

Olsztyn, 14.11.2025 r.

Dr hab. inż. Anna Francke, prof. UWM
Wydział Rolnictwa i Leśnictwa
Katedra Agroekosystemów i Ogrodnictwa
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

R e c e n z j a

rozprawy doktorskiej mgr inż. Anny Sobczak-Samburskiej
pt. „**Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na wzrost roślin, plon i jakość
owoców papryki słodkiej (*Capsicum annuum* L.) w uprawie hydroponicznej**”

Podstawa wykonania recenzji

Recenzja została opracowana na podstawie uchwały Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie o powołaniu mnie na funkcję recenzenta w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora w dziedzinie nauk rolniczych w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo mgr inż. Annie Sobczak-Samburskiej zgodnie z pismem z dnia 12.09.2025.r. podpisanym przez Przewodniczącą Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Panią dr hab. Elżbietę Wójcik-Gront, prof. SGGW.

Recenzja dotyczy pracy doktorskiej wykonanej w Instytucie Nauk Ogrodniczych SGGW w Warszawie pod kierunkiem dr hab. Katarzyny Kowalczyk, prof. SGGW jako promotora oraz dr Eweliny Pióro-Jabruckiej jako promotora pomocniczego.

Podstawa prawna

Podstawą prawną sporządzenia recenzji w postępowaniu w sprawie nadania stopnia naukowego doktora jest ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (tj. Dz. U. 2024 r. poz. 1571 z późn. zm.).

Ocena podjętej problematyki badawczej

Papryka roczna (*Capsicum annuum* L.), a szczególnie jej słodkie odmiany, jest jedną z częściej uprawianych na świecie i w Polsce roślin warzywnych. W ostatnich latach obserwuje się stały wzrost zainteresowania uprawą i spożyciem tego gatunku. Wynika to z atrakcyjności sensorycznej owoców różnych typów i odmian papryki, a przede wszystkim ich wartości odżywczej i prozdrowotnej, co przekłada się na ich przydatność do bezpośredniego spożycia oraz do przetwórstwa kulinarnego i przemysłowego. Ponadto rosnące oczekiwania konsumentów dotyczące jakości warzyw a także wzrost świadomości konsumentów na temat problemu globalnego bezpieczeństwa żywnościowego skłaniają producentów do ciągłego doskonalenia technologii uprawy oraz funkcjonalnych właściwości żywności. Ważne też aby

mieć na uwadze, że poprawa jakości jadalnych części roślin warzywnych powinna iść w parze z maksymalizacją plonów z jednostki powierzchni przy jednoczesnej dbałości o środowisko.

Capsicum annuum L. jest gatunkiem termofilnym o długim okresie wegetacji i wysokich wymaganiach środowiskowych, glebowych i świetlnych. W Polsce papryka uprawiana jest przede wszystkim w tunelach foliowych nieogrzewanych metodą tradycyjną, w gruncie. Coraz częściej jednak producenci papryki, chcąc zapewnić roślinom możliwie jak najkorzystniejsze warunki wzrostu i rozwoju, wybierają również metody hydroponiczne w podłożach stałych, głównie matach uprawowych z włókna kokosowego lub wełny mineralnej.

W intensywniej produkcji warzywniczej, prowadzonej w nowoczesnych obiektach szklarniowych, kluczowe znaczenie dla efektywności fotosyntezy, prawidłowego wzrostu roślin, plonowania i jakości owoców mają czynniki środowiskowe i agrotechniczne. Zasadniczy wpływ ma odpowiednie zarządzanie światłem asymilacyjnym, dostępność składników pokarmowych oraz łagodzenie skutków stresów środowiskowych poprzez stosowanie biostymulatorów.

Wykorzystanie przez Doktorantkę w badaniach doświetlania lampami LED rozsady papryki słodkiej przeznaczonej do upraw hydroponicznych, użycie fosforu w formie polifosforanów do fertygacji w uprawie hydroponicznej oraz zastosowanie dolistne kwasu salicylowego w celu niwelowania stresu wywołanego wysokim EC pożywki do fertygacji roślin uważam za celowe i bardzo cenne.

Ocena formalna pracy

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska opracowana w oparciu o cykl 5 spójnych tematycznie publikacji naukowych (które zostały załączone w postaci kserokopii artykułów stanowiących osiągnięcie naukowe wraz z oświadczeniami dotyczącymi udziału kandydata i współautorów tych prac):

1. Sobczak, A., Kowalczyk, K., Gajc-Wolska, J., Kowalczyk, W., Niedzińska, M. 2020. *Growth, yield and quality of sweet pepper fruits fertilized with polyphosphates in hydroponic cultivation with LED lighting*. Agronomy, 10(10), 1560.
2. Sobczak, A., Sujkowska-Rybkowska, M., Gajc-Wolska, 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 systems*. Plants, 10(10), 1975.
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.

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.

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.

Artykuły zostały opublikowane w latach 2020-2025 w renomowanych czasopismach naukowych o zasięgu międzynarodowym, indeksowanych w bazie JCR: Agronomy 2020 (IF₂₀₂₀=3,417, 100 pkt MNiSW), Agronomy 2023 (IF₂₀₂₃=3,3, 100 pkt MNiSW) i Agronomy 2024 (IF₂₀₂₄=3,3, 100 pkt MNiSW), Plants 2021 (IF₂₀₂₁=4,658, 70 pkt MNiSW) oraz Agriculture 2025 (IF₂₀₂₅=3,3, 100 pkt MNiSW). Łączna liczba punktów wg MNiSW wynosi 470 a sumaryczny wskaźnik IF= 17,975.

Wszystkie z publikacji zostały opracowane zespołowo, ale w każdej z nich Pani mgr inż. Anna Sobczak-Samburska jest pierwszą autorką, wnoszącą istotny wkład w ich powstanie (od 70 do 80%), który polegał na konceptualizacji, opracowaniu metodologii, walidacji, analizie formalnej, prowadzeniu badań, zarządzaniu zasobami, gromadzeniu danych, przygotowaniu pierwotnej wersji tekstów oraz ich recenzji i redakcji oraz opracowaniu wizualizacji i sprawowaniu nadzoru.

Rozprawa rozpoczyna się od spisu treści, streszczeń w języku polskim angielskim, wykazu publikacji będących podstawą rozprawy doktorskiej oraz wykazu używanych skrótów. Część opisową pracy stanowią rozdziały: Wstęp, Przegląd literatury, Cel badań i Hipotezy badawcze, Materiały i Metody, Wyniki i Dyskusja, Wnioski i Spis literatury.

Bazę bibliograficzną autoreferatu rozprawy stanowią 135 pozycje literatury, w zdecydowanej większości anglojęzycznej, które ściśle dotyczą problematyki badawczej. Większość z nich została wydana w ciągu ostatnich 10 lat.

Integralnym elementem rozprawy są zamieszczone przez Doktorantkę na końcu opracowania kserokopie artykułów stanowiących osiągnięcie naukowe oraz oświadczenia o współautorstwie i procentowym udziale w powstaniu tych prac.

Ocena merytoryczna pracy

Cel badań oraz hipotezy badawcze zostały precyzyjnie i jasno sformułowane. Celem podjętych badań, które zostały przedstawione w załączonych publikacjach, była ocena wpływu

wybranych czynników agrotechnicznych na wzrost, plonowanie oraz jakość i wartość prozdrowotną owoców papryki słodkiej w uprawie hydroponicznej.

Część podjętych przez Doktorantkę badań dotyczyła oceny efektywności doświetlania światłem LED, w porównania do lamp sodowych, produkowanej w podłożu mineralnym rozsady papryki. Zaobserwowano odmienną wrażliwość genotypową papryki na spektrum światła. Rozsada papryki odmiany 'Aifos' produkowana pod lampami LED charakteryzowała się wyraźnie silniejszym wzrostem oraz większą liczbą liści w porównaniu z roślinami rosnącymi pod lampami HPS. Efektu takiego nie zaobserwowano u odmiany 'Palermo'. Doświetlanie rozsady światłem LED, co wykazały pomiary indeksu SPAD, wpłynęło na zwiększoną zawartość chlorofilu w tkankach liści, co jest potwierdzeniem przewagi spektrum emitowanego przez lampy LED nad spektrum HPS w kontekście efektywności fotosyntetycznej. U rozsady doświetlanej LED zaobserwowano ponadto wzrost o 30-45% wskaźnika wydajności fotosystemu (PI) mimo, iż wybrane parametry fluorescencji chlorofilu α , takie jak efektywna wydajność kwantowa PSII (ϕ PSII) i maksymalna wydajność kwantowa PSII (F_v/F_m) były niższe u roślin doświetlanych LED niż u roślin doświetlanych lampami sodowymi. Szczegółowa analiza mikroskopowa wykazała wzrost grubości liści papryki, przede wszystkim poprzez pogrubienie miększu palisadowego i gąbczastego, oraz zwiększenie liczby aparatów szparkowych pod wpływem zastosowanego w trakcie produkcji rozsady oświetlenia LED.

Kolejnym aspektem badań było zastosowanie zróżnicowanych form nawożenia dokorzeniowego i dolistnego roślin papryki. Równomiernemu rozwojowi systemu korzeniowego i części nadziemnych sprzyjało zbilansowane nawożenie dokorzeniowe, zapewniające roślinom dostępność makro- i mikrośladników mineralnych bezpośrednio w strefie korzeniowej, co przekładało się na ich efektywne pobieranie i intensywny przyrost biomasy. Uzupełnieniem takiego nawożenia były zabiegi dolistne mające na celu uzupełnienie niedoborów składników mineralnych, poprawę kondycji fizjologicznej roślin, szczególnie w warunkach stresowych. Jak pokazują wyniki obserwacji zabiegi dolistne z wykorzystaniem soli wapnia oraz mieszanin kwasu salicylowego z wapniem mogły wpłynąć na usztywnienie i większą odporność mechaniczną tkanek poprzez wzrost zawartości pektynianów wapnia w ścianach komórkowych. Fosfor jest jednym z niezbędnych dla roślin makroelementów, uczestniczącym w podstawowych procesach komórkowych (fotosynteza, oddychanie, fosforylacja enzymów, ekspresja genów). Tradycyjne nawozy fosforowe zawierają ortofosforany, których biodostępność, szczególnie przy skrajnych wartościach pH, jest niska. Polifosforany są rozpuszczalnymi formami fosforu o strukturze polimerowej i cechują się

wyższą efektywnością. Przeprowadzone badania wykazały, że zastosowanie do fertygacji w uprawie hydroponicznej papryki fosforu w formie polifosforanów oraz dodatkowo kwasu salicylowego może modyfikować parametry fotosyntetyczne roślin i ograniczać negatywne skutki czynników stresowych, takich jak wysokie EC pożywki. Kwas salicylowy, zastosowany bezpośrednio w strefie systemu korzeniowego papryki oraz dolistnie wyraźnie redukował objawy suchej zgnilizny owoców papryki (BER), szczególnie u bardziej podatnej na ten rodzaj zaburzeń fizjologicznych odmiany 'Palermo'.

Przedmiotem kolejnych interesujących i cennych badań była ocena wpływu kwasu salicylowego na jakość i cechy sensoryczne owoców papryki. Niezwykle istotna dla zdrowia jest obecność w diecie człowieka związków antyoksydacyjnych, mających zdolności do neutralizacji wolnych rodników tlenowych oraz reaktywnych form azotu. Najważniejsze z nich to przede wszystkim polifenole (w tym flawonoidy, kwasy fenolowe, stilbeny, lignany), witaminy C i E, karotenoidy (β -karoten, likopen, luteina) oraz niezbędne dla prawidłowego działania enzymów redoksowych związki mineralne (tj. cynk, mangan, selen). Wykazano, że dolistne aplikacje wapnia i kwasu salicylowego przyczyniły się do poprawy cech sensorycznych owoców papryki, takich jak twardość, jędrność oraz smak słodki. Zaobserwowano jednak wyraźne różnice pomiędzy badanymi odmianami. Wyższą ocenę sensoryczną uzyskały owoce odmiany 'Palermo', które charakteryzowały się większą zawartością suchej masy i cukrów, natomiast owoce odmiany 'Aifos' związków bioaktywnych, w tym karotenoidów i witaminy C. Egzogenna aplikacja kwasu salicylowego istotnie wpłynęła na zwiększenie aktywności antyoksydacyjnej owoców papryki uprawianej w systemie aeroponicznym w warunkach stresowych wynikających z podwyższonej przewodności elektrycznej pożywki (EC). Zastosowanie kwasu salicylowego w formie dolistnej oraz bezpośrednio do strefy korzeniowej w warunkach wysokiego EC prowadziło do istotnego zwiększenia aktywności enzymów antyoksydacyjnych – katalazy i dysmutazy ponadtlenkowej. Owoce papryki uprawianej hydroponicznie w matach z wełny mineralnej i opryskiwanej dolistnie SA, charakteryzowały się podwyższoną zawartością związków karotenoidowych. Jagody obydwu testowanych odmian zawierały więcej kapsantyny, β -karotenu, luteiny i α -karotenu. Owoce traktowane SA charakteryzowały się również wysoką aktywnością antyoksydacyjną, niezależnie od zastosowanej do jej oceny metody (zdolności do zmiatania wolnych rodników w teście DPPH, zdolności redukcji rodników ABTS oraz całkowitej zawartości związków fenolowych).

Opisane wyniki zostały przez Doktorantkę podsumowane w postaci 5 dobrze udokumentowanych wniosków, które w pełni odpowiadają na postawione cele pracy.

Autoreferat pracy doktorskiej Pani mgr inż. Anny Sobczak-Samburskiej został pod względem edytorskim poprawnie i starannie opracowany, a pod względem formalnym i merytorycznym spełnia wymogi stawiane pracom doktorskim. Jak nadmieniono już wcześniej integralną częścią rozprawy jest pięć artykułów, które zostały opublikowane w międzynarodowych czasopismach naukowych posiadających współczynnik wpływu (IF) i były recenzowane krytycznie przez specjalistów.

Podsumowanie

Opublikowany cykl artykułów naukowych, składających się na rozprawę doktorską Pani mgr inż. Anny Sobczak-Samburskiej, stanowi spójne opracowanie, świadczące o tym, że Doktorantka potrafi trafnie stawiać hipotezy badawcze, poprawnie weryfikować wyniki i wyciągać właściwe wnioski. Materiał i metody przyjęte w omawianej rozprawie są prawidłowe, standardowe w tego rodzaju badaniach i nie budzą zastrzeżeń. Są one stosowane powszechnie w tego typu badaniach, co czyni uzyskane w pracy wyniki wiarygodnymi i porównywalnymi z literaturą. Wyniki prezentowane w formie tabel i rysunków a także fotografii w poszczególnych artykułach naukowych są oryginalne a ich analiza pozwoliła na wyciągnięcie prawidłowych wniosków.

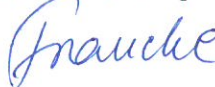
Wniosek końcowy

Rozprawa doktorska Pani mgr inż. Anny Sobczak-Samburskiej jest osiągnięciem twórczym w zakresie hydroponicznej uprawy papryki słodkiej i stanowi ważny wkład do istniejących technologii uprawy tego gatunku pod osłonami.

Na podstawie przedstawionej przez mgr inż. Annę Sobczak-Samburską rozprawy doktorskiej stwierdzam, że ze względu na wysoki poziom naukowy i wartości poznawcze oraz aplikacyjne spełnia ona wymogi stawiane rozprawom doktorskim zgodnie z art. 187 ustawy z dn. 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2024 poz. 1571) i wnosi nowe elementy do dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo.

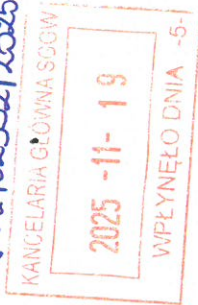
W związku z tym stawiam wniosek do Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogródnictwo Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie o przyjęcie rozprawy doktorskiej mgr inż. Anny Sobczak-Samburskiej i dopuszczenie jej do dalszych etapów postępowania w sprawie nadania stopnia doktora w dziedzinie nauk rolniczych w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo.

Dr hab. Anna Francke, prof. UWM



UNIWERSYTET WARMIŃSKO-MAZURSKI
w Olsztynie
Wydział Rolnictwa i Leśnictwa
Katedra Agroekosystemów i Ogrodnictwa
10-727 Olsztyn, Plac Łódzki 3
tel. 89 523 48 27

PPU/32992/2025N



OPŁATA POBRANA
TAXE PERÇUE - POLOGNE
Umowa z Poczta Polska S.A.
ID 518459/W



dyktando



Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego Instytut Nauk
Ogrodniczych
Nowoursynowska 159
02-776 Warszawa

PRIORETYT
2P0

(00)859007734181624836

R



(00)859007734181624836

(00)859007734181624836

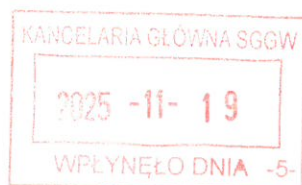


Poczta Polska

2025

Olsztyn, 14.11.2025 r.

Dr hab. inż. Anna Francke, prof. UWM
Wydział Rolnictwa i Leśnictwa
Katedra Agroekosystemów i Ogrodnictwa
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie



szanowna Pani
dr hab. Elżbieta Wójcik-Gront, prof. SGGW
Przewodnicząca Rady Dyscypliny Rolnictwo
i Ogrodnictwo SGGW w Warszawie

Szanowna Pani Profesor,

dziękuję za powierzenie mi funkcji recenzenta rozprawy doktorskiej mgr inż. Anny Sobczak-Samburskiej pt. **„Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na wzrost roślin, plon i jakość owoców papryki słodkiej (*Capsicum annuum* L.) w uprawie hydroponicznej”** wykonanej w Instytucie Nauk Ogrodniczych SGGW w Warszawie pod kierunkiem dr hab. Katarzyny Kowalczyk, prof. SGGW jako promotora oraz dr Eweliny Pióro-Jabruckiej jako promotora pomocniczego.

W załączeniu przesyłam komplet dokumentów – 2 odręcznie podpisane egzemplarze recenzji pracy, rachunek oraz podpisany protokół zdawczo-odbiorczy dzieła.

Z wyrazami szacunku

