Bydgoszcz 12.06.2019 r.

dr hab. Bożena Barczak, prof. nadzw. UTP
Pracownia Chemii Rolnej, Katedra Biogeochemii i Gleboznawstwa
Wydział Rolnictwa i Biotechnologii
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr Barbary Drygaś

pt. Wpływ prestymulacji wolnozmiennym polem magnetycznym i nawożenia pogłównego algami *Ascophyllum nodosum* na plon i cechy jakościowe owsa *Avena sativa* L.

1. Ocena problematyki badawczej pracy

Wyzwaniem stojącym przed nowoczesnym rolnictwem XXI wieku powinno być racjonalne wykorzystanie zasobów środowiska przyrodniczego poprzez poszukiwanie nowych, bezpiecznych sposobów podwyższania wielkości i jakości plonów roślin uprawnych. Jednym z ważniejszych czynników plonotwórczych jest odpowiednie przygotowanie materiału siewnego, które ma na celu polepszenie kiełkowania nasion oraz zwiększenie wigoru wyrosłych z nich siewek. Od jakości wschodów, czyli ich równomierności oraz długości okresu od siewu do pojawiania się pierwszych siewek, zależy w dużym stopniu późniejszy rozwój i plonowanie roślin. Dlatego obecnie prowadzi się coraz więcej badań nad różnymi metodami ulepszania materiału siewnego. Uważa się, że czynniki fizyczne, pobudzając nasiona do kiełkowania stymulują jedynie metabolizm roślin, są zatem bezpieczne dla środowiska, w odróżnieniu od chemicznych. Czynniki fizyczne z pewnością nie zastąpią skutecznych metod chemicznych, ale mogą być dobrym ich uzupełnieniem. Jednym z nich jest pole magnetyczne, którego oddziaływanie na nasiona i rozwój roślin dostrzegalne jest nawet przy małych wartościach indukcji.

Innym ważnym determinantem plonotwórczym może być stosowanie glonów jako źródła materii organicznej i mikroelementów, ale również jako środków wykazujących aktywność biostymulującą. W ekstraktach z wodorostów morskich wiele badań wskazuje na obecność związków o działaniu hormonalnym, które mogą oddziaływać na ekspresję genów biosyntezy hormonów w tkankach roślinnych.

Wydaje się, że podjęcie badań nad prestymulacją nasion owsa (*Avena sativa* L.) polem magnetycznym oraz nawożeniem wodorostami (*Ascophyllum nodusum*) o działaniu biostymulującym, a także oceną ich interakcji, jest zadaniem ciekawym, jednocześnie trudnym

i wciąż niedostatecznie poznanym. Stąd wysoko oceniam trafność wyboru tematyki badań, która wpisuje się w nurt działań poszukujących nowych aspektów zależności pomiędzy stymulacją nasion czynnikami fizycznymi a niekonwencjonalnym nawożeniem. Należy podkreślić, że obydwie metody są zgodne z ideą zrównoważonego rolnictwa, w którym nowoczesne technologie zwiększające wydajność produkcji roślinnej oraz poprawiające jej jakość, a jednocześnie neutralne dla agroekosystemu.

2. Ocena formalnej strony rozprawy

Oceniana przeze mnie rozprawa liczy 133 strony wraz z wykazem piśmiennictwa, rycinami i tabelami oraz streszczeniami w języku polskim i angielskim. Praca ma typowy układ dla naukowych dysertacji opartych na materiale doświadczalnym i jest podzielona na 8 rozdziałów (**Wprowadzenie, Przegląd literatury, Cel pracy, Materiał i metody badań, Wyniki badań, Omówienie wyników z dyskusją, Wnioski, Spis literatury**). Układ treści pracy przedstawiony został w logicznie zaplanowanym Spisie treści.

Tytuł pracy jest komunikatywny i w zasadzie adekwatny do treści dysertacji. Pewną wątpliwość może budzić jednak sformułowanie, cytuję: „wpływ **na plon** i cechy jakościowe owsa...". W mojej opinii wydaje się, że bardziej adekwatne byłoby określenie „wpływ na wielkość plonu i...", ewentualnie „wpływ na plonowanie (lub wydajność) owsa i...". Ilościowy aspekt skutków działania badanych czynników, czyli wielkość plonu ziarna owsa, jest bardzo ważny i został przez Autorkę szeroko omówiony i przedyskutowany w pracy. Wydaje się więc, że powinien mieć bardziej precyzyjne odzwierciedlenie w tytule opracowania.

Ponadto, I czynnikiem badań jest nawożenie algami, II czynnik to stymulacja magnetyczna i w tej kolejności Autorka konsekwentnie we wszystkich rozdziałach pracy podaje wyniki w tabelach i omawia wpływ badanych czynników na oznaczane wielkości. W tytule dysertacji kolejność jest odwrotna. Pomijam w tej uwadze fakt, że działanie pola magnetycznego okazało się czynnikiem w znacznie mniejszym stopniu wpływającym na plonowanie i cechy jakościowe owsa, niż aplikacja wodorostów.

W **Przeglądzie literatury** przedstawiającym stan aktualnej wiedzy dotyczący podjętej tematyki badawczej, jest napisany dobrym językiem, w sposób przejrzysty, syntetyczny i logiczny. Język pracy jest na ogół poprawny, niemniej jednak można wskazać pewne uchybienia natury technicznej oraz stylistycznej, fleksyjnej, interpunkcyjnej, a także stosowanie żargonu naukowego etc. (patrz uwagi poniżej). Biorąc jednak pod uwagę dużą objętość pracy, liczba tych potknięć nie jest znacząca i nie umniejsza wysokiej oceny walorów językowych pracy.

Należy podkreślić staranność cytowania literatury. Odpowiedniość pomiędzy cytowaniem źródeł w tekście a ich obecnością w Spisie literatury jest niemal bezbłędna.

Cel pracy został jasno sprecyzowany i uwzględnia cele szczegółowe.

Metody badań omówiono wyczerpująco, w sposób nie budzący wątpliwości. Jedyna uwaga, jak nasuwa się, to nadmierne rozbudowanie charakterystyki pomiarów spektroskowych, za pomocą których bezpośrednio oznaczono zawartość związków organicznych i skład mineralny ziarna owsa. Zbyt dużo uwagi poświęcono też spektroskopii ramanowskiej wykorzystywanej w badaniach do wychwycenia chemicznych i strukturalnych różnic w ziarnie pochodzącym z różnych obiektów doświadczalnych.

Rezultaty badań własnych Autorka przedstawiła w 20 tabelach i na 38 rysunkach, które są podstawą ewaluacji i interpretacji wyników, które Doktorantka opisała szczegółowo w rozdziale **Wyniki badań** oraz zinterpretowała je, konfrontując z literaturą przedmiotu, w rozdziale **Omówienie wyników z dyskusją**. Rozdział **Wyniki badań** został podzielony w układzie dziesiętnym tylko na dwa rozdziały niższego rzędu. Jeden z nich dotyczy plonu ziarna i elementów plonowania, drugi – składu chemicznego, który dzieli się na dwa podrozdziały: 5.2.1. **Zawartość związków organicznych** oraz 5.2.2. **Zawartość składników mineralnych**. Lektura dyskusji wyników byłaby o wiele łatwiejsza, gdyby w Spisie treści była informacja, na których stronach szukać danych dotyczących np. poszczególnych elementów plonowania, czy zawartości białka, tłuszczu, włókna oraz makro- i mikroelementów.

W rozdziale, w którym Autorka prowadzi dyskusję wyników i ich konfrontację z dotychczasową wiedzą w tym zakresie, nie ma informacji o numerach omawianych tabel i rysunków, które są zamieszczone we wcześniejszym rozdziale - w **Wynikach badań**. To znacznie utrudniało pracę recenzentowi.

Rysunki zamieszczone w tym rozdziale przedstawiają wyniki będące powtórzeniem wyników z tabel i niewiele wnoszą do ich interpretacji. Bardziej przydatne byłoby pokazanie np. procentowych różnic danych wielkości uzyskanych pod wpływem badanych czynników. W dodatku dla zawartości makro- i mikroelementów zamieszczona jest wyłącznie interpretacja graficzna wyników, bez tabel. Na rysunkach nie ma podanych bezwzględnych wartości danych, ani wartości NIR, co czyni niemożliwym merytoryczną weryfikację przytaczanych w tekście wyników. To dość poważne uchybienie.

Ponadto, nad prawie wszystkimi rysunkami umieszczono nazwy wielkości i ich jednostki, powtarzając informacje zawarte w tytule rysunku. Nie ma potrzeby dublowania tych informacji.

Rozdział **Omówienie wyników z dyskusją** rozpoczyna się od dość obszernego (prawie dwie strony) przytoczenia danych metodycznych charakteryzujących warunki prowadzenia doświadczenia polowego. Wszystkie zamieszczone tu informacje zostały wcześniej podane w rozdziale Materiał i metody, więc nie było potrzeby ich powtarzania. Dalsza część rozdziału napisana jest w sposób

czytelny i syntetyczny, aczkolwiek nie robi dobrego wrażenia ustawiczne powtarzanie sformułowań zamieszczonych wcześniej w rozdziale **Wyniki badań.** Przy konstrukcji pracy zawierającej osobno rozdziały poświęcone omówieniu wyników, a później ich dyskusji, powtarzalność jest jednak nieunikniona.

Na końcu pracy zamieszczono 9 wniosków, które stanowią syntetyczne podsumowanie efektów badań.

Spis literatury obejmuje 148 tradycyjnych pozycji (artykuły oryginalne, prace przeglądowe, źródła podręcznikowe, materiały konferencyjne i szkoleniowe etc.) oraz cztery źródła internetowe. 111 pozycji (75,0%), to opracowania anglojęzyczne. Zdecydowana większość z nich (113 pozycje – 76,4%), to pozycje, które ukazały się w ciągu ostatnich 10 lat, co dowodzi atrakcyjności i aktualności tematyki.

Szczegółowe uwagi natury formalnej:

1. W zdaniach, w których cytowanych jest kilka pozycji literaturowych, powinny być one uszeregowane konsekwentnie: chronologicznie bądź alfabetycznie. Autorka na ogół źródła zamieszcza w porządku chronologicznym, jednak na stronach: 9, 13, 104, 105 jest inaczej.
2. W Spisie literatury tytuły nazw czasopism należy przytaczać również konsekwentnie, albo wszystkie w pełnej wersji, albo zamieszczając ich skróty zgodnie z wykazem skrótów znajdującym się w Web of Science. W ocenianej pracy w wykazie piśmiennictwa na ogół podawane są pełne nazwy czasopism, ale np. dla pozycji: 17, 18, 21, 28, 37, 39, 64, 69, 127, 139, 141, 148 stosowane są skróty.
3. W przypadku czasopisma o nazwie Żywność. Nauka. Technologia. Jakość., niekiedy (pozycje 53, 90) Autorka człon nazwy „Żywność" podaje wielkimi literami (ŻYWNOŚĆ). Nie ma to uzasadnienia.
4. W tytułach cytowanych przez Autorkę artykułów często pojawiają się łacińskie binominalne nazwy gatunków, które należy pisać krojem pisma wyróżniającym je na tle pozostałego tekstu. Zazwyczaj w tekstach naukowych wykorzystuje się do tego celu kursywę, autorka natomiast przytaczając łacińskie nazwy, na ogół korzysta z normalnej czcionki. Przykłady można m.in. znaleźć w pozycjach: 8, 39, 40, 71,77, 103, 81, 106, 108, 109, 111, 117, 123, 131, 133, 134, 136,138, 145.
5. W czterech przypadkach zauważono rozbieżność pomiędzy rokiem wydania źródła przytaczanym w tekście oraz w wykazie literatury (Brzóska i in. 2017 – jak jest w wykazie czy 2018, jak widnieje w tekście na stronie 99? Achremowicz i Szary-Sworst 2015 czy 2014 – strona 25, Wyniki GUS 2018 czy 2017 – strona 26, Vashisth i Nagarajan 2008 czy 2018 – strona 104).

6. W pozycjach 100 i 124 brakuje informacji o nazwie wydawnictwa, w przypadku drugiego podręcznika nie podano również miejsca wydania i liczby stron.

7. We fragmencie zdania ze strony 22 jest mowa o „polu elektromagnetycznym **w dawce** 10 kHz". W kilohercach wyraża się częstotliwość pola, a nie jego dawkę.

8. Stosunkowo często Autorka podaje, że „efekty uzyskano **przy** zastosowaniu stałego pola" (str. 23), zręczniej byłoby tę myśl sformułować w sposób następujący: „efekty uzyskano w wyniku działania pola..." lub „w wyniku zastosowania", ewentualnie „pod wpływem". Analogiczne przykłady można znaleźć na stronach: 81 („cykl badań **przy** nawożeniu algami"), 98 („masa ziaren z wiechy **przy** dawce A1"), 100 („wyniki uzyskano **przy** zastosowaniu spektroskopii Ramana").

9. W wielu miejscach jednostka jakiejś wielkości fizycznej jest złączona, tj. podana bez spacji z jej wartością, np. na stronie 23: B=85mT, t=15s, B=30mT, f=50Hz, t=30s. Jedyną jednostką, którą zaleca się zapisywać bez spacji, jest %, np. 100% lub 3,5%.

10. Nie ma potrzeby informowania przed każdą tabelą i rysunkiem, o tym jakie wyniki dana tabela zawiera, a rysunek przedstawia, tak jak to w bardzo wielu miejscach Autorka czyni (np. strony: 27, 28, 32, 34, 35, 38, 47, 53, 54, 55, 57, 59, 61, 63, 65, 67, 69, 71, 73, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 83, 86, 89). Wystarczy w pierwszym zdaniu, w którym zaczyna omawiać się dane wyniki umieścić w nawiasie informację o numerze tabeli lub rysunku, w której/na którym znajdują się, np. (tab. 1) lub (rys. 2).

11. We fragmencie: „zastosowano optykę polichromator typu Echelle omywanego amonem...", pomijając niezręczność stylistyczną zdania, sformułowanie „omywanie amonem" nie jest poprawne. Stanowi natomiast przykład uproszczenia lub żargonu naukowego, gdyż nie ma związku ani pierwiastka o tej nazwie, a prawdopodobnie Autorka miała na myśli roztwór soli amonowej.

12. Przytaczane dane w rozdziałach **Wyniki badań** oraz **Omówienie wyników z dyskusją** są często rozbieżne w stosunku do danych z tabeli – na przykład na stronie 63 jest 13,13%, powinno być – 12,90%; jest 2,61%, powinno być 2,21%, na stronie 65 jest 3,53%, powinno być – 3,58% etc. Podobnych przykładów można by przytoczyć wiele. Różnice nie są duże, zwykle wynoszą od setnych do kilku dziesiątych procenta i prawdopodobnie wynikają z zaokrągleń wprowadzanych przez program Excel, niemniej zadaniem Autorki była weryfikacja wszystkich wyników przed zamieszczeniem ich w pracy.

3. Ocena merytorycznej strony pracy

Recenzowana praca jest obszernym studium, w którym na szczególną uwagę zasługuje wieloaspektowy charakter badań, wyraźnie ukierunkowany na efektywność stosowania alg oraz stymulacji nasion polem magnetycznym w kontekście jakości plonu. Wydaje się, że badania nad działaniem oraz interakcją czynnika biostymulującego oraz źródła mikroelementów, jakim są algi, w

powiązaniu z stymulacją magnetyczną nasion, są wciąż aktualne i ważne. Plonotwórcze działanie tych czynników, a zwłaszcza ich współdziałanie, jest modyfikowane przez wiele innych elementów, choćby związanych z warunkami pogodowymi w sezonie wegetacyjnym, a konsekwencje dla jakości plonów nie zostały w pełni rozpoznane.

W liczącym w sumie 23 strony **Wstępie** i **Przeglądzie literatury** Autorka przedstawiła aktualny stan wiedzy dotyczący charakterystyki i konsekwencji stosowania wodorostów morskich, a także stymulacji nasion przez pole magnetyczne w aspekcie wielkości i jakości plonów różnych gatunków roślin. Dużo miejsca poświęciła też próbom wyjaśnienia fizjologicznych mechanizmów działania pól magnetycznych na cechy nasion roślin. Osobny podrozdział poświęcony jest uzasadnieniu wyboru owsa jako rośliny testowanej.

Wybór piśmiennictwa jest według mojej oceny właściwy i obejmuje najważniejsze publikacje, których zakres dotyczy zagadnień podjętych w ocenianej rozprawie. Struktura i treść tej części pracy nie pozostawiają wątpliwości, że Autorka dogłębnie przestudiowała literaturę przedmiotu obejmującą piśmiennictwo krajowe i zagraniczne, i była dobrze przygotowana do podjęcia badań stanowiących podstawę jej dysertacji doktorskiej. Ponadto, analiza tej części pracy pozwala sądzić, że Doktorantka posiada nie tylko dobrą znajomość podjętej problematyki badawczej, ale i jej szerokiego tła.

Cel pracy został sprecyzowany w sposób nie budzący wątpliwości, konweniuje z hipotezą badawczą, a wyodrębnione cele szczegółowe i jest kompatybilny w ścisłym powiązaniu z tematem dysertacji. Jego realizacja posiada znaczenie poznawcze i aplikacyjne.

Podstawą realizacji sformułowanych celów badań było **ścisłe doświadczenie polowe** oraz **analizy chemiczne** materiału roślinnego. Założenia metodyczne badań polowych i laboratoryjnych są przedstawione wyczerpująco, nie budzą zastrzeżeń merytorycznych. Można sądzić, że badania zostały przeprowadzone zgodnie z zasadami obowiązującymi w tego typu eksperymentach, zapewniającymi maksymalną wiarygodność uzyskanych wyników.

Należy też podkreślić dużą staranność w przedstawieniu metod analiz glebowych przed założeniem doświadczenia polowego wraz z powołaniem się na odpowiednie normy (tab. 2). Uwaga ta dotyczy również opracowania danych dotyczących warunków jego prowadzenia (tab. 3), w tym charakterystyki warunków pogodowych (tab. 5 i 6). W tabeli wartości współczynnika Selianinova (strona 41 – tab. 6) zwraca uwagę bardzo wysoka wartość tego parametru dla marca roku 2018, wynosząca 8,61. Wartość ta była konsekwencją niskich temperatur utrzymujących się wczesną wiosną tego roku, a nie wysokich opadów, które w marcu 2018 roku kształtowały się na poziomie 54% średniej wieloletniej. Średnia wartość współczynnika Selianinova dla miesięcy III-VIII tego sezonu była wprawdzie stosunkowo wysoka, ale wniosek, że sezon był bardzo wilgotny nie jest

uprawniony. Występowały w nim bowiem miesiące o bardzo zróżnicowanej charakterystyce pluwiotermicznej: skrajnie suche (kwiecień), suche (czerwiec) i bardzo suche (sierpień), a w pozostałych warunki wilgotnościowe były optymalne (maj) lub dość wilgotne (lipiec). Mechaniczne podejście do zagadnienia poprzez obliczenie średniej dla sześciu miesięcy roku 2018 i potem wykorzystywanie jej do charakterystyki warunków pogodowych oraz do interpretacji wpływu badanych czynników na oznaczane cechy w kontekście rzekomo bardzo wilgotnego sezonu roku 2018, wydaje się nie być uzasadnione.

Do oceny wielkości plonów oraz wyników oznaczeń chemicznych Autorka wykorzystała analizę wariancji w modelu zgodnym z układem doświadczeń dwuczynnikowych.

Wartościowymi rozdziałami w ocenianej pracy doktorskiej są **Wyniki badań** oraz **Omówienie wyników z dyskusją**. W tych rozdziałach Autorka szczegółowo opisała uzyskane wyniki, dokonała ich interpretacji i skonfrontowała swoje osiągnięcia z aktualnym stanem wiedzy na temat wpływu alg oraz działania magnetostymulacji nasion na wielkość plonu ziarna owsa i wartości różnych kryteriów jego jakości. W tej części pracy Doktorantka nie tylko analizuje uzyskane wyniki, ale podejmuje też próbę wyjaśniania zarówno ich zgodności, jak i rozbieżności. Dyskusja nie pozostawia wątpliwości, że Autorka jest dobrze zorientowana we współczesnych poglądach na temat roli alg, a także znaczenia stymulacji magnetycznej w kształtowaniu wielkości plonu i jego cech jakościowych u zbóż.

Uzyskane wyniki zostały zrekapitulowane we **Wnioskach**, które stanowią dopełnienie kompleksowego opracowania. Uważam jednak, że wprawdzie stwierdzenia zawarte w tym rozdziale są adekwatne do podjętego celu badań i odpowiadają przedstawionym w rozprawie wynikom, mają jednak nieco zbyt inwentaryzacyjny charakter, co stwarza wrażenie krótkich podsumowań poszczególnych akapitów pracy i braku uogólnień dotyczących całości badań. Brakuje też wniosku o charakterze praktycznym, który pokazywałby jasno, jakie znaczenie dla teorii i praktyki mają uzyskane wyniki.

Szczegółowe uwagi natury merytorycznej:

1. W ostatnich dwóch wierszach strony 25: „roślina uznawana jest za mało opłacalną, zwłaszcza **w hodowli ekologicznej**". Zapewne chodzi o uprawę ekologiczną. Uprawa i hodowla nie są pojęciami tożsamymi.
2. W tekście brak komentarza do rysunku 3. (strona 28), który przedstawia radykalne obniżenie udziału owsa w strukturze zasiewu zbóż w Polsce w latach 1950-2015. Należałoby podjąć próbę uzasadnienia tej wyraźnej tendencji w kontekście zmieniającego się na przestrzeni ostatnich dekad znaczenia gospodarczego tego gatunku.

3. W zdaniu „Gleba charakteryzowała się średnią zasobnością w makroelementy przyswajalne" znajduje się tautologia: **„zasobność w makroelementy przyswajalne".** Zasobność gleby definiuje się jako sumaryczną zawartość dostępnych dla roślin makro- i mikroelementów, można zatem w przytaczanym zdaniu zrezygnować z pojęcia „przyswajalne" lub - zachowując ten przymiotnik – należy zastąpić „zasobność" - „zawartością".

4. „Niski odczyn gleby" (strona 27) jest niepoprawnym sformułowaniem. Odczyn gleby bywa np. kwaśny, lekko kwaśny, obojętny, natomiast niska może być wartość pH, zdefiniowanego w 1909 roku przez Sorena Sorensena ilościowego wskaźnika zakwaszenia gleb.

Wyrażam nadzieję, że ewentualne uwzględnienie uwag podanych w recenzji pozwoli na korzystne modyfikacje treści w przygotowywaniu manuskryptu do druku. Uwagi krytyczne nie umniejszają walorów naukowych rozprawy, którą generalnie oceniam wysoko. Część z tych uwag ma zresztą charakter dyskusyjny i należy je traktować jako materiał pomocniczy w dalszych etapach wykorzystywania wyników i przygotowywaniu ich do publikacji.

4. Wniosek końcowy

W podsumowaniu stwierdzam, że przedłożona mi do recenzji rozprawa doktorska mgr inż. Barbary Drygaś wykonana została według ściśle określonego i przemyślanego założenia opartego na właściwym schemacie i metodach badawczych. Pozwoliło to Autorce na zrealizowanie założonego celu oraz uzyskanie wiarygodnych wyników o dużej wartości merytorycznej. Zakres podjętych badań był obszerny, wymagający w jego realizacji dużego nakładu pracy i dobrego przygotowania analitycznego ze strony Autorki. Poziom zaprezentowanych badań, mających niekwestionowany charakter naukowo-poznawczy, jak i wartość uzyskanych wyników, stanowią oryginalny wkład Autorki w poszukiwanie nowych, bezpiecznych sposobów podwyższania wielkości i jakości plonów roślin uprawnych, zgodnych z ideą rolnictwa zrównoważonego.

5. Konkluzja

Uważam, że Autorka przedstawionej do oceny dysertacji spełnia wymagania określone w Ustawie z 14.03.2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym, oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z później wprowadzonymi zmianami (Dz. U. nr 2017, pozycja 859), stawiane kandydatom ubiegającym się o stopień naukowy doktora. Wnioskuję zatem do Rady Wydziału Biologiczno-Rolniczego Uniwersytetu Rzeszowskiego w Rzeszowie o dopuszczenie Pani mgr inż. Barbary Drygaś do dalszych etapów przewodu doktorskiego.