

Recenzja rozprawy doktorskiej

Pana mgr inż. Jacka Mojskiego

pt. „Produktywność fotosyntetyczna roślin ozdobnych z zasobów wiejskich ogródków przydomowych zastosowanych w warunkach ogrodu wertykalnego”

Przedstawiona mi do recenzji Praca doktorska została wykonana pod kierunkiem: dr hab. Mohameda Hazema Kalaji, z Katedry Fizjologii Roślin Wydziału Rolnictwa i Biologii, SGGW i Instytutu Technologiczno-Rolniczego w Falentach.

Uwagi wstępne, znaczenie podjętej tematyki

Jednym z ważniejszych problemów miejskiej przestrzeni publicznej jest niewielki udział terenów zielonych, spowodowany wysokim popytem na mieszkania, co z kolei generuje wysokie ceny gruntów. Zmiany te powodują głębokie przekształcenia środowiska przyrodniczego i negatywnie wpływają na jakość życia mieszkańców aglomeracji miejskich. Zieleń miejska jest często przez architektów i deweloperów traktowana jako estetyczny dodatek, nie zaś integralny element ekosystemu miasta. Liczne badania naukowe potwierdzają ogromną rolę roślin w kształtowaniu środowiska przyrodniczego terenów zurbanizowanych, a tym samym wpływającym na zdrowie i jakość życia człowieka. Rozwiązaniem tego problemu są umiejętnie zaadaptowane i kształtowane tereny zieleni miejskiej – jak parki, skwery, ogródki przydomowe, trawniki oraz zielone ściany na dachach i ścianach budynków. Tematyka podjęta przez Doktoranta jest więc niezwykle ważna, zarówno z punktu widzenia teoretycznego, wiążącego się z zagadnieniami ochrony bioróżnorodności i funkcjonowaniem zbiorowisk roślinnych jak i z punktu widzenia praktycznego: przywracania usług ekosystemowych,

takich jak regulacja klimatu (również w kontekście globalnych zmian klimatycznych), cykle bio-geo-chemiczne, retencja wody, wartości estetyczne, utraconych w wyniku działalności człowieka.

Postępujący proces urbanizacji powoduje również silne przekształcenia elementów biotycznych ekosystemów, wpływając na zubożenie, homogenizację i synantropizację rodzimej flory i fauny miast. Z drugiej strony, skład mieszanek i kompozycje gatunkowe używane do zakładania zieleni aranżowanej warunkowane są w większości ich dostępnością w handlu, nie zaś uwarunkowaniami przyrodniczymi lub kulturowymi danego regionu. W ramach zakładania zieleni miejskiej często wprowadzane są gatunki inwazyjne, których rozprzestrzenianie się powoduje straty dla środowiska przyrodniczego i gospodarki.

Problem odpowiedniego doboru gatunków i ich odmian, odpowiednio zaadaptowanych do warunków siedliskowych panujących w ekosystemach miejskich, a przy tym charakteryzującymi się wysokimi walorami estetycznymi, jest stosunkowo mało rozpoznany. W tym kontekście kluczowa jest podjęta przez Doktoranta próba eksperymentalnego poznania ekologii gatunków, użytych do zakładania kompozycji gatunkowych ogrodów wertykalnych. Ponadto, bardzo trafny jest wybór gatunków wiejskich ogródków przydomowych, wśród których znalazło się wiele gatunków rodzimej flory, lub związanych z lokalną tradycją. Na szczególną uwagę zasługuje użycie i próba oceny czułości parametrów nieinwazyjnej metody fluorescencji chlorofilu *a* dla monitorowania kondycji fizjologicznej roślin.

Stąd też badania Doktoranta bardzo dobrze wpisują się w problematykę poruszaną obecnie w pracach naukowych a uzyskane wyniki mogą mieć nie tylko znaczenie poznawcze, ale również aplikacyjne.

1. Układ i struktura pracy doktorskiej

Przedstawiona mi do recenzji rozprawa doktorska Pana mgr inż. Jacka Mojskiego liczy 152 strony. Układ rozprawy doktorskiej jest klasyczny, właściwy dla podobnego typu prac. Praca składa się ze streszczenia polskiego i angielskiego, spisu ważniejszych oznaczeń i skrótów, wstępu, celów pracy, przeglądu literatury, materiałów i metod, wyników, dyskusji wniosków. Na końcu pracy zamieszczono również spis literatury tabel i rysunków, wykorzystanych w pracy.

Wstęp, zawarty na 2 stronach zawiera zwięzłą i przedstawioną w przejrzysty sposób charakterystykę problematyki badań, stanowiących podstawę przygotowania niniejszej rozprawy doktorskiej i sformułowania celów badawczych.

Rozdział II, zawiera, obok krótkiej informacji o celach pracy, lokalizacji badań oraz podstawowe techniki pomiarowe, zastosowane w rozprawie.

Obejmujący 23 strony przegląd literatury, podzielono na 4 podrozdziały, w których szczegółowo i w jasny sposób przedstawiono obecny stan wiedzy i główne zagadnienia związane z ideą ogrodów wertykalnych oraz podano przykłady ich w Polsce i na świecie. Ponadto przedstawiono problematykę związaną z wiejskimi ogrodami przydomowymi: ich historię (tradycję), zmienność siedliskową, funkcjonalną i przegląd gatunków oraz kryteria ich doboru. W dalszej części przedstawiono kryteria doboru i listę gatunków, użytych do urządzenia zielonej ściany. W kolejnych podrozdziałach Autor szczegółowo przedstawia metody i omawia zastosowanie parametrów oceny kondycji i funkcjonowania roślin, w tym coraz szerzej używanej, nieinwazyjnej metody oceny kondycji aparatu fotosyntetycznego - fluorescencji chlorofilu *a*. Obszerny, liczący 45 stron rozdział Wyniki badań, podzielono na 6 podrozdziałów, odpowiadających celom postawionym w metodyce pracy.

W liczącej 14 stron Dyskusji Autor konfrontuje uzyskane wyniki z danymi literaturowymi oraz dyskutuje rolę ogrodów wertykalnych w kształtowaniu środowiska przyrodniczego obszarów zurbanizowanych.

Ze względu na multidyscyplinarność prezentowanej rozprawy, w pracy wykorzystano bogatą, obejmującą 237 pozycji literaturę, w dużej części anglojęzyczną. Zamieszczone prace, obejmujące również wyniki najnowszych badań świadczą o ogromnej wiedzy Autora oraz Jego umiejętności powiązania faktów z wielu dziedzin nauki (m.in. fizjologii roślin, agronomii, ekologii, etnobotaniki, fitosocjologii, architektury krajobrazu). Wykaz literatury wykonano starannie, znalazłem tylko kilka nieścisłości w cytowanych prac.

Wyniki oraz dyskusję pracy zilustrowano 56 rycinami i fotografiami oraz 36 tabelami, których wykazy zamieszczono na końcu manuskryptu.

Zasadniczo język pracy jest poprawny. W pracy znalazło się jednak kilka niefortunnych sformułowań stylistycznych i błędów technicznych:

str. 13 jest to jedna z pierwszych prac, w których zwrócono uwagę na dobór gatunkowy

str. 17 Założeniem było....aby zielone ściany stały się kontrastem estetyczno-ekologicznym

str. 17 ogrody wertykalne nie zewnętrzne

str. 23 Mimo, że dzięki gatunki.... zdanie niezrozumiałe

str. 61 Rys 13 odnosi się do warunków klimatycznych a nie do przeżywalności gatunków

str. 61 ilość egzemplarzy poszczególnych taksonów – powinno być 'liczba egzemplarzy'

str. 87 i 88 w Tabeli 22 , brakuje wartości Fv/Fm dla sierpnia zaś w Tabeli 23 - dla okresu od lipca do listopada

1. Ocena metodyki badań

Rozdział materiał i metody został omówiony na 19 stronach. Jest on przejrzysty oraz logicznie napisany, pozwalając na prześledzenie całego procesu badawczego i analitycznego od momentu sformułowania pytań badawczych, poprzez bardzo szczegółowy opis technologii zakładania ogrodu wertykalnego i programu badań, do opracowania wyników. Dla oceny przydatności poszczególnych gatunków do zastosowania w 'zielonych ścianach', Doktorant skonstruował ogród wertykalny o wymiarach 580 x 320 m, złożony z 462 kieszeni w których w łącznie w trakcie trwania eksperymentu posadzono 690 osobników reprezentujących 23 gatunki roślin. Rośliny były automatycznie nawadniane. Zmienne klimatyczne monitorowano przy pomocy czujników temperatury powietrza i konstrukcji ogrodu oraz wilgotności powietrza i gleby.

Dobór wystawy południowej dla założenia ogrodu, o najwyższych ekstremach i największej wariancji zmiennych siedliskowych, wydaje się odpowiedni i reprezentatywny dla większości siedlisk spotykanych w miastach. Również wielkość próby jest wystarczającą do wnioskowania statystycznego. Doktorant porównywał przeżywalność poszczególnych gatunków i ich odmian w trakcie kolejnych sezonów wegetacyjnych: 2015-2017.

Na podkreślenie zasługuje nowatorskie podejście do oceny kondycji roślin przez połączenie szeregu parametrów mierzonych przy pomocy nowoczesnych, czułych i co najważniejsze nieinwazyjnych pomiarów m.in.: LAI, zawartości chlorofilu, flawonoli, antocyjanów, fluorescencji chlorofilu, oraz intensywności fotosyntezy.

Moje uwagi odnośnie zastosowanych metod zamieszczam poniżej:

- 1 Jaki był skład fizyko-chemiczny użytego podłoża (gleby), czy był on wystandaryzowany dla wszystkich gatunków i osobników tego samego gatunku, czy uwzględniał międzygatunkowe różnice w wymaganiach glebowych. Czy wykonano analizy glebowe ?
- 2 W analizach statystycznych zastosowano jednoczynnikową analizę wariancji z testem Tukeya, dla porównania taksonów pod względem badanych parametrów. Czy nie byłoby dobrze porównać zmian badanych parametrów u poszczególnych gatunków w latach ?
- 3 Czy i jakim testem porównywano różnice badanych parametrów pomiędzy poszczególnymi miesiącami ?
- 4 w podpisach do rycin, prezentujących zmiany badanych parametrów, w poszczególnych miesiącach, należałoby podać rok badań

2. Ocena merytoryczna pracy

Rozprawa została poprawnie wykonana pod względem merytorycznym. Doktorant bardzo dobrze orientuje się w najnowszych osiągnięciach naukowych z wielu dziedzin, oraz posiada duże doświadczenie w dziedzinie zakładania i utrzymywania ogrodów wertykalnych. Świadczy o tym bogaty i właściwy dobór pozycji piśmiennictwa reprezentującego: (i) opis i przykłady zastosowania technologii ogrodów wertykalnych w Polsce i na świecie (ii) wpływu zieleni miejskiej w tym ogrodów wertykalnych na środowisko przyrodnicze obszarów zurbanizowanych (iii) dotychczasowy stan wiedzy o metodologii selekcji i nieinwazyjnego monitorowania kondycji aparatu fotosyntetycznego roślin, w szczególności fluorescencji chlorofilu a (iv) różne zagadnienia z dziedziny etnobotaniki i fitosocjologii.

Gruntowne przygotowanie teoretyczne umożliwiło Doktorantowi właściwe i bardzo staranne zaprojektowanie i wykonanie eksperymentu będącego podstawą pracy. Za cel pracy autor przyjął określenie przydatności roślin ozdobnych, występujących w wiejskich ogródkach przydomowych, do zastosowania w ogrodach wertykalnych z punktu widzenia produktywności fotosyntetycznej tych roślin.

Cel został właściwie sformułowany i a następnie zrealizowany w dalszej części pracy.

Na podkreślenie zasługuje trafna i wnikliwa interpretacja uzyskanych danych. Fakt ten świadczy o dużej już dojrzałości naukowej Doktoranta oraz o jego dobrym przygotowaniu merytorycznym. W obrębie puli gatunków i odmian, reprezentujących różne strategie ekologiczne i różny typ wzrostu/pokroju - rośliny kępowe i rozłogowe, trawy, turzyce, byliny dwuliścienne oraz krzewy, w większości zimozielone. Doktorant porównuje i monitoruje (w kolejnych miesiącach) kondycję aparatu fotosyntetycznego w oparciu o cały szereg parametrów związanych z wieloma aspektami funkcjonowania aparatu fotosyntetycznego.

Przeprowadzone badania nie budzą zastrzeżeń pod względem merytorycznym i są bardzo cenne naukowo. Wnoszą nowe dane odnośnie mechanizmów regulacyjnych aparatu fotosyntetycznego w odpowiedzi na różnorodne stresy środowiskowe, w tym szczególnie na słabo poznane mechanizmy pozwalające roślinie przetrwać okres zimowy. Co bardzo cenne, we wnioskach Doktorant wskazuje dalsze kierunki rozwoju prowadzonych przez siebie badań.

Do najważniejszych osiągnięć Autora zaliczyć można, wykazanie iż:

- opracowanie nowatorskiej technologii uprawy roślin w kieszeniach z filcu poliestrowego, z niewielką ilością gleby z systemem nawadniającym sterowanym czujnikiem wilgotności gleby,

- wykazanie przydatności nieinwazyjnych metod, takich jak bezpośrednia fluorescencja chlorofilu w selekcji gatunków i ich odmian oraz do uprawy w ogrodach wertykalnych.

- wykazanie przydatności niektórych badanych parametrów:

wskaźnika pokrycia liściowego (LAI), wskaźnika bilansu azotu (NBI) oraz niektórych parametrów fluorescencji chlorofilu *a* (jak wielkość transportu elektronów poza plastochinon Q_A^- oraz wielkość transportu elektronów do finalnych akceptorów elektronów przy fotoukładzie I, przypadające na jedno centrum reakcji – ET_0/RC i RE_0/RC) w monitoringu kondycji aparatu fotosyntetycznego i detekcji stresu(ów) środowiskowych u roślin przeznaczonych do uprawy w ogrodach wertykalnych.

- wykazanie, że wśród 7 najtrwalszych gatunków i odmian *Galium x cantabrigense* „Cambridge”, *Koeleria glauca* oraz *Potentilla fruticosa*, wykazały się najwyższą zdolnością do pochłaniania dwutlenku węgla, zaś

- *Galium x cantabrigense* „Cambridge”, *Koeleria glauca* i *Lavandula angustifolia* ‘Hidcote Blue Strain’, wykazały najlepszą zdolnością do nawilżania powietrza (najkorzystniejszy współczynnik WUE, w stosunku do innych roślin)

Wskazuje to, że gatunki te oddziałują korzystnie na lokalny mikroklimat oraz przyczyniają się do regeneracji powietrza w miastach.

Jako Recenzent nie mam zastrzeżeń merytorycznych odnośnie pracy. Prosiłbym jedynie o wyjaśnienie kilku kwestii, które moim zdaniem wymagają dopowiedzenia czy dyskusji:

1. Wartości badanych parametrów, porównywano w kolejnych miesiącach od wysadzenia roślin. Czy w opinii Autora istnieje możliwość wyboru jednej wartości dla każdego parametru (np. średniej z całego roku lub danego miesiąca), który najlepiej różnicowałby reakcje (i był dobrym predyktorem przeżywalności) poszczególnych gatunków i ich odmian. Czy może ważniejszy monitoring, obserwacja i porównanie trendów w badanych wskaźnikach ?
2. Czy i w jaki sposób oddziaływanie biotyczne (np. konkurencja wewnątrz- i międzygatunkowa), mogły wpłynąć na wartość badanych wskaźników ?

3. Uwagi końcowe

Przedstawiona mi do recenzji rozprawa doktorska mgr inż. Jacka Mojskiego stanowi bardzo interesujące studium badawcze nad teoretycznymi i praktycznymi aspektami zakładania i utrzymania ogrodów wertykalnych.

Pracę oceniam bardzo wysoko, ze względu na jej wieloaspektowość: uzyskane wyniki mogą stanowić podstawę do dalszych badań nad ekofizjologia dalszych rodzimych gatunków, pod kątem ich

wykorzystania w aranżacji zieleni miejskiej, w tym przy zakładaniu ogrodów wertykalnych na powierzchniach silnie nasłonecznionych. Ze względu na silne zagrożenie siedlisk naturalnych tych gatunków, ich ewolucyjne uwarunkowane zdolności adaptacyjne do siedlisk o wysokim poziomie stresów środowiskowych oraz wysokie walory estetyczne, program zielonych ścian może stać

Biorąc pod uwagę wszystkie przyjęte kryteria oceny, stwierdzam, że recenzowana przeze mnie rozprawa praca doktorska Pana mgr inż. Jacka Mojskiego pt.: „Produktywność fotosyntetyczna roślin ozdobnych z zasobów wiejskich ogródków przydomowych zastosowanych w warunkach ogrodu wertykalnego” spełnia warunki stawiane tego typu opracowaniom i wnoszę do Wysokiej Rady Instytutu Technologiczno-Rolniczego w Falentach o jej dopuszczenie do publicznej obrony.

Nowatorstwo pracy, w której Autor po raz pierwszy przetestował i zastosował nieinwazyjne metody selekcji i monitorowania kondycji aparatu fotosyntetycznego roślin w ogrodach wertykalnych, oraz wnikliwość i rzetelność Doktoranta w rozwiązywaniu tego trudnego i wieloaspektowego problemu naukowego, zasługują na wyróżnienie, w związku z tym zwracam się do Wysokiej Rady Instytutu Technologiczno-Rolniczego w Falentach z prośbą o wyróżnienie rozprawy.

dr hab. Wojciech Bąba

