

Warszawa, 01.08.2023

dr hab. Mirela Tulik, prof. SGGW
Instytut Nauk Leśnych
Samodzielny Zakład Botaniki Leśnej
ul. Nowoursynowska 159
02-776 Warszawa

Recenzja pracy doktorskiej mgr Joanny Śróbki
pt. „**Badania morfometryczne systemów korzeniowych wybranych
roślin użytkowych rosnących w ośrodkach charakteryzujących się
różnymi właściwościami fizycznymi**”.

Szkoła Główna
Gospodarstwa
Wiejskiego w Warszawie

Instytut Nauk Leśnych
Samodzielny Zakład
Botaniki Leśnej

ul. Nowoursynowska 159
02-776 Warszawa
+48 22 593 80 21
szbl@sggw.edu.pl
www.sggw.pl

Wyjście roślin na ląd wymagało wiele „udoskonaleń” budowy ich ciała. Jedną z nich było powstanie organu-korzenia trwale mocującego roślinę w podłożu i absorbującego wodę ze środowiska glebowego. Korzeń i tworzone przez niego układy to obiekty badawcze recenzowanej pracy, a w szczególności ich struktura będąca efektem oddziaływania stresu mechanicznego generowanego przez ośrodki, w których organ się rozwija.

Praca ma formę tradycyjną i liczy 310 stron maszynopisu. W jej strukturze zawarty jest kilka głównych rozdziałów, a mianowicie 51 stronicowy wstęp, po którym przedstawiono cele pracy (2 strony), następnie materiały i metody opisane na 49 stronach, wyniki ilustrowane makro- i mikrofotografiami, wykresami i tabelami (83 strony) po których następuje dyskusja licząca 31 stron. Pracę zamykają: wnioski, spis literatury i dwujęzyczne streszczenie. Szczegółowe wyniki analiz statystycznych zawarte są w 88 stronicowym suplemencie. Praca napisana jest starannie, poprawną polszczyzną. To o co moim zdaniem zasługuje na wyraźne zaakcentowanie to fakt, iż zarówno w aspekcie teoretycznym, jak i eksperymentalnym praca ma charakter interdyscyplinarny.

WSTĘP i CELE PRACY

W tematykę badawczą Doktorantka wprowadziła czytelnika we wstępie, w którym podała definicję korzeni i systemów korzeniowych, ich fizjologiczną rolę, zwróciła uwagę na pochodzenie korzeni (embrionalne i post-embrionalne), ich budowę morfo-anatomiczną ze szczególnym



uwzględnieniem korzeni obiektów badawczych wykorzystanych w pracy tj. kukurydzy zwyczajnej – przedstawiciela roślin jednoliściennych oraz kapusty głowiastej z grupy roślin dwuliściennych. Scharakteryzowała substancje modyfikujące ścianę komórkową elementów budowy pierwotnej korzenia: ligninę i suberynę. Podała informacje dotyczące cech fizycznych środowiska naturalnego życia korzeni tj. gleby i podłoża/ośrodków, które wykorzystywane są w badaniach eksperymentalnych nad rozwojem tych organów, a których parametry fizyczne mogą generować stres mechaniczny mający swoje odzwierciedlenie w modyfikacjach morfogenezy korzeni, ich układów oraz właściwościach biomechanicznych. Zaznajomiła zatem czytelnika z podstawową terminologią i parametrami fizycznymi opisującymi biomechaniczne właściwości tkanek roślinnych. Każda z prezentowanych informacji podparta była licznymi danymi literaturowymi i niejednokrotnie zwizualizowana mikrofotografiami i schematami. Taka konstrukcja wstępu dała obraz stanu wiedzy w zakresie prezentowanej tematyki badawczej i pozwoliła Doktorantce „płynnie” nakreślić ogólne i szczegółowe cele pracy. Szkoda, że Doktorantka nie zdecydowała się sformułować hipotez badawczych, zwłaszcza, że trójkąt zależności: struktura-funkcja-środowisko jest niekwestionowany w literaturze. Hipotezy pojawiają się w pracy w rozdziale Dyskusja i zostały sformułowane na podstawie uzyskanych, w tej pracy, wyników. Zasadniczo, cele pracy dotyczyły:

1. sprawdzenia wpływu parametrów fizycznych ośrodków wzrostu oraz przestrzeni wzrostu o odmiennej geometrii na morfogenezę korzeni, którą analizowano jakościowo i ilościowo,
2. właściwości mechanicznych korzeni kukurydzy.

MATERIAŁ i METODY

Doktorantka do badań wybrała rośliny użytkowe rolniczo z różnych grup systematycznych, a zatem różniące się też typem systemu korzeniowego, kukurydzę zwyczajną z systemem korzeniowym wiązkowym i kapustę głowiastą z systemem korzeniowym palowym. Rośliny wyhodowano w warunkach laboratoryjnych z ziarniaków i nasion. Jako podłoża do wzrostu wybrano glebę, wermikulit i szklane kulki o średnicach dopasowanych do średnicy korzeni ($R = 1,5$ mm i 2 mm dla korzeni kapusty oraz $R = 3$ mm i 4 mm dla korzeni kukurydzy). Za pojemniki do wzrostu posłużyły cylindry i akwaria. Nie zaplanowano wariantu kontrolnego, a jego brak Doktorantka wyjaśniła w jednym z punktów Dyskusji.

Spośród cech morfologicznych zmierzona/obliczona została:

- a. długość, powierzchnia, objętość, średnica korzenia zarodkowego (kukurydza) oraz głównego (kapusta), jak i korzeni bocznych i całego systemu korzeniowego.

Do analiz budowy anatomicznej wykorzystano klasyczne metody przygotowania skrawków przez korzeń zarodkowy i główny w strefie elongacyjnej i tkanek dojrzałych, które następnie barwiono na obecność ligniny i suberyny i obserwowano wykorzystując techniki mikroskopii świetlnej, tj. mikroskopię jasnego pola i fluorescencyjną.

Analizy ilościowe budowy anatomicznej dotyczyły pomiarów:

- a. szerokości kory pierwotnej i średnicy walca osiowego.

Badania właściwości mechanicznych korzeni kukurydzy, które wyrosły we wszystkich typach podłoża w szklanych cylindrach wykonano z użyciem maszyny wytrzymałościowej. Na ich podstawie wyznaczono:

- a. wartości modułu sprężystości oraz parametry takie jak: wytrzymałość, podatność na rozciąganie oraz sztywność.

Pomiary i analizy wyników badań wykonano z użyciem sprzętu badawczego i oprogramowania licencjonowanego oraz komercyjnego. Zastosowanie określonego testu statystycznego poprzedzone zostało analizami rozkładu danej cechy i jednorodności wariancji.

WYNIKI

Opis wyników jest bardzo szczegółowy. Są one zilustrowane wykresami pudełkowymi, tabelami, makrofotografiami korzeni oraz mikrofotografiami przekrojów przez korzenie. Ryciny są dokładnie opisywane, chociaż nie zawsze wszystkie oznaczenia zawarte na mikrofotografiach są wyjaśnione (np. brak opisu r – ryzoderma oraz zewnętrzna warstwa kory pierwotnej – egzoderma – ex; ryc. IV. 13).

Doktorantka wykazała m. in., że:

- a. rodzaj podłoża modyfikuje cechy biometryczne korzeni, tj. korzenie najdłuższe, o małej średnicy i z dużą liczbą korzeni bocznych powstają, gdy organ ten rośnie w podłożu lekkim i porowatym (wermikulit). Korzenie te charakteryzują się też największymi zmianami w układzie komórek, zwłaszcza w strefie tkanek dojrzałych,
- b. egzo- i endoderma różnicują się w bliskiej odległości od wierzchołka wzrostu u korzeni rosnących w wermikulicie i kulkach szklanych, co oznacza, że typ podłoża wpływa na morfogenezę tych tkanek,
- c. geometria przestrzeni wzrostu w niewielkim stopniu kształtuje morfologię korzeni,
- d. ośrodek wzrostu wpływa na właściwości mechaniczne korzeni, organy te rosnące w wermikulicie są sprężyste i wytrzymałe. Informacja pozycyjna, czyli odległość od wierzchołka jest parametrem kształtującym właściwości mechaniczne korzenia.

DYSKUSJA

W rozdziale tym Autorka przeanalizowała uzyskane wyniki i odniosła je do opublikowanych danych literaturowych prezentujących podobną tematykę badawczą. Za pośrednictwem tego rozdziału dała się poznać jako osoba doskonale zaznajomiona z literaturą tematu i posiadająca umiejętność interpretacji danych doświadczalnych. Zawarte w dyskusji podsumowania omawianych zagadnień morfo-anatomicznych korzeni ułatwiają zapamiętanie najważniejszych aspektów pracy.

Dyskusję kończą logiczne i zasadne wnioski.

Mam pytanie do Doktorantki: czy otrzymane wyniki badań można by zinterpretować wykorzystując zagadnienie z zakresu fizjologii roślin, a mianowicie zdolność ich organów do ruchu? Ruch roślin (ich organów) jest odpowiedzią na zmiany w środowisku zachodzące podczas ontogenezy, a w przypadku opisywanej tematyki badawczej byłby to przede wszystkim hydrotropizm korzenia.

UWAGI i PYTANIA

Recenzowana pracy liczy ponad 300 stron nic więc dziwnego, że dostrzegłam w niej pewne nieścisłości, niektóre z nich, z obowiązku recenzenta, przytaczam poniżej:

Str. 18 - przedstawiono schemat budowy pierwotnej korzenia *Arabidopsis thaliana*, który w niewielkim stopniu oddaje pewną prawidłowość strukturalną, iż w korzeniu zasadniczą część stanowi kora pierwotna powstająca z piętra inicjalnego – prakory. Sugerowałabym w schemacie zachowanie proporcji w grubościach warstw odpowiednich elementów strukturalnych.

Str. 35 - Doktorantka napisała: „Generalnie, terminem sklerenchyma określa się zespoły komórek o grubych, często zliżnifikowanych ścianach pełniących funkcję mechaniczną” - jest to informacja często pojawiająca się w klasycznych podręcznikach z zakresu anatomii roślin. Czy Doktorantka



mogłaby uzupełnić tę informację o przykłady komórek sklerenchymatycznych, które nie mają z lignifikowanej ściany komórkowej?

Str. 125 - Doktorantka napisała powołując się na przekroje poprzeczne pokazane na mikrofotografiach IV.18. A-D, że zarówno elementy protoksylemu, jak i wczesnego metaksylemu u wszystkich korzeni miały zdrewniałe ściany wtórne (opis dotyczy korzeni kukurydzy w strefie tkanek dojrzałych). W jaki sposób na przekrojach poprzecznych zidentyfikowano ścianę wtórną i czy tylko ten pokład ściany komórkowej był z lignifikowany a ściana pierwotna nie? (podobnie opisano tę cechę w strefie elongacyjnej). Podczas kontynuacji badań proponowałabym pozyskać przekroje podłużne przez wiązki przewodzące celem zaobserwowania urzębienia wtórnej ściany komórkowej elementów trachealnych (np.: protoksylem: pierścieniowe, spiralne; metaksylem: drabinkowe, jamkowane), jak i kąta ułożenia fibryl celulozowych, gdyż cechy te kształtują właściwości mechaniczne.

Str. 203 – przy opisie sposobu rozmieszczenia naczyń późnego metaksylemu, które charakteryzują się „podzielonym” światłem Doktorantka użyła sformułowania, „odpowiedź naczyń na stres”. Jest to pewien skrót myślowy bowiem naczynia, które są zbudowane z elementów naczyniowych to komórkami martwe, obumierające na drodze zaprogramowanej genetycznie śmierci. Sposób rozmieszczenia naczyń to efekt zmian, jakie zaszły na etapie ich powstawania-różnicowania się elementów prokambialnych w kierunku członów naczyniowych.

WNIOSKI KOŃCOWE

Pracę doktorską Pani mgr Joanny Śróbki oceniam bardzo dobrze, była lekturą inspirującą do przemyśleń, a moje uwagi w żaden sposób nie obniżają jej dużych wartości poznawczych. Doktorantka zaprezentowała się jako osoba dobrze zaznajomiona z metodami badań laboratoryjnych, i bardzo rzetelna. Podjęła tematykę trudną i mało poznaną.

Praca stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego i spełnia warunki wymagane Ustawą z dnia 14. 03. 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) oraz w artykule 179 ust. 1 Ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r., poz. 1669).

Zwracam się zatem z wnioskiem do Rady Instytutu Biologii, Biotechnologii i Ochrony Środowiska Wydziału Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach o przyjęcie pracy doktorskiej i dopuszczenie Pani mgr Joanny Śróbki do dalszych etapów przewody doktorskiego.

Z uwagi na bardzo szeroki zakres zrealizowanych badań, wartość uzyskanych wyników będących podstawą dalszego eksplorowania zagadnień anatomii rozwojowej korzenia w aspekcie wpływu właściwości fizycznych ośrodka, jak i uwzględniając dotychczasową aktywność naukową Doktorantki (sprawdziłam w bazie Web of Science, H-Index 3), zwracam się także z wnioskiem o wyróżnienie pracy.

M. Jurk