

Prof. dr hab. inż. Rafał Podlaski
Wydział Nauk Ścisłych i Przyrodniczych
Instytut Biologii
Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach
ul. Uniwersytecka 15, 25-406 Kielce

Recenzja rozprawy doktorskiej

Pana mgr Aklilu Bajigo Madalcho pt. „Wpływ presji zgryzania na naturalne odnowienia w zaburzonych zbiorowiskach leśnych; porównanie różnych ekosystemów leśnych i różnych zespołów kopytnych roślinożerców”

1. Cel, zakres i znaczenie pracy

Głównym celem ocenianej rozprawy doktorskiej Pana Aklilu Bajigo Madalcho było oszacowanie ilości żeru pędowego dostępnego dla kopytnych roślinożerców i określenie roli czynników środowiskowych, takich jak cechy gleby i dostępność promieniowania słonecznego na intensywność zgryzania podrostów różnych gatunków drzew. Autor sformułował trzy szczegółowe cele badawcze dotyczące: (1) opracowania równań allometrycznych umożliwiających estymację dostępnego żeru i strat biomasy pędów, (2) oceny wpływu jakości gleby i tożsamości gatunkowej drzew na intensywność presji zgryzania, (3) analizy związku między dostępnością żeru a intensywnością zgryzania.

Badania przeprowadzono w dwóch parkach narodowych: Tatrzańskim (TNP) i Roztoczańskim (RNP), w których założono po 22 powierzchnie badawcze w postaci pasowych transektów (30×5 m). Na każdej powierzchni zmierzono cechy morfologiczne badanych podrostów, a także parametry środowiskowe (w tym wskaźnik jakości gleby), co pozwoliło na ocenę relacji między warunkami siedliskowymi, dostępnością pokarmu a presją zgryzania. Pomiar objął również analizę pionowego rozkładu szkód powstałych w wyniku zgryzania i określenie pozostałości biomasy po zgryzaniu. Dodatkowo przeprowadzono precyzyjne pomiary laboratoryjne próbek biomasy celem skonstruowania modeli allometrycznych. Szczegółowymi badaniami objęto sześć gatunków drzew; są to: świerk *Picea abies* (L.) H. Karst.,

buk *Fagus sylvatica* L., jodła *Abies alba* Mill., jawor *Acer pseudoplatanus* L., jarzab *Sorbus aucuparia* L. oraz grab *Carpinus betulus* L.

Prezentowana rozprawa doktorska wnosi istotny wkład do wiedzy na temat interakcji między dzikimi roślinożercami a regeneracją lasu, ukazując rolę presji zgryzania jako jednego z kluczowych czynników kształtujących skład gatunkowy i strukturę młodego pokolenia drzew w warunkach lasów naturalnych. Wyniki badań dostarczają nowych narzędzi diagnostycznych (np. wskaźników presji zgryzania) oraz mogą mieć zastosowanie w planowaniu działań ochronnych i hodowlanych, zwłaszcza w ekosystemach o wysokiej bioróżnorodności, gdzie zachowanie gatunków podatnych na zgryzanie ma znaczenie dla stabilności całego zbiorowiska.

Podsumowując, uważam podjęcie tej tematyki za w pełni uzasadnione zarówno ze względów teoretycznych, jak i praktycznych. Rozprawa stanowi wartościowy przykład wykorzystania nowoczesnych metod modelowania i analiz ilościowych w badaniach ekologicznych dotyczących odnawiania się lasów w warunkach presji ze strony dzikich zwierząt.

2. Układ pracy

Rozprawa liczy łącznie 64 strony i ma klasyczny układ, typowy dla prac doktorskich w trybie publikacyjnym. Składa się z części wstępnej obejmującej rozdziały: „Wstęp”, „Najważniejsze wyniki badań” oraz „Wnioski”, a także z zestawu trzech artykułów naukowych opublikowanych w recenzowanych czasopismach międzynarodowych. Praca zawiera również podsumowanie dorobku naukowego doktoranta oraz wykaz publikacji i wystąpień konferencyjnych.

Całość pracy cechuje przejrzysty układ, spójność redakcyjna oraz właściwe formatowanie tabel, rycin i przypisów, zarówno w częściach autorskich, jak i w dołączonych artykułach. Rozprawa spełnia wymagania formalne i merytoryczne stawiane pracom doktorskim przygotowywanym w formie monografii złożonej z publikacji.

3. Uwagi i komentarze

3.1. Układ pracy

Podrozdziały rozdziału „Wyniki badań” są logicznie uporządkowane i w większości dobrze korespondują z wcześniej sformułowanymi celami szczegółowymi rozprawy.

Rozdział 3.1, dotyczący modeli allometrycznych, bezpośrednio realizuje pierwszy cel pracy, tj. opracowanie równań służących do szacowania dostępnego żeru i strat biomasy pędów w wyniku zgryzania.

Rozdział 3.2, analizujący wpływ jakości gleby na intensywność zgryzania, odnosi się jednoznacznie do drugiego celu, czyli oceny relacji pomiędzy siedliskiem, gatunkiem a presją zgryzania.

Rozdział 3.3, opisujący wzorce zgryzania i dostępność pokarmu w kontekście regeneracji drzew, pokrywa się z trzecim celem, dotyczącym zależności między dostępnością żeru a presją zgryzania. Należy jednak zauważyć, że treść tego rozdziału wykracza poza pierwotnie zdefiniowany cel, obejmując także wpływ zgryzania na strukturę odnowienia i dalsze losy młodego pokolenia drzew.

Struktura rozdziału „Wyniki badań” w pełni odzwierciedla intencje badawcze Autora. Zredagowanie tytułów podrozdziałów w sposób bardziej bezpośredni, np. poprzez ich powiązanie z numeracją celów, mogłoby dodatkowo wzmocnić przejrzystość i komunikatywność pracy.

Rozprawa została przygotowana w trybie publikacyjnym i zawiera trzy artykuły naukowe z międzynarodowych, recenzowanych czasopism.

Pierwsza publikacja, dotycząca modeli allometrycznych dla podrostów drzew, w pełni odpowiada pierwszemu celowi pracy, czyli opracowaniu narzędzi do estymacji dostępnego żeru i strat biomasy w wyniku zgryzania. Druga publikacja odnosi się bezpośrednio do drugiego celu, analizując wpływ jakości siedliska na intensywność zgryzania. Trzecia publikacja realizuje trzeci cel, analizując relację pomiędzy dostępnością żeru a wzorcami zgryzania i ich wpływem na regenerację gatunków chętnie zgryzanych przez roślinożerców. Co istotne, praca ta poszerza także zakres celu trzeciego o aspekt sukcesji i struktury odnowień.

Podsumowując, dobór publikacji jest bardzo dobrze przemyślany. Każdy z celów znajduje odzwierciedlenie w odrębnej pracy naukowej, a publikacje nie nakładają się tematycznie w nadmierny sposób. W efekcie rozprawa jako całość zachowuje spójność merytoryczną i logiczną strukturę, co należy ocenić jednoznacznie pozytywnie.

3.2. Ocena doboru metod statystycznych

Autor zastosował szerokie spektrum metod statystycznych, dostosowując je adekwatnie do charakteru analizowanych danych oraz specyfiki stawianych pytań badawczych. Na uwagę zasługuje zróżnicowanie podejścia analitycznego; w pracy pojawiają się zarówno

klasyczne modele regresji liniowej, jak i bardziej elastyczne techniki, takie jak modele addytywne GAM, regresje bez wyrazu wolnego, regresje wielokrotne, ponadto wykorzystano analizę wariancji oraz testy nieparametryczne.

Dobór w/w metod był uzasadniony i świadczy o dobrej znajomości narzędzi statystycznych. Modele GAM zostały użyte tam, gdzie spodziewano się nieliniowych zależności o nieznanym kształcie, np. w analizie rozkładu suchej masy pędów względem różnych cech morfologicznych. W innych przypadkach, takich jak porównania grupowe czy allometryczne relacje pomiędzy cechami roślin a biomasa, zasadnie zastosowano modele prostsze i bardziej klasyczne, jak regresje liniowe czy testy rangowe.

Można byłoby rozważyć zastosowanie bardziej uogólnionych modeli (np. GAM) w większej liczbie analiz, jednak zastosowanie prostszych metod w wybranych przypadkach było metodologicznie poprawne i korzystne z punktu widzenia interpretowalności wyników. Całościowo należy ocenić, że dobór metod był logiczny, a sposób ich prezentacji czytelny i rzetelny.

Zastosowane przez Autora metody statystyczne są trafne i dobrane świadomie, tym niemniej można zasugerować kilka możliwych, dodatkowych rozwinięć badawczych. Przykładowo, zastosowanie modeli mieszanych pozwoliłoby uwzględnić złożoną strukturę przestrzenną danych i uogólnić wnioski na poziom populacyjny. Ciekawym uzupełnieniem mogłaby być również regresja kwantylowa, która ukazuje zależności nie tylko w wartościach średnich, ale także w górnych i dolnych częściach rozkładu. W kontekście wielowymiarowej natury analizowanych danych (cechy środowiska, intensywność zgryzania, morfologia podrostów), interesującym uzupełnieniem dotychczasowych metod mogłaby być analiza wielowymiarowa (PCA lub NMDS) połączona z podejściem topologicznym, np. poprzez zastosowanie filtracji Vietorisa-Ripsa lub klasteryzacji metodą Mapper. Umożliwiłoby to identyfikację naturalnych klastrów przestrzennych lub gatunkowych w danych, przy zachowaniu struktury nieliniowej i odporności na szумы. Takie podejścia, wywodzące się z Topological Data Analysis (TDA), umożliwiają wykrywanie ukrytych struktur w danych (np. naturalnych klastrów siedliskowych lub presji zgryzania), nawet wówczas, gdy relacje są nieliniowe, a granice między grupami rozmyte.

4. Oryginalność i wartość naukowa rozprawy

Praca doktorska Pana Aklilu Bajigo Madalcho wnosi istotny wkład do nauki w zakresie ekologii lasu, biologii odnowienia oraz oddziaływań między roślinożercami w przy-

padku badanych gatunków drzew.

Nowatorskim aspektem pracy jest opracowanie modeli allometrycznych pozwalających na estymację biomasy pędów, zarówno w ujęciu zależności od cech morfologicznych roślin, jak i w kontekście gradientu środowiskowego. Tego rodzaju podejście, ukierunkowane na ilościowe modelowanie dostępności pokarmu dla roślinożerców, ma charakter interdyscyplinarny i może być wykorzystywane nie tylko w ekologii lasu, lecz również w naukach o zwierzętach, zarządzaniu populacjami dzikich kopytnych, a także w ochronie przyrody.

Na podkreślenie zasługuje analiza związku pomiędzy jakością siedliska a intensywnością zgryzania, która została przeprowadzona w dwóch silnie kontrastujących obszarach przyrodniczych. Praca ta dostarcza cennych wniosków dotyczących selektywności gatunkowej zgryzania oraz potencjalnych zagrożeń dla naturalnej regeneracji drzew w wyniku presji roślinożerców.

Badania Autora wypełniają lukę w wiedzy dotyczącej mechanizmów ograniczających sukces regeneracyjny gatunków chętnie zgryzanych przez roślinożerców w warunkach ich intensywnego oddziaływania w Europie Środkowej.

5. Ocena dorobku publikacyjnego Doktoranta

Rozprawa została przygotowana w trybie publikacyjnym i zawiera trzy artykuły naukowe, opublikowane w międzynarodowych czasopismach naukowych o zasięgu globalnym. Wszystkie publikacje są indeksowane w uznanych bazach bibliograficznych (m. in. Web of Science, Scopus) i posiadają Impact Factor. Dwa z nich ukazały się w renomowanych czasopismach z dziedziny nauk leśnych i ekologii, a trzeci w otwartym i recenzowanym czasopiśmie specjalizującym się w badaniach ekosystemowych.

W każdej z publikacji Doktorant figuruje jako pierwszy autor, co wskazuje na Jego wiodącą rolę w projektowaniu badań, analizie danych i interpretacji wyników. Tematyka artykułów jest spójna z celami pracy i wzajemnie się uzupełnia, tworząc logiczny ciąg analityczno-empiryczny. Ponadto Doktorant wykazał się aktywnością naukową także poza tematem rozprawy doktorskiej, co znajduje odzwierciedlenie w zamieszczonej liście dodatkowych publikacji oraz udziale w konferencjach międzynarodowych.

Całościowy dorobek publikacyjny oceniam jako w pełni wystarczający do uzyskania stopnia naukowego doktora oraz świadczący o dużym potencjale dalszego rozwoju naukowego Doktoranta.

6. Konkluzja

Uważam, że Pan Aklilu Bajigo Madalcho posiada umiejętność samodzielnego prowadzenia badań naukowych. Przedstawiona rozprawa spełnia wymagania określone w art. 187 oraz art. 219 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (t.j. Dz.U. z 2024 r. poz. 1571), dotyczące uzyskania stopnia naukowego doktora. W związku z powyższym przedkładam wniosek o dopuszczenie Pana Aklilu Bajigo Madalcho do dalszych etapów przewodu doktorskiego.



Rafał Podlaski