

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr Barbary Drygaś pt. „Wpływ prestymulacji wolnoziemnym polem magnetycznym i nawożenia pogłównego algami *Ascxophyllum nodosum* na plon i cechy jakościowe owsa *Avena sativa* L.”

Owies – gatunek zbóż kiedyś uprawiany powszechnie, dziś trochę zapomniany, jednak należy pamiętać, że owies na tle pozostałych zbóż kłosowych wyróżnia się kilkoma ciekawymi cechami i walorami, które sprawiają, że jego uprawa warta jest rozważenia.

Hodowla owsa na ziemiach polskich rozpoczęła się w końcu XIX wieku. Ze względu na dużą liczbę koni, znaczenie tego gatunku było wtedy znacznie większe niż obecnie. Przed pierwszą wojną światową powierzchnia uprawy sięgała 2,7 mln ha, a przed drugą wojną światową powierzchnia już tylko nieznacznie przekraczała 2 miliony ha. Warto przy tym zaznaczyć, że w okresie międzywojennym plony owsa w kraju nieprzekraczały 1.2 t/ha i tylko w województwie poznańskim zbliżały się czasami do 2 t/ha i chociaż już w tamtych latach zwracano uwagę na znaczenie owsa w żywieniu ludzi, to jednak, rozwój mechanizacji rolnictwa i likwidacja oddziałów konnych w armii wpłynęła na ograniczenie powierzchni uprawy owsa, która obecnie wynosi zaledwie ok. 0,5 mln ha.

Owies jest jednak gatunkiem, którego uprawa ma liczne zalety, co może przyczynić się do ponownego zainteresowania tym zbożem. Zaletą owsa jest jego wysoka wartość przedplonowa w zmianowaniu, gdzie jako jedyny gatunek zbóż kłosowych nie jest porażany przez choroby podstawy źdźbła i nie uczestniczy w przenoszeniu tych chorób. Jest rośliną fitosanitarną dzięki obecności w korzeniach awenacyny (A-1, A-2, B-1, B-2) – triterpenowej saponiny - związku odpowiedzialnego za odporność owsa na porażenie przez fungicydy, przez co uważany jest za uprawę niskonakładową nie wymagającą ochrony chemicznej oraz intensywnego nawożenia. Ze względu na silny system korzeniowy, pobiera trudniej dostępne składniki, ma mniejsze wymagania glebowe i wyższą tolerancją na niskie pH, jednak zalecany zakres odczynu gleby dla owsa mieści się w granicach pH 4,5-7,2, a najlepiej plonuje na glebach o pH powyżej 5,5.

¹ Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie – I miejsce zatrudnienia od 1.10.2008 r.

Owies, ze względu na wczesny termin siewu i wcześniejszy przyrost masy korzeniowej i nadziemnej, zacienia glebę stając się konkurencyjny w stosunku do chwastów i cecha ta sprawia, że jego uprawa może być zalecana w produkcji ekologicznej. Jest odporny na wiosenne przymrozki, a małe wymaganie termiczne sprawiają, że kiełkuje już w temperaturze 2-3°C i dzięki temu lepiej wykorzystuje zapasy wody po zimie.

Niestety uprawa owsa ma swoje wady; słabo plonuje, co decyduje o małej opłacalności, a uprawianego ekstensywnie owsa plon rzadko dochodzi do 3t/ha. Przy wyższym poziomie agrotechniki plony sięgają do 4, a nawet 6t/ha, ale wymaga to zasobności stanowiska i potrzebuje 60-80 kg N/ha, 60-80 kg P₂O₅/ha, oraz 130-150 kg K₂O/ha. Również spośród zbóż ma największe wymagania wodne, zwłaszcza w okresie strzelania w źdźbło i kłoszenia. Główną przyczyną dużego zapotrzebowania owsa na wodę jest wysoki współczynnik transpiracji, przez co w suche lata mocno reaguje spadkiem plonu.

Jeżeli do tego uwzględnimy cenę ziarna owsa 2,5-krotnie niższą od pszenicy oraz „niewidoczne” straty, związane z podatnością owsa na osypywanie okaże się, że jest zbożem, którego uprawa może być nieopłacalna.

Zwracam uwagę na te problemy, gdyż poruszone zagadnienia wiążą się często z plonowaniem owsa, a prowadzone przez mgr Barbarę Drygaś badania, bardzo dobrze wpisują się w problematykę związaną z poprawą opłacalności uprawy owsa i prace nad przedsięwziętą stymulacją magnetyczną ziarna oraz zastosowanie alg na rośliny, mają na celu przyczynić się do zmodyfikowania technologii uprawy owsa, podwyższenia plonu, a zarazem poprawienia wydajności technologicznej, co w efekcie może sprawić, że uprawa ta stanie się opłacalna.

Uwagi ogólne

Rozprawa doktorska mgr inż. Barbaray Drygaś ma układ poprawny. Składa się z 7 rozdziałów i 11 podrozdziałów. Całość opracowania liczy 133 strony i zawiera 20 tabel oraz 39 prezentacji graficznych, w tym 35 wykresów przedstawiających wyniki badań, 1 grafika przedstawiająca badany gatunek alg, a także 2 satelitarne fotografie przedstawiające lokalizację poletek oraz 1 fotografia przedstawiająca pole, na którym znajdowały się poletka doświadczalne. W pracy zamieszczony jest 4 stronicowy aneks, w którym znalazły się wyniki zawarte w 2 tabelach, dotyczące zawartości makro- i mikroelementów w glebie, w kolejnych trzech sezonach uprawy. Część eksperymentalną pracy zamyka rozdział omówienie wyników i dyskusja oraz 9 wniosków. Literatura obejmuje 148 pozycji, z czego większość to pozycje obcojęzyczne pochodzące z ostatnich lat.

Ocena merytoryczna pracy

Interdyscyplinarny charakter eksperymentu oraz zakres prac badawczych wymusza od Autorki przeprowadzenia wielowątkowego przeglądu literatury. W przeglądzie literatury omawia rolę alg i innych biostymulatorów i ich działanie na rośliny, a także omawia działanie fizycznych metod stymulacji nasion i działania pola magnetycznego na kiełkowanie nasion i wzrost roślin. W pierwszym podrozdziale 2.1 omawia substancje organiczne i ich wpływ na stopień zaopatrywania roślin w substancje odżywcze, a także ich rolę we wzroście i rozwoju roślin, przechodząc w kolejnym 2.2 do przedstawienia *Ascophyllum nodosum* – gatunku z klasy brunatnic, który to organizm stanowiąc ważne ogniwo nadmorskich ekosystemów północnego Atlantyku, jest wykorzystywany w uprawach licznych gatunków roślin rolniczych czy ogrodniczych.

W podrozdziale 2.3 przedstawia korzyści związane z stosowaniem metod fizycznych wobec tradycyjnych metod opartych na aplikacji substancji chemicznych, zarówno podczas zabiegów nawożenia jak i w ochrony roślin. Ale głównie omawia zagadnienia dotyczące wpływu magnetyzmu, a w szczególności zmiennego pola magnetycznego. Omawia wyniki badań uzyskane przez różnych autorów, którzy stosowali odmienne parametry pola, dzięki czemu bez konieczności prowadzenia badań wstępnych i bez konieczności prezentacji stanowiska do symulacji magnetycznej, przedstawionego szczegółowo przez Autorów z tego samego zespołu badawczego rozdział ten, pozwala Autorce oprzeć się na wynikach badań wcześniejszych publikacji i wybrać pole o wartości 50 mT i częstotliwości 50 Hz, które stosuje jako czynnik przez: 0, 0,6 i 60 sekund. Omówienie zagadnienia wpływu pola magnetycznego na rośliny jest rozdziałem, w którym analizując wyniki innych autorów stawia hipotezę o pozytywnym działaniu stymulacji magnetycznej na ziarno owsa jako materiału siewnego, co jest zarazem uzasadnieniem celu części podjętych badań.

Dalsza część przeglądu dotyczy uprawy owsa zwyczajnego i jego fitosanitarnej roli, a także wymagań glebowych, klimatycznych i nawożeniowych, w której to części omawia też systemy uprawy. Zwraca też uwagę na rolę owsa w płodozmianie i omawia plonowanie oraz elementy wpływające na cechy jakościowe plonowania takie jak wzrost roślin, wielkość nasion, czy MTZ. Ta część przeglądu daje Autorce podstawę zaplanowania doświadczeń polowych.

Stosowanie dwóch różnych czynników w celu poprawy plonowania wymaga od doktorantki ustalenia zakresu badań, a mgr Barbara Drygaś formułuje następujące hipotezy badawcze:

- Zastosowanie alg *Ascophyllum nodosum*, jako biostymulatora i źródła mikroelementów dodatnio wpływa na plon ziarna owsa *Avena sativa* L. oraz modyfikuje jego skład.

- Zastosowanie przedświejnej stymulacji wolnozmiennym polem magnetycznym wpływa korzystnie na plon ziarna owsa *Avena sativa* L. i modyfikuje jego skład.
- Zastosowanie nawozu w postaci alg z rodzaju *Ascophyllum* w połączeniu z poddaniem nasion przedświejnej stymulacji wolnozmiennym polem magnetycznym wpływa korzystnie na plon oraz prowadzi do zmian jakościowych w ziarnie owsa *Avena sativa* L.

Praca doktorska mgr inż. Barbary Drygaś obejmuje szeroko zakrojony zakres badawczy, który z jednej strony wymaga znajomości oddziaływań fizycznych (magnetyzmu) na materiał biologiczny i zawiera interesujące aspekty badawcze, dotyczące wpływu pola magnetycznego na cechy fizykochemiczne ziarna owsa, a także prowadzenia badań laboratoryjnych na materiale roślinnym i badań polowych, których celem jest weryfikacja przyjętych założeń hipotez badawczych. Wszystkie te aspekty powodują, że podjęty przez mgr Barbarę Drygaś w rozprawie doktorskiej temat ważny jest nie tylko z punktu widzenia rozwiązania nowego problemu badawczego, ale staje się istotnym gospodarczym zagadnieniem, nadającym pracy aplikacyjny charakter.

Należy podkreślić, że mgr Barbara Drygaś wykazuje się doświadczeniem badawczym w projektowaniu eksperymentów polowych. Doświadczenie polowe przeprowadza w układzie split-plot (split-block) – jest to układ bloków losowanych, który stosowany był od wielu lat w badaniach polowych, ale nie jest często używany przez obecnych eksperymentatorów, którzy albo zapominają o konieczności uniezależnienia się od wielu czynników uprawowych (stanowisko, gleba i jej zasobność, płodozmian) albo stosują uproszczony dobór poletek, który jest konsekwencją wynikającą z prowadzenia badań np. w sadzie na już istniejących rzędach z odmianami lub komplikacjami związanymi z techniką oprysku wymagających zabiegu na większych powierzchniach podczas stosowania zabiegów ochrony roślin czy nawożenia. Stosując w badaniach polowych układ split-plot doktorantka uzyskuje cztery powtórzenia dla tego samego czynnika na poletkach losowo rozmieszczonych na polu badawczym, którego schemat z układem kombinacji (czas stymulacji magnetycznej x dawka alg) przedstawia na rysunku 6.

Do weryfikacji hipotez i założeń badawczych Autorka wykorzystała, jako materiał badawczy, nasiona owsa oplewionego odmiany 'Bingo', które to ziarno otrzymała z przedsiębiorstwa hodowlanego Hodowla Roślin Strzelce sp. z o.o. Grupa IHAR w Strzelcach, która to firma jest twórcą tej odmiany oraz prowadzi hodowlę zachowawczą. Zwracam na to uwagę, gdyż zastosowany materiał w badaniach, pochodził z upraw kwalifikowanych liczącej się firmy hodowlanej, dzięki czemu Doktorantka dysponowała dobrym materiałem badawczym o wyrównanej jakości, jaką posiadają nasiona renomowanych firm hodowlanych, czyli materiał jest pozbawiony wad i zanieczyszczeń, co daje Jej pewność uniezależnienia wyników od wpływu przypadkowych czynników uprawowych, jakie często pojawiają się przy

reprodukcji niekwalifikowanego materiału nasiennego, a co mogłoby wpływać na wyniki późniejszych badań polowych.

Pragnę również zwrócić uwagę, że badania polowe prowadzone były w kolejnych latach na różnych stanowiskach, jednak zachowane zostały identyczne warunki glebowe. Doświadczenia polowe we wszystkich latach badań (2016-18) założono na glebie ciężkiej kompleksu żytniego dobrego klasy bonitacyjnej IIIa, o zbliżonym i odpowiednim pH (5.2, 5.6 i 5.5), na których jako przedplon uprawiany był w 2016 roku jęczmień jary, a w kolejnych latach pszenica jara. Również obsada podczas siewu była identyczna, równa $550 \text{ nasion} \cdot \text{m}^{-2}$ oraz zbliżone były daty siewu w kolejnych latach (5.04.2016; 4.04.2017; 11.04.2018), chociaż mogły być nieco za późne. Data zbioru również nie powinna skutkować różnicami w plonie zwłaszcza, że do zbioru wykorzystano bardzo dobry specjalistyczny kombajn poletkowy Seed Master. Sprawdzając również warunki meteorologiczne w kolejnych latach badań, przedstawione w tabeli 5, można zaobserwować, że warunki również były podobne, ale wszystkie lata były ubogie w wodę. Owies dla uzyskania dobrego plonu wymaga opadów powyżej 500 mm/rok, a suma opadów w roku 2017 wynosiła zaledwie 304.9 mm, a był to rok w którym uzyskano najwyższe plony w każdej z badanych kombinacji i to nawet prawie dwukrotnie wyższe niż w latach 2016 i 2018, co zilustrowano na Rys. 12.

Trzeba przyznać, że plon ok. 6t/ha uzyskany dla wszystkich kombinacji w 2017 roku był zbliżony do „plonu wzorca” w badaniach COBORU, który to ośrodek wyznacza „polon wzorca” na podstawie kilku odmian, a odmiana Bingo znalazła się w każdym roku w składzie do wyliczenia tego współczynnika, co tylko potwierdza trafny wybór odmiany do badań. Plon wzorca określony w latach, w których mgr Barbara Drygaś prowadziła swoje badania wynosił w 2016 roku 6.4 t/ha; w 2017 roku 6.95 t/ha i w 2018 roku 6.02 t/ha. W badaniach doktorantki plony w latach 2016 i 2018, tylko nieznacznie przekraczały 3.5 t/ha dla wszystkich kombinacji za wyjątkiem kombinacji, w której plon przekroczył 4 t/ha, gdzie zastosowano zwiększoną dawkę alg.

Są to wyniki, które wskazują z jednej strony, dlaczego doświadczenia polowe należy powtarzać w kolejnych latach, aby uniezależnić się od wpływu pogody czy warunków polowych, ale z drugiej tak duże zróżnicowanie plonów wymaga zastanowienia się nad ich przyczyną.

Dlatego proszę Panią o próbę wyjaśnienia przyczyny tak dużej różnicy w plonach pomiędzy rokiem 2017 a latami 2016 i 2018.

Pewnym wytłumaczeniem jest wzrost masy tysiąca ziarna (MTZ), którego wartości przedstawione na rysunku 14 i w tabeli 11 wskazują, że są istotnie wyższe w 2017 roku (ok. 40 g) w stosunku do lat pozostałych, gdzie MTZ było na poziomie ok. 35g dla wszystkich badanych kombinacji.

Ponieważ mgr Barbara Drygaś uzyskała w wielu przypadkach nieistotne różnice pomiędzy badanymi kombinacjami i trudno jest zaobserwować wpływ zarówno dawki (czasu) ekspozycji nasion w polu magnetycznym czy też nawożenia algami, a z drugiej strony otrzymała tak duże zróżnicowanie w plonie pomiędzy rokiem 2017 i pozostałymi latami badań, należałoby się zastanowić czy nie powinno się sprawdzić wyników dla średniej z lat 2016 i 2018, gdzie plony były na podobnym poziomie, lub czy nie analizować tylko roku 2017, gdy plon był na poziomie zbliżonym do wzorca uzyskanego przez COBORU. Uwagę tą jednak nie przekazuję jako zarzut, ale jako wskazówkę do dalszych badań lub dodatkowej analizy wyników.

Mgr Barbara Drygaś przeprowadziła liczne analizy laboratoryjne, podczas których wykazała się dużym doświadczeniem i mimo, że analizy te zostały przeprowadzone dokładnie oraz sprawdzony został wpływ stymulacji magnetycznej i nawożenia algami to nie uzyskała istotnych statystycznie różnic w wielu przypadkach. Dlatego przeprowadziła analizę składu ziarna z wykorzystaniem spektroskopii Ramana i zaobserwowała, że zastosowanie alg i stymulacji magnetycznej materiału siewnego doprowadziło do zmian w składzie związków organicznych w ziarnie owsa. Ziarno poddane dłuższej stymulacji magnetycznej wykazywało wyższe wartości absorbancji dla grup budujących cukry oraz białka, natomiast zastosowanie alg powodowało większe rozproszenie widma Ramana charakterystyczne dla grup funkcyjnych budujących amylozy i amylopektyny. Dla oszacowania różnic wykonała analizę PCA, dzięki czemu stwierdziła, że rośliny z nasion stymulowanych magnetycznie przy braku nawożenia algami stymulacja magnetyczna prowadzi do zmian w składzie chemicznym ziarna w stosunku do ziarna kontrolnego. Zauważyła, że wraz ze wzrostem dawki alg zawartość białka malała a wzrastała zawartość amylopektyn, a dzięki analizie widm Ramana wykazała wpływ działania alg na skład chemiczny ziarna.

Analizując przedstawione wnioski przez doktorantkę można stwierdzić, że:

- wniosek 1 jest odpowiedzią na pytanie dotyczące wpływu alg na plon i skład ziarna i wraz z wnioskiem 3 i o pozytywnej weryfikacji hipotezy 1, przynajmniej jej części dotyczącej plonu. Natomiast wnioski 6 i 7 są tylko częściową weryfikacją tej hipotezy w zakresie modyfikacji składu ziarna,
- wniosek 2 pozwala na odrzucenie hipotezy 2,
- wniosek 4 nie pozwala na potwierdzenie ani na odrzucenie hipotezy 3, gdyż w oparciu o uzyskane wyniki Autorka stwierdza, że wpływ stymulacji magnetycznej i nawożenia algami był niejednoznaczny,
- wniosek 5 nie odnosi się do hipotez postawionych w niniejszej pracy, ale pozwala stwierdzić, że wpływ warunków meteorologicznych był istotny w poszczególnych latach badań.

Reasumując, należy podkreślić, że mimo niezyskania przez mgr inż. Barbarę Drygaś jednoznacznych wyników, które pozwoliłyby całkowicie na potwierdzenie lub odrzucenie postawionych hipotez, to stanowią one obszerną bazę danych, które otrzymała podczas oceny w trzech kolejnych sezonach wegetacyjnych owsa wysiewanego z ziarna stymulowanego magnetycznie i roślin traktowanych algami jako dodatkowym źródłem nawozu i stanowią bardzo wartościowe informacje, które mogą być nieocenione dla praktyki rolniczej i zastosowana technologia uwzględniającą stymulację magnetyczną może prowadzić do uzyskania korzyści ekonomicznych. Należy podkreślić, że istotnymi zaletami przedstawionej pracy jest:

- prowadzenie badań na materiale nasiennym najwyższej jakości pochodzącym z firmy Hodowla Roślin Strzelce sp. z o.o. Grupa IHAR w Strzelcach, która jest twórcą odmiany Bingo i prowadzi hodowlę zachowawczą tej odmiany,
- wykazanie doświadczenia badawczego w projektowaniu i założeniu doświadczeń polowych, eksperymentu oraz umiejętności planowania kolejności etapów pracy,
- wykorzystanie metody oraz stanowiska do stymulacji magnetycznej nasion owsa w celu uzyskania wyższego plonu i podwyższonej wydajności technologicznej,
- staranność w opracowaniu procedur badawczych, testów laboratoryjnych i parametrów stosowanych urządzeń,
- szeroki zakres stosowanych analiz chemicznych i wykorzystanie najnowszej aparatury w tym analiz widm spektroskopii Ramana i analizy PCA, które umożliwiają uzyskanie licznych interesujących wyników niemożliwych do uzyskania z pomocą tradycyjnych analiz chemicznych.

Zaletami pracy jest również szeroko zakrojony zakres badań laboratoryjnych i polowych, a zastosowanie stymulacji magnetycznej nasion może okazać się pomocne przy doskonaleniu metod badania wartości technologicznej ziarna innych gatunków zbóż nie tylko owsa.

Uwagi redakcyjne

Praca przygotowana jest starannie i w zasadzie nie wymaga korekt, ale przekazuję pewne uwagi, które mogą stać się pomocne podczas przygotowania pracy do druku lub publikowania wyników w czasopiśmie naukowych, a także prowadzenia dalszych badań:

- zaproponowane trzy hipotezy w zasadzie można zastąpić jedną; czyli trzecią, gdyż zawarte w niej są dwie pierwsze,
- procedura weryfikacji hipotez nie została przedstawiona, ale można uznać, że niektóre wnioski odpowiadają celowi jaki miało postawienie hipotez.

Wniosek Końcowy

Jeszcze raz podkreślam, że istotnym elementem pracy o najwyższej wartości są badania nad poszukiwaniem technologii uprawy owsa, aby mogła stać się bardziej opłacalną uprawą o wyższym plonie, co mogłoby zapewnić wzrost areалу upraw w Polsce gatunku, którego ziarno spożywane w różnych formach pozostawało zawsze jako źródło siły, spełniając oczekiwania żywieniowe, a doskonalenie uprawy odmiany Bingo najlepiej plonującej przy zastosowaniu materiału nasiennego stymulowanego magnetycznie mogłaby wzmocnić atrakcyjność tej odmiany. O wartości naukowej rozprawy świadczy też wiele nowych elementów poznawczych, ale przede istotną część pracy stanowią wyniki uzyskane w trakcie realizacji badań. W tym względzie mgr inż. Barbara Drygaś wykazała się dobrym przygotowaniem do prowadzenia badań polowych i dojrzałością w projektowaniu eksperymentu oraz wykonywaniu poszczególnych analiz.

W oparciu o dobraną metodykę badań, uzyskane wyniki i ich analizę, a także wnioski końcowe można jednoznacznie stwierdzić, że założone przez mgr inż. Barbarę Drygaś cele zostały osiągnięte, a strona merytoryczna pracy jest poprawna oraz starannie przeprowadzona została analiza statystyczna. Tytuł rozprawy „**Wpływ prestymulacji wolnoziemnym polem magnetycznym i nawożenia pogłównego algami *Ascxophyllum nodosum* na plon i cechy jakościowe owsa *Avena sativa* L.**” odpowiada celowi pracy, w której zastosowanie stymulacji magnetycznej nasion i nawożenia algami, stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego oraz wykazuje ogólną wiedzę teoretyczną doktoranta w dziedzinie nauk rolniczych w dyscyplinie agronomii i uważam, że zgodnie z ustawą* odpowiada wymaganiom stawianym rozprawom doktorskim. W związku z tym przedkładam wniosek do Komisji Wysokiej Rady Wydziału Biologiczno-Rolniczego Uniwersytetu Rzeszowskiego o dopuszczenie mgr inż. Barbary Drygaś do dalszego toku przewodu doktorskiego.



* Na podstawie art. 31 ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z późniejszymi zmianami (Dz. U. 2014 poz.1852 oraz Dz. U. 2015 poz. 249 i 1767).