli 3 przy poszczególnych wartościach niepotrzebne są jednostki „%”, które znajdują się w nagłówku tabeli „Zawartość frakcji [%]”, również ta tabela jest inaczej sformatowana niż pozostałe zamieszczone w rozprawie. W tabeli 8 brak jest nagłówka do identyfikacji prezentowanych wyników współczynnika tarcia. W niektórych podrozdziałach różnice pomiędzy wynikami wskazano jako różnice procentowe, np. w 4.5 spadek o 9,7%, wyższą o 11%, zaś w innych np. w 4.7 jako 25-krotnie, 36-krotnie, czy w 4.8 jako 1,85 razy (o 0,183 p.p.), 2,2 razy (o 0,22 p.p.) wyższe; zastosowanie jednolitej interpretacji ułatwiłoby czytelne

zobrazowanie różnic pomiędzy cechami badanych granulatów wg opracowanych formułacji w poszczególnych badaniach. Pewne sformułowania również można byłoby uściślić, np. w podrozdziale 4.6 „...*pozwala stwierdzić, że blacha czarna i blacha ocynkowana cechują się podobną wartością współczynnika tarcia, wynoszącą średnio 0,23*”, lecz to nie blacha wykazuje współczynnik tarcia a badany granulát podczas tarcia o blachę z różnych materiałów. W *Załączniku 1* w tabeli 2Z zabrakło charakterystyki oleju. W tabeli 4Z podana została temperatura żelowania/kryształizacji środków użytych w badaniach, nie wiadomo jednak, czy była badana przez Doktoranta i wg jakiej metody, czy też zaczerpnięta z literatury - w takim wypadku nie podano źródła. W tabeli 6Z lepkość podawana jest w mPas zgodnie z układem SI, zaś w tabelach 2Z i 5Z dla użytych środków w cP (jednostka lepkości dynamicznej w układzie jednostek miar CGS) - należałoby zastosować tożsame jednostki. Pomiary lepkości dynamicznej w reometrze Brookfielda prezentowane w *Załączniku 1*, nie zostały uwzględnione w rozdziale 3 *Materiały i metody*. Rysunek 4Z przedstawia zdjęcie SEM powierzchni granulki, doprecyzowania wymaga podanie, czy były to rezultaty prac Doktoranta (brak metodyki) czy zaczerpnięto z literatury - w takim przypadku brak źródła. W tabeli 6Z oraz w jej opisie wskazano jako wymaganie dla materiału otoczkującego biodegradowalność 48 miesięcy w glebie – proszę o wyjaśnienie i podanie źródła z jakiego wyniku wskazany okres. W tabeli 8Z i jej opisie doprecyzowania wymaga typ użytej skrobi.

### **Podsumowanie i wniosek końcowy**

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska mgr inż. Radosława Góry zrealizowana została w ramach programu „Doktorat wdrożeniowy” ustanowionego z dniem 16 kwietnia 2021 r. przez Ministra Edukacji i Nauki na podstawie art. 376 ust. 1 i ust. 2 pkt 1 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 i 619), jako projekt Nr 0006/DW/2018/02 z dnia 20.11.2018 r. realizowanego w Instytucie Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego Polskiej Akademii Nauk w Lublinie oraz w Grupie Azoty Zakłady Azotowe „Puławy” S.A. w Puławach. Rozprawa mieści się merytorycznie w zakresie dziedziny nauk rolniczych, w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo. Tematyka rozprawy podejmuje aktualny i ważny problem, szczególnie istotny dla praktyki przemysłowej w celu sprostania regulacjom prawnym, dotyczący poszukiwania rozwiązań technicznych i technologicznych umożliwiających redukcję emisji antropogenicznych zanieczyszczeń do atmosfery, zwłaszcza w aspekcie ograniczenia emisji amoniaku z mocznika.



Podjęta przez Doktoranta analiza zależności pomiędzy charakterystyką zastosowanych substancji funkcjonalnych w postaci różnych inhibitorów ureazy oraz naturalnych biopolimerów otoczkujących, cechami opracowanych formułacji zabezpieczania nawozów na bazie mocznika oraz charakterystyka nowych produktów przetestowanych w warunkach przemysłowych jest niezwykle istotna w praktyce produkcyjnej. Efekt rozprawy, czyli opracowanie nowego, granulowanego produktu nawozowego na bazie mocznika z wykorzystaniem inhibitorów ureazy oraz otoczek biodegradowalnych pozwalających na bezpieczne stosowanie nawozów w aplikacjach rolniczych, jako rozwiązanie gotowe do wdrożenia stanowi praktyczne rozwiązanie problemu badawczego zidentyfikowanego i istotnego w działalności przedsiębiorstwa, który stał się przedmiotem badań Doktoranta, realizowanych w przedsiębiorstwie i jednostce naukowej pod nadzorem dwóch opiekunów merytorycznych – z ramienia przedsiębiorcy i uczelni, czym spełnia wymagania określone w ramach projektu „Doktorat wdrożeniowy”.

Założona hipoteza badawcza wskazująca, że nowe formułacje nawozowe na bazie mocznika z dodatkiem inhibitora ureazy czy otoczkowane polimerami biodegradowalnymi będą charakteryzować się określonymi właściwościami fizykochemicznymi oraz własnościami mechanicznymi, co najmniej w stopniu odpowiadającym bazowemu mocznikowi granulowanemu Pulrea®, pozwalającymi na spełnienie istniejących norm dla mocznika granulowanego, jak również umożliwiającymi bezproblemowe użytkowanie na etapie produkcji, magazynowania, transportu i rozsiewu, została potwierdzona rezultatami prac badawczych w skali laboratoryjnej i zweryfikowanymi w warunkach produkcyjnych, zaprezentowanymi w niniejszej rozprawie.

Przedstawioną rozprawę doktorską oceniam pozytywnie. Przytoczone w recenzji nieścisłości, krytyczne uwagi i komentarze do poszczególnych elementów opracowania nie umniejszają wartości naukowej oraz, co warto podkreślić, wartości aplikacyjnej badań prowadzonych przez Doktoranta. Autor wykazał się umiejętnością rozwiązania problemu badawczego wychodzącego naprzeciw aktualnym potrzebom praktyki produkcyjnej, samodzielnego przeprowadzenia eksperymentów, opracowania i interpretacji uzyskanych rezultatów, przeprowadzenia dyskusji naukowej podsumowanej wnioskowaniem.

Stwierdzam, że rozprawa złożona przez Pana mgr inż. Radosława Górę odpowiada wymaganiom stawianym rozprawom doktorskim na stopień naukowy doktora, spełnia kryteria doktoratu wdrożeniowego oraz wymagania określone w *Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020 poz. 85, ze zm.)* i w *Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 19 stycznia 2018 r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków*

*przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora, stawiane osobom ubiegającym się o stopień naukowy doktora i wnioskuje do Rady Naukowej Instytutu Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego Polskiej Akademii Nauk w Lublinie o przyjęcie rozprawy i dopuszczenie Pana mgr inż. Radosława Górę do publicznej obrony.*

*Agnieszka Wójcik*

Lublin 15.05.2023