

dr hab. Sylwia Nowak, prof. UO
Instytut Biologii, Uniwersytet Opolski
email: snowak@uni.opole.pl

Opole, 30.03.2020 r.

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Pani mgr Elżbiety Jędrzejczak

**pt. „Wpływ *Rudbeckia laciniata* L. na pokrywę roślinną oraz wielkość i skład gatunkowy glebowego banku nasion nieużytkowanych łąk”,
wykonanej w Instytucie Botaniki Uniwersytetu Jagiellońskiego
pod kierunkiem dr hab. Marcina Nobisa, prof. UJ**

Przesłana mi do recenzji rozprawa doktorska mgr Elżbiety Jędrzejczak jest klasycznym opracowaniem monograficznym o charakterze florystyczno-ekologicznym, dobrze przygotowana pod względem metodycznym i strukturalnym. Liczy 113 stron i składa się ze standardowych rozdziałów: 1. Wstęp wraz z Celami pracy, 2. Materiały i metody, 3. Wyniki, 4. Dyskusja, 5. Wnioski, 6. Literatura, 7. Załączniki. Tekst pracy uzupełnia streszczenie w języku angielskim oraz spis treści. Rozprawa zawiera 20 rycin i 15 tabel w tekście oraz 4 tabele i 27 rycin (w tym zdjęcia) w części załącznikowej. Spis literatury składa się ze 140 pozycji, w większości anglojęzycznych i obejmuje zarówno prace klasyczne, jak i najnowsze z zakresu podejmowanej problematyki badawczej.

Oceniając poprawność struktury pracy należy uznać, że jest prawidłowa i typowa dla tego typu rozpraw. W szczególności kolejność rozdziałów, proporcje między poszczególnymi rozdziałami, kompletność treści, właściwie dobrane metody i narzędzia badawcze nie budzą zastrzeżeń. Sposób cytowania piśmiennictwa, przedstawiania i formatowania rycin i tabel, a także fotografii jest prawidłowy. Praca jest przygotowana starannie i zrozumiale. Nie budzi większych zastrzeżeń pod względem językowym i stylistycznym.

Zgodnie z rolą recenzenta, w dalszej części recenzji skupię się głównie na krytyce zaproponowanych rozwiązań.

Tytuł i dobór tematu

Biorąc pod uwagę dotychczasową wiedzę o tendencjach dynamicznych w kompozycji i strukturze zbiorowisk łąkowych Polski, należy z uznaniem odnieść się do wyboru tematu przez Doktorantkę. Przygotowana rozprawa jest pierwszym ekologicznym opracowaniem dotyczącym wpływu *Rudbeckia laciniata* na fitocenozy łąkowe południowej Polski i ma znaczenie zarówno poznawcze, jak również praktyczne w gospodarce rolnej. Temat wybrany przez Doktorantkę był już co prawda poruszany przez innych badaczy, ale jednak w innym ujęciu, bez wyczerpujących wyników, a w szczególności bez szczegółowej analizy wpływu gatunku inwazyjnego na różnorodność funkcjonalną zbiorowisk łąkowych. Doktorantce udało się w okresie dwóch lat badań (2015 - 2016) zgromadzić wystarczający materiał w postaci uproszczonych zdjęć fitosocjologicznych wykonanych samodzielnie w dwóch wytypowanych obszarach badawczych.

Dość niezręcznie w tytule brzmi sformułowanie „nieużytkowanych łąk”. W botanice łąka to zbiorowisko seminaturalne, które podlega trwałemu i regularnemu użytkowaniu. Potocznie można użyć słowa „nieużytkowana łąka” mając na myśli jej chwilowy stan. Ale precyzyjniejszym określeniem jest słowo *porzucona*, które odnosi się do przeszłości i wskazuje czytelnikowi, że jest to już inny typ roślinności – np. ziołorośle, zarośla itp.

Wstęp i cele pracy

Autorka bardzo zwięźle, ale rzeczowo wprowadza czytelnika w zagadnienie wpływu inwazji roślinnych na różnego typu zbiorowiska. Zarówno część dotycząca glebowego banku nasion, różnorodności funkcjonalnej, jak i zmian kompozycji i struktury roślinności nie budzi zastrzeżeń merytorycznych czy stylistycznych.

Uważam, że w pierwszym akapicie Wstępu należałoby zapoznać czytelnika z wagą podjętego problemu. Powinny tu się znaleźć informacje o rozprzestrzenieniu gatunku *Rudbeckia laciniata* w Polsce, jego dynamice i potencjalnych zagrożeniach z nim związanych.

Doktorantka pisze (str. 8), że przewaga roślin inwazyjnych nad gatunkami rodzimymi dyskutowana jest pod kątem ich przewagi konkurencyjnej i następnie wymienia cechy, które są raczej związane z odpornością na stres. Nie jest to błąd, bo obie grupy cech są od siebie zależne, aczkolwiek dla precyzji należałoby podać także typowe cechy związane z konkurencyjnością (np. wysokość, SLA, produktywność itp.).

Autorka przytacza za Mason i in. (2005) (str. 8) typologię wskaźników różnorodności funkcjonalnej wyróżniając „FRci – funkcjonalną różnorodność (functional richness), FDvar – funkcjonalną rozbieżność (functional divergence), FEvar – funkcjonalną równocенność (functional evenness), a następnie ogólnie wspomina o różnorodnych modyfikacjach stosownych indeksów cytując tylko jedną publikację – Schleutera i in. z roku 2010.

Szkoda, że Doktorantka nie scharakteryzowała krótko tych trzech wskaźników i nie porównała ich z innymi miarami i oznaczeniami w pracach różnych autorów. Polecam kilka artykułów poruszających te zagadnienia, m.in.

- 1) Mouillot D., Mason N.W.H., Dumay O., Wilson B.J. 2005. Functional regularity: a neglected aspect of functional diversity. *Oecologia* 142: 353–359;
- 2) Villéger S., Mason N.W.H., Mouilloti D. 2008. New multidimensional functional diversity indices for a multifaceted framework in functional ecology. *Ecology* 89(8): 2290–2301;
- 3) Laliberté E., Legendre P. 2010. A distance-based framework for measuring functional diversity from multiple traits. *Ecology* 91(1): 299–305;
- 4) Mason N.W.H., de Bello F., Mouillot D., Pavoine S., Dray S. 2012. A guide for using functional diversity indices to reveal changes in assembly processes along ecological gradients. *Journal of Vegetation Science* 24(5): 794–806.

Mam zastrzeżenia co do tłumaczenia przez Doktorantkę wyrażenia „functional richness”; powinno być „funkcjonalne bogactwo”, a nie „funkcjonalna różnorodność”. Można również zastanowić się nad poprawnością tłumaczenia „functional evenness”. Proponuję zamiast wyrażenia „funkcjonalna równocенność” zastosować „funkcjonalna równomierność”.

Cele pracy określone jako „problemy badawcze” wydają mi się raczej zagadnieniami badawczymi. Aby nazwać je problemami należałoby inaczej je sformułować, np. Poznanie kompozycyjnych i strukturalnych zmian zbiorowisk łąkowych pod wpływem ekspansji (inwazji) *Rudbeckia laciniata*.

Postawione pytania badawcze są bardzo klarowne, choć niektóre dość banalne, szczególnie jeśli ma się przed oczami piękne fotografie zamieszczone w tekście. Na przykład na pytanie 1 „Czy płaty nieużytkowanych łąk, w których występuje *Rudbeckia laciniata* różnią się istotnie od płątów, w których gatunek ten nie jest obecny?” mogę od razu odpowiedzieć, że tak, różnią się istotnie. Wydaje mi się, że warto zadać bardziej „zawikłane” pytania, np. który z indeksów (różnorodność gatunkowa czy funkcjonalna, ewentualnie filogenetyczna) lepiej opisuje inwazję *Rudbeckia laciniata* albo jaka jest relacja między tymi wskaźnikami? Można byłoby również zastanowić się czy ewentualne zmiany glebowego

banku nasion są bardziej skorelowane z różnorodnością gatunkową czy funkcjonalną czyli innymi słowy czy bank nasion jest kontrolowany bardziej przez gatunki czy przez cechy?

Ciekawa byłaby hipoteza zakładająca, że wkroczenie *Rudbeckia laciniata* jest bardziej zaburzeniem (fizyczne zacienienie, wypieranie) niż stresem (konkurencja o zasoby). Jeśli byłby to stres, to funkcjonalna rozbieżność powinna maleć, czyli pozostałe gatunki powinny być „odfiltrowane” w taki sposób, żeby reprezentować tylko te cechy, które potrafią współwystępować z rudbekią nagą. Interesujące byłoby również sprawdzenie, które cechy i które gatunki najlepiej zniosły inwazję (są odporne), a które zostały wyparte (są najbardziej wrażliwe). Warto byłoby także rozwinąć wątek związany z brakiem zmian parametrów fizykochemicznych gleby i rozważenie go w kontekście zaburzeń-stresu w fitocenozach.

Ciekawa byłoby również odpowiedź na pytanie - Jaka jest relacja spoczynkowego banku do aktywnego banku nasion, czyli innymi słowy czy *Rudbeckia laciniata* w fazie inwazji jest tylko krótkotrwałym (w czasie ewolucyjnym) pożarem, czy jednak to jest faktyczny transformers?

Hipotezy przedstawione przez Doktorantkę wydają się raczej być podsumowującymi wnioskami.

Metody

Aby rozwiązać problem, jaki słusznie postawiono (brak wiedzy o zmianach wskaźników różnorodności fitocenozy łąkowych po wkroczeniu *Rudbeckia laciniata*), Autorka zaproponowała w badaniach zarówno terenowych, jak i w pracach kameralnych metody stosowane powszechnie przez ekologów. Charakterystyczna i godna uznania jest różnorodność metod zastosowanych w pracy, ich dobre przemyślenie i dopasowanie do zbioru posiadanych danych. Wykorzystano zarówno indeksy porównujące relatywne udziały poszczególnych grup gatunków, podobieństwa i niepodobieństwa florystycznego, jak również metody statystyczne, w tym testy istotności różnic i analizy wieloczynnikowe. Ocena różnorodności funkcjonalnej przeprowadzona z zastosowaniem średnich ważonych (CWM) oraz wskaźnika Rao również nie budzi zastrzeżeń.

Podkreślając trafny dobór oraz różnorodność zastosowanych metod, chciałabym zwrócić uwagę na kilka drobnych szczegółów i przekazać kilka spostrzeżeń.

W podrozdziale 2.1. *Charakterystyka obszaru badań* brakuje na początku opisu stanowisk badawczych informacji o kryteriach, które posłużyły Autorce do wyznaczenia „stanowisk, na których *Rudbeckia laciniata* wykazywała charakter inwazyjny”. Co było wyznacznikiem stanowiska, np. średnie pokrycie rudbekii nagiej?

Podobnie mam wątpliwości co do wyznaczania trzech stref na każdym stanowisku badawczym. Wydaje mi się, że takie strefowanie jest zbędne, szczególnie w analizach relacji FD, H' (różnorodności gatunkowej) z ekspansją rudbekii. To niepotrzebne uśrednianie w strefie subiektywnie wyznaczonej. Lepiej byłoby wyznaczyć po prostu transekty w strefie przejściowej, a za faktor do obliczeń i wnioskowania brać pokrycie gatunku kluczowego, a nie samą strefę.

Podrozdział 2.2. *Badania pokrywy roślinnej*. W ocenie pokrycia roślinności zastosowano dość nietypową skalę procentową. Dlaczego? Czy nie lepiej było zastosować klasyczną skalę Braun-Blanqueta? W jaki sposób przeliczono zastosowaną skalę do obliczeń wartości różnorodności funkcjonalnej i innych wyników?

Podrozdział 2.3. *Badania glebowego banku nasion*. Proszę o wyjaśnienie jaki był wpływ mieszania prób glebowych do analiz banku nasion na analizy statystyczne. Chodzi mi o to, że niezależnie pobrane próby, poprzez wymieszanie, pozbawiły ich niezależności i radykalnie zmniejszyły liczbę N.

Nie jest jasne czy zastosowana ziemia rozsadowa też była sterylna, co ma istotne znaczenie dla oceny glebowego banku nasion (GBN).

Ciekawi mnie czy podczas hodowli roślin w doniczkach do oceny glebowego banku nasion (GBN) występowały jakieś dodatkowe zaburzenia – np. silny rozwój mszaków, tj. *Bryum* spp., *Pohlia* spp. czy *Marchantia polymorpha*.

Podrozdział 2.5. *Opracowanie wyników oraz analizy statystyczne*. Szkoda, że w opisie cech funkcjonalnych (Tab. 1, str. 29) nie uwzględniono roślin pasożytniczych, które świadczą o kondycji fitocenozy.

Trwałość banku nasion SLI została zapisana w 2 poziomach cechy (Tab. 1, str. 29), a we Wstępie pracy (str. 10) jest rozpisana dla 3 (przejściowy do 1 roku, krótkotrwały do 5 lat i długotrwały >5 lat). Proszę o wyjaśnienie rezygnacji z jednego okresu.

Wyniki

O ważności włożonej pracy, jak i wiarygodności analiz porównawczych świadczą załączone spisy florystyczne i bogactwo gatunków w płatach, które Doktorantka wykonała i oznaczyła w terenie. Sto osiemdziesiąt trzy zidentyfikowane taksony, w tym 160 do rangi gatunku są potwierdzeniem profesjonalnego podejścia do pracy i dobrego przygotowania warsztatowego ekologo-terenowca. O dużym nakładzie pracy Doktorantki świadczą także tabele wynikowe i ryciny, zawierające bogate zestawy danych z przeprowadzonych analiz.

Uwagi do części wynikowej.

Ryciny 10, 11, 18 (str. 31, 32, 46) – wszystkie ryciny powinny być samoobjaśniające czyli wystarczająco objaśnione przez tytuł (nad ryciną) oraz legendę (pod ryciną). Należy w legendzie uwzględnić co to jest A, B i C. W przypadku Ryciny 11 warto też podać istotność różnicy na wykresie oznaczając podobnymi lub odmiennymi literami poszczególne próby.

W podrozdziale 3.1. *Pokrywa roślinna* (str. 32) w zdaniu „Przeprowadzone testy post-hoc wykazały, że różnice te nie są jednakowe pomiędzy poszczególnymi strefami inwazji” Doktorantka użyła niewłaściwego słowa, bowiem testy post-hoc nie mówią czy różnice są jednakowe czy nie, tylko czy są istotne czy nie.

Stwierdzenie, że „Na stanowisku w Kornatce łączny wpływ na różnice pomiędzy poszczególnymi strefami na poziomie ponad 75% miało 17 gatunków” (str. 33) sugeruje, że każdy z tych gatunków miał wpływ powyżej 75%, co jest nieprawdą.

Czy w analizie SIMPER *Rudbeckia laciniata* została potraktowana jako zmienna predykcyjna, niezależna od reszty zbiorowiska? Jeśli nie, to proszę wyjaśnić, czy tak można było zrobić mając na uwadze fakt, że rudbekia naga rosła w poszczególnych płatach roślinności stanowiąc ich immanentną część? Zatem czy można było liczyć wpływ *Rudbeckia laciniata* na *Rudbeckia laciniata*?

Dyskusja

Podając krytykę tej części pracy zacząłabym od zachęcenia do większej odwagi w odnoszeniu się do procesów ekologicznych związanych z inwazjami tak, aby dyskusja pracy była zdecydowanie mniej podobna do części wynikowej. Nawet jeśli schemat doświadczenia nie pozwalał na sformułowanie pewnych wniosków w odniesieniu do związków z różnorodnością gatunkową i funkcjonalną, czy średnimi stanami cech z historią lub skutkiem inwazji w tym terenie, to jednak wydaje mi się, że kilkuletnia obserwacja łąk pozwalała sformułować choćby przypuszczenia. To z kolei pozwoliłoby się odnieść do wielu pozycji referencyjnych związanych z tematem. Dyskusja w części dotyczącej FD pozostawia pewien niedosyt. To bardzo żywy temat, który z reguły odnoszony jest do zmian warunków w fitocenozie powodowanych przez gatunek inwazyjny, szczególnie w zakresie rekrutacji gatunków (filtrów środowiskowych), stresu, zaburzenia i konkurencji. Te wątki pozostawiają pewien niedosyt. Poza tym muszę przyznać, że dyskusja napisana jest pewnie i mimo, że bardzo faktograficznie, to jednak dobrym i bardzo poprawnym językiem.

Na początku dyskusji (str. 54) Doktorantka przywołuje fakt, że *Rudbeckia laciniata* jest silnym konkurentem i powoduje duże zmiany w kompozycji gatunkowej jeśli dotychczasowa roślinność była niższa. W tym miejscu prosi się o odniesienie do uzyskanych wartości średnich wysokości w płatach badanej roślinności, ponieważ były one podobnej wysokości co płaty zajęte przez gatunek inwazyjny.

Doktorantka na str. 55 donosi, że „Za jedną z ważniejszych przyczyn sukcesu roślin inwazyjnych uznawane jest podobieństwo filogenetyczne przy jednoczesnej funkcjonalnej odrębności gatunków obcych w stosunku do gatunków rodzimych tworzących dane zbiorowisko”. Jest to dość zaskakujące stwierdzenie, pozostawione bez głębszego wyjaśnienia. Szczególnie w kontekście pracy, w której nie analizowano różnorodności filogenetycznej.

Str. 56 „Wyniki uzyskane w trakcie niniejszej pracy pokazują, że duże zwarcie *Rudbeckia laciniata* w strefach inwazji przyczyniło się do istotnego spadku różnorodności funkcjonalnej (FD) tych stref, co pokrywa się ze spadkiem różnorodności gatunkowej” – rozumiem, że ta konkluzja oparta jest na porównaniu płatów i włączeniu *Rudbeckia laciniata* do analizy. A czy jest ta prawidłowość podtrzymana kiedy usunie się rudbekię z analizy?

Uważam, że trochę słabo przedyskutowane są cechy funkcjonalne. W niektórych przypadkach, np. sposobów rozmnażania, wynika to z niejednoznacznych wyników. Ale niezależnie od oczywistości wyników należy odnieść się choćby po krótko do zmian w wartościach sposobów rozprzestrzeniania się diaspor. Wydaje mi się, że Autorka dyskutując o zmianach w funkcjonalnej różnorodności płatów roślinności zbyt mało uwagi poświęciła zmianom generalnych wskaźników FD (funkcjonalna równomierność, funkcjonalna rozbieżność i funkcjonalne bogactwo). Uzyskane wyniki należy odnieść do spektrum nisz w poszczególnych strefach i odnieść je do warunków siedliskowych, które zmieniane są pod wpływem inwazji *Rudbeckia laciniata*.

Pierwszy akapit podrozdziału 4.4. (str. 61) „Wpływ *Rudbeckia laciniata* na wielkość i skład gatunkowy glebowego banku nasion” brzmi trochę jak zestaw wyników. Może warto go skrócić.

Ciekawe byłoby pospekulowanie nad zmianami w bogactwie gatunkowym GBN w kontekście utrwalenia wpływu *Rudbeckia laciniata* i transformacji zbiorowiska. Czy można byłoby na podstawie gatunków obecnych w GBN i żywotności ich nasion ustalić, kiedy niemożliwa byłaby regeneracja zbiorowiska łąkowego po ewentualnym usunięciu konserwatorskim rudbekii nagiej? Czy analizując wiek inwazji (wyrażony np. zwarciem płatów rudbekii) można byłoby wysnuć wnioski co do zmian GBN w funkcji czasu od

początku inwazji? Czasem warto w dyskusji nawet nieco pospekulować zamiast powtarzać wyniki.

Interesujące jest zdanie dotyczące obecności *Solidago canadensis* (czy nie była to *S. gigantea*?) w glebowym banku nasion. Niestety, wątek ewentualnej supresji jednego gatunku inwazyjnego nad drugim nie został rozwinięty. Dlaczego *Rudbeckia laciniata* jest silniejsza w tym miejscu od bardzo inwazyjnej *Solidago canadensis*? Czy to efekt założyciela czy może jednak jakieś cechy powodują, że w tych warunkach rudbekia naga osiąga przewagę?

Wnioski

Uwaga krytyczna dotyczy niefortunnego sformułowania dotyczącego hipotez (str. 69). Hipotezy nie mogą być błędne. Mogą być jedynie potwierdzone bądź nie.

Konkluzja

Rozprawa doktorska mgr Elżbiety Jędrzejczak jest dojrzałym studium ekologicznym dotyczącym ważnego typu roślinności w Polsce - łąk, w tym wilgotnych, które należą do jednych z cenniejszych fitocenoz Palearktyki, jednocześnie są najbardziej zagrożonymi typami siedlisk przez inwazje gatunków obcych geograficznie. Praca jest przygotowana na bazie bogatego i wystarczającego materiału faktograficznego. Jest wynikiem samodzielnej pracy terenowej i kameralnej, odznacza się oryginalnością oraz ma wysoki walor poznawczo-naukowy. Jest także przydatna z punktu widzenia praktyki zarządzania różnorodnością florystyczną i ewentualnej regeneracji konserwatorskiej zaburzonych płatów. Wnosi wiele nowych i ważnych informacji do wiedzy o florze i zbiorowiskach łąkowych Polski i jest dobrze osadzona w najnowszych badaniach dotyczących relacji kompozycji gatunkowej fitocenoz łąkowych i wpływających na nią gatunków obcych florze rodzimej. Praca pokazuje biegłość Doktorantki w stosowaniu klasycznych, ale przydatnych metod badawczych, uzupełnionych metodami numerycznymi i statystycznymi. Doktorantka wykazała się dużą wiedzą i sprawnością w dyskutowaniu relacji funkcjonalnych, ekologicznych i siedliskowych w trudnym temacie, który dotyczy dynamicznie zmieniających się ekosystemów.

Do najistotniejszych osiągnięć poznawczych i aplikacyjnych pracy doktorskiej Pani mgr Elżbiety Jędrzejczak zaliczam:

- 1) Przedstawienie na badanym obszarze bogactwa, różnorodności gatunkowej i funkcjonalnej roślinności łąkowej;
- 2) Określenie glebowego banku nasion i jego relacji do aktualnej roślinności i jej przemian spowodowanych wkroczeniem *Rudbeckia laciniata*;
- 3) Wykazanie potencjalnych zmian zachodzących w zbiorowiskach łąkowych na skutek zaprzestania ingerencji gospodarczej człowieka.

Z obowiązku recenzenta zwróciłam uwagę na pewne niedociągnięcia i wątpliwości, które nie mają istotnego wpływu na moją wysoką ocenę pracy, ale powinny zostać przemyślane i ewentualnie uwzględnione przez Autorkę, bo być może pozwolą na przygotowanie lepszych publikacji z materiału zawartego w rozprawie.

Recenzowana praca została dobrze przygotowana pod względem merytorycznym i formalnym, spełniając wszystkie warunki i wymagania stawiane pracom doktorskim, zgodnie z Ustawą z 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. z 2003 r. Nr 65, poz. 595; z 2005 r. Nr 164, poz. 1365, z 2010 r. Nr 96, poz. 620, Nr 182, poz. 1228, z 2011 r. Nr 84, poz. 455, Dz.U. z 2016 r., poz. 882).

Moja ostateczna ocena rozprawy doktorskiej mgr Elżbiety Jędrzejczak pt. „**Wpływ *Rudbeckia laciniata* L. na pokrywę roślinną oraz wielkość i skład gatunkowy glebowego banku nasion nieużytkowanych łąk**” jest wysoka, zatem przedkładam Radzie Wydziału Biologii Uniwersytetu Jagiellońskiego wniosek o **dopuszczenie Doktorantki do dalszych etapów przewodu doktorskiego.**

/ dr hab. Sylwia Nowak, prof. UO /

Drobne błędy językowe i edytorskie zaznaczono w pdf-ie pracy.