

Prof. dr hab. Alicja Pecio  
Zakład Żywienia Roślin i Nawożenia  
IUNG-PIB w Puławach

Puławany, 6.10.2022 r.

**Recenzja**  
**Rozprawy Doktorskiej mgr. inż. Bartosza Spychalskiego**  
**pt.: „Ocena reakcji rzepaku ozimego na wybrane stimulatory wzrostu”**

Rozprawa doktorska została wykonana w Instytucie Technologiczno-Przyrodniczym – Państwowym Instytucie Badawczym w Falentach  
**Promotor:** dr. hab. inż. Barbara Wróbel, prof. ITP-PIB  
**Promotor pomocniczy:** dr. Wacław Roman Strobel

**Podstawa opracowania**

Recenzja została przygotowana w odpowiedzi na pismo DON-RN.15/2022 z dnia 1 września 2022 r. skierowane przez Zastępcę Dyrektora ds. Naukowych ITP-PIB Prof. dr hab. inż. Wiesława Dembka.

**1. Ocena wyboru problematyki badawczej**

Rzepak jest jedną z najważniejszych roślin oleisto-białkowych na świecie o istotnym znaczeniu gospodarczym. Znajduje zastosowanie nie tylko w przemyśle spożywczym do produkcji tłuszczów jadalnych roślinnych, ale także do wytwarzania biopaliw czy w żywieniu zwierząt gospodarskich w postaci poekstrakcyjnej śruty rzepakowej i wyłoków jako dodatek do pasz treściwych. Na przestrzeni ostatnich lat obserwuje się wzrost produkcji rzepaku na świecie, która obecnie wynosi około 70 mln ton i jest ponad dwukrotnie wyższa niż na początku XXI wieku. Według prognoz Międzynarodowej Rady Zbożowej światowe zasiewy rzepaku pod zbiory w 2020 r. wyniosły ok. 35,5 mln ha, czyli o 3% więcej niż w poprzednim sezonie. Zwiększenie powierzchni uprawy rzepaku wynika ze wzrostu poziomu spożycia olejów roślinnych przez ludzi oraz zapotrzebowania na białko paszowe. Ponadto, na atrakcyjność uprawy rzepaku wpływa jej wysoka opłacalność.

Polska jest jednym z największych producentów rzepaku w Europie. Ze względu na wielkość zbiorów i powierzchnię uprawy, Polskę wyprzedzają jedynie Francja i Niemcy. Według szacunku IERiGŻ-PIB, w 2019 r. zbiory rzepaku wyniosły ok. 2,42 mln t i były o 10% większe niż w 2018 r., ale o 8% mniejsze w porównaniu ze średnimi zbiorami uzyskanymi w ostatnich pięciu latach. W latach 2010-2018, krajowa powierzchnia przeznaczona pod zasiew rzepaku zmniejszyła się o 70 tys. hektarów i wyniosła w 2018 roku 875 tys. ha. Ocenia się, że ograniczenie powierzchni zasiewów rzepaku uwarunkowane jest jego wrażliwością na zmieniające się warunki pogodowe, a głównymi czynnikami ryzyka są: zmniejszająca się ilość opadów i przedłużające się okresy suszy oraz przygruntowe wymarznienie roślin.

Pozytywnym zjawiskiem obserwowanym na rynku rzepaku w Polsce jest względna stabilizacja produkcji kształtująca się w latach 2015-2019 na poziomie 2,2-2,7 mln ton, przy czym w rekordowym 2014 roku wyniosła 3,3 mln ton, co wskazuje, że pomimo spadku powierzchni zasiewu rzepaku, działania producentów rzepaku ukierunkowane były na zwiększenie wydajności jednostkowej produkcji. Przewiduje się, że krajowa produkcja i przetwórstwo rzepaku nadal mają duże szanse dalszego rozwoju. Istotne znaczenie w kreowaniu popytu na surowiec będzie miał sektor biopaliw oraz rynek paszowy.

Potencjał biologiczny rzepaku ozimego jest wykorzystywany jednak dość słabo, bo tylko w ok. 50%. Daje to sygnał do poszukiwania nowych rozwiązań pozwalających lepiej wykorzystywać produktywność tego gatunku. Dlatego też producenci rolni coraz częściej sięgają po biostymulatory. Są to preparaty o bardzo różnych mechanizmach działania na roślinę, różnym przeznaczeniu technologicznym oraz pochodzeniu naturalnym lub syntetycznym. Uważa się, że biostymulatory to substancje biologiczne, które stymulują wyłącznie procesy roślinne. Są środkami, które w znikomym stopniu lub też w ogóle nie wpływają w sposób szkodliwy na potraktowaną roślinę i jej środowisko. Pozytywnie wpływają na wzrost i rozwój rośliny lub indukują mechanizmy odpornościowe na choroby grzybowe zagrażające plantacjom. Zadaniem biostymulatorów wzrostu jest regulowanie procesów życiowych rośliny, polegające na ich sterowaniu i przyspieszaniu, oraz ingerowanie w większą odporność upraw na warunki stresowe. Biostymulatory regulują w sposób pośredni bądź też bezpośredni procesy fotosyntezy, wspomagają procesy pobierania i transportu wody, substancji pokarmowych oraz wpływają na ruch aparatów szparkowych regulujących proces transpiracji.

Wszystkie te przesłanki sprawiają, że trwające od nieco ponad dziesięciu lat badania wpływu biostymulatorów, a zwłaszcza ich grup stosowanych jednocześnie lub kolejno w czasie na plonowanie i jakość nasion rzepaku wzbudzają coraz większe zainteresowanie i uznanie. Stąd badania przedstawione w pracy doktorskiej wpisują się w nowy istotny nurt badań nad ważną rośliną zapewniającą produkcję zarówno na potrzeby krajowe, jak i na eksport. Praca Pana mgr Bartosza Spsychalskiego jest interesująca i ważna zarówno w ujęciu poznawczym, jak i utylitarnym dla współczesnego rolnictwa.

## **2. Formalna ocena rozprawy doktorskiej**

Tytuł przedstawionej do oceny rozprawy doktorskiej jest zgodny z treścią dysertacji. Praca obejmuje 106 stron i jest napisana w układzie typowym, ogólnie przyjętym dla tego typu opracowań naukowych, zawiera 10 tabel oraz 31 rysunków.

W treści ocenianej rozprawy Autor wydzielił następujące rozdziały: Wstęp, Przegląd literatury, Cel, hipoteza badawcza i zakres pracy, Materiał i metody, Wyniki badań, Dyskusja wyników badań, Podsumowanie, Wnioski, Piśmiennictwo, Spis tabel i rysunków. Na początku pracy przed spisem treści, zamieścił streszczenie w języku polskim i angielskim, a po nim – bardzo cenny spis stosowanych skrótów i oznaczeń. Układ pracy jest jasny i logiczny, a kolejność rozdziałów z wyodrębnionymi podrozdziałami jest właściwa.

Praca napisana jest poprawnym językiem, od strony edytorskiej nie budzi większych zastrzeżeń. Tabele i rysunki zostały przygotowane w sposób przejrzysty i czytelny.

### **3. Merytoryczna ocena rozprawy doktorskiej**

Początkowe rozdziały pracy tj. Wstęp, Przegląd literatury oraz Cel, hipoteza badawcza i zakres pracy dobrze wprowadzają w tematykę badawczą i przybliżają zagadnienia, którymi Pan mgr Bartosz Spychalski interesował się planując swoje badania.

Rozdział **Wstęp** stanowi krótkie (2 strony), ale jasne wprowadzenie czytelnika do zawartości pracy. Doktorant zwrócił uwagę na znaczenie uprawy rzepaku w polskiej gospodarce, możliwości wykorzystania nasion i potrzebę wzrostu plonowania, co w dużym stopniu zależy od zaopatrzenia roślin w składniki pokarmowe oraz efektywności ich wykorzystania przez rośliny. Do poprawy tej efektywności oraz do regulacji szybkości wzrostu roślin mogą być przydatne biostymulatory, które korzystnie wpływają na metabolizm oraz stymulują żywotność roślin. Łącznie stosowane i badane grupy tych substancji stanowią swoistą procedurę biostymulacyjną. W ocenie reakcji rzepaku na stosowanie biostymulatorów może być przydatna wskaźnikowa analiza wzrostu oraz metody analityczne, które umożliwiają bieżące śledzenie stanu fizjologicznego rośliny rzepaku i natychmiastową reakcję w formie odpowiednich zabiegów agrotechnicznych.

**Przegląd literatury** został przedstawiony w sposób obszerny i wyczerpujący potrzebę merytorycznego uzasadnienia podjętej tematyki badawczej. Rozdział zajmuje 22 strony i składa się z 4 podrozdziałów, w których Doktorant wyodrębnił istotne dla problematyki pracy zagadnienia.

W pierwszej kolejności przedstawił zatem szczegółową charakterystykę gatunku, uwzględniając pochodzenie rzepaku ozimego, jego znaczenie gospodarcze, biologię, wymagania glebowe, wodne i termiczne, odmiany z podziałem na populacyjne i mieszańcowe oraz agrotechnikę z uwzględnieniem miejsca w płodozmianie, uprawę roli, wysiew nasion, potrzeby pokarmowe i nawożenie, regulację wzrostu i ochronę przed agrofagami oraz zbiór nasion. W mojej ocenie podrozdział jest zbyt rozbudowany, szczególnie w zakresie agrotechniki, aczkolwiek zawiera cenną wiedzę ogólną na temat badanej rośliny doświadczalnej.

Istotną wiedzę dla tematyki pracy wnosi podrozdział dotyczący biostymulatorów, w którym Autor przedstawił definicję i podział biostymulatorów wzrostu roślin, a następnie scharakteryzował niektóre z nich, niestety w kolejności odwrotnej niż wymienił powyżej. Wydaje mi się, że jest to pewna niekonsekwencja i przy publikacji pracy należałoby tę kolejność ujednolicić.

Niezwykle ciekawy jest też rozdział, w którym Doktorant przytoczył literaturę na temat wskaźnikowej analizy wzrostu. Wskazał jednak, że w przypadku rzepaku stosunkowo niewiele prac poświęcono badaniu samego przebiegu wzrostu i gromadzenia świeżej i suchej masy roślin, a większość prac wykorzystuje tę metodę do badania wpływu różnych czynników na przebieg wzrostu roślin tego gatunku. Częściej metoda ta stosowana jest do

analizy wzrostu łanu roślin, z wykorzystaniem wskaźników LAI, GAI i CAI oraz NDVI niż pojedynczej rośliny, gdzie badania ograniczają się do oceny względnej szybkości wzrostu RGR lub specyficznej powierzchni liści SLA. W niektórych badaniach próbuje się łączyć oba warianty analizy. Doktorant przytoczył również wiele innych parametrów stosowanych we wskaźnikowej analizie wzrostu rzepaku oraz niektóre cenne zależności stwierdzone w wyniku badań nad rzepakiem, prowadzonych z zastosowaniem tej metody.

W kolejnym podrozdziale Autor słusznie zwrócił uwagę na decydujący wpływ stanu odżywienia roślin na przebieg wzrostu i plonowania roślin rzepaku oraz na możliwości przetrwania stresów biotycznych czy abiotycznych. Następnie przedstawił metody oceny stanu odżywienia roślin, wyróżniając pomiar wskaźnika SPAD, tzw. indeksu zieloności liścia lub zawartości chlorofilu w masie liścia oraz pomiary pehametrem kwasowości i refraktometrem zawartości cukrowców w soku komórkowym roślin. Obydwa pomiary mogą być wykonywane bezpośrednio w polu za pomocą przenośnych aparatów.

W końcowej części rozdziału Doktorant uznał, że istnieje pilna potrzeba przetestowania w gospodarstwach indywidualnych swoistej technologii łączącej wykorzystanie w uprawie rzepaku ozimego głównych grup podstawowych biostymulatorów. W moim rozumieniu stosowanie przedstawionej technologii może oczywiście przynosić określone korzyści, jednakże z przedstawionego przeglądu literatury nie wynika potrzeba prowadzenia badań akurat w gospodarstwach indywidualnych. Dlatego też uprzejmie proszę Doktoranta o uzupełnienie uzasadnienia konieczności stosowania badanej technologii w tych właśnie gospodarstwach.

W kolejnym rozdziale Doktorant przedstawił **cel** swojej pracy badawczej z podziałem na 5 celów szczegółowych, a następnie **hipotezę badawczą i zakres pracy**. Według mnie rozdział ten wymaga modyfikacji. Przede wszystkim niewłaściwa jest kolejność, gdyż hipoteza badawcza powinna wynikać z aktualnego stanu wiedzy przedstawionego w przeglądzie literatury, a cele badawcze z postawionej wcześniej hipotezy. Z przeglądu literatury wynika, że biostymulatory mają korzystny wpływ na procesy życiowe roślin i ich plonowanie. Dlaczego zatem Autor wybrał negatywną formę hipotezy badawczej? Wydaje mi się, że bardziej odpowiednie byłoby sformułowanie hipotezy pozytywnej, np.: „zastosowana procedura biostymulacyjna, czyli zestaw różnych, uzupełniających się pod względem działania na roślinę, biostymulatorów wzrostu wpłynie na poprawę stanu odżywienia i plonowanie rzepaku ozimego, nie zmieniając istotnie charakteru wzrostu całych roślin. Podobnie w przypadku określenia celów badań. Cel główny zakłada ocenę reakcji odmian rzepaku ozimego na zastosowaną procedurę biostymulacyjną. Zatem cele szczegółowe powinny wpisywać się w cel główny i określać składowe czy też kolejne etapy tej oceny, czyli reakcję wybranych parametrów na zastosowaną procedurę biostymulacyjną, a nie tylko sprawdzenie czy badana procedura wywiera na nie wpływ. Wydaje mi się zatem, że cele szczegółowe należy również zmodyfikować. Ponadto zakres pracy, w którym wyszczególniono analizy służące realizacji założonego celu badań, powinny być włączone do rozdziału Materiał i metody.

**Materiał i metody** badawcze są bardzo dobrze opisane. Rozdział zajmuje 12 stron. Doktorant wskazał tu lokalizację doświadczeń, bardzo dokładnie scharakteryzował odmiany wysiewane w doświadczeniu, zastosowane stymulatory wzrostu, warunki glebowe na działkach doświadczalnych oraz wykonywane zabiegi agrotechniczne. Specjalne miejsce przeznaczył dla metodyki oznaczeń procesów fizjologicznych, oceny stanu odżywienia roślin azotem, pomiaru pH soku komórkowego i substancji zapasowych Brix, oceny plonowania roślin rzepaku i analizy statystycznej. W końcowej części rozdziału opisał przebieg warunków pogody z wykorzystaniem współczynnika hydrotermicznego Sielanianowa oraz załączył zdjęcia rzepaku w różnych fazach rozwojowych. Nie określił jednak miejsca wykonania zdjęć, ani też dat pojawiania się faz rozwojowych rzepaku w poszczególnych lokalizacjach i kolejnych latach.

Opis metodyki wskazuje na poprawne zaplanowanie i przeprowadzenie badań.

**Wyniki badań** Doktorant przedstawił w rozdziale zajmującym 44 strony maszynopisu, zgodnie z kolejnością szczegółowych celów badawczych. Rozpoczął zatem od opisu wpływu zastosowanej procedury biostymulacyjnej na przyrost suchej masy odmian rzepaku z uwzględnieniem całych roślin, liści, łodygi, korzenia, pąków i łuszczyń, następnie na wzorzec dystrybucji świeżej i suchej masy w roślinie, frakcję organów asymilacyjnych, jednostkową produktywność liści, względną szybkość wzrostu roślin, liści, korzenia, łodygi, pąków i łuszczyń. Następnie zajął się wpływem badanej procedury biostymulacyjnej na stan odżywienia roślin azotem z zastosowaniem wskaźnika SPAD, na zawartość cukrów prostych w soku komórkowym i odczyn soku komórkowego, z uwzględnieniem piętra liści oraz terminu pomiaru. W ostatniej kolejności Autor opisał zmiany w plonie biologicznym, użytkowym oraz wartościach współczynnika plonowania. Ostatni z wyszczególnionych celów badawczych nie został wyodrębniony jako osobny podrozdział, jednakże odmiany były uwzględniane przy omawianiu każdego z badanych wskaźników.

Rozdział jest bardzo jasno napisany, opis i interpretację wyników zilustrowano bardzo czytelnymi rysunkami.

**Dyskusja wyników** jest stosunkowo krótka. Zajmuje 6 i pół strony. Poszczególne podrozdziały odpowiadają kolejnym zagadnieniom uwzględnionym w opisie wyników. Doktorant omówił tu zatem wpływ zastosowanej procedury biostymulacyjnej na: narastanie biomasy roślin, dystrybucję masy, wzrost rośliny, odżywienie roślin i plonowanie rzepaku ozimego z uwzględnieniem badanych odmian. Sama treść rozdziału, oprócz odwołań do wyników badań innych autorów, zawiera interpretację wyników badań własnych, z wykorzystaniem dodatkowej analizy statystycznej, tj. analizy składowych głównych.

Uzyskane wyniki badań własnych oraz ich interpretację Doktorant bardzo celnie i przejrzysto streścił w krótkim 1-stronicowym rozdziale **Podsumowanie**. Niestety już pierwszym zdaniem wkradła się pomyłka przy stwierdzeniu, że „wyniki przeprowadzonych badań dały odpowiedź na wszystkie postawione hipotezy”, przy czym w podrozdziale 3.2

na str. 25 znajduje się tylko jedna hipoteza badawcza. Prawdopodobnie chodziło o realizację wszystkich założonych celów badawczych.

**Wnioski** końcowe zostały ujęte w 8 jasno i klarownie sformułowanych punktach. Odnoszą się do postawionej hipotezy badawczej i zawierają zwięzłe odpowiedzi na postawione szczegółowe cele badań.

**Spis literatury obejmuje 278 pozycji.** Należy podkreślić znaczny udział (58%) publikacji angielskojęzycznych oraz stosunkowo duży udział (32%) pozycji literatury wydanych w ostatnich 10 latach. Jest to bardzo bogaty zbiór dobrze dobranej literatury tematu, zawierający ogrom wiedzy, z którą Doktorant zapoznał się, przeanalizował i przytoczył w swoich rozważaniach.

#### **4. Wniosek końcowy**

Zaprezentowane w przedłożonej do oceny rozprawy doktorskiej wyniki wnoszą istotny wkład w badania nad wpływem procedury składającej się z wybranych stymulatorów wzrostu na wzrost, kondycję i plonowanie mieszańcowych odmian rzepaku ozimego. Praca dotyczy zatem ważnego zagadnienia z punktu widzenia poszukiwania możliwości poprawy plonowania istotnej gospodarczo rośliny uprawnej i stanowi ciekawe, wieloaspektowe studium badawcze. Posiada walory zarówno naukowe, jak i poznawcze. Opracowana na podstawie dobrze przemyślanego doświadczenia łanowego, przeprowadzonego na polu produkcyjnym w indywidualnym, własnym gospodarstwie rolnym, wskazuje na właściwe przygotowanie i dużą samodzielność Doktoranta w planowaniu i prowadzeniu badań oraz analizie i interpretacji uzyskanych wyników. Zamieszczone powyżej uwagi stanowią jedynie sugestie Recenzenta, które nie mają znaczącego wpływu na ogólną pozytywną ocenę rozprawy doktorskiej.

Reasumując stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr inż. Bartosza Sychalskiego pt.: "Ocena reakcji rzepaku ozimego na wybrane stymulatory wzrostu" spełnia wymogi stawiane tego typu pracom, określone w ustawie z 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. z 2017 poz. 1789) w związku z art. 179 ust. 1 ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. – Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1696, z późn. zm.)

Wnoszę zatem do Rady Naukowej Instytutu Technologiczno-Przyrodniczego – Państwowego Instytutu Badawczego w Falentach o przyjęcie rozprawy i dopuszczenie Pana mgr inż. Bartosza Sychalskiego do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Prof. dr hab. Alicja Pecio