



Dr hab. Kamila Nowosad, prof. Uczelni

Wrocław 09.11.2023

Katedra Genetyki, Hodowli Roślin i Nasiennictwa

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

### Recenzja

Recenzja rozprawy doktorskiej Pana mgr. inż. Adriana Cyplika pt. „**Metody estymacji efektów interakcji wyższych rzędów genów determinujących cechy ilościowe na podstawie obserwacji fenotypowych i markerów molekularnych**” wykonanej w Katedrze Metod Matematycznych i Statystycznych Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, pod kierunkiem Prof. UPP dr hab. Jana Bocianowskiego.

Recenzję wykonano na zlecenie prof. dr. hab. Andrzeja Blecharczyka – Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo, Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu w oparciu o pismo RNDRIO-36/4000/2023 z dnia 03.10.2023. Pismo to zawierało informację o powołaniu mojej osoby na recenzentkę rozprawy doktorskiej Pana mgr. inż. Adriana Cyplika. Przewód został wszczęty w dziedzinie nauk rolniczych, w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo.

Praca została zaprezentowana w formie cyklu czterech spójnych tematycznie publikacji z opisem licząca 137 stron. Prace opublikowane zostały w recenzowanych czasopismach w latach 2022-2023. Opis cyklu publikacji zawiera niezbędne elementy formalne jak wykaz skrótów, spis treści oraz streszczenie w języku polskim i angielskim. Wykorzystane w pracy cztery publikacje osiągnęły sumaryczną punktację MNiSW 520 punktów i łączny współczynnik wpływu Impact Factor wg Journal of Citation Reports zgodnie z rokiem opublikowania 14,691. We wszystkich publikacjach doktorant jest pierwszym autorem. Na cykl publikacji składały się:

1. Cyplik, A., Bocianowski, J. (2022). Analytical and numerical comparisons of two methods of estimation of additive  $\times$  additive  $\times$  additive interaction of QTL effects. Journal of Applied



Genetics (IF 2021: 2,653; punktacja wg MEiN: 140)

2. Cyplik, A., Sobiech, A., Tomkowiak, A., Bocianowski, J. (2022). Genetic Parameters for Selected Traits of Inbred Lines of Maize (*Zea mays* L.). Applied Sciences (IF 2021: 2,838; punktacja wg MEiN: 100)

3. Cyplik, A., Czyczyło-Mysza, I.M., Jankowicz-Cieslak, J., Bocianowski, J. (2023). QTL×QTL×QTL Interaction Effects for Total Phenolic Content of Wheat Mapping Population of CSDH Lines under Drought Stress by Weighted Multiple Linear Regression. Agriculture (IF 2022: 3,6; punktacja wg MEiN: 140)

4. Cyplik, A., Bocianowski, J. (2023). A Comparison of Methods to Estimate Additive-by-Additive of QTL×QTL×QTL Interaction Effects by Monte Carlo Simulation Studies. International Journal of Molecular Sciences (IF 2022: 5,6; punktacja wg MEiN)

Recenzja przedłożonej pracy skupiała się będzie na przygotowanym przez doktoranta opracowywaniu wyżej wymienionych publikacji.

Rozprawa doktorska magistra Cyplika miała na celu porównanie metod estymacji efektów interakcji wyższych rzędów genów determinujących cechy ilościowe z wykorzystaniem obserwacji tylko fenotypowych oraz z wykorzystaniem danych dotyczących markerów molekularnych. Efektem prac było analityczne, numeryczne i symulacyjne porównanie metod estymacji. Podjęta tematyka badań jest niezwykle istotna. Zrozumienie i możliwość oszacowania interakcji genetycznych wyższego rzędu daje szansę na podejmowanie słusznych decyzji w procesie hodowlanym. Badanie interakcji wyższego rzędu pozwala na lepsze zrozumienie procesów genetycznych, jednak ze względu na poziom skomplikowania analiz umożliwiających ich opis, często jest pomijane w badaniach. Zwiększa to uznanie dla mgra inż. Cyplika za podjęcie próby opracowania tego tematu. Wobec powyższego wybranie tej tematyki badań uważam za bardzo ważne i uzasadnione.



Tytuł rozprawy doktorskiej w pełni odpowiada zakresowi prowadzonych a następnie opisanych w dysertacji badań.

Autor podzielił opracowanie na 9 rozdziałów: Wprowadzenie, Hipoteza badawcza i cel pracy doktorskiej, Materiał i metody, Wyniki i dyskusja, Podsumowanie oraz Literatura.

Wprowadzenie zawiera syntetycznie opisane informacje niezbędne do zorientowania się w tematyce badań. Autor przedstawia cele hodowli roślin jako podstawowej składowej rolnictwa. Porusza tematy związane z rozwijanymi obecnie metodami hodowlanymi takimi jak selekcja genomowa, markery MAS, metody edycji genów czy wykorzystanie technik produkcji linii DH w celu przyspieszenia postępu hodowlanego. Wpływ cech ilościowych na efekt hodowlany jest bardzo wysoki. Dziedziczenie cech ilościowych i duży wpływ na owe cechy warunków środowiska sprawiają, iż stają się one newralgiczne dla procesu hodowlanego. Autor podkreśla istotność analiz związanych ze zrozumieniem genetycznych podstaw cech ilościowych, na którą składają się określenie loci genów cech ilościowych (QTL) oraz ich interakcje. Opisane rodzaje interakcji występujących pomiędzy parami genów stanowią punkt wyjścia do przyjrzenia się interakcją wyższego rzędu, gdzie efekty wielu genów są ze sobą powiązane i nie można ich w pełni wyjaśnić badając geny osobno. Kluczowym staje się więc zrozumienie jak interakcje wyższego rzędu wpływają na ekspresję genów w organizmie jak również jak wpływa to na kształtowanie ewolucyjne populacji.

Rozdział Hipoteza badawcza i cel pracy wyczerpująco przedstawia założenia dysertacji. Hipoteza badawcza sformułowana jest jasno i klarownie.

W części Materiał i metody zebrane i opisane zostały wszystkie metody estymacji z podziałem dotyczącym szacowania na podstawie tylko fenotypu oraz oszacowania na podstawie obserwacji genotypowych. Syntetycznie opisane zostały metody selekcji markerów molekularnych do analiz w dwóch wariantach: selekcji stopniowej wg kryteriów informacyjnych Akaike oraz regresji krokowej. Opisane i wyjaśnione zostały metody regresji nieważonej i regresji ważonej.

Analizy przeprowadzono na 4 zbiorach danych: 150 liniach DH jęczmienia w 16 środowiskach (8 cech ilościowych), 145 liniach DH jęczmienia w 9 środowiskach (7 cech



ilościowych), 252 liniach wsobnych kukurydzy – 9 cech obserwowanych w 4 kombinacjach lokalizacja/położenie i 94 liniach DH pszenicy w 6 środowiskach. Dodatkowo praca zawiera porównania symulacyjne Monte Carlo przeprowadzone dla 84 kombinacji. Opis materiałów i metod jest czytelny i przedstawiony bardzo przemyślanie mimo tak rozbudowanego zakresu badań.

Rozdział Wyniki i dyskusja jest najbardziej rozbudowaną częścią dysertacji. Zawiera opis uzyskanych w poszczególnych publikacjach wyników w sposób klarowny i odpowiadający schematowi z poprzedniego rozdziału. Dzięki zachowaniu takiego układu opracowanie jest spójne i pozwala się zorientować w przeprowadzonych badaniach.

Przeprowadzone badania umożliwiły autorowi opracowanie estymatorów parametru związanego z efektem interakcji potrójnej genów determinujących cechę ilościową QTLxQTLxQTL i ich porównanie analityczne, numeryczne i symulacyjne. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono otrzymywanie większych wartości estymatorów przy bazowaniu tylko na danych fenotypowych.

Bardzo interesujące wyniki uzyskano przy zastosowaniu modyfikacji metody estymacji z wykorzystaniem danych markerowych – ważonej regresji wielokrotnej. Zaproponowane rozwiązanie może mieć duże znaczenie w analizach interakcji addytywno x addytywno x addytywnej.

Analizy symulacyjne Monte Carlo dla porównania metod oszacowania addytywnych efektów interakcji QTLxQTLxQTL opisane przez Doktoranta są pierwszym doniesieniem na ten temat w literaturze.

Przeprowadzona dyskusja wyników wszystkich publikacji umożliwiła dostrzeżenie rozwoju koncepcji badawczej u Autora. Wnioski wyciągnięte z każdej poprzedniej pracy pozwoliły na udoskonalanie metodyki kolejnej. Świadczy to o dojrzałości naukowej Doktoranta.

Całość zaprezentowanych badań doprowadziła do wysnucia 8 wniosków końcowych. Stwierdzono m.in. przydatność zastosowanych metod do charakterystyki QTL i szacowania interakcji *aaa*; iż zastosowanie regresji ważonej przybliżyła uzyskane wartości estymatorów do



wyników uzyskanych metodą fenotypową. Wnioski dotyczą również możliwości wykorzystania praktycznego zaproponowanych metod. Jeden z zaproponowanych wniosków – wniosek 6, nie dotyczy wyników badań a raczej jest stwierdzeniem odnośnie pierwszeństwa publikacji. I o ile jest to bardzo duże osiągnięcie Doktoranta powinno pozostać opisane tylko w dyskusji.

Rozprawa zawiera również spis literatury, kopie publikacji oraz oświadczenia współautorów.

W mojej opinii praca doktorska mgr inż. Adriana Cyplika spełnia warunki stawiane pracom doktorskim określone w ustawie z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (tekst jednolity Dz. U. z 2021 r., poz. 478) i wnoszę do Rady Naukowej Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu o dopuszczenie Doktoranta do dalszych etapów przewodu doktorskiego. Wnioskuje również o wyróżnienie pracy doktorskiej ze względu na jej bardzo wysoką wartość naukową.