

Warszawa 30 czerwca 2026

prof. dr hab. Ewelina Hallmann
Katedra Żywności Funkcjonalnej,
Ekologicznej i Towaroznawstwa
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

RECENZJA

Rozprawy doktorskiej mgr inż. Jana Piecko

**„Wpływ zastosowania ultradźwięków na zawartość związków bioaktywnych i
właściwości reologiczne przetworów z wybranych owoców jagodowych”**

promotor pracy: dr hab. Monika Mieszczakowska-Frąc, prof. IO

Praca została wykonana w Zakładzie Przechowalnictwa i Przetwórstwa Instytutu
Ogrodnictwa – Państwowy Instytut Badawczy w Skierniewicach.

Ocenę rozprawy doktorskiej wykonałam na zlecenie Przewodniczącego Rady Naukowej Instytutu Ogrodnictwa – Państwowego Instytutu Badawczego, prof. dr. hab. Grzegorza Łysiaka, zgodnie z uchwałą Rady Naukowej Instytutu Ogrodnictwa – Państwowego Instytutu Badawczego z dnia 29 marca 2023 r. oraz na podstawie art. 29 ust. 2 pkt 14 ustawy z dnia 30 kwietnia 2010 r. o instytutach badawczych (Dz.U. z 2024 r. poz. 534, z późn. zm.), w dziedzinie nauk rolniczych, w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo

Ocena wyboru i znaczenia podjętej tematyki badawczej

Owoce jagodowe, do których zaliczamy między innymi: truskawki, borówki, maliny, od wieków stanowią ważny element diety człowieka. Początkowo pozyskiwano je głównie ze stanowisk naturalnych, natomiast wraz z rozwojem ogrodnictwa i nowoczesnych technik uprawy rozpoczęto ich pozyskiwanie na coraz większą skalę. Ze względu na bardzo atrakcyjny smak, aromat oraz wysoką zawartość związków bioaktywnych owoce te zyskały dużą popularność nie tylko w Polsce, ale i na świecie. Warto podkreślić, że to właśnie Polska jest największym producentem malin i porzeczek w UE oraz zajmuje drugie miejsce w produkcji

borówki amerykańskiej i truskawek, będąc jednocześnie znaczącym producentem agrestu i aronii. W 2025 roku Polska pozostawała jednym z najważniejszych producentów owoców jagodowych w Unii Europejskiej, utrzymując pozycję lidera w produkcji malin i porzeczek oraz należąc do czołowych producentów truskawek i borówki wysokiej. Polska odgrywa również istotną rolę w europejskim handlu owocami jagodowymi i ich przetworami, w szczególności mrożonymi owocami. Wśród gatunków o największym znaczeniu gospodarczym w Unii Europejskiej nadal dominują truskawki, a następnie maliny, porzeczki oraz borówki, których produkcja i konsumpcja wykazują tendencję wzrostową. Z punktu widzenia żywieniowego, owoce jagodowe są bardzo bogatym źródłem witamin, składników mineralnych, błonnika pokarmowego oraz związków bioaktywnych, w szczególności polifenoli o silnych właściwościach przeciwutleniających. Regularne spożywanie owoców jagodowych może przyczyniać się do zmniejszenia ryzyka rozwoju chorób układu sercowo-naczyniowego, cukrzycy typu 2 oraz niektórych nowotworów. Ponadto związki obecne w tych owocach wykazują działanie przeciwzapalne i wspierają prawidłowe funkcjonowanie układu odpornościowego. Współczesne badania naukowe wskazują również na ich korzystny wpływ na funkcje poznawcze oraz procesy starzenia organizmu, w tym zapobieganiu rozwojowi licznych chorób neurodegeneracyjnych jak choroba Parkinsona i Alzheimerera. Z tego względu truskawki, borówki, maliny czy porzeczki są uznawane za jedno z najcenniejszych owoców w profilaktyce zdrowotnej i żywieniu człowieka.

Owoce jagodowe stanowią jedną z najważniejszych grup surowców wykorzystywanych w przetwórstwie owocowo-warzywnym ze względu na wysoką wartość odżywczą, atrakcyjne cechy sensoryczne oraz bogactwo związków bioaktywnych. Są one powszechnie stosowane do produkcji soków, nektarów, koncentratów, dżemów, marmolad, mrożonek, suszu oraz produktów fermentowanych. Szczególne znaczenie technologiczne owoców jagodowych wynika z wysokiej zawartości polifenoli, antocyjanów, witaminy C oraz błonnika pokarmowego, które wpływają na jakość zdrowotną produktów finalnych. Przetwarzanie owoców jagodowych umożliwia wydłużenie ich trwałości oraz ograniczenie strat poprodukcyjnych wynikających z sezonowości i dużej nietrwałości świeżego surowca. Ponadto produkty otrzymywane z owoców jagodowych cieszą się dużym zainteresowaniem odbiorców, co przyczynia się do dynamicznego rozwoju sektora przetwórczego. W ostatnich latach

obserwuje się również wzrost znaczenia innowacyjnych technologii przetwarzania, takich jak wysokociśnieniowe utrwalanie żywności (HPP), suszenie sublimacyjne, czy zastosowanie pulsacyjnego pola elektrycznego (PEF). W grupie tych nowoczesnych metod zastosowanie ultradźwięków nadal jest metodą mało poznaną i bardzo obiecującą w zakresie wytwarzania produktów o wysokiej jakości biologicznej i sensorycznej dla konsumenta.

Ogólna ocena pracy

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska oparta jest na zbiorze publikacji w recenzowanych czasopismach z listy JCR, w których doktorant w sposób nie ulegający wątpliwościom dokonał weryfikacji postawionych w pracy hipotez badawczych. Publikacje ujęte w dysertacji są publikacjami doświadczalnymi, badawczymi. Jedna z publikacji (Publikacja 2) została opublikowana w czasopiśmie w języku polskim, zaś trzy pozostałe (Publikacja 1, 3, i 4) w czasopismach obcojęzycznych. W skład dysertacji doktorskiej wchodzi następujące publikacje:

1.1. Publikacja 1

Piecko, J.; Mieszczakowska-Frać, M.; Celejewska, K.; Szwejdą-Grzybowska, J. 2024. Impact of Ultrasound Pretreatment on Juice Yield and Bioactive Content in Juice Produced from Selected Berries Fruit. *Foods*, 13, 1231.

DOI: <https://doi.org/10.3390/foods13081231>

Impact Factor: 5.1, MNiSW 100 pkt.

1.2. Publikacja 2

Piecko J.; Mieszczakowska-Frać M.; Szwejdą-Grzybowska J.; Celejewska K. 2024. Wpływ rodzaju homogenizacji na właściwości reologiczne i zawartość związków bioaktywnych w mętnym soku z truskawek. *Żywność. Nauka. Technologia*.

Jakość, 31, 3(140), 171-185.

DOI: <https://doi.org/10.15193/zntj/2024/140/517>.

Impact Factor: brak, MNiSW 20 pkt.

1.3. Publikacja 3

Piecko, J.; Mieszczakowska-Frać, M.; Celejewska, K.; Dickinson, N.; Szwejdą-Grzybowska, J. Effect of Ultrasound-Assisted Convective Drying on the Content of Bioactive Compounds and Drying Rate of Strawberry Slices. *Applied Sciences* 2025, 15, 8947.

DOI: <https://doi.org/10.3390/app15168947>.

Impact Factor: 2.5, MNiSW 100 pkt.

1.4. Publikacja 4

Piecko, J.; Mieszczakowska-Frać, M.; Dickinson, N.J.; Wrzodak, A.; Celejewska, K.; Frøst, M.B.; Lange, B.; Dandanell, C.; Lewandowicz, J.; Jankowska, P. 2026. Ultrasound Treatment in Berry Puree Production: Effects on Sensory, Rheological, and Chemical Properties. *Molecules*, 31, 260.
DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules31020260>.
Impact Factor: 4.6 , MNiSW 140 pkt.

Cel rozprawy został sformułowany w sposób jasny i odpowiada zakresowi badań przedstawionych w cyklu publikacji. Obejmuje on ocenę wpływu zastosowania ultradźwięków podczas produkcji przecierów, soków i suszu z wybranych owoców jagodowych na zawartość związków bioaktywnych oraz właściwości reologiczne otrzymanych produktów. Cele szczegółowe są logicznie powiązane z celem głównym i odzwierciedlają kolejne etapy realizacji programu badawczego – od wspomaganie ekstrakcji związków bioaktywnych, poprzez ocenę zmian właściwości reologicznych i sensorycznych produktów, aż po analizę procesu suszenia oraz określenie optymalnego etapu zastosowania ultradźwięków w technologii produkcji przecierów.

Na pozytywną ocenę zasługuje również sformułowanie trzech hipotez badawczych, które pozostają w ścisłym związku z celem pracy i zakresem przeprowadzonych badań. Hipotezy dotyczą wpływu ultradźwięków na zawartość związków bioaktywnych, właściwości reologiczne oraz jakość sensoryczną produktów z owoców jagodowych, a także porównania efektywności suszenia wspomaganego ultradźwiękami z suszeniem konwekcyjnym. Zostały one zweryfikowane w ramach poszczególnych publikacji wchodzących w skład rozprawy, co świadczy o dobrze zaplanowanej koncepcji badawczej.

Należy jednak zauważyć, że cel główny dysertacji doktorskiej nie odzwierciedla w pełni całego zakresu ocenianych parametrów jakościowych. W szczególności nie uwzględnia jakości sensorycznej produktów, mimo że zagadnienie to zostało ujęte zarówno w trzeciej hipotezie badawczej, jak i stanowiło istotny element badań przedstawionych w jednej z publikacji. Jest to jednak uwaga o charakterze redakcyjnym, która nie wpływa na merytoryczną wartość rozprawy. W mojej ocenie zarówno cel pracy, jak i sformułowane hipotezy badawcze są poprawne, wzajemnie spójne i zostały w pełni zrealizowane. Przedstawione wyniki badań pozwoliły na ich weryfikację oraz stanowią wartościowy wkład w rozwój wiedzy dotyczącej zastosowania ultradźwięków w technologii przetwórstwa owoców jagodowych.

Szczegółowa ocena pracy

Przedstawiona rozprawa doktorska charakteryzuje się przejrzystym i logicznym układem, typowym dla współczesnych rozpraw przygotowywanych w formie cyklu tematycznie powiązanych publikacji naukowych. Autor pracy nie ograniczył się do zestawienia opublikowanych artykułów, lecz opracował spójne opracowanie syntetyzujące, obejmujące aktualny przegląd piśmiennictwa, jasno określony cel i hipotezy badawcze, zakres badań oraz opis zastosowanych materiałów i metod badawczych. Na szczególne podkreślenie zasługuje rozdział poświęcony dyskusji wyników i osiągnięć naukowych, w którym Doktorant dokonał kompleksowej syntezy rezultatów uzyskanych w ramach wszystkich publikacji, wskazując ich wzajemne powiązania oraz znaczenie naukowe i aplikacyjne. Taki sposób prezentacji wyników umożliwia całościową ocenę osiągnięcia naukowego oraz pozwala prześledzić tok rozumowania Doktoranta i konsekwentną realizację założonego programu badawczego. W mojej ocenie przyjęta konstrukcja rozprawy jest właściwa, odpowiada wymaganiom stawianym rozprawom doktorskim przygotowywanym w formie cyklu publikacji i ułatwia ocenę zarówno wartości naukowej przedstawionych badań, jak i wkładu Doktoranta w rozwój dyscypliny. Zamieszczony w pracy cykl publikacji został uzupełniony bardzo obszernym opracowaniem stanowiącym integralną część rozprawy doktorskiej, które w sposób uporządkowany i spójny syntetyzuje zagadnienia będące przedmiotem badań. Na szczególną uwagę zasługuje przygotowany przez Doktoranta przegląd aktualnego piśmiennictwa, obejmujący charakterystykę owoców jagodowych, ich wartość prozdrowotną, wybrane aspekty przetwórstwa oraz możliwości wykorzystania ultradźwięków w technologii żywności. Przegląd literatury stanowi wartościowe wprowadzenie do części eksperymentalnej i uzasadnia podjęcie przedstawionej problematyki badawczej. Cennym elementem opracowania jest również syntetyczne omówienie wyników uzyskanych w ramach poszczególnych publikacji oraz ich wspólna dyskusja, pozwalająca na ocenę osiągnięcia naukowego jako spójnej całości. Rozprawa została wzbogacona licznymi rycinami, schematami i tabelami, które w przejrzysty sposób ilustrują prezentowane treści oraz ułatwiają ich interpretację.

Rozdział Materiał badawczy i metody badań został opracowany w sposób przejrzysty i logiczny, a zakres przedstawionych informacji jest adekwatny do charakteru rozprawy przygotowanej w formie cyklu publikacji naukowych. Wszystkie szczegóły i procedury

badawcze zostały szczegółowo opisane w poszczególnych publikacjach, stanowiących podstawę ocenianej dysertacji doktorskiej. W prezentowanej pracy Doktorant szczegółowo scharakteryzował materiał badawczy oraz zastosowane rozwiązania technologiczne, przedstawiając zarówno sposób wykorzystania ultradźwięków w procesie produkcji soków, przecierów i suszu z owoców jagodowych, jak i schematy przeprowadzonych doświadczeń. Na pozytywną ocenę zasługuje zamieszczenie czytelnych schematów eksperymentalnych, które ułatwiają zrozumienie przebiegu badań oraz wzajemnych zależności pomiędzy poszczególnymi doświadczeniami. Dobór metod badawczych należy uznać za właściwy i odpowiadający celowi pracy oraz postawionym hipotezom badawczym. Zastosowane metody analityczne i technologiczne umożliwiły kompleksową ocenę wpływu obróbki ultradźwiękowej na właściwości fizykochemiczne, reologiczne, sensoryczne oraz zawartość związków bioaktywnych w badanych produktach, co świadczy o dobrym przygotowaniu metodologicznym Doktoranta. Pewien niedosyt może budzić fakt, że opis metod badawczych ma w wielu miejscach charakter syntetyczny, odsyłający czytelnika do poszczególnych publikacji. Oczywiście jest to rozwiązanie często stosowane w rozprawach opartych na cyklu publikacji, jednak w kilku przypadkach nieco szersze uzasadnienie wyboru parametrów procesu sonikacji oraz zastosowanych metod analitycznych mogłoby dodatkowo ułatwić ocenę koncepcji badawczej bez konieczności sięgania do pełnych tekstów artykułów. Uwagi te mają jednak charakter redakcyjny i nie wpływają na pozytywną ocenę tej części rozprawy.

W ocenie rozdziału Dyskusja wyników i w odniesieniu do pierwszej publikacji należy wskazać, że ta część dysertacji doktorskiej została opracowana w sposób merytorycznie dojrzały i stanowi wartościowy element pracy. Doktorant nie ograniczył się do syntetycznego omówienia uzyskanych wyników, lecz przedstawił ich pogłębioną interpretację w świetle aktualnego stanu wiedzy oraz dostępnych doniesień literaturowych. Z przeprowadzonych badań jednoznacznie wynika, że zastosowanie ultradźwięków jako obróbki wstępnej miazgi owocowej może istotnie zwiększać wydajność procesu tłoczenia soku oraz sprzyjać poprawie retencji wybranych związków bioaktywnych. Na szczególne podkreślenie zasługuje wykazanie zróżnicowanej reakcji poszczególnych gatunków owoców jagodowych na zastosowaną obróbkę ultradźwiękową, co wskazuje, że efektywność tej technologii jest w znacznym stopniu determinowana właściwościami surowca. Uzyskane wyniki mają istotne znaczenie zarówno z



poznawczego, jak i aplikacyjnego punktu widzenia, gdyż wskazują na konieczność indywidualnego doboru parametrów procesu do właściwości przetwarzanego materiału roślinnego. Autor w sposób trafny odniósł uzyskane rezultaty do danych literaturowych oraz właściwie wskazał ich znaczenie dla dalszej optymalizacji procesów technologicznych stosowanych w przetwórstwie owoców jagodowych. Podczas oceniania tej części pracy nasunęło mi się pytanie, które chciałam skierować do Doktoranta:

„W pracy wykazał pan bardzo zróżnicowaną reakcję poszczególnych gatunków owoców jagodowych na obróbkę ultradźwiękową. W tym kontekście tego faktu, czy może pan wyjaśnić mechanizm odpowiedzialnych za brak oczekiwanego efektu w przypadku czarnej porzeczki oraz wskazanie, które cechy morfologiczne lub fizykochemiczne badanego surowca mogły determinować uzyskane wyniki.”

Ocena kolejnej części rozdziału dyskusja powiązanego z Publikacją nr 2. W mojej ocenie druga publikacja przedstawia wyższy poziom merytoryczny niż pierwsza z prac wchodzących w skład rozprawy. Badania zostały właściwie zaplanowane i zrealizowane, a ich wyniki mają zarówno wartość poznawczą, jak i wyraźny potencjał aplikacyjny w zakresie technologii produkcji soków mętnych. Na szczególne podkreślenie zasługuje wykazanie, że wpływ homogenizacji na właściwości jakościowe soku nie jest jednoznaczny i nie ogranicza się wyłącznie do zmniejszenia wielkości cząstek, lecz stanowi rezultat bardziej złożonych zależności zachodzących w układzie koloidalnym. Pewnym ograniczeniem pracy jest natomiast brak analiz umożliwiających pełniejsze wyjaśnienie mechanizmów odpowiedzialnych za obserwowaną stabilność zmętnienia, w szczególności oznaczenia aktywności enzymów pektynolitycznych oraz szerszej charakterystyki właściwości układu koloidalnego. Ograniczenie to nie umniejsza wartości uzyskanych wyników, jednak wpływa na zakres i głębokość ich interpretacji naukowej. Pytanie do doktoranta:

„Bardzo proszę Doktoranta o uzasadnienie wyboru parametrów homogenizacji zastosowanych w badaniach (ciśnienia 200 i 600 barów oraz czasu sonikacji 2 i 8 minut). Czy taki dobór parametrów został poprzedzony badaniami wstępnymi? Ponadto proszę o odniesienie się do przewidywanego wpływu zastosowanych parametrów na trwałość mętnych



soków truskawkowych podczas kilkumiesięcznego przechowywania, w szczególności w zakresie stabilności zmętnienia oraz zmian zawartości związków bioaktywnych.”

W odniesieniu do trzeciej części dyskusji związanej z publikacją nr 3, uważam, że część rozprawy doktorskiej oparta na wynikach przedstawionych w publikacji trzeciej stanowi najlepiej opracowany fragment dysertacji. Doktorant w sposób logiczny i spójny przedstawił wpływ wspomaganego ultradźwiękami suszenia konwekcyjnego na przebieg procesu suszenia oraz jakość otrzymanego produktu. Na szczególne uznanie zasługuje kompleksowa interpretacja uzyskanych wyników, uwzględniająca zarówno aspekty technologiczne, jak i zmiany zawartości związków bioaktywnych oraz właściwości fizykochemicznych suszu. Przedstawione wyniki mają nie tylko wartość poznawczą, lecz również wyraźny potencjał aplikacyjny, wskazując na możliwość wykorzystania ultradźwięków do intensyfikacji procesu suszenia przy zachowaniu wysokiej jakości produktu końcowego. Po analizie tej części pracy nasunęło mi się następujące pytanie do Doktoranta:

„Jakie mechanizmy, zdaniem Doktoranta, odpowiadają za zachowanie wysokiej zawartości związków bioaktywnych pomimo intensyfikacji procesu suszenia ultradźwiękami? Czy potwierdzenie tych mechanizmów wymagałoby badań mikrostrukturalnych materiału?”

Końcowa część rozprawy doktorskiej stanowi spójne podsumowanie zrealizowanego programu badawczego. Doktorant przeprowadził kompleksową ocenę wpływu obróbki ultradźwiękowej na jakość przecierów owocowych, uwzględniając właściwości chemiczne, reologiczne oraz sensoryczne produktu. Na szczególne podkreślenie zasługuje włączenie oceny sensorycznej oraz próba określenia optymalnego etapu zastosowania ultradźwięków w procesie technologicznym, co znacząco zwiększa wartość aplikacyjną przedstawionych badań. Pewnym ograniczeniem tej części rozprawy jest niewystarczająco pogłębiona dyskusja mechanizmów odpowiedzialnych za zmiany właściwości reologicznych produktu oraz brak oceny trwałości przecierów podczas przechowywania. Uzupełnienie badań o te zagadnienia pozwoliłoby na pełniejszą interpretację uzyskanych wyników i szerszą ocenę potencjału wdrożeniowego opracowanej technologii. Wskazane uwagi mają jednak charakter uzupełniający i nie umniejszają wartości naukowej tej części rozprawy. Pytanie do Doktoranta z tej części pracy: *„W przedstawionych badaniach wykazano korzystny wpływ obróbki ultradźwiękowej na*

właściwości reologiczne i sensoryczne przecierów owocowych. Proszę wyjaśnić, jakie mechanizmy, zdaniem Doktoranta, odpowiadają za obserwowane zmiany właściwości reologicznych oraz czy efekt ten można wiązać ze zmianami struktury i właściwości pektyn lub innych składników ścian komórkowych?”

Podsumowanie oceny pracy

Przedłożona do oceny rozprawa doktorska Pana mgr. Jana Piecko **stanowi spójne i dobrze zaplanowane opracowanie naukowe**, poświęcone ocenie możliwości zastosowania obróbki ultradźwiękowej w wybranych procesach przetwarzania owoców jagodowych. Cykl czterech powiązanych tematycznie publikacji tworzy logiczną całość, obejmującą kolejne etapy przetwarzania surowca – od tłoczenia soków, poprzez homogenizację i suszenie, aż do produkcji przecierów owocowych. Tak zaplanowany zakres badań pozwolił na kompleksową ocenę wpływu ultradźwięków na właściwości fizykochemiczne, reologiczne, sensoryczne oraz zawartość związków bioaktywnych w produktach owocowych. Na szczególne uznanie zasługuje konsekwentna realizacja przyjętego celu badawczego oraz umiejętność prowadzenia badań o wyraźnym znaczeniu aplikacyjnym. W swojej pracy **Doktorant wykazał**, że odpowiednio dobrane parametry obróbki ultradźwiękowej mogą korzystnie wpływać na efektywność procesów technologicznych, jednocześnie zachowując wysoką jakość produktów oraz zawartość cennych składników bioaktywnych. **Wyniki badań stanowią istotny wkład w rozwój wiedzy** dotyczącej zastosowania technologii ultradźwiękowej w przetwórstwie owoców i mogą znaleźć praktyczne zastosowanie w przemyśle spożywczym. Na podkreślenie zasługuje również różnorodność zastosowanych metod badawczych oraz kompleksowa ocena jakości produktów, obejmująca analizę właściwości chemicznych, fizykochemicznych, reologicznych i – w końcowym etapie badań – także ocenę sensoryczną. Świadczy to o dobrym przygotowaniu Doktoranta do prowadzenia samodzielnych badań naukowych oraz umiejętności właściwego doboru metod badawczych do realizowanego celu.

Pomimo wysokiej wartości naukowej rozprawy dostrzegam również pewne elementy, które mogłyby zostać szerzej rozwinięte. Dotyczą one przede wszystkim pogłębienia dyskusji mechanizmów odpowiedzialnych za obserwowane zmiany zachodzące w materiale roślinnym pod wpływem ultradźwięków, uzupełnienia badań o analizę mikrostruktury produktów, ocenę

efektywności energetycznej wybranych procesów oraz analizę trwałości otrzymanych produktów podczas przechowywania. Uwagi te mają jednak charakter uzupełniający i wskazują przede wszystkim możliwe kierunki dalszych badań, nie wpływając na pozytywną ocenę przedstawionej rozprawy.

Podsumowując, stwierdzam, że rozprawa doktorska Pana mgr. Jana Piecko prezentuje wysoki poziom naukowy, jest spójna pod względem koncepcyjnym i metodycznym oraz wnosi wartościowy wkład do rozwoju technologii przetwórstwa owoców z wykorzystaniem ultradźwięków. Przedstawione wyniki świadczą o dobrym warsztacie badawczym Doktoranta, umiejętności krytycznej analizy uzyskanych rezultatów oraz zdolności do prowadzenia samodzielnej działalności naukowej. Szczegółowa analiza kolejnych publikacji, stanowiących cykl publikacyjny, pozwala zauważyć wyraźny rozwój warsztatu naukowego Doktoranta – od badań koncentrujących się na ocenie wpływu ultradźwięków na wybrane parametry jakościowe produktów, do kompleksowych opracowań obejmujących jednocześnie aspekty technologiczne, chemiczne, reologiczne i sensoryczne. Świadczy to o systematycznym poszerzaniu kompetencji badawczych oraz dojrzewaniu naukowym Autora rozprawy.

Wniosek końcowy

Stwierdzam, że przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska mgr. inż. Jana Piecko pt. *„Wpływ zastosowania ultradźwięków na zawartość związków bioaktywnych i właściwości reologiczne przetworów z wybranych owoców jagodowych”* prezentuje wysoki poziom naukowy oraz znaczący potencjał aplikacyjny. Rozprawa dotyczy aktualnej i istotnej problematyki badawczej, wnosi nowe wartości poznawcze do dyscypliny oraz stanowi cenny wkład w rozwój wiedzy z zakresu technologii przetwórstwa owoców z wykorzystaniem ultradźwięków. Przedstawione w recenzji uwagi mają charakter uzupełniający i dyskusyjny oraz nie wpływają na wysoką ocenę wartości merytorycznej rozprawy ani znaczenia podjętej problematyki badawczej. Uważam, że oceniana rozprawa doktorska spełnia wymagania określone w ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce oraz odpowiada warunkom stawianym rozprawom doktorskim określonym w art. 187 tej ustawy. Doktorant wykazał się umiejętnością samodzielnego prowadzenia badań naukowych,

właściwego doboru metod badawczych, krytycznej analizy i interpretacji uzyskanych wyników oraz ich dyskusji w oparciu o aktualne piśmiennictwo naukowe.

W związku z powyższym wnioskuję do Rady Naukowej Instytutu Ogrodnictwa – Państwowego Instytutu Badawczego o przyjęcie rozprawy doktorskiej oraz dopuszczenie pana mgr. inż. Jana Piecko do publicznej obrony.

Warszawa, 30 czerwca 2026 roku.

prof. dr hab. Ewelina Hallmann

