

## **Recenzja**

### **rozprawy doktorskiej mgr inż. Małgorzaty Anny Popko**

#### **pt.: „Dolistne nawozy organiczno-mineralne wzbogacone w mikroelementy na bazie hydrolizatu białka keratyny”**

##### **1. Wprowadzenie**

Polskie rolnictwo charakteryzuje się dużym zróżnicowaniem warunków przyrodniczych i ekonomiczno-społecznych. O wydajności rolnictwa w dużej mierze decyduje intensywność technologii produkcji roślinnej. Jednym z podstawowych elementów technologii uprawy jest nawożenie roślin. Zależnie od intensywności produkcji czynnik ten może stanowić od zaledwie kilku, do ok. 40-60% ponoszonych nakładów. Silnie zróżnicowane jest również wykorzystanie składników pokarmowych wnoszonych w nawozach. Dla przykładu, zależnie od wielkości dawek nawozów oraz przebiegu pogody w czasie wegetacji roślin, wykorzystanie azotu może wahać się w granicach od 20 do 60%. Reszta niewykorzystanych składników ulega rozproszaniu i może stanowić zagrożenie zarówno dla jakości wód, jak i powietrza. Należy w tym miejscu dodać, że o ile stosunkowo łatwo można bilansować fosfor i potas, o tyle próby zbilansowania azotu zarówno w skali pola płodozmiennego, jak i w skalach gospodarstwa, czy regionu nastroczają wiele problemów ze względu na dużą ruchliwość tego pierwiastka.

Stąd też istnieje potrzeba zrównoważonego podejścia do nawożenia za pomocą precyzyjnych sposobów stosowania składników pokarmowych, umożliwiających optymalne wykorzystanie potencjału produkcyjnego roślin. W rolnictwie europejskim, w tym w Polsce coraz częściej stosuje się nawożenie w postaci płynnych nawozów doglebowych, co umożliwia lepsze wykorzystanie składników pokarmowych przez rośliny, zmniejszając ich rozpraszanie do środowiska. Powszechną praktyką szczególnie w gospodarstwach towarowych jest także dolistne dokarmianie roślin. Zabieg ten nie może być jednak traktowany jako odrębny element nawożenia i powinien być włączony w całokształt zabiegów

agrotechnicznych. Nie jest też podstawowym sposobem dostarczania składników pokarmowych, co słusznie zresztą zauważa Autorka rozprawy doktorskiej. Zabieg ten jest szczególnie popularny w gospodarstwach reprezentujących wysoki poziom agrotechniki, dysponujących odpowiednim oprzyrządowaniem technicznym, szczególnie jeśli chodzi o zaplecze logistyczne związane z poprawną techniką oprysku. Prawdłowo zastosowane dolistne dokarmianie roślin wykazuje szereg wymiernych zalet ze względu na lepsze wykorzystanie składników pokarmowych, przede wszystkim makroelementów oraz możliwość łączenia składników pokarmowych praktycznie w dowolnych proporcjach poprzez dobór odpowiednich nawozów płynnych. Dodatkowym atutem takiego podejścia jest możliwość połączenia dolistnego dokarmiania z zabiegami ochrony roślin, co daje oszczędności ekonomiczne oraz zmniejsza ugniatanie gleby kołami ciągnika.

Coraz częściej do nawozów wprowadza się także substancje i związki mineralne lub organiczne bezpośrednio wpływające na procesy biologiczne i fizykochemiczne zachodzące w roślinie, a przez to na jakość płodów rolnych, co jest bardzo ważne dla zdrowia konsumentów.

Przykładem takiego podejścia, jest recenzowana praca, w której Autorka poszukuje nowych formuł nawozów o rozszerzonej efektywności działania wynikającej z sumowania spektrum działania kilku komponentów nawozów, tj. uzupełnienie składników mineralnych w roślinach, stymulacja ich wzrostu oraz wywołanie efektów antystresowych.

## **2. Ocena formalna**

Recenzowana rozprawa posiada typowy układ dla pracy doktorskiej, obejmuje łącznie 161 stron, składa się z 8 rozdziałów w tym wstępu, przeglądu literatury, przeglądu zrealizowanych badań, części doświadczalnej zawierającej szczegółowe metody badawcze, omówienia wyników badań i dyskusji, wniosków, omówienia projektu wdrożeniowego oraz podsumowania pracy. Na końcu zamieszczono bibliografię obejmującą 155 pozycji (106 tytułów polskich i 49 obco- głównie anglojęzycznych), oraz spisy tabel i rysunków. Podano także spis publikacji naukowych będący efektem realizowanych badań.

Rozdział pierwszy *"Wstęp"* stanowi wprowadzenie, w którym zwięźle nakreślono główne przesłanki podjętego tematu pracy. Przedstawiono także cel pracy oraz zakres badań.

W rozdziale drugim *"Przegląd literatury"* przedstawiono zwięźle zagadnienia dotyczące realizowanego celu i zakresu pracy. Omówiono potrzebę nawożenia roślin uprawnych mikroelementami i skuteczność stosowania tych składników dolistnie. Przedstawiono źródła

mikroskładników pokarmowych w nawozach dolistnych oraz opisano ich absorpcję przez liście roślin w formie chelatów aminokwasowych. Podkreślono znaczenie stosowania aminokwasów w produkcji roślinnej i przedstawiono metody ich otrzymywania. Zwrócono szczególną uwagę na pozyskanie aminokwasów w wyniku procesu hydrolizy materiałów białkowych oraz podano przykłady zastosowań hydrolizatów białkowych w przemyśle. Omówiono problematykę związaną z odpadami generowanymi przez sektor drobiowy i podkreślono możliwość wykorzystania odpadów keratynowych – piór drobiowych, do produkcji nawozów z aminokwasami. Przedstawiono metody utylizacji pierza odpadowego w świetle aktualnych przepisów prawnych i badań naukowych. Ponadto, zaprezentowano ofertę dostępnych na rynku nawozowym preparatów z aminokwasami.

Rozdział trzeci **„Przegląd zrealizowanych badań”** jest krótkim omówieniem badań wykonywanych wcześniej w Zakładzie Chemii dla Rolnictwa Politechniki Wrocławskiej, które to stanowią podstawę do realizacji projektu POIG pt.: „Nowa technologia otrzymywania preparatów wspomagających produkcję roślinną z hydrolizatów białkowych”, a tym samym realizowanej pracy doktorskiej.

W rozdziale czwartym **„Część doświadczalna”** opisano metodę wytwarzania nawozów na bazie hydrolizatu białkowego z piór drobiowych. Omówiono metodologię przeprowadzonych doświadczeń – procesu hydrolizy surowca keratynowego oraz badań właściwości użytkowych wytworzonych nawozów (badania laboratoryjne i rolnicze). Opisano również metody badań chemicznych wykonywanych standardowo dla hydrolizatów białkowych i nawozów (analiza wielopierwiastkowa, analiza składu aminokwasowego, analiza mikrobiologiczna) oraz podano rodzaj testu używanego do przeprowadzenia analizy statystycznej uzyskanych wyników badań.

W rozdziale piątym **„Wyniki badań i dyskusja”** scharakteryzowano wytworzone hydrolizaty białkowe oraz nawozy. Rozdział ten zawiera prezentację otrzymanych wyników badań i ich omówienie. Przedstawiono wyniki doświadczeń laboratoryjnych przeprowadzonych na materiale roślinnym, zwierzęcym i glebowym, oraz doświadczeń wazonowych i polowych.

Rozdział szósty **„Wnioski”** zawiera wnioski wynikające z uzyskanych wyników prowadzonych badań i ich dyskusji.

W rozdziale siódmym **„Projekt wdrożeniowy”** zaprezentowano wybudowaną na terenie przedsiębiorstwa Intermag Sp. z o.o. pilotażową instalację półtechniczną do wytwarzania nawozów/biostymulatorów z surowców białkowych (piór). Przedstawiono schemat technologiczny instalacji oraz opisano proces produkcji. Dokonano wstępnej analizy

ekonomicznej i podano szacunkowy koszt techniczny wytworzenia preparatu. Pokrótce opisano również warunki i tryb wprowadzania do obrotu nowych produktów – nawozów organiczno-mineralnych i stymulatorów wzrostu.

Rozdział ósmy „*Podsumowanie pracy*” stanowi podsumowanie zrealizowanej jako projektu wdrożeniowego pracy doktorskiej. Ponadto, praca jest uzupełniona spisem literatury pt.: „*Bibliografia*”, obejmującym zestawienie literatury, opracowań, artykułów, aktów prawnych, procedur i norm badawczych oraz zasobów internetu wykorzystanych w jej przygotowaniu, a także „*Spisem tabel i rysunków*” oraz „*Spisem publikacji*” zwianych z pracą.

Proporcje objętości poszczególnych rozdziałów uważam za prawidłowe, gdyż wynikają one z treści merytorycznych, jakie w nich zaprezentowano. Również połączenie omówienia wyników z ich dyskusją jest zasadne i dość jasno prowadzi czytelnika w obrębie poruszanych zagadnień. Podsumowując tę część oceny stwierdzam, że recenzowana praca nie budzi zastrzeżeń pod względem formalnym.

### 3. Ocena merytoryczna

Głównym celem pracy było wytworzenie płynnych nawozów organiczno-mineralnych na bazie hydrolizatu białka keratyny oraz ocena właściwości wytworzonych nawozów w badaniach laboratoryjnych i ich przydatności rolniczej w badaniach polowych. Prace badawcze **realizowano we współpracy ze znanym producentem nawozów dolistnych firmą Intermag sp. z o.o. z Olkusza, co zasługuje na szczególne podkreślenie.** Trzeba także zauważyć, że **zarówno cel badawczy wyznaczony przez Doktorantkę, jak i zakres wykonanych badań są bardzo ambitne, szerokie i innowacyjne.**

We współczesnym rolnictwie jednym z kluczowych problemów jest optymalne wykorzystanie składników pokarmowych z nawozów i utylizacja odpadów w produkcji roślinnej. Przedstawiona w pracy innowacyjna metoda otrzymywania nawozów organiczno-mineralnych z mikroelementami na bazie hydrolizatu białkowego otrzymanego z pierza drobiowego może stanowić uzupełnienie dla istniejących na rynku nawozów dolistnych.

Na szczególną uwagę zasługuje także fakt, że efektem pracy jest opracowanie nawozu na bazie dosyć uciążliwego produktu odpadowego jakim jest pierze, którego dotychczasowa utylizacja była bardzo utrudniona, a który zawiera cenne z żywieniowego punktu widzenia składniki pokarmowe.

Przedstawiona w pracy metoda otrzymywania nowej generacji nawozów organiczno-mineralnych z mikroelementami na bazie hydrolizatu białkowego umożliwia wykorzystanie cennych składników nawozowych z produktów odpadowych. Daje także możliwość uzyskania nawozów o składzie dostosowanym do wymagań pokarmowych roślin oraz nawozów o zwiększonej efektywności działania, dzięki obecności w produkcie naturalnych aminokwasów i krótkich peptydów pochodzących z hydrolizy pierza. Efektem prac badawczych jest także eliminacja problemu odpadów piór z przemysłu drobiowego oraz wykorzystanie odpadowych kwasów siarkowego i fosforowego powstających w wielu zakładach przemysłowych.

Przeprowadzone w ramach pracy doktorskiej badania, stanowiące element projektu badawczo-rozwojowego realizowanego wspólnie z firmą InterMag Sp. z o.o. /POIG. Ol .03.01-02-Ol 6/12/, wykazały bardzo dobre właściwości użytkowe wytworzonych nawozów/biostymulatorów. W doświadczeniach laboratoryjnych nie odnotowano toksyczności wobec testowanych roślin, i co więcej – zaobserwowano wzrost biomasy i długości wykiełkowanych roślin, a także indeksu zieloności liści oraz większe nagromadzenie makro- i mikroelementów w roślinach. Badania wykazały również brak toksyczności dla dżdżownic. Przeprowadzone doświadczenia rolnicze wykazały wzrost ilości i jakości plonów, jak i znaczny wzrost systemu korzeniowego roślin.

Realizacja pracy doktorskiej wymagała kompleksowego podejścia do problemu i tym samym wieloczynnikowej oceny wytworzonych preparatów, co wymagało wykonania części badań przez specjalistyczne, upoważnione do opiniowania dla potrzeb rejestracji placówki (Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – PIB w Puławach, Instytut Ogrodnictwa – PIB w Skierniewicach). Reasumując należy podkreślić, że badania wykonane w rozprawie doktorskiej mgr inż. Małgorzaty Anny Popko są innowacyjne zarówno w sferze koncepcyjnej, jak i realizacyjnej, a nawozy będące efektem badań stanowią uzupełnienie istniejącej oferty nawozowej.

#### **4. Konkluzja końcowa**

Praca jest przygotowana bardzo starannie, napisana jest poprawnym, zrozumiałym językiem. Na marginesach tekstu zaznaczyłem zaledwie kilka, drobnych usterek stylistycznych, co biorąc pod uwagę objętość pracy uważam za stosowne podkreślić.

Przyjętą koncepcję pracy i podstawowe założenia metodyczne oceniam pozytywnie, dostrzegając dążenie do nadania zagadnieniu nawożenia dolistnego charakteru

wieloaspektowego, a jednocześnie do spojrzenia na przedstawione problemy przez pryzmat praktyki rolniczej. Uważam, że Autorka rozprawy wykazuje bardzo dobre rozeznanie w problematyce nawożenia i dolistnego dokarmiania roślin. Posiada też niezwykle cenną umiejętność dostrzegania związków i zależności przyczynowo-skutkowych z zakresu technologii chemicznej i chemii rolnej, co w wydatny sposób wzbogaca recenzowaną pracę.

**Po gruntownym i wnikliwym przestudiowaniu pracy doktorskiej stwierdzam w sposób jednoznaczny, że spełnia ona wymogi stawiane rozprawom doktorskim, zgodnie z Ustawą o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. 2003 Nr 65 poz. 595) z dnia 14.03.2003 roku, dlatego też stawiam wniosek o przyjęcie rozprawy i dopuszczenie mgr inż. Małgorzaty Anny Popko do publicznej obrony.**

Biorąc pod uwagę zarówno poznawcze jak i praktyczne walory pracy stawiam też wniosek o jej wyróżnienie.

Puławy 1.09.2015 r.

Prof. dr hab. inż. Janusz Igras

