

Recenzja rozprawy doktorskiej
Rada Dyscypliny Nauki Biologiczne
Uniwersytet Jagielloński w Krakowie

Imię i nazwisko kandydata: Anna Wróbel

Tytuł rozprawy doktorskiej: Molecular Ecology and Phylogenetics of Alpine Alkali Grasses (Poaceae: *Puccinellia*)

Promotor: prof. dr hab. Marcin Nobis

Recenzent: dr hab. Elżbieta Cieślak, prof. IB PAN

Tematyka rozprawy

Tematyka rozprawy obejmuje problematykę różnorodności świata roślin w zakresie systematyki, biogeografii oraz uwarunkowań związanych z adaptacją roślin do środowiska życia. Podjęte badania wpisują się w fundamentalne zagadnienie biogeografii molekularnej/filogeografii, skupiając się na rekonstrukcji historii i dynamice procesów prowadzących do kształtowania współczesnych zasięgów gatunków, w tym przypadku regionalnej bioty obszarów wysokogórskich w Azji Centralnej.

Ważną grupą roślin w ekosystemach wysokogórskich są gatunki traw. Wśród suchych regionów zachodniego płaskowyżu Qinghai-Tybetańskiego i płaskowyżu Pamiru w ekosystemach alpejskich Azji Centralnej jednymi z najbardziej charakterystycznych są zbiorowiska związane ze słonymi górskimi mokradłami. Charakterystyczną grupą roślin tych zbiorowisk są gatunki z rodzaju *Puccinella*.

Z racji uwarunkowań historycznych związanych z fluktuacjami klimatycznymi w Czwartorzędzie jak i położeniem geograficznym tego obszaru uważa się, że proces kształtowania współczesnej flory wysokogórskiej w tym obszarze jest złożony i wieloaspektowy. Obejmuje on różne scenariusze ewolucyjne realizowane przez różne grupy filogenetyczne i ekologiczne. Dlatego też wzorce ewolucyjne gatunków wysokogórskich, obecnie występujących na płaskowyżach w Azji Centralnej trudno uogólnić w ramach jednego ogólnego scenariusza.

Wiedza i samodzielność Kandydatki

Dołączone do rozprawy oświadczenia wszystkich współautorów potwierdzają zdecydowanie dominujący udział lic. Anny Wróbel na każdym etapie przygotowywania publikacji. W każdej pracy lic. Anna Wróbel pełni rolę autora korespondencyjnego. Na uwagę zasługuje imponująca liczba materiałów dokumentujących przeprowadzone analizy, złożonych w części *Supplementary* (w każdym z trzech rozdziałów). Warte podkreślenia jest, że przeprowadzenie analiz statystycznych i opracowanie wyników należało w całości do Doktorantki. Dowodzi to nie tylko jej dużej samodzielności naukowej w pracy z danymi eksperymentalnymi ale również jest potwierdzeniem jej umiejętności w zakresie prawidłowego doboru metod statystycznych przy

rozwiązywaniu problemów badawczych a także umiejętności odpowiedniego wartościowania uzyskanych wyników.

Oryginalność badań

Przedstawione studium oparte jest na analizie grupy gatunków rodzaju *Puccinella* współwystępujących w górach Azji Centralnej. Główną zaletą tych badań jest uwzględnienie podejścia integrującego analizę taksonomiczno-chorologiczną i genetyczną. Pozwoliło ono na jednoznaczne (zarówno od strony morfologicznej jak i molekularnej) potwierdzenie występowania hybrydyzacji międzygatunkowej wśród wysokogórskich gatunków *Puccinellia*, *P. pamirica* i *P. himalaica* oraz pochodzenia hybrydowego *P. ×vachanica*, co stanowi nowatorski wkład do taksonomii rodzaju. Wyniki te stały się następnie podstawą pierwszej rekonstrukcji historii biogeograficznej badanego kompleksu, ze wskazaniem prawidłowości w rozmieszczeniu i kształtowaniu się wzorów zasięgowych dyskutowanych gatunków.

Dały one solidne podstawy do zrozumienia, jak zmiany w naturalnych ekosystemach wynikające z historycznych uwarunkowań klimatycznych oddziaływały na procesy kształtujące bioróżnorodność organizmów w lokalnych układach siedlisk Azji Centralnej. Pozwalają także na dyskusję nad czynnikami i mechanizmami sprzyjającymi procesom adaptacji badanej grupy gatunków do specyficznych lokalnych warunków siedliskowych w obszarach wysokogórskich w Azji Centralnej.

Oprócz głównej osi pracy skupionej na powyższym, stanowi ona również cenny wkład w słabo dotychczas rozpoznaną bioróżnorodność Azji Centralnej a w odniesieniu do ogólnej wiedzy jest ważnym studium na temat hybrydyzacji jako siły napędowej ewolucji i procesów genetycznych zachodzących w grupie traw.

Uważam, że przeprowadzone badania naukowe rozprawy są znaczące. Prezentują ograniczoną nowość na poziomie ogólnym, ale dużą nowość dla badań nad rodzajem *Puccinella*, szczególnie w grupie gatunków alkalicznych. Stanowią istotny przyczynek do dalszych badań mechanizmów związanych z reakcją roślin na stres, umożliwiając określenie potencjału adaptacyjnego dla grup czystych gatunków i grup mieszańców.

Wartość naukowa rozdziałów/artykułów

Rozprawa doktorska jest cyklem trzech kilku autorskich (3-4 autorów) artykułów opublikowanych w renomowanych czasopismach naukowych (*Systematic Biology*, *Frontiers in Plant Science*, *Molecular Phylogenetics and Evolution*; Q1 w Journal Citation Reports), które obejmują różne aspekty molekularnej ekologii i ewolucji gatunków rodzaju *Puccinella* współwystępujących w górach Azji Centralnej. Każda z prac opiera się na kompleksowych oryginalnych danych, reprezentuje kompleksowe analizy statystyczne i dostarcza nowych wyników w zależności od postawionego w niej celu/problemu.

W pierwszej kolejności podjęto badania przedstawiające studium historii demograficznej diploidalnego gatunku *Puccinella pamirica* na podstawie analiz struktury genetycznej na poziomie populacyjnym oraz w oparciu o analizę genetyki krajobrazu.

Pozwoliły one na zbadanie wpływu zmian środowiskowych na procesy ewolucyjne w tym przepływ genów i lokalną adaptację w naturalnych populacjach. W oparciu o modelowanie nisz zrekonstruowano potencjalny zasięg modelowego gatunku w różnych okresach czwartorzędu, wskazując na zróżnicowane reakcje gatunku wysokogórskiego w różnych regionach geograficznych.

W kolejnej pracy przedstawiono pierwsze dowody molekularne, które potwierdzają występowanie hybrydyzacji międzygatunkowej wśród wysokogórskich gatunków *Puccinellia*, *P. pamirica* i *P. himalaica* i pochodzenie hybrydowe *P. xvachanica* w górach Pamir. Wykazano, że złożoność historii kształtowania zasięgów gatunków wysokogórskich wynika z realizacji różnych scenariuszy ewolucyjnych, które promują lub hamują dywergencję genetyczną, przez np. (i) długoterminowe trwania w miejscu populacji podczas minionych fluktuacji klimatycznych, (ii) niedawne połączenia rozbieżnych linii genealogicznych czy (iii) w wyniku występowanie lokalnych gradientów nisz ekologicznych promowanie tylko niektórych linii genealogicznych. Poznanie tych zależności umożliwiło zrozumienie mechanizmów i dynamiki kształtowania się lokalnych florystycznych hot spotów w obrębie dużych masywów górskich Azji Centralnej. Natomiast analiza grupy gatunków traw alkalicznych z Eurazji, Ameryki i Australii pozwoliła na poszerzenie wiedzy w zakresie poznania historycznych przemian ewolucyjnych z uwzględnieniem czasu dywergencji wśród współczesnych gatunków rodzaju *Puccinella*. Badania te poprzez ustalenie związków filogenetycznych pozwoliły na poznanie przemian ewolucyjnych całego kompleksu gatunków przystosowanych do określonych warunków środowiskowych. Podjęta próba oceny istotności sprzecznych sygnałów filogenetycznych wykrytych pośród różnych typów markerów wskazuje także na ich aspekt metodologiczny.

Pytania/ uwagi do doktoranta

Przyjmując, że przedstawiony wzorzec struktury genetycznej jest jednym z pierwszych dla gatunków wysokogórskich Azji Centralnej, pojawia się pytanie czy jest on zbieżny ze wzorcami struktury genetycznej ustalonymi dla gatunków wysokogórskich ale w innych obszarach górskich np. w Europie. Jest to szczególnie ciekawe w odniesieniu do gatunków wysokogórskich o wyraźnych dysjunktywnych zasięgach. Jedną z diskutowanych przez Doktorantkę kwestii jest adaptacja roślin do warunków siedliskowych, co generuje kolejne pytanie: Mając na względzie unikalne cechy genetyczne i zmienność fenotypową badanych gatunków z rodzaju *Puccinella* – czy znane są może badania pozwalające na poznanie specyficznych mechanizmów fizjologicznych, biochemicznych i molekularnych determinujących przystosowania roślin do ekspansji w szybko zmieniającym się środowisku.

Inne spostrzeżenia dotyczące treści lub formy pracy

Z uwagi na fakt, iż obszar wysokogórski Azji Centralnej jest ważnym ośrodkiem bioróżnorodności a także mając na uwadze ograniczone informacje w odniesieniu do historii kształtowania się bioty wysokogórskiej tamże należy podkreślić, że badania i interpretacja wzorców genetycznych na poziomie regionalnym mają tutaj

fundamentalne znaczenie dla skutecznej ochrony bioróżnorodności zarówno na poziomie lokalnym, jak i globalnym. Badania pozwalające na poznaniu czasowo-przestrzennej dynamiki zasięgów (i kształtujących je w przeszłości mechanizmów) grup gatunków ważnych dla bioróżnorodności flory danego obszaru, mają istotne znaczenie w prognozowaniu przyszłych zmian w lokalnym rozmieszczeniu gatunków i strukturze ich bioróżnorodności, związanych z zachodzącymi współcześnie zmianami klimatycznymi.

W odniesieniu do formy pracy na podkreślenie zasługuje fakt, że kombinacja trzech publikacji naukowych w tej rozprawie jest dobrze przemyślana i logiczna. Prace są spójne tematycznie. Każdy z artykułów stanowi integralną część całości, a ich indywidualne lektury dostarczają jedynie fragmentarycznego obrazu badanego zagadnienia. Wszystkie trzy publikacje zostały starannie napisane i opublikowane w renomowanych czasopismach. Wszystkie dodatkowe elementy – tabele, rysunki oraz informacje uzupełniające – zostały przedstawione zgodnie z międzynarodowymi standardami. Podsumowując, struktura rozprawy doktorskiej jest logiczna, adekwatna do wymogów środowiska akademickiego i naukowego, oraz profesjonalnie zaprezentowana.

Pewien niedosyt budzi brak w dysertacji wyraźnie wyodrębnionego rozdziału dotyczącego hipotezy badawczej, która została w pracy zweryfikowana. W każdej z publikacji cele zostały sformułowane odpowiednio do podjętego tematu, ale cel pracy został jedynie ogólnie zarysowany w części Wprowadzenie (*Introduction*). Tymczasem zdefiniowanie celu pracy z uwzględnieniem szczegółowych celów w formie opisowej czy graficznej mogłoby być doskonałym podsumowaniem wprowadzenia zamieszczonego w pierwszej części pracy.

Ocena końcowa

Badania przeprowadzone w ramach studiów doktoranckich lic. Anny Wróbel, oferują cenne spostrzeżenia na temat mechanizmów i czynników leżących u podstaw kształtowania i utrzymania wysokiego poziomu różnorodności genetycznej w grupie gatunków alkalicznych z rodzaju *Pucinella* w Pamirze (Azja Centralna). Uzyskane wyniki reprezentują bardzo wysoki poziom naukowy w zakresie poznania uwarunkowań i procesów ewolucyjnych związanych z adaptacją wysokogórskich gatunków traw do specyficznych warunków środowiska życia w masywach Azji Centralnej. Na podstawie swoich badań Doktorantka wykazała, że wyniki analizy struktury genetycznej współczesnych gatunków dostarczają użytecznych miar różnorodności biologicznej w poznaniu historii kształtowania się zasięgów współczesnych gatunków oraz w działaniach na rzecz ochrony i zarządzania zasobami przyrodniczymi.

Doktorantka wykazała się umiejętnością samodzielnego prowadzenia pracy naukowej, w tym umiejętnością syntezy danych oraz konfrontowania wyników swoich analiz z aktualnym stanem wiedzy znanym z literatury. Kandydatka jest w stanie sprawnie przygotowywać publikacje naukowe a zakres prac potwierdza, że ma kompetencje w zakresie znajomości szerokiej gamy analiz statystycznych. Obejmują one przetwarzanie i

analizowanie danych genetycznych, wykorzystywanie różnych metod genetyki populacyjnej i przeprowadzanie analiz modelowania nisz w oparciu o różne scenariusze demograficzne oraz klimatyczne.

Ja, niżej podpisana stwierdzam, że recenzowana rozprawa doktorska Anny Wróbel spełnia warunki określone w art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 poz. 1668 z późn. zm.) i wnioskuję do Rady Dyscypliny Nauki biologiczne Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie o dopuszczenie Anny Wróbel do dalszych etapów postępowania ws. nadania stopnia doktora w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki biologiczne.

TAK

Ja, niżej podpisany wnioskuję o wyróżnienie rozprawy doktorskiej.

TAK

Uzasadnienie wniosku

Biorąc pod uwagę jakość artykułów i prestiż czasopism, w których zostały opublikowane, znaczący wkład w pogłębianie naszej wiedzy na temat historii rozwoju współczesnych gatunków wysokogórskich w Azji Centralnej, szerokie kompetencje zdobyte przez Doktorantkę w trakcie doktoratu oraz ważne perspektywy badawcze otwierane przez wyniki rozprawy, niniejszym wnoszę o przyjęcie rozprawy z wyróżnieniem.

Kraków, 12. VIII. 2024 r.


.....