

## RECENZJA

rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Marcina Dyderskiego pod tytułem „**Środowiskowe uwarunkowania sukcesu ekologicznego gatunków inwazyjnych: *Prunus serotina*, *Quercus rubra* i *Robinia pseudoacacia***” wykonanej w Pracowni Ekologii Instytutu Dendrologii PAN pod kierunkiem promotora dr hab. Andrzeja M. Jagodzińskiego, prof. ID PAN.

### Wstęp

Tematyka badawcza poświęcona inwazjom biologicznym jest wciąż aktualna ze względu na rosnący problem obecnych i nowych introdukcji gatunków obcego pochodzenia, jak i niewystarczającą wiedzę w tym zakresie. Drzewiastym gatunkom obcym dotychczas nie poświęcono za wiele miejsca w polskiej literaturze. Nie brak prac florystycznych, chorologicznych, fitosocjologicznych lecz mało jest publikacji z zakresu ekologii zbiorowisk i ekologii populacji na stałych powierzchniach badawczych.

W pracy przekazanej do oceny, Autor podjął się badań nad trzema z najbardziej inwazyjnych gatunków drzew w polskiej florz. Łączy je pochodzenie (wschodnia część Ameryki Płn), podobny czas przybycia (przełom XVIII i XIX w), status w naszej florz (są tzw. agriofitami tzn. pojawiają się na siedliskach półnaturalnych i naturalnych).

Badania przeprowadzono na terenie Wielkopolskiego Parku Narodowego, cechującego się dużym udziałem obcych gatunków drzew i krzewów, ograniczoną gospodarką leśną, dużym gradientem siedliskowym, od siedlisk borowych, poprzez łąkowe aż do łąkowych. Doktorant w specjalnym, przemyślanym układzie powierzchni badawczych zaprojektowanym pod testowanie postawionych hipotez badawczych, zebrał pomiary dendrometryczne, populacyjne, florystyczne oraz siedliskowe (próbki gleby i ocena warunków świetlnych).

Obfity materiał badawczy przeanalizowano najnowszymi metodami statystycznymi i opublikowano. Wyniki badań mają szansę wnieść wiele do wiedzy o przebiegu inwazji, o cechach gatunków, roli czynników środowiskowych i przyczynach sukcesu niektórych gatunków obcych.

## Ocena formalna pracy

Na rozprawę doktorską pana mgr inż. Marcina Dyderskiego składają się trzy publikacje: artykuł “*Drivers of invasive tree and shrub natural regeneration in temperate forests*” wydany w czasopiśmie Biological Invasions, artykuł “*Low impact of disturbance on ecological success of invasive tree and shrub species in temperate forests*” opublikowany w Plant Ecology oraz praca “*Functional traits of acquisitive invasive woody species differ from conservative invasive and native species*”, która ukazała się w czasopiśmie NeoBiota. Wszystkie trzy publikacje są dwu-autorskie, w których pan mgr inż. Dyderski jest pierwszym i korespondencyjnym autorem a jego udział wynosi odpowiednio: 90, 90 i 80%. Badania zostały sfinansowane ze środków Narodowego Centrum Nauki w ramach projektu badawczego pt. „Ekofizjologiczne i ekologiczne uwarunkowania inwazyjności drzew i krzewów na przykładzie *Padus serotina*, *Quercus rubra* oraz *Robinia pseudoacacia*”. Doktorant otrzymał także stypendium doktorskie Narodowego Centrum Nauki oraz figuruje jako stypendysta Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego na rok 2017/2018. Czasopisma Biological Invasions oraz NeoBiota to wiodące czasopisma naukowe na świecie, indeksowane w bazie *web of science*, z zakresu biologii i ekologii gatunków inwazyjnych a Plant Ecology (dawne Vegetatio) to periodyk z dużymi tradycjami poświęcony ekologii roślin. Współczynnik wpływu czasopism (*impact factor*) wynosi od 1,89 (Plant Ecology) do 3,1 oraz 3,4 dla Biological Invasions i NeoBiota.

Drugim współautorem artykułów jest promotor pracy doktorskiej dr hab. Andrzej Jagodziński, prof. ID PAN.

Prace te umieszczone w załącznikach zostały poprzedzone 25-stronicowym podsumowaniem wraz z odrębnym wykazem piśmiennictwa. Podsumowanie zawiera krótki wstęp, cele i hipotezy, metod badawcze, charakterystykę wybranych gatunków, opis zbioru danych w terenie i ich analizy oraz omówienie wyników rozłożone na ich opis z każdej z trzech publikacji. Następnie Doktorant na ponad jednej stronie umieścił wnioski.

W podsumowaniu zacytowano 141 publikacji, natomiast łączna skumulowana liczba pozycji piśmiennictwa z publikacji składających się na rozprawę doktorską wynosi 198.

## Charakterystyka merytoryczna prac wchodzących w skład rozprawy doktorskiej

Każda z publikacji wchodzących w skład dysertacji doktorskiej poświęcona jest jednej hipotezie badawczej. Trzy hipotezy badawcze są dobrze postawione i uzupełniają się nawzajem. Dobrze realizują cel pracy a mianowicie określenie, które z czynników środowiskowych są odpowiedzialne za sukces badanych inwazyjnych gatunków.

Brakuje mi tu jedynie czwartej hipotezy mówiącej o ewentualnych różnicach lub braku różnic w odpowiedzi badanych gatunków na czynniki środowiskowe. Ta hipoteza mogłaby być realizowana w każdej z prac. Trzy wspomniane gatunki, mimo wspólnego pochodzenia różnią się biologią. Dość przypomnieć, że czeremcha amerykańska jest nie tylko drzewem a czasem krzewem a robinia dzięki symbiozie z bakteriami ma zdolność wiązania azotu atmosferycznego. Autor mimochodem taką hipotezę testuje bo i tak wykazuje różnice analizując gatunki osobno. Zatem jest to bardziej formalna uwaga.

Pierwsza praca wydana drukiem w *Biological Invasions* poświęcona jest testowaniu hipotezy badawczej zakładającej, że czynniki związane z dostępnością propagul będą kluczowymi predyktorami sukcesu ekologicznego badanych taksonów.

Badania w tej pracy, podobnie jak w pozostałych, oparto na danych z 372 poletek o powierzchni 100 m<sup>2</sup>. W streszczeniu napisano, że było ich 378. Dopiero w publikacji wyjaśniono, że 6 odrzucono ponieważ wytyczono je na terenie ścieżek poza obszarem leśnej roślinności. Poletka były zebrane w 21 bloków a każdy składał się z 18 poletek. Układ poletek był powtarzalny: po 2 w centrum monokultury danego gatunku a pozostałe 16 ulokowane w 4 kierunkach świata. Taki układ ustalony, można powiedzieć, że systematyczno-warstwowy, zamiast zwykłego losowania prostego daje możliwość badania wpływu miejsca propagul z drzewostanu macierzystego na sukces gatunków (co wynikało z układu poletek w bloku). Natomiast badanie zależności od gradientów siedliskowych były zapewnione przez umiejscowienie danego bloku. Autor zadbał, żeby nie było pseudoreplikacji, co jest spowodowane rozmieszczeniem w odpowiednich odległościach 9 podwójnych poletek. Jednakże wewnątrz układu sąsiednich dwóch poletek można się spodziewać autokorelacji ze względu na bliskie położenie. Autokorelacja budzi wiele kontrowersji i badacze terenowi mają różne zdanie. Jedni uważają to za naturalne zjawisko a inni sądzą, że może zafałszować wyniki. Ciekaw jestem opinii Doktoranta w tej kwestii i czy brał w ogóle pod rozwagę możliwość redukcji autokorelacji. Jednak podsumowując układ powierzchni badawczych nie budzi moich zastrzeżeń do metodyki i jest w pełni akceptowalny.

Badania na powierzchni poletek były prowadzone przez 3 lata, zebrano mnóstwo danych. Na szczególną uwagę zasługuje fakt, że posłużono się biomasą drzew, wyliczoną w oparciu o allometryczne równania z użyciem 647 wykopanych drzew. Biomasa to najlepsza miara liczebności i kondycji osobnika w populacji, lepsza niż często stosowane estymowane pokrycie (w różnych skalach) gatunku w zdjęciu fitosocjologicznym.

Wspomniana już, bardzo interesująca, praca z *Biological Invasions* wnosi wiele do wyjaśnienia mechanizmów inwazji w przypadku tych gatunków. Stwierdzono, że presja

propagul ma większe znaczenie niż podatność siedlisk na inwazję (tzw. *invasibility*). Czynniki, które mają decydować o większym lub mniejszym znaczeniu siedliska uznano m.in. warunki świetlne, pH ścioly oraz cechy biotyczne fitocenozy. Te ostatnie to ważne liczby Ellenberga gatunków występujących i ważne średnie 9 innych cech funkcjonalnych. Cechy fitocenozy wykorzystano do obliczenia wskaźników różnorodności funkcjonalnej: bogactwa, równomierności, dyspersji i dywergencji. Analiza różnorodności funkcjonalnej (*functional diversity FD*) jest stosunkowo nowym narzędziem statystycznym używanym w ekologii zbiorowisk. Jest wzorowana na analizie różnorodności taksonomicznej i takich wskaźnikach jak indeks Shannona-Wienera, wskaźnik Pielou i inne. W przeciwieństwie do wskaźników bioróżnorodności, gdzie tylko skład gatunkowy i obfitość gatunków (z reguły zawsze dostępne) ma znaczenie; w analizie funkcjonalnej sam badacz decyduje ilu i jeszcze jakich cech wziąć pod uwagę. Można zatem sobie wyobrazić, że liczba i typ cech wybranych do analizy może mieć wpływ na wartość wskaźników analizy FD. Czy to nie może wpływać ewentualnie na zafałszowanie wyników i czy ten problem rozważano przy wyborze zarówno liczby i jakości cech do analizy?

W drugiej pracy, opublikowanej w *Plant Ecology*, sformułowano hipotezę, że większa częstość i natężenie zaburzeń w ekosystemie leśnym będzie promować sukces ekologiczny badanych taksonów. Hipoteza ta nawiązuje do znanej hipotezy fluktuacji zasobów, które dają możliwość kolonizacji przez gatunki inwazyjne. Czynnikiem wywołującym uwalnianie się zasobów do środowiska lub ich większą dostępność są różne zaburzenia.

Mam kilka kwestii, które chciałem tutaj podnieść. Pewne rzeczy są niedoprecyzowane w opisie i wymagają bardziej szczegółowego objaśnienia.

Dlaczego zastosowano klasyfikację strategii życiowych LHS według Westobiego z 1998 r.? Ten system klasyfikacji strategii życiowych opiera się jedynie na specyficznej powierzchni liścia SLA, wysokości roślin w wieku dojrzałym oraz masie nasion. Nie ujmując nic tej koncepcji ani tym bardziej jej nie krytykując zastanawia mnie dlaczego nie skorzystano z koncepcji Grime'a, w której przynależność do 3 głównych i 7 pośrednich strategii zależy od większej liczby cech? Skąd ten wybór zwłaszcza, że w pierwszej pracy z *Biological Invasions* zastosowano już klasyfikację Grime'a? Ponadto nie jest wytłumaczone w jaki sposób przypisano kategorię strategii LHS gatunkom. W streszczeniu napisano, że cechy LHS wzięto z bazy online LEDA. W tej bazie nie znalazłem strategii Westobiego, dlatego powstaje pytanie w jaki sposób przyporządkowano te cechy, czy użyto jakiegoś kalkulatora w oparciu o istniejące cechy? A poza tym, czy nie ma pośrednich strategii poza konkurentami, gatunkami ruderalnymi i gatunkami tolerującymi stres?

Zastosowano tu także nietendycyjną analizę zgodności DCA wraz z pasywnym dopasowaniem zmiennych tłumaczących w sytuacji gdzie wśród predyktorów są głównie zmienne zależne pochodzące od gatunków a jedynie kilka jest niezależnych (np. światło, pH). Biorąc pod uwagę charakter danych, była to jedyna prawidłowa opcja tzn. nie można było zrobić np. kanonicznej analizy zgodności CCA dla wszystkich zmiennych. Mając na uwadze, że pasywne dopasowanie wektorów nie daje możliwości wyliczenia tzw. *variance inflation factor* czy zmienne próbowano wcześniej transformować? Na rysunku 1 widać, że niektóre z nich są skorelowane razem z innymi i być może są redundantne czyli nie wnoszą za wiele do objaśnienia ordynacji. Patrząc na tabelę 1 widzimy, że aż 17 czynników jest istotnych statystycznie. Duża, a czasem, za duża liczba zmiennych istotnych statystycznie utrudnia interpretację. W przypadku gdy dysponujemy prawdziwymi danymi siedliskowymi, obfitością gatunków i ich cechami warto spróbować, specjalnie do tego przeznaczonych, analiz jak RLQ i analiza fourth-corner, dostępnych w środowisku R, które Doktorant zna. Nie uważam, że zastosowana tu analiza DCA jest błędna, ale być może użycie innych metod dałoby bardziej pewne i krytyczne wyniki.

Trzecia praca opublikowana w NeoBiota dotyczy różnorodności cech funkcjonalnych roślin i ich roli w inwazyjności gatunków. Publikację tę oceniam najwyżej ze względu na ogrom pracy, oryginalność i innowacyjność. Przeanalizowano dużą liczbę bo aż ponad 1300 siewek i nalotu badanych gatunków oraz 4 rodzimych konkurentów: buka zwyczajnego, klonu zwyczajnego, jaworu i dębu bezszypułkowego. Wybrano 7 cech związanych głównie z akwizycyjną strategią roślin. Są to m.in. cechy liści np. specyficzną powierzchnia liścia, cechy alokacji biomasy np. frakcja liści, korzeni, pędów lub też całkowitą biomasę osobnika. Cechy te dobrano starannie, reprezentują one grupę cech odpowiedzialnych za tzw. trwanie (ang. *persistence*) rośliny na siedlisku. Cechy te również mogą być pomocne w ocenie zdolności konkurencyjnych danego gatunku.

Wykazano różnice zarówno między rodzimymi gatunkami a niektórymi inwazyjnymi (czeremcha amerykańska i robinia akacjowa) jak pomiędzy samymi gatunkami obcymi. W tym drugim porównaniu stwierdzono, że dąb czerwony osiąga większą biomasę osobniczą i więcej inwestuje w masę korzeni. Dodatkowo zmienność cech przeanalizowano w różnych warunkach naświetlenia oraz pH ściółki. Ciekawym wynikiem jest, że każdy z analizowanych obcych gatunków przyjmuje trochę inną strategię życiową prowadzącą do skutecznej konkurencji z rodzimymi gatunkami. W kontekście dyskusji nad losową przeżywalnością siewek przywołana została tutaj neutralna teoria inwazji. Szkoda, że zabrakło miejsca w publikacji i w streszczeniu na jej szersze przedyskutowanie. Neutralna teoria inwazji

wpisuje się w szerszą neutralną teorię kształtowania się zbiorowisk roślinnych stojącą w opozycji do teorii niszy.

Wniosek, że większe różnice międzygatunkowe w zmienności cech niż różnice wewnątrzgatunkowe w gradiencie siedliskowym wynikają z małej plastyczności fenotypowej uważam za słuszny i logiczny. Jednakże podkreślanie dużej roli losowości i porównywanie jej neutralnej teorii inwazji uważam za zbyt daleko idące. Gdyby różnic nie było w zmienności cech to stochastyczność procesów związanych z rozwojem osobników lepiej pasowałaby do neutralnej teorii inwazji. Presja propagul to nie tylko przeżywalność siewek i nalotu w określonych warunkach siedliskowych lecz także ich szanse przeżycia wynikające z bliskości źródła propagul, ich ilości oraz możliwości dyspersji. W tak zaprojektowanym projekcie badawczym te komponenty składowe presji propagul trudno oddzielić. Problem określenia ważności i wzajemnych relacji między cechami gatunków czyli ich inwazyjności, presji propagul a podatnością ekosystemów na inwazję jest bardzo trudny do badania. Niemniej jednak Doktorantowi udało się uczynić poważny krok w wyjaśnianiu interakcji między najważniejszymi czynnikami wywołującymi inwazję na przykładzie wybranych gatunków drzew. Ze względu na sposób zbierania danych w terenie tj. ocenę cech funkcjonalnych bezpośrednio w środowisku uważam wyniki za bardzo wartościowe i dającą szanse na wiele badań porównawczych dla innych autorów.

## **Podsumowanie**

Kilka uwag, które tu nakreśliłem, nie ma charakteru zarzutów, a raczej mają sprowokować Doktoranta do dyskusji, do własnych poszukiwań, krytycznej analizy literatury naukowej autorstwa nawet najlepszych badaczy. Samą pracę doktorską oceniam bardzo wysoko.

Godne pochwały jest, że praca ta stanowi dzieło z prac już opublikowanych w dobrych czasopismach specjalizujących się głównie w wybranej przez Doktoranta tematyce badawczej. Autor, o czym napisał w oświadczeniu, był obecny na wszystkich etapach powstawania publikacji, począwszy od przeglądu literatury, opracowania koncepcji i metodyki badań, poprzez prace terenowe, analizę statystyczną danych i ich interpretację oraz napisanie manuskryptów. Ponadto prowadził korespondencję z redakcjami czasopism i opracowywał odpowiedzi na recenzję.

Patrząc na zwieńczenie badań w postaci publikacji można stwierdzić, że Pan mgr inż. Marcin Dyderski nie tylko rokuje, ale już jest doświadczonym badaczem, który w pełni opanował warsztat naukowca specjalizującego się w ekologii gatunków obcego pochodzenia

i ekologii lasu. Jest na bieżąco ze znajomością najnowszych teorii naukowych, metod terenowych jak i kameralnych. Potrafi prezentować wyniki swoich badań w prestiżowych czasopismach naukowych oraz zainteresować czytelnika o czym świadczy jego duży udział w innych publikacjach oraz ich spora cytowalność.

### **Konkluzja**

Praca doktorska Pana Mgr inż. Marcina Dyderskiego spełnia wszystkie wymagania stawiane rozprawom doktorskim zgodnie z Ustawą z 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym (Dz. Ust. 2003, 65, poz. 595 z późniejszymi zmianami).

**Przedkładam Radzie Instytutu Dendrologii PAN wniosek o dopuszczenie Pana mgr inż. Marcina Dyderskiego do dalszych etapów przewodu doktorskiego. Mając na względzie moją wysoką ocenę pracy składam także wniosek o wyróżnienie rozprawy stosowną nagrodą.**

*Damian Cime*