



dr hab. Paweł Kwiatkowski

Katedra Botaniki i Ochrony Przyrody

Uniwersytet Śląski w Katowicach

ul. Jagiellońska 28, 40-032 Katowice

Recenzja rozprawy doktorskiej

mgr. Adama Rajsza pt. „Biogeochemia azotu wysokogórskich zbiorowisk roślinnych Karkonoszy”

Ekosystemy wysokogórskie Karkonoszy, złożone z oligotroficznych gatunków roślin naczyniowych, zajmują ubogie w związki mineralne siedliska o specyficznym rozkładzie termiki, stosunków hydrologicznych i glebowych. Jedną z typowych dla takich ekosystemów cech jest ograniczona dostępność azotu. Ten podstawowy, obok węgla, wodoru i tlenu pierwiastek, ma istotne znaczenie w rozwoju i funkcjonowaniu komórek roślinnych, organizmów żywych i całych ekosystemów. Prace badawcze na temat pobierania i metabolizmu azotu u roślin obejmują głównie pojedyncze gatunki lub grupy roślin będące w zależności konkurencji międzygatunkowej. Brakuje zaś wyników opisujących szerszej tematykę biogeochemii związków azotu w kontekście całych zbiorowisk roślinnych, zwłaszcza obejmujących roślinność górska. Lukę tę wypełnia niniejsza rozprawa doktorska mgr Adama Rajsza, której promotorem jest Prof. dr hab. Bronisław Wojtuń. Podjęcie takiego tematu wydaje się więc w kontekście postawionego problemu w pełni uzasadnione.

Pod względem formalnym rozprawa doktorska mgr. Adama Rajsza ma charakter regionalnego studium eko-fizjologicznego. Obejmuje ona 155 stron tekstu oraz 26 rycin, 4 fotografie i 19 tabel. Składa się z typowych dla rozpraw naukowych części. Całość kończy streszczenie w języku polskim i angielskim. Układ pracy doktorskiej jest prawidłowy. Praca jest starannie zredagowana, bogato ilustrowana i napisana poprawnym oraz zwięzłym językiem.

We *Wstępie* rozprawy Autor dokonał przeglądu literatury na temat kierunków transportu i metabolizmu przez komórki roślinne azotu w postaci azotanów, jonów amonowych czy związków organicznych. Omawiając ostatni typ związków Autor zwrócił uwagę na rolę mikoryzy. Wskazał także na różnice co do roli azotu i poszczególnych jego form w funkcjonowaniu różnych ekosystemów wyższych położań górskich.

Jako główny cel badań Autor przyjął określenie różnic w metabolizmie azotu wybranych zbiorowisk wysokogórskich Karkonoszy, a zwłaszcza: poznanie różnorodności strategii asymilacji azotu mineralnego; określenie aktywności reduktazy azotanowej oraz zawartości całkowitego azotu w liściach gatunków przewodnich (*Calluna vulgaris*, *Nardus stricta*, *Pinus mugo*, *Rumex alpinus*); określenie odczynu gleb i zawartości poszczególnych form azotu i kierunku mineralizacji azotu netto w glebach badanych zbiorowisk. Cele pracy wzmocniono poprzez sformułowanie kilku hipotez, z których do najważniejszych zaliczam: (a) przemiany azotu w zbiorowiskach wysokogórskich są skorelowane z wysokością bezwzględną, odczynem gleby i stosunkiem C:N; (b) rozpuszczalny azot





organiczny różnicuje wysokogórskie fitocenozy lepiej niż formy mineralne, azotanowa bądź amonowa; (c) w glebach większości zbiorowisk przeważają procesy amonifikacji nad nitryfikacją.

Rozdziały *Wstęp*, *Cele* oraz *Hipotezy* są bardzo dobrze napisane. Zawierają zwarte i logiczne wprowadzenie w tematykę rozprawy, uzasadniają podjęcie tematu oraz precyzują cele badań i założenia badawcze w postaci hipotez roboczych.

Kolejny rozdział *Teren badań* obejmuje krótkie ale dość wyczerpujące dane na temat fizjografii obszaru badań oraz charakterystykę szaty roślinnej. Załączone ryciny (Ryc. 1, 2) pozwalają zorientować się co do lokalizacji stanowisk badawczych.

Rozdział *Materiały i metody* zawiera informacje z zakresu pobierania próbek w terenie i wykonanych analiz. Materiał do badań stanowiły zróżnicowane pod względem zawartości azotu fitocenozy wrzosowisk wysokogórskich, muraw bliźniczkowych, ziołorośli szczawiu alpejskiego oraz sudeckich zarośli kosodrzewiny. W obrębie każdego z nich metodą losowania warstwowego i w oparciu o sieć kwadratów wytypowano stałe powierzchnie badawcze. Roślinność scharakteryzowano na podstawie zdjęć fitosocjologicznych z użyciem skali procentowej. Do pomiaru aktywności reduktazy azotanowej bezpośrednio w terenie mgr Adam Rajsz zaprojektował i wykonał prototypowe urządzenie modułowe - terenową łąźnię wodną. Analizy chemiczne gleb i roślin wykonano w laboratorium. Objęły one między innymi pomiary: odczynu gleb metodą potencjometryczną, zawartości form azotu, węgla i siarki elementarnej przy użyciu odpowiednich analizatorów, zawartości azotu całkowitego metodą Kjeldahla. Dodatkowo Autor wykonał eksperyment laboratoryjny, polegający na określaniu mineralizacji azotu netto w próbach gleby przetrzymywanych w kontrolowanych warunkach laboratoryjnych. Uzyskane dane analizowano statystycznie, obliczając statystyki podstawowe (m.in. parametryczny test ANOVA; test Kruskala-Wallisa) oraz przeprowadzając wielowymiarową analizę danych z użyciem technik ordynacji - nietendancyjną analizę zgodności (DCA), kanoniczną analizę zgodności (CCA) oraz analizę głównych składowych (PCA).

Zasadniczą część rozprawy stanowi rozdział *Wyniki*. Otwiera go część zatytułowana *Usprawnienia metodyczne*, w której szczegółowo opisano parametry techniczne terenowej łąźni wodnej i procedurę pomiarów testowych. Zwracają uwagę świetnie przygotowane ryciny i fotografie. Właściwe wyniki podzielono na kilka części zgodnych z założonymi celami i sformułowanymi hipotezami. Są to odpowiednio: *Aktywność reduktazy azotanowej w zależności od siedliska, formy wzrostu i pozycji taksonomicznej*; *Biogeochemia zbiorowisk roślinnych – zmienność sezonowa i pomiędzy zbiorowiskami*; *Przyrost zawartości rozpuszczonego azotu mineralnego podczas inkubacji*; *Tempo mineralizacji azotu netto w glebie*. W każdej z części, dodatkowo podzielonych na odrębne zagadnienia badawcze, znajdują się szczegółowe opisy uzyskanych wyników. Autor za każdym razem wskazuje na istotne statystycznie wyniki, m.in. zamieszczając przejrzyste wykresy i tabele. Liczba omówionych zagadnień badawczych potwierdza dobre opanowanie warsztatu przez Doktoranta. Do ważnych wyników uzyskanych w trakcie badań terenowych, analiz laboratoryjnych i statystycznych zaliczam między innymi: (1) określenie różnic w zdolności do asymilacji i metabolizmu azotu pomiędzy gatunkami, wyższymi jednostkami taksonomicznymi oraz typami zbiorowisk roślinnych – od bardzo niskiej aktywności reduktazy azotanowej (np. u *Ericaceae*, *Pinaceae*, w alpejskich wrzosowiskach i zaroślach kosodrzewiny), poprzez wartości umiarkowane (*Poaceae*, murawy bliźniczkowe) po wartości wysokie (*Polygonaceae*, *Urticaceae*, zespół szczawiu alpejskiego); (2) szczegółowe określenie zróżnicowania odczynu gleb badanych zbiorowisk roślinnych, zawartości azotu całkowitego, jonów amonowych, rozpuszczonego azotu organicznego oraz określenie tempa





mineralizacji azotu; (3) wykazanie dwóch głównych gradientów ekologicznych zależnych od wysokości bezwzględnej i właściwości gleb, które odpowiadają odmiennym typom fitocenoz, roślinności wybitnie nitrofilnej (ziołorośla szczawiu alpejskiego) z jednej strony oraz naturalnym wysokogórskim zbiorowiskom Karkonoszy (wrzosowiska, murawy, zarośla kosówki) z drugiej. Pewne wątpliwości budzi przyjęta przez Doktoranta klasyfikacja form wzrostu roślin, np. zioła, trawy, turzyce i sity (str. 35). Prosiłbym, by problem ten został wyjaśniony przez Doktoranta w czasie publicznej obrony.

Bardzo obszerny, liczący 47 stron, rozdział *Dyskusja* konfrontuje uzyskane wyniki z danymi z literatury. Mimo tak dużej objętości rozdział ten jest czytelny, ponieważ został podzielony na podrozdziały. Autor przy omawianiu poszczególnych zagadnień powołuje się na bardzo bogatą i prawie wyłącznie obcojęzyczną literaturę. Niewątpliwie podnosi to wartość merytoryczną dyskusji. Za szczególnie cenną uważam część pierwszą *Dyskusji*, poświęconą metodyce pomiaru aktywności reduktazy azotanowej w terenie. Bardzo interesujące jest też stwierdzenie zawarte w ostatnim podrozdziale *Dyskusji*, gdzie Autor podkreśla najwyższą aktywność reduktazy azotanowej u *Rumex alpinus*, która jest ponad 10-krotnie wyższa niż u pozostałych przewodnich gatunków badanych zbiorowisk roślinnych. Ponadto Autor wykazał, że ten nitrofilny gatunek charakteryzuje się wysoką zawartością azotu całkowitego w liściach, a w tempie mineralizacji azotu przeważa proces nityfikacji nad amonifikacją. Roślina ta jednak w ostatnich kilku latach gwałtownie zmniejsza swój areal występowania w Karkonoszach. Chciałbym, by w trakcie obrony Doktorant spróbował wyjaśnić, co jest przyczyną zaniku stanowisk szczawiu alpejskiego.

Końcowe rozdziały to *Podsumowanie wyników* oraz *Wnioski*. Szczególnie dobrze przygotowane zostały wnioski, które w sposób skondensowany prezentują uzyskane wyniki badań. Z kolei *Literatura* to zbiór ponad 250-u pozycji, zarówno z najnowszej jak i starszej literatury specjalistycznej.

Do mocnych stron pracy należy profesjonalne zebranie i opracowanie materiału; wykazanie zależności pomiędzy roślinami górskimi różnych typów siedlisk i ekosystemów a pobieranymi formami azotu; oraz badania biogeochemii azotu dla zbiorowisk występujących w skrajnych warunkach siedliskowych, co stanowi o ponadregionalnym charakterze pracy. Po opublikowaniu wyniki te mogą stać się materiałem do porównania z innymi wysokogórskimi ekosystemami Europy.

Praca jest starannie przygotowana, jednak jako recenzent chciałbym wskazać na pewne niedociągnięcia. Najważniejsze dotyczą błędnych nazw gatunków:

- str. 16/8 – W podrozdziale *Charakterystyka szaty roślinnej* „W zespole szczawiu alpejskiego ... z wysoką stałością występuje ... wiechlina alpejska *Poa alpina*” – gatunek w Polsce rośnie wyłącznie w Karpatach. W Karkonoszach w zespole *Rumicetum alpini* występuje *Poa annua* oraz rzadziej *Poa supina*
- str. 148 *Festuca supina* i str. 149 *Festuca airoides* – to są synonimy. Proponuję stosować ogólnie przyjęte w Polsce nazewnictwo gatunków wg „checklisty” Mirka i in. (2002), czyli w tym przypadku *Festuca airoides*
- str. 148 i 149 – *Solidago virga-aurea* – prawdopodobnie gatunek został błędnie oznaczony, chodzi raczej o *Solidago alpestris* Waldst. & Kit., który w Karkonoszach rośnie powyżej 1000 m n.p.m.
- str. 149 *Luzula nemorosa* – prawidłowa nazwa *Luzula luzuloides* wg Mirka in. 2002





- str. 150 *Galium anisophyllum* – prawdopodobnie gatunek został błędnie oznaczony. Ten gatunek wybitnie kalcyfilny w Polsce rośnie na wapieniu w Karpatach i na jedynym w Sudetach stanowisku w dolinie Kleśnicy, w Masywie Śnieżnika. Przymuszczałoby raczej chodzi tu o *Galium saxatile* L.

W rozprawie jest też dużo pomyłek w cytowaniu literatury:

- str. 6/12 i 99/20 – Paul 2015 podczas gdy w spisie literatury (str. 139) jest Paul 2014
- str. 8/8 – Benbi i Richter 2003 – brak w spisie literatury
- str. 9/9 i 100/7 – Henry i Jefferies 2003 – brak w spisie literatury
- str. 9/17 i 101/28 – Kerley i Read 1989 – powinno być Kerley i Read 1998
- str. 14/22 – Matuszkiewicz i Matuszkiewicz 1974 – brak w spisie literatury [jest tam pozycja Matuszkiewicz i Matuszkiewicz 1967, której z kolei brak w tekście pracy]
- str. 22/10 – Otypková, Chytry 2006 – brak w spisie literatury
- str. 27/28 – Piernik i Wojciechowska 2015 – brak w spisie literatury
- str. 73/1 i 77/24 – Andrews 1986 – brak w spisie literatury
- str. 77/5 – Havill i in. 1978 – brak w spisie literatury
- str. 86/14 – Campbell 2000 – powinno być Campbell 2001
- str. 89/27 – Lipson i Schmidt 2004 – brak w spisie literatury
- str. 93/31 – Runge 1974 – brak w spisie literatury
- str. 95/30 – Peterson i in. 1988 – brak w spisie literatury
- str. 96/3 – Salsac i in. 1987 – brak w spisie literatury
- str. 96/11 – Roison 1986 – brak w spisie literatury
- str. 97/33 – Aerts 1996 – brak w spisie literatury
- str. 98/13 – Perry 1994 – brak w spisie literatury [jest tam pozycja Perry 2008, której brak w tekście pracy]
- str. 99/12 – Schnitzer 2000 – brak w spisie literatury
- str. 99/16 – Chapin i in. 2002 – brak w spisie literatury
- str. 104/16 – Van der Heijden i in. 2008 – brak w spisie literatury
- str. 107/12 i 108/20 i 111/21 – Steltzer i Bowman 1998 – brak w spisie literatury
- str. 108/20 – Ollinger i in. 2002 – brak w spisie literatury





- str. 126/15 – Buckeridge ... 2010 – brak w tekście pracy
- str. 127/12 – Chytrý, Otýpková 2003 – jest już umieszczona w spisie na str. poprzedniej (pozycja nr 31). Uwaga ! generalnie spis pozycji w literaturze musi być uporządkowany alfabetycznie – na przykład pozycje literatury nr 33-36 powinny być zamieszczone na późniejszych stronach
- str. 132/25 – Haynes 1990 ... – brak w tekście pracy
- str. 138/19 – Neff, Hooper 2002 ... – brak w tekście pracy
- str. 140/23 – Read, Bajwa 1985 ... – brak w tekście pracy
- str. 144/5 – Walker ... 2013 – brak w tekście pracy

Wymienione błędy mają jednak głównie charakter redakcyjny i nie mają istotnego znaczenia dla ogólnej oceny recenzowanej rozprawy.

Podsumowując stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr. Adama Rajsza pt. „Biogeochemia azotu wysokogórskich zbiorowisk roślinnych Karkonoszy” jest pracą dojrzałą, powstałą na podstawie własnych badań terenowych i prac laboratoryjnych. Interpretacja wyników i sformułowane końcowe wnioski świadczą o opanowaniu przez Doktoranta warsztatu naukowego i umiejętności dokonywania syntezy.

Rozprawę doktorską mgr. Adama Rajsza oceniam pozytywnie. Stwierdzam, że spełnia ona warunki określone w artykule 13 Ustawy z dnia 14.03.2003 r. o stopniach 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) i zwracam się do Wysokiej Rady Wydziału Nauk Biologicznych Uniwersytetu Wrocławskiego o dopuszczenie Pana mgr. Adama Rajsza do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Ze względu na dużą wartość merytoryczną rozprawy, nowatorskie rozwiązanie metodyczne a przede wszystkim uzyskane bardzo bogate wyniki i wysoki poziom dyskusji, stawiam wniosek o wyróżnienie niniejszej rozprawy doktorskiej.

Katowice, 26.09.2018

