

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr Moniki Marty Wesołowskiej pt.:
OPRACOWANIE MODYFIKACJI STAŁYCH NAWOZÓW MOCZNIKOWYCH W CELU
ZMNIEJSZENIA EMISJI AMONIAKU PO ICH APLIKACJI DO ŚRODOWISKA
GLEBOWEGO

1. Przedmiot recenzji

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska mgr Moniki Marty Wesołowskiej pt.:

OPRACOWANIE MODYFIKACJI STAŁYCH NAWOZÓW MOCZNIKOWYCH W CELU
ZMNIEJSZENIA EMISJI AMONIAKU PO ICH APLIKACJI DO ŚRODOWISKA GLEBOWEGO

wykonana w Instytucie Agrofizyki im. Henryka Dobrzańskiego Polskiej Akademii Nauk pod kierownictwem naukowym prof. dr hab. inż. Piotra Baranowskiego. Recenzja opracowana została na podstawie decyzji Rady Naukowej Instytutu Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego PAN w dniu 12 września 2022 roku.

Praca składa się z 14 rozdziałów, w tym 8 rozdziałów od 1 – 4, nie ma numeru 5 i od 6 – 9 tekstu oraz, 1 rozdział z załącznikami, 2 rozdziałów ze spisem rycin i tabel i streszczenie i abstrakt. Praca zawiera w tekście 105 rycin i 55 tabel. Bibliografia obejmuje 202 pozycje, w tym 179 angielskojęzycznych, 19 polskich i 11 internetowych.

2. Problematyka rozprawy

Problematyka rozprawy mieści się w dziedzinie nauk rolniczych, w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo. Szybko rosnąca populacja ludzka wymaga coraz większych ilości pokarmu do jej wyżywienia. To prowadzi do stosowania nawożenia mineralnego, co z kolei wiąże się z uwalnianiem do środowiska coraz większych ilości zanieczyszczeń, które przenikają do wód gruntowych i atmosfery, a to z kolei prowadzi do zagrożenia egzystencji ludzkiej. Poszukiwanie sposobów ograniczenia tej emisji jest ze wszech miar godnym poparcia. Dlatego wybór problematyki rozprawy należy uznać za bardzo trafny tak z naukowego jak i praktycznego punktu widzenia.

3. Ocena treści rozprawy.

Zasadnicza treść rozprawy podzielna jest na 6 rozdziałów.

Wstęp.

We wstępie doktorantka przedstawia problem stosowania nawozów mineralnych w rolnictwie i motywy podjęcia się rozprawy na temat ograniczenia emisji amoniaku po ich zastosowaniu. Doktorantka naświetlił problem ekonomiczny i prawny związany ze stosowaniem nawozów mineralnych szczególnie mocznika. Jest pytanie, jak emisja amoniaku zależy od fizyko-wodnych właściwości gleby i jej aktywności mikrobiologicznej i jakie straty ekonomiczne dla rolnika to powoduje, a także jakie problemy rodzi ograniczenie prawne użycia mocznika w przyszłości. Od sierpnia 2021 roku obowiązuje zakaz stosowania mocznika bez jego modyfikacji pozwalającej na ograniczenie emisji amoniaku. Modyfikacja ma na celu spowolnienie uwalniania składnika pokarmowego do gleby w znacznie wolniejszym tempie i lepszą kontrolę tego procesu. To właśnie skłoniło autorkę rozprawy do podjęcia się rozwiązania tego problemu.

Rozdział 1. Przegląd literatury

W pierwszym podrozdziale 1.1. Doktorantka w pierwszej części omawia problem rosnącej populacji ludzkiej stwarzający wzrost potrzeb żywieniowych na całym świecie i związane z tym wzrastająca produkcja rolnicza i wykorzystanie nawozów mineralnych. Podkreśla fakt nieefektywnego wykorzystania dotychczasowych form nawozów (maksymalnie 50% zaaplikowanej ilości) i związane z tym rosnące zanieczyszczenie gleby, wód gruntowych i atmosfery związkami azotowymi. Omawia również sposoby ograniczenia tych strat.

W drugim podrozdziale 1.2. doktorantka przedstawia jedna z metod ograniczenia strat nawozowych, którą jest otoczkowanie granul nawozowych i podaje warunki jakie powinien spełniać materiał powlekający granule aby osiągnąć cel jakim jest kontrolowana redukcja emisji amoniaku.

W trzecim podrozdziale 1.3. przedstawiony jest problem wielkości emisji amoniaku w Polsce, przemiany mocznika w glebie z punktu widzenia emisji amoniaku do atmosfery oraz metody pomiaru tej emisji.

W czwartym podrozdziale 1.4. przedstawiony jest problem wpływu nawozów otoczkowanych na rośliny w zależności od terminu i sposobu aplikacji nawozu, oraz rodzaju nawozu i dawki azotu.

Tak wyczerpujące przedstawienie problemu było dobrą podstawą sformułowania celu dysertacji i hipotez badawczych przedstawione w następnym, 2 rozdziale rozprawy.

Rozdział 2. Cel i hipotezy badawcze rozprawy

Celem głównym badań było opracowanie nawozów otoczkowanych na bazie mocznika, różniących się grubością powłoki oraz materiałem powlekającym i przetestowanie ich w warunkach doświadczeń wazonowych w celu wyboru optymalnego wariantu pod względem jego zdolności do redukcji uwalniania amoniaku do atmosfery po aplikacji do gleby oraz przetestowanie jego wpływu na wzrost i plonowanie pszenicy jarej.

Cele szczegółowe obejmowały :

- opracowanie materiału powlekającego granule nawozów pod względem jego składu fizykochemicznego i metod jego nakładania na granule,
- opracowanie metodyki pomiaru emisji amoniaku po jego zastosowaniu i oceny skuteczności modyfikacji nawozów z punktu widzenia redukcji amoniaku,
- sprawdzenie wpływu fizykochemicznych właściwości gleby na emisję gazu po zastosowaniu zmodyfikowanego nawozu
- zbadanie reakcji roślin na zastosowanie wyselekcjonowanego nawozu.

Dla osiągnięcia tych celów doktorantka sformułowała następujące hipotezy badawcze:

- modyfikacja stałych nawozów mocznikowych pozwoli na redukcję emisji amoniaku o co najmniej 20% w porównaniu do obiektu kontrolnego.
- spowolnienie uwalniania składników przez wykorzystanie fizycznej bariery w postaci polimerowej powłoki na granuli nowo opracowanego nawozu wpłynie na zawartość azotu w glebie, ale nie przyczyniać się będzie do zaburzenia wzrostu roślin.

Należy podkreślić że, wybrany temat badawczy należy do priorytetowych problemów naukowych, a osiągnięcie celu będzie miało nie tylko teoretyczne znaczenie, ale przyczyni się do

osiągnięcia praktycznych tak lokalnych – ekonomicznych, jak i globalnych związanych z zanieczyszczeniami środowiska i zmianami klimatycznymi.

Rozdział 3. Materiały i metody

W tym rozdziale autorka bardzo szczegółowo przedstawione są materiały i metody badawcze, oraz aparatura pomiarowa. Jednak do tego rozdziału mam największe zastrzeżenia. Jest w nim zawarte wiele niepotrzebnych informacji, takich jak Tab.14 na str.48, czy Tab. 16. Na str. 51. podawanie specyfikacji technicznej aparatury pomiarowej (Tab.14 str.48.) czy norm wykonywania analiz w stacji chemicznej (Tab.16 str. 51) jest absolutnie zbędne. Zaśmieca tak ważną treść jak ostatni akapit na str. 46, czy pierwszy na str. 47. W pierwszym przypadku wystarcza treść nad tabelą, w drugim zostawić tylko pierwsze zdanie nad tabelą a drugie usunąć. To dotyczy także tabel od 14 do 17 jak i tab.27 i 28.

Jednak tak sposób zaprogramowania doświadczeń jak i metodyka i aparatura stosowana w pomiarach świadczą o dużej wiedzy doktorantki i o umiejętności organizacji badań naukowych. Jest to duży atut kandydata ubiegającego się o stopień doktora.

Rozdział 4. Wyniki

Wyniki badań zebrane są w 3 podrozdziałach.

Pierwszy podrozdział 4.1. zawiera wyniki badań nad otrzymywaniem nowego zmodyfikowanego produktu nawozowego. W wyniku wstępnych badań celem wytypowania materiału powlekającego granule, wybrano szelak, który jest materiałem biodegradowalnym, pochodzenia naturalnego nieszkodliwym dla człowieka. W rozprawie przedstawiona jest cała procedura otoczkowania, w której szczególną uwagę poświęcono otrzymaniu stabilnej, nie pękającej powłoki. Efektem tego etapu badań było wytypowanie próbek nawozów do dalszych badań

Drugi podrozdział 4.2. poświęcony jest prezentacji wyników badań inkubacyjnych. W pierwszym rzędzie były wyznaczone parametry charakteryzujące fizyko-wodne i chemiczne właściwości gleby (skład granulometryczny gleby, krzywą pF, przewodnictwo cieplne, pojemność i dyfuzyjność cieplną) mające wpływ na przebieg procesów uwalniania azotu z modyfikowanych nawozów oraz na wielkość emisji amoniaku, która jest miarą strat nawozu.

Następnie przedstawione zostały 3 etapy doświadczenia inkubacyjnego: 1. Nad wytypowaniem nawozu wykazującego największą redukcję emisji amoniaku, 2. Nad wpływem wilgotności gleby na emisję amoniaku i 3. Nad wpływem zagęszczenia gleby na redukcję emisji amoniaku. Badania prowadzona na próbach dwóch utworów glebowych: piasku gliniastego i gliny piaszczystej. Z 5 typów nawozów niezmodyfikowanego mocznika i 4 form zmodyfikowanych SR6, SR10, P10 i OI10 największą redukcją charakteryzowała się forma P10, którą, użyto do dalszych badań. Okazało się, że niezależnie od typu gleby redukcja emisji jest mniejsza przy niższej wilgotności i dla nawozu zmodyfikowanego P10, ale maksimum emisji jest nieco przesunięte w czasie. Zagęszczenie gleby powoduje także redukcję emisji amoniaku, ale nie ma przesunięcia w czasie. **Tutaj przydałby się taki komentarz: Wyniki potwierdzają domniemanie, że tego należało się spodziewać, gdyż w bardziej suchej glebie procesy przemian chemicznych i aktywność mikrobiologiczna są znacznie wolniejsze.**

Podobnie jest ze zmianami zawartości azotu po zakończeniu doświadczenia, deszcze o małym natężeniu i małej sumie nie oddziałują na głębsze warstwy gleby. Ale cennym wynikiem badań jest ilościowa charakterystyka tych procesów.

W odniesieniu do aktywności mikrobiologicznej gleby widać różnicę w reakcji mikroflory na typ wprowadzonego nawozu i czas w zależności od typu gleby. W przypadku mocznika niezmodyfikowanego aktywność urazy maleje w piasku gliniastym, ale rośnie w glinie piaszczystej w okresie od 3 do 13 dnia. Należało by to skomentować.

Trzeci podrozdział 4.3 prezentuje wyniki doświadczeniach wazonowych:

- pomiarów emisji gazów,
- wpływ rodzaju nawozu na wzrost roślin,
- zawartość chlorofilu i natężenie fotosyntezy
- plonowanie pszenicy jarej
- zawartość makroelementów w roślinach
- zawartość azotu w glebie i aktywność mikrobiologiczną.

Doświadczenie wazonowe potwierdziło wyniki badań inkubacyjnych w odniesieniu do wielkości emisji amoniaku. Okazało się, że rodzaj zastosowanego nawozu nie miał wpływu na tempo wzrostu roślin. Również zawartość chlorofilu nie różniła się istotnie między glebami,

natomiast w czasie od pierwszego pomiaru do trzeciego pomiaru wolno rosła, jednak w czwartym terminie pomiaru nieco spadła. Niestety autorka nie komentuje tego faktu, ale na rycinach 89 i 90 są przedstawione tylko 3 terminy.

Różnice w natężeniu fotosyntezy pomiędzy roślinami nawożonymi były niewielkie z wyjątkiem tych, które rosły na piasku gliniastym w ósmym tygodniu od początku doświadczenia. Rośliny nawożone zmodyfikowanym nawozem P10 miały natężenie fotosyntezy o 22% wyższe niż te nawożone mocznikiem.

Również nie zaobserwowano wpływu modyfikacji nawozu na plonowanie pszenicy. Nie obserwowano wpływu rodzaju nawozu ani typu gleby na zawartość makroelementów w roślinie, poza azotem. Natomiast wpływ rodzaju nawozu na zawartość azotu mineralnego był wyraźnie wyższy (22%) w piasku gliniastym niż w glinie piaszczystej (13,5). Natomiast rozkład pionowy zawartości azotu mineralnego wyraźnie zależał od rodzaju nawozu. Najwyższy był w warstwie 14 – 20 cm i w piasku gliniastym wyższa była po zaaplikowaniu nawozu zmodyfikowanego, podczas gdy w glinie piaszczystej po zaaplikowaniu mocznika. Aktywność mikrobiologiczna, podobnie jak w przypadku doświadczenia inkubacyjnego była wyższa w piasku gliniastym niż w glinie piaszczystej.

Omówienie wyników jest bardzo szczegółowe i świadczy o dużej wiedzy i znacznym doświadczeniu badawczym Doktorantki, ale posiada pewne nieścisłości, które przed opublikowaniem należało by usunąć. Są one wyszczególnione w Uwagach.

Rozdział 5. Dyskusja

Na rynku istnieją nawozy otoczkowane ale przeważnie materiałami nie biodegradowalnymi a to jest parametr, który będzie bezwzględnie wymagany po roku 2026.

Doktorantka podkreśla słuszność wybrania żywic pochodzenia naturalnego na materiał do otoczkowania granul, które są biodegradowalne i pozwalają na spowolnienie uwalniania składników nawozowych i jego kontrolowanie. Uzasadnia wybranie metody otoczkowania przez natrysk w granulatorze bębnowym, gdyż z literatury fachowej wynika, że inne metody powodują duże straty roztworów powlekających. Wyjaśnia również motywację wyboru pomiaru bezpośredniego do oznaczenia emisji amoniaku jako miary strat nawozu. Autorka

rozprawy porównuje swoje wyniki z doniesieniami literaturowymi i stwierdza, że uzyskana redukcja emisji amoniaku po zastosowania nawozów zmodyfikowanych w wielkości 20% do prawie 35% procent potwierdza słuszność pierwszej z dwóch postawionych hipotez. Stwierdza, że wprowadzenie zmodyfikowanego nawozu P10 wpływa pozytywnie na zawartość azotu w zbożach i przyrost zielonej masy roślin a także na zwiększenia zawartości azotu w glebie. Wyniki te są potwierdzeniem doniesień literaturowych.

Doktorantka podkreśla także fakt znacznego spowolnienia uwalniania materiału nawozowego z granuli nawozu zmodyfikowanego, co potwierdza słuszność drugiej hipotezy postawionej w pracy.

Na końcu dyskusji Doktorantka stwierdza, że :”... rekomendowane jest przeprowadzenie kolejnych doświadczeń, które potwierdzą otrzymane wyniki. Szczególnie istotne byłoby przeprowadzenie doświadczeń polowych, które umożliwią określenie wpływu nowo opracowanych nawozów otoczkowanych na poziomy emisji amoniaku i rozwój rośliny w warunkach docelowych, uwzględniających zmienność warunków pogodowych. „

Rozdział 6. Wnioski

Wyniki otrzymane w pracy i ich analiza pozwoliły doktorantce na sformułowanie 9 wniosków, z wszystkie ważne, ale za najważniejsze uważam:

1. W wyniku prac nad modyfikacją produktów handlowych Grupy Azoty Zakłady Azotowe „Puławy” S.A. otrzymano nowe formuły nawozowe na bazie mocznika zapewniające spowolnione uwalnianie składników nawozowych. Powłoka wykazuje zadowalającą szczelność i wytrzymałość, a spowolnione uwalnianie i ograniczenie emisji amoniaku udowodniono w badaniach inkubacyjnych
2. Właściwości fizyczne, tzn. wilgotność i gęstość gleby, w istotny sposób wpływają na emisję amoniaku z wytypowanego wariantu nawozu zmodyfikowanego: przy zwiększonym zagęszczeniu i zmniejszonej wilgotności zaobserwowano znaczny spadek emisji amoniaku; przy zmniejszonej wilgotności zaobserwowano również przesunięcie maksimum emisji NH_3 w czasie
3. Wykazano duże różnice w emisjach amoniaku po aplikacji analizowanych nawozów do dwóch rodzajów gleb, co wynika z różnic w strukturze gleby, jej pH i/lub historii upraw i nawożenia danej gleby

4. W doświadczeniu wazonowym wykazano, że wybrany nawóz otoczkowany nie wykazuje negatywnego wpływu na wzrost i plonowanie roślin, co potwierdziły badania zawartości chlorofilu w liściach, makroskładników w części nadziemnej roślin oraz intensywność procesu fotosyntezy .

Badania, których wyniki przedstawione są w tej publikacja mają pionierski charakter i stanowią istotny wkład do skarbnicy wiedzy (body of knowledge) odnoszącej się do coraz lepszej techniki i technologii w rolnictwie dokładniejszej oceny czynników decydujących o strumieniu amoniaku płynącego z powierzchni planety do atmosfery. Badania takie są bardzo ważne i potrzebne w świetle narastającego zagrożenia dla cywilizacji ludzkiej jakim jest zagrożenie głodem w wielu regionach świata , ale także zagrożenie globalnym ociepleniem Na podkreślenie zasługuje również, wyrażona przez Doktorantkę w dyskusji potrzeba dalszych badań nad pogłębieniem wiedzy na temat wpływu czynników siedliskowych na wielkość GPP.

Uwagi dotyczące pracy

Pomimo wysokiej oceny rozprawy tak z punktu widzenia celowości badań, doboru materiałów, metodologii jak i w obszarze pomiarowy i analitycznym są pewne usterki, które są wymienione poniżej.

1. Uważam, że podrozdział 1.1.6 można usunąć bez szkody dla całości.
2. W spisie treści nie ma punktu 1.4.2. Należy zmienić numerację. Tak samo w rozdziale 3 nie ma punktu 3.13.
3. W wielu przypadkach są podane informacje techniczne (jak charakterystyka przyrządu), które właściwie zaśmiecają tekst. Można by je usunąć a podać w to miejsce źródło gdzie je można znaleźć.
4. Bardzo często w opisie wyników brak komentarza. Np. na str. 100 Doktorantka pisze o czasowej zmienności procesu emisji NH_3 , ale nie komentuje wielkości tej emisji na dwóch glebach. Dlaczego na piasku gliniastym emisja jest prawie 7 razy wyższa ($1,468/0,218 = 6.74$) niż na glinie piaszczystej po zaaplikowaniu mocznika nie zmodyfikowanego a po zastosowaniu mocznika zmodyfikowanego P10 aż 11 razy wyższa ($1,001/0,092 = 10,88$).
5. Str.37. prawy rysunek – pod rysunkiem prawym czas jest w tygodniach, a pod lewym w dniach – czy zaiste te dwa procesy przemiany zachodzą w tak różnym czasie?

6. Str. 81. Ryc.57. Wykresy krzywych pF na rysunku 57 są złe. Nie można ich opisać funkcją liniową. Rysunek usunąć. Całkowicie wystarczą Tab. 36 i 37. Co oznacza symbol alfa w tabelach 36 i 37. Nie ma nic na jego temat w tekście. Wyjaśnienie jest dopiero pod rysunkiem 60 na str. 83. Poza tym Autorka mówi " Z wartości współczynników przewodnictwa cieplnego umieszczonych w tabelach wynika, że wraz z rosnącą wartością wilgotności, a malejącą wartością pF przewodnictwo cieplne gleby wzrasta. To zdanie jest niefortunne. Tabele są ułożone wg malejącej wilgotności gleby i rosnącej wartości pF. Więc wniosek powinien być taki: Wraz z malejącą wilgotnością gleby i rosnącą wartością pF przewodnictwo cieplne gleby maleje.
7. Str.88. Symbolem P10 jest oznaczona gleba o wilgotności odpowiadającej pF 2.2 a symbolem P10 wil to gleba o wilgotności odpowiadającej pF 3,0 czyli bardziej sucha. Jest to symbolika nielogiczna, gdyż każdy czytelnik odbiera symbol P10 wil jako symbol gleby wilgotniejszej. Lepiej było by użyć symboli P10_{2,2} i P10_{3,0}
8. Str.89. W podpisie do ryc.65 są błędy w symbolice. Symbol G jest użyty 5 razy, a symbol P 1 raz. Poza tym strumień emisji z gliny piaszczystej jest około dziesięciokrotnie mniejszy od strumienia z piasku gliniastego (Ryciny 63, 64 i 65). Nie ma żadnego komentarza do tego faktu.
9. Ryciny 89 i 90 na str. Str.104, mają błędny opis osi x. Oś x oznacza czas w tygodniach Str.91. Ryc. 67. Podpis pod ryciną sugeruje, że na osi x jest zagęszczenie gleby, gdyż w tekście jest mowa o funkcji Emisja = f (zagęszczenie). Natomiast na wykresie mamy Emisja = f(czas) przy różnych gęstościach gleby. Podpis powinien brzmieć. Czasowa zmienność strumienia emisji amoniaku przy różnej gęstości gleby. . Ale legenda jest też niejasna. Bo wynika z niej, że nawóz P10 był aplikowany na glebę niezagęszczoną i zagęszczoną. A na jaką glebę był aplikowany mocznik?
10. Str. 98. Ryc.77. Podpis pod ryciną jest zły. . Nie ma takiego zjawiska jak emisyjność ureazy. Terminy pomiarów nie są przedmiotem zainteresowania, ale aktywność ureazy. Nie ma informacji (ani w teście na str. 95 w pierwszym akapicie podrozdziału „Aktywność ureazy...”) jaka jest jednostka tej aktywności. Nie ma też informacji czy skale na osiach, które są dla krzywych obowiązują również dla słupków. Nie wiadomo też jakiej gleby dotyczą słupki. Jest podany tylko dzień pomiaru. Jeżeli pierwszy słupek dotyczy piasku, a drugi gliny to pozostaje pytanie, dlaczego takie duże są różnice w aktywności ureazy. Nie jest to wyjaśnione w tekście w tym podrozdziale.
Nie ma też informacji, czy zaaplikowano mocznik niezmodyfikowany, czy wersję zmodyfikowaną. Podpis pod ryciną 77 powinien brzmieć: „Aktywność ureazy po zaaplikowaniu mocznika (tutaj powinno być dopisane nie zmodyfikowanego lub zmodyfikowanego) do (i tutaj wyjaśnienie czy pisku czy gliny, czy w jednym terminie do piasku, a w drugim do gliny). Podpis powinien brzmieć następująco: Aktywność mikrobiologiczna ureazy na piasku gliniastym w 3 dniu i na glinie piaszczystej w 13 dniu od dnia aplikacji mocznika (tutaj napisać jakiego).
11. Str. 98. W pierwszym zdaniu pod rycinami 78 i 79 po jego zakończeniu należy dodać „w stosunku do aktywności wykazywanej po zaaplikowaniu mocznika nie zmodyfikowanego.” Gdyż czytelnik może pomyśleć że chodzi o zaaplikowanie P10 na glebę nienawożoną.

12. Str.99 i 113. Tab.45 i Tab. 55. Obydwie tabele mają identyczny tytuł, ale różną zawartość. Trzeba uaktualnić tytuły.
13. Str. 100. Pierwszy akapit i Tab. 46. Doktorantka pisze o czasowej zmienności procesu emisji NH₃, ale nie komentuje wielkości tej emisji na dwóch glebach. Dlaczego na piasku gliniastym emisja jest prawie 7 razy wyższa ($1,468/0,218 = 6.74$) niż na glinie piaszczystej po zaaplikowaniu mocznika nie zmodyfikowanego a po zastosowaniu mocznika zmodyfikowanego P10 aż 11 razy wyższa ($1,001/0,092 = 10,88$).
14. Str.101 Doktorantka pisze: „Pozytywny wpływ nawozu (*na wzrost roślin*) obserwowany jest niezależnie od rodzaju gleby, do której nawóz został zaaplikowany.” Niestety, to nie jest prawda (Rys.85 i 86). Na rys. 85 wpływ nawozu jest zaiste pozytywny. Tak niezmodyfikowany (Pulrea) jak i zmodyfikowany (P10) nawóz wykazują pozytywny efekt na glinie piaszczystej. Ale na piasku gliniastym (Rys. 86) jest odwrotnie . Poza tym autorka w niefortunny sposób przyjęła kolejność kolumn, lepiej byłoby w kolejności ; kontrola, Pulrea , zmodyfikowany – w zadłuż osi X słupki byłyby coraz wyższe i pozytywny wpływ na wzrost byłby łatwiej czytelny.
15. Ryciny 102 i 103 na stronie 111 mają ten sam podpis co ryciny na str.113,
16. Załączam prace w formacie PDF z naniesionymi sugestiami i uwagami redakcyjnymi.

PODSUMOWANIE

Doktorantka wykazała się szeroką wiedzą na podejmowany temat i bardzo dobrą znajomością światowej literatury. Praca dotyczy ważnego tak z punktu widzenia teorii jak i praktyki rolniczej zagadnienia. Z merytorycznego punktu widzenia praca charakteryzuje się wysokim poziomem naukowym, rzetelnością, wnikliwością i ma wybitnie naukowy charakter. **Praca w pełni odpowiada wymogom rozprawy doktorskiej.**

Uwagi krytyczne, które podałem w recenzji są przeważnie łatwe do skorygowania i nie wpływają znacząco na ogólną pozytywną ocenę pracy. Autorka wykazała dojrzałość naukową na wszystkich etapach pracy, dużą pomysłowość na etapie konstruowania doświadczeń oraz analizy otrzymanych wyników. Na pozytywną ocenę zasługuje również fakt bardzo

rozbudowanego zbioru własnych danych pomiarowych oraz wnikliwe analizy zebranego materiału badawczego co pozwoliło zrealizować postawiony cel pracy.

Reasumując powyższe stwierdzenia, wnioskuję o dopuszczenie rozprawy mgr Moniki Marty Wesołowskiej pt.: OPRACOWANIE MODYFIKACJI STAŁYCH NAWOZÓW MOCZNIKOWYCH W CELU ZMNIEJSZENIA EMISJI AMONIAKU PO ICH APLIKACJI DO ŚRODOWISKA GLEBOWEGO do publicznej obrony, ponieważ w moim przekonaniu spełnia ona wszelkie wymogi Ustawy - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia z dnia 20 lipca 2018 r..

Kierownik Pracowni Meteorologii

Prof. dr hab. Janusz Olejnik