



Instytut Uprawy  
Nawożenia i Gleboznawstwa  
Państwowy Instytut Badawczy



Prof. dr hab. inż. Anna Podleśna

Puławy 26.01.2026 r.

**Recenzja rozprawy doktorskiej  
mgr inż. Łukasza Ruska**

**pt. „Badania nad technologią wytwarzania nawozów otoczkowanych o spowolnionym  
działaniu oraz ich wpływ na plonowanie i parametry jakościowe roślin”**

**wykonanej**

**w Katedrze Chemii Rolnej i Środowiskowej**

**Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie**

**pod kierunkiem dr hab. Marzeny S. Brodowskiej, prof. uczelni**

**1. Informacje wstępne**

Podstawą prawną wykonania recenzji rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Łukasza Ruska pt. „Badania nad technologią wytwarzania nawozów otoczkowanych o spowolnionym działaniu oraz ich wpływ na plonowanie i parametry jakościowe roślin” jest powołanie na recenzenta decyzją Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie z dnia 10 grudnia 2025 r.

**2. Znaczenie podjętej tematyki badawczej**

Współczesna uprawa roślin opiera się na zasadach integrowanej produkcji, które uwzględniają zasobność gleby, zapotrzebowanie uprawianej roślin na składniki pokarmowe oraz zakładany poziom plonu. Głównym składnikiem plonotwórczym jest azot, który obok fosforu i potasu należy do podstawowych makroskładników w żywieniu roślin. To azot wpływa na początkowe tempo wzrostu i wiosenne ruszenie wegetacji, co ma decydujący

wpływ na dalszy rozwój i plonowanie roślin. Składnik ten intensyfikuje ich wzrost przez co zwiększa pobieranie oraz akumulację innych pierwiastków i reguluje/usprawnia cały metabolizm.

Pomimo istotnej roli azotu w procesach metabolicznych oraz wzroście i rozwoju roślin a także kształtowaniu wysokości i jakości plonu jest on składnikiem problematycznym w uprawie roślin i w środowisku. Jego zawyżone dawki prowadzą do nadmiernego rozwoju części wegetatywnych roślin tj. liści i łodyg, kosztem organów generatywnych przez co wydłużają okres wegetacji i zwiększają zagrożenie wystąpienia w łanie chorób grzybowych i szkodników. Z drugiej strony azot podany do gleby ulega znacznym stratom poprzez emisje gazowych jego związków oraz straty azotanów do wód glebowych i zbiorników. Azot wraz z fosforem należą składników powodujących eutrofizację akwenów wodnych czyli groźne zjawisko ich przeżyźnienia. Nawet stosowanie azotu w odpowiednich terminach (fazach wzrostu roślin), dawkach i formach nie daje gwarancji jak najwyższego jego wykorzystania przez rośliny. W obecnych zawirowaniach pogodowych mogą wystąpić warunki niekorzystne, które sprzyjają stratom tego składnika i obniżeniu efektywności jego plonotwórczego wykorzystania. Z tego powodu poszukuje się sposobów obniżenia strat azotu do środowiska i tym samym zwiększenia jego działania plonotwórczego. Zastosowanie otoczek spowalniających uwalnianie się azotu z granulek nawozów mineralnych jest obecnie nakazem KE i sposobem na mniejsze jego straty. Dlatego badania podjęte przez mgr Łukasza Ruska w ramach rozprawy doktorskiej są zgodne z potrzebą ostatnich lat oraz wpisują się w obecne trendy ustawowe dotyczące nawożenia azotem, zwłaszcza w odniesieniu do mocznika.

### **3. Ocena formalna rozprawy doktorskiej**

Podstawą rozprawy doktorskiej mgr inż. Łukasza Ruska pt. „Badania nad technologią wytwarzania nawozów otoczkowanych o spowolnionym działaniu oraz ich wpływ na plonowanie i parametry jakościowe roślin” są opublikowane prace zespołowe:

- Rusek Ł., Brodowska M.S., Schab S., Rusek P.: Technologia produkcji mineralnych nawozów o kontrolowanym uwalnianiu (CRF)z wykorzystaniem materiałów biogedradowalnych w procesie powlekania. *Przemysł Chemiczny*, 2024, 103, 282-285.
- Rusek Ł. Rusek P., Zdeb Z., Schab S., Borowik K., Brodowska M.S.: Technologia wytwarzania nawozów granulowanych wzbogaconych mikrobiologicznie metodą otoczkowania wraz z określeniem parametrów procesowych. *Przemysł Chemiczny* 2025, 104, 91-104.

- Rusek Ł., Brodowska M.S., Bogusz P., Rusek P.: Assessment of the impact of biodegradable coated fertilizers on corn yield. *Agriculture*, 2025, 15, 2191.

oraz wyniki niepublikowanych danych uzyskanych w doświadczeniu polowym z kukurydzą.

Oceniana rozprawa doktorska obejmuje 110 stron ale w skład maszynopisu wchodzi także oświadczenia promotora rozprawy i jej autora oraz oświadczenia współautorów i kopie 3 prac wchodzących w skład cyklu publikacji. Właściwą treść rozprawy doktorskiej poprzedza jej Streszczenie i Abstract wraz ze słowami kluczowymi w języku polskim i angielskim. Rozprawa składa się z 8 rozdziałów głównych tj. *Wprowadzenie, Hipoteza i cel badań, Materiał i metody, Wyniki badań, Wyniki niepublikowanych badań i dyskusja, Dyskusja niepublikowanych badań, Podsumowanie i wnioski oraz Bibliografia*. Uzyskane wyniki są prezentowane w formie 20 tabel. Należy dodać iż poszczególne rozdziały (za wyjątkiem rozdziału Hipoteza i cel badań) są podzielone na podrozdziały tematyczne, dzięki czemu zachowana jest wyraźna kolejność omawianych zagadnień.

#### 4. Struktura rozprawy doktorskiej

Pierwszy, właściwy rozdział rozprawy doktorskiej stanowi **Wprowadzenie**, które można podzielić na trzy główne części. Pierwsza z nich zapoznaje czytelnika z genezą i obecnym stanem wiedzy dotyczącej problemu podjętego w rozprawie doktorskiej czyli potrzeb i rozwoju technologii wytwarzania nawozów otoczkowanych. Następnie Autor skupia się na omówieniu znaczenia nawozów otoczkowanych, przedstawia mechanizm uwalniania składnika nawozowego, charakteryzuje różne rodzaje znanych obecnie powłok i prezentuje technologie wytwarzania tego typu nawozów. Część trzecia Wprowadzenia jest poświęcona omówieniu głównych zagadnień dotyczących kukurydzy przeznaczonej na kiszonkę tj. jej charakterystyki jako rośliny pastewnej z uwzględnieniem wymagań klimatycznych, wodnych i glebowych. Następnie Autor omawia potrzeby pokarmowe i nawozowe kukurydzy zwracając uwagę na jej zapotrzebowanie na wszystkie makroelementy (N, P, K, Ca, Mg i S) i główne mikroelementy (B, Zn, Mn, Fe i Cu) oraz funkcje tych składników we wzroście i procesach biochemicznych roślin. Rozdział ten zajmuje 16 stron maszynopisu i pełni funkcję typowego przeglądu literatury.

Kolejny rozdział stanowi **Hipoteza i cel badań**. Hipoteza zakłada opracowanie biodegradowalnej otoczki polimerowej dla mocznika i nawozów wieloskładnikowych NPK, która spowolni proces uwalniania składników pokarmowych do gleby i wpłynie na ich bardziej efektywne wykorzystanie przez rośliny. Będzie to także skutkować wyższym plonem i zmniejszeniem strat składników do środowiska. Jako **cel badań** postawiono całościowe

opracowanie, przetestowanie w skali laboratoryjnej i warunkach pola, a finalnie wdrożenie do praktyki rolniczej technologii biodegradowalnych otoczek dla nawozów typu N i NPK.

**Rozdział Materiał i metody** przedstawia szczegółowe informacje dotyczące składu otoczek biodegradowalnych zastosowanych w doświadczeniu, procesu powlekania granul oraz metodyki badania otoczek. Scharakteryzowano także prowadzone badania polowe testowanych nawozów otoczkowanych, warunki glebowe w pola doświadczalnego oraz rozkład prac agrotechnicznych w latach badań. Następnie przedstawiono opis wykonywanych pomiarów, termin i sposób przeprowadzonego zbioru roślin a także zakres i metody analiz chemicznych materiału roślinnego. Badaniom poddano także glebę pobraną przed rozpoczęciem i po zakończeniu doświadczenia z podaniem metod analiz poszczególnych parametrów. Rozdział ten zawiera również charakterystykę nawozów i informacje o zastosowanych dawkach azotu (wraz z otoczkami). Na koniec rozdziału przedstawiono szczegóły analizy statystycznej, której poddano wyniki uzyskane w ramach 3 letnich badań polowych.

Rozdział **Wyniki badań** zajmuje w rozprawie 6 stron i dotyczy streszczenia głównych założeń metodycznych i wyników zawartych w pracach wchodzących w skład cyklu publikacji. W poszczególnych etapach omówiono:

**W podrozdziale 6.1. Wyniki przedstawione w publikacji P1**, do których zaliczono charakterystykę badań eksperymentalnych tj. opracowanie technologii produkcji nawozów o kontrolowanym uwalnianiu składników (CRF) z wykorzystaniem biodegradowalnych powłok na bazie oleju lnianego oraz proces powlekania granul. Omówiono także tempo i wielkość uwalniania składników pokarmowych NPK z testowanych próbek nawozów. Na podstawie badań stwierdzono, że powłoki powstałe na bazie oleju lnianego z dodatkiem katalizatora mogą być stosowane do produkcji wolno działających nawozów otoczkowanych. Ich skuteczność zależy od rodzaju nawozu, który jest w nich zamknięty, typu gleby, warunków pogodowych i metody aplikacji.

**W podrozdziale 6.2 Wyniki przedstawione w publikacji P2** omówiono charakterystykę badań eksperymentalnych polegających na opracowaniu technologii wytwarzania nawozów granulowanych wzbogaconych mikrobiologicznie metodą otoczkowania. Praca szczegółowo przedstawia opis poszczególnych etapów tego procesu i podaje wyniki obliczeń procesowych dotyczących parametrów nagrzewania i chłodzenia. Podano również dane techniczne, w tym kompletny schemat instalacji i bilans masowy procesu. W wyniku prowadzonych prac badawczo-technologicznych opracowano sposób wprowadzania bakterii do nawozów granulowanych (Polifoska Krzem® i Super Fos Dar®) metodą nakładania otoczki (w formie warstwy zewnętrznej) powstałej z bakterii osadzonych

na nośniku organicznym za pomocą glikolu polietylenowego PEG 4000 i dodatku gliceryny jako lepiszcza.

**Podrozdział 6.3 zawiera Wyniki przedstawione w publikacji P3.**, które są efektem 3-letnich badań rolniczych prowadzonych w Gospodarstwie Doświadczalnym UP Lublin w Czesławicach. Autor opisuje schemat doświadczenia i testowane nawozy. Następnie podaje wyniki plonowania kukurydzy w poszczególnych latach badań, z uwzględnieniem wysokości roślin i liczby kolb zawiązanych za roślinie. W analizie uzyskanych wyników uwzględniono także warunki meteorologiczne i mechanizm działania nawozów. Prowadzone badania wykazały, że najsilniejszy wpływ czynników doświadczalnych na plon kukurydzy stwierdzono jedynie w 1 roku prowadzenia doświadczenia. Najwyższe rośliny, i najwyższy plon uzyskano przy stosowaniu nawozów złożonych lub mocznika z otoczkami w porównaniu do obiektów, gdzie podawano nawozy bez otoczek. W dwu kolejnych latach badań istotnie wyższy plon kukurydzy, w porównaniu z nawozami niepowlekanymi, uzyskano jedynie dla obiektu w którym stosowano nawóz złożony NPK.

Cały **rozdział 7.pt. Wyniki niepublikowanych badań i dyskusja** to obszerna część zajmująca 48 stron rozprawy doktorskiej. Rozdział podzielono na 3 podrozdziały:

7.1. Zawartość makroelementów w kukurydzy, który prezentuje dane dotyczące zawartości azotu, fosforu, potasu, magnezu i siarki w kukurydzy,

7.2. Zawartość mikroelementów w kukurydzy, który omawia zawartość cynku, manganu, miedzi i żelaza w roślinach, i podrozdział

7.3. Właściwości gleby, gdzie podano odczyn gleby, zawartość azotu azotanowego i amonowego w warstwie gleby 0-30 i 30-60 cm, oraz zasobność gleby w przyswajalne formy fosforu, potasu i magnezu. Wszystkie omawiane parametry roślinne i glebowe są prezentowane w formie tabel.

**Rozdział 8. zawiera Dyskusję niepublikowanych badań.** Odnosi się ona do oceny zawartości makro- i mikroelementów w roślinach kukurydzy, zawartości form azotu a także fosforu, potasu i magnezu w glebie. Autor omawia także, w odniesieniu do literatury, efektywność biodegradowalnych powłok nawozowych i interakcję czynników doświadczalnych oraz ich implikacje praktyczne.

**Rozdział 9. zawiera Podsumowanie i wnioski**, w którym w skrótovej formie przedstawiono cel badań, przegląd literatury oraz uzyskane wyniki i ocenę ich wkładu w rozwój wiedzy na temat zastosowania nawozów otoczkowanych w uprawie kukurydzy na kiszonce. Zakończeniem wniosków jest rodzaj całościowego podsumowania wszystkich badań ujętych w rozprawie doktorskiej.

**Rozdział 10. Bibliografia** zawiera 138 pozycji, w których dominują prace naukowe, podręczniki, rozprawy doktorskie i przepisy prawne UE dotyczące nawozów. Należy podkreślić iż zdecydowana większość cytowanych pozycji to prace nowe, aktualne naukowo a 116 z nich jest opublikowana w bardzo szerokim zakresie czasopism angielskojęzycznych. Świadczy to o świadomym i efektywnym poszukiwaniu literatury odpowiedniej do problematyki prowadzonych badań własnych.

## **5. Ocena merytoryczna rozprawy**

Recenzowana rozprawa doktorska Pana mgr Łukasza Ruska opiera się na wieloetapowych badaniach, których celem było opracowanie oraz wdrożenie technologii tworzenia biodegradowalnych otoczek dla nawozów typu N i NPK. Rozpoczęły się one od przetestowania technologii z wykorzystaniem naturalnego oleju lnianego, węgla brunatnego oraz katalizatora metaloorganicznego Borchii Dragon (P1). Składniki otoczki były umieszczane na granulach nawozów wieloskładnikowych NPK tj. Polifoska Start i Polifoska 6. Następnie, w pracy P2 opracowano sposób wprowadzania na granule nawozów Super Fos Dar® 40 i Polifoska Krzem® mikroorganizmów w postaci konsorcjum liofilizowanych szczepów bakterii z grupy *Bacillus* i *Paenibacillus*. W trzecim etapie badań (P3) oceniano wpływ nawozów pokrytych biodegradowalną otoczką na plon kukurydzy uprawianej na kiszonce. Do doświadczenia użyto nawozów NPK tj. Polifoska Start oraz mocznika uzupełnionego superfosfatem i siarczanem potasu. W badaniach stosowano dwie dawki azotu ( $180$  i  $135 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) oraz zastosowano obiekt kontrolny bez nawożenia. Część doświadczeń rozprawy kończą niepublikowane wyniki doświadczenia polowego, w którym oceniano wpływ zastosowanych otoczek ( tj. brak otoczki, olej lniany lub olej konopny z pyłem węgla brunatnego) oraz dawki N ( $180$  i  $135 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) na zawartość głównych makro- i mikroelementów w roślinach kukurydzy i zasobność gleby w makroskładniki, na tle obiektów pozbawionych nawożenia mineralnego.

Z przedstawionej kolejności prowadzonych eksperymentów wynika zaplanowana logika działań naukowych opartych o techniczne i rolnicze prace badawcze. Świadczy to o przygotowaniu Doktoranta do podejmowania wyzwań o szerokim zakresie od badań podstawowych, wynikających z potrzeby nowych rozporządzeń prawno-nawozowych, poprzez etap prac poszukiwawczych składu nowych otoczek, sposobów ich aplikacji i sprawdzenia parametrów technicznych procesu by w kolejnym etapie przejść do doświadczeń rolniczych. Zatem przeprowadzony zakres prac badawczych wymagał od Doktoranta zarówno wiedzy technicznej jak i rolniczej co zasługuje na pozytywne

podkreślenie. Szeroko zaplanowane i wykonane badania własne, podparte liczną literaturą przedmiotu, wskazują na duże zaangażowanie Pana mgr inż. Łukasza Ruska w podjęte działania badawcze.

W mojej opinii recenzowana rozprawa doktorska wnosi nowe informacje naukowe dotyczące szerszego spektrum materiałów mogących spełniać rolę otoczki spowalniającej uwalnianie składników pokarmowych z nawozów typu N i NPK. Badania tego typu są obecnie bardzo potrzebne w związku z decyzjami KE i działaniami pro-środowiskowymi.

W omawianej rozprawie doktorskiej Pana mgr inż. Łukasza Ruska zauważyłam pewne kwestie, wymagające w mojej ocenie zaznaczenia i poprawy lub wyjaśnienia, a które z obowiązku recenzenta przedstawiam poniżej:

1. W tytule rozprawy należałoby odnieść się do badań prowadzonych z wykorzystaniem kukurydzy jako rośliny testowej. Słowo „roślin” błędnie sugeruje szersze spektrum roślin uprawianych w doświadczeniu.
2. Z przedstawionego powyżej zestawienia widać, że prowadzone badania nie miały jednego mianownika w postaci tych samych nawozów testowych i otoczek o tym samym składzie. W każdej z prac wchodzących w skład cyklu podejmowano badania z innymi czynnikami doświadczalnymi. Pewną wartością dodaną tego rozwiązania jest poszerzenie badań o dodatkowo wprowadzone czynniki, które wstępnie przebadano w poszczególnych eksperymentach.
3. W pkt 7.0 Spisu treści zapisano: Wyniki niepublikowanych badań i dyskusja chociaż dyskusja tych wyników jest przeprowadzona w pkt. 8 jako Dyskusja niepublikowanych (wyników) badań. Taki zapis istnieje również w treści rozprawy.
4. We Wprowadzeniu spotyka się błędnie zapisane cytowania literatury lub brak tych prac w Bibliografii jak np. na stronie 16: K. D Publications, 2025 czy Sea2Land Project, 2024.
5. W rozdziale Wyniki badań – podrozdział 6.1: Charakterystyka badań eksperymentalnych nieprawidłowo zapisano skład nawozu Polifoska Start odnośnie zawartości siarki i magnezu oraz nawozu Polifoska 6 odnośnie zawartości siarki. Obecnie jest zapisane Polifoska Start (12-11-18 +(Mg) +2,7(S)+29) a powinno być (12-11-18-2,7(Mg)-29(S) ) lub NPK(MgS) 12-11-18 (2,7-26).
6. W Podrozdziale 6.3 przedstawiono schemat doświadczenia, w którym brakuje informacji o liczbie obiektów/ poletek a także o obiektach w których zastosowano nawóz

bez otoczki (kontrola ) i informacji o obiektach bez nawożenia. Tymczasem te wszystkie obiekty składają się na pełny schemat doświadczenia a obiekty kontrolne pozwalają na ocenę działania czynników badawczych.

7. Podrozdział 7.1. Zawartość makroelementów w kukurydzy kończy się stwierdzeniem że żaden z badanych czynników nie wpłynął istotnie na zawartość makroskładników w roślinie testowej. Trzeba pamiętać, że rośliny w pierwszej kolejności pobierają składniki pokarmowe obecne w glebie a korzystają z nawozów dopiero w przypadku ich niedostatecznej dostępności. Ponieważ doświadczenie było prowadzone na glebie bardzo zasobnej i zasobnej w składniki pokarmowe więc gleba była prawdopodobnie głównym źródłem makroelementów i to osłabiło wpływ zastosowanych parametrów.

8. Rozdział Bibliografia wymaga dopracowania poprzez uzupełnienie w wielu pracach ich autorów, numeru tomu, stron oraz nazwy czasopisma i wydawnictwa.

**Po zapoznaniu się z treścią rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Łukasza Ruska chciałbym postawić następujące pytania:**

- 1) Jakie działanie wykazuje zestaw bakterii, składający się na konsorcjum liofilizowanych szczepów, zastosowany do otoczkowania granul nawozów?
- 2) Czy w czasie prowadzonych prac technicznych były wykonywane badania, które potwierdzają różnicowanie szybkości rozpuszczania się obu warstw co korzystnie wpływało na efektywność stosowania bionawozów, jak zapisano we wniosku 5 do pracy P2.
- 3) Jak wyobraża sobie Pan „adaptacyjną strategię nawożenia, z zastosowaniem nawozów otoczkowanych, zapisaną we wniosku 6 pracy P3, w perspektywie oceny ich działania wynikającej z badań własnych i literatury.

## **6. Wniosek końcowy**

Wymienione powyżej uwagi dotyczące ocenianej rozprawy nie umniejszają jej wartości naukowej. Mają one w większości charakter sugestii i/lub korekty redakcyjnej.

Należy podkreślić, że recenzowana rozprawa doktorska charakteryzuje się kilku etapami prowadzonych badań i analiz połączonych wspólnym celem poszukiwania składu i najlepszych metod aplikacji otoczek spowalniających uwalnianie się składników pokarmowych z granul nawozów typu N i NPK. Wyniki tych prac mają znaczenie naukowe i praktyczne, które mogą dostarczyć rolnictwu nowe typy nawozów spełniających wymagania plonotwórcze i środowiskowe.

**W podsumowaniu stwierdzam, że recenzowana rozprawa doktorska mgr inż. Łukasza Ruska pt. „*Badania nad technologią wytwarzania nawozów otoczkowanych o spowolnionym działaniu oraz ich wpływ na plonowanie i parametry jakościowe roślin*” spełnia formalne i merytoryczne wymagania stawiane tego typu opracowaniom, określone w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (tj. Dz.U. z 2024 r. poz. 1571 z późn. zm.) W związku z powyższym wnioskuję do Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie o dopuszczenie mgr inż. Łukasza Ruska do dalszych etapów postępowania w sprawie nadania stopnia doktora.**

*A. Rodusme*

---