

„Historie życia i filogeografia niebielistki trwałej *Swertia perennis* L. w europejskiej części zasięgu geograficznego”

Promotor: prof. dr hab. Emilia Brzosko

Wstęp

Przedmiotem rozprawy jest charakterystyka zróżnicowania strategii życiowych cyrkumborealno-górskiej niebielistki trwałej *Swertia perennis* L. jako odpowiedzi na zróżnicowanie warunków życia w poszczególnych częściach rozczłonowanego zasięgu gatunku. Strategie te wpisuje doktorantka w szerszej ujętą *historię życia* traktowaną w pracy jako najbardziej ogólna hipoteza badawcza funkcjonująca w ramach teorii ewolucji. Doktorantkę interesują w szczególności reakcje gatunku na zróżnicowane bądź zmieniające się warunki bytowania (zmiany klimatu, fragmentacja siedlisk i inne stresy środowiskowe związane z oddziaływaniami antropogenicznymi). Główny nacisk położyła na badania demograficzne przede wszystkim na rolę rozmnażania generatywnego i wegetatywnego w kształtowaniu struktury i dynamiki populacji.

W ramach tego szerszej zarysowanego celu doktorantka definiuje trzy cele bardziej szczegółowe, w ramach których stawia łącznie pięć hipotez badawczych:

Cel 1. Poznanie wybranych aspektów cyklu życiowego i systemu rozrodu niebielistki, który został zrealizowany poprzez weryfikację dwóch hipotez badawczych:

Hipoteza 1. *Cykl życiowy niebielistki jest modyfikowany odmiennymi czynnikami środowiskowymi w zależności od lokalizacji populacji w zasięgu geograficznym.*

Hipoteza 2. *Ilość i jakość potomstwa zależy od sposobu zapylenia.*

Cel 2. Poznanie strategii życiowych populacji niebielistki w różnych rejonach europejskiej części zasięgu geograficznego. Realizację tego celu weryfikowano przy użyciu następujących hipotez badawczych:

Hipoteza 3. *Osobniki niebielistki, gatunku nektarycznego, charakteryzują się wysoką płodnością, a populacje wysokim potencjałem reprodukcji generatywnej.*

Hipoteza 4. *U niebielistki trwałej działa reguła trade-off między nakładami na reprodukcję i wzrost, a relacje między nimi zależą od odmiennych warunków bytowania w różnych częściach zasięgu geograficznego.*

Cel 3. Zbadanie wpływu fragmentacji na powstawanie odrębnych izolowanych grup genetycznych. Cel ten zrealizowano weryfikując hipotezę:

Hipoteza 5. *Fragmentacja zasięgu geograficznego niebielistki trwałej sugeruje zróżnicowanie*

Dążąc do realizacji w/w celów i weryfikacji przyjętych hipotez, zbadane i omówione zostały szczegółowo takie m.in. charakterystyki populacji niebielistki, jak potencjał reprodukcyjny, dynamika kwitnienia, płodność, rozrodczość i śmiertelność. Doktorantka uwzględniła także charakterystykę cyklu życiowego oraz duże spektrum innych zagadnień z zakresu biologii gatunku. Osobno omówiono system rozrodu, wpływ odpoczynku na dynamikę populacji i właściwości osobników. Odrębne rozdziały poświęcono różnorodności genetycznej oraz zróżnicowaniu morfologicznemu niebielistki. We wszystkich niemal rozdziałach pracy, od wstępu po dyskusję i wnioski, przewija się kwestia zagrożenia i ochrony badanego gatunku, który zaliczany jest do tzw. *specjalistów siedliskowych*. Doktorantka daje często do zrozumienia, że badania swoje traktuje jako istotny wkład w wypracowanie skutecznych metod ochrony tej rośliny silnie zagrożonej (szczególnie na niżu). Jednak poza wskazówkami konserwatorskimi w obrębie dyskusji nie poświęca temu zagadnieniu żadnego odrębnego rozdziału. Całość pracy zamyka ponad dwudziestostronicowa dyskusja i wypunktowane na dwu stronach wnioski. Dostyć obfita literatura przedmiotu zajmuje kolejne ponad dwadzieścia stron.

Walory pracy

Rozprawa pani mgr Urszuli Bierznoy-Bazille wnosi zasadniczo nową wiedzę na temat biologii i ekologii niebielistki trwałej – gatunku z różnych względów modelowego dla analizy ogólniejszych kwestii z zakresu biologii i ekologii oraz wewnątrzgatunkowej zmienności i taksonomicznego zróżnicowania. Wiedza ta znajduje także praktyczne zastosowanie w czynnej ochronie gatunku.

W badaniach strategii życiowych doktorantka (po krótkiej dyskusji wstępnej) odwołuje się ostatecznie do modelu C-S-R (Grime 1979). Z jednej strony podkreśla jego użyteczność badawczą, z drugiej zauważa, że zarówno jej wyniki, jak i rezultaty innych badaczy wskazują jasno, że model ten jest jedynie pewną pomocą badawczą, ale żaden gatunek nie wpisuje się weń idealnie i każdy w zasadzie realizuje swą niepowtarzalną strategię. Tę strategię wiąże doktorantka zarówno z genetycznie uwarunkowaną biologią gatunku opisującą jego ogólny charakter ekologiczny, jak i z (także do pewnego stopnia uwarunkowaną genetycznie) plastycznością, która pozwala gatunkowi na modyfikowanie strategii w różnych częściach zasięgu i dostosowywanie jej do panujących tam warunków oraz różnicowanie reakcji na

zachodzące w środowisku zmiany zarówno naturalne, jak i antropogeniczne. Omawia we wstępie krótko najważniejsze typy zmian, które spotyka się w środowisku niebielistki i które wpływają na modyfikację interesujących ją strategii życiowych. Dla ważnego w tym względzie czynnika jakim jest antropogenicznie uwarunkowana fragmentacja środowisk, doktorantka proponuje oryginalny schemat możliwych reakcji gatunku, nie odróżniając jednak jasno odpowiedzi o charakterze modyfikacyjnym od trwałych zmian genetycznych; tych ostatnich można się niekiedy domyślać jako oczywistych (np. w przypadku „spadku różnorodności genetycznej” – choć sam spadek nie musi skutkować wprost obserwowalną zmianą strategii).

Analizując odmienne warunki środowiska panujące w różnych częściach zasięgu, doktorantka odwołuje się do najbardziej rozpowszechnionego modelu biogeograficznego opisanego *Hipotezą wypełnienia zasięgu (ACH)*. Stwierdza jednak słusznie, przytaczając także dane literaturowe, że o ile model ten sprawdza się do pewnego stopnia (choć w nie więcej niż około 1/3 przypadków) w odniesieniu do różnorodności genetycznej, o tyle wzorce reakcji wyrażające się zmianami strategii życiowych (wzorce zróżnicowania zmienności demograficznej) nie wpisują się w ten model. W tym kontekście z żalem należy odnotować brak jakiegokolwiek odniesienia do „systemu faz degeneracyjnych” Janusza B. Falińskiego; modelu, który próbuje powiązać szeroko rozumianą reakcję gatunków o różnej tolerancji ekologicznej (czy fitocenotycznej) na stres środowiskowy.

Niewątpliwie mocną stroną pracy jest dobrze dobrany i obfity materiał faktyczny zebrany przez doktorantkę (o pewnych brakach w tym względzie wspomina w dalszej części recenzji) oraz właściwy dobór cech do badań, a także precyzyjnie wykonane pomiary. Mocną stroną jest także dobrze dobrana do każdej z części pracy i wystarczająco scharakteryzowana metodyka.

Doktorantce udało się wykazać i scharakteryzować przy pomocy odpowiednio dobranych parametrów oraz przedstawić w sposób czytelny i dobrze udokumentowany odmienne strategie gatunku w trzech wyróżnionych i analizowanych regionach geograficznych. W ten sposób zrealizowała główny cel pracy. Już w tym zakresie praca byłaby satysfakcjonująca z punktu widzenia wymagań stawianych rozprawom doktorskim.

Wartościowe, choć nie wystarczające z punktu widzenia całościowej analizy filogeograficznej, są także wyniki analiz molekularnych, które pozwoliły ustalić ogólny wzorzec rozkładu haplotypów na zasięgu geograficznym. Stwierdono stosunkowo

wysokie zróżnicowanie haplotypów; nie stwierdzono natomiast obecności wspólnego haplotypu dla populacji z Ameryki Płn. i Europy. W europejskiej części zasięgu stwierdzono 8 haplotypów, wśród których H4 rozpoznano jako haplotyp ancestralny występuje powszechnie na obszarach nizinnych i górskich Europy; pozostałe haplotypy okazały się raczej ograniczone w swoim występowaniu do pojedynczych populacji lub regionów. Dychotomia drzewa filogenetycznego ukazuje wyraźny podział na terenie Europy a w nim odrębność populacji karpackich i sudeckich względem pozostałych i sugeruje ich dłuższą izolację przestrzenną.

Badania morfologiczne zdają się potwierdzać istnienie dwu podgatunków (niżowego i górskiego), ale sama doktorantka podchodzi do uzyskanych wyników ostrożnie podkreślając, że zbudowane są na cechach podlegającym z natury modyfikacjom siedliskowym.

Uwagi krytyczne

Mimo niewątpliwych walorów, które ukazałem powyżej, praca zawiera także pewne niedociągnięcia – różnej zresztą rangi – wymagające krytycznych uwag. Pozwalam je sobie ująć w pewne grupy.

Układ pracy – jest w zasadzie logiczny, przejrzysty, czytelny i na dobrym poziomie szczegółowości. To czego w nim brakuje, to odrębnego rozdziału **cel i zakres pracy** (z jasno określonym zakresem merytorycznym, geograficznym i czasowym). Większość odnośnych informacji znajdziemy we wstępie, który jednak jest mało przejrzysty; zawiera bowiem nie tylko wprowadzenie do tematu i rzeczony „cel i zakres pracy”, ale także omówienie **stanu wiedzy**, które to informacje także lepiej byłoby umieścić w odrębnym rozdziale. Wstęp zawiera także obszerne fragmenty dotyczące uwarunkowanej antropogenicznie fragmentacji zasięgu oraz innych zmian środowiskowych powodujących wymieranie gatunku na wielu stanowiskach oraz zmiany strategii gatunku, ale później nie odnosi uzyskanych wyników do tych zmian, ani nie dyskutuje ich w wyodrębnionych rozdziałach.

Zagadnienia merytoryczne. Za znaczący uważam brak jednoznacznego odniesienia wyników do jasno określonego taksonu wewnątrzgatunkowego, i to niezależnie od braku pełnej zgodności wśród taksonomów co do ujęć. Doktorantka na początku wyraźnie pisze, i słusznie, o istnieniu w Europie dwu podgatunków, dość powszechnie pojawiających się w literaturze i różniących się nie tylko rozmieszczeniem pionowym, ale – czego można się domyślać – także odmienną

ogólną strategią życiową uwarunkowaną również genetycznie. Ostatecznie jednak stwierdza:

„W niniejszej pracy założono, że nizinne i górskie populacje reprezentują jeden gatunek *Swertia perennis* L”. (str. 15).

Sama konstatacja nie jest błędna, bo jako podgatunki z definicji niejako są traktowane jako jeden gatunek. Pytanie tylko, czy tak ujęty gatunek jest bytem jednorodnym, z punktu widzenia uwarunkowanej genetycznie skali ekologicznej i sposobu reagowania na zmianę warunków siedliskowych. W to należy wątpić. A jeśli tak, to traktowanie i porównywanie podgatunków jako jednego i tego samego bytu (co doktorantka czyni) jest poważnym błędem metodycznym. Jeśli można mówić ostatecznie o „uniknięciu” tego błędu w dużym stopniu, to tylko dlatego, że ze względu na brak prawdziwie wysokogórskich populacji (wyjątek stanowią Karkonosze i Pilsko), otrzymane wyniki można odnieść w większości do podgatunku niżowego. W takim jednak przypadku doktorantka traci możliwość szerszych i bardzo interesujących, z punktu widzenia założonego celu pracy, porównań oraz jasnego rozróżnienia pomiędzy genetycznie uwarunkowanymi różnicami od tych, które są rezultatem odpowiedzi jedynie modyfikacyjnej i wynikają z plastyczności gatunku. Doktorantka założyła niesłusznie, że różnice w morfologii gatunku nie są taksonomicznie istotne i mają, podobnie jak i różnice w obserwowanych zmianach jego strategii, jedynie charakter modyfikacyjny. Nie rozróżnia zresztą, jak się wydaje, w sposób jasny obu form zmienności i zróżnicowania (tj. modyfikacyjnej i genetycznie uwarunkowanej). Widać to jasno w takich stwierdzeniach, powtarzających się zresztą kilkakrotnie, jak:

„*Diagnostyczne cechy morfologiczne stosowane w wyróżnianiu dwóch podgatunków (S.p. subsp. perennis oraz S.p. subsp. alpestris) różnicowały badane populacje z gór i nizin. Zaobserwowane różnice są raczej efektem odmiennych warunków ekologicznych w różnych częściach zasięgu i wskazują na odmiennie ekotypy niż odrębne podgatunki*” (m.in. na str.176).

Doktorantka zdaje się tu nie zauważać, że praktycznie każdy gatunek czy podgatunek (będący jednostką taksonomiczną genetycznie uwarunkowaną) jest równocześnie odmiennym ekotypem; utożsamianie zatem ekotypu ze zmiennością o charakterze modyfikacyjnym jest nieporozumieniem. Niekiedy zresztą, jak w przypadku „*cryptospecies*”, możemy mieć do czynienia z biologicznie odrębnym gatunkiem, tyle że bez jasno wyrażonej i łatwo zauważalnej ekspresji w morfotypie. Nota bene, jeśli różnice morfologiczne (także różnice w strategiach życiowych)

między populacjami niżowymi a górskimi dawały się zauważyć w odniesieniu do materiału tak słabo reprezentacyjnego dla gór, to co można by powiedzieć, gdyby materiał ten reprezentował pełny gradient wysokościowy. Przykładowo, najwyższe stanowiska z rejonu Tatr pochodziły z Podtatrza i zebrane zostały na wysokości około 900 m n.p.m. (środkowa część dolnego regła), tymczasem w Tatrach gatunek występuje także w reglu górnym, piętrze kosodrzewiny oraz piętrze alpejskim sięgając aż ponad 2000 m n.p.m. Co istotne, występuje tam (w Tatrach) na siedliskach zasadniczo odmiennych od podtatrzańskich czy szerzej beskidzkich (w Tatrach prawie zupełnie brak niskoturzycowych młak węglanowych – siedliska typowego dla niebielistki trwałej). Choć więc, ogólnie rzecz biorąc, materiał pod względem geograficznym został zebrany prawidłowo, to ten brak prób z pełnego gradientu wysokościowego Tatr uważam za poważny i uniemożliwiający w dużym stopniu pełną realizację zamierzenia badawczego. Co równie istotne, doktorantka nie dość krytycznie odnosi się do tego braku (jeśli w ogóle) w dyskusji wyników. Na usprawiedliwienie doktorantki trzeba jednak dodać, że trudno by jej było zrealizować temat w tym poszerzonym zakresie, bo i tak (przy bardzo szerokim zakresie prac uwzględnionych w doktoracie) musiała wykazać się wyjątkową pracowitością.

Język i terminologia. Pewnym mankamentem pracy jest także nie najlepszy styl jej napisania i pewna nieprecyzyjność w wyrażaniu myśli oraz używanie terminów potocznych, nie zawsze jasnych, bez ich doprecyzowania. Niekiedy doktorantka używa terminów powszechnie co prawda stosownych na gruncie ekologii, jak *konkurencja* czy *zdolności konkurencyjne*, ale jakby zapominała o braku jasnej, stojącej za nimi empirycznej treści (na co zwracano uwagę już wielokrotnie w literaturze przedmiotu). Nie jest też jasne, co doktorantka ma na myśli mówiąc o „statusie konserwatorskim” lub „wysokim statusie konserwatorskim”; nie odróżnia bowiem statusu ochronnego (gatunek częściowo czy ściśle chroniony) od statusu zagrożenia wyrażonego w ogólnie przyjętych kategoriach IUCN (por. str. 12 i kilka innych).

Niektóre, stosowane przez doktorantkę uogólnienia są nieprawdziwe, np. gdy pisze:

„Ich [mowa o siedliskach] przekształcanie bądź zanik prowadzą równocześnie do negatywnych zmian w populacjach gatunków roślin od nich zależnych (Laine i in. 1995; Bergamini i in. 2009), szczególnie w odniesieniu do wyspecjalizowanej grupy roślin jaką są gatunki stenotopowe (Noreika i in. 2016) czy taksony o zasięgu borealno-górskim (Lienert i in. 2002a,b; Vittoz i in. 2006).”

W zdaniu tym zdaje się nie zauważać, że wśród gatunków borealno-górskich mamy gatunki zarówno stenotopowe, jak i gatunki o szerszym, czy nawet bardzo szerokim, spektrum siedliskowym i fitocenotycznym (eurypowe) – dość wymienić niektóre gatunki wysokotorfowiskowe z jednej strony i borówkę zwyczajną lub niektóre gatunki traw z drugiej. Podobnie trzeba się odnieść do stwierdzenia:

„Szczególnie zagrożone są **gatunki specjalistyczne, silnie powiązane z siedliskiem**, np. **gatunki górskie, solniskowe, jak też torfowiskowe** (Bergamini i in. 2009) (str. 149)”. I dalej: „Wiadomo, iż **gatunki zagrożone wyginięciem, do których bez wątpienia należą specjaliści siedliskowi i gatunki górskie**, są bardziej podatne na procesy zachodzące w środowisku niż generaliści czy nawet całe zbiorowiska (McKinney i Lockwood 1999; Clavel i in. 2011)” (str. 150).

Po pierwsze każdy gatunek (szerzej, każdy byt żyjący) jest silnie powiązany z siedliskiem. Po drugie, nieprawdą jest, że wszystkie gatunki górskie to gatunki „specjalistyczne” i w związku z tym bardzo wrażliwe na zmiany siedliskowe a co za tym idzie zagrożone z ich powodu. Pod tym względem gatunki górskie i niżowe niewiele się różnią. W obu grupach znajdziemy liczne gatunki zarówno steno- jak i eurytopowe o zupełnie odmiennych reakcjach na zmiany siedliskowe. Wystarczy wziąć pod uwagę takie górskie stenotopy jak *Papaver tatricum* czy *Cochlearia tatrae* i obok taki eurytopowy gatunek jak *Potentilla aurea*. Podobne różnice znajdziemy nawet wśród grupy paleoendemitów zachodniokarpackich: stenotopowa *Delphinium oxyspalum* i eurytopowa *Soldanella carpatica*. W dodatku trzeba pamiętać, że jakiegokolwiek uogólnienia w tych kwestiach mogą prowadzić do błędnych wniosków z tego choćby powodu, że wrażliwość na zmiany środowiskowe, szczególnie antropogeniczne, może być różna u tego samego gatunku. Wynika to m.in. z faktu, że ten sam takson może mieć względnie szeroką skalę tolerancji na jeden czynnik środowiskowy i bardzo wąską na inny – pisałem kiedyś o tym poddając krytycznej analizie system faz degeneracyjnych Janusza B. Falińskiego.

Trudno orzec z czego wynika niezrozumiała dowolność, niejednoznaczność i niespójność, w określaniu kategorii zasięgowej badanego gatunku, skądinąd dość oczywistej (można było zresztą, odwołać się w tym względzie choćby do dostępnej dla gatunków naszej flory pracy M. i A. Zajaców). Tymczasem dowiadujemy się, że niebielistka zwyczajna jest gatunkiem cyrkum-borealnym i to w dodatku z centrum występowania w Alpach (str. 11), oraz, że:

Swertia perennis to gatunek o zasięgu cyrkumborealnym, o wyraźnej dysjunkcji, występujący od zachodnich wybrzeży Ameryki Płn., poprzez Europę, aż do masywów górskich w Azji Płd.-Zach.

(Hulten i Fries 1986, Ryc. 3) Ponadto gatunek charakteryzuje się dysjunkcją borealno-górską. Jego zwarty azjatycko-europejski zasięg geograficzny sięga od wschodnich Niemiec i Alp po europejską część Rosji (Piękoś-Mirkowa i Mirek 2006). Na terenie Europy zwarty zasięg jest coraz wyraźniej pofragmentowany na skutek zaniku siedlisk. Za centrum występowania gatunku w Europie uznaje się Alpy, choć znane są pojedyncze stanowiska z niżu (Lienert i in. 2002a).

Cicer cum caule. Cyrkumborealny, ale występuje także w górach i wykazuje dysjunkcję borealno-górską. Między europejską a azjatycką częścią zasięgu jest co prawda duża dysjunkcja, ale „zwarty [sic!] azjatycko-europejski zasięg” sięga „od wschodnich Niemiec i Alp po europejską część Rosji” (z czego wynika, że Alpy niemieckie i Niemcy to oddzielne byty, a idąc od zachodu euroazjatycka część zwartego zasięgu kończy się w europejskiej części Rosji. W tej sytuacji można sobie darować owo „choć” w ostatnim zdaniu przywołanego cytatu. Nota bene, w sytuacji, gdy sama doktorantka odnotowuje (str. 14) fakt istnienia odrębnych bliskich i być może wikaryzujących geograficznie taksonów w innych częściach zasięgu, należało podkreślić, że charakterystykę zasięgową podaje dla gatunku szeroko ujętego. Nie wydaje mi się, by tego typu błędy wynikały z przyczyn innych niż pewien pośpiech skutkujący niedopracowaniem tekstu. Ponieważ jednak jest ich w pracy więcej i dotyczą różnych zagadnień, pozwalam je sobie na tym przykładzie pokazać, bo z pewnością muszą być usunięte przy przygotowywaniu pracy do druku. Najczęściej nie wazą one w zasadniczy sposób na wartości pracy, ale z pewnością nie powinny się być w niej znaleźć; w niektórych bowiem przypadkach rodzą podejrzenie, że nie chodzi tylko o zwykłe niedopatżenia, ale także brak kompetencji ze strony doktorantki. Pozostałe uwagi odnoszące się do analogicznych przypadków zaznaczam w tekście pracy z nadzieją, że zostaną właściwie wykorzystane.

Częste używanie przez doktorantkę określenia **tych** zamiast **takich**, w przypadku, gdy wskazana jest jedynie kategoria obiektów, a nie obiekty konkretne, jest niestety błędem spotykanym także u zaawansowanych badaczy.

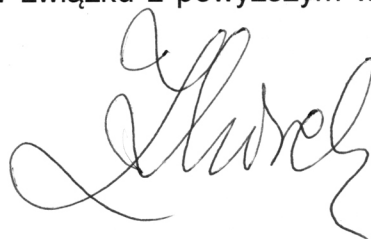
Nierzadko, przeplatając w danym akapicie czy podrozdziale konstatacje odnoszące się do badanego gatunku i równocześnie innych gatunków czy rodzajów, doktorantka utrudnia czytelnikowi zrozumienie tekstu i śledzenie wyводу.

Prezentacja wyników. W pracy daje się odczuć brak syntetycznie ujętej prezentacji wyników. W dużym stopniu zawarte są one w rozbudowanej dyskusji oraz końcowym rozdziale zatytułowanym „Wnioski”. Jest on pewną namiastką takiej syntezy, zawiera bowiem najważniejsze wyniki zebrane na dwu stronach w dziewięciu punktach.

Ważnym zastrzeżeniem, które jednak trzeba zgłosić co do jego treści jest ogólnikowość sformułowań, typu: "liczebność zmniejszała się z roku na rok" (o ile i w jaki sposób?); „była bardziej stabilna” (co to de facto znaczy?); „krytyczna wielkość była niższa” (jaka i o ile niższa?); „kwitną później” (kiedy kwitną i o ile później?); „efektywniej zapylane” (o ile efektywniej i w czym się to wyrażało? – brak danych ilościowych); „śmiertelność kształtowała się na niskim poziomie” (na jakim etapie rozwoju i jaki to był poziom?); „w górach stwierdzono mechanizm *trade off* pomiędzy nakładami na wzrost i reprodukcję” (a na niżu?); rozrastanie osobników było intensywniejsze (o ile i czy różnice były istotne i na jakim poziomie istotne?); jego (odpoczynku) frekwencja kształtowała się na niskim poziomie (na jakim i w stosunku do czego niskim?); liczba potomstwa powstającego w drodze autogamii jest niższa, a jego jakość gorsza (znowu brak danych liczbowych i jakichkolwiek porównawczych). Wszystkie te dane doktorantka ma w dyspozycji i należało je w podsumowaniu (tu zwanym wnioskami) zamieścić. Nie byłoby ono dużo dłuższe, a byłoby konkretne i lepiej prezentowało ostateczne wyniki.

Wnioski końcowe

Uważam, że przedstawiona mi do oceny praca pani magister Urszuli Biereżnoj-Bazille pt. „Historie życia i filogeografia niebielistki trwałej *Swertia perennis* L. w europejskiej części zasięgu geograficznego”, mimo pewnych ułomności wykazanych w recenzji, stanowi jako całość istotny i wartościowy wkład w poznanie biologii i ekologii gatunku, a w szczególności jego strategii życiowych będących odpowiedzią na zróżnicowane warunki środowiska. Doskonale przygotowuje i otwiera perspektywę dalszych, pogłębionych badań nie tylko w zakresie ekologii, ale także taksonomii i filogeografii. Jako taka, spełnia ona wszystkie istotne wymagania stawiane rozprawom doktorskim. W związku z powyższym wnoszę o dopuszczenie jej do publicznej obrony.



Prof. dr hab. Zbigniew Mirek

Instytut Botaniki im. Władysława Szafera PAN, Kraków

Kraków, 21.08.2018 r.