Instytut Uprawy
Nawożenia i Gleboznawstwa
Państwowy Instytut Badawczy

KANCELARIA GŁÓWNA SGGW
2025 -10- 06
WPŁYNĘŁO DNIA -8-

Znak sprawy:

RPW/26816/2025 N
Data:2025-10-06

Biuro Obsługi Nauki SGGW
w Warszawie

Przesyłam recenzję w języku polskim i angielskim rozprawy doktorskiej Pana mgr Abu Zar Ghafoora pt.: „Evaluation of genotype x environment interaction for grain crop quality" wykonanej w Katedrze Biometrii Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie pod kierunkiem dr hab. Marcina Studnickiego, prof. SGGW .

Z wyrazami szacunku Alicja Sułek

ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy
tel.: +48 81 47 86 700/800, fax: +48 81 47 86 900
www.iung.pl, e-mail:iung@iung.pulawy.pl
NIP: 716-000-42-81

Puławy, dnia 26.09.2025 r.

Dr hab. Alicja Sułek
Zakład Uprawy i Jakości Plonów
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa
– Państwowy Instytut Badawczy w Puławach

RECENZJA

Rozprawy doktorskiej Pana mgr Abu Zar Ghafoora

pt.: „Evaluation of genotype x environment interaction for grain crop quality" wykonanej w Katedrze Biometrii Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie pod kierunkiem dr hab. Marcina Studnickiego, prof. SGGW

Podstawą formalną przygotowania niniejszej recenzji jest Uchwała Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, nr 45/RiO-2024/2025 podjęta na posiedzeniu w dniu 3 lipca 2025 r. uchwałą nr, 45/RiO-2024/2025.

1. OCENA PROBLEMATYKI BADAWCZEJ

Ważnym aspektem oceny odmian zbóż znajdujących się w produkcji rolniczej jest stabilność plonowania, wynikająca z interakcji genotypowo-środowiskowej. Rolnicy potrzebują zbóż o wysokim potencjale plonowania, odpornych na choroby, szkodniki i warunki stresowe. Ważne jest, aby plonowanie roślin było stabilne w zmiennych warunkach środowiska. Podstawową przyczyną różnic w plonowaniu odmian zbóż jest interakcja genotyp-środowisko. Interakcja ta jest odpowiedzią genotypu na zmieniające się warunki środowiska i stanowi ważną informację dla rolników i hodowców. Rośliny zbożowe, takie jak pszenica i żyto mają duże znaczenie dla globalnego bezpieczeństwa żywnościowego, ze względu na ich zdolność do adaptacji, dużą wartość odżywczą oraz możliwość uprawy w różnych warunkach siedliska. Jednak nasilające się zmiany klimatu, jak wzrost temperatury, nieregularne opady, przedłużające się susze zakłócają rozwój fenologiczny roślin oraz wpływają na plon ziarna i jego jakość. Zmiany klimatu nie tylko zagrażają stabilności plonowania, ale także mają wpływ na większą presję chorób i szkodników. W celu adaptacji do zmian klimatu odmiany roślin uprawnych powinny wykazywać nie tylko zwiększoną odporność wielu cech, ale także poprawę stabilności w różnych warunkach siedliska. W dotychczasowych badaniach

szczególną uwagę zwracano na ocenę pojedynczych cech, najczęściej plonu ziarna lub zawartości białka, a nie uwzględniano reakcji odmian na stresy biotyczne i abiotyczne oraz zastosowaną agrotechnikę. Ostatnie badania dowodzą, że plon i jego jakość nie są niezależnymi wielkościami, ponieważ wynikają z interakcji między współzależnymi cechami, w tym m.in. liczbą kłosów i masą ziarna z rośliny, składem białka i odpornością na choroby. Te wzajemne powiązania podkreślają nieadekwatność podejść analitycznych opartych na pojedynczych cechach.

Podjęcie przez Pana mgr Abu Zar Ghafoora kompleksowych badań mających na celu ocenę stabilności odmian pszenicy ozimej i żyta ozimego w zróżnicowanych warunkach środowiskowych i agrotechnicznych opartą na analizie wielu cech uważam za bardzo ciekawe i w pełni uzasadnione.

2. OCENA STRUKTURY ORAZ FORMALNEJ STRONY PRACY

Niniejsza rozprawa doktorska stanowi cykl trzech prac anglojęzycznych powiązanych tematycznie, opublikowanych w 2024 roku.

W skład rozprawy doktorskiej zostały włączone następujące prace:

PUBLIKACJA [P1]

Ghafoor, A.Z., Ceglińska, A., Karim, H., Wijata, M., Sobczyński, G., Derejko, A., Studnicki, M., Rozbicki, J., & Cacak-Pietrzak, G. (2024). Influence of Genotype, Environment, and Crop Management on the Yield and Bread-Making Quality in Spring Wheat Cultivars. Agriculture, 14(12), 2131 doi: 10.3390/agriculture14122131

Impact Faktor 2,2 ; Punkty MEiN 100

PUBLIKACJA [P2]

Ghafoor, A.Z., Derejko, A., & Studnicki, M. (2024). Indentification of Plant and Soil Characteristics Affecting Stability of Winter Wheat Cultivar in Temperate Climates. Agronomy, 14(4), 779. https://doi.org/10.3390/agronomy14040779

Impact Faktor 2,2; Punkty MEiN 100

PUBLIKACJA [P3]

Ghafoor, A.Z., Wijata, M., Rozbicki, J., Krzysztofik, R., Banaszak, Z., Karim, H., Derejko, A., & Studnicki, M. (2024). Infuence of crop management on stability rye yield and some grain quality traits. Agronomy Journal, 116, 2263–2274. https://doi.org/10.1002/agj2.21647

Impact Faktor 2,2 ; Punkty MEiN 100

Suma punktów za opublikowane prace, według listy MNiSW zgodnie z rokiem wydania wyniosła 300, a ich sumaryczny IF= 6,6. Artykuły stanowiące recenzowaną rozprawę były opracowaniami

współautorskimi, przy czym Doktorant we wszystkich publikacjach jest pierwszym autorem. Z dołączonych oświadczeń potwierdzonych przez współautorów wynika również, że indywidualny wkład Doktoranta wynosił od 70 do 85% i polegał m.in. na opracowaniu koncepcji badań, przygotowaniu zbiorów danych, przeprowadzeniu analizy statystycznej, napisaniu i edycji manuskryptu. Wszystkie prace wchodzące w skład rozprawy doktorskiej oceniam bardzo wysoko. Merytorycznie są na wysokim poziomie, o czym świadczy umiejętność interpretacji wyników z wykorzystaniem zaawansowanych narzędzi statystycznych.

Cykl publikacji został uzupełniony o 85 stronicowe opracowanie składające się z sześciu głównych rozdziałów i licznych podrozdziałów, poprzedzonych listą publikacji stanowiących podstawę rozprawy doktorskiej, streszczeniem w języku polskim i angielskim. W opracowaniu tym zawarto: wprowadzenie (1), przegląd literatury (2), materiały i metody (3), wyniki (4), dyskusja (5), wnioski (6). Na końcu opracowania zamieszczono spis literatury, materiały uzupełniające, życiorys i dorobek naukowy Autora, kopie publikacji naukowych oraz oświadczenia współautorów. Przyjęty przez Doktoranta układ opracowania jest prawidłowy i czytelny.

3. OCENA MERYTORYCZNA PRACY

Rozprawa doktorska została zaplanowana i przygotowana w sposób bardzo staranny i logiczny, wykonana rzetelnie na obszernym materiale przy zastosowaniu nowoczesnych technik statystycznych. **Tytuł rozprawy doktorskiej** „Evaluation of genotype x environment interaction for grain crop quality" odpowiada tematyce badań wchodzących w skład cyklu publikacji.

Wprowadzenie – rozdział ten wprowadza czytelnika do tematyki rozprawy doktorskiej, nakreślając problem badawczy. Autor wskazał, że nasilające zmiany klimatu stanowią zagrożenie dla stabilności plonów zarówno pszenicy jak i żyta. W celu adaptacji do zmian klimatu, nowe odmiany powinny mieć zwiększoną odporność wielu cech fenotypowych, a także powinny wykazywać większą stabilność w zmiennych warunkach środowiska. W dalszej części Autor wskazuje, że dla oceny stabilności wielu cech odmian zbóż w różnych warunkach środowiskowych wykorzystuje się indeks stabilności (MTSI). Użyteczność MTSI jest coraz bardziej doceniana w nowoczesnych programach hodowlanych ze względu na jego zdolność do zarządzania wielowymiarowymi danymi cech i wspomagania selekcji genotypów najlepiej dostosowanych do danych warunków środowiska. Doktorant wskazał, że indeks stabilności wielu cech MTSI był głównie stosowany w pszenicy, ale jego wszechstronność sprawia, że jest również odpowiedni dla innych gatunków zbóż w tym żyta, gdzie interakcje genotyp – środowisko są szczególnie wyraźne. Jego zastosowanie w programach hodowlanych żyta może dostarczyć różnorodnych (multi-criterion) informacji na temat stabilności cech, które wykazują tolerancję na stresy abiotyczne i biotyczne. W literaturze jest niewiele badań, wyjaśniających, w jaki sposób interakcje między analizowanymi

cechami roślin, a środowiskiem kształtują ogólną zdolność adaptacyjną żyta, szczególnie w zróżnicowanych warunkach uprawy. W końcowej części tego rozdziału Autor przedstawił cel pracy i postawił hipotezy badawcze. Zarówno cel pracy jak i hipotezy badawcze mają zasadnicze znaczenie dla oceny pracy, pozwalają bowiem na określenie stopnia ich realizacji. Za cel główny Doktorant przyjął ocenę stabilności fenotypowej wielu cech odmian żyta (*Secale cereale* L.) i pszenicy (*Triticum aestivum* L.) w różnych warunkach środowiskowych i systemach zarządzania uprawami, przy użyciu metody Multi-Trait Stability Index (MTSI). Poprzez integrację danych dotyczących wielkości plonu i jakości ziarna z metodami modelowania, takimi jak analiza drzew klasyfikacyjnych i regresyjnych (CART) i kanoniczna analiza korespondencji (CCA), określono kluczowe cech roślin i czynniki środowiskowe, które wpływają na stabilność odmian. Realizacja badań koncentrowała się na usystematyzowaniu wyników prób wielośrodowiskowych, które będą pomocne we wskazaniu wysokowydajnych genotypów zbóż najlepiej dostosowanych do uprawy w strefie klimatu umiarkowanego. Autor wymienił też cele szczegółowe, dotyczące poszczególnych etapów prac eksperymentalnych. Na użytek osiągnięcia celu głównego oraz celów cząstkowych Autor przedstawił trzy hipotezy badawcze, które weryfikował poprzez powiązane ze sobą w logiczny sposób etapy prowadzenia badań.

Rozdział - Przegląd literatury składa się z czterech podrozdziałów. Jeden jest dedykowany interakcji między genotypem a środowiskiem. Autor na podstawie literatury wykazał, że interakcja genotypu ze środowiskiem ma fundamentalne znaczenie w kształtowaniu wydajności odmian, zwłaszcza pszenicy i żyta, które są uprawiane w zmiennych warunkach środowiska. Następnie Autor przedstawił użyteczność metody Multi-Trait Stability Index (MTSI), która umożliwia ocenę stabilności wielu cech oraz innych narzędzi analitycznych, jak kanoniczna analiza korespondencji (CCA) oraz drzewa klasyfikacyjne i regresyjne (CART), które wykorzystywane są do modelowania złożonych reakcji cech i wpływów środowiskowych. Część literaturową zamyka krótki rozdział, w którym przedstawiono zasadność przeprowadzenia badań. Autor, wykazał, że wiele badań dotyczących stabilności odmian pszenicy opiera się wyłącznie na modelach jednoczynnikowych lub koncentruje się głównie na cechach związanych z plonem, pomijając elementy fizjologiczne, morfologiczne przyczyniające się do szerszej odporności środowiskowej. W niewielu badaniach próbowano zintegrować wielowymiarowe wskaźniki stabilności takie jak MTSI z narzędziami analitycznymi takimi jak na CART i CCA, zwłaszcza w zróżnicowanych systemach zarządzania uprawami.

Wybór tematu pracy należy uznać za uzasadniony z naukowego (poznawczego) punktu widzenia, jak również ze względu na możliwości aplikacyjne opisanych metod, które Doktorant bardzo dobrze poznał i stosował w ww. badaniach.

Rozdział – Materiały i metody podzielony został w sposób logiczny na część dotyczącą charakterystyki eksperymentów ich lokalizacji. Doktorant dokładnie scharakteryzował doświadczenia dotyczące pszenicy jarej i ozimej oraz żyta. Jasno i precyzyjnie przedstawił metodykę oceny plonu i cech jego struktury oraz metodykę oznaczenia wartości technologicznej ziarna, mąki i pieczywa. W przypadku pszenicy ozimej i żyta wykorzystano dane dotyczące odporności na główne choroby grzybowe, wyleganie i porastanie ziarna w kłosie oraz dane z zakresu cech fenologicznych, takich jak wysokość roślin, liczba dni od kłoszenia do dojrzałości.

Druga część dotyczyła metod statystycznych wykorzystanych w celu ilościowego określenia wydajności, stabilności i zdolności adaptacyjnych odmian zbóż w różnych warunkach środowiskowych i systemach zarządzania uprawami. Zastosowano zaawansowane narzędzia modelowania, takie jak kanoniczna analiza korespondencji (CCA) oraz drzewa klasyfikacji regresji (CART) w celu zidentyfikowania cech środowiskowych i odmianowych związanych ze stabilnością cech. Ocenę stabilności odmian w zróżnicowanych warunkach środowiskowych i na różnych poziomach agrotechniki wykonano przy użyciu wariancji Shukla i MTSI (Multi Traitis Stability Index). Dla każdego eksperymentu polowego dostosowano odpowiedni model statystyczny.

Rozdział - Wyniki. W niniejszym rozdziale przedstawiono najważniejsze wyniki badań uzyskane z doświadczeń przeprowadzonych z trzema gatunkami zbóż: pszenicą jarą, pszenicą ozimą i żytem ozimym. Badania obejmowały wiele genotypów ww. gatunków roślin i prowadzone były przez wiele lat w różnych lokalizacjach i na różnych poziomach agrotechniki. W pierwszej kolejności Autor omówił wyniki badań dotyczące pszenicy jarej przedstawione w publikacji **[P1]**. Ocenił w nich 7 odmian pszenicy jarej (Bombona, Izera, Ostka Smolicka, Radocha Torridon, Trappe i Tybalt) uprawianej w 4 lokalizacjach, dwóch sezonach wegetacyjnych (2019 i 2020) i na dwóch poziomach agrotechniki (o umiarkowanych nakładach MIM i o wysokich nakładach HIM). Oceniono wpływ genotypu, środowiska i intensywności agrotechniki na plon i cechy jakościowe ziarna mąki i ciasta pszenicy jarej. Wykazano silną interakcje między genotypem a środowiskiem, szczególnie wykazano dużą rolę lokalizacji i intensywności agrotechniki w kształtowaniu zarówno plonów, jak i jakości ziarna. Przeprowadzona analiza wskaźnika stabilności wielu cech (MTSI) umożliwiła identyfikację genotypów, które łączą wysoką wydajność z pożądaną jakością i zdolnością adaptacji na różnych poziomach agrotechniki. Na średnim poziomie agrotechniki najbardziej stabilną odmianą była Bombona i Radocha, natomiast na wyższym poziomie agrotechniki (HIM) Izera i Bombona. Autor stwierdził, że odmiana Bombona, która wykazywała dużą stabilność badanych cech na obu poziomach agrotechniki może stanowić cennych materiał w programach hodowlanych w celu uzyskania nowych odmiano o większej stabilności wielu cech.

W dalszej części rozprawy doktorskiej Autor przedstawił wyniki badań dotyczące oceny stabilności plonu i cech jakościowych odmian pszenicy ozimej (publikacja **P2**). W badaniach uwzględniono 55

odmian pszenicy ozimej testowanych w 12 lokalizacjach w ciągu 5 sezonów wegetacyjnych. Zidentyfikowano genotypy, które są stabilne pod względem wszystkich ważnych cech. Niezależnie czy zostały one określone na podstawie sumy rankingowej wariancji Shukla, czy parametru MTSI, stanowią one cenne formy rodzicielskie dla programów hodowlanych. Autor podkreślił, brak spójności w ocenie stabilności odmian pod względem poszczególnych cech ocenianych wariancją stabilności Shukla, a wskaźnikiem stabilności wielu cech MTSI. Zgodnie z wariancją Shukla, odmiany Bataja, SY Cellist, Bataja Opoka i RTG Provision były najbardziej stabilne pod względem plonu, masy 1000 ziaren, zawartości białka, liczby opadania i testu Zelenyego. Natomiast oceniane na podstawie wskaźnika stabilności wielu cech (MTSI) najbardziej stabilną okazała się odmiana Medalistka. Należy zaznaczyć, że odmiany najbardziej stabilne Bataja i Medalistka pochodzą z hodowli polskiej. Autor podkreślił, że ocena stabilności odmian nie powinna skupiać się wyłącznie na identyfikacji odmian o wysokim stopniu stabilności, ale powinna zawsze być uzupełniana poszukiwaniem związków i przyczyn tej stabilności z wykorzystaniem innych cech charakteryzujących odmiany lub środowisko. Wykazał, ze stabilność plonu ziarna zależała od odporności odmian na septoriozę plew, mączniaka prawdziwego i rdzę brunatną, które są związane z warunkami pogodowymi. Większa odporność odmian na te choroby spowodowała zmniejszenie zmienności plonu spowodowanej warunkami środowiskowymi, a konsekwencji większą stabilność plonu. Autor podkreśli, że hodowcy dążąc do stabilności plonu powinni skupić się na selekcji odmian odpornych na te trzy choroby grzybowe. Natomiast cechy związane z jakością ziarna jak zawartość białka były ściśle związane z zimotrwałością.

W ostatniej pracy monotematycznego cyklu uwzględniono 11 populacyjnych odmian żyta ozimego, 5 odmian mieszańcowych na dwóch poziomach intensywności uprawy, w trzech lokalizacjach oraz w dwóch sezonach wegetacyjnych (publikacja **P3**). W przeprowadzonych badaniach Autor wykazał, że odmiany mieszańcowe uzyskały wyższy plon ziarna zarówno na niższym jak i wyższym poziomie agrotechniki. Analiza składowych plonu wykazała, że nie ma istotnych różnic odnośnie wpływu trzech komponentów plonu (liczby kłosów, masy 1000 ziaren i liczby ziaren) na wartość plonu między odmianami populacyjnymi, a odmianami mieszańcowymi. Niezależnie od odmiany i intensywności agrotechniki największy wpływ na plon ziarna miała liczba kłosów, następnie masa 1000 ziaren, a najmniejszy – liczba ziaren w kłosie. W ocenie stabilności żyta zastosowano zarówno wariancję stabilności Shukla i wskaźnik stabilności wielocechowej (MTSI). Odmiany mieszańcowe żyta ozimego były mniej stabilne pod względem plonu ziarna niż odmiany populacyjne, prawdopodobnie ze względu na większą wrażliwość tych odmian na warunki środowiskowe, zwłaszcza przebieg pogody. Analiza porównawcza stabilności wielu cech na różnych poziomach agrotechniki ujawniła wyraźne różnice między odmianami mieszańcowymi a populacyjnymi. Na średnim poziomie agrotechniki odmiany populacyjne wykazywały większą

stabilność pod względem rozpatrywanych cech w porównaniu do odmian hybrydowych. Natomiast na wysokim poziomie agrotechniki odmiany hybrydowe uzyskały lepsze wyniki pod względem stabilności wielu cech. Stosując analizę drzew klasyfikacyjnych i regresyjnych CART autor wyjaśnił stabilność odmian wykorzystując inne cechy charakteryzujące odmiany i środowisko. Doktorant podkreślił, że ważnym czynnikiem zapewniającym stabilność odmian jest odporność na choroby grzybowe. Szczególnie jest to ważne w przypadku uprawy w warunkach ograniczonych nakładów na agrotechnikę. Natomiast w warunkach intensywnej uprawy duże znaczenie ma odporność na zakwaszenie gleby.

Rozdział – Dyskusja został podzielony na podrozdziały w takiej samej kolejności jak omówienie wyników, co znacznie ułatwiło analizę uzyskanych wyników i ich porównanie z uzyskanymi przez innych Autorów.

Wnioski. Doktorant zawarł pięć obszernych wniosków, w których znajdują pełne odzwierciedlenie wyniki przeprowadzonych badań. Odnoszą się do postanowionych hipotez badawczych i świadczą o zrealizowaniu zarówno założonego celu głównego, jak i celów szczegółowych. Za szczególnie ważne uznaję zaproponowane przez Autora zalecenia w celu zwiększenia strategii hodowli i uprawy zbóż w różnych warunkach agroekologicznych:

- programy hodowlane powinny obejmować analizę stabilności wielu cech taką jak Multi-Trait Stability Index (MTSI), jako standardowe narzędzie do identyfikacji genotypów o najwyższym stopniu stabilności,
- wybór i rekomendacja odmian powinna być dostosowana do poziomu intensywności agrotechniki,
- odporność na kluczowe stresy biotyczne i abiotyczne, w szczególności choroby grzybowe i kwasowość gleby musi być traktowana priorytetowo w celach hodowlanych, aby zapewnić stabilność i jakość plonów.

4. UWAGI DYSKUSYJNE

1. W rozdziale „Materiał i metody" brakuje dokładnej informacji, że podstawą badań były wyniki z doświadczeń polowych zrealizowanych w punktach doświadczalnych należących do Centralnego Ośrodka Badań Uprawnych (COBORU). Doświadczenia były realizowane w ramach Porejestrowego Doświadczalnictwa Odmianowego (PDO) zgodnie z metodyką badania wartości gospodarczej odmian zbóż sporządzoną przez COBORU.
2. Czy nie uważa Pan, że dwuletni okres badań dotyczących pszenicy jarej i żyta ozimego nie jest za krótki do prawidłowego wnioskowania odnośnie stabilności odmian w zróżnicowanych warunkach siedliska.

3. Uwaga odnośnie badań dotyczących pszenicy jarej, według mojej opinii do badań powinny być wybrane miejscowości, które by się bardziej różniły jakością gleby. Wybrane miejscowości były mało zróżnicowane pod względem tej cechy.
4. W tabeli podana jest suma opadów za okres wegetacji dla pszenicy jarej w poszczególnych latach badań i miejscowościach. Uważam, że suma opadów za dany okres wegetacji nie w pełni odzwierciedla wpływ tego czynnika na plonowanie i wartość technologiczna ziarna pszenicy. Ważniejszy jest rozkład opadów w okresie wzrostu i rozwoju roślin.
5. Doktorant przeprowadził dyskusję swoich badań z wynikami innych Autorów, natomiast w spisie literatury nie są one uwzględnione.
6. W materiałach uzupełniających, pod tabelami brak jest odniesienia do źródła.

Wymienione w recenzji uwagi nie obniżają wartości merytorycznej rozprawy doktorskiej mgr Abu Zar Ghafoora, którą oceniam wysoko, jako wnoszącą nowe wartości poznawcze i aplikacyjne. Zakładam, ze wnoszone przeze mnie uwagi mogą one być przydatne w doskonaleniu umiejętności i naukowego warsztatu Autora.

WNIOSEK KOŃCOWY

Przedłożona do recenzji praca doktorska Pana mgr Abu Zar Ghafoora **„Evaluation of genotype x environment interaction for grain cro quality",** przygotowana pod kierunkiem naukowym dr hab. Marcina Studnickiego (prof. SGGW) oraz promotora pomocniczego dr inż. Adriana Derejko, spełnia wymogi formalne i naukowe stawiane rozprawom doktorskim. Kandydat na doktora w dyscyplinie naukowej rolnictwo i ogrodnictwo dowiódł, że posiada umiejętności postawienia celu i hipotez badawczych, realizowania badań naukowych z zastosowaniem zaawansowanych narzędzi statystycznych.

Reasumując stwierdzam, że rozprawa doktorska spełnia warunki określone w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o Szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2024 r. poz. 1571 z późn. zm.) oraz Uchwały Nr 89-2022/2023 Senatu SGGW z dnia 26 czerwca 2023 roku w sprawie uchwalenia Regulaminów przeprowadzania postępowań w sprawie nadania stopnia doktora w Szkole Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Stawiam wniosek do Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie o dopuszczenie Pana mgr Abu Zar Ghafoora do dalszych etapów postępowania w sprawie nadania stopnia doktora nauk rolniczych w dyscyplinie Rolnictwo i Ogrodnictwo.

dr hab. Alicja Sulek

Puławy, 26 September 2025

Dr Alicja Sułek
Department of Crops and Yield Quality
Institute of Soil Science and Plant Cultivation
– State Research Institute in Puławy, Poland

REVIEW

of the doctoral dissertation by mgr Abu Zar Ghafoor, MSc
entitled: "Evaluation of genotype x environment interaction for grain crop quality"
completed at the Department of Biometrics of the Warsaw University of Life Sciences under the supervision of Dr Marcin Studnicki, Prof. SGGW

The formal basis for the preparation of this review is Resolution No. 45/RiO-2024/2025 of the Council of the Discipline of Agriculture and Horticulture of the Warsaw University of Life Sciences, adopted at a meeting on 3 July 2025 by Resolution No. 45/RiO-2024/2025.

1. ASSESSMENT OF RESEARCH ISSUES

An important aspect of evaluating cereal cultivars used in agricultural production is yield stability, which results from genotype-environment interaction. Farmers need cereals with high yield potential that are resistant to diseases, pests and stressful conditions. It is important that crop yields remain stable in changing environmental conditions. The primary cause of differences in cereal cultivar yields is genotype-environment interaction. This interaction is the genotype's response to changing environmental conditions and provides important information for farmers and breeders. Cereal crops such as wheat and rye, are of great importance for global food security due to their adaptability, high nutritional value, and ability to be grown in various habitats. However, intensifying climate change, such as rising temperatures, irregular rainfall and prolonged droughts, disrupts the phenological development of plants and affects grain yield and quality. Climate change not only threatens yield stability, but also increases the pressure of diseases and pests. In order to adapt to climate change, crop cultivars should not only show increased resistance to many traits, but also improved stability in different habitat conditions. In previous studies, particular attention was paid to the assessment of individual traits, most often grain yield or protein content, without taking into account the response

of cultivars to biotic and abiotic stresses and the agricultural techniques used. Recent studies show that yield and quality are not independent variables, as they result from interactions between interdependent traits, including the number of spikes and grain weight per plant, protein composition, and disease resistance. These interrelationships highlight the inadequacy of analytical approaches based on individual traits.

I consider that undertaking by mgr Abu Zar Ghafoor of comprehensive research aimed at assessing the stability of winter wheat and winter rye cultivars in diverse environmental and agrotechnical conditions, based on the analysis of many characteristics, is very interesting and fully justified.

2. ASSESSMENT OF THE STRUCTURE AND FORMAL ASPECTS OF THE WORK

This doctoral dissertation is a series of three thematically related works in English, published in 2024.

The doctoral dissertation includes the following papers:

PUBLICATION [P1]

Ghafoor, A.Z., Ceglińska, A., Karim, H., Wijata, M., Sobczyński, G., Derejko, A., Studnicki, M., Rozbicki, J., & Cacak-Pietrzak, G. (2024). Influence of Genotype, Environment, and Crop Management on the Yield and Bread-Making Quality in Spring Wheat Cultivars. Agriculture, 14(12), 2131 doi: 10.3390/agriculture14122131

Impact Factor 2.2; MEiN points 100

PUBLICATION [P2]

Ghafoor, A.Z., Derejko, A., & Studnicki, M. (2024). Identification of Plant and Soil Characteristics Affecting Stability of Winter Wheat Cultivar in Temperate Climates. Agronomy, 14(4), 779. https://doi.org/10.3390/agronomy14040779

Impact Factor 2.2; MEiN points 100

PUBLICATION [P3]

Ghafoor, A.Z., Wijata, M., Rozbicki, J., Krzysztofik, R., Banaszak, Z., Karim, H., Derejko, A., & Studnicki, M. (2024). Influence of crop management on stability rye yield and some grain quality traits. Agronomy Journal, 116, 2263–2274. https://doi.org/10.1002/agj2.21647

Impact Factor 2.2; MEiN points 100

The total number of points for published works, according to the list of the Ministry of Science and Higher Education in accordance with the year of publication, was 300, and their total IF= 6.6. The articles constituting the peer-reviewed dissertation were co-authored works , with the doctoral

student being the first author in all publications. The attached statements confirmed by the co-authors also show that the doctoral student's individual contribution ranged from 70 to 85% and consisted, among other things, in developing the research concept, preparing data sets, conducting statistical analysis, and writing and editing the manuscript. I rate all the works included in the doctoral dissertation very highly. They are of a high standard in terms of content, as evidenced by the ability to interpret the results using modern statistical methods.

The series of publications has been supplemented with an 85-page study consisting of six main chapters and numerous subchapters, preceded by a list of publications forming the basis of the doctoral dissertation, and a summary in Polish and English. This study includes: an introduction (1), a literature review (2), materials and methods (3), results (4), discussion (5), and conclusions (6). At the end of the study, there is a list of references, supplementary materials, the author's CV and scientific achievements, copies of scientific publications and statements by co-authors. The layout of the study adopted by the doctoral student is correct and legible.

3. SUBSTANTIVE EVALUATION OF THE WORK

The doctoral dissertation was planned and prepared in a very careful and logical manner, and was carried out reliably on extensive material using modern statistical techniques. **The title of the doctoral dissertation,** "Evaluation of genotype x environment interaction for grain crop quality," corresponds to the subject matter of the research included in the series of publications.

Introduction – this chapter introduces the reader to the subject of the doctoral dissertation, outlining the research problem. The author pointed out that intensifying climate change poses a threat to the stability of both wheat and rye yields. In order to adapt to climate change, new cultivars should have an increased resistance to many phenotypic traits and should also show greater stability in variable environmental conditions. The author goes on to point out that the multi-trait stability index (MTSI) is used to assess the stability of many cereal cultivar traits in different environmental conditions. The usefulness of MTSI is increasingly recognised in modern breeding programmes due to its ability to manage multidimensional trait data and assist in the selection of genotypes best suited to given environmental conditions. The doctoral student pointed out that the MTSI multi-trait stability index has been mainly used in wheat, but its versatility makes it also suitable for other cereal species, including rye, where genotype-environment interactions are particularly pronounced. Its use in rye breeding programmes can provide multi-criterion information on the stability of traits that show tolerance to abiotic and biotic stresses. There are few studies in the literature explaining how interactions between the analysed plant traits and the environment shape the overall adaptability of rye, especially under diverse growing conditions. In the final part of this chapter, the author presented the aim of the study and formulated research hypotheses. Both the aim of the study and the research

hypotheses are of fundamental importance for the evaluation of the study, as they allow the degree of their implementation to be determined. The main objective of the doctoral student was to assess the phenotypic stability of many traits of rye (*Secale cereale* L.) and wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars in different environmental conditions and crop management systems, using the Multi-Trait Stability Index (MTSI) method. By integrating data on yield and grain quality with modelling methods such as classification and regression tree analysis (CART) and canonical correspondence analysis (CCA), key plant traits and environmental factors that influence the stability of cultivars were identified. The research focused on systematising the results of multi-environment trials, which will be helpful in identifying high-yielding cereal genotypes the most suited for cultivation in temperate climates. The author also listed specific objectives for each stage of the experimental work. In order to achieve the main objective and sub-objectives, the author presented three research hypotheses, which he verified through logically interrelated stages of research.

The chapter entitled "Literature Review" consists of four subsections. One is dedicated to the interaction between genotype and environment. Based on the literature, the author demonstrated that the interaction between genotype and environment is of fundamental importance in shaping the yield of cultivars, especially wheat and rye, which are grown in variable environmental conditions. The author then presented the usefulness of the Multi-Trait Stability Index (MTSI) method, which allows the assessment of the stability of multiple traits, and other analytical tools, such as canonical correspondence analysis (CCA) and classification and regression trees (CART), which are used to model complex trait responses and environmental influences. The literature review section concludes with a short chapter presenting the rationale for conducting the research. The author demonstrated that many studies on wheat cultivar stability are based solely on single-factor models or focus mainly on yield-related traits, neglecting physiological and morphological elements that contribute to broader environmental resistance. Few studies have attempted to integrate multidimensional stability indicators, such as MTSI, with analytical tools, such as CART and CCA, especially in diverse crop management systems.

The choice of the topic of the thesis should be considered justified from a scientific (cognitive) point of view, as well as due to the application possibilities of the described methods, which the doctoral student has become very familiar with and applied in the above-mentioned research.

The chapter entitled "Materials and methods" has been logically divided into sections describing the characteristics of the experiments and their locations. The doctoral student has thoroughly characterised the experiments concerning spring and winter wheat and rye. He has clearly and precisely presented the methodology for assessing the yield and its structural characteristics, as well as the methodology for determining the technological value of grain, flour and bread. In the case of winter wheat and rye, data on resistance to major fungal diseases, lodging and sprouting of grain

in the spike, as well as data on phenological characteristics, such as plant height and the number of days from earing to maturity were used.

The second part concerned statistical methods used to quantitatively determine the yield, stability and adaptability of cereal cultivars under different environmental conditions and crop management systems. Advanced modelling tools such as CCA and CART were used to identify environmental and varietal traits associated with trait stability. The stability of cultivars under diverse environmental conditions and at different levels of agrotechnology was assessed using Shukla variance and MTSI (Multi Traits Stability Index). An appropriate statistical model was adapted for each field experiment.

Chapter – Results. This chapter presents the most important research results obtained from experiments conducted on three cereal species: spring wheat, winter wheat and winter rye. The research covered many genotypes of the above-mentioned plant species and was conducted over many years in various locations and at different levels of agrotechnology. First, the author discussed the results of research on spring wheat presented in publication **[P1].** He evaluated seven cultivars of spring wheat (Bombona, Izera, Ostka Smolicka, Radocha, Torridon, Trappe, and Tybalt) grown in four locations, two growing seasons (2019 and 2020) and at two levels of agrotechnology (moderate MIM inputs and high HIM inputs). The influence of genotype, environment and agrotechnical intensity on the yield and quality characteristics of spring wheat flour and dough, was assessed. A strong interaction between genotype and environment was demonstrated, in particular the important role of location and agrotechnical intensity in shaping both yield and grain quality. The analysis of the multi-trait stability index (MTSI) enabled the identification of genotypes that combine high yield with desirable quality and adaptability at different levels of agrotechnology. At the medium level of agrotechnology, the most stable cultivars were Bombona and Radocha, while at the higher level of agrotechnology (HIM), Izera and Bombona. The author concluded that the Bombona cultivar, which showed high stability of the tested traits at both levels of agrotechnology, could be valuable material in breeding programmes aimed at obtaining new cultivars with greater stability of multiple traits.

In the further part of his doctoral dissertation, the author presented the results of research on the assessment of yield stability and quality characteristics of winter wheat cultivars (publication **P2**). The study included 55 winter wheat cultivars tested in 12 locations over 5 growing seasons. Genotypes that are stable in terms of all important characteristics were identified. Regardless of whether they were determined on the basis of Shukla's sum of variance ranking or the MTSI parameter, they are valuable parental forms for breeding programmes. The author emphasised the lack of consistency in the assessment of cultivar stability in terms of individual traits assessed by Shukla's stability variance and the MTSI multi-trait stability index. According to Shukla's variance, the Bataja, SY Cellist, Bataja Opoka and RTG Provision cultivars were the most stable in terms of yield, 1000-grain weight, protein content, falling number and Zeleny test. However, when assessed

on the basis of the multi-trait stability index (MTSI), the Medalistka cultivar proved to be the most stable. It should be noted that the most stable cultivars, Bataja and Medalistka, originate from Polish breeding. The author emphasised that the assessment of cultivar stability should not focus solely on identifying cultivars with a high degree of stability, but should always be supplemented by searching for the relationships and causes of this stability using other characteristics of the cultivars or the environment. He showed that grain yield stability depended on the resistance of cultivars to septoria leaf spot, powdery mildew and brown rust, which are related to weather conditions. Greater resistance of cultivars to these diseases resulted in a reduction in yield variability caused by environmental conditions and, consequently, greater yield stability. The author emphasises that breeders striving for yield stability should focus on selecting cultivars resistant to these three fungal diseases. On the other hand, grain quality traits, such as protein content, were closely related to winter hardiness.

The latest study in this monothematic series examined 11 population cultivars of winter rye and 5 hybrid cultivars at two levels of cultivation intensity, in three locations and over two growing seasons (publication **P3**). In the studies conducted, the author showed that hybrid cultivars obtained higher grain yields at both lower and higher levels of agrotechnology. The analysis of yield components showed that there were no significant differences in the impact of the three yield components (number ofspikes, weight of 1,000 grains and number of grains) on the yield value between population cultivars and hybrid cultivars. Regardless of the cultivar and intensity of agrotechnology, the number ofspikes had the greatest impact on grain yield, followed by the weight of 1000 grains, and the number of grains per spike had the least impact. Both Shukla's stability variance and the multi-trait stability index (MTSI) were used to assess the stability of rye. In the case of classification using Shukla's variance, winter rye hybrid cultivars were less stable in terms of grain yield than population cultivars, probably due to the greater sensitivity of these cultivars to environmental conditions, especially weather conditions. A comparative analysis of the stability of multiple traits at different levels of agrotechnology revealed clear differences between hybrid and population cultivars. At the medium level of agrotechnology , population cultivars showed greater stability in terms of the traits considered compared to hybrid cultivars. In contrast, at the high level of agrotechnology, hybrid cultivars were significantly better in terms of the stability of many traits. Using CART, the author explained the stability of cultivars using other traits describing these cultivars. The doctoral student emphasised that resistance to fungal diseases is an important factor ensuring the stability of cultivars. This is particularly important in the case of cultivation under conditions of limited agrotechnical inputs. In contrast, under conditions of intensive cultivation, resistance to soil acidification is of great importance.

The chapter – Discussion was divided into subsections in the same order as the discussion of the results, which greatly facilitated the analysis of the obtained results and their comparison with those obtained by other authors.

Conclusions. The doctoral student has included five comprehensive conclusions, which fully reflect the results of the research. They refer to the research hypotheses and demonstrate the achievement of both the main objective and the specific objectives. I consider the recommendations proposed by the author to be particularly important for improving cereal breeding and cultivation strategies in various agroecological conditions:

- Breeding programmes should include the analysis of the stability of multiple traits, such as the Multi-Trait Stability Index (MTSI), as a standard tool for identifying genotypes with the highest degree of stability,
- The selection and recommendation of cultivars should be adapted to the level of agrotechnical intensity.
- Resistance to key biotic and abiotic stresses, in particular fungal diseases and soil acidity, must be treated as a priority for breeding purposes in order to ensure crop stability and quality.

4. DISCUSSION

1. The section "Materials and methods" lacks detailed information that the research was based on the results of field experiments carried out at experimental stations belonging to the Research Centre for Cultivar Testing (COBORU). The experiments were carried out as part of the Post-Registration Cultivar Testing System (PDO) in accordance with the methodology for testing the economic value of cereal cultivars developed by COBORU.
2. Do you not think that a two-year period of research on spring wheat and winter rye is too short to draw valid conclusions about the stability of cultivars in diverse habitat conditions?
3. Regarding the spring wheat trials, in my opinion, locations with more diverse soil quality should have been selected for the trials. The selected locations were not very diverse in terms of this trait.
4. The table shows the total precipitation during the growing season for spring wheat in individual years of research and locations. I believe that the total precipitation for a given growing season does not fully reflect the impact of this factor on the yield and technological value of wheat grain. The distribution of precipitation during the period of plant growth and development, is more important.
5. The doctoral student discussed his research with the results of other authors, but they are not included in the bibliography.
6. In the supplementary materials, there are no references to sources under the tables.

The comments mentioned in the review do not diminish the substantive value of the doctoral dissertation by mgr Abu Zar Ghafoor, which I highly rate as contributing new cognitive and practical value. I assume that my comments may be useful in improving the author's skills and scientific approach.

FINAL CONCLUSION

The doctoral thesis submitted for review by mgr Abu Zar Ghafoor, entitled **"Evaluation of genotype x environment interaction for grain crop quality"**, prepared under the scientific supervision of Dr Marcin Studnicki (Prof. SGGW) and assistant supervisor Dr Adrian Derejko, meets the formal and scientific requirements for doctoral dissertations. The doctoral candidate in the scientific discipline of agriculture and horticulture has demonstrated his ability to set research goals and hypotheses and to conduct scientific research using advanced statistical tools.

In summary, I conclude that the doctoral dissertation meets the conditions specified in the Act of 20 July 2018 on Higher Education and Science (Journal of Laws of 2024, item 1571, as amended) and Resolution No. 89-2022/2023 of the Senate of the Warsaw University of Life Sciences of 26 June 2023 on the adoption of the Regulations for conducting proceedings for the award of a doctoral degree at the Warsaw University of Life Sciences. I hereby submit a motion to the Council of the Discipline of Agriculture and Horticulture of the Warsaw University of Life Sciences to admit mgr Abu Zar Ghafoor, to the further stages of the procedure for awarding the degree of Doctor of Agricultural Sciences in the discipline of Agriculture and Horticulture.

Dr Alicja Sulek

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa
Państwowy Instytut Badawczy
Zakład Uprawy Roślin i Jakości Plonu
24-100 Puławy, ul. Czartoryskich 8
Tel. 81 47 86 810

WUR. 070. 11. 2025

BON

KANCELARIA GŁÓWNA SGGW
2025 -10- 06
WPŁYNĘŁO DNIA -8-

PUŁAWY 1
01102025
AM

Opłata Pobrana
TAXE PERCUE - POLOGNE
Umowa z Pocztą Polską S.A.
nr ID 556696/L

Polecony

V Biuro Obsługi Poczty
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego
w Warszawie

ul. Nowoursynowska 166
02-787 Warszawa

R (00)459007734416493178
(00)459007734416493178
(00)459007734416493178
Poczta Polska
Opłata pobrana ____ zł ___ gr