

Prof. dr hab. Danuta Kozak
Instytut Produkcji Ogrodniczej
Zakład Roślin Ozdobnych
i Dendrologii
Wydział Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Lublin, 14.11.2019 r.

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Moniki Cioć
pt. "Wykorzystanie technologii SSL LED w rozmnażaniu klonalnym
gerbery (*Gerbera jamesonii* Bolus ex Hook. f.)
i mirtu (*Myrtus communis* L.)"

wykonanej w Katedrze Roślin Ozdobnych i Sztuki Ogrodowej
na Wydziale Biotechnologii i Ogrodnictwa

Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

Promotor pracy: dr hab. inż. Bożena Pawłowska, prof. UR

Promotor pomocniczy: dr inż. Krzysztof Tokarz

Wśród wielu czynników, takich jak: rodzaj eksplantatu, skład pożywki, temperatura otoczenia, wymiana gazowa w naczyniu, w którym prowadzona jest kultura, światło jest jednym z najważniejszych czynników determinujących wzrost i rozwój roślin *in vitro*. Do tej pory w laboratoriach kultur *in vitro* wykorzystywano kilka źródeł światła, w tym wysokoprężne lampy sodowe, metalohalogenkowe, żarowe i lampy fluorescencyjne, przy czym te ostatnie źródła światła są najbardziej popularne. Są one wszechstronne, ponieważ zapewniają szerokie spektrum światła, które ma zastosowanie do wielu gatunków roślin, jednak ich wady obejmują wysokie zużycie energii elektrycznej, niestabilne parametry promieniowania i znaczną emisję ciepła. Dynamiczny rozwój technologii SSL LED (Solid - State Lighting Light- Emitting Diode) spowodował, że stosowane dotychczas lampy sodowe i fluorescencyjne są coraz częściej wypierane przez źródła światła na niej oparte. Ich najważniejszą zaletą jest możliwość uzyskania niemal dowolnej barwy oświetlenia i dostosowania jej do wymagań konkretnego gatunku rośliny. Diody LED charakteryzuje niewielki rozmiar, kierunkowa emisja światła i niewielkie wydzielanie ciepła. Ponadto cechuje je długa żywotność, odporność na uszkodzenia mechaniczne a ponieważ diody LED nie posiadają w swoim składzie rtęci oraz są

długowieczne, to uważa się je za produkty proekologiczne. Ich główną wadą jest stosunkowo wysoka cena, która jednak ciągle spada.

Praca doktorska mgr inż. Moniki Cioć dotyczy bardzo ważnego i aktualnego zagadnienia, mieszczącego się w głównym nurcie badań obejmujących poszukiwania nowych energooszczędnych technologii oświetlenia do zastosowania w produkcji ogrodniczej. W pracy określono reakcję *Gerbera jamesonii* i *Myrtus communis* na różnej jakości i oraz intensywności światło emitowane przez diody elektroluminescencyjne w zakresie odpowiedzi morfogenetycznej, fizjologicznej i biochemicznej w warunkach *in vitro*. Zbadano również wpływ stężenia benzyloadeniny (BA) w pożywce (1; 2,5; 5 μ M) na namnażanie pędów bocznych. Wysoce uzasadnione było wykorzystanie w pracy technologii LED, gdyż Polska należy do czołowych producentów mikrosadzonek roślin ozdobnych w Europie, zarówno na rynek krajowy jak i na eksport a dużym problemem dla producentów sadzonek jest przegrzewanie się roślin pod wpływem doświetlania lampami dotychczas stosowanymi. Wyniki trwających od kilku lat badań wskazują, że światło LED wpływa korzystnie m.in. na współczynnik namnażania, wydłużanie pędów oraz poziom barwników fotosyntetycznych i metabolitów wtórnych w tkankach. Z tych powodów badania nad zastosowaniem najnowszych technologii LED dla wspomaganie wzrostu i rozwoju roślin wychodzą naprzeciw bardzo aktualnym potrzebom optymalizacji produkcji roślin ozdobnych i mają wymierny aspekt ekonomiczny.

Dobór materiału badawczego, gatunków *Gerbera jamesonii* i *Myrtus communis*, jest bardzo trafny. Wybór gerbery Jamesona z pewnością podyktowany był dużym zapotrzebowaniem na mikrosadzonki tej rośliny wynikającym z jej popularności na rynku kwiatów ciętych oraz roślin doniczkowych. Mirt pospolity natomiast jest wykorzystywany na zieleń ciętą, jako roślina doniczkowa a także ze względu na obecność metabolitów wtórnych jako roślina o właściwościach leczniczych i prozdrowotnych.

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska ma formę zbioru 4 spójnych tematycznie artykułów naukowych, opublikowanych w latach 2018-2019 w czasopismach ujętych w wykazie czasopism naukowych Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego z roku 2019. Trzy prace zostały opublikowane w międzynarodowych czasopismach posiadających współczynnik wpływu Impact Factor: Plant Cell, Tissue and Organ Culture – IF 2,2; Horticulture, Environment and Biotechnology – IF 1,193; Agronomy – IF 2,259. Jedna praca jest opublikowana w Acta Horticulturae (VII Int. Conf. on Managing Quality in Chains & II Int. Symp. on Ornamentals in association with XIII Int. Protea Research Symp. Stellenbosch, South

Africa: 4-7 IX 2017). Łączna wartość IF wynosi 5,652 a liczba punktów według listy MNiSW wynosi 165. Wszystkie prace są opracowaniami zbiorowymi (3-5 autorów), w których Doktorantka jest pierwszym autorem w 2 pracach, 2-gim w jednej pracy i 4-tym w jednej pracy a Jej wkład został określony jako 65% - 1-sza praca, 45% – 2-ga praca i 75% - 3-cia i 4-ta praca, co zostało potwierdzone załączonymi oświadczeniami współautorów. Indywidualny wkład Doktorantki w omawianych publikacjach obejmował: wykonanie doświadczeń, przeprowadzenie obserwacji, zebranie dokumentacji fotograficznej, przeprowadzenie analiz statystycznych, udział w przygotowaniu manuskryptu.

Pierwsza praca z cyklu pt. „**LED lighting affects plant growth, morphogenesis and phytochemical contents of *Myrtus communis* L. *in vitro***” przedstawia wyniki badań, których przedmiotem była analiza wpływu światła emitowanego przez system LED: czerwonego, niebieskiego oraz ich połączenia w stosunku 70%:30% na parametry morfometryczne pędów, zawartość barwników fotosyntetycznych i syntezę metabolitów wtórnych w kulturach *in vitro* *Myrtus communis*. Kontrolę stanowiły rośliny spod oświetlenia fluorescencyjnego. Jako drugi czynnik testowano BA w 3 stężeniach: 1; 2,5; 5 μM .

Druga praca z cyklu zatytułowana: „**Impact of LED light sources on morphogenesis and levels of photosynthetic pigments in *Gerbera jamesonii* grown *in vitro***” dotyczy oceny wpływu jakości światła LED na wzrost i rozwój pędów oraz zawartość barwników fotosyntetycznych w liściach *Gerbera jamesonii* ‘Dura’ *in vitro*. Kultury prowadzono na pożywce MS z dodatkiem 5 μM BA i 0,5 μM NAA podczas namnażania pędów oraz na pożywce uzupełnionej 1 μM IAA – podczas ukorzenia pędów. Badano wpływ światła monochromatycznego czerwonego i niebieskiego oraz mieszanego (czerwone i niebieskie 50%:50%, 70%:30%), a także dalekiej czerwieni 2% łącznie ze światłem czerwonym 49% i niebieskim 49% oraz światła białego 20% łącznie z czerwonym i niebieskim po 40%. Kontrolę stanowiło światło lamp fluorescencyjnych.

Trzecia praca składająca się na rozprawę pt. „**How LED light rooting *in vitro* affected *Gerbera* acclimatization efficiency**” zawiera wyniki badań nad przebiegiem aklimatyzacji mikrośroślin *Gerbera jamesonii* ‘Big Apple’ uzyskanych z mikrosadzonek ukorzenianych na pożywce MS z dodatkiem 1 μM IAA przy zastosowaniu różnej jakości światła: światło czerwone, światło niebieskie i połączenie światła czerwonego i niebieskiego 70%:30%. Jako kontrolę zastosowano światło lamp fluorescencyjnych.

W czwartej pracy pt. „**Different LED light intensities and 6-benzyladenine concentrations in relation to shoot development, leaf architecture, and photosynthetic pigments of *Gerbera jamesonii* Bolus *in vitro***” zbadano wpływ trzech poziomów PPF

Photosynthetic Photon Flux Density (40, 80, 120 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) na wzrost i rozwój pędów *Gerbera jamesonii* 'Big Apple' oraz zawartość barwników fotosyntetycznych w liściach. Jako drugi czynnik testowano BA w 3 stężeniach: 1; 2,5; 5 μM .

Oceniając merytoryczną wartość publikacji stanowiących rozprawę, należy stwierdzić, że stanowią one spójny zbiór, ściśle się ze sobą zazębiają i tworzą logiczną całość. Temat rozprawy jest zgodny z treścią przedstawionych prac. Doktorantka uzyskała szereg interesujących wyników, które mogą posłużyć do formułowania ważnych wniosków dla praktyki.

W badaniach dotyczących oceny różnej jakości światła emitowanego przez diody elektroluminescencyjne udokumentowała m.in. pozytywny wpływ monochromatycznego światła czerwonego na współczynnik namnażania pędów mirtu oraz spektrum mieszanego LED: czerwone i niebieskie w stosunku 1:1 oraz 7:3 na namnażanie pędów gerbery. Wzrost elongacyjny pędów mirtu i gerbery był optymalny pod monochromatycznym światłem czerwonym. Wykazała również, że pędy gerbery ukorzeniają się najlepiej (100%) pod wpływem zastosowanych kombinacji światła LED czerwonego i niebieskiego. Rośliny aklimatyzują się w 100%, gdy mikrosadzonki ukorzeniane są pod testowanymi kombinacjami światła LED ale równie dobrze - pod kontrolną lampą fluorescencyjną. Zawartość barwników fotosyntetycznych w liściach gerbery jest największa, gdy namnażanie i ukorzenianie pędów prowadzone jest pod mieszaniną światła LED czerwonego i niebieskiego w stosunku 7:3, natomiast w przypadku namnażania pędów mirtu parametr ten był na optymalnym poziomie, gdy zastosowano światło fluorescencyjne. Światło monochromatyczne czerwone ma pozytywny wpływ na syntezę metabolitów wtórnych w pędach bocznych mirtu. W badaniach reakcji roślin gerbery na natężenie światła Autorka wykazała, że PPF na poziomie 80 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, przy zastosowaniu spektrum LED czerwone z niebieskim w stosunku 7:3 oraz zawartości w pożywce 5 μM BA jest najbardziej korzystne w etapie namnażania pędów bocznych ze względu na wydajność namnażania oraz obniżone koszty energii elektrycznej poniesione na oświetlenie kultur w fitotronie. Przy zastosowaniu tych parametrów świetlnych obserwowany jest też zwiększony poziom barwników fotosyntetycznych w liściach.

Artykuły naukowe wchodzące w skład pracy doktorskiej nie budzą żadnych zastrzeżeń. Wyniki tych prac podlegały wcześniejszej ocenie przez wysokiej klasy specjalistów, recenzentów i wydawców.

Praca doktorska mgr inż. Moniki Cioć, zawierająca w/w cykl publikacji, ma formę syntetycznego opracowania, w którym na 25 stronach, w 11 rozdziałach, przedstawiono:

1. Wykaz dorobku naukowego 2. Streszczenie 3. Summary 4. Wstęp 5. Hipoteza badawcza i cel pracy 6. Materiał i metody 7. Omówienie uzyskanych wyników 8. Podsumowanie i wnioski 9. Literatura 11. Załączniki - do rozprawy włączono kopie artykułów oraz dołączono oświadczenia współautorów określające charakter wkładu i procentowy udział współautorów i Doktorantki w powstaniu publikacji.

Opracowanie rozpoczyna „Wykaz dorobku naukowego”, w którym podano: wykaz oryginalnych prac będących przedmiotem rozprawy doktorskiej, wykaz pozostałych oryginalnych prac, wykaz uczestnictwa w konferencjach naukowych, realizowane programy badawcze oraz wykaz nagród, stypendiów i wyróżnień.

W kolejnych rozdziałach znajduje się „Streszczenie” w języku polskim i „Summary” w języku angielskim. Doktorantka zawarła w nich syntetyczne podsumowanie zagadnień omawianych w rozprawie oraz wnioski z przeprowadzonych badań.

„Wstęp” liczący 3,75 strony napisany został poprawnie. W oparciu o dobrze dobrane piśmiennictwo, Autorka umiejętnie wprowadza czytelnika w poruszaną problematykę. Na podkreślenie zasługuje bardzo duża wiedza Doktorantki w zakresie roli światła w kształtowaniu wzrostu i rozwoju roślin.

„Hipoteza badawcza i cel pracy” zostały prawidłowo sformułowane i odpowiadają zakresowi przeprowadzonych badań.

„Materiał i metody”. W rozdziale tym scharakteryzowano materiał badawczy, warunki prowadzenia kultury i stosowane metody. Na podkreślenie zasługuje fakt, że zestawienie badanych kombinacji świetlnych i metod stosowanych w badaniach przedstawiono w sposób bardzo przejrzysty i syntetyczny w 2 tabelach. Szczegółowe opisy metodyczne zawarto w publikacjach stanowiących rozprawę doktorską.

W rozdziale „Omówienie uzyskanych wyników” Doktorantka w formie bardzo syntetycznej przedstawia wyniki badań zawarte w poszczególnych pracach. Szczegółowy opis uzyskanych wyników oraz dyskusję zawarto w publikacjach stanowiących rozprawę doktorską.

W rozdziale „Wnioski” Autorka zawarła 18 wniosków szczegółowych wynikających z przeprowadzonych badań na temat reakcji mirtu i gerbery na jakość światła i 6 wniosków dotyczących wpływu intensywności światła na parametry morfometryczne i fizjologiczne gerbery. Są one poprawnie sformułowane i w pełni uzasadnione.

„Literatura” zawiera 56 pozycji dobrze dobranego piśmiennictwa (nie uwzględniając w tej liczbie piśmiennictwa w publikacjach wchodzących w skład rozprawy).

Podsumowując część opisową pracy stwierdzam, że jest to opracowanie syntetyczne, przygotowane starannie.

Z obowiązku recenzenta pozwalam sobie wskazać na pewne niedociągnięcia zauważone w trakcie czytania niniejszego opracowania. W tytule rozprawy oraz na str. 13 i w publikacji nr 2 są błędy w pisowni *Gerbera jamesonii* Bolus ex. Hook f. Powinno być *G. jamesonii* Bolus ex Hook. f. (Hook. f. = Joseph Dalton Hooker, 1817-1911) – wg Erhardt et al. 2014. Zander. Handwörterterbuch der Pflanzennamen. Eugen. Ulmer KG. Pojawiły się zwroty potoczne i skróty myślowe, których Doktorantka powinna unikać w dalszej części pracy naukowej i publikacyjnej, takie jak: „Światła monochromatyczne powodowały zmniejszenie blaszki liściowej” – str. 16, str. 20, „intensywność światła ...zmniejsza natomiast długość blaszek i ogonków liściowych, a także wysokość namnażanych pędów” – str. 21, „liście gerbery namnażane pod tym światłem mają najdłuższe ogonki” – str. 19, „największa liczba korzeni ...obserwowana jest u roślin, które ukorzeniane są na świetle niebieskim” str. 20 pkt 10 i 11, na str. 14, tab. 3 jest ilość aparatów szparkowych - zamiast liczba, „najwięcej metabolitów wtórnych...., których najwięcej wykryto na pożywce” - str. 15.

Przedstawione uwagi mają głównie charakter redakcyjny, nie umniejszają wartości recenzowanej rozprawy i nie mają wpływu na jej ocenę.

Cały dorobek naukowy Doktorantki obejmuje 4 oryginalne prace badawcze wchodzące w zakres rozprawy oraz 2 artykuły w czasopismach z listy filadelfijskiej (Pakistan Journal of Botany, Propagation of Ornamental Plants), 2 artykuły w czasopismach z listy B MNiSW, 2 rozdziały w monografiach, 18 streszczeń w materiałach konferencyjnych. Łączna punktacja wynosi – 220 a IF – 6,705. Doktorantka ponadto uczestniczyła w 16 konferencjach, brała udział jako kierownik w 1 grancie Preludium 14 (2018-2020) i 2 tematach badawczych służących rozwojowi młodych naukowców i uczestników studiów doktoranckich (2016, 2018). Otrzymała liczne nagrody (PTB, za najlepszy poster, za wygłoszenie referatu) i stypendia, w tym za szczególne osiągnięcia naukowe i wzorowe wypełnianie obowiązków studenta.

Podsumowanie

Rozprawa doktorska Pani mgr inż. Moniki Cioć to bardzo interesujące i wartościowe opracowanie naukowe promujące możliwość wykorzystania technologii SSL LED w laboratoriach kultur *in vitro*. Doktorantka wykonała pracochłonne badania, na wysokim poziomie naukowym wykazując dobre opanowanie warsztatu badawczego. Udowodniła umiejętność wnikliwego i rzetelnego realizowania zadań badawczych. Uzyskane wyniki mają charakter poznawczy i co najważniejsze duże walory praktyczne. Te ostatnie będą z pewnością wykorzystane w laboratoryjnej produkcji gerbery i mirtu – *in vitro*, a w konsekwencji wpłyną

na poprawę parametrów morfometrycznych roślin na wszystkich etapach rozmnażania klonalnego oraz zwiększą syntezę aktywnie czynnych substancji i zawartość barwników fotosyntetycznych w liściach. Ponadto zastosowany w doświadczeniach system LED znacznie obniży koszty prowadzenia kultur.

Wniosek końcowy

Stwierdzam, że przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska mgr inż. Moniki Cioć stanowiąca spójny tematycznie cykl 4 publikacji naukowych, pod wspólnym tytułem „Wykorzystanie technologii SSL LED w rozmnażaniu klonalnym gerbery (*Gerbera jamesonii* Bolus ex Hook. f.) i mirtu (*Myrtus communis* L.)” **spełnia wszystkie kryteria** stawiane rozprawom doktorskim przez Art. 13 U. 1 z dnia 14.03.2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (tekst jedn. Dz. U. z 2017 r., poz. 1789) oraz Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 roku w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodach doktorskich, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora (Dz. U. 2011, nr 196, poz. 1165).

Wobec powyższego stawiam wniosek do Rady Dyscypliny Naukowej Rolnictwo i Ogrodnictwo Wydziału Biotechnologii i Ogrodnictwa Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kollątaja w Krakowie o dopuszczenie Pani mgr inż. Moniki Cioć, ubiegającej się o stopień doktora w dziedzinie nauk rolniczych, w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo, do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Ze względu na wartościowe wyniki oraz publikację dorobku wchodzącego w skład recenzowanej rozprawy w międzynarodowych czasopismach o wysokim współczynniku oddziaływania – wnioskuję o wyróżnienie rozprawy stosowną nagrodą.

Lublin, 14.11.2019 r.



.....
Prof. dr hab. Danuta Kozak