

Dr hab.inż. Anna Jaroszevska, prof. ZUT  
Katedra Agrotechnologii  
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

## RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Podstawą formalną do wykonania recenzji było pismo o sygnaturze nr 2/RNCS.520.5.2024 Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo prof. dr hab. inż. Mirosława Kobierskiego z dnia 28.06.2024 r. informujące o uchwale Rady Naukowej Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Politechniki Bydgoskiej im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich nr 32/2023/2024 z dnia 14 czerwca 2024 r. powołującej mnie na recenzenta rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Rafała Nowaka pt: "Biologiczne i agrotechniczne uwarunkowania plonowania oraz wartości użytkowej ziarna alternatywnych genotypów jęczmienia *Hordeum vulgare* L. var. *nigricans* (Ser.) Korn i *Hordeum vulgare* L. var. *rimpau* Wittm". Rozprawa doktorska została wykonana pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Małgorzaty Szczepanek na Wydziale Rolnictwa i Biotechnologii Politechniki Bydgoskiej im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich.

### Ocena problematyki badawczej

Rolnictwo na skutek zachodzących zmian klimatu uważa się za najbardziej zagrożoną działalność człowieka. Niekorzystne zmiany klimatyczne mają bezpośredni wpływ na globalną produkcję roślinną, a tym samym stanowią zagrożenie dla bezpieczeństwa żywnościowego na całym świecie. Niekorzystne warunki agrometeorologiczne w okresie wegetacji roślin, a zwłaszcza występowanie suszy sprawia, że plonowanie wielu uprawianych obecnie gatunków jest zagrożone. Szczególną grupę roślin uprawnych, co do których zainteresowanie ciągle wzrasta, są zboża. Stanowią one jedno z najważniejszych źródeł żywności i paszy na świecie. Charakteryzują się dużymi możliwościami wykorzystania w produkcji żywności. Nie bez znaczenia pozostaje również fakt, że wśród społeczeństwa cały czas wzrasta zainteresowanie utrzymaniem dobrego zdrowia i spowolnieniem procesu starzenia. Wzrost świadomości konsumentów w dziedzinie zdrowia przekłada się na co raz większe zainteresowanie zdrową żywnością, bioproduktami czy żywnością funkcjonalną.

Podjęte przez Doktoranta zagadnienia dotyczące biologicznych i agrotechnicznych uwarunkowań plonowania oraz wartości użytkowej ziarna alternatywnych genotypów jęczmienia *Hordeum vulgare* L. var. *nigricans* (Ser.) Korn i *Hordeum vulgare* L. var. *rimpau* Wittm. uważam za aktualne, ważne i uzasadnione.

## Ocena struktury oraz strony formalnej rozprawy doktorskiej

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska Pana mgr inż. Rafała Nowaka stanowi zbiór recenzowanych trzech tematycznie spójnych, oryginalnych artykułów naukowych pod wspólnym tytułem "Biologiczne i agrotechniczne uwarunkowania plonowania oraz wartości użytkowej ziarna alternatywnych genotypów jęczmienia *Hordeum vulgare* L. var. *nigricans* (Ser.) Korn i *Hordeum vulgare* L. var. *rimpaui* Wittm":

1. Szczepanek M., **Nowak R.**, Błaszczuk K. Physiological and Agronomic Characteristics of Alternative Black Barley Genotypes (*Hordeum vulgare* var. *nigricans* and H. v. var. *rimpaui*) under Different Hydrothermal Conditions of the Growing Seasons. *Agriculture*, 2023, 13, 2033. <https://doi.org/10.3390/agriculture13102033>, 140 pkt. MNiSW, IF 3,6.

2. **Nowak R.**, Szczepanek M., Kobus-Cisowska J., Stuper-Szablewska K., Dziędziński M., Błaszczuk K. Profile of phenolic compounds and antioxidant activity of organically and conventionally grown black-grain barley genotypes treated with biostimulant, *PLOS ONE*, 2023 18, 7, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0288428>, 100 pkt. MNiSW, IF 3,7.

3. **Nowak R.**, Szczepanek M., Błaszczuk K., Kobus-Cisowska J., Przybylska-Balcerek A., Stuper-Szablewska K., Pobereżny J., Hassanpouraghdam MB., Rasouli F. Impact of the Farming System and Amino-Acid Biostimulants on the Content of Carotenoids, Fatty Acids, and Polyphenols in Alternative and Common Barley Genotypes. *Agronomy*, 2023, 13, 7, 1852. <https://doi.org/10.3390/agronomy13071852>, 140 pkt. MNiSW, IF 3,7.

Publikacje wchodzące w skład rozprawy doktorskiej zostały opublikowane w 2023 roku w recenzowanych czasopismach anglojęzycznych o zasięgu międzynarodowym, znajdujących się w bazie Journal Citation Reports. Sumaryczny impact factor (IF) przedłożonych publikacji, zgodnie z rokiem opublikowania wynosi 11, a sumaryczna liczba punktów według listy czasopism punktowanych MNiSW wynosi 380. Zaprezentowane w cyklu publikacje są pracami zespołowymi, pierwsza praca opracowana została przez trzech autorów, druga praca przez sześciu autorów, a trzecia praca przez dziewięciu autorów, w tym dwóch przedstawicieli świata nauki spoza Polski. W dwóch publikacjach Doktorant jest pierwszym autorem, a w jednej pracy jest również autorem korespondencyjnym. Ponadto we wszystkich pracach współautorem jest prof. dr hab. inż. Małgorzata Szczepanek, pełniąca funkcję promotora rozprawy doktorskiej. Dołączone oświadczenia Doktoranta i współautorów publikacji wskazują na jego znaczący udział w opracowaniu koncepcji badań, metodologii badań, założeniu i prowadzeniu ścisłych badań polowych, wykonaniu pomiarów i analiz, a także opracowaniu wyników badań oraz przygotowaniu manuskryptów do publikacji. Podany procentowy indywidualny udział Doktoranta w przygotowaniu publikacji zawiera się w przedziale od 40% do 65%.

Zbiór trzech publikacji naukowych wchodzących w skład osiągnięcia naukowego mgr inż. Rafał Nowak uzupełnił opisowym opracowaniem liczącym 61 stron. Konstrukcja opracowania jest typowa dla prac doktorskich opracowywanych w oparciu o cykl publikacji. Rozprawa doktorska składa się z 12

rozdziałów w skład których wchodzi: wstęp; wykaz artykułów naukowych stanowiących cykl publikacji rozprawy doktorskiej; uzasadnienie spójności tematycznej cyklu publikacji rozprawy; hipoteza badawcza, cel i zakres badań; materiał i metody; wyniki; dyskusja; wnioski; literatura; streszczenie; abstract; załączniki. Rozdział 12 (załączniki) stanowią kopie artykułów naukowych składających się na cykl publikacji powiązanych tematycznie, które poprzedzone zostały streszczeniem w języku polskim i angielskim (jako rozdział 10 i 11) oraz oświadczenia autorów publikacji (podrozdział 12.2 i 12.3).

### **Merytoryczna ocena rozprawy doktorskiej**

Zakres merytoryczny publikacji składających się na rozprawę doktorską jest zgodny z tytułem. Tematyka dotyczy biologicznych podstaw i potencjału plonowania alternatywnych genotypów jęczmienia *Hordeum vulgare* L. var. *nigricans* (Ser.) Korn i *Hordeum vulgare* L. var. *rimpau* Wittm, w zróżnicowanych warunkach hydrotermicznych. Przedstawia dowody na wysoką wartość użytkową ziarna wynikającą z podwyższonej koncentracji związków prozdrowotnych, o działaniu przeciwutleniającym oraz większej niż w odmianie współczesnej zawartości wielonienasyconych kwasów tłuszczowych. W ten sposób spełniony został warunek spójności tematycznej prac zgłoszonych jako osiągnięcie naukowe i warunek stawiany kandydatom do stopnia naukowego doktora w dziedzinie nauk rolniczych, dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo.

W pierwszej pracy wchodzącej w skład cyklu stanowiącego osiągnięcie naukowe Doktorant opisał wyniki dwuletniego, ścisłego doświadczenia polowego, prowadzonego w systemie konwencjonalnym, mającego na celu identyfikację cech warunkujących produktywność alternatywnych genotypów jęczmienia w zróżnicowanych warunkach hydrotermicznych oraz porównanie ich ze współczesną odmianą uprawną jęczmienia o wysokiej plenności. W ramach badań zmierzono: współczynnik powierzchni asymilacyjnej liści, fluorescencję chlorofilu, indeks zieloności liścia, oraz cechy biometryczne w tym – liczbę kłosów płodnych i płonnych w przeliczeniu na roślinę i jednostkę powierzchni, plon biomasy roślin, plon słomy, plon ziarna i indeks żniwny.

W kolejnych pracach Pan Magister opisał wyniki badań z dwóch ścisłych doświadczeń polowych, prowadzonych w ekologicznym i konwencjonalnym systemie gospodarowania, których celem była ocena wpływu nalistnej aplikacji biostymulatora aminokwasowego Naturamin WSP na zawartość związków bioaktywnych (o działaniu prozdrowotnym) w ziarnie alternatywnych genotypów jęczmienia *Hordeum vulgare* L. var. *nigricans* (Ser.) Korn i *Hordeum vulgare* L. var. *rimpau* Wittm. W drugiej publikacji wchodzącej w skład cyklu stanowiącego osiągnięcie naukowe Doktorant skupił się na przedstawieniu profilu związków fenolowych zawartych w ziarnie badanych genotypów, z wyszczególnieniem pojedynczych substancji przynależnych do grupy kwasów fenolowych, flawonoidów i antocyjanidyn. W pracy opisano również zawartość w jęczmieniu roślinnej melaniny i określono aktywność przeciwutleniającą ziarna. W trzeciej pracy Doktorant opisał wpływ czynników

agrotechnicznych – genotypu i aplikacji nalistnej biostymulatora, i ich interakcji na zawartość karotenoidów w ziarnie, skład kwasów tłuszczowych oraz sumę kwasów fenolowych, flawonoidów, antocyjanidyn oraz ogólną zawartość związków 12:57688069 13 fenolowych. W publikacji przedstawiono także rezultaty badań dotyczące wpływu genotypu i aplikacji nalistnej biostymulatora na plonowanie jęczmienia.

Najważniejsze wnioski z przedłożonej do oceny pracy to:

- ✓ W warunkach suszy w okresie początkowego wzrostu roślin (faza siewki) *Hordeum vulgare* var. *rimpaii* Wittm. charakteryzował się istotnie większymi wartościami wskaźników świadczących o efektywności funkcjonowania fotosyntezy, co może wskazywać na genetycznie uwarunkowaną, zwiększoną tolerancję tego genotypu na niedobór wody.
- ✓ W roku o optymalnych warunkach hydrotermicznych alternatywne genotypy jęczmienia tworzyły większą powierzchnię asymilacyjną (LAI) w fazie liścia flagowego i kłoszenia w porównaniu z odmianą 'Soldo', ale charakteryzowały się jednocześnie mniejszymi wartościami wskaźników funkcjonowania PSII i indeksem zieloności (SPAD) liścia podflagowego. W roku suchym wartości LAI i SPAD były zbliżone u wszystkich badanych genotypów.
- ✓ W porównaniu z odmianą współczesną ziarno genotypów alternatywnych *H. v. var. rimpaii* i *H. v. var. nigricans* zawierało istotnie więcej związków fenolowych i wielonienasyconych kwasów tłuszczowych. Charakteryzowało się również istotnie większą koncentracją luteiny i  $\beta$ -karotenu.
- ✓ Aplikacja nalistna biostymulatora aminokwasowego zwiększyła koncentrację karotenoidów w ziarnie wszystkich badanych genotypów, a także zawartość związków fenolowych, w tym kwasów fenolowych i flawonoidów w ziarnie *H. v. var. rimpaii* i *H. v. var. nigricans*. Najsilniejszy wpływ nalistnej aplikacji biostymulatora aminokwasowego na akumulację związków bioaktywnych w ziarnie obserwowano u *H. v. var. rimpaii*.
- ✓ Analizowane genotypy jęczmienia różniły się między sobą pod względem profilu związków fenolowych. Odmiana 'Soldo' zawierała istotnie najwięcej kwasu galusowego i chlorogenowego oraz witaksyny. *H. v. var. rimpaii* charakteryzował się natomiast większą niż pozostałe genotypy koncentracją kwasu 2,5- dihydroksybenzoesowego, protokatechowego, syringowego, kawowego, synapowego 49:38546914 50 i ferulowego, a także naringeniny i apigeniny. Genotyp ten zawierał także więcej luteoliny niż odmiana współczesna.
- ✓ Ziarno alternatywnych genotypów jęczmienia w porównaniu z odmianą współczesną charakteryzowało się większą aktywnością przeciwutleniającą ABTS+, która była dodatnio skorelowana z zawartością kwasu syringowego, naringeniny, kwercetyny luteoliny i fitomelaniny, co potwierdza silne właściwości przeciwutleniające tych związków.
- ✓ Wykazana w badaniach podwyższona koncentracja związków bioaktywnych w ziarnie alternatywnych genotypów jęczmienia *H. v. var. rimpaii* i *H. v. var. nigricans* wskazuje na ich przydatność do produkcji żywności funkcjonalnej.

Oryginalne prace naukowe stanowiące rozprawę doktorską zostały opublikowane w anglojęzycznych czasopismach naukowych o międzynarodowym zasięgu. W procesie redakcyjnym zostały one poddane ocenie kompetentnych recenzentów, dlatego nie ma potrzeby ich ponownego oceniania. Moje uwagi dotyczą polskojęzycznej części opracowania i odnoszą się do braków, nieścisłości, błędów stylistycznych oraz błędów o charakterze redakcyjnym (głównie literówki):

- w tytule pracy "Biologiczne i agrotechniczne uwarunkowania plonowania oraz wartości użytkowej ziarna alternatywnych genotypów jęczmienia *Hordeum vulgare* L. var. *nigricans* (Ser.) Korn i *Hordeum vulgare* L. var. *rimpau* Wittm" – w słowie 'użytkowej' znalazła się literka i;

- w pracy znajdują się błędy stylistyczne, przykładowe: str. 14 - w zdaniu "Określenie stanu fizjologicznego roślin, cech biometrycznych i plonowania alternatywnych genotypów i odmiany współczesnej jęczmienia w zróżnicowanych w latach badań warunkach hydrotermicznych" prawdopodobnie powinno być: "Określenie stanu fizjologicznego roślin, cech biometrycznych i plonowania alternatywnych genotypów i odmiany współczesnej jęczmienia w zróżnicowanych warunkach hydrotermicznych w latach badań"; str. 26 - w zdaniu "Plon badanych genotypów jęczmienia w systemie konwencjonalnym w latach 2021- 2022 wynosił średnio 4,92 t ha<sup>-1</sup> w konwencjonalnym systemie gospodarowania", prawdopodobnie powinno być: "Plon badanych genotypów jęczmienia uprawianych w systemie konwencjonalnym w latach 2021- 2022 wynosił średnio 4,92 t ha<sup>-1</sup>";

- tytuł rozdziału 4 w moim odczuciu powinien brzmieć: Cel i zakres pracy, hipoteza badawcza, zgodnie z kolejnością opisu w rozdziale;

- rozdział 5 "Materiał i metody" zawiera szczegółowy opis materiału badawczego, kombinacji doświadczalnych, warunków pogodowych, wykonywanych pomiarów i analiz chemicznych oraz przyjętej metody opracowania statystycznego wyników. Moje zastrzeżenie budzi umiejscowienie doświadczeń w dwóch różnych lokalizacjach, a tym samym w różnych warunkach klimatyczno-glebowych. Doświadczenie w systemie konwencjonalnym założono i prowadzono w miejscowości Minikowo, a doświadczenie w systemie ekologicznym w miejscowości Luchowo. Brakuje informacji o warunkach pogodowych panujących w okresie prowadzenia doświadczenia polowego w miejscowości Luchowo; Nie podano informacji jakie gatunki roślin były przedplonami zarówno w uprawie konwencjonalnej jak i ekologicznej; Brakuje danych dotyczących kompleksu gleby na której uprawiano jęczmień;

- Wnioski powinny w sposób zrozumiały, jasno i konkretnie odpowiadać na zadane pytania badawcze. Przedstawione w rozdziale 8 "Wnioski" są w moim odczuciu zbyt rozbudowane, przez co trudniejsze w odbiorze dla czytającego pracę.

Podczas lektury pracy nasunęły mi się następujące pytania:

- w uzasadnieniu spójności tematycznej cyklu publikacji rozprawy doktorskiej Doktorant zaznaczył, że "Uzyskane wyniki stanowią podstawy teoretyczne, niezbędne do ustalenia technologii uprawy alternatywnych genotypów jęczmienia oraz wskazują na przydatność ziarna do produkcji żywności funkcjonalnej". Proszę o wskazanie najważniejszych zdaniem Doktoranta elementów technologii uprawy alternatywnych genotypów zbóż,

- czy zgodnie z dostępną, aktualną wiedzą Doktorant może podać więcej informacji dotyczących badanych genotypów jęczmienia *Hordeum vulgare* L. var. *nigricans* (Ser.) Korn i *Hordeum vulgare* L. var. *rimpau* Wittm? Podobnie jak ma to miejsce dla odmiany 'Soldo'.

### **Wniosek Końcowy:**

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska w postaci cyklu trzech publikacji naukowych jest oryginalnym opracowaniem aktualnego problemu naukowego w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo. Uzyskane wyniki mają wartość poznawczą i stanowią podstawy teoretyczne, do ustalenia technologii uprawy alternatywnych genotypów jęczmienia oraz wskazują na przydatność ziarna jako źródła związków bioaktywnych do produkcji żywności funkcjonalnej. Doktorant zrealizował postawione cele naukowo-badawcze, wykazał się wiedzą teoretyczną i merytoryczną oraz umiejętnościami pracy samodzielnej i w zespołach badawczych. Mimo pewnych uwag metodycznych przedstawioną do oceny rozprawę doktorską oceniam pozytywnie.

Podsumowując, stwierdzam, że rozprawa doktorska **Pana mgr inż. Rafała Nowaka "Biologiczne i agrotechniczne uwarunkowania plonowania oraz wartości użytkowej ziarna alternatywnych genotypów jęczmienia *Hordeum vulgare* L. var. *nigricans* (Ser.) Korn i *Hordeum vulgare* L. var. *rimpau* Wittm"** spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim określone w art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku (z późn. zm.) Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (tekst jednolity Dz. U. 2023, poz. 742) i wnioskuję do Rady Naukowej Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Politechniki Bydgoskiej im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich o dopuszczenie **Pana mgr inż. Rafała Nowaka** do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

