



Poznań, 28.12.2022 r.

Prof. UPP dr hab. Janetta Niemann
Katedra Genetyki i Hodowli Roślin
Wydział Rolnictwa, Ogrodnictwa i Bioinżynierii
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Joanny Wolko pt.

**„Fenotypowa i genotypowa analiza efektu heterozji w mieszańcach rzepaku ozimego
(*Brassica napus* L.)”**

wykonanej w Zakładzie Roślin Oleistych IHAR-PIB, Oddział w Poznaniu,
pod kierunkiem Pani dr hab. Aliny Liersch - promotora pracy
oraz dr Agnieszki Łopatyńskiej – promotora pomocniczego

Recenzję wykonano na podstawie uchwały nr 1/XX61 Rady Naukowej Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin - Państwowego Instytutu Badawczego w Radzikowie z dnia 14 października 2022 roku, w oparciu o wymagania określone w art.187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (tekst jednolity, Dz.U. z 2021 r. poz. 478).

Rzepak ozimy (*Brassica napus* L.) jest jedną z najważniejszych roślin oleisto-białkowych na świecie o istotnym znaczeniu gospodarczym. Wzrost znaczenia rzepaku jako rośliny oleistej zarówno w skali globalnej jak i w Polsce to efekt postępu w pracach badawczych i hodowlanych. Szczególne znaczenie miało odkrycie genetycznych źródeł zmienności cech jakościowych (kwas erukowy, glukozynolany) i zjawiska androgenezy (wytwarzanie linii podwojonych haploidów), a także opracowanie systemów kontrolujących zapylenie krzyżowe oraz wykrycie źródeł odporności na niektóre choroby.

W hodowli mieszańcowej, która oparta jest na wykorzystaniu zjawiska heterozji, wybór odpowiednio dobranych i genetycznie odległych komponentów rodzicielskich do krzyżowań determinuje pojawienie się efektu heterozji u mieszańców.

Pomimo licznych, osiągniętych dotychczas sukcesów hodowla rzepaku wciąż jest jednak dziedziną wymagającą ciągłego udoskonalania i wprowadzania nowych rozwiązań, metod i technik hodowlanych. Niestety nadal niewiele wiemy o fenomenie heterozji i jego mechanizmach. Z tego względu badania, które zostały zrealizowane w ramach przedstawionej do oceny pracy doktorskiej Pani mgr inż. Joanny Wolko są niezwykle wartościowe. W swoich badaniach Doktorantka koncentrowała się na zagadnieniach hodowli heterozyjnej ze szczególnym uwzględnieniem podstaw genetycznych efektu heterozji dla cech struktury plonu rzepaku ozimego. Temat pracy doktorskiej mgr inż. Joanny Wolko uważam za bardzo istotny, gdyż dokładne poznanie podłoża genetycznego i umiejętność doboru komponentów rodzicielskich do krzyżowań pozwoli na predykcję efektu heterozji w potomstwie mieszańcowym, a tym samym przyczyni się do lepszego planowania i realizacji programów hodowlanych rzepaku.

Ocena formalna rozprawy

Przedłożona do oceny rozprawa doktorska Pani mgr inż. Joanny Wolko liczy 111 stron. Obejmuje ona polskojęzyczne opracowanie oraz reprinty czterech anglojęzycznych artykułów, wchodzących w skład cyklu publikacji i stanowiących rdzeń pracy. Trzy z nich zostały



opublikowane w czasopismach indeksowanych przez bazę Web of Science, natomiast jeden artykuł ukazał się w czasopiśmie Rośliny Oleiste spoza Web of Science. Publikacje wchodzące w skład rozprawy są spójne tematycznie i stanowią podstawę dysertacji, co dopuszcza art. 13 Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2017 r. poz. 1789). Prezentowane badania zostały wykonane w ramach trzech tematów statutowych.

Prace naukowe będące przedmiotem niniejszej rozprawy doktorskiej:

1. Dobrzycka A., Wolko J., Bocianowski J., Nowosad K. 2016. Phenotypic variation of yield related traits in DH lines and hybrids of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). Rośliny Oleiste – Oilseed Crops XXXVII: 37-52;
2. Wolko J., Dobrzycka A., Bocianowski J., Bartkowiak-Broda I. 2019. Estimation of heterosis for yield-related traits for single cross and three-way cross hybrids of oilseed rape (*Brassica napus* L.). Euphytica 215: 156;
3. Łopatyńska A., Bocianowski J., Cyplik A., Wolko J. 2021. Multidimensional analysis of diversity in DH lines and hybrids of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). Agronomy 11: 645;
4. Wolko J., Łopatyńska A., Wolko Ł., Bocianowski J., Mikołajczyk K., Liersch A. 2022. Identification of SSR markers associated with yield-related traits and heterosis effect in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). Agronomy 12: 1544,

zostały opublikowane w latach 2016-2022, a ich sumaryczny wskaźnik wpływu Impact Factor wg listy JCR (*Journal Citation Reports*) wynosi 9,512, natomiast suma punktów wg punktacji Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego to 277 punktów. Tak wysoki sumaryczny IF wskazuje, że badania zostały właściwie zaplanowane i przeprowadzone przez Autora oraz reprezentują wysoki poziom naukowy, co zostało pozytywnie ocenione przez recenzentów tych czasopism.

Tytuł pracy doktorskiej odpowiada tematyce analizowanych publikacji. Wszystkie wymienione powyżej prace są opracowaniami współautorskimi, przy czym w dwóch pracach Doktorantka jest pierwszym autorem, a dodatkowo w jednej (publikacja nr 3) również autorem korespondencyjnym. Biorąc pod uwagę wymóg prawny oceny indywidualnego wkładu Doktoranta w powstanie publikacji (Dz.U 2014 poz. 1383; 6 ust. 5 Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 3 października 2014) i uwzględniając zarówno pisemne oświadczenia złożone przez wszystkich współautorów opublikowanych prac, jak i wkład poszczególnych autorów w proces powstawania prac określony w deklaracjach wkładu zawartych w tekstach publikacji, można stwierdzić, że rola Doktorantki w planowaniu, wykonywaniu i opracowaniu otrzymanych wyników badań była istotna. Procentowy wkład Autora niniejszej rozprawy w przygotowanie poszczególnych prac został określony na 43-45%, co znalazło potwierdzenie w oświadczeniach współautorów, które zostały zawarte na końcu rozprawy.

Ocena merytoryczna rozprawy

Praca doktorska Pani mgr inż. Joanny Wolko została podzielona na jedenaście tematycznych rozdziałów. Rozdział I zawiera wykaz prac naukowych wchodzących w skład cyklu publikacji rozprawy doktorskiej. Rozdział II – to streszczenie w języku polskim i angielskim. Rozdział III to zawarty na sześciu stronach tekstu Przegląd literatury. Kolejne wyodrębnione rozdziały to: IV - Hipotezy badawcze i cel badań, V- Materiał i metody, VI -



Omówienie wyników, VII - Podsumowanie uzyskanych wyników, VIII - Wnioski oraz IX - Spis literatury. Rozdział X zawiera reprinty czterech publikacji wchodzących w skład rozprawy, których treść w pełni koresponduje z tytułem pracy doktorskiej. Zagadnienia poruszane w kolejno załączonych publikacjach dotyczą: oceny fenotypowej cech struktury plonu u mieszańców i linii DH rzepaku ozimego (publikacja nr 1), oszacowania efektu heterozji cech struktury plonu mieszańców pojedynczych i potrójnych rzepaku (publikacja nr 2), wielowymiarowej oceny zmienności badanych genotypów (publikacja nr 3) oraz identyfikacji markerów SSR sprzężonych z cechami struktury plonu i efektu heterozji (publikacja nr 4).

Opracowanie zamyka rozdział XI zawierający oświadczenia autorów dotyczące udziału Doktorantki oraz współautorów w powstawaniu prac.

W rozdziale III zatytułowanym Przegląd literatury, który dodatkowo został podzielony na cztery podrozdziały, Autorka prezentuje obecny stan wiedzy dotyczący ogólnej charakterystyki rzepaku, tzn. pochodzenia gatunku oraz głównych osiągnięć zwłaszcza w hodowli jakościowej. Ponadto, w rozdziale tym Doktorantka nakreśla główne cele i kierunki hodowli rzepaku w Polsce, wyjaśnia istotę hodowli mieszańcowej oraz wskazuje na zasadność wykorzystania markerów molekularnych jako narzędzia wspomagającego hodowlę rzepaku. Ta część pracy napisana jest zwięźle i poprawnie, choć moim zdaniem niektóre wątki są opisane zbyt powierzchownie. Mam na myśli chociażby brak krótkiej wzmianki na temat osiągnięć w hodowli odpornościowej rzepaku. Mgr inż. Joanna Wolko poruszyła co prawda kwestię odporności rzepaku na stresy biotyczne i abiotyczne omawiając kierunki hodowli rzepaku w Polsce, jednak nie wskazała jakie choroby rzepaku stanowią obecnie w Polsce największe zagrożenie dla plonu rzepaku. Osobną kwestią, którą warto byłoby rozwinąć jest technika otrzymywania mieszańców. Tematykę tą Doktorantka zawarła w publikacji nr 1, jednak mimo to warto byłoby szerzej omówić to zagadnienie we wspomnianym rozdziale pracy. Ostatni fragment Przeglądu literatury dotyczy wykorzystania markerów molekularnych w hodowli rzepaku, a zwłaszcza selekcji wspomaganej markerami (MAS). Pani mgr inż. Joanna Wolko skoncentrowała się jednak głównie na zastosowanych w pracy markerach SSR. Wartymi wspomnienia byłyby również inne systemy markerowe takie jak np. AFLP, RFLP, RAPD oraz SNP czy silicoDArT z powodzeniem stosowane w hodowli roślin uprawnych, w tym dla rzepaku.

W kolejnym rozdziale Autorka przedstawia trzy hipotezy badawcze sformułowane w pracy oraz cele prowadzonych badań. Przyjęte w niniejszej pracy hipotezy badawcze zakładały, że: (1) Heterozja jest sposobem na zwiększanie wartości cech fenotypowych związanych z plonem nasion rzepaku ozimego; (2) Wielowymiarowa analiza zmienności jest odpowiednią metodą do kompleksowej oceny materiałów hodowlanych oraz do wyboru genotypów o ściśle określonych wartościach cech fenotypowych oraz że (3) Markery mikrosatelitarne są właściwym narzędziem do analizowania genomu rzepaku i identyfikacji istotnych asocjacji pomiędzy markerami, a cechami fenotypowymi oraz markerami, a efektem heterozji dla tych cech w badanych genotypach.

Nadrzędnym celem badań była więc ocena efektu heterozji w dwóch pokoleniach mieszańców rzepaku ozimego, a także identyfikacja markerów mikrosatelitarnych zasocjowanych z cechami struktury plonu oraz z efektem heterozji dla tych cech. W ramach głównego celu badań wyróżniono 6 celów szczegółowych, które można uznać za kolejne zadania badawcze realizowane w pracy, tj. (1) Wstępna ocena fenotypowa oraz wielowymiarowa analiza zmienności badanych linii podwojonych haploidów oraz mieszańców



pojedynczych i trójliniowych rzepaku ozimego; (2) Oszacowanie efektu heterozji dla cech związanych ze strukturą plonu u testowanych mieszańców; (3) Zbadanie związku odległości Mahalanobisa pomiędzy komponentami rodzicielskimi z efektem heterozji u mieszańców; (4) Selekcja markerów SSR pod kątem polimorfizmu w badanym materiale roślinnym i wybór markerów do analizy asocjacyjnej; (5) Asocjacja markerów z cechami związanymi ze strukturą plonu i efektem heterozji dla tych cech oraz (6) Mapowanie fizyczne wybranych markerów mikrosatelitarnych w genomach referencyjnych rzepaku i poszukiwanie genów kandydujących powiązanych z badanymi cechami plonotwórczymi.

Analiza rozdziału Materiały i metody dowodzi umiejętności rozwiązywania przez Doktorantkę postawionych hipotez badawczych na drodze empirycznej. W rozdziale tym Doktorantka przedstawiła bogaty materiał roślinny wykorzystany do badań, który stanowiły 184 genotypy rzepaku ozimego, tj. 60 linii podwojonych haploidów, 60 mieszańców pojedynczych (CMS x DH), 60 mieszańców trójliniowych (CMS/DH/*Rfo*) oraz cztery linie rodzicielskie, w tym linia męskosterylna CMS *ogura* oraz linia z genem restorerem *Rfo* wykorzystane do otrzymania mieszańców. Ponadto, omówiła także kolejne, zastosowane w pracy metody badawcze – od metod hodowlanych służących do wytworzenia materiału do badań, aż po analizy molekularne, pozwalające na wytypowanie markerów SSR, zasocjowanych z badanymi cechami struktury plonu lub heterozją czy też mapowanie fizyczne, pozwalające na wytypowanie genów kandydujących powiązanych z analizowanymi cechami. Generalnie, w moim odczuciu rozdział ten jest opisany w sposób prawidłowy na czterech kolejnych stronach dysertacji. W opisie materiału roślinnego znalazłam jednak pewne nieścisłości metodyczne, które wymagają doprecyzowania. Pierwsza wątpliwość dotyczy liczby wykorzystanych w zrealizowanych badaniach genotypów. Nie jest jasne dlaczego Doktorantka wskazuje na 184 genotypy (materiał roślinny – strona 21 pracy), skoro w trzech publikacjach analizy prowadzone były na 182 genotypach, a tylko w publikacji nr 4 na 184 genotypach. W tej sytuacji lepiej byłoby rozdzielić materiał stosowany w poszczególnych publikacjach i precyzyjnie wskazać na liczby genotypów w rozdziale Materiały i metody. Kolejna kwestia dotyczy niezbyt precyzyjnego opisu wytworzenia linii DH z mieszańca F1. Doktorantka wskazuje co prawda na metodykę zawartą w cytowanej pracy, jednak może warto byłoby opisać to zagadnienie bardziej szczegółowo.

Z treści rozdziału czytelnik dowiaduje się, że wyboru linii CMS *ogura* oraz linii *Rfo* do krzyżowań prowadzonych w celu wyprowadzenia mieszańców pojedynczych i trójliniowych dokonano analizując dystans genetyczny za pomocą markerów RAPD. Szkoda, że Doktorantka nie zamieściła wyników tej analizy lub chociaż dendrogramu przedstawiającego podobieństwo/zróżnicowanie genetyczne badanych linii. W moim odczuciu w tej części pracy zabrakło bardziej szczegółowych danych dotyczących np. liczebności roślin, które były zapyłane w celu otrzymania badanych mieszańców. Tego typu prace hodowlane są bardzo pracochłonne dlatego wart podkreślenia byłby nakład pracy poniesiony np. na otrzymanie linii DH z izolowanych mikrospor.

Kolejny rozdział zatytułowany Omówienie wyników stanowi zasadniczą część dysertacji i poświęcony jest przedstawieniu opublikowanych już wyników badań w pracach, których notę bibliograficzną podałam we wcześniejszym fragmencie recenzji. Autorka zaprezentowała w tym rozdziale najważniejsze wyniki dotyczące oceny zmienności linii podwojonych haploidów oraz mieszańców pojedynczych i trójliniowych rzepaku ozimego pod względem ośmiu cech fenotypowych w jednym sezonie wegetacyjnym (publikacja 1); wyniki oceny efektu heterozji



u mieszańców pojedynczych i trójliniowych rzepaku ozimego pod względem sześciu cech fenotypowych (publikacja 2); wyniki dotyczące wielowymiarowej charakterystyki zmienności mieszańców pojedynczych, trójliniowych i form rodzicielskich pod względem ośmiu cech jednocześnie, jak również oceny podobieństwa fenotypowego testowanych genotypów na podstawie odległości Mahalanobisa (publikacja 3) oraz wyniki badań dotyczących identyfikacji markerów mikrosatelitarnych wykazujących asocjację z obserwowanymi cechami fenotypowymi oraz z efektem heterozji dla tych cech w analizowanych liniach DH oraz dwóch pokoleniach mieszańców (publikacja 4).

Otrzymane wyniki zostały omówione przez Doktorantkę na 11 stronach rozprawy doktorskiej, a treść rozdziału w zasadzie w pełni oddaje istotę opublikowanych badań, które dostarczają odpowiedzi na zarysowane we wstępie problemy badawcze.

W tej części pracy za najbardziej interesujący i zarazem najtrudniejszy problem badawczy uznaje analizę asocjacji pomiędzy markerami SSR, a efektem heterozji przeprowadzoną dla sześciu cech struktury plonu, tj. wysokości roślin, liczby rozgałęzień na roślinie, liczby łuszczyń na roślinie, długości łuszczyń, liczby nasion w łuszczyńce oraz masy tysiąca nasion w dwóch latach badań zarówno dla mieszańców pojedynczych jak i trójliniowych.

Pewną moją wątpliwość budzi jednak fakt zaobserwowanych różnic w lokalizacji chromosomowej sześciu markerów zasocjowanych z cechami fenotypowymi lub efektem heterozji w genomie referencyjnym *B. napus* (odmian ZS11 i Da-Ae) w odniesieniu do danych literaturowych.

Szkoda, że Doktorantka podobnie jak w rozdziale Materiały i metody również w rozdziale „Omówienie wyników” nie zamieściła chociażby wykresów do których się odwołuje omawiając otrzymane wyniki. Przykładowo na stronie 26 pracy czytamy: „...na wykresie typu sieć rybacka zaprezentowano zależności pomiędzy średnimi wartościami badanych cech w poszczególnych grupach genotypów...”, niestety brak załączonego wykresu zdecydowanie utrudnia interpretację wyników.

„Podsumowanie uzyskanych wyników” opisane jest na 3 stronach dysertacji i w pełni potwierdza słuszność założonych hipotez badawczych. Doktorantka podkreśliła, że badane genotypy wykazywały istotną statystycznie zmienność pod względem badanych cech, a analiza wielowymiarowa wykazała istotne zróżnicowanie testowanych obiektów pod względem wszystkich cech fenotypowych i tym samym pokazała jak trudno jest prowadzić selekcję na kilka cech jednocześnie. Wielowątkowe podejście Autorki pracy do zagadnień związanych z badaniem zjawiska heterozji i zastosowanie metod statystycznych dodatkowo podnosi walory recenzowanego opracowania oraz dowodzi dociekliwości i pracowitości Doktorantki.

„Wnioski” to rozdział pracy stanowiący podsumowanie badań, których wyniki już wcześniej zostały opublikowane. Dotyczą one:

- zastosowania metod statystycznych tj. analizy wariancji, wielowymiarowej analizy zmienności oraz interakcji genotypowo-środowiskowej do analizy zmienności cech związanych ze strukturą plonu linii DH, mieszańców heterozyjnych oraz linii rodzicielskich,
- wykorzystania markerów mikrosatelitarnych do poszukiwania asocjacji z cechami fenotypowymi,
- mapowania fizycznego, które pozwoliło na wytypowanie genów kandydujących związanych z rozwojem roślin, leżących w pobliżu zidentyfikowanych markerów SSR.

Na podstawie przeprowadzonych badań sformułowano 7 wniosków, które mają pełne uzasadnienie w uzyskanych wynikach pracy i są logicznym następstwem przyjętej formy ich



omówienia (kompilacja opublikowanych prac). Za najcenniejsze, mające znaczenie dla praktyki hodowlanej uważam wnioski 6 i 7:

6. Markery mikrosatelitarne są odpowiednim narzędziem do poszukiwania asocjacji z cechami fenotypowymi, czego dowodzi duża liczba asocjacji otrzymana w niniejszych badaniach.

7. Mapowanie fizyczne pozwoliło na wytypowanie genów kandydujących związanych z rozwojem roślin, leżących w pobliżu zidentyfikowanych w niniejszej pracy markerów SSR.

Wątpliwości budzi jedynie wniosek pierwszy: „Analiza wariancji wykazała dużą zmienność dla cech związanych ze strukturą plonu linii DH, mieszańców heterozyjnych oraz linii rodzicielskich. Powtarzająca się interakcja genotypowo-środowiskowa dowodzi istotnego wpływu środowiska na ekspresję cech i kształtowanie fenotypu”, który jest moim zdaniem zbyt ogólny, oczywisty i mógłby zostać doprecyzowany.

Rozprawa doktorska zawiera również rozdział „Spis literatury” obejmujący 62 pozycje literatury (zarówno w języku polskim jak i angielskim) cytowane alfabetycznie. Spis literatury zawiera publikacje zarówno starsze (1948) jak i aktualne. Należy zaznaczyć, że ponad 50% pozycji stanowią publikacje z ostatnich dziesięciu lat (2012-2022). Dodatkowo piśmiennictwo zawarte jest w każdej z opublikowanych prac.

Uzyskane wyniki i główne walory rozprawy doktorskiej

Przyjęta koncepcja pracy, w tym zastosowane metody od fenotypowych poprzez opracowanie statystyczne aż po nowoczesne techniki molekularne i analizy danych pozwoliły zrealizować wyznaczony cel rozprawy jakim była ocena efektu heterozji w dwóch pokoleniach mieszańców rzepaku ozimego, a także identyfikacja markerów mikrosatelitarnych zasocjowanych z cechami struktury plonu oraz z efektem heterozji dla tych cech.

Wartość merytoryczną przedstawionej do recenzji pracy oceniam wysoko, a do jej najważniejszych osiągnięć zaliczam:

- wykazanie, że wielowymiarowa analiza zmienności jest odpowiednią metodą do wytypowania genotypów rzepaku o określonych wartościach cech fenotypowych,
- stwierdzenie pozytywnego efektu heterozji wyższego dla mieszańców trójliniowych niż pojedynczych dla cech takich jak: wysokość roślin, długość łuszczyń i liczba nasion w łuszczyńie,
- wykazanie, że markery mikrosatelitarne są odpowiednim narzędziem do poszukiwania asocjacji z cechami fenotypowymi,
- wytypowanie genów kandydujących związanych z rozwojem roślin, leżących w pobliżu zidentyfikowanych markerów SSR na podstawie mapowania fizycznego.

Należy zaznaczyć, iż wyniki przeprowadzonych badań, poza wartością poznawczą, mają duże znaczenie praktyczne i w przyszłości mogą zostać wykorzystane przez firmy hodowlane i ośrodki badawcze zajmujące się otrzymywaniem nowych odmian rzepaku. Wyniki tych badań powinny przyczynić się do osiągnięcia szybszego postępu w hodowli heterozyjnej rzepaku.

Analiza tekstu polskojęzycznego opracowania oraz czterech publikacji naukowych, stanowiących niniejszą rozprawę doktorską pozwoliła mi sformułować następujące pytania:

- W jaki sposób i gdzie rozmnożono mieszańce F₁ oraz jaka była efektywność poszczególnych krzyżowań zastosowanych w celu otrzymania F₁ (linii 324/2 oraz 622/3) oraz mieszańców pojedynczych (CMS x DH) i trójliniowych (CMS/DH/Rfo)?
- Czy otrzymane rośliny F₁ były oceniane pod względem stabilności cytogenetycznej? Czy potwierdzano mieszańcowość? Jeśli tak, to jakimi metodami? Takie wyniki byłyby przydatne



także z punktu widzenia aplikacyjnego.

- Z najnowszych doniesień literaturowych wynika, że wiarygodność zastosowania markerów molekularnych do predykcji efektu heterozji w rodzaju *Brassica* wymaga jeszcze potwierdzenia. Jakie inne markery molekularne byłyby warte polecenia dla przeprowadzenia podobnych analiz i zbadania ich asocjacji z cechami struktury plonu i efektem heterozji u rzepaku?

- Skoro badania polowe i oceny fenotypowe materiału roślinnego prowadzone były tylko w jednej lokalizacji, tzn. w Borowie (HR Strzelce Sp. z o.o. Grupa IHAR), to czy otrzymane wyniki analizy interakcji genotypowo-środowiskowej można uznać za wiarygodne? Na stronie 28 w rozdziale „Omówienie wyników” podano, iż w publikacji nr 2 analiza wariancji wykazała, że efekt roku (środowisko) i genotypu były istotne dla wszystkich badanych cech. Jak można to wytłumaczyć?

Od strony językowej rozprawa nie budzi moich zastrzeżeń, chociaż nie udało się uniknąć drobnych błędów, głównie stylistycznych. Użyto sformułowań:

- „patogena” – w dopełniaczu formą prawidłową jest „patogenu”

- „...poprzez krzyżowanie oddalone jakim jest resynteza rzepaku...”. Sugerowałabym zastąpienie powyższego sformułowania bardziej precyzyjnym, które w sposób bezpośredni nie ograniczałoby krzyżowania oddalonego tylko do resyntezy, np. „...poprzez krzyżowanie oddalone, którym może być np. resynteza rzepaku...”.

- „rzepaku należy do rodziny *Brassica*” – a prawidłowo powinno być napisane „rzepak należy do rodzaju *Brassica*, rodziny *Brassicaceae*.”

Pragnę zaznaczyć, iż przytoczone przeze mnie komentarze i wątpliwości mają charakter dyskusyjny i w niczym nie umniejszają wysokich walorów ocenianej pracy, a niektóre z nich mogą być inspiracją dla dalszych badań.

Konkluzja

Uważam, że przedstawiona w formie spójnego tematycznie zbioru artykułów opublikowanych w czasopismach naukowych rozprawa doktorska Pani mgr inż. Joanny Wolko, stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego.

Pani mgr inż. Joanna Wolko wykazała się bardzo dobrą znajomością warsztatu badawczego niezbędnego zarówno w pracach hodowlanych jak i prowadzeniu badań naukowych. Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska jest rzetelnym opracowaniem naukowym o istotnej wartości poznawczej, a uzyskane przez Doktorantkę wyniki mają w moim przekonaniu duże znaczenie praktyczne dla prowadzenia hodowli mieszańcowej nowych odmian rzepaku.

W świetle powyższych wniosków, zgodnie z właściwymi przepisami [art. 179 ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 30 sierpnia 2018 r. poz. 1669)], stwierdzam, że recenzowana rozprawa spełnia kryteria stawiane pracom doktorskim i wnoszę do Rady Naukowej IHAR-PIB o dopuszczenie mgr inż. Joanny Wolko do dalszych etapów przewodu doktorskiego.