

Dr hab. Karol Bronisz
Zakład Dendrometrii i Produkcyjności Lasu
Katedra Urządzania Lasu, Dendrometrii i Ekonomiki Leśnictwa
Wydział Leśny
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Warszawa, dnia 10 czerwca 2022 r.

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Adama Klepackiego p.t. „Wpływ wieku i siedliska na wielkość i wydajność aparatu asymilacyjnego młodej brzozy brodawkowatej (*Betula Pendula Roth*)”

Recenzowana praca liczy 110 stron, w tym 7 rozdziałów oraz spis piśmiennictwa.

Dobrym wprowadzeniem w tematykę poruszaną w rozprawie doktorskiej jest rozdział Wstęp. W rozdziale tym doktorant umiejętnie wprowadza czytelnika w analizowane zagadnienia. Zaczyna od ogólnych informacji dotyczących znaczenia aparatu asymilacyjnego w ekosystemach leśnych np. w kontekście obiegu węgla w świetle postępujących zmian klimatycznych. W dalszej kolejności doktorant przedstawia stan wiedzy z danego zakresu przedstawiając przykłady zarówno polskich jak i zagranicznych badań dotyczących: wielkości aparatu asymilacyjnego w tym wskaźnika ulistnienia (LAI – Leaf area index); biomasy aparatu asymilacyjnego; morfologii, systematyki i zmienności morfologicznej liści; cech korony drzewa w tym m.in. długości korony, szerokości korony, kształtu korony; zależności cech korony od różnych czynników (np. wiek, stanowisko biosocjalne, siedlisko czy pierśnica); wydajności aparatu asymilacyjnego czy wpływu typu siedliskowego lasu na wielkość i masę igieł. Za pewien mankament można uznać poruszenie wątków dotyczących typu siedliskowego lasu pod koniec wstępu. Wydaje się, że utrzymując pewną chronologię umożliwiającą czytelnikowi stopniowe pogłębianie poruszanej tematyki zagadnienia związane z TSL powinny pojawić się na początku rozdziału. Zwłaszcza, że wpływ siedliska na aparat asymilacyjny stanowi część tytułu pracy.

Cel i zakres pracy przedstawiony w rozdziale 2, dotyczył analizy wpływu typu siedliskowego lasu oraz wieku brzozy brodawkowatej rosnącej na uprawach na wielkość i wydajność aparatu asymilacyjnego. Ponadto doktorant wskazał, że praca w swoim zakresie obejmuje badania upraw na terenie Nadleśnictwa Ełk w trzech kolejnych sezonach wegetacyjnych.

Realizacji recenzowanej rozprawy doktorskiej przyświecały trzy hipotezy badawcze przedstawione w rozdziale 3: (i) występują różnice w cech morfologicznych liści i wielkości wskaźnika pokrycia liściowego (LAI) brzozy brodawkowatej w zależności od TSL i wieku drzew, (ii) typ siedliskowy lasu i wiek drzew wpływają na wielkość wybranych cech korony brzozy brodawkowatej, (iii) na biomasę aparatu asymilacyjnego i jego wydajność wpływa TSL i wiek brzozy brodawkowatej. Aparat asymilacyjny jest nieodzownym elementem funkcjonowania ekosystemów leśnych. Na cechy morfologiczne, wydajność, biomasę igieł oraz cechy korony mają wpływ różne czynniki środowiskowe. Zatem badania dotyczące wpływu wieku i warunków wzrostu na cechy korony oraz aparat asymilacyjny jednego z naszych najważniejszych gatunków lasotwórczych są aktualne i ważne, zwłaszcza w kontekście ilości pochłaniania CO₂ z atmosfery i roli lasu w postępującym procesie zmian klimatu.

W kolejnym rozdziale doktorant przedstawił materiał i metody. Materiał badawczy stanowiący podstawę realizacji pracy pochodził z 6 upraw założonych w 2014 roku na terenie Nadleśnictwa Ełk. Na uprawach posadzono brzozę brodawkowatą na trzech typach siedliskowych lasu (BMśw, LMśw, Lśw) – po dwie uprawy dla każdego z trzech analizowanych typów siedliskowych lasu. Szczegółowy opis upraw został przedstawiony zarówno w tekście pracy jak i w postaci tabelarycznej i graficznej. W podrozdziale dotyczącym metod doktorant wskazuje, że badania terenowe obejmowały 3 okresy wegetacyjne (2016, 2017, 2018) i realizowane były na powierzchniach badawczych, na każdej powierzchni rości około 100 drzew. Drzewa rosnące na powierzchniach próbnych zostały scharakteryzowane poprzez pomiar średnicy szyi korzeniowej drzewa oraz wysokość drzew. Pewnym mankamentem pracy jest brak informacji na temat uzyskanych w ten sposób wyników pomiarów. Taka informacja stanowiłaby cenny element pracy zwłaszcza, że grubość szyi korzeniowej jak i wysokość drzew została uwzględniona do wyboru drzew modelowych (15 drzew na każdej powierzchni próbnej). W dalszej części pracy doktorant przedstawia informacje dotyczące pomiarów drzew modelowych tj: (i) pomiar aparatu asymilacyjnego, (ii) pomiar cech koron, (iii) określenie przyrostu miąższości, oraz (iv) określenie wskaźnika pokrycia liściowego (LAI) i wydajności aparatu asymilacyjnego (LAE). Warto zaznaczyć, że doktorant przedstawił w sposób spójny i precyzyjny informacje na temat pomiaru drzew modelowych podając schemat graficzny (schemat rzędowości gałęzi) oraz wzory wykorzystane do obliczenia kolejnych parametrów. W kolejnym podrozdziale doktorant przedstawia wykorzystane w pracy metody statystyczne tj. m.in. test Shapiro – Wilka wykorzystywany do oceny rozkładu badanej cechy, jednoczynnikową oraz wieloczynnikową analizę wariancji a także testy POST_HOC. Wykorzystane

metody statystyczne są poprawnie dobrane i umożliwiają rozwiązanie postawionego problemu badawczego. Zastanawiające i dyskusyjne jest natomiast wykorzystanie jednocześnie jednoczynnikowej i wieloczynnikowej analizy wariancji. Zarówno w temacie pracy jak i w hipotezach badawczych pojawia się wpływ wieku i siedliska na aparat asymilacyjny zatem wydaje się, że zastosowanie dwuczynnikowej analizy wariancji, która w połączeniu z testami POST-HOC pozwoliłaby na uzyskanie wyników dotyczących wpływu obu analizowanych czynników i co ważne wpływu interakcji pomiędzy nimi.

W celu przekazania uzyskanych wyników (obszerny rozdział 5 rozprawy doktorskiej) dotyczących: (i) cech morfologicznych liści, (ii) wskaźnika pokrycia liściowego (LAI), (iii) wybranych cech koron brzozy brodawkowatej, (iv) suchej masy aparatu asymilacyjnego oraz (v) wydajności aparatu asymilacyjnego (LAE) doktorant przyjął jeden schemat tj. w pierwszej kolejności przedstawiał charakterystykę statystyczną danej cechy w odniesieniu do TSL i wieku. Następnie podawał wyniki dotyczące rozkładu cechy, jednoczynnikowej i dwuczynnikowej analizy wariancji oraz wyniki dotyczące testów POST-HOC. W świetle złożoności analizowanych zagadnień oraz ilości ocenianych parametrów przyjęte rozwiązanie jest właściwie i pozwala na „zapanowanie” nad przedstawianymi treściami oraz przedstawienie ich w sposób klarowny i uporządkowany. Ponadto wyniki dotyczące poszczególnych parametrów aparatu asymilacyjnego przedstawione zostały równo w treści pracy jak i w sposób tabelaryczny i graficzny (wykresy przedstawiające interakcję) co tworzy kompletny obraz. Warto natomiast zwrócić uwagę na pewne elementy wymagające zastanowienia np. (i) podanie powierzchni liści w metrach kwadratowych oraz (ii) niespójna informacja odnośnie kryteriów interpretacji testów statystycznych tj. w metodyce doktorant podaje przyjęty poziom istotności $p = 0,05$ natomiast np. w ocenie wyników dwuczynnikowej analizy wariancji odnosi się do poziomu prawdopodobieństwa $p < 0,001$.

W obszernej dyskusji (18 stron) doktorant odnosi uzyskane wyniki do doniesień literaturowych. Interesującym podejściem jest ponowne wskazanie, na początku tego rozdziału, najważniejszych elementów zawartych w pracy. Z jednej strony zapisy te stanowią powtórzenie wcześniej podanych danych jednak z drugiej pozwalają czytelnikowi uzyskać syntetyczny punkt odniesienia ułatwiający interpretację kolejnych treści zawartych w dyskusji. Podobnie jak w poprzednich rozdziałach również tutaj doktorant przyjął schematyczny sposób opisu kolejnych analizowanych cech aparatu asymilacyjnego brzozy oraz postawionych w pracy hipotez badawczych odnosząc uzyskane wyniki do rezultatów prezentowanych przez innych autorów zarówno Polskich jak zagranicznych. Warto zwrócić natomiast uwagę, że przy analizie poszczególnych cech aparatu asymilacyjnego doktorant ponownie podaje uzyskane w pracy wyniki. Wydaje się, że tym razem taki krok nie jest do końca uzasadniony. Warto również zwrócić uwagę, że obszerną część dyskusji stanowią zagadnienia związane z cechami

morfologicznymi liści brzozy brodawkowatej. Jednak w części tej doktorant tak naprawdę odnosi uzyskane wyniki badań tylko do analiz przeprowadzonych przez jednego autora – Wojdę. Wydawałoby się zasadnym uwzględnienie również wyników uzyskanych przez innych autorów.

Generalnie rzecz ujmując rozdział ten stanowi ważną „klamrę”, która umożliwia odniesienie uzyskanych przez doktoranta wyników do badań prowadzonych przez innych naukowców. Na uwagę zasługuje fakt, że w rozdziale tym znajdują się nie tylko odniesienia do licznych najnowszych polskich jak i zagranicznych badań ale również do tych starszych stanowiących podstawę analiz dotyczących aparatu asymilacyjnego brzozy brodawkowatej.

Podsumowując stwierdzam, że Pan Adam Klepacki podjął się rozwiązania ważnego, ambitnego i wymagającego zagadnienia. Podczas realizacji pracy doktorant dysponował szerokim zakresem danych empirycznych. Ponadto wykorzystał właściwie metody statystyczne. Wszystkie powyższe elementy umożliwiły rozwiązanie postawionego problemu badawczego. Opracowana metodyka, szeroki zakres uwzględnionych czynników oraz uzyskane wyniki w znacznym stopniu wzbogacają wiedzę na temat wpływu wieku i siedliska na wielkość i wydajność aparatu asymilacyjnego młodej brzozy brodawkowatej. Recenzowana praca stanowi indywidualny, oryginalny dorobek doktoranta, który wykazał się samodzielnością w uzasadnieniu problemu badawczego, w konstrukcji metody, w przeprowadzeniu wszystkich koniecznych etapów badań i w opracowaniu wyników. Na tej podstawie stwierdzam, że oceniana praca doktorska spełnia warunki określone w Ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 z późn. zm.) i składam wniosek o dopuszczenie mgr inż. Adama Klepackiego do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Andrzej B. W. W. W.