

dr hab. Piotr Dąbrowski
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
Katedra Kształtowania Środowiska

Warszawa 06.05.2019 r.

Recenzja
rozprawy doktorskiej mgr inż. Adama Adamskiego
pt.

„Opracowanie systemu inteligentnego sterowania oświetleniem szklarniowym
bazującym na LED”

wykonanej w Instytucie Technologiczno - Przyrodniczym
w Falentach.

1. Formalna analiza rozprawy

Recenzja została przygotowana w odpowiedzi na zlecenie Pana prof. dr hab. inż. Wiesława Dembka. Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska mgr inż. Adama Adamskiego zatytułowana **„Opracowanie systemu inteligentnego sterowania oświetleniem szklarniowym bazującym na LED”** została wykonana pod opieką dr hab. Hazema Kalaji, prof. SGGW. Praca ta obejmuje 103 strony numerowane paginacją ciągłą. Podzielono ją na 8 rozdziałów (nierzadko z podrozdziałami): Wstęp, Cel i zakres pracy, Przegląd Literatury, Metodyka pracy, Wyniki badań, Dyskusja, 7. Podsumowanie i wnioski, Literatura. Praca zawiera dodatkowo spisy ilustracji i tabel.

Przyjęta przez Doktoranta struktura wydaje się być prawidłowa dla tego typu pracy, gdzie nacisk położono na obfitą dokumentację techniczną niezbędną do prawidłowej oceny wyników i dokładnego ich przedyskutowania. W pracy zamieszczono 28 rycin (wykresy z wynikami, rysunki techniczne i fotografie) i 5 tabel. Zacytowano łącznie 123 pozycje źródłowe (w tym 19 to pozycje polskojęzyczne, 3 to strony internetowe).

2. Ocena problematyki badawczej pracy

Mgr inż. Adam Adamski wykonał tę rozprawę we współpracy z SGGW w Warszawie. Dobór tematu pracy uważam za udany. Doktorant w przeglądzie literatury wykazał, że istnieje zapotrzebowanie na opracowanie inteligentnych sterowników do oświetlenia w szklarniach. Wykazał też, że brak jest opracowań, jak poszczególne produkty wpływają na rozwój roślin. Praca porusza więc istotny aspekt wdrożeniowy tych produktów w przypadku roślin szklarniowych.

Celem pracy było opracowanie inteligentnego systemu do sterowania lampami LED firmy PLANTALUX zasilane zasilaczami MEAN WELL oraz zweryfikowanie tego systemu w warunkach szklarniowych w serii doświadczeń.

Zakres pracy obejmował:

- 1) zaprojektowanie i wyprodukowanie systemu do sterowania oświetleniem LED,
- 2) wykonanie doświadczenia w szklarni, którego celem będzie potwierdzenie hipotezy, że zainstalowany sterownik oświetlenia poprawia kondycję roślin szklarniowych,
- 3) analizę otrzymanych wyników.

3. Merytoryczna analiza pracy

Na podkreślenie zasługuje bogaty w problemy Przegląd Literatury, w którym Doktorant przedstawia dotychczasowy stan wiedzy o oświetleniu wykorzystywanym w szklarniach, ale też o wpływie światła, jako czynnika abiotycznego, na procesy fizjologiczne zachodzące w roślinie. Następnie prezentuje metody pomiaru najważniejszego z procesów – fotosyntezy.

W podrozdziale o ogólnych informacjach o uprawie roślin w szklarniach scharakteryzowano specyfikę warunków, jakie panują w takich budynkach. Za błąd należy jednak uznać, że Autor od razu przechodzi do opisu oświetlenia – tak ważne informacje powinny być umieszczone w oddzielnym podrozdziale. W kolejnych podrozdziałach Doktorant bardzo skrupulatnie opisuje fotosyntezę, ze szczególnym uwzględnieniem oddziaływania światła na ten proces. Opisano także bardzo dokładnie zjawisko fluorescencji chlorofilu *a*, a także scharakteryzowano sam chlorofil.

W rozdziale Metodyka pracy przedstawiono charakterystykę stanowiska badawczego, które było zlokalizowane zarówno w laboratorium elektronicznym oraz symulacyjnym firmy White Hill Sp. z o.o. Sp. K., jak i w szklarniach produkcyjnych. Jako partnera wybrano Szkołę Główną Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Obiekt badawczy stanowiły opracowane schematy układów zamodelowane w środowisku symulacyjnym, prototypy częściowe układów, właściwe układy elektroniczne sterujące typu master oraz układy elektroniczne typu slave, zasilacze lamp LED firmy Mean Well, lampy led dedykowane do systemów upraw szklarniowych typu LED COB Plantalux EX 240W, LED COB Plantalux EX 180W oraz modele oprogramowania zarówno niskopoziomowego wykorzystywane do oprogramowania układów elektronicznych jak i wysokopoziomowa aplikacja sterująca.

W celu porównania wyników, doświadczenie zakładało także testowanie lampy z serii FITO R (światło łączone (panele RBWL(W+C) + Deep Red + FarRed + DeepBlue + UV), a także lampy sodowej (HPSC) o mocy 450 W.

Doktorant podzielił działania badawcze na trzy główne etapy następujące po sobie. Były to konsultacje produkcyjne i zebranie wymagań odnośnie systemu. Następnie dobrano teoretyczną strukturę systemu najbardziej odpowiadającego warunkom, medium transmisyjne pozwalające na komunikację oraz wybrano układy transmisyjne. Zaplanowano też, w jaki sposób odbędzie się sterowanie mocą oświetleniową lamp. W drugim etapie badań zasymulowano zaprojektowane wstępnie układy elektroniczne oraz wykonano ich prototypy badawcze, łącznie z oprogramowaniem nisko i wysoko poziomowym. Ostatni etap to testy laboratoryjne i produkcyjne wykonywane w szklarniach.

Po wykonaniu doświadczenia pilotażowego wykonano dwa doświadczenia na terenie szklarni SGGW w Warszawie. Jako przedmiot badań wybrano pomidor zwyczajny (*Solanum lycopersicum* L.), jako jedną z ważniejszych roślin szklarniowych.

Wariantami badawczymi było oświetlenie:

- 1) (K) – Kontrola, rośliny będące pod wpływem tylko światła naturalnego, zasilane standardową pożywką,
- 2) (LED/1) – Doświetlanie LED Plantalux 1
- 3) (LED/2) – Doświetlanie LED Plantalux 2
- 4) (LED/3) – Doświetlanie LED mix
- 5) (HPSC) – Doświetlane lampami HPS i zasilane standardową pożywką.

Mierzonymi parametrami były: fluorescencja chlorofilu *a*, indeks zieloności, flawonoidy, indeks NBI oraz temperatura liścia.

Na podstawie założonych wartości referencyjnych w zakresie parametrów brzegowych 110 – 230 mikromoli/s stwierdzono działanie systemu w zakresie regulacji światła w zadanym zakresie fotosyntetycznego strumienia fotonów PPF. System potrafi regulować natężenie oświetlenia, a przez to zachowując założoną wartość PPF wytwarzać warunki zbliżone do naturalnych, zwiększając tym samym plony oraz kondycję roślin. Wyniki pomiarów wskaźników stanu fizjologicznego badanych roślin wykazały, że zastosowany prototyp oświetlenia wpływa pozytywnie na kondycję roślin. Oszczędność energii wywołana poprzez dynamiczne sterowanie natężeniem światła dzięki stałemu bilansowi PPF (razem z oświetleniem naturalnym) nie wpływa na zmniejszenie plonów w stosunku do oświetlenia światłem ciągłym. Stwierdzono, że zasięg modułów radiowych w środowisku szklarniowym skraca się dziesięciokrotnie, więc konieczne są dalsze prace nad nowym rodzajem struktury połączeń (np. zmiana obecnej „gwiazdy” na „siatkę”), co umożliwi uzyskanie dłuższego zasięgu, większą niezawodność i skalowalność systemu.

Te wszystkie stwierdzenia Doktorant zawarł w 6 wnioskach, które w pełni odpowiadają postawionym celom pracy.

Po przestudiowaniu rozprawy nasuwają się jednak pewne sugestie. Pragnę w tym miejscu podkreślić, że mają one jedynie charakter porządkujący i nie dotyczą strony merytorycznej oraz nie umniejszają wartości tej pracy.

1/ Uważam, że zarówno wstęp, jak i spis literatury powinny być numerowane.

2/ Cel pracy został umieszczony przed przeglądem, co w moim odczuciu jest błędne. Cel przeprowadzonych badań powinien wynikać właśnie z odpowiednio przeprowadzonego przeglądu literatury, w którym określa się czego dotyczy brak w literaturze.

3/ Na końcu podpisu rycin nie powinno być kropki.

4/ Ponieważ jest dużo skrótów z zakresu biochemii, warto by pomyśleć o ich wykazie na początku pracy.

5/ W przeglądzie literatury opisano tylko parametry podstawowe fluorescencji chlorofilu, podczas gdy w wynikach na wykresach radarowych są też parametry JIP testu. Czy doktorant może je pokrótce opisać?

6/ Dlaczego wybrano akurat tych 6 parametrów podstawowych fluorescencji chlorofilu?

7/ W Metodycy pracy brakuje podrozdziału o statystyce. Jakich analiz statystycznych użyto? Czy istniała by jakaś analiza, którą warto by jeszcze wykonać?

8/ Wyniki badań – na podstawie jakiej analizy wnioskowano o znaczeniu cech projektowanego systemu (Rycina 13)?

9/ Na stronie 50 w definicji PDF wkraśl się błąd – to nie jest pomiar a raczej parametr.

10/ Autor powinien używać prawidłowego zapisu jednostek SI ($\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, a nie $\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$).

11/ kod programu powinien być zamieszczony jako załącznik.

12/ Na wszystkich wykresach krzywej OJIP czas na osi OX powinien być do 1 sekundy.

4. Wniosek końcowy

W podsumowaniu pragnę podkreślić, że praca zawiera bardzo duży materiał eksperymentalny, jak i techniczno - inżynierski. Rozprawa ma charakter oryginalny, jest dobrze wstępnie zaplanowana i wykonana. Doktorant zrealizował zarówno poznawczy jak i praktyczny cel dysertacji wnosząc nowe elementy do wiedzy na temat wpływu sztucznych źródeł światła stosowanych w szklarniach na stan i funkcjonowanie roślin. Uzyskane wyniki są, zatem wartościowe pod względem naukowym, a wykazane uchybienia są stosunkowo łatwe do usunięcia w toku procesu redakcyjnego przygotowującego pracę do publikacji. Autor wykazał się dużą aktywnością w realizowaniu badań, bardzo dobrze opanował metodykę badań biologiczno-rolniczych oraz technikę pracy badawczej. Warto podkreślić, że przygotowanie ocenianej rozprawy wymagało bardzo dużego nakładu pracy w trakcie procesu badawczego.

Stwierdzam, że przedstawiona do oceny praca spełnia wymagania stawiane w Ustawie z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (tekst jednolity: Dz. U. z 2017 r., poz. 1789), która obowiązuje dla

prowadzonego postępowania na podstawie Art. 179 ust. 1, Ustawy z dnia 3 lipca 2018 roku Przepisy wprowadzające ustawę - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r., poz. 1669). Stwierdzam także, że praca ta mieści się dziedzinie nauk rolniczych, dyscyplina: rolnictwo i ogrodnictwo. **W związku z powyższym wnioskuję do Rady Naukowej Instytutu Technologiczno – Przyrodniczego w Falentach o dopuszczenie mgr inż. Adama Adamskiego do dalszych etapów przewodu doktorskiego.**

Warszawa, dnia 06.05.2019 r.

Piotr Dąbrowski

