

Dr hab. Paweł Kapusta Kraków
Instytut Botaniki im. W. Szafera
Polska Akademia Nauk
ul. Lubicz 46, 31-512 Kraków

Kraków, 29 listopada 2022

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr Aleksandry Kazienko pt.

Ekologia wietlicy alpejskiej w Karkonoszach

wykonana pod kierunkiem prof. dr hab. Bronisława Wojtunia w Zakładzie Ekologii,
Biogeochemii i Ochrony Środowiska na Wydziale Nauk Biologicznych
Uniwersytetu Wrocławskiego

Rozprawa doktorska Pani mgr Aleksandry Kazienko jest poświęcona wietlicy alpejskiej *Athyrium distentifolium*. Paproć ta ma swoje optimum ekologiczne w warunkach klimatu umiarkowanie chłodnego, dlatego nie jest rozpowszechniona w naszym kraju – na jej stanowiska natrafić można praktycznie tylko w piętrach regła górnego i kosodrzewiny Karpat i Sudetów, gdzie jest składnikiem cennych przyrodniczo zespołów ziołoroślowych i gatunkiem siedliskotwórczym. W ostatnim czasie z wietlicą alpejską w Sudetach dzieje się coś niepokojącego – w szybkim tempie zamierają całe jej płaty. Zjawisko to ma charakter epidemii i nie zostało nigdzie wcześniej odnotowane. Podejmowano już próby jego wyjaśnienia (m.in. prowadzono badania fitopatologiczne osobników z objawami choroby); nie dostarczyły one jednak ostatecznych rozstrzygnięć. Według niektórych autorów mechanizm zjawiska jest złożony, a jedną z jego składowych (czynnikiem sprawczym) może być długotrwałe oddziaływanie zanieczyszczeń przemysłowych napływających z zachodu, z rejonu tzw. Czarnego Trójkąta. Powyższe przypuszczenie stało się przesłanką do podjęcia badań, których wyniki Doktorantka przedstawiła w swojej rozprawie. Ich istotą było poszukiwanie powiązań pomiędzy stanem zdrowotnym ziołorośli paprociowych, zawartością wybranych makroelementów i pierwiastków śladowych (w tym ksenobiotyków) w roślinach i glebie oraz kontekstem siedliskowym (położeniem względem granicy lasu).

Ocena formalnej strony rozprawy doktorskiej

Przedstawiona do oceny rozprawa ma formę monografii i liczy 116 stron. W tej liczbie zawiera się kolejno: karta tytułowa, spis treści, zasadnicza część pracy (zajmująca 70 stron i podzielona na 9 rozdziałów), streszczenia w języku polskim i angielskim, aneks, spis rycin i tabel (których jest odpowiednio 26 i 32) oraz podziękowania. Rozprawa swoją strukturą nieco odbiega od typowych publikacji tego rodzaju. Wprawdzie zawiera wszystkie zwyczajowo wymagane elementy, jednak układ tych elementów oraz sposób i porządek prezentowanej w ich obrębie treści bywa dość często niespójny, a czasem nawet osobliwy. Przykładowo, hipotezy badawcze

pojawiają się bez uprzedniego omówienia zagadnień, których dotyczą. Jako takie są niezrozumiałe i powinny być poprzedzone przynajmniej listą celów badawczych – zdań o wyższym poziomie ogólności (te znajdują się dalej). *Wstęp* jest rozdziałem niezwykle krótkim jak na rozprawę doktorską, zaledwie dwustronicowym, który w małej objętości próbuje pomieścić zbyt wiele wątków, niestety, kosztem należytego wyeksponowania głównego problemu badawczego. Przesłanka do podjęcia badań – nawiasem mówiąc, jedna z najciekawszych części pracy – z niewiadomych względów została przedstawiona w rozdziale *Materiał i metody* (podrozdział 4.1.1), miejscu do tego nieodpowiednim. Powinna być umieszczona we *Wstępie*. We *Wstępie* powinno się też znaleźć wprowadzenie do tematu gospodarki mineralnej rośliny, tymczasem na tekst ten natrafiamy dopiero w drugim podrozdziale (6.2) *Dyskusji*. Dość istotną, techniczną usterką rozprawy jest sposób prezentowania treści tabelarycznych i graficznych. Tabela 1 oraz ryciny 1–13 zostały wbudowane w tekst, natomiast cała reszta, w tym ważne dla interpretacji danych wykresy i statystyki, znalazła się na końcu, w *Aneksie*. *Aneks* jest skonstruowany wadliwie, ponieważ nie posiada odrębnego systemu numeracji, co więcej, miesza ze sobą treści różnego rodzaju (tabele pojawiają się naprzemiennie z rycinami), przez co trudniej je przeszukiwać. Doktorantka wprawdzie rzuca czytelnikowi koło ratunkowe w postaci spisów tabel i rycin, ich używanie jest jednak nieporęczne.

Wątpliwości budzi także sama forma rozprawy. Pani mgr Aleksandra Kazienko zdecydowała się na opracowanie monograficzne, tymczasem właściwym i naturalnym wyborem byłby zbiór spójnych tematycznie artykułów naukowych. Znaczna część materiału została bowiem opublikowana w 2020 r. (DOI: 10.1007/s10661-020-08438-4) w czasopiśmie *Environmental Monitoring and Assessment*. Niezbyt długą listę autorów (łącznie 6 osób) otwiera Doktorantka, co oznacza, że może ona pochwalić się wystarczająco dużym wkładem w powstanie owej pracy. Zastanawiające jest, że Doktorantka nie cytuje swojego artykułu, ani w żaden sposób nie sygnalizuje faktu jego istnienia. Stawia to recenzenta w kłopotliwej sytuacji, ponieważ, interpretując literalnie obowiązujące przepisy, powinien on uznać rozprawę za utwór częściowo pozbawiony oryginalności, a co najmniej naruszający dobre praktyki akademickie. Na szczęście rozprawa nie ukazała się i raczej nie ukaze w całości drukiem (jest maszynopisem książki), dlatego w mojej opinii ww. uchybienie formalne nie jest na tyle duże, by przekreślić wysiłek, jaki Doktorantka włożyła w realizację badań.

Ocena wartości merytorycznej rozprawy doktorskiej

Żyjemy w epoce globalnego spadku bioróżnorodności, mimo to wciąż nie dość szybko reagujemy na niepokojące trendy liczebnościowe w populacjach otaczających nas gatunków. Zbyt często badania podejmujemy, gdy działania naprawcze są już mało skuteczne. Wielkim walorem rozprawy doktorskiej Pani mgr Aleksandry Kazienko jest fakt, iż nie jest to praca spóźniona. Problem zamierania wietlicy alpejskiej objawił się stosunkowo niedawno (kilkanaście lat temu) i nie wyszedł jeszcze poza skalę lokalną (obejmuje na razie jeden łańcuch górski). Choć proces ten postępuje szybko, jest jeszcze czas, by odkryć jego źródła, a badania przeprowadzone przez Doktorantkę są istotnym krokiem w tym kierunku.

Na uznanie zasługuje fakt, iż Doktorantka podjęła próbę ilościowego opisanie stanu populacji wietlicy alpejskiej na terenie Karkonoskiego Parku Narodowego, kartując wszystkie jej płaty, a także ślady po ich niedawnej obecności. Prace tego rodzaju są czasochłonne i nastroczają licznych problemów metodologicznych, zwłaszcza gdy teren jest rozległy i trudno dostępny, a inwentaryzowany gatunek nie zawsze tworzy zwarte skupienia. Nie odpłacają się też materiałem, który da się łatwo opublikować w dobrym czasopiśmie. Są jednak konieczne, by w sposób rzetelny ocenić skalę zjawiska, stworzyć solidny punkt odniesienia dla porównań czasowych oraz grunt, na którym oprócz można planowanie dalszych przedsięwzięć badawczych. Doktorantka poświęca sporo miejsca omówieniu wyników tej inwentaryzacji. Sięga przy tym do archiwalnych danych, tj. map zbiorowisk roślinnych sporządzonych w okresie poprzedzającym regres liczebności wietlicy alpejskiej, co pozwala jej oszacować wielkość ubytku powierzchni zajmowanej przez ten gatunek. Do formułowanych wniosków i prognoz Doktorantka podchodzi z dużą ostrożnością, będąc świadomą ograniczeń wynikających z jakości danych i przyjętej metodyki.

Kolejnym ważnym osiągnięciem Pani mgr Aleksandry Kazienko jest poznanie zmienności składu chemicznego roślin w powiązaniu z ich stanem zdrowotnym i właściwościami siedliska, głównie chemią gleby. Doktorantka nie miała łatwego zadania, zaplanowała bowiem dość złożony i wymagający pod względem założeń statystycznych schemat badań, dla którego nie udało się (zapewne z przyczyn obiektywnych) uzyskać dostatecznej liczby niezależnych obserwacji. W efekcie w modelach statystycznych doszło do uproszczeń (może nawet nieuświadomionych), co mogło mieć wpływ na wyniki. Zabrakło też kluczowego dla całej układanki elementu – informacji o składzie chemicznym organów podziemnych. Często to dopiero stosunek zawartości danego pierwiastka w pędach do jego zawartości w korzeniach mówi, jaką strategię stosuje roślina w danych warunkach i czy jej gospodarka mineralna jest prawidłowa czy zaburzana. Ten brak nie powstał z winy Doktorantki, lecz przepisów, które nie zezwalały na wykopywanie korzeni i kłaczy paproci na terenie Parku. Powyższe ograniczenia spowodowały, że nie dało się na podstawie wyników analiz wskazać jednoznacznie na chemizm gleby, a w szczególności koncentrację zanieczyszczeń, jako źródło problemu. Ale z drugiej strony nie dało się też odrzucić takiej hipotezy. Zaobserwowane zależności, np. pomiędzy stanem zdrowotnym liści a ich składem chemicznym oraz właściwościami gleby, pokazują, że podwyższona zawartość metali ciężkich w środowisku, ale także podaż składników odżywczych, jest czymś, co należy brać pod uwagę w dalszych badaniach nad przyczynami zamierania wietlicy alpejskiej. Trzeba przyznać, że Doktorantka uargumentowała to dość przekonująco w rozdziale *Dyskusja*. Wysoką wartość uzyskanych wyników potwierdza wspomniany wcześniej fakt ich opublikowania w niezłym czasopiśmie: *Environmental Monitoring and Assessment* (IF₂₀₂₁: 3,307).

Autorka rozprawy nie ustrzegła się istotnych potknięć. Jednym z bardziej widocznych, bo utrudniających odbiór tekstu, jest brak konsekwencji w formułowaniu głównego celu badań. Ujawnia się to już na poziomie tytułu, którego niezgodność ze stanem faktycznym można poznać po samym wyglądzie maszynopisu. Gdyby Doktorantka rzeczywiście badała ekologię gatunku wietlicy alpejskiej w Karkonoszach, a nie jedynie jej bardzo wąski aspekt, maszynopis

musiałby być znacznie grubszy. Szkoda, że Doktorantka nie wzorowała się na tytule opublikowanego wcześniej artykułu, który bardzo precyzyjnie określa zawartość. Pierwszy rozdział (*Wstęp*) również nie pozwala zorientować się, co jest istotą rozprawy. Doktorantka porusza w nim wiele kwestii związanych z terenem badań i ekologią wietlicy alpejskiej, trudno jednak rozeznąć, która z nich będzie punktem centralnym. Przykładowo, mogłoby nim być wykorzystanie paproci jako rośliny wskaźnikowej do oznaczania poziomu zanieczyszczenia gleby metalami ciężkimi. Zagadnieniu temu poświęcono we *Wstępie* sporo miejsca, przewija się też w kolejnych rozdziałach, a jest zaledwie wątkiem pobocznym (o ile nie ślepą uliczką) w stosunku do głównego problemu badawczego. W miarę czytania rozprawy percepcja celu się poprawia (choć nie sprzyja temu logika tekstu) – zaczyna być jasne, że chodzi o powiązanie procesu zamierania paproci z zaburzeniami jej stechiometrii wynikającymi z nadmiaru i/lub niedoboru pewnych pierwiastków.

Kolejną, słabszą stroną rozprawy doktorskiej są analizy statystyczne, które, jak wspomniałem wyżej, zostały zbyt uproszczone i nie obsługują odpowiednio struktury danych. Opis tej struktury nie jest dostatecznie klarowny, pewne jej cechy są jednak oczywiste. Na przykład to, że próby były pobierane parami; tzn. w obrębie stanowiska, zawsze kiedy było to możliwe, zbierano liście zdrowe i liście z oznakami choroby, a także liście letnie i liście jesienne. W takiej sytuacji powinny być stosowane testy dla par związanych, tj. takie w których stanowisko uwzględniane jest jako czynnik losowy. Innym czynnikiem losowym, który mógłby okazać się istotny, a którego nie włączano do analiz, jest rejon badań. Takich rejonów – obszarów geograficznie i siedliskowo jednorodnych – było siedem i każdy z nich był reprezentowany przez 3 do 6 stanowisk. W analizach statystycznych wykorzystane zostały też dane o charakterze pseudoreplikacji. Wnioskuje to ze statystyki N , czyli wielkości próby, która w niektórych testach znacznie przekraczała liczbę stanowisk. Źródłem tych pseudoreplikacji były najpewniej wartości z potrójnego próbkowania, których nie uśredniono dla stanowiska. Jest to błąd, którego skutkiem mogą być zawyżone istotności. Zdaję sobie sprawę z tego, iż skonstruowanie poprawnych modeli jest trudne, a czasem niemożliwe, gdy badania prowadzone są w terenie (co oznacza, że nie ma pełnej swobody w doborze stanowisk) i nie dostarczają dostatecznej liczby niezależnych obserwacji. Jednak decyzja co do tego, jakich uproszczeń można dokonać, powinna być podejmowana w oparciu o jakieś obiektywne przesłanki, np. wyniki analizy eksploracyjnej. Tego w rozprawie zabrakło.

Wśród mniej istotnych, ale wymagających korekty przewinień znajdują się też błędy terminologiczne. Doktorantka dzieli analizowane przez siebie pierwiastki na makroelementy i mikroelementy. W prawidłowym rozumieniu oba te określenia odnoszą składników odżywczych, które odpowiednio w większych lub mniejszych ilościach są niezbędne do normalnego funkcjonowania organizmów. Z pewnością do żadnej z tych grup nie wliczają się ksenobiotyki takie jak kadm, ołów czy rtęć. Są one dla organizmów toksyczne, a co najmniej zbędne. Wobec powyższego proponuję pierwiastki dzielić na „makroelementy” (lub „makropierwiastki”) i „pierwiastki śladowe”. Moje zastrzeżenia budzi też użycie słowa „biogeochemiczny” w odniesieniu do składu chemicznego rośliny. Biogeochemia zajmuje się badaniem obiegu pierwiastków w przyrodzie. Jak sama nazwa wskazuje, jest to proces

obejmujący jednocześnie komponent biotyczny i abiotyczny ekosystemu. Określenia takie jak „charakterystyka biogeochemiczna gatunku” czy „biogeochemia wietlicy alpejskiej” nie mają więc sensu.

W tekście jest trochę sprzeczności, które należałoby wyeliminować. Przykładowo, w akapicie na str. 34–35 Doktorantka pisze najpierw, że stan zdrowotny rośliny wpływa na zawartość wapnia, węgla, magnezu, potasu, azotu i fosforu w jej liściach, po czym formułuje odwrotne stwierdzenie: iż to zawartości ww. makroelementów w roślinie mają wpływ na jej stan zdrowotny. Na str. 50 mamy do czynienia z podobną sytuacją: Doktorantka pisze, że „stan zdrowotny *Athyrium distentifolium* ma wpływ na zawartość makroelementów w (...) glebie”, podczas gdy chodziło jej o relację biegnącą w przeciwnym kierunku, co wynika z kontekstu. Na tej samej stronie (str. 50) Autorka, podpierając się literaturą, powątpiewa w to, iż objawy chorobowe są efektem działalności patogenów, ale już kilka zdań dalej tłumaczy uzyskane przez siebie wyniki obroną rośliny przed patogenami.

Drobne uwagi i komentarze

1. Doktorantka postrzega wykryte za pomocą testów statystycznych zależności w kategorii związków przyczynowo skutkowych, tj. relacji o jednoznacznie określonym kierunku. Wcale tak być nie musi. Przykładowo, stan zdrowotny rośliny może mieć wpływ na jej skład chemiczny (co jest wielokrotnie powtarzane w rozprawie), łatwo jednak sobie wyobrazić, że jest odwrotnie: skład chemiczny decyduje o stanie zdrowotnym. Zalecałbym większą ostrożność przy interpretacji wyników.
2. W rozdziale *Charakterystyka obszaru badań*, Doktorantka szczegółowo opisuje 13 typów nieleśnych zbiorowisk roślinnych, w tym te, w których wietlica alpejska nie występuje. Brakuje natomiast opisu zbiorowisk leśnych, których badana paproć jest składnikiem. Ta część rozprawy jest nieproporcjonalnie długa w stosunku do wagi informacji, której dostarcza, a jednocześnie niekompletna.
3. W opisach tabel i rycin pojawiają się określenia, które bez dodatkowych wyjaśnień są niezrozumiałe. Utrudnia to odbiór pracy. Dobrym przykładem jest skala stanu zdrowotnego ziołorośli używana na ortofotomapiach, której stopnie noszą enigmatyczne nazwy: „kondycja 1”, „kondycja 2”, „kondycja 3”, „kondycja 4” i „kondycja 5”. Do ich odszyfrowania potrzebny jest klucz, który znajduje się w zupełnie innej części rozprawy. O ileż łatwiej by się czytało ortofotomapy, gdyby stopnie legendy brzmiały np. tak: „dobry”, „umiarkowanie dobry”, „średni”, „umiarkowanie zły” oraz „zły”. Kolejnym przykładem są nagłówki tabeli 23, które zostały nazwane: „*A. distentifolium* 1” i „*A. distentifolium* 2”. Z opisu tabeli dowiadujemy się, że oznaczają one materiał zebrany w piętrze subalpejskim i przy górnej granicy lasu. Dlaczego nie napisać tego wprost? Komórki tabeli pomieściłyby pełne nazw pięter roślinnych.
4. Opis metody oznaczania zawartości form całkowitych metali w glebie (podrozdział 4.2: *Część laboratoryjna*) wygląda na niepełny.

5. Doktorantka pisze, że przed analizą chemiczną rośliny nie były płukane, a tylko oczyszczane z makroskopowych zanieczyszczeń. Co ciekawe, podpira swój wybór, cytując dwie prace, które pokazują coś przeciwnego. W jednej z tych prac autorzy myli rośliny, a w drugiej stosowali oba możliwe podejścia, sugerując mycie roślin w sytuacji, gdy celem jest badanie stopnia akumulacji pierwiastków w roślinie. Doktorantka wybrała metodę, która bardziej nadaje się od oceny poziomu depozycji pierwiastków (w tej ocenie ważne są zarówno zanieczyszczenia wnikające do rośliny jak i te gromadzące się na jej powierzchni). W wyborze tej metody widzę echo pomysłu wykorzystania wietlicy alpejskiej jako bioindykatora zanieczyszczeń.
6. Dlaczego Doktorantka, opisując poziom zanieczyszczenia gleb metalami śladowymi, posługuje się wartościami maksymalnymi? Nawet w „czystych” regionach kraju można zebrać próby gleby, które będą zawierały ponadnormatywne ilości metali. To jeszcze nie świadczy o skażeniu. Wartości maksymalne mają często charakter wartości odstających, dlatego lepiej przy porównaniach stosować miary tendencji centralnej (średnią, medianę).
7. Co to są „górne stężenia metali”? Chodzi o wartości maksymalne?
8. Tekst ma sporo drobnych mankamentów, wśród których wymienić można błędy edycyjne (nadmiarowe spacje lub ich braki, niepoprawnie stosowane znaki, np. łączniki/pauzy), błędy interpunkcyjne, literówki, błędy stylistyczne (zbędne powtórzenia, rozpoczynanie zdania od cyfry) i inne. Wyjątkowo dużo takich błędów zawiera bibliografia, która, nawiasem mówiąc, jest niespójna, jeśli chodzi o styl/format cytowania. Sporą część tych niedoskonałości Doktorantka mogłaby łatwo wyeliminować, gdyby kierowała się odpowiedziami edytora tekstu. Praca robiłaby wówczas lepsze wrażenie.

Wnioski końcowe

Moje uwagi krytyczne, choć jest ich sporo, nie podważają ogólnie pozytywnej oceny rozprawy doktorskiej, zwłaszcza, że część z nich ma charakter dyskusyjny, a część może być uwzględniona na etapie przygotowywania kolejnych publikacji. Jest to praca wartościowa w tym sensie, że płynące z niej wnioski mogą i powinny być wykorzystane w projektowaniu dalszych badań nad problemem zamierania wietlicy alpejskiej w Sudetach, a w dalszej perspektywie, o ile to się okaże potrzebne, służyć wypracowaniu strategii ochronnych dla tego gatunku. Wobec powyższego stwierdzam, że opiniowana rozprawa doktorska spełnia wymogi określone w art. 13 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. z 2003 r., Nr 65, poz. 595, z późn. zm.). Tym samym wnioskuję do Rady Dyscypliny Naukowej Nauki Biologiczne Uniwersytetu Wrocławskiego o dopuszczenie Pani mgr Aleksandry Kazienko do dalszych etapów postępowania w sprawie nadania stopnia doktora w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki biologiczne.

Prof. T. Lipiński