

**Recenzja rozprawy doktorskiej mgr Izabeli Jaszczuk
pt. *Ecological functioning of brown mosses in rich fens***

Wydział Biologii

1. Wstęp

Nieoceniona rola torfowisk jako magazynów węgla i wody sprawia, że należą one do najważniejszych ekosystemów, na których skupia się obecnie uwaga wielu badaczy. W Polsce zniszczono dotąd ponad 80% pierwotnej powierzchni torfowisk, a w Europie Zachodniej ta liczba jest jeszcze większa. Skuteczna ochrona i odtwarzanie szeroko rozumianych zbiorowisk torfotwórczych jest dzisiaj koniecznością i naszym obowiązkiem. Zadanie to wymaga jednak wiedzy nt. mechanizmów, które kształtują torfowiska lub prowadzą do ich degradacji. Dlatego badania naukowe zmierzające do poszerzenia naszej wiedzy w tym zakresie są szczególnie cenne.

Instytut Botaniki

Głównym, szeroko zdefiniowanym celem rozprawy doktorskiej Pani mgr Izabeli Jaszczuk było określenie roli, jaką mchy brunatne pełnią w tworzeniu torfowisk niskich. Przystępując do oceny przedstawionej pracy kierowałem się zapisami art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* oraz zaleceniami Rady Doskonałości Naukowej zawartymi w opracowaniu pt. *Recenzje w postępowaniach o awans naukowy. Poradnik* (wyd. 2022 r.).

2. Formalna strona rozprawy doktorskiej

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska Pani mgr Izabeli Jaszczuk stanowi zbiór trzech powiązanych tematycznie artykułów naukowych. W chwili otrzymania pracy tylko jeden z nich został opublikowany. Dwa pozostałe artykuły zostały wysłane do redakcji czasopism. Wymienione artykuły zostały poprzedzone streszczeniem pracy (w języku polskim i angielskim), które moim zdaniem – ze względu na ich obszerność i szczegółowość – należy traktować raczej jako wstęp do zasadniczej części rozprawy, jaką stanowią artykuły naukowe. Na końcu pracy zamieszczono deklaracje współautorów dotyczące ich udziału w powstaniu trzech artykułów.

ul. Gronostajowa 3

30-387 Kraków

tel.: 12 664 67 95

sekretariat.ib@uj.edu.pl

www.ib.uj.edu.pl



UNIWERSYTET
JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE

Doktorantka jest pierwszym autorem wszystkich artykułów składających się na ocenianą rozprawę oraz pełniła funkcję autora korespondencyjnego jedyne opublikowanego dotąd artykułu. Z deklaracji wszystkich współautorów wynika, że Doktorantka brała udział we wszystkich kluczowych elementach badań oraz ich publikacji, tj. opracowaniu koncepcji badań, zbiorze danych, analizie danych i graficznej prezentacji wyników, a także interpretacji wyników oraz pisaniu artykułów. Nie mam wątpliwości odnośnie do kluczowej i wiodącej roli, jaką pełniła Doktorantka w toku badań oraz pisania artykułów.

Jedyny dotąd opublikowany artykuł z prezentowanego cyklu ukazał się w uznanym czasopiśmie *Oikos*, wydawanym przez Nordic Society Oikos (NOS). Podkreślam to celowo, ponieważ duże znaczenie czasopism naukowych wydawanych przez mające długą tradycję towarzystwa naukowe oraz organizacje *non profit* jest coraz częściej podnoszone w środowisku naukowym. Ponadto możemy spodziewać się, że pozostałe artykuły doktorantki ukażą się również w dobrych międzynarodowych czasopismach.

Wydział Biologii

Instytut Botaniki

3. Ocena merytoryczna

Artykuł 1: *Plug method allow measurement of apical and lateral growth of fen brown mosses*

W pierwszym artykule podjęto próbę porównania dwóch metod pomiaru przyrostu biomasy mchów brunatnych, tj. metody znakowania farbą olejną oraz tzw. metody koszykowej (ang. *plug method*). Badanie tempa przyrostu biomasy na torfowiskach jest niezwykle ważne, ponieważ akumulacja torfu jest zależna od bilansu tempa wzrostu roślin i tempa rozkładu nekromasy. W przypadku torfowisk wysokich, tworzonych głównie przez mchy torfowce, roczne przyrosty są zwykle dobrze widoczne i ocena tempa wzrostu przysparza znacznie mniej problemów, niż ma to miejsce w przypadku badanych przez Doktorantkę mchów brunatnych współdominujących na torfowiskach niskich. Biorąc pod uwagę duży udział mchów w tworzeniu torfowisk i obiegu węgla, wykorzystanie poprawnych i wiarygodnych metod pomiarowych jest kluczowe dla poznania dynamiki torfowisk. Z tego względu postawiony w tej pracy cel uważam za ważny i ambitny.

Do badań wybrano 11 mchów będących dominującymi gatunkami torfowisk niskich w Europie Środkowej. Badania prowadzono zarówno w warunkach laboratoryjnych, jak i w środowisku naturalnym. Badania prowadzone w laboratorium polegały na umieszczeniu łądzynek wybranych gatunków mchów w komorach wzrostowych, a następnie porównaniu przyrostu biomasy łądzynek uprzednio znakowanych farbą oraz nieoznakowanych. Badanie pokazało, że większość analizowanych gatunków charakteryzowała się zbliżonym tempem przyrostu łądzynek oznakowanych farbą i nieoznakowanych. Wyjątkiem były *Calligon giganteum* i *Hematocaulis vernicosus*, których nieoznakowane łądzyki przyrosły istotnie więcej niż te oznakowane. Część badań prowadzonych

ul. Gronostajowa 3

30-387 Kraków

tel.: 12 664 67 95

sekretariat.ib@uj.edu.pl

www.ib.uj.edu.pl



w terenie wykazała, że metoda znakowania wykazuje bardzo wysoką – bo sięgającą aż 34% - śmiertelność łodyżek znakowanych farbą. Autorzy uważają, że przyczyną zamierania może być zaburzenie zewnętrznego transportu wody na znakowanych farbą łodyżkach. W artykule autorzy podają alternatywne wyjaśnienie, które również wydaje się prawdopodobne. Otóż możliwe, że w toku rozwoju osobnika część odgałęzień zamiera z przyczyn naturalnych, a przeżywają jedynie te znajdujące się w najbardziej korzystnych warunkach środowiska. Autorzy wykazali również, że metoda koszyczkowa jest o wiele bardziej wiarygodna, a transplantacja mchów zasadniczo nie zaburza ich tempa wzrostu. Co więcej, metoda ta pozwala oszacować przyrost biomasy uwzględniający wszystkie łodyżki, włączając w to ich boczne odgałęzienia, a nie tylko ich szczytowe części – co, jak wykazała Doktorantka wraz ze współautorami – stanowi duże ograniczenie pomiarów metodą znakowania farbą.

Uważam, że artykuł testujący skuteczność metod pomiarowych przyrostu mchów ma dużą wartość poznawczą i metodyczną oraz z pewnością wpłynie pozytywnie na jakość przyszłych badań dotyczących bilansu biomasy mchów. Wierzę, że zostanie opublikowany w dobrym czasopiśmie naukowym i nie umknie uwadze innych badaczy. Mam jedynie kilka drobnych uwag do manuskryptu.

- 1) Wszystkie etapy badań, włączając część laboratoryjną i terenową, zostały szczegółowo udokumentowane zdjęciami zamieszczonymi w załącznikach. W samej pracy przydałby się jednak syntetyczny i atrakcyjny graficznie schemat tłumaczący koncepcję badań i poszczególne etapy eksperymentu. Znacznie ułatwiłoby to czytelnikowi zrozumienie prezentowanych badań, tymczasem częste odwoływanie się do licznych załączników sprawia, że podążanie za opisem eksperymentu staje się nieco uciążliwe.
- 2) W opisie eksperymentu terenowego podano informacje nt. uśrednionej produkcji pierwotnej roślin naczyniowych. Nie podano jednak źródła tych informacji, tzn. czy są to pomiary własne, czy pochodzące z innej pracy, którą należałoby w tym miejscu zacytować.

Artykuł 2: *Physiological responses of fen mosses along a nitrogen gradient point to competition restricting their fundamental niches*

W opublikowanym już artykule starano się scharakteryzować nisze ekologiczne wybranych gatunków mchów brunatnych w gradiencie żyzności. Jest to problem o tyle istotny, że postępująca eutrofizacja zagraża wielu oligotroficznym ekosystemom, takim jak młaki i torfowiska. W warunkach zwiększonej dostępności azotu rośliny naczyniowe wypierają zwykle mszaki zmieniając charakterystykę i funkcjonowanie zbiorowiska roślinnego. Choć zjawisko to jest dość dobrze opisane, szczegółowe mechanizmy nie są wystarczająco poznane. Nie wiemy na przykład czy zanikanie mszaków



budujących torfowiska niskie związane jest z ich wąskim zakresem tolerancji względem zawartości azotu, czy też z wypieraniem ich przez bardziej konkurencyjne gatunki roślin naczyniowych, które w konsekwencji ograniczają ilość światła docierającego do warstwy mszyste. Temu właśnie zagadnieniu poświęciła uwagę Pani mgr Izabela Jaszczuk. Podstawą badań był eksperyment, w którym analizowano wpływ różnych stężeń związków azotu i fosforu na wzrost oraz zawartość chlorofilu ośmiu gatunków mchów brunatnych.

Badania wykazały, że w przypadku pięciu badanych mchów zależność pomiędzy przyrostem biomasy a koncentracją azotu ma charakter jednomodalny, a największe przyrosty biomasy zanotowano przy dostępności azotu znacznie przewyższającej tę charakterystyczną dla torfowisk niskich. Co więcej, dwa spośród badanych gatunków ujawniły zależność liniową, tzn. przyrost biomasy rósł wraz ze wzrostem dostępności azotu w całym ujętym w doświadczeniu gradiencie żyzności. Podobnie zawartość chlorofilu rosła liniowo wraz z dostępnością azotu w przypadku siedmiu spośród ośmiu badanych gatunków.

Wydział Biologii

Instytut Botaniki

Te niezwykle ciekawe wyniki pokazują, że o ile większa dostępność azotu będąca skutkiem niestabilnych warunków hydrologicznych jest czynnikiem inicjującym zanikanie mchów brunatnych na torfowiskach niskich, to mechanizm stojący za tym zjawiskiem polega na konkurencji o zasoby z roślinami naczyniowymi. Autorzy wykazali bowiem, że nisza podstawowa badanych mchów brunatnych jest znacznie szersza, niż nisza realizowana.

Artykuł jest oparty na solidnych podstawach teoretycznych i jest napisany w przejrzysty sposób. Na wyróżnienie zasługuje bardzo trafny wybór metody analizy danych, tj. regresji wielomianowej, co pozwoliło na zbadanie zarówno zależności liniowych, jak i nieliniowych pomiędzy badanymi zmiennymi. Świetna jest też graficzna forma prezentacji wyników.

Artykuł 3: *Peat formation potential of temperate fens increases with hydrological stability*

W trzeciej pracy Doktorantka skupiła się na efektywności procesów torfotwórczych w gradiencie poprzecznym dolin rzecznych, tj. w gradiencie przebiegającym od koryta rzeki do krawędzi doliny rzecznej. Gradient ten związany jest z ciągłą zmianą kilku ważnych czynników środowiskowych, natomiast dla analizowanych w pracy procesów torfotwórczych najważniejszy z nich to warunki hydrologiczne warunkujące specyficzną strefowość roślinności badanych dolin rzecznych. Najbliżej rzeki występują szuwały właściwe z dominacją trzciny pospolitej, następnie szuwały wielkoturzycowe, a blisko krawędzi doliny występują torfowiska niskie, budowane głównie przez mszaki i gatunki niskich turzyc. Opierając się na wcześniejszych badaniach, autorzy założyli, że H1) wahania poziomu wody są głównym czynnikiem warunkującym strefowość roślinności; H2) tempo rozkładu biomasy zwiększa się wraz z rosnącym zakresem wahań poziomu wody; H3) potencjał torfotwórczy (ang.

ul. Gronostajowa 3

30-387 Kraków

tel.: 12 664 67 95

sekretariat.ib@uj.edu.pl

www.ib.uj.edu.pl



peat formation potential, PFP) zmienia się wraz z gradientem hydrologicznym z powodu zależności pomiędzy produkcją podziemnej biomasy roślin naczyniowych oraz biomasy mchów a konkurencją o składniki odżywcze i światło; H4) produkcja biomasy mchów pierwotnych zmniejsza się wraz ze wzrostem wahań poziomu wody, przy czym nie wpływa to znacząco na potencjał torfotwórczy który w znacznym stopniu zależy od produkcji biomasy podziemnych części roślin. Badania zostały przeprowadzone w północno-wschodniej Polsce w dolinach Biebrzy i Rospudy w oparciu o szczegółowe pomiary biomasy mchów brunatnych oraz nadziemnych i podziemnych części roślin naczyniowych na siedmiu transektach biegnących od koryta rzeki do krawędzi doliny. Na transektach zainstalowane zostały również precyzyjne czujniki mierzące poziom wody.

Autorzy wykazali, że głównym czynnikiem wpływającym na skład gatunkowy badanych zbiorowisk oraz potencjał torfotwórczy mszaków jest amplituda wahań poziomu wody. Torfowiska niskie tworzone przez mchy brunatne oraz niskie turzyce związane były z miejscami o najmniejszej amplitudzie poziomu wody. Zbiorowiska te charakteryzował też największy potencjał produkcji torfu. Nie stwierdzono natomiast różnic w tempie produkcji i rozkładu biomasy podziemnej wzdłuż analizowanego gradientu. Autorzy wykazali, że mchy brunatne są kluczowym dla produkcji torfu składnikiem zbiorowisk roślinnych w miejscach o stabilnym poziomie wody, a także że procesy torfotwórcze w tym środowisku przebiegają najintensywniej blisko powierzchni. Szczególnie zaskakująca jest intensywność produkcji pierwotnej mchów brunatnych, wynosząca w sprzyjających warunkach aż blisko 660 g/m² rocznie (!), co jest wartością niewiele mniejszą od produkcji pierwotnej nadziemnych części roślin naczyniowych w szuwarze wielkoturzycowym – blisko 750 g/m² rocznie.

Omawiana praca znacząco poszerza dotychczasową wiedzę na temat funkcjonowania torfowisk niskich oraz ich roli w sekwestracji węgla. W pełni zgadzam się z autorami, że są to zbiorowiska dotąd niedoceniane pod względem ich produktywności, a niniejsza praca zmienia postrzeganie tych interesujących i cennych ekosystemów. Sama praca jest dobrze napisana i ma duży potencjał na opublikowanie w bardzo dobrym czasopiśmie naukowym, a tym samym na dotarcie do szerokiego grona odbiorców.

Jak każda praca w stadium manuskryptu, posiada jednak pewne obszary, które wymagają drobnych korekt. Z pewnością procedura *peer review* pozwoli na ich wprowadzenie, tymczasem z recenzenckiego obowiązku wymieniam kilka z nich:

- 1) W rozdziale wyniki napisano, że amplituda wahań poziomu wody (zmienna *WL amplitude*) jest skorelowana z pierwszą i drugą osią ordynacyjną, podczas gdy zamieszczony wykres, tzw. *triplot*, sugeruje, że rzeczywiście korelacja jest oczywista, ale wyłącznie z pierwszą osią DCA. Dla jasności warto byłoby dołączyć tabelę prezentującą współczynniki korelacji i wartości *p* dla wszystkich zmiennych oraz pierwszej i drugiej osi DCA. Jeśli zaś chodzi o sam wykres, warto byłoby

Wydział Biologii

Instytut Botaniki

ul. Gronostajowa 3

30-387 Kraków

tel.: 12 664 67 95

sekretariat.ib@uj.edu.pl

www.ib.uj.edu.pl



zróżnicować symbole prezentujące powierzchnie badawcze. Wykorzystanie odmiennych kształtów lub kolorów dla różnych typów zbiorowisk pozwoli lepiej przedstawić ich różnicowanie się względem analizowanych gradientów. Dodatkowo wykresy DCA można również wykorzystać do przedstawienia wartości przyrostu i rozkładu biomasy za pomocą izolinii wpisanych w wykres (funkcja *vegan::ordisurf()*). Jeśli autorzy zdecydowaliby się wykorzystać taką formę prezentacji, dobrą inspiracją mogłaby być rycina zamieszczony w pracy Vilda i in. (2024, <https://doi.org/10.1111/nph.19587>, ryc. 4).

- 2) Nie jestem przekonany, czy wzorce produkcji i rozkładu biomasy trzeba analizować osobno względem pierwszej osi ordynacyjnej (*DCA1*) oraz względem amplitudy wahań poziomu wody (*WL amplitude*). Moim zdaniem ten podział niewiele wnosi do wyników, ponieważ jak autorzy wykazali wcześniej, *WL amplitude* i *DCA1* są silnie skorelowane. Jeśli autorzy uważają inaczej, należałoby to w pracy przekonująco uzasadnić.
- 3) Niektóre postawione we wstępie hipotezy (H1 i H4) można spróbować ująć zwięźle lub podzielić na wąsko ujęte hipotezy.
- 4) Podobnie jak w przypadku pierwszego artykułu, tak i tu pomocna byłaby rycina prezentująca koncepcję badań, tym bardziej, że do trzeciej pracy nie dołączono załączników pokazujących szczegóły wykorzystanych metod.
- 5) Sama dyskusja pozostawia pewien niedosyt spowodowany brakiem podsumowania, jakie praktyczne znaczenie mają uzyskane wyniki. Dlatego proponowałbym uzupełnienie artykułu o krótki rozdział zawierający końcową konkluzję.

Podsumowanie

Podsumowując merytoryczną część recenzji uważam, że wszystkie przedstawione prace charakteryzują się bardzo wysokim poziomem naukowym, mają solidne podstawy teoretyczne i znacząco poszerzają naszą wiedzę na temat torfowisk niskich oraz metod ich badania. Za szczególne osiągnięcia Pani mgr Izabeli Jaszczuk uważam:

- 1) Połączenie w jednej rozprawie zagadnień ekologicznych oraz metodycznych. Doktorantka nie tylko przyczyniła się do lepszego zrozumienia funkcjonowania torfowisk niskich, ale również do udoskonalenia metod ich badania.
- 2) Wykazanie, że mchy brunatne pełnią o wiele ważniejszą rolę w procesach torfotwórczych niż dotychczas sądzono.
- 3) Wykazanie, że podstawowa nisza ekologiczna mchów brunatnych jest znacznie szersza niż wynika to ich udziału w zbiorowiskach roślinnych, a czynnikiem ograniczającym ich występowanie jest konkurencja o zasoby z roślinami naczyniowymi.



UNIWERSYTET
JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE

- 4) Uzyskane wyniki mają praktyczne zastosowanie, zarówno w badaniach naukowych (metody pomiarowe), jak i w ochronie przyrody.

Dodatkowo warto podkreślić, że badania powstały w ramach współpracy międzynarodowego zespołu, przy udziale badaczy o dużych kompetencjach i znaczących osiągnięciach naukowych. Z pewnością jest to bardzo cenne doświadczenie, które dało Doktorantce międzynarodowe doświadczenie oraz pozwoliło nawiązać naukowe kontakty, jakże ważne na dalszych etapach jej naukowej kariery.

Nie mam również wątpliwości, że prezentowane badania, prowadzone w trudnym terenie dolin rzecznych i oparte na dużej liczbie zebranych i mierzonych prób, wymagały ogromnego nakładu pracy, wytrwałości, zaangażowania oraz poświęcenia. Z tego względu Doktorantce, jak i całemu zespołowi, należą się słowa uznania.

Wydział Biologii

Instytut Botaniki

4. Podsumowanie i konkluzja

W nawiązaniu do wymogów stawianych kandydatom do uzyskania stopnia doktora uważam, że przedstawiona do oceny rozprawa doktorska Pani mgr Izabeli Jaszczuk stanowi oryginalne rozwiązanie istotnego problemu naukowego, potwierdza ogólną wiedzę Kandydatki w dyscyplinie nauki biologiczne oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

Rozprawa doktorska spełnia wszystkie warunki określone w artykule 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 z późn. zm.). W związku z powyższym wnioskuję do Rady Naukowej Dyscypliny Nauki Biologiczne Uniwersytetu Warszawskiego o dopuszczenie Pani mgr Izabeli Jaszczuk do dalszych etapów postępowania o nadanie stopnia doktora w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki biologiczne.

Dr hab. Remigiusz Pielech

ul. Gronostajowa 3

30-387 Kraków

tel.: 12 664 67 95

sekretariat.ib@uj.edu.pl

www.ib.uj.edu.pl