

Poznań, 08 stycznia 2025 roku

Prof. UPP dr hab. inż. Leszek Majchrzak  
Katedra Agronomii  
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu  
ul. Dojazd 11  
60-632 Poznań

## RECENZJA

Rozprawy doktorskiej mgra inż. Wojciecha Pilarskiego

**Pt. „Wpływ gęstości siewu i nawożenia na cechy morfologiczne roślin, plon nasion i właściwości chemiczne komosy ryżowej (*Chenopodium quinoa* Willd)”**

wykonanej pod kierunkiem **dr. hab. Krzysztofa Gęsińskiego, prof. PBŚ**  
oraz promotora pomocniczego **dr. hab. Małgorzaty Tańskiej, prof. UWM**

Recenzję wykonano na prośbę dr hab. inż. Anny Batury-Cieśniewskiej prof. PBŚ przewodniczącej Rady Naukowej Dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo wyrażoną w piśmie z dnia 13.11.2024 roku nr 2/RNCS.520.17./2024.

### 1. Wprowadzenie

Rozprawa doktorska mgr inż. Wojciecha Pilarskiego porusza problematykę istotną z punktu widzenia zarówno nauki, jak i praktyki rolniczej. Komosa ryżowa (*Chenopodium quinoa* Willd.), jako roślina o wysokiej wartości odżywczej i adaptacyjności, staje się coraz bardziej popularna w różnych regionach świata, w tym w Europie. W warunkach zmieniającego się klimatu i potrzeby zrównoważonego rolnictwa, badania nad optymalizacją warunków uprawy tej rośliny są nie tylko aktualne, ale również strategicznie istotne. Autor słusznie zauważył lukę badawczą dotyczącą wpływu gęstości siewu oraz nawożenia mineralnego na cechy morfologiczne, plon oraz skład chemiczny nasion komosy ryżowej.

### 2. Cel i hipotezy badawcze

Autor precyzyjnie sformułował cel pracy, którym było określenie wpływu nawożenia mineralnego (NPK) i gęstości siewu na cechy morfologiczne, plon oraz właściwości chemiczne odmiany Titicaca. Badania oparto na założeniu, że zarówno poziom nawożenia, jak i gęstość siewu mogą istotnie wpływać na parametry roślin oraz jakość nasion. W rozprawie postawiono hipotezy dotyczące:

- Zależności między poziomem nawożenia a parametrami morfologicznymi i chemicznymi.
- Wpływu gęstości siewu na cechy wzrostu roślin oraz jakość plonu.

Sformułowane hipotezy są uzasadnione i wynikają z dostępnej literatury oraz wcześniejszych badań nad podobnymi roślinami.

### **Ocena merytoryczna i formalna pracy**

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska liczy 147 stron, jest podzielona na siedem rozdziałów oraz zawiera nienumerowane rozdziały: streszczenie w języku polskim i angielskim oraz wykaz skrótów, symboli i jednostek. Układ pracy jest typowy dla tego typu opracowań. Kolejne rozdziały to: „Wstęp” na końcu którego umieszczony jest cel pracy i hipoteza badawcza, „Charakterystyka komosy ryżowej”, „Metodyka badań”, „Wyniki”, „Dyskusja wyników”, „Wnioski” oraz „Bibliografia”. Rozdziały „Charakterystyka komosy ryżowej”, „Metodyka badań” oraz „Wyniki” zostały podzielone na podrozdziały pierwszego i drugiego rzędu, co ułatwia czytanie i przemieszczanie się po ich treści. Materiał graficzny stanowi 30 rycin, 12 fotografii oraz 25 tabel.

**„Tytuł pracy”**- jest czytelny, komunikatywny i adekwatny do jej treści. Jednak w mojej opinii powinien on brzmieć: **„Wpływ gęstości siewu i nawożenia na cechy morfologiczne roślin, plon i właściwości chemiczne nasion komosy ryżowej (*Chenopodium quinoa* Willd)”**.

W rozdziale **„Wstęp”** - autor wskazuje na istotność odpowiedniej technologii uprawy, w tym nawożenia i optymalizacji obsady roślin, dla zachowania wysokiej jakości plonów przy minimalizacji negatywnego wpływu na środowisko. Zwraca on uwagę na potrzebę prowadzenia badań w europejskich warunkach klimatycznych, szczególnie w kontekście wpływu obsady na zawartość fitozwiązków aktywnych biologicznie w nasionach komosy ryżowej. Doktorant podkreśla jej potencjał w urozmaiceniu diety człowieka oraz wzbogaceniu płodozmianu. Tym bardziej, że gatunek ten, charakteryzuje się wysoką wartością odżywczą, w tym dużą zawartością białka, korzystnym profilem kwasów tłuszczowych i bogactwem witamin oraz przeciwutleniaczy, a dzięki braku glutenu w nasionach stanowi surowiec do produkcji żywności bezglutenowej, odpowiedniej dla osób z celiakią.

Rozdział ten zakończony jest celem badań, więc w mojej ocenie powinien być nazwany **„Wstęp i cel badań”**.

Rozdział „**Charakterystyka komosy ryżowej**” został podzielony na kilka podrozdziałów, co ułatwia uporządkowanie wielowątkowego zagadnienia. Autor rozpoczyna od morfologii, wymagań siedliskowych gatunku. Omawia jego agrotechnikę i skład chemiczny nasion. Następnie doktorant przedstawia podziały kwasów tłuszczowych i omawia ich rolę w żywieniu człowieka. W kolejnych podrozdziałach autor opisuje: fitosterole, skwalen, tokole, karotenoidy. Przedstawia ich znaczenie w żywieniu człowieka, a związków fenolowych w metabolizmie roślin. Konfrontuje ich zawartości w nasionach komosy ryżowej w odniesieniu do innych gatunków roślin uprawnych.

Uważam, że ten rozdział można było nazwać „**Przegląd literatury**”, jak to standardowo nazywane jest w pracach naukowych.

W kolejnym rozdziale „**Metodyka badań**” przedstawiono w podrozdziałach informacje na temat: układu doświadczenia, oceny warunków prowadzenia doświadczenia, obserwacji i pomiarów cech morfologicznych roślin komosy ryżowej w trakcie wegetacji, cech morfologicznych i fizycznych jej nasion, analizy składu chemicznego i potencjału przeciwutleniającego nasion oraz zastosowanych w pracy metod statystycznych.

Eksperyment polowy prowadzony był w latach 2020–2022, co zapewniło możliwość uwzględnienia zmienności środowiskowej (opadów i temperatury) w analizach. Schemat doświadczenia obejmował cztery poziomy nawożenia NPK (N0, N1, N2, N3) oraz trzy gęstości siewu (G1, G2, G3), co pozwoliło na kompleksowe zbadanie wpływu tych czynników na rośliny.

Autor w rozdziale tym wymienił insektycydy, które stosowano w doświadczeniu w celu zwalczania mszyc i zmienika lucernowca, jednak nie podał informacji na temat dawek ich zastosowania. Brak tych danych ogranicza możliwość powtórzenia eksperymentu w przyszłości.

W pracy zastosowano zaawansowane metody statystyczne, w tym analizę wariancji (ANOVA), test Tukeya oraz analizę kanoniczną (CCA). Dzięki temu uzyskane wyniki są wiarygodne i możliwe do generalizacji. W pracy szczegółowo opisano sposób pomiaru parametrów morfologicznych i chemicznych, takich jak wysokość roślin, długość kwiatostanów, masa nasion, zawartość tłuszczu, steroli, tokoli czy karotenoidów.

Rozdział „**Wyniki badań**” został podzielony na siedem podrozdziałów, w których wyodrębniono dodatkowo podrozdziały niższego rzędu. Ten rozdział jest bardzo obszerny, zajmuje 65 stron maszynopisu. Wyniki przedstawiono w formie graficznej w 22 tabelach i na 29 wykresach oraz omówiono w tekście. Tabele zostały skonstruowane w sposób ułatwiający zapoznanie się z wynikami badań oraz opatrzone odpowiednimi odniesieniami do wyników

analizy statystycznej (litery a, b itd.). Doktorant, na podstawie uzyskanych wyników badań polowych, wykazał liczne zależności pomiędzy opadami i temperaturą, a plonem nasion, cechami morfologicznymi roślin i MTN komosy ryżowej. Uzyskane wyniki wskazują, że im wyższe temperatury w trakcie sezonu wegetacyjnego, tym rośliny komosy ryżowej są słabsze i mniejsze, kwiatostany wyższe, a w konsekwencji plon nasion jest mniejszy. Stwierdzono, że im wyższa suma opadów, tym liczba roślin po wschodach i przed zbiorem może się zmniejszać. Wykazano, że wraz ze wzrostem opadów rośliny komosy ryżowej są silniejsze, o większej masie i większym wzroście, kwiatostany szersze, w konsekwencji uzyskiwany plon nasion jest większy. Wraz ze wzrostem sumy opadów nasiona komosy ryżowej mogą charakteryzować się wyższą zawartością karotenoidów i pojemnością przeciwutleniającą się, natomiast mniejsza zawartością tokoli ogółem. Opady atmosferyczne mocniej wpływały na zawartość karotenoidów, witaminy E, kwasów tłuszczowych jednonienasyconych, wielonienasyconych, nasyconych, procentową zawartość tłuszczu w nasionach komosy ryżowej, a także na ich potencjał przeciwutleniający. Z kolei temperatura bardziej zaznaczała się w zawartości tokoli ogółem, stosunku kwasów omega 6 do omega 3 i w barwie nasion.

Autor w sposób systematyczny i przejrzysty przedstawił wyniki badań. Kluczowe odkrycia to:

1. **Wpływ nawożenia na cechy morfologiczne i plon:** Wyższe poziomy nawożenia (N2, N3) przyczyniały się do wzrostu wysokości roślin, długości kwiatostanów oraz masy nasion. Jednocześnie wysokie dawki nawożenia (N3) obniżały zawartość tłuszczu w nasionach, co może mieć znaczenie w kontekście jakości odżywczej.
2. **Gęstość siewu a cechy morfologiczne:** Optymalna gęstość siewu (G2) zapewniała najwyższy plon oraz korzystne parametry wzrostu roślin.
3. **Wpływ warunków atmosferycznych:** Warunki pogodowe, zwłaszcza opady w 2020 roku, istotnie modyfikowały wyniki, co podkreśla znaczenie czynników środowiskowych w uprawie komosy ryżowej.
4. **Właściwości chemiczne nasion:** Zastosowanie średniego poziomu nawożenia (N2) sprzyjało syntezie skwalenu i innych związków bioaktywnych, co ma znaczenie dla potencjalnych zastosowań przemysłowych.

W rozdziale „**Dyskusja**” - autor w przekonujący sposób odniósł się do wyników swoich badań w kontekście dostępnej literatury. Porównanie uzyskanych rezultatów z wynikami innych autorów potwierdza oryginalność oraz wartość naukową rozprawy. W pracy podkreślono znaczenie równowagi między intensywnością nawożenia a gęstością siewu dla

uzyskania optymalnego plonu i jakości nasion. Dyskusja jest rzetelna, choć miejscami brakuje głębszej analizy ekonomicznej zastosowanych wariantów agrotechnicznych.

Rozdział „**Wnioski**” zawiera 17 prawidłowo sformułowanych wniosków, które są spójne z przedstawionymi wynikami i odpowiadają na założone cele badawcze i mają znaczenie zarówno dla nauki, jak i praktyki rolniczej. W mojej ocenie najważniejsze wnioski to:

- Najwyższy plon nasion uzyskano przy nawożeniu N2 i gęstości siewu G2.
- Wyższe dawki nawożenia mogą negatywnie wpływać na zawartość tłuszczu w nasionach, choć zwiększają zawartość innych związków bioaktywnych.
- Gęstość siewu istotnie wpływa na cechy morfologiczne i plon nasion, a optymalna obsada wynosi około 35 roślin/m<sup>2</sup>.

„**Bibliografia**” – Autor powołał się na 213 pozycji piśmiennictwa, krajowego - (13) i zagranicznego - (200), co stanowi odpowiednio 6% i 94% dobrze dobranych do tematyki i celu rozprawy publikacji. Spośród 213 pozycji literatury ponad 64% cytowanych prac pochodzi z ostatnich 10 lat, co świadczy o dobrej znajomości piśmiennictwa i w miarę umiejętnym jego wykorzystaniu. Wiele pozycji było przy tym wielokrotnie przywołane w tekście np. Chaudhary i wsp. 2024, Chen i wsp. 2019, Gęsiński 2012, Jacobsen 2017, Ryan i wsp. 2007 czy Taaime i wsp. 2023.

Z obowiązku recenzenta muszę jednak wspomnieć o pewnych nieścisłościach.

Cytowanych w tekście pracy pozycji literaturowych: Gosiński (2021), Hernández – Ledesma (2017), Manjarres – Hernández i wsp. (2021), Van Minh i Nguyen (2021) nie znalazłem w spisie bibliografii. Poza tym Van Minh i wsp. (2022) jest w spisie dwukrotnie i nie wiadomo na którą z tych pozycji doktorant się powołuje. W takiej sytuacji pozycje powinny być oznaczone jako a i b. Autor powołuje się na pozycję COBORU (2020), natomiast w spisie literatury jest COBORU (2009). Cytowana pozycja na str. 23 i 111 Bendvis i wsp. (2014) w spisie bibliografii zamieszczona jest jako: Bendevis M. A., Sun Y., Shabala S., Rosenqvist E., Liu F., Jacobsen S. E., 2014. Differentiation of photoperiod-induced ABA and soluble sugar responses of two quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) cultivars. *J. Plant Growth Regul.*, 33, 562- 570. DOI: 10.1007/s00344-013-9406-9. Podobnie cytowana pozycja na str. 22 Santos-Buela i wsp. (2023) w spisie bibliografii zamieszczona jest jako: Santos-Buelga C., González-Paramás A. M., González-Manzano S., 2023. Phenolic acids and derivatives: Description, sources, properties, and applications. [W:] *Natural Secondary Metabolites: From Nature, Through Science, to Industry* (pp. 37-72). Cham: Springer International Publishing. DOI: 10.1007/978-3-031-18587-8\_3

### **Do mocnych strony rozprawy zaliczam:**

- **Nowatorskie podejście:** Badania nad komosą ryżową w warunkach europejskich są rzadkością.
- **Staranność metodyczna:** Kompleksowe podejście do badania wpływu nawożenia i gęstości siewu.
- **Znaczenie praktyczne:** Wyniki mogą być wykorzystane w praktyce rolniczej, szczególnie w kontekście zrównoważonego rolnictwa.

### **Uwagi krytyczne:**

1. **Analiza ekonomiczna:** Brakuje chociaż uproszczonej analizy opłacalności różnych wariantów nawożenia i gęstości siewu, co mogłoby być interesujące dla praktyki rolniczej.
2. **Przejrzystość tekstu:** Niektóre fragmenty, szczególnie w opisie wyników statystycznych, mogą być trudne do zrozumienia dla czytelnika spoza dziedziny rolnictwa.
3. **Dalsze perspektywy:** Warto byłoby wskazać możliwości wykorzystania wyników w innych regionach Europy o różnych warunkach środowiskowych.

### **Wniosek końcowy**

Oceniam pozytywnie przedłożoną rozprawę doktorską ze względu na jej wartości poznawcze i aplikacyjne. Jest opracowaniem naukowym, które wnosi wkład w rozwój wiedzy z zakresu agrotechniki i chemii nasion roślin uprawnych. Praca wyróżnia się wysokim poziomem merytorycznym, rzetelnością oraz potencjałem aplikacyjnym.

Uwagi krytyczne nie umniejszają znaczenia rozprawy doktorskiej mgra inż. Wojciecha Pilarskiego, należy je traktować jako podstawę do dyskusji oraz lepszego opracowania przygotowywanych publikacji naukowych lub ewentualnie przyszłej działalności naukowej.

Reasumując stwierdzam, iż przedłożona do recenzji rozprawa doktorska mgra inż. Wojciecha Pilarskiego pt. „**Wpływ gęstości siewu i nawożenia na cechy morfologiczne roślin, plon nasion i właściwości chemiczne komosy ryżowej (*Chenopodium quinoa* Willd)**” spełnia warunki określone w art. 13 Ustawy o Stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2024, poz. 1571). Wnoszę do Wysokiej Rady Naukowej Dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo Politechniki Bydgoskiej im. Jana i Andrzeja Śniadeckich o przyjęcie rozprawy i dopuszczenie Pana

mgra inż. Wojciecha Pilarskiego do dalszego etapu, jakim jest publiczna obrona rozprawy doktorskiej.

Praca wyróżnia się wysokim poziomem merytorycznym, nowatorskim podejściem oraz znaczącym wkładem w rozwój wiedzy w danej dziedzinie. Przedstawione badania są przeprowadzone rzetelnie, a wyniki wnoszą istotne wartości aplikacyjne i naukowe. Biorąc pod uwagę jakość opracowania, oryginalność tematu oraz jego potencjalny wpływ na rozwój nauki, uważam, że praca zasługuje na wyróżnienie stosowną nagrodą.

A handwritten signature in blue ink, reading "Leszek Majchrzak". The signature is written in a cursive style and is positioned above the printed name.

Prof. UPP dr hab. inż. Leszek Majchrzak