

Lublin, 25.05.2023 r.

dr hab. Monika Skowrońska, prof. uczelni  
Katedra Chemii Rolnej i Środowiskowej  
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

**Recenzja**  
**rozprawy doktorskiej mgr. inż. Jana Rymarczyka**  
**pt.**

***Inhibitory dedykowane dla mocznika z możliwością wykorzystania otoczkowania – dobór i selekcja materiału cechującego się odpowiednimi własnościami fizyko-chemicznymi, zachowaniem w środowisku glebowym oraz dostępnością dla roślin***

Niniejsza opinia została napisana w odpowiedzi na pismo Pana prof. dr. hab. Cezarego Sławińskiego Dyrektora Instytutu Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego Polskiej Akademii Nauk z dnia 22 marca 2023 r. wraz z informacją, że Rada Naukowa Instytutu w dniu 20 marca 2023 r. powołała mnie na recenzenta pracy doktorskiej Pana mgr. inż. Jana Rymarczyka pt. *Inhibitory dedykowane dla mocznika z możliwością wykorzystania otoczkowania – dobór i selekcja materiału cechującego się odpowiednimi własnościami fizyko-chemicznymi, zachowaniem w środowisku glebowym oraz dostępnością dla roślin*.

**Ocena zasadności przeprowadzonych badań**

Produkcja roślinna, będąca źródłem surowców i energii, stanowi kluczowy element rozwoju cywilizacji. Dotychczasowy oraz prognozowany, znaczący wzrost populacji na kuli ziemskiej nierozzerwalnie wiąże się ze stosowaniem na szeroką skalę nawozów mineralnych. Obecnie blisko połowa ludności na świecie zaopatruje się w żywność wyprodukowaną przy ich użyciu. Jednocześnie zagrożenia środowiskowe związane z intensyfikacją produkcji roślinnej stają się istotnym czynnikiem wyznaczającym kierunki rozwoju technologii produkcji nawozów mineralnych, a przed rolnictwem stawiają nowe zadania związane z ochroną rolniczej przestrzeni produkcyjnej.

W ostatnich latach szczególnie dużo uwagi poświęca się zarządzaniu azotem w kontekście poszukiwań skutecznych działań ograniczających jego rozpraszanie w środowisku między innymi w postaci amoniaku. Szacuje się, że w Polsce sektor rolny jest odpowiedzialny za 97% całkowitej emisji NH<sub>3</sub>, przy czym na nawozy mineralne przypada

20%. Obecnie kluczowym dokumentem w zakresie ograniczania emisji amoniaku jest Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/2284 z dnia 14 grudnia 2016 r. w sprawie redukcji krajowych emisji niektórych rodzajów zanieczyszczeń atmosferycznych, zmiany dyrektywy 2003/35/WE oraz uchylecia dyrektywy 2001/81/WE, zwana dyrektywą NEC. Zgodnie z jej założeniami w przypadku aplikacji nawozów na bazie mocznika należy wykorzystywać metody, w przypadku których wykazano, że zmniejszają emisje amoniaku o co najmniej 30%. Implementacja dyrektywy NEC do polskiego prawodawstwa wpłynęła na nowelizację Ustawy o Nawozach i Nawożeniu, w której wprowadzono zapisy, dotyczące m.in. zakazu stosowania od 1 sierpnia 2021 roku mocznika w formie granulowanej bez inhibitora ureazy lub z powłoką biodegradowalną. Dodatek inhibitorów do nawozów redukuje straty azotu z rolnictwa i pośrednio negatywne skutki środowiskowe z tym związane, m.in. tworzenie pyłów, które są szkodliwe dla ludzi, zwierząt i roślin, nasilanie globalnego ocieplenia, zakwaszenie gleby i inne niekorzystne zmiany ich właściwości, zwiększenie eutrofizacji wód czy spadek różnorodności biologicznej.

Z tych względów podjęcie przez Autora w rozprawie doktorskiej problematyki badawczej dotyczącej inhibitorów dedykowanych dla mocznika z możliwością wykorzystania otoczkowania jest niezwykle istotne i aktualne.

### **Formalna strona pracy**

Rozprawa doktorska mgr. inż. Jana Rymarczyka liczy 196 stron, w tym na 29 stronach zamieszczono rozdział niejawnny. Całość części jawnej została podzielona na 6 głównych części, tj.:

- *Wprowadzenie* (str. 16-31)
- *Przegląd literatury* (str. 31-62)
- *Hipoteza badawcza i cel pracy* (str. 63-64)
- *Materiały i metody badawcze* (str. 65-96)
- *Wyniki badań i dyskusja* (str. 97-149)
- *Wnioski* (str. 150-151).

W pracy zamieszczono ponadto bogaty materiał dokumentacyjny, obejmujący 19 tabel i 34 rysunki, bibliografię, streszczenia w języku polskim i angielskim oraz wykaz tabel i rysunków. Poszczególne części rozprawy stanowią logicznie i merytorycznie uzasadnioną całość podporządkowaną realizacji celu rozprawy.

Praca jest napisana poprawnym językiem w sposób pozwalający na dokładną analizę prowadzonych badań i uzyskanych wyników, a drobne błędy stylistyczne (np. (...))

W badaniach inkubacyjnych [57] badano (...), str. 114) i edycyjne (np. brak spacji, 100g, str. 141, brak indeksu dolnego, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O), nieaktualne nazewnictwo związków chemicznych (np. podtlenek azotu, azotyny) oraz niefortunne sformułowania (np. wzrost odczynu, str. 91) zaznaczone w tekście nie obniżają wartości naukowej tego opracowania.

Cytowana literatura obejmuje 175 dokumentów, w tym ponad 80% stanowią pozycje anglojęzyczne. Spis źródeł bibliograficznych został sporządzony według niejasnych zasad.

### **Merytoryczna ocena pracy**

Przedłożona do oceny rozprawa doktorska została przygotowana w oparciu o oryginalne wyniki uzyskane przez Autora z wykorzystaniem modyfikacji mocznika (nawozu Pulrea ®) oraz w ramach kompleksowych doświadczeń – inkubacyjnego i wazonowego.

Tytuł pracy w pełnym stopniu oddaje treść rozprawy. We wstępnej części dysertacji Doktorant wprowadza czytelnika w problematykę podjętych badań, wskazując jak ważną obecnie kwestią jest ograniczenie emisji związków azotu z nawozów mocznikowych. Niepotrzebnie przy tym wyodrębniono podrozdziały 1.1. Otoczenie prawne i gospodarcze dla nawozów. Emisja amoniaku, 1.2. Dostępne rynkowo inhibitory ureazy. Roztwory gotowe do użycia, 1.3. Polityka klimatyczna UE oraz 1.4. Wymagania prawne a zarys tematyki badawczej, z których większość informacji sugeruję przenieść do rozdziału 2. *Przegląd literatury*.

W *Przeglądzie literatury* mgr inż. Jan Rymarczyk przedstawił zagadnienia dotyczące produkcji nawozów w Polsce i na świecie, właściwości i przemian mocznika oraz inhibitorów ureazy i nitryfikacji. Autor umiejętnie wybrał najważniejsze opracowania z zakresu tematycznego swojej rozprawy, co stanowiło dobrą podstawę do analizy rozwiązań metodycznych i dyskusji wyników oraz potwierdziło Jego bardzo dobrą znajomość i zrozumienie problematyki badawczej, którą się zajmuje. Doktorant powinien jednak pozostawić ten rozdział bez podtytułu – *Mocznik – produkcja, właściwości, hydroliza oraz istotne parametry środowiskowe dla procesu rozkładu w glebie*.

W kolejnym rozdziale mgr inż. Jan Rymarczyk w sposób przejrzysty sformułował cel pracy, którym było opracowanie nowego, granulowanego nawozu mocznikowego na bazie produktu handlowego Pulrea® w procesie natrysku i otoczkowania roztworami inhibitorów ureazy, który będzie cechował się znacznie ograniczoną emisją amoniaku w aplikacjach rolniczych, na poziomie co najmniej 30%. Autor w rozdziale tym zaprezentował również hipotezę adekwatną do postawionego problemu badawczego.

Badania własne Doktoranta obejmowały preparatykę w skali laboratoryjnej i przemysłowej otoczkowanych roztworami inhibitorów ureazy nawozów mocznikowych na bazie komercyjnego nawozu Pulrea®, jak również doświadczenia inkubacyjne i wazonowe. Na wysoką ocenę zasługuje rozdział niejawni, w którym między innymi przedstawiono metodę otrzymywania roztworów inhibitorów ureazy oraz ich potencjał aplikacyjny.

W rozdziale *Materiały i metody badawcze* Autor zaprezentował uzasadnienie wyboru i charakterystykę materiału glebowego wykorzystanego w doświadczeniach, opis doświadczeń inkubacyjnego i wazonowego oraz zastosowane metody badań laboratoryjnych i analizy statystycznej. Taki układ rozdziału jest na ogół czytelny, aczkolwiek sugeruję:

- podać odnośniki bibliograficzne do wszystkich zastosowanych metod,
- powoływać się na *Kodeks doradczy dobrej praktyki rolniczej dotyczący ograniczenia emisji amoniaku* z 2019 r., a nie *Kodeks Dobrych Praktyk Rolniczych* z 2004 (str. 79).

Wątpliwości budzi również używanie sformułowania azot mineralny ogółem (np. str. 84) i gęstość zasiewu 450 nasion ha<sup>-1</sup> (str. 88) oraz niewyznaczenie dawki nawozów azotowych w oparciu o Rozporządzenie Rady Ministrów w sprawie „Programu działań mających na celu zmniejszenie zanieczyszczenia wód azotanami pochodzącymi ze źródeł rolniczych oraz zapobieganie dalszemu zanieczyszczeniu” (str. 71-72).

Zastosowana w pracy metodyka badań jest potwierdzona w światowej i krajowej literaturze i świadczy o właściwym opanowaniu przez Autora warsztatu badawczego.

Starannie wykonane badania czynią wiarygodnym cały rozdział *Wyniki badań i dyskusja*. Bardzo wnikliwie oraz syntetycznie omówiono, zinterpretowano i przedyskutowano w nim uzyskane wyniki, które zilustrowano przejrzystymi, estetycznie wykonanymi tabelami, rysunkami oraz zdjęciami. Szczególnie wysoko oceniam sposób konfrontacji uzyskanych przez Doktoranta rezultatów z obszerną literaturą naukową, co nadaje temu rozdziałowi bardzo dobry poziom naukowy. Mam jedynie zastrzeżenie odnośnie:

- wyrażania zawartości N<sub>min</sub> w kg ha<sup>-1</sup>
- podawania wyników z doświadczenia inkubacyjnego i wazonowego w przeliczeniu na 1 hektar
- nieprzedstawienia wyników dotyczących zawartości azotu amonowego (rys. 18, 19)
- błędnego podania warstw gleby, z których pobiera się próbki w celu wyznaczenia dawek azotu (str. 116)

- drobnych nieścisłości w opisie wyników, np. (...) zwiększyło sumaryczną koncentrację N<sub>min</sub> o ok. 35% (a powinno być – 54,4%), str.118; skumulowana zawartość azotanów była ok. 36% (a powinno być – 56%) (...), str. 118
- nieprawdziwych stwierdzeń, np. (...) zarówno dla gleby MG1, jak również gleby MG2, które nawożono dwoma dawkami nawozu Pulrea (standardowy, kontrolny), jak i nawozem modyfikowanym Pulrea + 610 ppm NBPT, str. 136; (...) przy dawce azotu 120 kg·ha<sup>-1</sup> zboże osiągnęło plon ziarna na poziomie 4900 t·ha<sup>-1</sup>, przy większej dawce N - 180 kg·ha<sup>-1</sup> plon ten wyniósł 4880 t·ha<sup>-1</sup>, a przy dawce N -160 kg·ha<sup>-1</sup> plon był najniższy na poziomie 4290 t·ha<sup>-1</sup>.

Przedstawione przez Doktoranta wnioski są adekwatne do uzyskanych wyników badań. W mojej opinii należałoby je jednak uporządkować przede wszystkim poprzez ich ponumerowanie, ujednoczenie redakcyjne tekstu oraz połączenie pod względem zbieżności tematycznej. Generalnie, zaprezentowane przez Autora wnioski, oprócz czysto poznawczych walorów, charakteryzują się wysokim potencjałem aplikacyjnym.

Reasumując stwierdzam, że praca doktorska mgr. inż. Jana Rymarczyka zawiera obszerny i różnorodny materiał eksperymentalny, w pełni oryginalny, wszechstronnie opracowany i właściwie przedstawiony. Analiza uzyskanych wyników badań, przeprowadzona dyskusja, a także trafnie dobrana literatura w całej rozciągłości odpowiadają na postawiony cel badawczy. Zamieszczone w recenzji uwagi w żadnym stopniu nie obniżają merytorycznej wartości dysertacji, którą oceniam bardzo wysoko. Stanowi ona oryginalny wkład Autora w rozwiązanie problemów naukowych dotyczących redukcji emisji amoniaku z nawozów mocznikowych.

### **Wniosek końcowy**

Recenzowana praca doktorska Pana mgr. inż. Jana Rymarczyka pt. *Inhibitory dedykowane dla mocznika z możliwością wykorzystania otoczkowania – dobór i selekcja materiału cechującego się odpowiednimi własnościami fizyko-chemicznymi, zachowaniem w środowisku glebowym oraz dostępnością dla roślin* jest oryginalnym opracowaniem, charakteryzującym się spójnym podejściem tematycznym, rzetelnością realizacji badań oraz poprawnością interpretacji wyników, zawierającym elementy nowatorskie. W związku z powyższym stwierdzam, że przedstawiona do oceny dysertacja spełnia warunki określone w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018 poz.

1668 z późn. zm.) i przedkładam Dyrektorowi Instytutu Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego Polskiej Akademii Nauk wniosek o dopuszczenie Pana mgr. inż. Jana Rymarczyka do dalszych etapów przewodu doktorskiego. Treść i zakres rozprawy doktorskiej kwalifikują Doktoranta do ubiegania się o stopień doktora nauk rolniczych w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo.

Jednocześnie z uwagi na szeroki zakres badań, dużą wartość poznawczą i potencjał aplikacyjny rozprawy doktorskiej wnioskuję o jej wyróżnienie.



dr hab. Monika Skowrońska, prof. uczelni