

RECENZJA
pracy doktorskiej Pana mgr inż. Mariusza Przemysława Pożogi

pt.: "Sposoby rozmnażania roślin ozdobnych metodą in vitro, a efektywność kosztowa i organizacyjna"

1. Wprowadzenie

Przedstawiona mojej ocenie praca doktorska Pana mgr inż. Mariusza Pożogi została wykonana w Katedrze Sadownictwa i Ekonomiki Ogrodnictwa Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Tematyka rozprawy wpisuje się w badania prowadzone w zespole Pana dr hab. Dawida Olewnickiego, promotora pracy.

Podstawą sporządzenia recenzji jest uchwała nr 47/RiO-2024/2025 Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo SGGW z dnia 3 lipca 2025 r. w sprawie powołania recenzentów w postępowaniu o nadanie stopnia naukowego doktora w dziedzinie nauk rolniczych w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo mgr inż. Mariuszowi Pożodze.

Od wielu lat metoda wegetatywnego rozmnażania roślin w warunkach in vitro (inaczej rozmnażanie metodą in vitro, mikrorozmnażanie) jest wykorzystywana z sukcesem w ogrodnictwie i w rolnictwie. Metoda ta służy do szybkiej i wydajnej produkcji różnych gatunków roślin, przede wszystkim ozdobnych, ale także użytkowych i leczniczych w kontrolowanych warunkach laboratoryjnych. Współcześnie, rozwój tej dynamicznej, nabierającej coraz większego znaczenia dziedziny gospodarki w Polsce, napotyka na różne trudności i ograniczenia, głównie natury ekonomicznej.

Obecnie, istnieje ogromna potrzeba wnikliwej analizy ekonomiczno-finansowej rodzimych przedsiębiorstw zajmujących się mikrorozmnażaniem roślin, w celu znalezienia rozwiązań, które mogłyby zwiększyć wydajność tej metody rozmnażania i uniezależnić ją od trudności kadrowych i rosnących kosztów energii.

Podjęty przez Doktoranta temat pracy uważam za bardzo aktualny i wskazany zarówno w perspektywie prowadzenia badań naukowych, jak i praktyki ogrodniczej ukierunkowanej na wydajną produkcję dobrej jakości roślin ozdobnych.

2. Ocena formalna pracy doktorskiej

Rozprawa doktorska mgr inż. Mariusza Pożogi została przygotowana w formie zbioru opublikowanych i powiązanych tematycznie artykułów naukowych. Na całość pracy doktorskiej składają się kolejno: spis treści, streszczenia pracy w języku polskim i angielskim, wykaz publikacji wchodzących w skład rozprawy, opis wykonanej pracy badawczej wraz ze spisem literatury (w sumie 34 strony), kopie pięciu artykułów naukowych będących bazą rozprawy doktorskiej oraz oświadczenia współautorów.

Zgodnie z wykazem publikacji przedstawionym na str. 11 rozprawy są to:

1. Pożoga M., Cichocka K., Olewnicki D. 2024. Ocena kondycji ekonomiczno-finansowej przedsiębiorstw produkujących rośliny metodami in vitro. *Marketing i Rynek*, (11), 23-37
2. Pożoga M., Olewnicki D., Jabłońska L. 2019. In vitro propagaton protocols and variable cost comparison in commercial production for *Paulownia tomentosa* x *Paulownia fortunei* hybrid as renewable energy source. *Applied Sciences*, 9 (23), 1-15
3. Pożoga M., Olewnicki D. 2023. The impact of the organization of the working day on production efficiency in the laboratory of plant tissue cultures. *Scientific Papers of Silesian University of Technology- Organization and Management Series*, (170), 1-10.
4. Pożoga M., Olewnicki D., Wójcik-Gront E., Latocha P. 2023. An efficient method of *Pennisetum x advena* 'Rubrum' plantlets production using the temporary immersion bioreactor system and agar culture. *Plants*, 12 (1534) 1-15.
- 5 Pożoga M., Olewnicki D., Latocha P. 2024. A temporary immersion system as a tool for lowering planting material production costs using the example of *Pennisetum x advena* 'Rubrum'. *Agriculture* 14 (1117), 1-14.

Weryfikacja jakości formalnej pracy doktorskiej mgr inż. Mariusza Pożogi wskazuje, że jest ona zgodna z wymogami określonymi w pkt. 3 Art. 187 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. Ponadto, pod względem strukturalnym praca spełnia wewnętrzne wytyczne SGGW (Zarządzenie nr 15 Rektora SGGW z dn. 11.04.24 r.), stawiane rozprawom doktorskim, na które składa się zbiór opublikowanych i powiązanych tematycznie artykułów. Wszystkie publikacje są wieloautorskie, lecz mgr inż. Mariusz Pożoga jest zawsze pierwszym autorem, z udokumentowaną, wiodącą rolą podczas realizacji opisanych badań oraz powstawania pracy. Tym samym spełniony jest kolejny wymóg zawarty w wytycznych Rektora SGGW.

3. Ocena merytoryczna w aspekcie oryginalności badań, ogólnej wiedzy teoretycznej i zdolności do prowadzenia samodzielnych badań przez Doktoranta

Prezentowane publikacje to solidne artykuły naukowe, obejmujące wyniki oryginalnych badań interdyscyplinarnych z zakresu biologii mikrorozmnażania oraz oceny efektywności kosztowej i organizacyjnej produkcji roślin w kulturach *in vitro*. Wyniki badań o nachyleniu biologicznym opublikowano w czasopismach naukowych o podobnym charakterze: *Applied Sciences*, *Plants* oraz *Agriculture*. Natomiast pozostałe, dwie prace dotyczące analizy kondycji ekonomiczno-finansowej oraz efektywności czasu pracy przedsiębiorstw zajmujących się mikrorozmnażaniem, zamieszczono w czasopismach o profilu ekonomicznym: *Marketing i Rynek* (w j. polskim) oraz *Scientific Papers of Silesian University of Technology*, seria *Organization and Management* (w j. angielskim).

Łączna, sumaryczna punktacja publikacji, będących podstawą rozprawy doktorskiej mgr inż. Mariusza Pożogi wynosi w przypadku listy MNiSW 410 punktów, natomiast współczynnik cytowań IF kształtuje się na poziomie 9,66. Jest to wynik dobry, świadczący o dostępności publikacji, możliwości ich cytowania oraz upowszechniania uzyskanych wyników.

Wszystkie wymienione powyżej publikacje podlegały ocenie merytorycznej co najmniej 10 recenzentów. Moja rola sprowadza się więc przede wszystkim do oceny tych artykułów wyłącznie pod kątem celowości ich umieszczenia w strukturze recenzowanej pracy doktorskiej oraz dokonanie analizy części opisowej i stwierdzenia zgodności całokształtu rozprawy z wymogami ustawowymi i wytycznymi SGGW.

Przejdę teraz do skomentowania części opisowej rozprawy. Jest ona stosunkowo obszerna i obejmuje 26 stron tekstu oraz spis literatury, liczący 80 pozycji. Układ rozdziałów i podrozdziałów tej części pracy jest podzielony na wstęp, przegląd literatury, cel badań i hipotezy badawcze, główne wyniki badań opisane w artykułach wraz z dyskusją oraz wnioski i rekomendacje jest prawidłowy dla rozpraw, będących zbiorem publikacji.

We wstępie Doktorant właściwie przedstawił ogólne zagadnienia związane z charakterystyką swojej pracy i w pełni uzasadnił wybór jej tematu. Następnie zaprezentował w przeglądzie literatury części opisowej rozprawy aktualny stan wiedzy na temat metod *in vitro* i zastosowaniu bioreaktorów w rozmnażaniu roślin. Przedstawił także unikatowe dane literaturowe o kosztach i organizacji pracy w przedsiębiorstwach produkujących rośliny metodą *in vitro*. Na podkreślenie zasługuje bogata, licząca 80 pozycji literatura. Przegląd literatury świadczy o szerokiej, ogólnej wiedzy teoretycznej mgr inż. Mariusza Pożogi z zakresu dyscypliny ogrodnictwo i rolnictwo, a także znajomości wielu zagadnień specjalistycznych na temat opłacalności produkcji metodą *in vitro*.

Większość zagadnień została potraktowana w sposób kompletny. Wyjątkowo, w podrozdziale 1.1. Metoda in vitro w rozmnażaniu roślin – historia i znaczenie, zabrakło mi krótkiej charakterystyki podstawowych metod rozmnażania roślin w warunkach in vitro, a także objaśnienia jakimi etapami odbywa się mikrorozmnażanie. Na ten temat istnieje podstawowa literatura, m.in. podręcznik akademicki „Biotechnologia roślin” pod redakcją Stefana Malepszego, wydawnictwo PAN. Również historia metod in vitro jest opisana w tym samym rozdziale w sposób niekonsekwentny (str.14). Jeśli jest wzmianka o odkryciu auksyny, to powinna być także informacja o cytokininie, która przecież odgrywa kluczową rolę w mikrorozmnażaniu, a tej informacji brak. Szczególną uwagę Autor poświęcił kwestii rozmnażania roślin w bioreaktorach, zwłaszcza pracujących w systemie (TIS) – okresowo- zalewowych. Treść tego podrozdziału wskazuje na szeroką wiedzę i szczególne zainteresowanie Doktoranta tym zagadnieniem. Szkoda jednak, że przy tej okazji Autor nie wspomniał prac polskich specjalistów o rozmnażaniu roślin w bioreaktorach podobnego typu TIS - RITA (np. prace badawcze dr Małgorzaty Malik – o różach, narcyzach i liliach).

Za oryginalny cel rozprawy mgr inż. Mariusza Pożoga postawił sobie zbadanie efektywności kosztowej i organizacyjnej procesu produkcji roślin w komercyjnych laboratoriach in vitro pod kątem przyjętej metody rozmnażania. Dla osiągnięcia celu pracy Doktorant sformułował 5 celów szczegółowych i 3 hipotezy badawcze. Wybór i kolejność realizacji celów szczegółowych jest logiczny i prawidłowy. Najpierw oceniono kondycję ekonomiczno-finansową wybranych przedsiębiorstw produkujących rośliny w warunkach in vitro, następnie poddano analizie koszty zmienne w produkcji roślin na pożywkach zestalonych agarem i płynnych, dalej opracowano wydajną metodę mikrorozmnażania wybranych gatunków roślin (w bioreaktorach okresowo zalewowych) i w końcu opisano efektywne systemy organizacji dnia pracy w laboratoriach in vitro. Do realizacji celów szczegółowych Doktorant wykorzystał różne oryginalne rozwiązania interdyscyplinarne, w tym nowoczesne techniki in vitro, jak bioreaktory TIS oraz metody stosowane w ekonomii.

Główne wyniki badań przedstawione przez Doktoranta w opisie rozprawy doktorskiej ściśle respondują z wynikami prezentowanymi w załączonych publikacjach, w sposób następujący.

Pierwszy prezentowany artykuł naukowy dostarcza informacji wstępnych na temat aktualnej kondycji ekonomicznej przedsiębiorstw produkujących rośliny metodą in vitro. Doktorant wraz z współautorami wykazali, że okres pandemii Covid-19, czyli okres niepewności rynkowej, nie był niekorzystny dla analizowanych przedsiębiorstw. W związku z tym, hipotezę o pogorszeniu się w tym czasie większości wskaźników ekonomicznych, charakteryzujących badane podmioty, odrzucono, ale jednocześnie wskazano, że w kolejnych okresach czasu niezbędny jest ich ciągły monitoring

finansowy. Podsumowując powyższy artykuł w całościowym kontekście pracy doktorskiej mgr inż. Mariusza Pożogi, stał się on wartościową bazą dla Jego pokrewnych tematycznie publikacji.

Drugi artykuł jest przykładem innowacyjnych badań naukowych w obszarze mikrorozmnażania. W tej publikacji Doktorant wraz z zespołem zaprezentowali bardzo wydajną metodę rozmnażania w kulturach in vitro mieszańca *Paulownia tomentosa* x *Paulownia fortunei* i określili koszty zmienne tej produkcji w skali komercyjnej. Wspomniany mieszańiec ma wielorakie znaczenie, m.in. nadaje się bardzo dobrze do produkcji biomasy, jako źródło dobrej jakości drewna. Publikacja ta, oprócz walorów poznawczych o kulturach in vitro roślin z rodzaju *Paulownia*, dostarczyła także cennych danych ekonomicznych, wypełniając lukę informacyjną na temat kosztów zmiennych produkcji roślin tą metodą i skutecznej możliwości ich obniżenia np. przez modyfikację warunków środowiska, w tym redukcję poziomu oświetlenia kultur in vitro. Tym samym mgr inż. Mariusz Pożoga udowodnił dobre przygotowanie do badań wielotematycznych, rozeznanie i umiejętność doboru technik eksperymentalnych oraz zdolność współpracy ze specjalistami różnych dziedzin. Tym samym wykazał się umiejętnością samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

W prezentowanej **trzeciej** publikacji przedstawiono oryginalną, po raz pierwszy wykonaną w Polsce, wnikliwą analizę wydajności pracy w komercyjnym laboratorium in vitro, godzina po godzinie, stwierdzając, że jej efektywność nie jest stała w ciągu dnia. Najwyższa produktywność w systemie 8-godzinny ma miejsce w środku dnia pracy. Wysoko oceniam przyjęte metody i wyróżniającą analizę statystyczną uzyskanych wyników. Publikacja jest ważnym elementem rozprawy doktorskiej mgr inż. Mariusza Pożogi w części dotyczącej oceny oryginalności badań nad efektywnością organizacji pracy w przedsiębiorstwach in vitro. Ma dużą wartość praktyczną i jest skierowana bezpośrednio do producentów roślin metodą kultur in vitro.

Wiodącym wynikiem **czwartej** publikacji było opracowanie przez Doktoranta i Współautorów wydajnej metody mikrorozmnażania ozdobnej trawy *Pennisetum x advene* 'Rubrum' w aspekcie obniżenia kosztów jej produkcji. Użycie bioreaktora typu TIS – okresowo-zalewowego spowodowało, że w dwukrotnie krótszym czasie powstawało 90 % więcej zdrowych regenerantów *P. x advene* 'Rubrum' w porównaniu do liczby pędów namnażanych na podłożach agarowych. Również i ta publikacja, z uwagi na jej oryginalne walory poznawcze i aplikacyjne, jest istotnym elementem zbioru prac stanowiących rozprawę dokorską mgr inż. Mariusza Pożogi.

Ostatna **piąta** publikacja dostarcza ważnych argumentów za obniżeniem kosztów produkcji roślin metodą in vitro, przy zastosowaniu bioreaktorów TIS, w zależności od innowacyjnej organizacji dnia pracy. Ustalono, że w fazie namnażania pędów, koszt ich uzyskania na pożywkach płynnych jest dwukrotnie niższy w porównaniu do kosztu ich produkcji w kulturach agarowych. Natomiast etap

ukorzenia pędów jest najbardziej kosztowną fazą produkcji i jest porównywalny w przypadku obu rodzajów pożywek. Doktorant dowiódł, że decydujący wpływ na efektywność kosztową ma koszt robocizny, który w kulturach agarowych jest prawie dwukrotnie wyższy niż na pożywkach płynnych, w bioreaktorach TIS. Uzyskane wyniki wnoszą wiele nowego i mają ogromne znaczenie dla oryginalnego rozwiązania problemu zwiększenia efektywności kosztowej i organizacyjnej produkcji roślin ozdobnych metodą *in vitro* przez wykorzystanie bioreaktorów TIS.

Ostatni rozdział części opisowej rozprawy mgr inż. Miariusza Pozogi to wnioski i rekomendacje, który obejmuje prawidłowo sformułowane wnioski badawcze i trzy rekomendacje praktyczne. Zarówno wnioski, jak i rekomendacje są logicznie powiązane z uzyskanymi wynikami oraz założonym celem pracy i hipotezami badawczymi. Autor dysertacji przedstawił we wnioskach oryginalne rozwiązanie problemu uzyskania lepszej opłacalności produkcji roślin ozdobnych w kulturach *in vitro* przez obniżenie kosztów pracy ludzkiej, zastosowanie bioreaktorów okresowo-zalewowych do produkcji roślin, planowaniu wymagających zadań na środek dnia pracy oraz dobór odczynników i materiałów laboratoryjnych o wysokiej jakości i przystępnej cenie.

Podsumowując część opisową rozprawy mgr inż. Mariusza Pożogi, stwierdzam, że jest poprawna w sensie konstrukcji oraz w aspekcie oceny ogólnej wiedzy teoretycznej i umiejętności prowadzenia samodzielnej pracy naukowej przez Doktoranta. Ponadto, po raz pierwszy w Polsce, ocena efektywności kosztowej i organizacyjnej w sferze produkcji roślin metodą *in vitro* na skalę komercyjną została zrealizowana w sposób oryginalny, przy wykorzystaniu metod badań ekonomicznych. Stwierdzam, że recenzjowana praca doktorska mgr inż. Mariusza Pożogi niesie duży potencjał przyszłych badań naukowych. Sądzę, że jednym z ważniejszych tematów powinna być ocena biologicznej jakości roślin rozmnażanych na skalę komercyjną w bioreaktorach okresowo-zalewowych typu TIS.

Z obowiązku recenzenta, poniżej wymieniam dostrzeżone w tekście części opisowej niewielkie nieścisłości:

- niewłaściwe używanie w tekście kolokwialnego określenia 'hodowla *in vitro*' zamiast kultury *in vitro* lub mikrorozmnażanie (m.in. str. 15, str. 27)
- w tekście jest "średnia liczba wyciętych roślin (str. 30), a powinno być średnia liczba wyciętych pędów
- w tekście jest niefortunne określenie na str.15: "pożywka...przez określony czas zanurza eksplantaty", powinno być eksplantaty zanurzone w pożywce przez określony czas
- określenie żywka multiplikacyjna jest stosowane raczej w mikrobiologii, w mikrorozmnażaniu używa się terminu żywka do namnażania eksplantatów/pędów bocznych (str.30)

- czy to możliwe, że 1 PLN = 3,7619 USD (str.24) oraz 1 PLN = 4,0474 USD (str. 27), myślę, że symbole walut powinny być umieszczone odwrotnie
- brak wyjaśnienia, jak rozumieć określenie w tekście “wpływ ograniczonego światła”, czyli jakiego? (str. 24)
- Mam pewne wątpliwości, co do treści krótkiego wprowadzenia do rozdziału Wnioski i rekomendacje (str.38) i dwukrotnego określenia: “odpowiedni system organizacji dnia pracy”. Nasuwa się pytanie: odpowiedni, czyli jaki?

Podsumowanie

W podsumowaniu mojej oceny rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Mariusza Pożogi pt. “Sposoby rozmnażania roślin ozdobnych metodą in vitro, a efektywność kosztowa i organizacyjna” stwierdzam, że stanowi ona oryginalną i wartościową pracę badawczą, poruszającą istotne zagadnienia opłacalności produkcji roślin metodami in vitro. Uzyskane przez Doktoranta wyniki, przedstawione w opisie pracy i prezentowane w pięciu bazowych publikacjach, są nie tylko znaczące dla rozwoju badań interdyscyplinarnych nad roślinnymi kulturami in vitro, ale dostarczają także nowych i bardzo wartościowych informacji o perspektywicznym znaczeniu dla praktyków, zajmujących się mikrorozmnażaniem. Ponadto, biorąc pod uwagę całokształt rozprawy, stwierdzam jednoznacznie pozytywnie, że Pan mgr inż. Mariusz Pożoga zaprezentował w niej szeroką, ogólną wiedzę teoretyczną oraz wykazał umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej, co upoważnia mnie do konkluzji, że przedstawiona mi do oceny rozprawa spełnia wszystkie ustawowe wymagania stawiane pracom doktorskim i opisane w art.187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (tj. Dz. U. 2024 r. poz. 1571 z późn. zm.). W związku z tym, przedstawiam wniosek do Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie o dopuszczenie mgr inż. Mariusza Pożogi do dalszych etapów postępowania o nadanie stopnia naukowego doktora w dziedzinie nauk rolniczych w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo.

Anna Bach

prof. dr hab. Anna Bach

Prof. dr hab. Hanna Bach

3

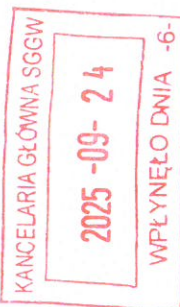
R (00)859007734140465043

(00)859007734140465043
Poczta Polska
Opłata pobrana 10,15 zł gr

PRIORYTET
PRIORITAIRE



Instytut Nauk Ogrodniczych
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego
w Warszawie



ul. Nowoursynowska 158

02 - 776 WARSZAWA