

Kraków, 4.11.2025 r.

Prof. dr hab. Edward Kunicki
Katedra Ogrodnictwa
Wydział Biotechnologii i Ogrodnictwa
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Recenzja pracy doktorskiej mgr inż. Anny Sobczak-Samburskiej

wykonana na podstawie Uchwały Nr 49/RiO/-2024/2025 Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo SGGW w Warszawie z dnia 11 września 2025 r, przedstawionej w piśmie Przewodniczącej Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo, dr hab. Elżbiety Wójcik-Gront, prof. SGGW

Ocena wyboru problematyki badawczej rozprawy doktorskiej

Polska należy do czołowych europejskich producentów papryki, warzywa wykazującego duże właściwości prozdrowotne. Według danych Agencji Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa w 2024 roku powierzchnia uprawy papryki wynosiła ponad 2,7 tys. ha, a jej udział w strukturze warzyw uprawianych pod osłonami oszacowano na około 37%. Na dużą skalę uprawiana jest w tunelach foliowych na rodzimej glebie, gdzie coraz poważniejszym problemem stają się różnego rodzaju zaburzenia powiązane z ogólnie pojętym stanem fizyko-chemicznym i fitopatologicznym gleby. Skutecznym rozwiązaniem tego problemu mogłoby być wdrożenie metody hydroponicznej, gdyż jej główną zaletą jest izolacja systemu korzeniowego rośliny od gleby oraz możliwość optymalizacji właściwości fizycznych i chemicznych środowiska korzeniowego roślin. W uprawach hydroponicznych częstym problemem jest niewłaściwe stężenie pożywki używanej podczas fertygacji (wysokie EC) prowadzące do zaburzeń homeostazy rośliny. Jednym z poważniejszych zaburzeń fizjologicznych papryki jest sucha zgnilizna wierzchołkowa owoców (ang. BER) mogąca prowadzić do znacznych strat ekonomicznych. W celu przeciwdziałania stresom abiotycznym Doktorantka postanowiła przebadać wpływ polifosforanów, kwasu salicylowego i doświetlania roślin lampami LED na rozwój i plonowanie papryki. Ze względu na to, że papryka wykazuje dużą wrażliwość na niestabilne warunki środowiska uprawy, problematyka badań dotycząca wpływu wyżej wymienionych czynników dobrze wpisuje się w aktualny nurt poszukiwania innowacyjnych rozwiązań agrotechnicznych prowadzących do uzyskania plonu papryki o wysokiej, szeroko rozumianej jakości, poprzez minimalizację zaburzeń fizjologicznych mogących wystąpić podczas uprawy w technologii hydroponicznej. Stąd też uważam, że podjęta przez Doktorantkę tematyka badawcza jest ważna zarówno z teoretycznego, jak i praktycznego punktu widzenia

Ocena formalna pracy

Przedstawiona do oceny praca pt. „Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na wzrost, plon i jakość owoców papryki słodkiej (*Capsicum annuum* L.) w uprawie hydroponicznej”, wykonana pod kierunkiem dr hab. inż. Katarzyny Kowalczyk, prof. SGGW i promotora pomocniczego dr Eweliny Pióro-Jabrucką, stanowi zbiór pięciu publikacji naukowych o jednolitej linii tematycznej. Ukazały się one w latach 2020-2025, w czasopiśmie o wysokich wskaźnikach naukowych. Ich sumaryczna punktacja wg MNiSW wynosi 470, a sumaryczny IF 17,975. Oceniana rozprawa doktorska napisana w języku polskim zawiera 72 strony maszynopisu, w tym streszczenie pracy w języku polskim i angielskim oraz wykaz skrótów występujących w tekście. Ponadto dołączono do niej kopie pięciu publikacji oraz oświadczenia współautorów. Została podzielona na 7 rozdziałów głównych: Wstęp, Przegląd literatury, Cel badań i hipotezy badawcze, Materiał i Metody, Wyniki i Dyskusja, Wnioski oraz Spis literatury, co jest zgodne z wytycznymi przyjętymi dla tego rodzaju prac.

W skład ocenianej pracy wchodzi następujące publikacje:

1. Sobczak A., Kowalczyk K., Gajc-Wolska, Kowalczyk W., Niedzińska M. 2020. Growth, yield and quality of sweet pepper fruit fertilized with polyphosphates in hydroponic cultivation with LED lightnig. *Agronomy* 10(10): 1560, (15 stron).
2. Sobczak A., Sujkowska-Rybowska M., Gajc-Wolsk J., Kowalczyk W., Borucki W., Kalaji H.M., Kowalczyk K. 2021. Photosynthetic efficiency and anatomical structure of pepper leaf (*Capsicum annuum* L.) transplants grown under high-pressure sodium (HPS) and light-emitting diode (LED) supplementary lighting system. *Plants* 10(10): 1975, (14 stron).
3. Sobczak A., Kućko A., Pióro-Jabrucka E., Gajc-Wolska J., Kowalczyk K. 2023. Effect of salicylic acid on the growth and development of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) under standard and high EC nutrient solution in aeroponic cultivation. *Agronomy* 13(3): 779, (15 stron).
4. Sobczak A., Pióro-Jabrucka E., Gajc-Wolska J., Kowalczyk K. 2024. Effect of salicylic acid and calcium on growth, yield, and fruit quality of pepper (*Capsicum annuum* L.) grown hydroponically. *Agronomy* 14(2): 329, (20 stron).
5. Sobczak-Samburska A., Pióro-Jabrucka E., Przybył J.L., Sieczko L., Kalisz S., Gajc-Wolska J., Kowalczyk K. 2025. Effect of foliar application of calcium and salicylic acid on fruit quality and antioxidant capacity of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) in hydroponic cultivation. *Agriculture* 15(1): 26, (25 stron).

Wszystkie publikacje są pracami zespołowymi (od 4 do 7 autorów), w których pani mgr inż. Anna Sobczak-Samburska ma wiodący udział, od 70 do 80%. We wszystkich była autorem koncepcji i metodologii badań, walidacji i analizy formalnej uzyskanych danych oraz autorem korespondencyjnym. Znaczący udział doktorantki w powstawanie tych publikacji nie budzi zastrzeżeń i wskazuje na dobre przygotowanie do prowadzenia badań naukowych. W celu sprawdzenia poprawności postawionych hipotez badawczych wykonano pięć doświadczeń, których rezultaty przedstawiono w wyżej wymienionych publikacjach

naukowych. Z uwagi na to, że publikacje te, stanowiące bazę rozprawy doktorskiej, były ocenione zarówno przez wydawców czasopism, jak i uznanych recenzentów, mogę stwierdzić, że Doktorantka dobrze opanowała zarówno warsztat badawczy, jak i technikę opracowywania artykułów naukowych.

Ocena merytoryczna pracy

Tytuł pracy „Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na wzrost, plon i jakość owoców papryki słodkiej (*Capsicum annuum* L.) w uprawie hydroponicznej” został sformułowany prawidłowo.

Wstęp, w którym w zarysie nakreślona została istota pracy, stanowi czytelne wprowadzenie w tematykę przeprowadzonych badań.

Przegląd literatury oparty o aktualne i istotne dla badanej tematyki publikacje (135 pozycji) wyczerpująco nakreśla najważniejsze kwestie związane z przeprowadzonymi doświadczeniami. W kolejnych podrozdziałach Doktorantka przedstawia charakterystykę papryki, kierunki rozwoju uprawy papryki pod osłonami w Polsce, znaczenie technologii LED w doświetlaniu roślin, rolę kwasu salicylowego w roślinach i jego praktyczne zastosowanie w uprawie warzyw, opisuje wybrane czynniki abiotyczne wpływające na obniżenie efektywności uprawy papryki oraz przyczyny często pojawiającego się zaburzenia fizjologicznego papryki jakim jest sucha zgnilizna wierzchołków owoców (ang. BER).

Uwagi: W rozdziale 1 („Przegląd literatury”) w podrozdziale 1.3. („Kierunki rozwoju uprawy papryki pod osłonami w Polsce”) prawdopodobnie mylnie powołano się na publikację [Krasniqi i Drvoshanova 2024] odnośnie do wielkości produkcji papryki w Polsce. Ponadto w mojej ocenie brakuje w nim informacji dotyczącej porównania uprawy hydroponicznej z aeroponiczną (zastosowaną w publikacji nr 3). Uważam, że tytuł podrozdziału 1.4.3. powinien zawierać skrót „SA” i przybrać następującą postać: „Kwas salicylowy (SA)”, ze względu na to, że tytuł podrozdziału (1.4.3.2) zawiera ten tylko ten skrót („Zastosowanie SA jako biostymulatora”). Problematyczny dla mnie jest także tytuł podrozdziału 1.5.2. („Zaburzenie fizjologiczne BER”), gdyż dotyczy on zaburzenia powszechnie znanego jako sucha zgnilizna wierzchołków owoców. Co prawda, termin BER jest wyjaśniony w wykazie skrótów (s. 15), ale bezpośrednie połączenie polskiej nazwy zaburzenia z angielskim skrótem wydaje mi się dość niefortunne. Lepiej byłoby zreagować ten tytuł następująco: „Sucha zgnilizna wierzchołków owoców (ang. BER)”.

Celem recenzowanej rozprawy była ocena wpływu wybranych czynników agrotechnicznych takich jak: doświetlanie lampami LED podczas produkcji rozsady papryki, nawożenie z użyciem polifosforanów oraz dolistna i dokorzeniowa aplikacja kwasu salicylowego na wzrost, plonowanie oraz na jakość i wartość odżywczą owoców papryki słodkiej w uprawie hydroponicznej. Doktorantka sformułowała następujące hipotezy badawcze:

1. Doświetlanie lampami LED korzystnie wpływa na wzrost oraz jakość rozsady papryki przeznaczonej do upraw hydroponicznych.

2. Zastosowanie polifosforanów do fertygacji w uprawach hydroponicznych wpływa na wzrost i metabolizm roślin papryki, co skutkuje wyższym plonowaniem.
3. Zastosowanie dolistne kwasu salicylowego stymuluje wzrost roślin papryki w warunkach stresu wywołanego wysokim EC pożywki do fertygacji roślin, poprawiając ich metabolizm.
4. Kwas salicylowy zwiększa odporność roślin papryki na niekorzystne warunki środowiskowe w uprawie hydroponicznej.
5. Dolistne stosowanie kwasu salicylowego poprawia plon oraz jakość owoców papryki w uprawie hydroponicznej – pod względem zawartości składników odżywczych, potencjału antyoksydacyjnego i cech sensorycznych.

Uwaga: Uważam, że punkt 2 powinien uzyskać następujące brzmienie: „Zastosowanie polifosforanów do fertygacji w uprawach hydroponicznych wpływa pozytywnie (korzystnie) na wzrost i metabolizm roślin papryki, co skutkuje wyższym plonowaniem”.

Doświadczenia przeprowadzone w latach 2018-2021 w szklarniach doświadczalnych i laboratoriach SGGW w Warszawie, dotyczyły następujących aspektów:

- 1) podczas produkcji rozsady badano wpływ doświetlania asymilacyjnego lampami LED w porównaniu z lampi HPS na wydajność fotochemiczną, strukturę anatomiczną liści oraz na jakość rozsady (publikacja 2).
- 2) w uprawie szklarniowej analizowano wpływ:
 - a) formy fosforu użytej w pożywce (polifosforany, ortofosforany) oraz doświetlania asymilacyjnego na plon i jakość owoców papryki słodkiej (publikacja 1),
 - b) kwasu salicylowego na wybrane parametry fizjologiczne i biochemiczne papryki uprawianej w systemie aeroponicznym w warunkach zwiększonego stężenia pożywki nawozowej (publikacja 3),
 - c) opryskiwania roślin 0,03% roztworem kwasu salicylowego i 0,7% roztworem azotanu wapniowego na wzrost roślin, wysokość plonu i jakość owoców papryki (publikacja 4),
 - d) dolistnego nawożenia roztworami kwasu salicylowego i wapnia na jakość fizykochemiczną, sensoryczną oraz potencjał oksydacyjny owoców papryki (publikacja 5).

Paprykę uprawiano w systemie hydroponicznym na wełnie mineralnej oraz w systemie aeroponicznym. Badania przeprowadzono z użyciem dwóch odmian papryki. Były to: ‘Aifos’ F₁ o owocach typu „block” i ‘Palermo’ o owocach wydłużonych, typu ‘Dulce Italiano’. W pierwszym etapie badań oceniano efektywność lamp LED, w porównaniu z lampami sodowymi (HPS), oraz efektywność nawożenia fosforowego w formie polifosforanów, w porównaniu z ortofosforanami. W drugim etapie podjęto badania dotyczące zastosowania

kwasy salicylowego, jako czynnika mogącego łagodzić skutki stresu abiotycznego u roślin papryki spowodowanego wysokim stężeniem pożywki (2-krotnie wyższym od standardowego) używanej do fertygacji. Oceniano wpływ tego kwasu aplikowanego dolistnie i dokorzeniowo, na określone parametry fizjologiczne i biochemiczne roślin uprawianych w systemie aeroponicznym. W kolejnych doświadczeniach badano wpływ opryskiwania roślin 0,03% roztworem kwasu salicylowego i 0,7% roztworem azotanu wapnia oraz roztworem zawierającym oba te składniki w tych samych stężeniach, na wybrane parametry morfologiczne i fizjologiczne roślin, wysokość plonu oraz szeroko rozumianą jakość owoców (objawy suchej zgnilizny wierzchołkowej owoców, twardość, barwa, zawartość wybranych substancji bioaktywnych, potencjał oksydacyjny oraz walory smakowe).

W kolejnych podrozdziałach rozdziału „Materiały i metody” Doktorantka szczegółowo opisała warunki w jakich przeprowadzono badania, terminy i zabiegi agrotechniczne, zakres wykonanych prac i metody badawcze. Na podkreślenie zasługuje szeroki zakres podjętych badań i konsekwentna realizacja zaplanowanych doświadczeń. Wymagało to od Doktorantki dużego zaangażowania i dobrej organizacji pracy, co niewątpliwie wiązało się z dużym nakładem pracy. Uważam, że badania te były dobrze przemyślane i konsekwentnie realizowane z zachowaniem logicznej sekwencji. Na uwagę zasługuje schemat badań (Ryc. 1), który w przejrzystej formie graficznej informuje o całości wykonywanych badań.

Rozdział „Wyniki i dyskusja” zawarty w czterech podrozdziałach, na sześciu i pół stronach maszynopisu, w sposób syntetyczny przedstawia najistotniejsze wyniki i ich porównanie z rezultatami uzyskanymi przez innych badaczy.

Na podstawie wyników uzyskanych z przeprowadzonych na szeroką skalę doświadczeń Doktorantka stwierdziła:

1. korzystny wpływ doświetlania rozsady papryki lampami LED na aparat systemu asymilacyjnego roślin poprzez zwiększenie grubości liści i liczby chloroplastów oraz parametrów fluorescencji chlorofilu *a*,
2. zwiększenie aktywności fotosyntetycznej liści oraz zwiększenie udziału plonu handlowego w plonie całkowitym poprzez zastosowanie 30% fosforu w formie polifosforanów w pożywce do uprawy hydroponicznej,
3. zróżnicowaną podatność na suchą zgniliznę wierzchołkową owoców (ang. BER), zróżnicowane parametry jakościowe owoców oraz zróżnicowaną aktywność antyoksydacyjną badanych odmian,
4. ograniczenie występowania objawów BER oraz aktywowanie mechanizmów obronnych związanych z metabolizmem antyoksydacyjnym poprzez egzogenną aplikację kwasu salicylowego, niezależnie od EC pożywki,
5. zwiększenie parametrów fluorescencji chlorofilu *a* w liściach papryki i zawartości karotenoidów w owocach, zwiększenie jędrności i soczystości owoców oraz odporności na BER poprzez łączne stosowanie kwasu salicylowego i wapnia,

6. poprawę właściwości prozdrowotnych owoców (duża zawartość kapsantyny, β -karotenu, luteiny i α -karotenu) wskutek dolistnej aplikacji kwasu salicylowego w stężeniu 0,03%,
7. dużą dodatnią korelację pomiędzy zawartością cukrów ogółem i stosunkiem cukrów do kwasów w owocach obu badanych odmian w przypadku opryskiwania roślin roztworem kwasu salicylowego wraz z roztworem azotanu wapnia.

Uważam, że z poznawczego punktu widzenia, ale przede wszystkim utylitarne, najważniejszym osiągnięciem przeprowadzonych doświadczeń, było wykazanie pozytywnego wpływu fosforanów i kwasu salicylowego na poprawę szeroko rozumianej jakości owoców papryki. W publikacjach 1 i 3 stwierdzono, że zastosowanie fosforanów i kwasu salicylowego prowadziło do modyfikowania parametrów fotosyntetycznych, ograniczenia negatywnych skutków stresu związanego z podwyższonym EC pożywki oraz do redukcji występowania suchej zgnilizny wierzchołków owoców. Polifosforany, będące rozpuszczalnymi formami fosforu, wykazują większą efektywność w porównaniu z ortofosforanami, dzięki czemu ich stosowanie w uprawach hydroponicznych umożliwia redukcję dawek nawozowych. W badaniach opisanych w publikacjach 4 i 5 wykazano, że dolistne stosowanie kwasu salicylowego i wapnia wpłynęło korzystnie na ograniczenie występowania suchej zgnilizny owoców papryki oraz przyczyniło się do poprawy cech sensorycznych takich jak: twardość, jędrność i smak. Ponadto zastosowanie kwasu salicylowego w stężeniu 0,03% wpłynęło na poprawę właściwości prozdrowotnych owoców papryki wyrażające się zwiększoną zawartością związków karotenoidowych (przede wszystkim kapsantyny, β -karotenu i luteiny) oraz wysoką aktywnością antyoksydacyjną i całkowitą zawartością związków fenolowych. Niemniej ważnym wynikiem przeprowadzonych badań było wykazanie korzystnego wpływu doświetlania lampami LED na wzrost i jakość rozsady papryki, co jest o tyle istotne, że to źródło światła w porównaniu z tradycyjnymi lampami HPS jest energooszczędne.

Wnioski zawarte przez Doktorantkę w pięciu punktach potwierdzają postawione hipotezy badawcze, aczkolwiek niektóre z punktów w moim odczuciu mogłyby być zmodyfikowane. Dotyczy to punktów 2 i 4, w których Doktorantka stwierdza, że zastosowanie fosforanów i kwasu salicylowego wpływa pozytywnie na wysokość plonu i jakość owoców szczególnie u odmian o większej podatności na BER. Uważam, że jest to nieuzasadnione stwierdzenie, gdyż w przeprowadzonych badaniach posłużono się tylko dwiema odmianami papryki, a uprzednio żadnej z nich nie zdefiniowano jako bardziej podatnej na BER. Ponadto u obu odmian stwierdzono korzystny wpływ tych czynników. Myślę, że lepiej byłoby sformułować wniosek, iż stwierdzono zróżnicowaną reakcję odmian na badane czynniki agrotechniczne. Ponadto sądzę, że można byłoby połączyć treści punktów 3 i 4 dotyczące zwiększenia odporności roślin papryki na niekorzystne warunki środowiskowe oraz treści punktów 4 i 5 dotyczące parametrów jakościowych owoców papryki.

W tym miejscu pragnę zaznaczyć, że przedstawione w recenzji uwagi, mające w dużej mierze charakter polemiczny, w żaden sposób nie umniejszają wartości merytorycznej rozprawy.

Odnosząc się do uzyskanych przez Doktorantki interesujących wyników, chciałbym poprosić o udzielenie podczas publicznej obrony dodatkowych wyjaśnień. Mianowicie:

1. Dlaczego w doświadczeniu nr 3 zdecydowano się na uprawę papryki metodą aeroponiczną?
2. Jakie były przesłanki do tego by w doświadczeniu nr 4 do opryskiwania roślin zastosować roztwory o określonych stężeniach (0,03% roztwór kwasu salicylowego i 0,7% azotanu wapnia)?

Podsumowanie i wniosek końcowy

Stwierdzam, że przedstawiona do oceny praca, stanowiąca zbiór opublikowanych i powiązanych tematycznie artykułów naukowych wraz z załączonym streszczeniem w języku angielskim, spełnia wymogi opisane w Art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r., Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2024 r. poz. 1571 z późn. zm.). Opracowanie koncepcji i metodologii badań oraz szeroki zakres przeprowadzonych doświadczeń świadczy o dużej ogólnej wiedzy teoretycznej pani mgr inż. Anny Sobczak-Samburskiej z zakresu dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo, dobrym rozeznaniu w światowej literaturze związanej z prowadzonymi badaniami, rzetelnym przygotowaniu merytorycznym oraz opanowaniu warsztatu badawczego, co prowadzi do stwierdzenia, że Doktorantka posiada duże predyspozycje zawodowe do prowadzenia badań naukowych. Potrafi zaprojektować proces badawczy, pozyskać i opracować materiał badawczy, dobrać odpowiednie metody badawcze i prawidłowo z nich korzystać. Rozprawa doktorska mgr inż. Anny Sobczak-Samburskiej stanowi oryginalne rozwiązanie problemu zdefiniowanego w tytule, wpisuje się w nurt badań związanych z poszukiwaniem metod uprawy papryki prowadzących do zwiększenia odporności roślin na niekorzystne warunki środowiska oraz uzyskania owoców o wysokiej jakości handlowej, prozdrowotnej i sensorycznej. Podjęty w rozprawie doktorskiej temat badawczy ma duże znaczenie zarówno w wymiarze poznawczym, jak i aplikacyjnym. Ten ostatni jest o tyle ważny, że Polska zaliczana jest do znaczących producentów papryki w Europie.

Podsumowując, uważam, że przedstawiona praca doktorska w pełni spełnia kryteria stawiane rozprawom doktorskim i tym samym daje podstawę do nadania stopnia naukowego doktora. Wnoszę więc do Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo SGGW w Warszawie o przyjęcie przedłożonej rozprawy i dopuszczenie Doktorantki do kolejnych etapów postępowania w sprawie nadania stopnia doktora w dziedzinie nauk rolniczych w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo.



dwadźmi
Studia Ogrodnictwa
Hydroterapii i Ogrodnictwa
ul. 29. Listopada 54, 31-425 Kraków

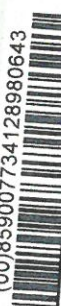
Dr P. Etyka Ksiazkarka
56 GW w Warszawie
Instytut Nauk Ogrodniczych
ul. Nowoursynowska 159
02-776 WARSZAWA

R

(00)859007734128980643



(00)859007734128980643



Poczta Polska

Oplata pobrana

gr

2025



PRIORYTET
PRIORITAIRE



RPJ/31601/2025 N
Data: 2025-11-07

