

RECENZJA
Rozprawy doktorskiej mgr inż. Rafała Nowaka
zatytułowanej

„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”

pod kierunkiem naukowym prof. dr hab. inż. Małgorzaty Szczepanek

1. Podstawa formalna opracowania recenzji

Niniejsza recenzja została sporządzona w odpowiedzi na pismo Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo, Pana prof. dr hab. inż. Mirosława Kobierskiego z dnia 05.07.2024r., które otrzymałam z informacją, że zgodnie z uchwałą Rady Dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo (zawiadomienie nr 3/RNCS.520.5.2024) z dnia 28.06.2024r. zostałam powołana na recenzenta pracy doktorskiej mgr inż. Rafała Nowaka.

Ocenianą pracę Doktorską wykonał na Politechnice Bydgoskiej im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich, w Katedrze Agronomii, Wydziału Rolnictwa i Biotechnologii, pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Małgorzaty Szczepanek.

2. Układ rozprawy i ocena tematyki badawczej

Rozprawa doktorska Pana mgr inż. Rafała Nowaka została przygotowana w formie spójnego tematycznie zbioru artykułów opublikowanych w czasopismach naukowych o zasięgu międzynarodowym. Artykuły ukazały się w roku 2023. W dwóch artykułach Doktorant jest pierwszym autorem a w jednym z nich pełni rolę autora korespondencyjnego.

W skład rozprawy wchodzi 3 publikacje naukowe, które zamieszczono (wraz z oświadczeniami współautorów) w zbiorczym opracowaniu, jako ostatni rozdział ocenianej

dysertacji. Wszystkie artykuły zostały opublikowane w czasopismach posiadających IF. Łączna suma punktów według wykazu MNiSW, zgodnie z rokiem opublikowania, wynosi 380, zaś sumaryczny Impact Factor: 11,0. Wszystkie artykuły są opracowaniami wieloautorskimi, a wkład Doktoranta w ich powstanie jest znaczący. Zgodnie z oświadczeniami współautorów udział Doktoranta wynosi od 40% (publikacja 1) do 65% (publikacje 2 i 3). Pan mgr inż. Rafał Nowak ma współudział w opracowaniu koncepcji pracy, udział w opracowaniu i walidacji metod badawczych w zakresie prowadzenia doświadczeń polowych i analiz laboratoryjnych, udział w opracowaniu wyników badań wraz z ich interpretacją i graficzną wizualizacją, udział w przygotowaniu wstępnych wersji manuskryptów.

Na cykl publikacji stanowiących podstawę rozprawy doktorskiej, składają się następujące artykuły:

1. Szczepanek M., **Nowak R.**, Błaszczuk K. Physiological and Agronomic Characteristics of Alternative Black Barley Genotypes (*Hordeum vulgare* var. *nigricans* and *H. v. var. rimpaii*) 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.**

W przedłożonej do recenzji rozprawie doktorskiej, poza wspomnianymi powyżej publikacjami, znalazł się syntetyczny opis oryginalnego rozwiązania problemu naukowego zakończony streszczeniem w języku polskim i angielskim. Opis poprzedzający załączone publikacje obejmuje 12 rozdziałów zawierających starannie przygotowane streszczenie poszczególnych publikacji będących naukową częścią rozprawy doktorskiej. W tej części zawarto uzasadnienie wyboru tematu badawczego, cel pracy, hipotezy badawcze, charakterystykę doświadczeń polowych, opis wyników i ich dyskusję oraz wnioski. W końcowej części zamieszczono zestawienie literatury cytowanej w autoreferacie (145 pozycji). Podano również źródła finansowania badań. Całość syntetycznego opisu w języku polskim liczy 61 stron.

Biorąc pod uwagę wszystkie powyższe informacje stwierdzam, że przedłożona do recenzji rozprawa doktorska spełnia wymagania formalne określone w art. 187 ust. 3 oraz

ust. 4 Ustawy z dnia 20 lipca 2018r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018, poz. 1668 z późn. zm) oraz jest ważnym uzupełnieniem wiedzy na temat biologicznych i agrotechnicznych uwarunkowań plonowania oraz zawartości użytkowej ziarna alternatywnych genotypów jęczmienia (*Hordeum vulgare* L. var. *nigricans* i *Hordeum vulgare* L. var. *rimpai*). W pracy oceniono wybrane parametry fizjologiczne i biometryczne roślin. Ponadto oceniono wpływ nalistnej aplikacji biostymulatorem aminokwasowym na plonowanie oraz zawartość związków bioaktywnych w ziarnie porównywanych genotypów alternatywnych i odmiany jęczmienia w zróżnicowanych warunkach środowiskowych oraz agrotechnicznych. Wyniki badań, przedstawione w ocenianej rozprawie doktorskiej mogą zostać wykorzystane w praktyce rolniczej, co w konsekwencji może przełożyć się na wzmocnienie bioróżnorodności pól uprawnych oraz wzmocnienia potencjału produkcji jęczmienia w kierunku żywności funkcjonalnej.

3. Ocena merytoryczna rozprawy doktorskiej

Rozprawa przygotowana w formie monotematycznego zbioru artykułów opublikowanych w renomowanych czasopismach naukowych, jest opracowaniem spójnym, prezentującym wysoki poziom merytoryczny. Koncepcja i konstrukcja pracy są poprawne i przejrzyste. Badania były finansowane ze środków wewnątrzuczelnianych Politechniki Bydgoskiej przyznanych w ramach konkursu „Działanie Naukowe Młodych” oraz ze środków przyznanych przez Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego na działalność statutową Katedry.

Artykuły składające się na rozprawę doktorską zostały opracowane zgodnie z wymogami redakcyjnymi czasopism, w których je opublikowano, a także przeszły proces recenzji merytorycznych wykonanych przez uznanych ekspertów. Na podstawie analizy merytorycznej publikacji wchodzących w skład ocenianej dysertacji, należy podkreślić, że Doktorant wykazał się umiejętnościami warsztatowymi w zakresie opracowania artykułów naukowych.

Zasadniczym celem, przedłożonej do oceny rozprawy doktorskiej, była ocena stanu fizjologicznego, cech biometrycznych, plonowania roślin oraz zawartości związków bioaktywnych ziarnie alternatywnych genotypów jęczmienia *Hordeum vulgare* L. var. *nigricans* (Ser.) Korn i *Hordeum vulgare* var. *rimpai* Wittm oraz ich porównanie z odmianą współczesną *Hordeum vulgare* L., w warunkach ekologicznego i konwencjonalnego systemu gospodarowania.

Doktorant sformułował dwie hipotezy badawcze w celu weryfikacji celu pracy:

1. alternatywne genotypy jęczmienia *Hordeum vulgare* var. *rimpai* Wittm i *Hordeum vulgare* var. *nigricans* (Ser.) Korn plonują na niższym poziomie niż współczesna odmiana uprawna jęczmienia, jednak ziarno tych genotypów charakteryzuje się większą zawartością związków bioaktywnych;

2. czynniki agrotechniczne takie jak stosowanie biostymulatora aminokwasowego oraz system gospodarowania decydują o stanie fizjologicznym roślin, przez co wpływają na plonowanie oraz skład chemiczny ziarna.

Cele szczegółowe, które weryfikowały powyżej hipotezy badawcze, zostały zawarte w kolejnych publikacjach składających się na rozprawę doktorską.

W pierwszej publikacji (Agriculture, 2023, 13) Doktorant identyfikował stan fizjologiczny roślin, cechy biometryczne i poziom plonowania alternatywnych genotypów i odmiany współczesnej jęczmienia w zróżnicowanych w latach badań warunkach hydrotermicznych.

Przedstawione badania wskazały na istotne zróżnicowanie materiału biologicznego. Odmiana współczesna 'Soldo' jęczmienia zwyczajnego (*Hordeum vulgare* L.) w większym stopniu wykorzystywała swój potencjał genetyczny do wysokiego plonowania w optymalnych warunkach pogodowych; tj. przy długotrwałym niedoborze wody plon ziarna tej odmiany był istotnie większy w porównaniu z *H. v. var. nigricans*. Doktorant wskazał, iż większy potencjał produkcyjny odmiany współczesnej jęczmienia w stosunku do obu genotypów alternatywnych wynikał z większej masy tysiąca ziaren oraz istotnie większej w porównaniu z *H. v. var. nigricans* liczby ziaren w kłosie oraz płodnych pędów generatywnych na 1 m². 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. Doktorant sugeruje, że w warunkach suszy w okresie początkowego wzrostu roślin *Hordeum vulgare* var. *rimpai* Wittm charakteryzuje się zwiększoną tolerancją na niedobór wody w porównaniu z odmianą współczesną 'Soldo' oraz *Hordeum vulgare* var. *nigricans* (Ser.) Korn, co może wskazywać na genetyczne uwarunkowania genotypu.

W drugiej publikacji (PLOS ONE, 2023 18, 7) Doktorant skoncentrował się na ocenie zawartości związków bioaktywnych, analizie profilu związków fenolowych i tłuszczowych w ziarnie alternatywnych genotypów i odmiany współczesnej jęczmienia uprawianych w ekologicznym i konwencjonalnym systemie gospodarowania. W ramach szerokiego spektrum badań laboratoryjnych, Doktorant wykazał, iż ziarno genotypów alternatywnych *H. v. var. rimpai* i *H. v. var. nigricans* zawierało istotnie więcej związków fenolowych (kwasów fenolowych, flawonoidów i antocyjanidyn) a także wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w porównaniu z odmianą współczesną 'Soldo' *H. vulgare*.

Genotypy alternatywne charakteryzowały się istotnie większą koncentracją luteiny i β -karotenu w ziarnie w porównaniu z odmianą współczesną. Nie wykazano jednak różnic w zawartości karotenoidów ogółem, z uwagi na wyższą koncentrację zeaksantyny w ziarniakach odmiany 'Soldo'. Odmiana 'Soldo' zawierała istotnie więcej kwasu galusowego i chlorogenowego oraz witaksyny. *H. v. var. rimpai* charakteryzował się natomiast większą

niż pozostałe genotypy koncentracją kwasu 2,5-dihydroksybenzoesowego, protokatechowego, syringowego, kawowego, synapowego 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.

Rezultaty doświadczenia potwierdziły, iż produktywność współczesnego jak i alternatywnych genotypów jęczmienia była większa w uprawie konwencjonalnej. Ekologiczny system uprawy sprzyjał jednak większej koncentracji związków bioaktywnych i wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w ziarnie jęczmienia.

Publikacja trzecia (Agronomy, 2023, 13, 7) dotyczyła oceny wpływu nalistnej aplikacji biostymulatora aminokwasowego na plonowanie oraz zawartość związków bioaktywnych w ziarnie badanych genotypów jęczmienia uprawianego ekologicznie i konwencjonalnie.

Badania potwierdziły, że 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. rimpai* i *H. v. var. nigricans*. Ziarno roślin nie poddanych aplikacji charakteryzowało się jednak większym udziałem wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w ogólnej sumie kwasów tłuszczowych. Doktorant zaobserwował istotny wpływ nalistnej aplikacji biostymulatora aminokwasowego na akumulację związków bioaktywnych w ziarnie *H. v. var. rimpai*, w którym zabieg ten stymulował syntezę fitomelaniny i flawonoidów (naringeniny, witaksyny, apigeniny, kampferolu i luteoliny), a także kwasów fenolowych – kawowego i ferulowego.

Wszystkie publikacje wchodzące w skład rozprawy doktorskiej są napisane na wysokim poziomie naukowym, co jednoznacznie wskazuje na bardzo dobrą współpracę z Promotorem. Z analizy cyklu prac wynika, że Doktorant wykazał się dużą skrupulatnością i rzetelnością na etapie planowania doświadczeń polowych, doboru właściwych metod badawczych. Każda z prac cechuje się rzetelnie przeprowadzoną dyskusją uzyskanych wyników oraz poprawnie wykorzystaną najnowszą literaturą. Na szczególną uwagę zasługuje szerokie spektrum wykonanych analiz laboratoryjnych w zakresie wartości użytkowej ziarna. Do statystycznej interpretacji wyników Doktorant zastosował odpowiednio dobrane metody statystyczne m.in. analizy wielowymiarowe.

Do najważniejszych osiągnięć rozprawy zaliczam wykazanie, że:

1. Odmiana 'Soldo' jęczmienia zwyczajnego (*Hordeum vulgare* L.) w większym stopniu ujawnia pełny potencjał produkcyjny w optymalnych warunkach uprawy. Natomiast w

warunkach suboptymalnych genotyp *Hordeum vulgare* var. *rimpai* Wittm wykazuje większą tolerancję na niedobór wody.

2. Produkcyjność odmiany 'Soldo' jak i alternatywnych genotypów jęczmienia jest większa w uprawie konwencjonalnej. Ekologiczny system uprawy sprzyjał jednak większej koncentracji związków bioaktywnych i wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w ziarnie.

3. Genotypy *H. v.* var. *rimpai* i *H. v.* var. *nigricans* charakteryzują się istotnie większą koncentracją luteiny i β -karotenu, związków fenolowych (kwasów fenolowych, flawonoidów i antocyjanidyn) a także wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w porównaniu z odmianą współczesną 'Soldo' *H. vulgare*.

4. Koncentracja związków bioaktywnych w ziarnie alternatywnych genotypów jęczmienia *H. v.* var. *rimpai* i *H. v.* var. *nigricans* wskazuje na ich przydatność do produkcji żywności funkcjonalnej.

Uwagi o charakterze dyskusyjnym

Mimo, że wszystkie publikacje wchodzące w skład rozprawy doktorskiej były recenzowane w trakcie procesu ich publikacji, z obowiązku recenzenta pozwolę sobie na kilka uwag:

W przedstawionym autoreferacie rozdziale „Wnioski” zabrakło mi jednoznacznego odniesienia się do postawionej hipotezy badawczej wg której czynniki agrotechniczne takie jak stosowanie biostymulatora aminokwasowego oraz system gospodarowania będą decydowały o stanie fizjologicznym roślin, przez co wpłyną na plonowanie oraz skład chemiczny ziarna. Proszę Doktoranta o potwierdzenie lub odrzucenie hipotezy na podstawie uzyskanych wyników.

Na stronie 16 w rozdziale „Warunki pogodowe” w niewielkim zakresie przedstawiono informację o wartościach współczynnika hydrotermicznego Sieliana (k) opracowanych dla analizowanych faz rozwojowych genotypów i odmiany jęczmienia. Proszę Doktoranta podczas obrony pracy, przy omawianiu wyników badań w zakresie zależności pomiędzy cechami fizjologicznymi, biometrycznymi a plonem, o bardziej precyzyjne odniesienie się do sklasyfikowanych wartości współczynnika k. Ponadto, proszę o przedstawienie biologicznych uwarunkowań rozwoju roślin jęczmienia na tle alternatywnych genotypów.

Doktorant udowodnił wysoką wartość żywieniową analizowanych genotypów. Na podstawie zebranych wyników badań proszę wskazać, który spośród dwóch genotypów jęczmienia ma wysoki potencjał produkcyjny i powinien być rekomendowany do dalszych badań naukowych w tym zakresie.

Wymienione wyżej uwagi mają charakter dyskusyjny i nie podważają bardzo wysokiej wartości naukowej całości rozprawy. W wyniku analizy wszystkich prac oraz załączonego referatu mogę stwierdzić, że rozprawa doktorska jest dziełem kompletnym. W polskojęzycznym referacie pojawiają się niezręczne sformułowania, ale nie wpływają na wartość merytoryczną doktoratu i nie uważam, że w recenzji rozprawy doktorskiej należy się

na nich koncentrować, szczególnie że przedstawione publikacje podlegały już wcześniejszej ocenie przez ekspertów. Cel pracy został zrealizowany a uzyskane wyniki poddane rzetelnej analizie i dyskusji w poszczególnych artykułach naukowych wchodzących w skład rozprawy doktorskiej. Oceniana praca jest oryginalnym wkładem Doktoranta w wiedzę w zakresie dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo.

4. Wniosek końcowy

Stwierdzam, że przedłożona do recenzji rozprawa 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” wykonana przez mgr inż. Rafała Nowaka w katedrze Agronomii na Politechnice Bydgoskiej pod kierunkiem promotora: prof. dr hab. inż. Małgorzaty Szczepanek, w pełni mieści się w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo oraz spełnia warunki określone w art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018, poz. 1668 z późn. zm). W związku z powyższym wnioskuję o dopuszczenie Doktoranta do dalszych etapów przewodu doktorskiego w dyscyplinie.

Jednocześnie biorąc pod uwagę merytoryczną wartość artykułów stanowiących rozprawę oraz wskaźniki bibliometryczne czasopism, w których Doktorant opublikował te artykuły wnioskuję o wyróżnienie powyższej rozprawy.

Kraków, 04.09.2024r.

