

prof. dr hab. Cezary Tkaczuk
Instytut Rolnictwa i Ogrodnictwa
Wydział Nauk Rolniczych
Uniwersytet w Siedlcach

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr. Sławomira Głuszka

pt., **Zastosowanie techniki minirizotronów w badaniach wzrostu korzeni drzew owocowych"**

1. Podstawa formalno-prawna wykonania recenzji

Niniejsza ocena rozprawy doktorskiej została wykonana w odpowiedzi na pismo Pana prof. dr hab. Ryszarda Hołownickiego, Zastępcy Przewodniczącego Rady Naukowej Instytutu Ogrodnictwa - Państwowego Instytutu Badawczego w Skierniewicach z dnia 10 stycznia 2024 r., wraz z informacją, że uchwałą Rady Naukowej, powołano mnie na recenzenta rozprawy doktorskiej mgr. Sławomira Głuszka pt. „Zastosowanie techniki minirizotronów w badaniach wzrostu korzeni drzew owocowych”. Pracę doktorską wykonano w Zakładzie Mikrobiologii i Ryzosfery Instytutu Ogrodnictwa-PIB w Skierniewicach pod kierunkiem promotora Pani prof. dr hab. Lidii Sas - Paszt.

2. Ocena podjętej problematyki badawczej

Korzenie drobne odgrywają istotną rolę w funkcjonowaniu systemu korzeniowego roślin, a długość ich życia ma istotny wpływ na wzrost i plonowanie roślin oraz na przebieg procesów biofizyko-chemicznych zachodzących w ryzosferze m.in. na obieg związków węgla czy azotu oraz innych składników mineralnych oraz na żyjące w niej makro – i mikroorganizmy, zwłaszcza na bakterie i grzyby, wśród których istotną rolę odgrywają grzyby mykoryzowe.

Do badania systemu korzeniowego roślin uprawnych wykorzystuje się dwie grupy technik. Do pierwszej grupy należą techniki destrukcyjne, które polegają na usuwaniu gleby z otoczenia korzeni lub ekstrakcji korzeni z gleby. Jedną z technik nieinwazyjnych, będącą cennym uzupełnieniem wcześniej wymienionych metod, która pozwala na ciągłą obserwację wzrostu i rozwoju korzeni *in situ* i w warunkach kontrolowanych jest technika minirizotronowa, polegająca na umieszczaniu w strefie korzeniowej drzew przezroczystych plastikowych tub. Minirizotроны są zaopatrzone w system specjalnej kamery i urządzenia do rejestracji obrazu, pozwalający na wykonywanie i utrwalanie zdjęć w kolejnych sesjach obserwacyjnych. Warto zauważyć, że w przypadku roślin sadowniczych metoda ta nie jest powszechnie stosowana i niewiele ośrodków naukowych na świecie prowadzi tego typu badania.

Właśnie tą innowacyjną metodę badań do oceny wzrostu i rozwoju korzeni drobnych drzew wiśni i czereśni w swoich eksperymentach zastosował mgr Sławomir Głuszek. Pozwoliła ona na określenie wpływu różnych produktów pochodzenia organicznego oraz inokulum mykoryzowego na wzrost, przeżywalność i cechy morfologiczne korzeni drobnych czereśni, ich kolonizację przez arbuskularne grzyby mykoryzowe oraz na plonowanie drzew. Wybór tematyki przedstawionej do oceny dysertacji uważam więc za zasadny i aktualny, pozwalający na uzyskanie cennej wiedzy z zakresu optymalizacji nawożenia roślin sadowniczych, co ma duże znaczenie praktyczne, szczególnie w warunkach koniecznego ograniczenia stosowania nawozów mineralnych, będącego jednym z założeń Europejskiego Zielonego Ładu.

3. Ocena formalna pracy

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska w postaci opracowania autorskiego Doktoranta obejmującego 54 stron tekstu (bez załączonych kserokopii artykułów stanowiących osiągnięcie naukowe i oświadczeń dotyczących udziału Kandydata i współautorów w powstaniu tych prac), przygotowanego w oparciu o cykl 3 spójnych tematycznie publikacji naukowych:

1. **Głuszek S.**, Sas Paszt L., Jadczyk Tobiasz E., Sumorok B. 2015. Fine root lifespan dynamics in four sour cherry (*Prunus cerasus*) cultivars grown in Central Poland using the minirhizotron technique. *Dendrobiology* 73: 117–123, <http://dx.doi.org/10.12657/denbio.073.012>
2. **Głuszek S.**, Derkowska E., Sas-Paszt S., Sitarek M., Sumorok B. 2020. Influence of bioproducts and mycorrhizal fungi on the growth and yielding of sweet cherry trees. *Horticultural Science (Prague)*, 47 (2): 122–129, <https://doi.org/10.17221/102/2018-HORTSCI>
3. **Głuszek S.**, Sas-Paszt L., Derkowska E., Sumorok B., Sitarek M. 2021. Influence of various biofertilizers on root growth dynamics in sweet cherry (*Prunus avium* L.) cv. 'Vanda'. *Horticultural Science (Prague)*, 48 (3): 105–116, <https://doi.org/10.17221/119/2020-HORTSCI>

Prace te zostały opublikowane w renomowanych czasopismach o zasięgu międzynarodowym, indeksowanych w bazie JCR: *Dendrobiology* (2015) [IF₂₀₁₅ = 0,643; MNiSW₂₀₁₅ = 20 pkt.], *Horticultural Science (Prague)* (2020) [IF₂₀₂₀ = 0,833; MNiSW₂₀₁₉ = 70 pkt.] oraz *Horticultural Science (Prague)* (2021) [IF₂₀₂₁ = 1,192; MNiSW₂₀₁₉ = 70 pkt.]

Łączna liczba punktów wg MNiSW wyrażająca wartość naukometryczną tych prac wynosi **160**, a sumaryczny wskaźnik **IF = 2,025**.

Wszystkie publikacje są współautorskie, ale w każdej z nich Pan mgr Sławomir Głuszek jako pierwszy autor wniósł istotny wkład w ich powstanie (odpowiednio 60%, 75% i 70%, średnio 68,3%), będąc współautorem opracowania koncepcji badań i mając wiodący udział w wykonywaniu części eksperymentalnej, interpretacji uzyskanych wyników i przygotowaniu manuskryptów do publikacji, co potwierdzają stosowne oświadczenia Doktoranta i współautorów.

Na początku opracowania przedstawiono wykaz publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe. Na część opisową rozprawy składają się następujące rozdziały główne: Streszczenie w j. polskim, Wprowadzenie i uzasadnienie badań, Cel i zakres badań, Metodyka, Wyniki, Dyskusja, Podsumowanie, Cytowana literatura oraz Streszczenie pracy w języku angielskim.

Bazę bibliograficzną rozprawy stanowi 174 pozycji literaturowych, w zdecydowanej większości anglojęzycznych (ponad 93%).

Na końcu opracowania Doktorant zamieścił kserokopie artykułów stanowiących osiągnięcie naukowe i oświadczenia własne i współautorów o udziale w powstanie tych prac.

4. Ocena merytoryczna pracy

Hipoteza badawcza oraz cele badań zostały precyzyjnie i jasno sformułowane. Głównymi celami ocenianej rozprawy doktorskiej było określenie dynamiki wzrostu i rozwoju korzeni drobnych o średnicy poniżej 1,5 mm u drzew wiśni, szczepionych na antypce oraz drzew czereśni szczepionych na podkładce GiSeLA 5, rosnących w sadzie. Praca składa się z dwóch części.

W pierwszej przetestowano hipotezę badawczą, która miała określić czy różne odmiany drzew wiśni szczepionych na antypce wpływają na wzrost i przeżywalność korzeni drobnych tego gatunku (publikacja nr 1).

Celem badań podjętych w drugiej części rozprawy (publikacje nr 2 i 3) było określenie wpływu różnych produktów pochodzenia organicznego oraz inokulum mykoryzowego na wzrost i przeżywalność korzeni drobnych czereśni, ich masę, długość, średnicę, objętość, liczbę wierzchołków korzeni, kolonizację przez arbuskularne grzyby mykoryzowe oraz na plonowanie drzew.

W rozdziale *Wprowadzenie i uzasadnienie badań*, mającym charakter syntetycznego przeglądu literatury dotyczącej problematyki rozprawy, Autor zebrał istniejące w literaturze światowej aktualne informacje dotyczące: znaczenia korzeni drobnych w życiu roślin, metod badania systemów korzeniowych, charakterystyki techniki minirizotronów jako nieinwazyjnej metody badania systemów korzeniowych w warunkach polowych i kontrolowanych, ze szczególnym uwzględnieniem możliwości jej zastosowania do badania systemów korzeniowych roślin sadowniczych.

Metodyka, w rozdziale tym Autor opisał obiekty, w których prowadzono badania, materiał badawczy oraz zastosowane metody i techniki badawcze.

Badania przedstawione w publikacji nr 1 obejmowały obserwacje i pomiary wzrostu i przeżywalności korzeni drobnych czterech odmian wiśni: 'Debreceni Botermo', 'Koral', 'Łutówka' i 'Sabina', szczepionych na podkładce antypka (*Prunus mahaleb*). Badania przeprowadzono w latach 2010-2013 w Sadzie Doświadczalnym SGGW w Warszawie-Wilanowie. Drzewa zostały posadzone w latach 2001 (odmiany 'Debreceni Botermo', 'Koral', 'Łutówka') i 2002 (odmiana Sabina)

w układzie bloków losowanych. Każda kombinacja składała się z trzech powtórzeń po trzy drzewa w każdym.

Badania przedstawione w publikacjach nr 2 i 3 obejmowały obserwacje i pomiary dotyczące wzrostu i przeżywalności korzeni czereśni odmiany 'Vanda' szczepionej na podkładce GiSelA 5 oraz ich kolonizacji przez arbuskularne grzyby mykoryzowe po traktowaniu nawozami organicznymi lub inokulum mykoryzowym. Badania przeprowadzono w latach 2011-2014 w Sadzie Pomologicznym Instytutu Ogrodnictwa Państwowego Instytutu Badawczego w Skierniewicach. Drzewa posadzono w roku 2007 w układzie bloków losowanych. Każda kombinacja składała się z trzech powtórzeń po trzy drzewa. Zastosowano granulowane nawozy uzyskane z surowca ubocznego pochodzenia zwierzęcego (BioIlsa) lub z surowca pochodzenia roślinnego (BioFeed Ecomix), biostymulator (Ausma) oraz preparat mykoryzowy (Mykoflor). Kombinację kontrolną stanowiły rośliny nawożone nawozami mineralnymi (NPK) wg zaleceń dla upraw czereśni. Doświadczenie obejmowało pięć kombinacji, w trzech powtórzeniach po trzy drzewa.

Do badań nad wzrostem i przeżywalnością korzeni drobnych zarówno wiśni jak i czereśni wykorzystano minirizotrony, czyli przezroczyste plastikowe tuby, umieszczone w strefie korzeniowej drzew. Minirizotrony zaopatrzono w system umożliwiający dokładną lokalizację i stałą pozycję kamery w czasie wykonywania zdjęć w kolejnych sesjach obserwacyjnych. Zdjęcia wykonywano z użyciem kamery minirizotronowej firmy Bartz Technology wraz z programem do zapisu i katalogowania zdjęć (BTC-ICap). Pomiary wzrostu i przeżywalności korzeni badanych gatunków drzew wykonywano z zastosowaniem programu RootFly, który zlicza długość życia korzenia i zapisuje status korzenia dla każdej sesji pomiarowej (długość widocznego fragmentu, średnica, kolor i dodatkowe parametry zwane "kodem niestandardowym").

W pierwszym roku obserwacji (2010) zdjęcia korzeni wiśni wykonywano trzy razy w okresie wegetacji (koniec maja, przełom sierpnia i września, koniec listopada), a w pozostałych latach cztery razy (przełom kwietnia i maja, przełom czerwca i lipca, przełom sierpnia i września, koniec listopada). W przypadku obserwacji korzeni czereśni zdjęcia wykonywano począwszy od 2011 roku, 9 razy w ciągu sezonu wegetacyjnego, w miesiącach od marca do listopada, w drugiej dekadzie każdego miesiąca. Dodatkowo, w celu oceny obumierania korzeni zimą, ostatnią sesję w cyklu obserwacji wykonano w marcu po ostatnim pełnym roku obserwacji.

Dodatkowym i ważnym aspektem badań Doktoranta podjętych w publikacji nr 2 było określenie wpływu zastosowania nawozów organicznych, biostymulatora i inokulum mykoryzowym na cechy wzrostu korzeni czereśni pobieranych bezpośrednio z gleby oraz ocena stopnia kolonizacji korzeni drobnych przez arbuskularne grzyby mykoryzowe. Korzenie wraz z glebą ryzosferową pobierano w odległości kilku cm od drzew czereśni za pomocą korkoboru, a następnie określano: długość, pole

powierzchni, średnicę, objętość i liczbę wierzchołków korzeni oraz świeżą i suchą masę korzeni drobnych. Ocenę stopnia kolonizacji korzeni czereśni przez arbuskularne grzyby mykoryzowe wykonano metodą Trouvelot (1986).

Materiał i metody badań przyjęte w ocenianej rozprawie doktorskiej nie budzą zastrzeżeń, są prawidłowo i bardzo starannie dobrane do realizacji poszczególnych zadań badawczych. Na wysoką ocenę zasługują zastosowane w pracy metody statystyczne, które pozwoliły na dokładną analizę uzyskanych wyników i trafne wnioskowanie.

W rozdziale *Wyniki* prezentowane są oryginalne rezultaty badań w formie tabelarycznej, rysunkowej i opisowej podsumowujące wyniki badań opublikowane w poszczególnych artykułach naukowych będących podstawą rozprawy doktorskiej.

Rozdział *Dyskusja* w pełnym zakresie spełnia kryteria stawiane prawdziwej dyskusji wyników badań, która została przeprowadzona z wykorzystaniem wielu właściwie dobranych pozycji aktualnego piśmiennictwa światowego, co świadczy o bardzo szerokiej wiedzy teoretycznej Doktoranta. Jest syntetyczna, rzeczowa i obejmuje wszystkie elementy prowadzonych badań. Przeprowadzona wcześniej analiza wyników, które zostały poddane weryfikacji statystycznej, pozwoliła na trafne wnioskowanie. Autor w rozdziale *Podsumowanie* dokonał rekapitulacji uzyskanych wyników i sformułował 6 wniosków, które wynikają logicznie z przeprowadzonych badań i potwierdzają osiągnięcie założonych celów.

Do najważniejszych osiągnięć poznawczych i aplikacyjnych przedstawionych w rozprawie doktorskiej Pana mgr. Sławomira Głuszka zaliczam:

- Wykazanie, że technika miniryzotronów jest bardzo przydatnym narzędziem do badania systemu korzeniowego wiśni i czereśni, pozwalającym na wykonywanie sukcesywnych obserwacji w czasie wzrostu i rozwoju roślin w trakcie całego sezonu wegetacyjnego. Wykazano, że dzięki tej metodzie można dokonać obserwacji niemożliwych do wykonania za pomocą tradycyjnych technik opartych na bezpośrednim pobieraniu korzeni z gleby
- Udowodnienie, że na wzrost i przeżywalność korzeni drobnych wiśni największy wpływ mają takie czynniki jak pora roku oraz średnica i głębokość ich formowania. Najdłużej przeżywały korzenie o średnicy powyżej 0,80 mm oraz te uformowane w głębszych warstwach gleby (poniżej 50 cm). Wykazano ponadto, że korzenie, które pojawiają się wiosną i latem mają dłuższą żywotność niż te powstałe w okresie jesieni i zimy
- Wykazanie, że rodzaj odmiany wiśni szczepionej na antypce nie ma istotnego wpływu na wzrost i przeżywalność korzeni drobnych roślin tej podkładki
- Wykazanie, że przeżywalność korzeni drzew czereśni szczepionych na podkładce 'GiSelA 5' zwiększała się wraz z ich średnicą. Najdłużej przeżywały korzenie o średnicy od 0,9 do 1,0

mm, a najkrócej korzenie o średnicy mniejszej niż 0,3 mm. Wykazano ponadto, że korzenie uformowane w okresie późnej jesieni miały najmniejszą średnią długości życia, natomiast korzenie powstałe wiosną charakteryzowały się najdłuższą przeciętną długością życia. Korzenie czereśni uformowane blisko powierzchni gleby żyły najkrócej, a korzenie powstałe na głębokości od 10 do 20 cm najdłużej.

- Stwierdzenie, że zastosowane nawozy organiczne, biostymulator i preparat mykoryzowy spowodowały zwiększenie przeżywalności korzeni drobnych czereśni, w porównaniu do nawożenia mineralnego NPK
- Wykazanie, że zastosowanie nawożenia organicznego i mykoryzacji ma pozytywny wpływ na plonowanie czereśni odmiany 'Vanda'
- Udowodnienie, że najbardziej korzystny wpływ na wzrost i rozwój systemu korzeniowego, a zwłaszcza korzeni drobnych czereśni na podkładce 'GiSelA 5', miało zastosowanie bio-nawozu BioFeed Ekomix oraz inokulacji podłożem mykoryzowym (Mykoflor)
- Wykazanie korzystnego wpływu mykoryzacji na formowanie się struktur arbuskularnych grzybów mykoryzowych w korzeniach czereśni rosnących na podkładce 'GiSelA 5' oraz na zwiększenie świeżej i suchej masy korzeni, a także ich średnicy i objętości

5. Uwagi szczegółowe

- w ocenianym opracowaniu Doktorant posługuje się terminami „mikoryzacja” czy „grzyby mikoryzowe”, tymczasem według wydanej w 2011 r. opinii przez Radę Języka Polskiego przy Prezydium PAN, na temat ustalenia fonetyczno-graficznej formy nazwy nauki o grzybach, opowiedziała się ona za przyjęciem jako jedynie poprawnej formy zapisywanej przez „y”, czyli *mykologia*, *mykologiczny*, *mykolog*. Wydaje się więc, że bardziej odpowiednie byłoby użycie terminów „mykoryzacja” czy „grzyby mykoryzowe”.
- W rozdziale „Dyskusja” wyróżniono dwa podrozdziały „Wiśnia” i „Czereśnia”, w mojej opinii tytuły tych podrozdziałów powinny być bardziej uszczegółowione
- w tytułach tabel (nr 1, 2, 3 i 4) oraz wykresów (nr 1, 2, 3, 4, 5, 6 i 7) brakuje informacji jakich gatunków drzew dotyczą przedstawione wyniki

Powyższe uwagi mają charakter wyłącznie redakcyjny i nie umniejszają wysokiej wartości merytorycznej ocenianej rozprawy.

6. Podsumowanie i wniosek końcowy

Opublikowany cykl trzech publikacji naukowych, składających się na rozprawę doktorską Pana mgr. Sławomira Głuszka, stanowi spójne opracowanie, wskazujące na to, że Doktorant potrafi stawiać

trafne hipotezy badawcze, poprawnie je weryfikować oraz wyciągać właściwe wnioski, umożliwiające planowanie i realizację kolejnych celów badawczych.

Doktorant wykazał się szeroką wiedzą teoretyczną oraz przeprowadził szereg prawidłowo zaplanowanych, bardzo pracochłonnych i poprawnie metodycznie wykonanych eksperymentów i obserwacji, wykazując się umiejętnościami w zakresie analizy i dyskusji uzyskanych wyników, a tym samym w dobrym stopniu opanował warsztat pracy naukowej, niezbędny do prowadzenia badań na wysokim poziomie. Należy podkreślić innowacyjne aspekty badań zaprezentowane w przedłożonej do oceny rozprawie. Dzięki zastosowaniu techniki minirizotronów, po raz pierwszy przeprowadzono tak szczegółowe badania nad oddziaływaniem nawozów pochodzenia organicznego oraz inokulum mykoryzowego, na procesy zachodzące w ryzosferze drzew czereśni i ich wpływu na wzrost i plonowanie roślin. Wyniki tych badań wnoszą nowe, cenne informacje pozwalające w przyszłości na optymalizację sposobów i metod nawożenia roślin sadowniczych.

Reasumując stwierdzam, że przedstawiona przez Pana mgr. Sławomira Głuszka rozprawa, ze względu na zaprezentowany wysoki poziom naukowy i wartości zarówno poznawcze jak i aplikacyjne spełnia wymogi stawiane rozprawom doktorskim zgodnie z art.187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2023 poz. 742) i wnosi nowe elementy wiedzy do szeroko rozumianej dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo.

Biorąc powyższe pod uwagę, przedkładaam Wysokiej Radzie Naukowej Instytutu Ogrodnictwa - Państwowego Instytutu Badawczego w Skierniewicach wnioski o przyjęcie dysertacji doktorskiej Pana mgr. Sławomira Głuszka i dopuszczenie jej Autora do dalszych etapów postępowania w przewodzie doktorskim.

Jednocześnie ze względu na ważną tematykę i wysoki poziom naukowy pracy oraz istotne znaczenie poznawcze i użytkowe przeprowadzonych badań, **wniosuję o wyróżnienie rozprawy doktorskiej Pana mgr. Sławomira Głuszka stosowną nagrodą.**



prof. dr hab. Cezary Tkaczuk