

Prof. dr hab. inż. Ryszard Hołownicki  
Kierownik Zakładu Agrotechnologii  
Instytut Ogrodnictwa PIB w Skierniewicach  
ul. Konstytucji 3 Maja 1/3  
96-100 Skierniewice

## RECENZJA

rozprawy doktorskiej Pana mgr. inż. Krzysztofa Pikula  
pt. „**Wpływ termicznych metod niszczenia chwastów w ekologicznych uprawach  
warzywniczych na efektywność i energochłonność produkcji**”

### 1. Podstawa opracowania recenzji

Niniejsza recenzja rozprawy doktorskiej została wykonana w odpowiedzi na pismo Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Uniwersytetu Rolniczego Pana dr hab. Pawła Kielbasy prof. URK z dnia 25.09.2024r. powołujące mnie na recenzenta rozprawy doktorskiej mgr. inż. Krzysztofa Pikula pt. „*Wpływ termicznych metod niszczenia chwastów w ekologicznych uprawach warzywniczych na efektywność i energochłonność produkcji*”. Pracę doktorską wykonano w Katedrze Eksploatacji Maszyn, Ergonomii i Procesów Produkcyjnych Uniwersytetu Rolniczego im. H. Kołłątaja pod kierunkiem Pana dr. hab. Pawła Kielbasy prof. URK przy udziale promotora pomocniczego Pana dr. hab. Tomasza Drózdza, prof. URK.

### 2. Formalna charakterystyka rozprawy doktorskiej

Przedłożona rozprawa doktorska została wykonana w Katedrze Eksploatacji Maszyn, Ergonomii i Procesów Produkcyjnych pod kierunkiem promotora dr. hab. inż. Pawła Kielbasy prof. URK oraz promotora pomocniczego dr inż. Tomasza Drózdza, prof. URK. Praca liczy 177 stron maszynopisu, w tym 39 tabel i 113 rysunków. Zawiera również: streszczenie w języku polskim i angielskim, spis treści, sześć rozdziałów, bibliografię oraz spis tabel i rysunków. W literaturze przedmiotu zamieszczono 216 pozycji, w tym 73 w j. angielskim oraz 15 aktów prawnych, jak również artykuły z czasopism popularnonaukowych i prace konferencyjne.

Układ pracy jest poprawny, a tytuł zgodny z treścią rozprawy. Praca posiada uporządkowaną i logiczną strukturę. Rozprawa, zwyczajowo rozpoczyna się „Streszczeniem” przygotowanym zarówno w języku polskim, jak i angielskim prezentującym wszystkie składniki pracy. W pierwszym rozdziale „Wstęp”, składającym się z 2 podrozdziałów („Wprowadzenie” i „Uzasadnienie problemu”), przedstawiono aktualne problemy w produkcji roślinnej związane z dalszym ograniczeniem stosowania syntetycznych środków ochrony roślin (ś.o.r.). Planowane wprowadzenie Europejskiego Zielonego Ładu przewiduje redukcję zużycia ś.o.r. o połowę, co wiąże się z potrzebą poszukiwania niechemicznych metod ochrony roślin dotyczących zwłaszcza zwalczania

chwastów. W związku z tym Doktorant proponuje szersze użycie alternatywnych i energooszczędnych metod, aby sprostać tym wyzwaniom. W dalszej części przedstawia znaczenie warzyw w diecie człowieka, co wiąże się z potrzebą zwiększenia produkcji warzyw, w tym zwłaszcza w produkcji ekologicznej. Należy bowiem mieć na uwadze, że za minimalne uznaje się spożycie 5 porcji warzyw i owoców dziennie (czyli ok. 400-500 g), z czego większość powinny stanowić warzywa. Doktorant w obszernym „Uzasadnieniu problemu” charakteryzuje aktualny stan wiedzy dotyczący produkcji warzyw, w tym zwłaszcza zwalczania chwastów w produkcji ekologicznej alternatywnymi metodami niechemicznymi koncentrując na 3 wybranych grupach zagadnień, czyli wykorzystanie promieniowania mikrofalowego i technologii płomieniowej oraz energochłonności zabiegów przy użyciu tych metod.

W rozdziale 2 zatytułowanym „Cel i zakres badań” Doktorant uzasadnia potrzebę podjęcia tematu brakiem kompleksowych badań ukierunkowanych na relacje pomiędzy czynnikami technologiczno-eksploatacyjnymi i energetycznymi, w termicznej regulacji zachwaszczenia, w ekologicznych uprawach warzyw, uwzględniających ich wpływ na wielkość i jakość plonu.

Rozdział 3 „Przedmiot badań” zawiera uzasadnienie wyboru, charakterystykę roślin testowych oraz opis lokalizacji prowadzonych badań polowych, a rozdział 4 „Metodykę badań”, składającą się z 3 podrozdziałów, w których opisano układ doświadczenia oraz metodykę wyznaczenia nakładów energetycznych i obliczeń statystycznych.

Wyniki badań (Rozdział 5) przedstawiono w trzech podrozdziałach obejmujących wybrane właściwości gleby oraz technologie z zastosowaniem promieniowania mikrofalowego i metody płomieniowej. Oddzielenie tej części rozprawy od Rozdziału 6 (Dyskusja), co obecnie staje się coraz rzadziej spotykaną praktyką, korzystnie wpłynęło na przejrzystość rozprawy.

Rozprawę kończy „Rozdział 6”, w którym Doktorant prezentuje dyskusję i 5 wniosków końcowych, podsumowujących rozprawę.

### **3. Merytoryczna ocena rozprawy**

Jakkolwiek tematyka rozprawy mieści się w głównie w dyscyplinie inżynieria mechaniczna, to z uwagi jej interdyscyplinarny charakter badań, obejmuje także wybrane zagadnienia z dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo zarówno o charakterze poznawczym jak i użytkowym.

Wycofywanie substancji czynnych środków ochrony roślin (ś.o.r.) ma miejsce w UE i Polsce już od wielu lat, co w znaczący sposób redukuje ich asortyment i utrudnia racjonalną ochronę roślin, w tym zwłaszcza regulację zachwaszczenia. W ostatnich latach trwają przygotowania do nie mniej uciążliwego ilościowego ograniczenia zużycia preparatów, którego zapowiedzią jest Europejski Zielony Ład przewidujący redukcję zużycia ś.o.r. o 50% do 2030r. i osiągnięcie 25% udziału gruntów w systemie ekologicznym. Pomimo licznych protestów rolników, można co najwyżej liczyć na przesunięcie w czasie tej operacji, z uwagi na duże poparcie ze strony konsumentów, którzy oczekują płodów rolnych pozbawionych syntetycznych ś.o.r., a nie można tego dokonać bez wprowadzenia

nowatorskich metod niechemicznych. Należy mieć na uwadze, że dostępne alternatywne technologie są mało skuteczne i wymagają wysokich nakładów energetycznych.

Najbardziej popularna dotąd metoda mechaniczna, która polega na wykonywaniu 6-8 przejazdów chwastownikiem ciągnikowym, w celu ich zniszczenia w międzyrzędziach, a następnie na ręcznym pieleniu w rzędach roślin. Nakłady pracy ręcznej (rbg/ha) są wówczas bardzo wysokie i zależnie od pokroju roślin wynoszą: (kapusta 100-150, cebula i por 600-800, marchew 300-500 rbg/ha). Oznacza to, że na wypielenie 1 ha marchwi 1 osoba potrzebuje aż 50 dni. Jeśli więc przyjąć, że w miesiącu należy wykonać 2-3 takie zabiegi, to oznacza, że jedna osoba może obsłużyć w sezonie agrotechnicznym zaledwie 1/3 ha plantacji. Nie ma w Polsce takiej liczby pracowników, którzy podjęli by się realizacji tego zadania. Jednocześnie tak wysokie nakłady pracy ręcznej nie tylko podnoszą znacząco ceny warzyw ekologicznych lecz także ograniczają powierzchnię takich upraw z powodu braku rąk do pracy mając na uwadze, że jest to praca ciężka i uciążliwa. Z tego powodu obserwuje się niedobory warzyw ekologicznych w Polsce i niewielkie ich spożycie, co wpływa niekorzystnie na zdrowotność społeczeństwa.

Dodatkowym aspektem, jest ugniatanie gleby, wynikające z potrzeby przeprowadzenia 7-8 przejazdów roboczych w ciągu sezonu, co wpływa negatywnie na organizmy pożyteczne (np. chrząszcze drapieżne, pająki i dżdżownice). Ponadto, prowadzi to do wzrostu ryzyka erozji gleby, zniszczenia jej struktury, wymywania składników odżywczych roślin, sprzyja także mineralizacji materii organicznej oraz przesuszaniu gleby. Z kolei metoda płomieniowa wymaga znacznej ilości gazu i nie spełnia kryteriów zrównoważonego rozwoju z uwagi na emisję CO<sub>2</sub> do atmosfery. W celu uniknięcia wspomnianych negatywnych skutków, konieczne są poszukiwania innych metod. Naprzeciw tym oczekiwaniom wychodzą badania przedstawione niniejszej rozprawie.

Doktorant w wyniku przeprowadzonej analizy stanu wiedzy sformułował 2 badawcze hipotezy, z których pierwsza wskazuje na metody termiczne jako uzupełnienie tradycyjnych technologii zwalczania chwastów, a druga na możliwość zmniejszenia jej energochłonności. Do wyjaśnienia założonych hipotez Autor formułuje cel pracy przewidujący określenie wpływu wybranych termicznych metod zwalczania chwastów na technologię procesu produkcji wybranych warzyw z uwzględnieniem jej energochłonności w uprawach ekologicznych oraz wpływu technologii na wybrane właściwości fizyczne plonu. O ile Doktorant bardzo szczegółowo uzasadnia wybór trzech gatunków roślin testowych (ogórek, marchew, burak ćwikłowy), to takiego uzasadnienia brakuje w odniesieniu do wyboru termicznych technologii regulacji zachwaszczenia. Jakkolwiek w literaturze naukowej dostępne są liczne opracowania dotyczące wpływu niechemicznych technologii zwalczania chwastów na skuteczność zabiegu, to ich przydatność jest niewielka z uwagi na odmienne rośliny testowe oraz warunki glebowe i klimatyczne prowadzonych badań. Z tego też powodu niezbędne było kontynuowanie eksperymentu w warunkach uwzględniających specyfikę produkcji warzyw w Polsce. Uważam zatem, że temat podjętej rozprawy nie tylko stanowi problem naukowy z zakresu inżynierii mechanicznej, lecz także przyczyni się do poszerzenia wiedzy naukowej i utylitarnej dotyczącej termicznych technologii regulacji zachwaszczenia.

Rozprawa doktorska wyróżnia się logiczną i czytelną strukturą, na którą składają się wszystkie odpowiednio uszeregowane składniki charakterystyczne dla tego rodzaju opracowań. We wstępie będącym pierwszym rozdziałem pracy, w którego skład wchodzi bardzo obszerne piśmiennictwo opisujące rosnące znacznie produkcji warzywnej i ekologicznej oraz aktualny stan technologii do alternatywnego zwalczania chwastów i ich energochłonność. O ile krótkie i syntetyczne wprowadzenie doskonale zapoznaje czytelnika z tematyką pracy, to nie można tego samego powiedzieć o bardzo obszernym uzasadnieniu problemu będącym w istocie przeglądem literatury. Jest to bardzo obszerny materiał podzielony na 5 podrozdziałów pt. „Warzywa”, „Produkcja ekologiczna”, „Metody zwalczania chwastów”, „Wykorzystanie promieniowania mikrofalowego”, „Energochłonność”) będący niewątpliwie jednym z najważniejszych osiągnięć Doktoranta. Szkoda jednak, że zabrakło w tych podrozdziałach kilku zdań podsumowania uzasadniającego np. wybór roślin testowych, metod zwalczania chwastów, potrzeby oceny energochłonności.

Doktorant podjął się w swojej rozprawie bardzo szerokiego i niezmiernie ważnego dla współczesnej produkcji roślinnej zadania polegającego na poszukiwaniu najbardziej odpowiedniej technologii niechemicznego zwalczania chwastów, która może znaleźć zastosowanie nie tylko w produkcji ekologicznej lecz również konwencjonalnej w obliczu planowanej drastycznej redukcji zużycia ś.o.r. (patrz: Zielony Ład). Pomimo obszernej literatury przedmiotu, jej analiza wykonana została bardzo starannie przez Autora, ale nie wykazała jednoznacznych propozycji technologicznych z tego zakresu, co wymusiło podjęcie szerokiego i wielokierunkowego przedsięwzięcia badawczego. W oparciu o przegląd stanu wiedzy sformułowano dwie hipotezy wskazujące na metody termiczne jako najbardziej odpowiednie do zwalczania chwastów w fazie wschodów roślin oraz na większą energochłonność technologii ekologicznej w odniesieniu do tradycyjnej.

Celem rozprawy było określenie wpływu wybranych termicznych metod zwalczania chwastów na technologię procesu produkcji wybranych warzyw w uprawach ekologicznych z uwzględnieniem ich energochłonności oraz wpływu na wybrane właściwości fizyczne plonu. Uważam postawiony cel pracy za poprawnie sformułowany. Na podkreślenie zasługuje umiejętne połączenie celów naukowych i użytecznych oraz właściwie ustalony szczegółowy zakres, gwarantujący poprawną realizację celu rozprawy. Obejmował on zadania badawcze ukierunkowane na określenie:

1. zależności między zachwaszczeniem plantacji ekologicznych, a wybranymi technologiami termicznego zwalczania chwastów (płomień gazowy, promieniowanie mikrofalowe),
2. relacji między sposobem stosowania metod termicznych w ekologicznej technologii uprawy warzyw, a jego skutecznością,
3. nakładów energetycznych procesu termicznego zwalczania chwastów w odniesieniu do technologii tradycyjnych,
4. wpływu zastosowanych technologii niszczenia chwastów na wybrane parametry jakościowo-ilościowe plonu warzyw,

5. wytycznych do stworzenia nowej lub ewentualnie modyfikacji istniejących technologii produkcji wybranych warzyw testowych: ogórka, marchwi, buraka ćwikłowego.

Należy podkreślić poprawne metodyczne podejście zarówno do układu pracy jak i poszczególnych zadań badawczych, co wskazuje dążenie Autora do poznania i weryfikacji wszystkich czynników decydujących o skuteczności technologii zwalczania chwastów. Świadczy to tym rzetelna analiza aktualnego stanu wiedzy wśród, których zawarto oryginalne prace twórcze najważniejszych autorytetów naukowych zajmujących się regulacją zachwaszczenia w uprawach warzywnych zarówno w Polsce (np. Adamczewski, Anyszka, Dobrzański), jak i za granicą (Ascard, Martelloni, Peruzzi). Wykaz literatury jest bardzo obszerny i zawiera najważniejsze publikacje dotyczące podjętego problemu badawczego, a opracowanie tak dużej liczby informacji wymagało znacznego nakładu pracy. W związku z powyższym opracowanie i dobór literatury oceniam bardzo pozytywnie, choć proponuję raz jeszcze sprawdzić, czy wszyscy cytowani autorzy znajdują się w spisie literatury.

Doktorant słusznie wydzielił „Przedmiot badań” z całej metodyki i szczegółowo przedstawił charakterystykę roślin testowych oraz warunki glebowe w lokalizacji badań polowych. Wprawdzie wybrane rośliny testowe zostały szczegółowo opisane, to odczuwa się brak uzasadnienia ich wyboru. Na „Metodykę badań” składają się 3 podrozdziały opisujące sposób realizacji doświadczeń, z których pierwszy koncentruje się na wyborze układu doświadczenia, pomiarach właściwości gleby, warzyw i wielkości plonu jak również na ocenie skuteczności zwalczania chwastów, wykonywania zabiegu maszyną do termicznego zwalczania chwastów. Za bardzo przydatny należy uznać graficzny schemat układu doświadczenia oraz kombinacji gatunków i rodzaju zabiegów, co ułatwia zapoznanie się ze strukturą rozprawy. W pozostałych 2 podrozdziałach przedstawiono metodykę wyznaczania nakładów energetycznych i sposób przeprowadzenia statystycznej analizy wyników. Doktorant słusznie wybrał „kwadrat łaciński”, ponieważ pozwala on na precyzyjne porównanie efektów różnych działań. Wiele uwagi poświęcono właściwościom gleby, w tym zwłaszcza jej składowi granulometrycznemu i zasobności w składniki pokarmowe oraz wilgotności i zwięzłości gleby, które wykonano przy użyciu zawansowanej aparatury pomiarowej. W dalszej części rozdziału Doktorant prezentuje metodykę wyznaczania nakładów energetycznych, wykorzystując metodę energochłonności skumulowanej, a na zakończenie metodykę obliczeń statystycznych z wykorzystaniem pakietu statystycznego Statistica 13. Należy podkreślić, że Doktorant stosuje nie tylko różnicowane i nowatorskie metody badawcze lecz także innowacyjne środki techniczne służące do regulowania zachwaszczenia. Wprawdzie tzw. „Termopielik” jest już maszyną komercyjnie dostępną, ale nadal skala jego praktycznego zastosowania jest niewielka, to urządzenie do mikrofalowego zwalczania chwastów wciąż jest jeszcze we wstępnej fazie wprowadzania do praktyki ogrodniczej.

Zakres wykonanych badań jest na tyle obszerny, że niekiedy Autor pomija uzasadnienie celowości przeprowadzania wybranych pomiarów (np. wyznaczanie współczynnika sferyczności warzyw), a pomimo precyzyjnego opisu metodyki nie przedstawił danych

firmowych producentów aparatury pomiarowej i kraju ich pochodzenia. Można mieć również pewne zastrzeżenia dotyczące niektórych opisów rysunków i tabel, które powinny być „samowyjaśniające” lub inaczej, powinny one być na tyle dokładnie opisane, aby nie było potrzeby szukania tych wyjaśnień w tekście (np. rysunek 12). Ponadto niefortunne jest używanie nazw handlowych maszyny w pracy naukowej (np. Termopielnik).

„Wyniki badań” są opatrzone komentarzem i bardzo starannie zestawione. W pierwszej części tego rozdziału Autor koncentrował się na właściwościach gleby, w tym na zwięźłości, wilgotności, przewodności, kwasowości i mikrobiologii gleby. Występujące różnice na powierzchni całego pola testowego były niewielkie i Autor słusznie uznał, że nie mają one wpływu na różnice ilościowo-jakościowe plonu. W dalszej części zaprezentowano wyniki termicznej regulacji zachwaszczenia w zagonowej i redlinowej uprawie marchwi, przy użyciu generatora mikrofalowego i tzw. Termopielnika. Zabiegi mikrofalowe wykazały ich zadawalającą skuteczność dla wszystkich trzech badanych prędkości roboczych. Za nowatorski należy uznać pomysł Doktoranta polegający na użyciu współczynnika sferyczności do oceny cech jakościowych warzyw, który jest bardziej obiektywnym miernikiem niż metody sensoryczne, w których przedmiotem pomiarów jest reakcja zmysłów człowieka. Wprawdzie użycie promieniowania mikrofalowego charakteryzuje się znacznym potencjałem rozwojowym, to w chwili obecnej szerszymi możliwościami praktycznego zastosowania dysponuje technologia płomieniowa polegająca na spalaniu gazu propan-butan. Bogate piśmiennictwo z tego zakresu, cytowane przez Autora, wskazuje na szerokie zainteresowanie technologią płomieniową, co świadczy także, że potencjał innowacyjny tej technologii nie został jeszcze w pełni wykorzystany. Należy jednak mieć na uwadze wady tej technologii polegające na zagrożeniu pożarowym i niszczeniu owadów pożytecznych, będących naturalnymi wrogami szkodników oraz mikroflory glebowej. Jakkolwiek wg. cytowanego Bonda i in., (2003), ten wpływ nie został dotąd przebadany, a wg. Rahkonena i in., (1999), takie zagrożenia dla mikroflory są niewielkie. Autor stwierdził nieznaczne zróżnicowanie w mikrobiomie glebowym, ale badania były ukierunkowane na identyfikację jakościowo-ilościową struktury plonu, a nie na zmiany związane z oddziaływaniem wysokiej temperatury. Dla czytelników rozprawy byłoby interesujące poznanie wpływu wysokiej temperatury na ograniczenie populacji organizmów pożytecznych. Choć z drugiej strony należy mieć na uwadze, że zwiększenie zakresu i tak już obszernego eksperymentu byłoby zbyt trudnym wyzwaniem dla Doktoranta. Rozdział „Wyniki badań” posiada właściwą formę i wskazuje, że zrealizowano wszystkie założone zadania badawcze, a Doktorant stosuje zaawansowane metody pomiarowe, umiejętnie wykorzystuje pozyskane wyniki badań i analizę statystyczną, co świadczy o dobrej znajomości warsztatu badawczego.

Rozprawa kończy się „Dyskusją wyników i wnioskami” Doktorant słusznie skoncentrował się głównie na praktycznych aspektach regulacji zachwaszczenia, konfrontując uzyskane wyniki badań własnych z dostępną literaturą porównując metodę mikrofalową i płomieniową. Autor stwierdza, że metoda mikrofalowa niezależnie od formy uprawy i rośliny generowała ogromne zapotrzebowanie na energię elektryczną. Okazała się ona wprawdzie blisko 2-krotnie bardziej skuteczna od płomieniowej, ale jednocześnie wymagała 60-krotnie więcej energii niż metoda konwencjonalna. Jednocześnie

charakteryzowała się niewielką wydajnością w związku niską prędkością roboczą (max. 1,5 \*m<sup>-s1</sup>). Z wymienionych powyżej powodów wielu badaczy wypowiada się pozytywnie o metodzie płomieniowej.

Podsumowując „Dyskusję wyników” można stwierdzić, że zgromadzone wyniki badań mogą być przedmiotem kilku publikacji, mają bowiem zarówno duże znaczenie użytkowe jak i poznawcze, a wypracowaną metodologię można uznać za solidną podstawę dla dalszych badań z tego zakresu poświęconych innym niechemicznym metodom regulacji zachwaszczenia. Z uwagi na znaczny potencjał innowacyjny warto rozważyć również utworzenie konsorcjum badawczego, wspólnie z podmiotem komercyjnym, w celu przygotowania wniosku na dofinansowanie projektu z tego zakresu w ramach konkursów wspierających przedsiębiorców (np. Feng).

Dla uporządkowania tej części rozprawy proponuję wyraźne wyodrębnienie oddzielnego rozdziału zatytułowanego „Wnioski” tym bardziej, że taki podrozdział znajduje się już w rozprawie. Duże praktyczne znaczenie rozprawy podkreślają zamieszczone wnioski, choć Doktorant nie ustrzegł się często spotykanego w pracach naukowych powtarzania wyników w rozdziale wnioski. W tej części pracy powinny znaleźć się natomiast sugestie odnoszące się do kierunków przyszłych badań.

#### 4. Uwagi szczegółowe

- Str. 11; 161 *Jest*: Herbud, *powinno być*: Herbut
- Str. 3, *Jest*: Termopielnik, *powinno być*: urządzenie do płomieniowego zwalczania chwastów
- Str. 14 i inne; *Jest*: niszczenie chwastów, eliminacja chwastów, kontrola chwastów, *powinno być*: zwalczanie chwastów lub regulacja zachwaszczenia
- Str. 42; brak opisu układu pomiarowego
- Str. 156; *Jest*: kwas pelargoniowy, *powinno być*: kwas pelargonowy
- opisy bibliograficzne kilku cytowanych publikacji nie są kompletne i wymagają uzupełnienia,
- należy sprawdzić, czy wszystkie cytowane publikacje są wymienione w spisie literatury: np. Gliński i in. 1990; Taylor i in., 1991; Dexter i in., 2000.

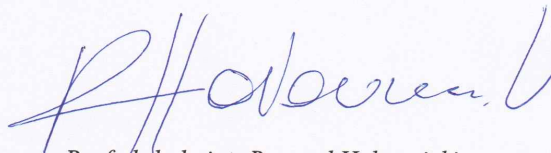
#### 5. Podsumowanie i wniosek końcowy

Recenzowaną rozprawę oceniam bardzo pozytywnie zarówno w wymiarze merytorycznym jaki i formalnym. Za takim przekonaniem przemawia sposób realizacji celu rozprawy oraz umiejętność samodzielnego rozwiązania interdyscyplinarnego i niezwykle szerokiego problemu badawczego. Było to możliwe dzięki dużej wiedzy Doktoranta z zakresu dyscypliny inżynieria mechaniczna, jak również rolnictwo i ogrodnictwo, w tym zwłaszcza ochrony roślin, herbologii, niechemicznych metod regulacji zachwaszczenia oraz metodologii badań. Szczególnie wysoko należy ocenić aktualność i praktyczne znaczenia rozprawy w obliczu konieczności ograniczenia zużycia syntetycznych ś.o.r. w związku z wprowadzeniem Europejskiego Zielonego Ładu. Należy także żywić nadzieję, że uzyskane wyniki przyspieszą opracowanie środków technicznych, na które oczekują gospodarstwa

ekologiczne. Praca wychodzi także naprzeciw społecznym oczekiwaniom konsumentów związanych z potrzebą redukcji zużycia środków ochrony roślin w warzywnych uprawach rządowych. Rozprawa jest starannie zredagowana, a liczne rysunki i tabele ułatwiają jej zrozumienie. Praca zawiera wprawdzie wymienione powyżej nieliczne usterki i niedociągnięcia, ale w większości mają one charakter redakcyjny, są łatwe do usunięcia i nie umniejszają wysokiej merytorycznej wartości rozprawy.

Biorąc pod uwagę walory naukowe, poznawcze i praktyczne stwierdzam, że recenzowana praca pt. „Wpływ termicznych metod niszczenia chwastów w ekologicznych uprawach warzywniczych na efektywność i energochłonność produkcji” stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego w dyscyplinie inżynieria mechaniczna. Rozprawa spełnia wszystkie wymagania określone w art. 13, ust. 1 stawiane rozprawom doktorskim zawarte w Ustawie z dnia 14 marca 2003 roku *o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki* (Dz. U. z 2017 r. poz. 1789), art. 179 Ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. *Przepisy wprowadzające ustawę - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz.U. poz. 1669). W związku z tym wnoszę o dopuszczenie mgr Krzysztofa Pikula do publicznej obrony przed Radą Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie.

Ponadto, biorąc pod uwagę oryginalność, interdyscyplinarność i duże praktyczne znaczenie rozprawy, wnioskuję o jej wyróżnienie.



Prof. dr hab. inż. Ryszard Hołownicki

Skierniewice 21.10.2024r.