

Dr hab. Jacek Borowski (prof. nadzwyczajny SGGW)
Katedra Ochrony Środowiska
Wydział Ogrodnictwa Biotechnologii
i Architektury Krajobrazu
SGGW w Warszawie

Warszawa 4 kwietnia 2019 r.

**Recenzja pracy doktorskiej mgr inż. Moniki Czai
pt. Stan fizjologiczny liści różnych gatunków lip
rosnących wzdłuż ciągów komunikacyjnych Krakowa**

PODSTAWA WYKONANIA RECENZJI

Podstawą wykonania recenzji było zlecenie prof. dr hab. Stanisława Mazura, Dziekana Wydziału Biotechnologii i Ogrodnictwa Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie, z dnia 28 lutego 2019 roku.

WPROWADZENIE

Pogarszanie się stanu środowiska jest zjawiskiem powszechnie znanym i w sposób bezdyskusyjny udokumentowanym naukowo. Jego degradacja szczególnie boleśnie dotyka tereny zurbanizowane, w tym miejskie. Wynikiem procesów degradacyjnych jest obniżenie jakości życia mieszkańców, włączając w to, wzrost zachorowalności i skrócenie długości życia. Choć długość życia Polaków przez wiele lat rosła, to jak podają prognozy Głównego Urzędu Statystycznego, w kolejnych latach ulegnie skróceniu. Jest niemal pewne, że wynika to ze zmian temperatury, ciśnienia atmosferycznego oraz zanieczyszczenia środowiska – głównie powietrza.

Od dawna wiadomym jest, że tym niekorzystnym zmianom można przeciwdziałać poprzez wprowadzanie w tereny zurbanizowane jak największej liczby roślin, głównie drzew. Poza redukcją emisji zanieczyszczeń, to właśnie zdolność roślin do oczyszczania środowiska ze szkodliwych substancji - fitoremediacja, jest jedynym z najważniejszych sposobów na poprawę stanu środowiska miejskiego. Owo zanieczyszczenie, poza wpływem na mieszkańców, oddziałuje również na rośliny. Ich stan, jak wskazują liczne doniesienia naukowe, ulega pogorszeniu. Drzewa spełnią pokładane w nich nadzieje wówczas, gdy będą prawidłowo rosły i funkcjonowały. Dlatego badanie kondycji drzew miejskich, w tym rosnących w najgorszych warunkach przyulicznych, ma niezwykle istotne znaczenie dla życia mieszkańców.

Takiego zadania podjęła się autorka w swojej pracy traktującej o drzewach rosnących przy krakowskich ulicach. Jako głównego narzędzia postanowiła użyć badań wykazujących stan fizjologiczny drzew. W ostatnich latach nastąpił szybki rozwój technik badawczych służących temu celowi. Szczególny nacisk położono na ocenę stresów roślinnych. Do badań nad stresami roślinnymi zalicza się pomiary fluorescencji chlorofilu a , zapoczątkowane, w obecnym kształcie, przez Reto Jörg Strasera. Pomiary te pozwalają pośrednio ocenić wydajność aparatu fotosyntetycznego. Obecnie badanie fluorescencji chlorofilu a , in vivo, jest coraz częściej stosowaną metodą analizy wydajności fotosyntetycznej fotoukładu II. Szczególnie często wykorzystuje się ją w badaniach roślin poddanych działaniu abiotycznych i biotycznych czynników stresowych. Podobnie, jak poprzednie, nowatorskie są badania stresu oksydacyjnego mierzone poprzez ocenę aktywności enzymów antyoksydacyjnych. W swojej pracy, autorka wykorzystwała, między wieloma innymi, właśnie te dwie nowoczesne techniki badawcze.

PROPORCJE I UKŁAD PRACY

Praca składa się z sześciu zasadniczych rozdziałów, z których najobszerniejszym są wyniki. Podział treści jest klarowny i właściwy. Nie rozumiem jednak, dlaczego część spisu treści, w podpunkcie 3.22. „Analizy dotyczące stanowiska wzrostu” jest pisana dużymi literami. Podobnie niezrozumiałe jest użycie cyfr rzymskich i liter w spisie treści pod numerem 5. – „Dyskusja i Podsumowanie”, podczas kiedy cały spis ma jednolity styl z użyciem cyfr arabskich. Praca liczy 22 strony, 100 rycin (w tym fotografie, schematy i wykresy) oraz 64 tabele. Jest to praca obszerna, ale nie nadmiernie rozbudowana.

OCENA MERYTORYCZNA

WSTĘP

Rozdział ten wprowadza czytelnika w tematykę pracy. Autorka wskazuje w nim na znaczenie i korzyści płynące z obecności drzew w przestrzeni miejskiej. Przedstawione są też jasno przyczyny podjęcia, tej istotnej dla funkcjonowania roślin miejskich, tematyki i wytłumaczenie, czemu realizowano badania o tak szerokim zakresie.

PRZEGLĄD LITERATURY

Przeгляд zawarty na czterdziestu siedmiu stronach, podzielony jest klarownie na podrozdziały opisujące zarówno gatunki z rodzaju *Tilia* – lipa, jak i warunki rozwoju drzew panujące w środowisku miejskim, reakcje roślin na to środowisko i na różnorodne czynniki stresowe. Przeгляд jest napisany sprawnie i zawiera treści, które odpowiadają tytułom podrozdziałów. Wykorzystana literatura została

przedstawiona bez zbędnych, powtarzających się treści. Zdecydowana większość to pozycje współczesne znalezione przez Autorkę w trakcie kwerendy, a nie powielane z innych prac. Ponadto Pani mgr Monika Czaja sięgnęła do opracowań zawierających oryginalne badania, dotyczące poruszanej problematyki, a nie do prac przeglądowych zebranych przez innych autorów. Na szczególną uwagę zasługuje podrozdział 2.3., dotyczący reakcji roślin drzewiastych na czynniki stresowe. Autorka wykazała się w nim wiedzą potrzebną do prowadzenia dalszych prac i wprowadziła czytelnika w niektóre, niełatwe zagadnienia metodyczne, wykorzystane w dalszych częściach dysertacji. Rozdział przeglądowy wzmocnił zasadność wyboru tych, a nie innych, metod i technik badawczych.

BADANIA WŁASNE

Otwiera go pierwszy podrozdział Cel pracy. Został krótko i jasno przedstawiony, a jego sformułowanie nie budzi zastrzeżeń. W tym podpunkcie znalazły się również trafnie postawione hipotezy badawcze.

Podrozdział Materiał i metody stanowi zasadniczą i najobszerniejszą część badań własnych, to 24 strony. Taka objętość wynika z dużej liczby użytych i dokładnie opisanych metod oraz z faktu, że znalazły się tu wyniki analiz glebowych, w tym odczynu gleby i jej zasolenia, ogólnej zawartości pierwiastków i ich form dostępnych. Rozumiem, że Autorka potraktowała wyniki tych analiz, jako rodzaj opisu stanowisk, a więc materiał. Jednak w mojej ocenie należy je zaliczyć do wyników i umieścić w rozdziale o takim tytule. W większości prac, między innymi tych, na które powołuje się Autorka, wyniki analiz glebowych są w nim umieszczane. Słusznie w podrozdziale „Materiał i metody” znalazła się tabela zawierająca opis badanych obiektów z wyróżnieniem taksonów i ich lokalizacji, nie wiem tylko, czemu niemal identyczna – skromniejsza, znalazła się w załączniku?

Pomimo tych drobnych uwag należy ocenić, że materiał i metody są opisane właściwie i wystarczająco dokładnie. Na podkreślenie zasługuje staranne opracowanie danych klimatycznych bardzo dobrze przedstawionych na przejrzystych wykresach i dodatkowo na diagramach Gaussena - Walther'a w modyfikacji Łukasiewicza. Te dane to ważny element późniejszej dyskusji, a wiadomym jest, że dla kondycji drzew miejskich, przebieg warunków pogodowych w latach badań jest niezwykle istotny. Może należałoby się zastanowić, czy na wykresach klimatycznych, nie powinien znaleźć się też rok poprzedzający badania, bo jak w dalszej części pracy podkreśliła sama Autorka, ma on znaczący wpływ na bieżącą kondycję drzew.

Rozdział „Materiał i metody” zamyka krótki opis zastosowanych analiz statystycznych.

WYNIKI

Rozdział czwarty jest najobszerniejszy w całej pracy, to 79 stron. Na jego objętości znowu zaważyła liczba kolejnych badań i pomiarów. Bardzo dobrym pomysłem edytorskim, wyjaśniającym sposób podania wyników, jest schemat ich prezentacji. Wyniki słusznie zostały podzielone na porównanie taksonów i porównanie obiektów badawczych.

W rozdziale tym, na bardzo czytelnych wykresach, zostały przedstawione wyniki pomiarów wielu parametrów fluorescencji chlorofilu *a* i fluorescencyjnego testu OJIP. Podobnie czytelnie przedstawione zostały: wyniki zawartości barwników asymilacyjnych, suchej masy, związków fenolowych, flawonoli, antocyjanów, enzymów o charakterze oksydacyjnym, wycieku elektrolitów, metabolizmu azotu i zawartości wybranych pierwiastków w liściach. Zamieszczone w tekście czytelne wykresy bardzo ułatwiają śledzenie późniejszych rozważań zawartych w kolejnym rozdziale „Dyskusja i podsumowanie”.

DYSKUSJA I PODSUMOWANIE

Na trzydziestu pięciu stronach Autorka dyskutuje i porównuje otrzymane wyniki z innymi autorami oraz wyjaśnia swój punkt widzenia. Jestem pod wrażeniem tej dyskusji.

To rozdział dobrze napisany, jak na podsumowujący bardzo obszerny i wyraźnie podzielony na fragmenty. Jest interesująco poprowadzoną rozprawą, przywołującą liczne dokonania innych autorów w konfrontacji z obserwacjami własnymi. Nie do końca rozumiem intencje Autorki, która rozdzieliła treści zatytułowane „Stan fizjologiczny w miesiącach najbardziej produktywnych” oraz „Zmiany stanu fizjologicznego w ciągu sezonu”. W efekcie, na przykład potencjał fotosyntetyczny jest opisywany dwukrotnie w różnych aspektach. W ocenie recenzenta, bardzo ze sobą powiązanych i wynikających jeden z drugiego. Choć treści zawarte pod tymi tytułami nie powtarzają się, to jednak wydaje się bardziej przejrzyste omawianie kolejnych wyników badań, jako całości. Można kompleksowo przedstawić stan fizjologiczny rośliny w okresie najbardziej produktywnym i jego zmiany w ciągu sezonu wegetacyjnego. Ta uwaga jest raczej propozycją, niż istotnym zarzutem.

Z pewnością było bardzo trudno zebrać wyniki z tak dużego materiału doświadczalnego. Również niełatwa w interpretacji była znaczna liczba badanych parametrów, w tym takich, które nie dają jednoznacznej odpowiedzi wskazującej na stan fizjologiczny drzew. Wiele z nich jest zdecydowanie zależnych od warunków termicznych, wilgotnościowych, zmienności osobniczej badanych drzew i całych taksonów. Autorka słusznie to zauważyła rozważając choćby zawartość azotanów w liściach badanych przez nią lip w porównaniu do klonów analizowanych przez innych badaczy. Podobne spostrzeżenia dotyczą wydajności fotosystemu drugiego (PS II) lip przyulicznych

badanych w Krakowie i Warszawie. Nie sposób zaprzeczyć, że różnice w wynikach mogą mieć źródło, między innymi, w odmiennym przebiegu warunków pogodowych w innych latach i miastach.

Jak zaznaczyła Autorka cały system antyoksydacyjny jest bardzo złożony i nie zawsze można zaobserwować wyraźne tendencje wskazujące na występowanie, bądź brak stresu. Takie po pierwsze wskazują na rzeczywiste różnice interpretacyjne wyników, po drugie i nie mniej ważne, na naukową dojrzałość mgr Moniki Czai, która zdaje sobie sprawę ze złożoności opisywanych zjawisk.

Słuszne wydają się rozważania Autorki, że w badaniach fluorescencji chlorofilu u drzew poddanych działaniu stresów miejskich, mniejszą przydatność ma parametr F_V/F_M niż parametr PI_{ABS} , co potwierdzają także inni autorzy. Podobnie docenić należy zastosowanie w badaniach i późniejszą trafną interpretację pomiarów przepuszczalności błon biologicznych. To obok fluorescencji chlorofilu α bardzo dobre, choć jeszcze stosunkowo rzadko wykorzystywane badania stanu fizjologicznego roślin.

Należy docenić starania Autorki o powiązanie bardzo zróżnicowanych wyników pomiarów fizjologicznych, odnoszących się bezpośrednio i pośrednio do fotosyntezy, zawartości chlorofilu i innych barwników, z aktywnością systemu antyoksydacyjnego, przepuszczalnością błon biologicznych i metabolizmem azotu. Z tego zadania Pani mgr Monika Czaja wywiązała się bardzo dobrze.

WNIOSKI

Wnioski są konsekwencją dyskusji i podsumowania całej dysertacji. Zebrane w dziesięciu punktach odzwierciedlają najważniejsze wyniki osiągnięte w pracy i czasem zawierają krótkie do nich komentarze.

Nie bardzo można się w pełni zgodzić z treścią wniosku pierwszego, w którym autorka stwierdza, że badania wskazywały na ubicie gleby na wybranych stanowiskach. Nie przeprowadzono przecież takich bezpośrednich pomiarów, a jedynie oparto się na obserwacjach w czasie poboru prób glebowych.

Tak, jak bardzo zróżnicowane były przeprowadzone badania, tak różnej tematyki dotyczą wnioski. Bardzo trafny jest wniosek trzeci, w którym autorka zwraca uwagę na zdecydowanie większą złożoność badań środowiskowych i trudności w interpretacji ich wyników, w porównaniu do badań w środowisku kontrolowanym.

Za cenne należy uznać wnioski metodyczne, dotyczące wydajności liści w szczycie sezonu wegetacyjnego (wniosek nr 4), oraz traktujące o reakcjach drzew na stres oksydacyjny (wnioski nr 5, 6 i 7).

Jako recenzent chętnie zgadzam się z wnioskiem ósmym, potwierdzającym większą tolerancję lipy srebrzystej (*Tilia tomentosa*) względem trudnych warunków miejskich, niż pozostałych badanych gatunków. Ten wniosek potwierdza spostrzeżenia innych autorów i ma istotne znaczenie praktyczne.

PODSUMOWANIE

Reasumując należy stwierdzić, że przedstawiona do oceny dysertacja doktorska Pani Moniki Czai jest bardzo wartościowa i zawiera nowatorskie treści poznawcze. Trzeba bezwzględnie podkreślić bardzo duży zakres i zróżnicowanie wykonanych badań. Autorka udowodniła, że umie sprawnie prowadzić pomiary i wykorzystać wyniki badań fizjologicznych, analiz glebowych i materiału roślinnego. Wykazała się dużą wiedzą zaczerpniętą z bogatej, współczesnej i odpowiednio dobranej literatury. Wykazała się umiejętnością pisania prac naukowych z wykorzystaniem metod statystycznych i fachowego języka. Cały tekst został napisany bardzo dobrze po polsku, praktycznie nie ma w pracy błędów stylistycznych i niezręczności językowych.

Autorka osiągnęła postawiony cel badawczy, co biorąc pod uwagę złożoność zadań, nie było zadaniem łatwym.

Drobne uwagi krytyczne recenzenta nie umniejszają wartości całej dysertacji.

Stwierdzam, że recenzowana dysertacja Pani Moniki Czai zatytułowana „Stan fizjologiczny liści różnych gatunków lip rosnących wzdłuż ciągów komunikacyjnych Krakowa” spełnia wymogi pracy doktorskiej stawiane w Ustawie z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z późniejszymi zmianami.

Tym samym wnoszę do Rady Wydziału Biotechnologii i Ogrodnictwa Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie, o dopuszczenie mgr inż. Moniki Czai do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Ze względu na złożoność pracy, użycie całego szeregu badań trudnych do przeprowadzenia i interpretacji, włożony przez Autorkę trud w jej wykonanie, a także doceniając wykazaną wiedzę oraz bardzo dobrze opanowaną technikę pisania pracy naukowej, jestem za wyróżnieniem dysertacji Pani magister inżynier Moniki Czai.



Jacek Borowski