

Katowice, 30 kwiecień 2024

dr hab. prof. UŚ Gabriela Woźniak  
Uniwersytet Śląski w Katowicach  
Wydział Nauk Przyrodniczych  
Instytut Biologii, Biotechnologii  
i Ochrony Środowiska  
ul. Jagiellońska 28,  
40-032 Katowice  
email: gabriela.wozniak@us.edu.pl

## RECENZJA

pracy doktorskiej Pani mgr Sandry Lubińskiej-Mielińskiej, pod tytułem „Cechy funkcjonalne gatunków, jako cecha zespołów roślinnych europejskich solnisk śródlądowych”, wykonanej pod kierunkiem Pani promotora doktor habilitowanej Agnieszki Piernik, prof. UMK oraz promotora pomocniczego Pana dra Dariusza Kamińskiego.

Przekazana do recenzji rozprawa doktorska Pani mgr Sandry Lubińskiej-Mielińskiej jest opracowaniem składającym się z trzech zbieżnych tematycznie publikacji zebranych pod wspólnym tytułem *Cechy funkcjonalne gatunków jako cecha zespołów roślinnych europejskich solnisk śródlądowych*. Jest to interesujące opracowanie o charakterze fitosocjologiczno-ekologicznym.

Praca jest dobrze przygotowana pod względem formalnym i merytorycznym. Treść, cele, hipotezy i metody są zgodne z bardzo dobrym klasycznym ujęciem geobotanicznym i fitosocjologicznym. Praca jest dobrze osadzona i wpisuje się w najnowsze osiągnięcia geobotaniczne regionu Środkowej Europy. Prezentowana praca dotyczy kluczowych zadań badawczych geobotaniki i fitosocjologii. Testowanie struktury cech funkcjonalnych gatunków, jako cechy zespołów i zbiorowisk roślinnych jest zagadnieniem wielokrotnie wymienianym wśród ważnych wyzwań w badaniach nad ustaleniem relacji między składem gatunkowym zrzeszających się zbiorowisk roślinnych a warunkami siedliskowymi. Praca prezentuje przykład bardzo dobrego opracowania fitosocjologicznego i ekologicznego, skupiającego się na typologii i syntaksonomii roślinności oraz na analizie relacji między składem gatunkowym zbiorowisk roślinnych, cechami funkcjonalnymi zbiorowisk i charakterystyką ich siedlisk.

Struktura opublikowanych prac, jak również struktura autoreferatu są prawidłowe i typowe dla tego typu rozpraw. Układ rozdziałów, ich wzajemne relacje, proporcje między poszczególnymi rozdziałami, kompletność treści, właściwie dobrane metody i narzędzia badawcze w odniesieniu do postawionych celów i hipotez nie budzą zastrzeżeń. Poza bardzo wysoką oceną merytoryczną ma uwagę zwraca również starannie i zrozumiale pod względem językowym i stylistycznym przygotowanie pracy.

Sposób przywoływania cytowań artykułów zawartych w pracy, i formatowanie tabel i rycin, są prawidłowe, zgodny z formatami poszczególnych czasopism oraz ogólnymi zasadami przygotowywania manuskryptów z zakresu autekologii i synekologii roślinności i ekosystemów.

Recenzowana praca składa się z 181 stron treści merytorycznej, obejmujących 1 artykuł (Lubińska-Mielińska et al. 2023. Vegetation of temperate inland salt-marshes reflects local Environmental conditions, opublikowany w czasopiśmie Science of the Total

Environment, 856, 159015) oraz dwa manuskrypty wysłane do Global Ecology and Conservation zatytułowane: „Plant functional traits drive syntaxonomical units in temperate European inland salt-marsh vegetation” oraz Scientific Reports ”Diagnostic species are crucial for the functioning of plant associations in inland salt marshes”.

Autoreferat zakończony jest bardzo dobrze napisaną dyskusją, w której Pani Doktorantka przedstawiła podsumowanie wyników uzyskanych w poszczególnych częściach wyników, kolejnych artykułach, co wskazuje na umiejętność interpretacji wyników. W dyskusji zestawiono uzyskane wyniki z dotychczas publikowanymi zależnościami między różnorodnością badanych typów roślinności a warunkami siedliskowymi.

Przedstawione w rozprawie wyniki uzyskane przez Panią Doktorantkę uzupełniają luki istniejące w dotychczasowym stanie wiedzy odnośnie typów roślinności występującej na solniskach śródlądowych, ich wymagań środowiskowych, cech funkcjonalnych charakterystycznych dla poszczególnych syntaksonów oraz roli gatunków diagnostycznych w ich funkcjonowaniu.

### **Tytuł i dobór tematu**

Biorąc pod uwagę dotychczasową wiedzę o roślinności terenu badań oraz siedlisk solniskowych, należy z uznaniem odnieść się do wyboru zagadnienia badawczego podjętego przez Panią Doktorantkę.

Inspiracją do podjęcia badań w recenzowanej pracy, była identyfikacja braku wiedzy w zakresie jednolitego systemu syntaksonomicznego, roślinności solnisk śródlądowych, opartego na danych z różnych lokalizacji europejskich. Zagadnienie to ma ogromne znaczenie poznawcze oraz praktyczne. W przypadku roślinności solnisk śródlądowych jest to szczególnie pilne. Opracowanie naukowych podstaw pozwalających na poprawną identyfikację jednostek syntaksonomicznych roślinności solnisk śródlądowych jest fundamentem ich skutecznej ochrony. Obecnie liczba stanowisk roślinności solnisk śródlądowych wciąż maleje. Podjęto decyzje o umieszczeniu tego siedliska na Europejskiej Czerwonej Liście. Istniejące programy ochrony bazują na identyfikacji jednostek syntaksonomicznych roślinności. Skuteczna ochrona możliwa jest tylko, gdy dostępny będzie jednolity system syntaksonomiczny, oparty na danych z różnych lokalizacji europejskich i solidnych podstawach naukowych. Jak wykazała Pani Doktorantka, taki system dotychczas nie powstał. Przygotowywana rozprawa jest znakomitym uzupełnieniem wiedzy o roślinności solniskowej Polski i Środkowej Europy. Zbiorowiska słonoroślowe mają ogromne znaczenie ekologiczne, stanowią unikalny typ roślinności i w związku z tym ich dokładne poznanie, w tym analiza składu gatunkowego i funkcjonalnego ma duże znaczenie i powinny być chronione w sposób, który uwzględni najnowszą wiedzę.

Rozprawa doktorska w znacznym zakresie wypełnia luki istniejące w dotychczasowym stanie wiedzy. Uzyskane przez Panią Doktorantkę wyniki uporządkowały wiele wątpliwości dotyczących klasyfikacji krytycznych typów roślinności występujących na solniskach śródlądowych, ich wymagań środowiskowych. Istotną rolę w realizowanych analizach odgrywało uwzględnienie cech funkcjonalnych charakterystycznych dla poszczególnych syntaksonów oraz roli gatunków diagnostycznych.

Na szczególną uwagę zasługuje fakt, że dotychczasowe strategie ochrony nie uwzględniają relacji między syntaksonomiczną i funkcjonalną strukturą płatów roślinności, które mają podlegać ochronie.

**Warto się zastanowić się czy jeśli teraz Pani Doktorantka miałaby zaproponować tytuł swojej rozprawy doktorskiej, to czy chciałaby zmodyfikować temat.**

## **Cele i hipotezy**

W prezentowanej rozprawie doktorskiej Pani Doktorantka postawiła sobie szereg celów. Głównym celem, którego realizacja była podstawą, realizacji kolejnych zadań było:

1. Stworzenie ujednoliconego systemu klasyfikacji syntaksonomicznej roślinności europejskich solnisk śródlądowych klimatu umiarkowanego w układzie hierarchicznym poczynając od poziomu zespołów;
2. Identyfikacja parametrów środowiskowych decydujących o różnicowaniu poszczególnych grup roślinności;
3. Zidentyfikowanie charakterystycznych dla poszczególnych jednostek roślinnych cech funkcjonalnych i powiązanie tych cech z warunkami środowiskowymi;
4. Weryfikacja roli gatunków diagnostycznych w strukturze cech funkcjonalnych jednostek syntaksonomicznych oraz, co uważam za bardzo istotne, uwzględnienie parametrów biochemicznych pomijanych dotychczas w ekologii roślinności.

Pani Doktorantka sformułowała, kilka hipotez badawczych. Założono, że warunki siedliskowe wpływające na występowanie gatunków roślin w analizowanych zbiorowiskach determinują zróżnicowanie cech funkcjonalnych, co może z kolei decydować o odrębności funkcjonowania poszczególnych jednostek syntaksonomicznych.

## **Metody**

Aby zweryfikować postawione hipotezy badawcze Pani Doktorantka zaproponowała metody często stosowane i sprawdzone przez badaczy środkowoeuropejskich. Są one opisane w rozdziale *Materiały i Metody*. Do zbioru danych w terenie zastosowano powszechnie wykorzystywaną metodę fitosocjologiczną wg. tzw. szkoły Brauna - Blanqueta (dane literaturowe). Do analiz zbioru zdjęć fitosocjologicznych (znaczącej liczby 1,000 zdjęć), Pani Doktorantka zastosowała szeroki zakres metod numerycznych.

Wpływ czynników środowiskowych na zróżnicowanie klasyfikacji roślinności określono z wykorzystaniem liczb wskaźnikowych Ellenberga (Ellenberg i in., 1992). Analizę zmiennych kanonicznych (Canonical Variate Analysis - CVA) zastosowano jako analizę dyskryminacyjną z krokową selekcją zmiennych środowiskowych wraz z testem permutacyjnym Monte Carlo, dla określenia istotności statystycznej uzyskanych zależności. Analizy wykonano w pakiecie CANOCO 5.0 (ter Braak i Šmilauer, 2012). Porównanie różnic w wartościach średnich zmiennych środowiskowych dla poszczególnych jednostek przeprowadzono za pomocą nieparametrycznych testów Kruskala-Wallisa (test Shapiro-Wilka,  $p < 0.05$ ) z porównaniami post-hoc Dunna w pakiecie STATISTICA 13.0 (StatSoft Inc., Tulsa, Oklahoma, USA). Średnie wartości cech funkcjonalnych, dla poszczególnych syntaksonów porównano w pakiecie PAST 4.11 (Hammer i in., 2001).

Ocenę relacji między cechami funkcjonalnymi a czynnikami środowiskowymi wykonano z wykorzystaniem ordynacji redundancji (RDA) oraz krokowej selekcji najważniejszych zmiennych środowiskowych i podobnie jak we wcześniejszych analizach testu permutacyjnego Monte Carlo do oceny istotności statystycznej. Analiza RDA jest również możliwa do wykonania w pakiecie CANOCO 5.0 (ter Braak i Šmilauer, 2012).

Zastosowane metody są dobrze dobrane i powszechnie wykorzystywane w pracach dotyczących relacji między organizmami żywymi a warunkami środowiska w jakich wstępują.

Proszę jednak o wyjaśnienie wszystkich parametrów wziętych do analizy zdjęć fitosocjologicznych, w tym daty i przede wszystkim wielkości powierzchni zdjęć. Udowodniono znaczący wpływ wielkości powierzchni badawczej w fitosocjologii na klasyfikację i typologię, wyznaczone gatunki diagnostyczne, bogactwo gatunkowe itd. Czy zatem przeprowadzono selekcję zdjęć pod kątem ich wielkości, daty wykonania itd., czy też nie?

## **Wyniki i Dyskusja**

Przedstawione wyniki są bardzo interesujące i znacząco zwiększają wiedzę o relacjach między składem gatunkowym roślinności solniskowej warunkami jej występowania oraz wynikającą z tego klasyfikacją.

Pierwsza praca jest kompletnym opracowaniem naukowym, w którym przeprowadzono analizę zróżnicowania roślinności halofilnej środkowej Europy i jej uwarunkowań środowiskowych. W ramach tej pracy stworzono ujednolicony system klasyfikacji syntaksonomicznej roślinności europejskich solnisk śródlądowych klimatu umiarkowanego i ustalono wymagania środowiskowe poszczególnych jednostek. Zidentyfikowano klasy roślinności występujące na terenie europejskich solnisk śródlądowych klimatu umiarkowanego, sklasyfikowano roślinność reprezentującą klasy typowe dla solnisk do poziomu zespołów, oraz ustalono listy gatunków diagnostycznych dla poszczególnych zespołów, ustalono główne zmienne środowiskowe wpływające na zróżnicowanie analizowanej roślinności na poziomie klas i zespołów.

**Interesującym jest czy Pani Doktorantka prowadząc analizy klasyfikacyjne zauważyła jakie znaczenie mogą mieć różnice geograficzne (strefy występujące w Europie) na klasyfikację zbiorowisk słonoroślowych.**

W drugim artykule, przetestowano odrębności poszczególnych jednostek roślinności ze względu na charakterystyczne zbiory ich cech funkcjonalnych. Zastosowane w niej analizy cech funkcjonalnych roślin, w tym związane ze stresem, konkurencyjnością oraz odpornością na zaburzenia, stanowią niewątpliwie nowatorskie ujęcie w odniesieniu do roślinności słonorośli. W artykule tym podjęto próbę zidentyfikowania cech funkcjonalnych charakterystycznych dla poszczególnych jednostek roślinnych i powiązanie tych cech z czynnikami środowiskowymi.

**Nasuwa się pytanie, jakie kryteria przyjęła Pani Doktorantka, aby wskazać ostatecznie w pracy te cechy funkcjonalne, które zostały zastosowane w pracy.**

Trzecia praca skupia się na kluczowej grupie gatunków, które w syntaksonomii i typologii roślinności mają diagnostyczne znaczenie dla definiowania jednostek roślinności. Podjęto próbę weryfikacji roli gatunków diagnostycznych w kształtowaniu cech funkcjonalnych jednostek syntaksonomicznych i uwzględnienia cech biochemicznych pomijanych dotychczas w ekologii roślinności.

Prace polegały na określeniu zróżnicowania cech morfologicznych i biochemicznych (niedostępnych w bazach cech funkcjonalnych) gatunków diagnostycznych typowych zespołów solniskowych. Ustalenie roli gatunków diagnostycznych dla funkcjonowania tych jednostek. Do analiz wybrano trzy najliczniejsze w Polsce zespoły typowe dla solnisk i w oparciu o ustaloną listę gatunków diagnostycznych zmierzono ich cechy funkcjonalne.

**Ciekawe jest jaka była procedura wyboru gatunków do pomiarów cech morfologicznych i biochemicznych, ile osobników objęto badaniami, pomiarami.**

**Jaki wpływ na rozkład cech w płatach zbiorowisk roślinnych ma obfitość gatunków?**

## Konkluzja

Rozprawa doktorska mgr Sandry Lubińskiej-Mielińskiej jest bardzo znaczącą pozycją naukową analizującą różne aspekty roślinności unikatowych zbiorowisk roślinnych Europy Środkowej występujących na siedliskach halofilnych. Rozprawę przygotowano z wykorzystaniem rozbudowanej bazy danych zdjęć fitosocjologicznych, oraz na podstawie własnych pomiarów cech funkcjonalnych roślin i z zastosowaniem nowoczesnych metod analitycznych i statystycznych. Rozprawa doktorska mgr Sandry Lubińskiej-Mielińskiej została przygotowana w zespole uznanych badaczy, którzy od dawna prowadzą badania nad roślinnością solniskową. Pani Doktorantka wykonała pracę pod kierunkiem Promotora i Promotora pomocniczego w zespole badaczy zajmujących się roślinnością słonoroślową. Zespół ten pracuje od wielu lat w toruńskim ośrodku botanicznym. Zaprezentowane prace są współautorskie, opatrzone są bardzo dobrze napisanym wstępem oraz dyskusją autoreferatu wykazują, że Pani Doktorantka doskonale orientuje się w temacie i zasługuje na rolę pierwszego autora w poszczególnych pracach.

Rozprawa doktorska jest oryginalnym i wartościowym opracowaniem tworzącym podstawy naukowe dla działań praktycznych. W szczególności w aspekcie funkcjonalnej różnorodności fitocenoz rozwijających się na siedliskach zasolonych. W pracy Pani Doktorantki pokazuje biegłość w wykorzystaniu klasycznych, bardzo przydatnych metod fitosocjologicznych, uzupełnionych metodami ekologicznymi, numerycznymi i statystycznymi. Doktorantka wykazała się gruntowną wiedzą i sprawnością w dyskusowaniu relacji ekologicznych, syntaksonomicznych i siedliskowych w skomplikowanej grupie zbiorowisk słonoroślowych.

Do najważniejszych osiągnięć poznawczych i aplikacyjnych pracy doktorskiej Pani Sandry Lubińskiej-Mielińskiej wymienić należy:

1) Zidentyfikowanie diagnostycznych gatunków jako istotnych wyznaczników typów roślinności, oraz kluczowych dla funkcjonowania zbiorowisk roślinnych i wskazanie tych taksonów jako wymagających ochrony prawnej (np. *Spergularia maritima*);

2) Ustalenie, że zróżnicowanie pomiędzy składem gatunkowym zespołów przystosowanych do siedlisk zasolonych w obrębie dwóch typowych klas słonoroślowych (*Therosalicornietea* i *Festuco-Puccinellietea*) można głównie wyjaśnić cechami odpowiedzialnymi za trwałość i regenerację;

3) Wykazanie, że najważniejszymi czynnikami wpływającymi na funkcjonowanie roślinności halofitów jest zasolenie i wilgotność, a następnie nasłonecznienie i zawartość azotu w podłożu;

4) Zinterpretowanie i przedstawienie relacji między cechami funkcjonalnymi zbiorowisk roślinnych reprezentujących różne klasy roślinności związane z siedliskami halofilnymi;

5) Potwierdzenie odrębności funkcjonalnej badanych zbiorowisk roślinnych na podstawie analizy cech gatunków diagnostycznych tych zbiorowisk;

6) Wskazanie markerów biochemicznych, w tym proliny i melondialdehydu, jako ważnych elementów charakteryzujących roślinność halofilnej, która wyróżnia się odpornością na stres osmotyczny i oksydacyjny.

Drobne uwagi edycyjnie naniesione zostały i przekazane będą w manuskrypcie.

Recenzowana rozprawa została bardzo dobrze przygotowana pod względem merytorycznym i formalnym, spełnia ona wszystkie warunki i wymagania stawiane pracom

doktorskim, określone w art. 187, paragrafie 1-4 Ustawy z dnia 20 czerwca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2018 r. poz. 1668 z późn. zmianami).

Ostateczna ocena rozprawy doktorskiej mgr Sandry Lubińskiej-Mielińskiej jest bardzo wysoka. Przedkładam Radzie Wydziału Nauk Biologicznych i Weterynaryjnych Uniwersytetu Toruńskiego wniosek o dopuszczenie Pani Doktorantki Sandry Lubińskiej-Mielińskiej do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Ze względu na wyżej wymienione osiągnięcia, a w szczególności przedstawienie i zinterpretowanie relacji cech funkcjonalnych zbiorowisk roślinnych związanych z siedliskami halofilnymi wnoszę do Rady Wydziału o wyróżnienie pracy doktorskiej Pani mgr Lubińskiej-Mielińskiej.

Katowice, 30 kwiecień 2024 r.

*Gabriela Hoźmialo*