

Lublin 16. 12. 2021 r.

dr hab. Andrzej Sałata, profesor uczelni
Katedra Warzywnictwa i Zielerstwa
Wydział Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu
UP w Lublinie

Recenzja

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Raghavendra Prasad Mudalagiri pt. 'The spent mushroom substrate as a growing medium for strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.)' napisanej pod kierunkiem naukowym prof. dr hab. Marka Siwulskiego oraz dr inż. Jolanty Lisieckiej

Wykonana na zlecenie Prof. dr hab. Andrzeja Blecharczyka Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo, Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, z dnia 1 grudnia 2021 roku.

Recenzję przygotowano w oparciu o przesłaną monografię pt. 'The spent mushroom substrate as a growing medium for strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.)'.

Wprowadzenie

W produkcji wszystkich grzybów zarówno jadalnych jak i leczniczych oraz ich grzybni wykorzystywane są surowce organiczne jak słoma pomiot kurzy, obornik koński, drewno, trociny. Zużyte podłoże nie jest więc bezużytecznym odpadem i trzeba je odpowiednio wykorzystać. Możliwość wykorzystania podłoża po uprawie grzybów do innej produkcji roślinnej ma korzystny wpływ na zmniejszanie ilości zbędnych materiałów poprodukcyjnych. Podstawową metodą wykorzystywania podłoża po uprawie grzybów jest poddawanie biodegradacji poprzez worywanie do gleby. Wykorzystanie podłoża jako komponent substratów dla roślin uprawianych w pojemnikach jest mało znane. W przedłożonej mi do recenzji rozprawie doktorskiej mgr inż. Raghavendra Prasad Mudalagiri, Autor bardzo wnikliwie analizuje możliwość wykorzystania podłoża po uprawie grzybów jako potencjalnego podłoża w produkcji truskawek.

Ogólna ocena pracy

Jako rozprawę doktorską mgr inż. Raghavendra Prasad Mudalagiri przedstawił pracę należącą do kategorii monografii. Metodyka wykonanych doświadczeń jest prawidłowa i praca jest starannie wydana pod względem edytorskim. Wyniki badań są szczegółowo analizowane i szeroko dyskutowane, zarówno na tle bieżącej literatury krajowej jak i zagranicznej, stąd wartość zaprezentowanej rozprawy w mojej ocenie jest wysoka. Przedstawiona praca dotyczy bardzo ważnego zagadnienia jakim jest potencjalna możliwość wykorzystania podłoża po uprawie grzybów, trzech gatunków grzybów jadalnych, pieczarki

dwuzarodnikowej – *Agaricus bisporus*), shiitake – *Lentinus edodes* i boczniaka ostrygowatego – *Pleurotus ostreatus* w uprawie truskawek.

Recenzowana rozprawa doktorska jest spójna tematycznie i wskazuje, że Autor dobrze opanował projektowanie kolejnych etapów badań, potrafi stawiać hipotezy badawcze, poprawnie je weryfikować oraz wyciągać właściwe wnioski umożliwiające planowanie i realizację kolejnych zagadnień badawczych.

Ocena merytoryczna rozprawy

Głównym celem badań mgr inż. Raghavendra Prasad Mudalagiri była kompleksowa ocena wpływu podłoża po uprawie trzech gatunków grzybów jadalnych, pieczarki dwuzarodnikowej, shiitake i boczniaka ostrygowatego, w różnych kombinacjach z torfem, na plonowanie truskawek w uprawie kontenerowej, w nieogrzewanym tunelu foliowym.

W dalszej kolejności Autor przedstawia trzy zadania badawcze, jako tzw. cele cząstkowe, które realizował w eksperymentach agrotechnicznych i laboratoryjnych w latach 2018 – 2020:

1. Jakie są ograniczenia w ponownym wykorzystaniu podłoża po uprawie pieczarek, shiitake i boczniaka ostrygowatego
2. W jakim stopniu można wykorzystać świeże podłoże po uprawie grzybów jako substrat w uprawie truskawek
3. W jakim stopniu modyfikowany substrat na bazie podłoża po uprawie grzybów może wpłynąć na cechy morfologiczne, pomologiczne, a w konsekwencji na plonowanie truskawek

Dociekając odpowiedzi na te zagadnienia Autor przyjął hipotezę główną, że wykorzystanie rolno-przemysłowych odpadów, takich jak podłoża po uprawie grzybów, może ograniczyć ich ilość, i być przyjaznym dla środowiska .

Autorskie postawienie celów i hipotez badawczych rozprawy pozwoliło na ukształtowanie struktury rozprawy, którą uważam za trafną i logiczną.

Przegląd literatury przedstawiono na 15. stronach co stanowi 12% objętości pracy. Wykorzystano tu 228 pozycji piśmiennictwa, spośród których 143 prace, tj. 63% opublikowano po roku 2010. Świadczy to o istotnym znaczeniu gospodarczym podjętych badań naukowych oraz o ich aktualności. Doktorant przyjął słuszną i celną strategię badawczą, na podstawie danych literaturowych przedstawił szczegółowo biologię i morfologię truskawek, wyjaśnił jakie czynniki mają znaczenie w ocenie efektywności produkcji. Zwrócił uwagę na dużą zmienność i niezbilansowanie składu chemicznego podłoża po uprawie grzybów, które powinno obligować do ciągłej kontroli składu chemicznego i konieczności uzupełniania brakujących pierwiastków, w celu poprawy walorów nawozowych. Rozdział ten jest bardzo dobrze opracowany, w sposób wnikliwy i kompletny przedstawia dotychczasowe osiągnięcia i stan badań światowych w zakresie omawianych zagadnień. Przedstawione wywody są poprawne i świadczą o dobrym opanowaniu i zrozumieniu zagadnień będących przedmiotem badań. Ten fragment rozprawy sprawia korzystne wrażenie, stanowiąc świadectwo dobrego opanowania przez Autora materiału teoretycznego.

Materiał i metody badań przedstawiono i scharakteryzowano tu szczegółowo miejsca wykonywania badań w 2018, 2019 i 2020 roku, warunki uprawy oraz charakterystykę substratu do uprawy dwóch odmian truskawki: 'Honeoye', i 'Elsanta'. Rośliny tych odmian uprawiane były w kontenerach z przeznaczeniem na świeże spożycie. Badania agrotechniczne wykonano w Stacji Badawczej Marcelin Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu.

W tej części pracy Autor szczegółowo omówił i przedstawił skład 18. kombinacji substratu sporządzonego z różnym udziałem procentowym torfu do uprawy truskawek (tab. 2 i rys. 1). W tabeli 1. i 4. przedstawiono plan prowadzenia trzech doświadczeń, a w tabeli 3 skład pożywki do nawożenia w okresie powadzenia uprawy. Pomiary wybranych cech morfologicznych roślin oraz analizy laboratoryjne wykonano ogólnie przyjętymi metodami laboratoryjnymi. Poprawność metodyczna przeprowadzonych doświadczeń i analiz chemicznych nie budzą zastrzeżeń gdyż należą do standardowych w analityce.

Autor przedstawił w ujęciu graficznym (rys. 2) średnią temperaturę powietrza, wilgotność powietrza i punkt rosy w 2018, 2019 i 2020, w tunelu.

Wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji oceniając istotności różnic w oparciu o test T-Tukey'a. Obliczenia statystyczne wykonano za pomocą pakietu STATISTICA 10.0. Poprawność analizy statystycznej nie budzi zastrzeżeń, gdyż należy do standardowych.

Uwaga:

- W tej części zabrakło jednak informacji jakim testem sprawdzano normalność rozkładu zmiennych.

Wyniki badań. W pracy przedstawiono wyniki 3. doświadczeń w postaci tabel i barwnych fotografii oraz ich omówienie. Rozdział ten obejmuje 35 stron (tj. 30% całej pracy) w tym 12. rysunków, 24 tabele oraz 18 fotografii. Świadczy to o mnogości zebranych i przedstawionych w pracy wyników. Oceniano wybrane parametry chemiczne podłoża po uprawie grzybów oraz torfu, które zastosowano w badaniach. Z lat 2018, 2019, 2020 przedstawiono wartości średnie zawartości makro- i mikrośkładników (N-NH₄, N-NO₃, P, K, Ca, Mg, S-SO₄, Na, Cl, Fe, Mn, Zn i Cu) w substratach do uprawy truskawek.

Przedstawione wyniki są bardzo dobrze zestawione i opracowane. Wykonane pomiary są szczególnie ważne z poznawczego punktu widzenia ponieważ substrat w różnych kombinacjach z udziałem torfu zastosowano w trzech kolejnych doświadczeniach.

W doświadczeniach Doktorant oceniał wielkość i strukturę plonowania dwóch odmian truskawek 'Honeoye', i 'Elsanta': plon ogółem owoców, plon handlowy, plon owoców poza wyborem, a także udział plonu handlowego w plonie ogółem, obliczył średnią masę owocu. W doświadczeniu, aby dogłębnie zbadać zagadnienia Autor dokonał pomiarów średnicy owoców, przedstawił wyniki oceny smaku i jakości owoców przy pomocy stopni Brix. Oceniał suchą masę rośliny, masę części nadziemnej i korzeni, oraz obliczył wartości stosunku części nadziemnej do korzeni truskawki oraz powierzchnię liścia. W okresie wegetacji roślin wykonał pomiary indeksu Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Modified

Chlorophyll Absorption Ratio (MCAR) i Photochemical Reflectance Index (PRI). Autor w sposób bardzo czytelny, w ujęciu graficznym przedstawił korelacje pomiędzy wielkością plonu handlowego a wysokością roślin, liczbą liści na roślinie, średnicą rośliny, powierzchnią liścia, suchą masą rośliny i części nadziemnej, suchej masy korzeni, które w podpisie rysunków (rysunek 6, 7 i 10) nazywa niewłaściwie 'cechy morfologiczne roślin'. Przedstawione wyniki są bardzo dobrze zestawione i opracowane, a także zweryfikowane statystycznie dla czynników doświadczenia. Tak bogata i wszechstronna analiza wyników (wymagana do oceny substratów uprawowych) wskazuje na dużą wiarygodność oceny jakościowej owoców truskawek oraz bardzo dobre zaplanowanie metodyki badań. Na podkreślenie zasługuje staranność i przejrzystość opisów pozwalających na ocenę poprawności metod statystycznych wykorzystanych do analizy wyników doświadczenia założonego w konkretnym układzie.

Uwagi:

- Niezupełnie poprawna jest jednostka użyta do oznaczenia plonu owoców, Autor używa w pracy 'g', ale nie podaje jednostki powierzchni. Ogólnie przyjęto, że plon wyraża się z jednostki powierzchni, np. z ha, m², a masę z rośliny .
- Niedosyt pozostawia fakt, że Autor nie zamieścił wyników dotyczących liczby owoców zebranych z rośliny lub z jednostki powierzchni uprawy. Brak danych uniemożliwia wiarygodną ocenę plenności odmian i przydatności do uprawy pod osłonami.
- W mojej opinii ponieważ materiał roślinny suszono w temperaturze 70 °C, a więc masa roślin, łodygi i korzeni powinna być wyrażona jako powietrznie sucha zamiast sucha masa.
- W mojej ocenie zamiast używania terminu '*individual fruit weight*' poprawną formą jest '*average*' lub '*mean*'.
- Zamiast tytułu rozdziału '*Influence of substrate combinations and cultivars on yield performances*' poprawniej jest '*Influence of substrate combinations and cultivars on yielding*' (str. 73).

Dyskusja

Rozdział ten przedstawiono na 11 stronach. Jest napisana bardzo dobrze, a Autor bardzo wnikliwie analizuje uzyskane wyniki na tle literatury światowej. Analiza ta dotyczy oceny wpływu podłoża po uprawie grzybów zmodyfikowanych w różnym stopniu torfem na wielkość plonu owoców truskawki (plon handlowy owoców, plon owoców poza wyborem i plon ogółem). Bardzo wnikliwie przedstawiono wyniki dotyczące jakości owoców, o czym świadczy przeprowadzona starannie przeprowadzona analiza barwy owoców i ocena ich smaku. Autor poszukuje tu związków przyczynowych wskazując na podobieństwo lub przeciwieństwo uzyskanych wyników z danymi literaturowymi. Jest to niewątpliwie bardzo dobrze opracowany rozdział w pracy. Jest on najczęściej najtrudniejszym do opracowania – Autor wykazał się tu dużą umiejętnością i dojrzałością w interpretacji wyników. Na uznanie

zasługują próby wytłumaczenia zaobserwowanych zależności, a nie tylko prostego porównania do danych literaturowych.

Z obowiązki recenzenta zwracam uwagę na drobne i stosunkowo nieliczne błędy w opisach lub błędy stylistyczne, które zaznaczyłem bezpośrednio w tekście rozprawy doktorskiej. Przy tak dużej liczbie wyników i ich interpretacji tego typu pomyłki są zrozumiałe i zostaną zapewne skorygowane przy przygotowaniu rozprawy do druku w renomowanych czasopismach naukowych.

Podsumowaniem pracy są **wnioski** oraz zalecenia dla praktyki. Wnioski wyprowadzone na podstawie uzyskanych wyników. Wnioski są na ogół dobrze sformułowane w pełni udokumentowane zebrany materiałem badawczym. Jednak są zbyt ogólne i wymagają doprecyzowania. Moim zdaniem dla przejrzystości całej pracy należałoby w sposób prosty i konstruktywny odnieść się w nich do przyjętych hipotez badawczych.

Uwagi:

- Wniosek 1. Autor stwierdził że wszystkie oceniane podłoża wypadły lepiej i/lub w porównaniu do torfu. Uważam że to stwierdzenie należy doprecyzować.
- Wniosek 2. Autor wskazał, że rośliny nie podlegały stresowi abiotycznemu i wśród wymienionych czynników które mogłyby wywołać stres, wskazuje na zawartość składników odżywczych, to stwierdzenie nie jest precyzyjne, co Autor miał na myśli ?

Do głównych osiągnięć pracy o znaczeniu poznawczym i praktycznym można zaliczyć wykazanie że:

- istnieje możliwość wykorzystania świeżego podłoża po uprawie grzybów (pieczarki, shiitake i bocznika ostrygowatego) jako zrównoważonego substratu do uprawy truskawek;
- opracowana Autorska technologia uprawy kontenerowej truskawek stwarza możliwości wykorzystania odpadu rolno-przemysłowego, a zarazem ochronę środowiska, i obniżenie kosztów w uprawie truskawek;
- zastąpienie torfu (w 10-25%) podłożem po uprawie pieczarki i shiitake zwiększyło średnio o 30-94 g masę owoców truskawek z rośliny ;
- spośród ocenianych odmian największy plon wydała odmiana 'Elsanta';
- opracowana metoda wykorzystania podłoża po uprawie grzybów, ma istotne znaczenie dla integrowanych metod produkcji roślin i dobrej praktyki rolniczej.

Reasumując stwierdzam, że recenzowana rozprawa doktorska mgr inż. Raghavendra Prasad Mudalagiri pt. 'The spent mushroom substrate as a growing medium for strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.):

- wnosi znaczący wkład do rozwoju nauk rolniczych;

- uznają, że praca jest w pełni nowatorska i stanowi duże osiągnięcie badawcze z uwagi na złożoność problematyki, jasno sprecyzowany cel oraz pełną, konsekwentną i wszechstronną jego realizację;
- stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego. Uzyskane rezultaty mają dużą wartość poznawczą i utylitarną;
- wnosi ona wiele nowych elementów, które oprócz wartości poznawczych umożliwiają dalsze doskonalenie sposobów ograniczenia odpadów poprodukcyjnych;
- właściwie zgromadzone piśmiennictwo, kompletność wyników oraz ich poprawna interpretacja świadczy o pracowitości i dojrzałości Autora pracy. Bez wątplenia Doktorant należycie postanowił zająć się trudnym problemem badawczym i wywiązał się z podjętego zadania, a rozprawa stanowi cenny oryginalny wkład do nauki i praktyki;
- świadczy to, że posiada umiejętności prowadzenia samodzielnych badań naukowych i kierowania badaniami.

W związku z powyższym stwierdzam, że przedstawiona mi do recenzji praca odpowiada ustawowym wymogom stawianym rozprawom doktorskim (Ustawa z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 z późniejszymi zmianami) oraz Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 03 listopada 2014 roku w sprawie szczegółowego trybu przeprowadzania czynności w przewodach doktorskim i habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora (Dz. U. poz. 1383) i **wniosuję do Rady Naukowej Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo, Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu,, o dopuszczenie mgr inż. Raghavendra Prasad Mudalagiri do dalszych etapów przewodu doktorskiego.**

Andrzej Sałata