



dr hab. Agnieszka Piernik, prof. UMK
Katedra Geobotaniki i Planowania Krajobrazu
Wydział Nauk Biologicznych i Weterynaryjnych
Uniwersytet Mikołaja Kopernika
ul. Lwowska 1, 87-100 Toruń

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr Marty Natalii Czarnieckiej-Wiery pt. „Rola inwazyjnych gatunków obcych w kształtowaniu bogactwa gatunkowego zbiorowisk łąkowych na przykładzie Sudetów”

Przedstawiona mi do oceny praca doktorska Pani mgr Marty Natalii Czarnieckiej-Wiery została wykonana na Wydziale Nauk Biologicznych Uniwersytetu Wrocławskiego, pod kierunkiem dr hab. Zygmunta Kąckiego, prof. UWr z Ogrodu Botanicznego Uniwersytetu Wrocławskiego.

Dysertację stanowi seria dwóch powiązanych tematycznie prac opublikowanych w języku angielskim. Rozprawa opatrzona jest wprowadzeniem i podsumowaniem w języku polskim. Jako dwa główne rozdziały pracy dołączone zostały pełne wersje opublikowanych prac wraz z wykazem autorów i ich wkładu w powstanie publikacji oraz charakterystyką bibliometryczną czasopism. Na końcu rozprawy zamieszczono streszczenie w języku polskim i angielskim oraz bibliografię odnoszącą się do wstępu i podsumowania. Przedstawiony do oceny cykl dwóch prac stanowi spójne, całościowe opracowanie zagadnień związanych z rolą inwazyjnych gatunków obcych w kształtowaniu bogactwa gatunkowego zbiorowisk łąkowych.

Obie prace z serii zostały już opublikowane. Należy podkreślić, że obie zostały ulokowane w czasopismach indeksowanych w bazie Journal Citation Report i klasyfikowanych najwyższą w rankingu czasopism jako Q1 w kategorii biodiversity conservation i environmental sciences (Biodiversity and Conservation IF:2019 = 2.935, 100 pkt. MNiSW, Science of the Total Environment IF:2019 = 6.551, 200 pkt. MNiSW). W tych dwóch publikacjach Doktorantka jest pierwszym autorem i jednocześnie autorem korespondencyjnym. Zgodnie z załączonymi oświadczeniami wkład Doktorantki w powstanie każdej z publikacji wynosił 70%. Tym samym

Doktorantka spełnia jeden z warunków stawianych kandydatom na stopień doktora – opanowania umiejętności prowadzenia pracy naukowej.

Badania nad gatunkami inwazyjnymi trwają od kilku stuleci i stają się coraz bardziej intensywne wraz ze wzrostem świadomości zagrożeń wynikających z inwazji i częstości ich występowania. Od lat 80-tych XX wieku problem gatunków inwazyjnych zaczął nabierać znaczenia w skali globalnej i jest aktualnie przedmiotem wielu między narodowych inicjatyw, m.in. w ramach Europejskiej Współpracy w zakresie Nauki i Technologii (European Cooperation in Science and Technology COST). Przykładem takich inicjatyw mogą być finansowane w ostatnich latach przez EU projekty COST, np. ‘European Information System for Alien Species’ (TD1209, 2013-2017), czy ‘Increasing understanding of alien species through citizen science’ (CA17122, 2018-2022). Wskazuje to, że problematyka podjęta przez Doktorantkę w rozprawie doktorskiej mieści się w aktualnej europejskiej przestrzeni badawczej.

Po uwzględnieniu aktualnego stanu wiedzy na temat inwazji w zbiorowiskach łąkowych Doktorantka w swojej rozprawie rozwija temat roli inwazyjnych gatunków obcych w kształtowaniu bogactwa gatunkowego w sposób interesujący, stawiając jako główne cele: 1) określenie wpływu gatunków inwazyjnych na bogactwo gatunkowe zbiorowisk łąkowych oraz 2) identyfikację głównych czynników siedliskowych związanych z występowaniem gatunków inwazyjnych na łąkach, ale z uwzględnieniem roli skali przestrzennej badań oraz roli rodzimych gatunków określanych mianem ekspansywnych. Takie ujęcie oraz zastosowane metody zarówno badań terenowych, jak i metody analizy danych, stanowią o oryginalności prezentowanej rozprawy.

Badania terenowe zostały przeprowadzone przez Doktorantkę w latach 2012-2014 i objęto nimi półnaturalne łąki ze związku *Arrhenatherion* i *Polygono Trisetion* oraz w drugiej z prac również ze związku *Calthion*. Próby badawcze lokalizowano na łąkach losowo, w oparciu o techniki GIS.

W pierwszej z prac prezentowanej jako wyniki badań pt.: „*Diversity loss in grasslands due to the increasing dominance of alien and native competitive herbs*”, opublikowanej w 2019 roku w czasopiśmie *Biodiversity and Conservation*, zastosowano system zagnieżdżonych poletek o rosnącej powierzchni (0,001; 0,01; 1 i 10 m²) rozmieszczonych w dwóch przeciwnych narożnikach kwadratu o wymiarach 100×100 m i reprezentujących serie o wysokiej dominacji (HD) i niskiej dominacji (LD) gatunków. W sumie zebrano 198 kompletów danych z kwadratów o powierzchni 100 m². Ostatecznie do analiz prezentowanych w tej pracy wykorzystano 41, tj. 21, w których w serii HD dominował gatunek inwazyjny a w serii LD nie było gatunku inwazyjnego oraz 20, w których w serii HD dominował rodzimy gatunek ekspansywny a w serii LD nie było

gatunku inwazyjnego. Wśród dominujących gatunków inwazyjnych stwierdzono *Solidago gigantea*, *S. canadensis*, *Lupinus polyphyllus* i *Reynoutria sachalinensis*, a wśród dominujących gatunków rodzimych *Carex brizoides*, *Agrostis capillaris*, *Festuca rubra*, *Gallium mollugo*, *Lathyrus pratensis* i *Calamagrostis epigejos*. Porównanie testem Studenta bogactwa gatunkowego SR serii o wysokiej i niskiej dominacji gatunków wykazało istotnie niższe bogactwo gatunkowe w seriach gdzie dominował gatunek inwazyjny lub rodzimy, niezależnie od wielkości analizowanej powierzchni. Wyniki porównania zestandaryzowanych różnic w bogactwie gatunkowym między seriami HD i LD dla gatunków inwazyjnych i rodzimych gatunków ekspansywnych za pomocą analizy wariancji ANOVA wykazały brak różnic, niezależnie od analizowanej powierzchni, co wskazuje na podobny wpływ rodzimego i obcego dominanta na bogactwo gatunkowe. Największe różnice w bogactwie gatunkowym między seriami HD i LD stwierdzono dla obcych gatunków inwazyjnych *S. gigantea*, *S. canadensis* i rodzimego ekspansywnego gatunku *C. brizoides*, a najmniejsze różnice dla gatunku inwazyjnego *L. polyphyllus* i rodzimego *A. capillaris*. Tempo wzrostu liczby gatunków wraz ze wzrostem powierzchni badano za pomocą funkcji wykładniczej $S=cA^z$ (S-liczba gatunków, A-powierzchnia) i porównania parametrów tej funkcji, tj. *c*-oczekiwanej wartości liczby gatunków na jednostkę powierzchni i *z*-tempa akumulacji gatunków wraz ze wzrostem obszaru pobierania próbek. W celu znalezienia funkcji o najlepszym stopniu dopasowania do każdej z analizowanych serii zagnieżdżonych poletek badawczych zastosowano funkcję programu 'mmSAR'. Największe różnice w oczekiwanej wartości liczby gatunków na jednostkę powierzchni i tempie akumulacji gatunków wraz ze wzrostem powierzchni obserwowano również dla *S. gigantea*, *S. canadensis* i rodzimego ekspansywnego gatunku *C. brizoides*, a najmniejsze różnice dla gatunku inwazyjnego *L. polyphyllus* i rodzimego *A. capillaris*. Porównanie wykonane za pomocą testu Studenta dla prób powiązanych *c*-oczekiwanej liczby gatunków na jednostkę powierzchni wykazało istotnie niższe wartości dla serii HD niż LD, co oznacza mniejsze oczekiwane bogactwo gatunkowe na powierzchniach z gatunkiem dominującym. Natomiast takie samo porównanie *z*-tempa wzrostu liczby gatunków wraz ze wzrostem obszaru pobierania próbek wykazało istotnie wyższe wartości dla serii HD niż LD, co wskazuje, że wzrost bogactwa gatunkowego wraz ze wzrostem powierzchni był większy na powierzchniach z gatunkiem dominującym. Z kolei nie wykazano różnic pomiędzy efektem wywołanym przez obcy gatunek inwazyjny i rodzimy ekspansywny na oczekiwaną wartość liczby gatunków na jednostkę powierzchni oraz tempo akumulacji gatunków wraz ze wzrostem powierzchni badawczej. Podsumowując, w pracy tej wykazano, że obce gatunki inwazyjne i rodzime gatunki ekspansywne wpływają na obniżenie bogactwa gatunkowego i oczekiwanej liczby gatunków na jednostkę powierzchni w podobny

sposób. Najsilniej negatywnie oddziałujące to wspomniane już *S. gigantea*, *S. canadensis* i rodzimy gatunek *C. brizoides*. Oddziaływanie to zależne jest od skali przestrzennej i najsilniej wyrażone jest na małych powierzchniach. Stąd, dla zachowania lokalnej bioróżnorodności ważna jest kontrola nie tylko obcych gatunków inwazyjnych, ale również rodzimych określanych mianem gatunków ekspansywnych.

Druga z prac, prezentowanych jako wyniki badań, realizuje drugi z postawionych celów, tj. identyfikację głównych czynników siedliskowych związanych z występowaniem gatunków inwazyjnych na łąkach, z uwzględnieniem skali oddziaływania poszczególnych czynników. W pracy uwzględniono dane ze 163 kwadratów o powierzchni 10 m², z których 94 zawierały gatunek inwazyjny, a 69 zawierały tylko gatunki rodzime. Najliczniej były reprezentowane próby z *S. canadensis* (45) następnie *S. gigantea* (22), *L. polyphyllus* (22). W pozostałych stwierdzono *Digitalis purpurea* (2), *R. sachalinensis* (1), *Erigeron canadensis* (1), *Impatiens grandulifera* (1). W oparciu o badania terenowe, literaturę i dostępne inne źródła sporządzono zbiór danych środowiskowych, które reprezentowały lokalną roślinność (np. bogactwo gatunkowe, średnie wartości liczb ekologicznych Ellenberga), georóżnorodność (np. topografia, typ gleby), heterogenność środowiska (struktura krajobrazu) i klimat (np. temperatura i opady). W sumie zgromadzono ok. 80 zmiennych, które zostały podzielone w zależności od skali, w której były oceniane. Wokół każdego punktu badawczego założono bufory reprezentujące różną skalę przestrzenną: a) skalę siedliska (habitat scale, 10m²), b) skalę miejsca (site scale, promień 50 m od poszczególnych kwadratów, ok. 0,8 ha), c) skalę lokalną (local scale, promień 250 m, ok. 20 ha), i d) skalę krajobrazu (landscape scale, promień 1250m, ok. 500 ha). W celu wyselekcjonowania grup czynników o największej relatywnej sile wpływu na wystąpienie gatunku inwazyjnego w każdej ze skali przestrzennych zastosowano modelowanie metodą zagnieżdżonych drzew regresyjnych (boosted regression trees - BRT). Analiza ta stanowi udoskonaloną metodę analiz regresyjnych. Analizy poprzedziła redukcja liczby zmiennych środowiskowych poprzez usunięcie najsilniej ze sobą skorelowanych oraz kalibracja modelu i ustalenie jego parametrów. W wyniku przeprowadzonych analiz stwierdzono, że występowanie gatunków inwazyjnych na łąkach zależne jest od oddziaływania kompleksu wielu czynników, których dodatkowo intensywność oddziaływania jest zależna od skali badawczej. Czynniki o największym relatywnym wpływie na wystąpienie gatunku inwazyjnego związanymi z głównymi cechami krajobrazu były jego fragmentacja i różnorodność oraz specyficzne formy użytkowania, tj. tereny otwarte, nieużytkowane łąki, tereny zurbanizowane. Czynniki związane z georóżnorodnością, tj. czynniki topograficzne związane były z większym udziałem wypukłych form terenu (average topographic position) oraz większą intensywnością nagrzania podłoża (average diurnal anisotropic heating).

Z kolei w odniesieniu do gleb gatunki inwazyjne występowały głównie na żyznych glebach aluwialnych. Jako główny czynnik klimatyczny skorelowany z występowaniem gatunków inwazyjnych zidentyfikowano temperaturę powietrza. W modelu prawdopodobieństwo wystąpienia gatunku inwazyjnego wzrastało, kiedy roczna średnia temperatura powietrza przekraczała 6 °C. Efekt bogactwa gatunkowego lokalnej roślinności, który teoretycznie powinien obniżać prawdopodobieństwo inwazji gatunków obcych, obserwowano tylko dla szczegółowych skali badań (siedliska i miejsca). Wyniki wskazują, że siła jego oddziaływania była mniejsza niż innych (np. właściwości gleb czy struktury krajobrazu), włączanych do utworzonych modeli oddziaływania w szerszej skali (lokalnej i skali krajobrazu). Generalnie siła oddziaływania czynników decydujących o wystąpieniu gatunków inwazyjnych w skali siedliska malała wraz ze wzrostem analizowanej powierzchni badawczej, ale niektóre z nich jak żyzność i wilgotność miały znaczenie w modelu niezależnie od wzrostu powierzchni. Ważnym osiągnięciem pracy jest zaprezentowanie metody pozwalającej na identyfikację czynników zwiększających prawdopodobieństwo inwazji oraz wykazanie, że czynniki oddziałujące w skali krajobrazu mają kluczowe znaczenie dla procesu inwazji gatunków, a dopiero w następnej kolejności czynniki oddziałujące na małych powierzchniach w skali lokalnej. Stąd, działania w skali lokalnej zmierzające do ograniczenia inwazji mogą być niewystarczające, a dla skutecznego zwalczania gatunków inwazyjnych konieczne jest wprowadzenia działań w większej skali przestrzennej.

Oceniając całą rozprawę chciałbym podkreślić konsekwentnie zrealizowany plan realizacji celów badań, zastosowaną metodykę badań terenowych, zaawansowane techniki analityczne oraz odniesienie uzyskanych rezultatów do możliwego ich wykorzystania w praktycznych działaniach na rzecz ochrony bogactwa gatunkowego łąk i zwalczania inwazji gatunków obcych. Doktorantka przeprowadziła badania zaplanowane na bardzo dużą skalę. W przypadku przygotowania tradycyjnej rozprawy przy realizacji postawionego tematu z pewnością wystarczające byłoby oparcie się na materiale zgromadzonym wyłącznie na potrzeby pierwszej pracy z serii (Czarniecka-Wiera i in. 2019 Biodiversity and Conservation). Jednak bardzo interesującym dopełnieniem tematu i całej rozprawy są zagadnienia poruszane w drugiej pracy, dotyczące czynników wpływających na inwazje (Czarniecka-Wiera i in. 2020, Science of the Total Environment). W przypadku rozprawy opartej na publikacjach naukowych nie ma przyjętego standardu jeśli chodzi o układ pracy. Moim zdaniem Doktorantka mogła również krótko zaprezentować hipotezy i zastosowane metody badawcze w kontekście realizacji stawianych celów, bo oprócz wyników stanowią one o oryginalności prowadzonych przez nią badań. Poza tym ciekawa jestem zdania Doktorantki, na temat ważnych dalszych kierunków

badan nad inwazjami w zbiorowiskach łąkowych. Nie znalazłam takich informacji w podsumowaniu dysertacji.

Podsumowując, chciałbym podkreślić duży i oryginalny wkład pracy Doktorantki w poszerzenie wiedzy dotyczącej problemu inwazji w ekosystemach łąkowych, zastosowanie zaawansowanych metod badawczych i analitycznych oraz nowatorskość uzyskanych wyników. Uważam, że mgr Marta Natalia Czarniecka-Wiera wykazała się zdolnością do skutecznego prowadzenia badań terenowych i laboratoryjnych oraz dobrą umiejętnością opracowania wyników i przedstawienia ich w formie rozprawy naukowej. Dodatkowo Doktorantka wykazała się umiejętnością współpracy z naukowcami z innych krajowych oraz zagranicznych zespołów badawczych, którzy są współautorami prezentowanych w ramach rozprawy publikacji.

Stwierdzam, że rozprawa „Rola inwazyjnych gatunków obcych w kształtowaniu bogactwa gatunkowego zbiorowisk łąkowych na przykładzie Sudetów” spełnia wymogi stawiane rozprawom doktorskim określone w art. 13 Ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65 poz. 595 z późn. zmianami) i zwracam się do Rady Dyscypliny Naukowej Nauki Biologiczne Uniwersytetu Wrocławskiego o dopuszczenie Pani mgr Marty Natalii Czarnieckiej-Wiery do dalszych etapów przewodu doktorskiego. Jednocześnie ze względu na duży wkład badań w rozwój istniejącego stanu wiedzy na temat inwazji w ekosystemach łąkowych, potwierdzony ich opublikowaniem w najwyższych w rankingu (Q1) czasopismach indeksowanych w bazie Journal Citation Report, stawiam wniosek o wyróżnienie pracy stosowną nagrodą.

dr hab. Agnieszka Piernik, prof. UMK

