

**AUTOREFERAT**

1. IMIONA I NAZWISKO.....	2
2. POSIADANE DYPLOMY, STOPNIE NAUKOWE – Z PODANIEM NAZWY, MIEJSCA I ROKU ICH UZYSKANIA .....	2
3. INFORMACJE O DOTYCHCZASOWYM ZATRUDNIENIU W JEDNOSTKACH NAUKOWYCH ORAZ DOŚWIADCZENIU ZAWODOWYM .....	2
4. WSKAZANIE OSIĄGNIĘCIA WYNIKAJĄCEGO Z ART. 16 UST. 2 USTAWY Z DNIA 14 MARCA 2003 R. O STOPNIACH NAUKOWYCH I TYTULE NAUKOWYM ORAZ O STOPNIACH I TYTULE W ZAKRESIE SZTUKI (DZ. U. NR 65, POZ. 595, Z PÓŻN. ZM.).....	3
4A. Tytuł osiągnięcia naukowego .....	3
4B. Wykaz opublikowanych artykułów naukowych stanowiących podstawę habilitacji.....	3
4C. Omówienie cyklu prac wchodzących w zakres habilitacji.....	4
5. OMÓWIENIE POZOSTAŁYCH OSIĄGNIĘĆ NAUKOWO-BADAWCZYCH.....	16
5A. Przebieg pracy naukowo-badawczej przed uzyskaniem stopnia doktora.....	16
5B. Przebieg pracy naukowo-badawczej po uzyskaniu stopnia doktora .....	17

1. IMIONA I NAZWISKO: Marta Alicja Kolanowska

2. POSIADANE DYPLOMY, STOPNIE NAUKOWE – Z PODANIEM NAZWY, MIEJSCA I ROKU ICH UZYSKANIA

- 2012, Gdańsk Uniwersytet Gdański, Wydział Biologii - studia podyplomowe z Biologii Sądowej  
Tytuł pracy dyplomowej: Rola botanika w identyfikacji i wskazaniu źródła pochodzenia narkotyków konopnopochodnych
- 2012, Gdańsk Uniwersytet Gdański, Wydział Biologii - studia doktoranckie z Biologii, Ekologii i Mikrobiologii  
Tytuł rozprawy doktorskiej: Zróżnicowanie taksonomiczne i geograficzne przedstawicieli Orchidaceae na obszarze departamentu Valle del Cauca w Kolumbii
- 2009, Gdańsk Uniwersytet Gdański, Wydział Biologii - studia magisterskie  
Specjalizacja: biologia środowiskowa  
Tytuł pracy magisterskiej: Zmienność morfologiczna i genetyczna populacji *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soó (Orchidaceae) na wybranych obszarach Pomorza Gdańskiego

3. INFORMACJE O DOTYCHCZASOWYM ZATRUDNIENIU W JEDNOSTKACH NAUKOWYCH ORAZ DOŚWIADCZENIU ZAWODOWYM

- od 9 X 2012 Adiunkt naukowy w Katedrze Taksonomii Roślin i Ochrony Przyrody Uniwersytetu Gdańskiego
- VII 2013, VII 2012, Metaplantacja kruszczyka szerokolistnego (*Epipactis helleborine*) z terenu portu lotniczego Gdynia-Kosakowo
- X 2010, VIII 2011,

- VII 2010, X 2009 Współuczestnik metaplantacji gatunków objętych ochroną [kruszczyka rdzawoczerwonego (*Epipactis atrorubens*), kruszczyka szerokolistnego (*Epipactis helleborine*) i mikołajka nadmorskiego (*Eryngium maritimum*)] z terenu rozbudowy falochronu na Westerplatte
- V-IX 2010 Staż w ramach projektu „Ochrona zasobów mikołajka nadmorskiego (*Eryngium maritimum*) oraz ocena wpływu ruchu turystycznego na walory przyrodnicze rezerwatu Mechelińskie Łąki”
- X-XI 2009 Udział w projekcie „Restytucja roślinności torfowiskowej na zdegradowanych torfowiskach wysokich województwa pomorskiego”

4. WSKAZANIE OSIĄGNIĘCIA WYNIKAJĄCEGO Z ART. 16 UST. 2 USTAWY Z DNIA 14 MARCA 2003 R. O STOPNIACH NAUKOWYCH I TYTULE NAUKOWYM ORAZ O STOPNIACH I TYTULE W ZAKRESIE SZTUKI (Dz. U. NR 65, POZ. 595, Z PÓŹN. ZM.)

4A. Tytuł osiągnięcia naukowego

**Modelowanie niszy ekologicznej jako narzędzie w badaniach fitogeograficznych Orchidaceae**

4B. Wykaz opublikowanych artykułów naukowych stanowiących podstawę habilitacji

LP	Publikacja	Punkty MNiSW	IF	5-letni IF
1	Kolanowska M. 2013a. Glacial refugia and migration routes of the Neotropical genus <i>Trizeuxis</i> (Orchidaceae). Acta Soc. Bot. Pol. 82(3): 225-230 (DOI: 10.5586/asbp.2013.024)	15	0.59	0.48

2	Kolanowska M. 2013b. The naturalization status of African Spotted Orchid ( <i>Oeceoclades maculata</i> ) in Neotropics. Plant Biosystems (DOI: 10.1080/11263504.2013.824042).	25	1.91	1.73
3	Kolanowska M. 2013c. Niche Conservatism and the Future Potential Range of <i>Epipactis helleborine</i> (Orchidaceae). PLoS ONE 8(10): e77352 (DOI:10.1371/journal.pone.0077352).	40	3.73	4.24
4	Kolanowska M., Konowalik K. 2014. Niche conservatism and future changes in the potential area coverage of <i>Arundina graminifolia</i> , an invasive orchid species from Southeast Asia. Biotropica 46(2): 157-165 (DOI: 10.1111/btp.12089)	25	2.35	2.56
wkład merytoryczny: 50%, rewizja materiałów zielnikowych, zestawienie bazy danych, modelowanie rozmieszczenia nisz ekologicznych dla czasów współczesnych, przygotowanie dyskusji				
5	Kolanowska M., Szlachetko, D. L. 2014. Niche conservatism of <i>Eulophia alta</i> , a trans-Atlantic orchid species. Acta Soc. Bot. Pol. (DOI: 10.5586/asbp.2014.007)	15	0.59	0.48
wkład merytoryczny: 90%, analiza rozmieszczenia nisz ekologicznych, analiza wyników i przygotowanie dyskusji				
<b>Suma punktów MNiSW</b>		<b>120</b>		
<b>Sumaryczny IF</b>		<b>9.17</b>		

#### 4C. Omówienie cyklu prac wchodzących w zakres habilitacji

Storczykowate (Orchidaceae) są najbardziej zróżnicowaną, kosmopolityczną rodziną okrytozalążkowych. Pomimo znacznego zainteresowania tą grupą roślin naukowców zajmujących się różnymi aspektami ich biologii i ekologii, wiele podstawowych aspektów biogeografii Orchidaceae pozostało niezbadanych.

Jedną z przyczyn takiego stanu jest niemal zupełny brak danych paleobotanicznych na temat tej grupy roślin. Owoce storczykowatych zawierają bardzo liczne, bezbielmowe nasiona, których dotychczas nie wykryto w materiale kopalnym. Również makroszczątki Orchidaceae, niezdrewniałe łodygi oraz często pozbawione sklerenchymy liście, są niezwykle rzadko odnajdywane przez paleobotaników. W znacznej mierze wiąże się to z rozmieszczeniem storczykowatych, których największa różnorodność obserwowana jest na obszarach tropikalnych cechujących się szybkim tempem rozkładu materii organicznej. Dotychczas zidentyfikowane zostały liście przedstawicieli zaledwie dwóch rodzajów storczykowatych, *Dendrobium* Sw. oraz *Earina* Lindl. (Conran et al. 2009). Pośredni kopalny ślad tych roślin w postaci inkluzji owada z przyklejonymi pyłkowinami w bursztynie został opisany przez botaników z Harvard University w 2007 roku (Ramírez et al. 2007). Niedostateczna ilość danych paleobotanicznych ograniczała możliwość badania historii Orchidaceae, przede wszystkim w aspekcie ich postglacjalnej migracji.

Kolejną barierą w studiach nad storczykowatymi były znaczne braki w informacjach na temat ekologii tych roślin, przede wszystkim ich wymagań siedliskowych. Trudności w zebraniu danych na temat warunków życia licznych przedstawicieli Orchidaceae uniemożliwiały badania nad filogenetycznym konserwatyzmem niszy ekologicznej w obrębie tej grupy, a także określenie możliwych kierunków ekspansji poszczególnych gatunków.

Swoje badania poświęciłam możliwości wykorzystania komputerowych narzędzi służących do modelowania niszy ekologicznej na podstawie znanych lokalizacji populacji badanego taksonu (MaxEnt) oraz aplikacji zaprojektowanej do analizy otrzymanych modeli (ENMTools) w badaniach biogeograficznych nad Orchidaceae. Prace dotyczyły podstawowych aspektów fitogeografii, takich jak postglacjalne migracje oraz potencjalne modyfikacje zasięgów związane ze zmianami klimatycznymi, szczególnie w odniesieniu do taksonów inwazyjnych. Ponadto, wykorzystując wyżej wymienione narzędzia przeprowadziłam badania nad filogenetycznym konserwatyzmem niszy ekologicznej gatunków obcego pochodzenia oraz taksonu wykazującego dysjunkcję transatlantycką.

Poniżej przedstawiono opis celu naukowego każdej z prac oraz wpływ uzyskanych wyników na rozwój wiedzy z zakresu biogeografii Orchidaceae i możliwości dalszego wykorzystania zastosowanych metod badawczych.

Kolanowska M. 2013. Glacial refugia and migration routes of the Neotropical genus *Trizeuxis* (Orchidaceae). Acta Soc. Bot. Pol. 82(3): 225-230 (DOI: 10.5586/asbp.2013.024)

Celem pracy było określenie rozmieszczenia potencjalnych siedlisk monotypowego rodzaju *Trizeuxis* Lindl. podczas maksimum ostatniego zlodowacenia (LGM, ok. 26500-19000 lat temu) oraz odtworzenie możliwych dróg migracji tego taksonu wykorzystując technikę modelowania nisz ekologicznych. Badany gatunek jest rośliną epifityczną, najczęściej spotykaną na osobnikach *Psidium guajava* L. (gujawa pospolita), a także okazach należących do rodzajów *Citrus* L. oraz *Coffea* L. Ścisły związek *T. falcata* Lindl. z forofitem wykorzystano do wyznaczenia potencjalnych refugium glacialnych storczyka.

Na podstawie współczesnych lokalizacji populacji *T. falcata* i *P. guajava* oraz zmapowanych 19 zmiennych klimatycznych opracowanych przez Paleoclimate Modeling Intercomparison Project Phase II (Braconnot et al. 2007) uzupełnionych o dane nt. wysokości bezwzględnej stworzono modele rozmieszczenia nisz ekologicznych tych gatunków podczas LGM.

Mapa potencjalnego glacialnego zasięgu *T. falcata* została skompilowana z hipotetycznym rozmieszczeniem *P. guajava* w celu określenia lokalizacji potencjalnych refugium badanego przedstawiciela Orchidaceae podczas LGM. Rozmieszczenie ostoi zostało następnie porównane ze współczesnym zasięgiem geograficznym *T. falcata* umożliwiając wskazanie potencjalnych kierunków jego postglacialnej migracji.

Opisane badania były pierwszymi studiami fitogeograficznymi o charakterze biogeografii historycznej dotyczącymi Orchidaceae. Wyniki prac będą mogły zostać wykorzystane w opracowywaniu rozmieszczenia refugium oraz postglacialnej migracji innych organizmów, których szczątki nie są zakonserwowane w materiale kopalnym w stopniu umożliwiającym prowadzenie bezpośrednich badań paleobotanicznych.

Kolanowska M. 2013. The naturalization status of African Spotted Orchid (*Oeceoclades maculata*) in Neotropics. Plant Biosystems (DOI: 10.1080/11263504.2013.824042).

Wśród Orchidaceae taksony inwazyjne są niezwykle rzadkie. Zaledwie 90 z około 30000 gatunków tych roślin zostało umieszczonych na liście „Global compendium of weeds”, a natura ekspansji tych nielicznych roślin na nowe tereny pozostawała niezbadana przez lata.

Celem omawianej pracy było zweryfikowanie obecnego statusu afrykańskiego *Oeceoclades maculata* (Lindl.) Lindl., który współcześnie jest szeroko rozpowszechniony w Neotropiku, gdzie uznawany jest za gatunek inwazyjny (np. Cohen & Ackerman 2009). Nieznana pozostaje droga jaką takson ten przedostał się do Ameryki Południowej, lecz najbardziej prawdopodobnym źródłem inwazyjnych populacji były diaspory obecne w balastach statków przewożących niewolników w XVI wieku. Badania miały również na celu określenie czynników klimatycznych wpływających na jego obecne rozmieszczenie oraz przyszłych modyfikacji zasięgu związanych ze zmianami klimatycznymi.

Modelowanie nisz ekologicznych stworzono na podstawie lokalizacji populacji *O. maculata* oraz 19 zmapowanych zmiennych klimatycznych (Hijmans et al. 2005) uzupełnionych o informacje nt. wysokości bezwzględnej. W celu określenia możliwych zmian rozmieszczenia potencjalnych siedlisk badanego gatunku w roku 2080 przeprowadzono analizy dla trzech możliwych scenariuszy zmian klimatycznych (A1b, A2a oraz B2a) opracowanych przez udostępnionych przez CGIAR Research Program (Ramirez & Jarvis 2008). Do obliczenia stopnia nakładania się potencjalnego przyszłego zasięgu *O. maculata* wyznaczonego w trzech analizach wykorzystano aplikację ENMTools. W celu porównania nisz zajmowanych przez badany gatunek w różnych częściach zasięgu zestawiono trzy zestawy danych: pierwszy obejmował dane lokalizacyjne populacji Afrykańskich, drugi – Neotropikalnych, natomiast trzeci uwzględniał wszystkie stanowiska. Podobieństwo nisz ekologicznych określono na podstawie statystyk D oraz I (Schoener 1968, Warren et al. 2008) wykorzystując aplikację ENMTools.

Przeprowadzone analizy wykazały znaczące rozbieżności w niszach zajmowanych przez amerykańskie i afrykańskie populacje *O. maculata* (D=0.353, I=0.635). Dla obu grup kluczowym czynnikiem limitującym ich występowanie była sezonowość temperatury, jednak

wpływ pozostałych badanych zmiennych klimatycznych był niejednorodny. Neotropikalny zasięg badanego gatunku związany jest z rocznymi wahaniami temperatury, zaś w obrębie kontynentu Afrykańskiego główną rolę odgrywa wysokość opadów. Modelowanie przyszłego rozmieszczenia potencjalnych siedlisk *O. maculata* wykazało istotne różnice w zasięgu tego gatunku w zależności od przyjętego scenariusza zmian klimatycznych, jednak modyfikacje dotyczyć będą przede wszystkim granicznych części współcześnie zajmowanego terytorium.

Wyniki badań wskazują, że w chwili obecnej gatunek zajął już wszystkie potencjalne siedliska w Ameryce Południowej i powinien być rozpatrywany jako takson zadomowiony, niewykazujący dalszych możliwości ekspansji na tym obszarze. W Ameryce Północnej, zwłaszcza na Florydzie, wkraczanie *O. maculata* na kolejne naturalne siedliska wydaje się być prawdopodobne i w przypadku tych obszarów status gatunku inwazyjnego powinien zostać utrzymany.

W omówionej pracy zastosowano narzędzia służące do modelowania i analizy zmienności niszy ekologicznej w celu określenia współczesnego stopnia zadomowienia gatunku inwazyjnego o nieznanym źródle pochodzenia. Ponadto, przeprowadzone studia umożliwiły wskazanie obszarów Ameryki Północnej, które predestynowane są przez panujące tam warunki klimatyczne jako potencjalne obszary dalszej ekspansji badanego taksonu. Analogiczny tok badań może zostać z powodzeniem wykorzystany do weryfikacji statusu innych organizmów obcego pochodzenia oraz identyfikacji terenów, które należy objąć monitoringiem przyrodniczym.

Kolanowska M., Konowalik K. 2014. Niche conservatism and future changes in the potential area coverage of *Arundina graminifolia*, an invasive orchid species from Southeast Asia. *Biotropica* 46(2): 157-165 (DOI: 10.1111/btp.12089)

Kolejnym inwazyjnym przedstawicielem storczykowatych, który rozprzestrzenił się w Neotropiku jest *Arundina graminifolia* (D. Don) Hochr. W przeciwieństwie do *Oeceoclades maculata* ta azjatycka roślina rozpoczęła swoją ekspansję w Ameryce Północnej i na Karaibach w latach 60. XX wieku. W chwili obecnej inwazyjny zasięg



*A. graminifolia* rozciąga się od USA na północy do Kolumbii i Peru na południu. Celem prowadzonych badań było określenie konserwatywności niszy ekologicznej *A. graminifolia* oraz analiza przyszłego potencjału inwazyjnego tego gatunku.

W celu określenia podobieństwa siedlisk zajmowanych przez azjatyckie i neotropikalne populacje *A. graminifolia* bazę danych lokalizacyjnych podzielono na dwie grupy – inwazyjną i rodzimą. Poza statystykami D oraz I uprzednio wykorzystanymi w badaniach nad *O. maculata*, przeanalizowano również wartości indeksu nakładania się zasięgów, RR (relative rank), współczynnik korelacji Pearsona (C, Warren & Seifert 2011) oraz bias. W celu wizualizacji różnic pomiędzy populacjami azjatyckimi oraz inwazyjnymi przeprowadzono analizę PCA. Modelowanie nisz ekologicznych dla okresu 2020-2080 przeprowadzono na danych uwzględniających trzy scenariusze zmian klimatycznych (A1b, A2a oraz B2a) udostępnionych przez Ramireza & Jarvisa (2008). Dynamikę przyszłych modyfikacji zasięgu określono dla trzech regionów. Pierwszy uwzględniał wszystkie obszary lądowe, drugi południowo-wschodnią Azję (zasięg rodzimy, 38°N–27°S, 60°E–176°W), natomiast trzeci Neotropik (zasięg inwazyjny, 35°N–60°S, 125°W–24°W).

Wyniki badań wskazały wysoki stopień konserwatywności niszy ekologicznej *A. graminifolia*. Inwazja tego gatunku w Neotropiku nie wiązała się w tym przypadku z jego przystosowaniem się do nowych warunków siedliskowych. Przeprowadzone analizy wykazały natomiast, iż na kontynentach amerykańskich badany gatunek nie wykorzystuje wszystkich siedlisk, które mogłyby teoretycznie zostać wykorzystane przez populacje azjatyckie. Analiza PCA dowiodła, iż nisze preferowane przez *A. graminifolia* w Neotropiku stanowią jedynie część całkowitej amplitudy ekologicznej charakterystycznej dla grupy rodzimej. W obrębie zasięgu azjatyckiego występowanie *A. graminifolia* limitowane jest głównie przez ilość opadów, natomiast zasięg populacji inwazyjnych reguluje stałość temperatury. Przyszłe zmiany klimatyczne nie zmieniają diametralnie zasięgu badanego gatunku, jednak powierzchnia preferowanych siedlisk tego gatunku ulegnie zmniejszeniu według wszystkich przestudiowanych scenariuszy zmian klimatycznych. Wyraźny ubytek dostępnych nisz zaobserwowany został w modelach A1b oraz A2a i dotyczył przede wszystkim inwazyjnego zasięgu *A. graminifolia*. Potencjalna utrata siedlisk przez badany gatunek w Neotropiku może osiągnąć nawet 88%.

Uzyskane wyniki badań znajdują zastosowanie w pracach nad wszystkimi gatunkami inwazyjnymi, szczególnie w aspekcie ich amplitudy ekologicznej i możliwości ekspansji na nowe obszary. Ponadto, zastosowanie analogicznych metod umożliwi badania nad ekologicznym zróżnicowaniem występujących między populacjami jednego gatunku charakteryzującego się znaczną dysjunkcją zasięgową.

Kolanowska M. 2013. Niche Conservatism and the Future Potential Range of *Epipactis helleborine* (Orchidaceae). PLoS ONE 8(10): e77352 (DOI:10.1371/journal.pone.0077352).

Jak wykazano w dwóch uprzednio omówionych pracach, nie u wszystkich gatunków Orchidaceae obserwowany jest wysoki stopień konserwatyzmu niszy ekologicznej, choć dotychczas uważano, że przedstawiciele tej grupy charakteryzują się stosunkowo wąską amplitudą ekologiczną. Ponieważ w obydwu artykułach obiektem badań były taksony tropikalne, postanowiono przeprowadzić studia nad Euroazjatyckim gatunkiem reprezentującym Orchidaceae, *Epipactis helleborine* (L.) Crantz, który przystosowany jest do różnych warunków siedliskowych. Takson ten w swoim rodzimym zasięgu występuje zarówno w lasach liściastych, wydmach nadmorskich jak i siedliskach antropogenicznych. W roku 1879 po raz pierwszy odnotowano obecność badanego gatunku w USA, a jego ekspansja w Ameryce Północnej nasiliła się w latach 30. XX wieku. Badania molekularne nie wykazały znaczących różnic genetycznych między populacjami inwazyjnymi a rodzimymi (Squirrell et al. 2001). Przez lata uważano, że zdomowienie się *E. helleborine* na obu wybrzeżach USA związane było z podobieństwem strukturalnym tamtejszych lasów do zalesień występujących w Eurazji (Adamowski 1995). Z takiego założenia wynikałoby, iż badany gatunek wykorzystuje w Nowym Świecie część swojej amplitudy ekologicznej.

Analogicznie do poprzednio omówionych badań, również w niniejszych studiach nad konserwatyzmem niszy ekologicznej bazę danych lokalizacji *E. helleborine* podzielono na grupę inwazyjną oraz rodzimą. W celu porównania geograficznego rozmieszczenia siedlisk preferowanych przez amerykańskie i eurazjatyckie populacje wykorzystano indeks nakładania się zasięgów zaś w celu ustalenia podobieństwa zajmowanych nisz zastosowano statystki D, I oraz RR (Warren et al. 2010). Przeprowadzono trzy modelowania dla czasów współczesnych

– pierwsza analiza uwzględniała lokalizacje *E. helleborine* z całego zasięgu, druga dotyczyła wyłącznie inwazyjnych populacji, natomiast trzecia miała na celu ustalenie rozmieszczenia nisz odpowiednich dla populacji rodzimych. Dla wszystkich modeli określono wpływ poszczególnych zmiennych klimatycznych użytych w badaniach (Hijmans et al. 2005) na ostateczny kształt potencjalnego zasięgu studiowanych grup. Do modelowania dla roku 2080 (Ramirez & Jarvis 2008) wykorzystano wszystkie dostępne dane, bez podziału na lokalizacje amerykańskie i azjatyckie.

Mapy rozmieszczenia potencjalnych nisz ekologicznych różniły się we wszystkich trzech analizach stworzonych dla czasów współczesnych. Model bazujący na wszystkich znanych stanowiskach *E. helleborine* wykazał obecność odpowiednich siedlisk w zachodniej i centralnej Europie, włączając Wielką Brytanię, Norwegię i Islandię. Na wschód potencjalny zasięg rozciąga się do wschodniego wybrzeża Morza Czarnego, południowo-zachodnie podnóża Himalajów oraz obszar Korei i Japonii. Ponadto, nisze *E. helleborine* występują wzdłuż Archipelagu Aleutów do Wyspy Kodiak. W zasięgu inwazyjnym potencjalne nisze znajdują się na zachodnim wybrzeżu Ameryki Północnej, od południowo-wschodniej Kanady do Południowej Karoliny na południu, oraz wschodnich, nizinnych obszarach USA. Model utworzony na podstawie lokalizacji populacji amerykańskich różni się od omówionego brakiem potencjalnych siedlisk na wybrzeżu Morza Czarnego w Eurazji. Ponadto, analiza ta nie wykazała obecności odpowiednich nisz we wschodniej części Ameryki Północnej. Ostatni model, stworzony na podstawie lokalizacji populacji rodzimych wskazał centralną i wschodnią część Ameryki Północnej jako obszar, na którym mógłby zasiedlić się *E. helleborine*. Wizualne zróżnicowanie zostało potwierdzone w teście nakładania się zasięgów ( $I=0.3994$ ,  $D=0.1847$ ,  $RR= 0.7159$ ). Ponadto, rozmieszczenie populacji inwazyjnych i rodzimych okazało się być limitowane przez różne czynniki klimatyczne. W obrębie zasięgu amerykańskiego największy wpływ na występowanie *E. helleborine* wywiera ilość opadów w najbardziej suchym i zimnym kwartale roku. Rozmieszczenie azjatyckich populacji związane jest natomiast z wysokością temperatury w najchłodniejszym okresie roku. Obliczone indeksy podobieństwa niszy ekologicznej były natomiast stosunkowo wysokie:  $I=0.897$ ,  $D=0.685$ ,  $RR=0.860$ .

Zmiany klimatyczne nie zmieniają diametralnie zasięgu *E. helleborine*. Najistotniejsze modyfikacje rozmieszczenia potencjalnych siedlisk związane są ze scenariuszem A1b. We wszystkich trzech przestudiowanych modelach zmian klimatycznych ogólna powierzchnia nisz odpowiednich dla badanego gatunku ulegnie znacznej redukcji – potencjalne straty wahają się w zakresie 25% (A1b) – 40% (B2a).

Wyniki badań wskazały na unikalny charakter inwazji *E. helleborine*. Podczas gdy na zachodnim wybrzeżu Ameryki Północnej gatunek zasiedlił obszary o podobnych warunkach klimatycznych do panujących w jego rodzimym zasięgu, ekspansja na wschodnie wybrzeże wiązała się z przystosowaniem do innej niszy ekologicznej. Ponieważ wcześniej prowadzone badania nie wykazały znacznych różnic genetycznych między populacjami eurazjatyckimi i amerykańskimi adaptacja do nowych warunków siedliskowych była prawdopodobnie związana z szeroką amplitudą ekologiczną tego gatunku. Wydaje się, że w rodzimym zasięgu *E. helleborine* nie wykorzystuje wszystkich potencjalnych siedlisk, a zajęcie nowych obszarów na wschodnim wybrzeżu Ameryki Północnej wynikało z pełnego wykorzystania amplitudy ekologicznej. Takie wyjaśnienie tłumaczyłoby również szybkie tempo ekspansji w obrębie zasięgu inwazyjnego – dostosowanie się do nowych warunków na poziomie genetycznym z całą pewnością byłoby procesem czasochłonnym. Należy również zaznaczyć, że model rozmieszczenia nisz stworzony na bazie lokalizacji amerykańskich w pełni nakłada się ze znanym zasięgiem inwazyjnym *E. helleborine*. Wydaje się zatem, że należałoby rozważyć zmianę statusu tego gatunku na „zadomowiony”. Jego występowanie w stanach Montana, Kolorado oraz Nowy Meksyk jest prawdopodobnie tylko efemeryczne, niemniej jednak ze względu na duży potencjał inwazyjny populacje *E. helleborine* w tych regionach powinny być monitorowane. Jest to szczególnie istotne ze względu na możliwość hybrydyzacji z rodzimym amerykańskim gatunkiem *Epipactis - E. gigantea*. Ze względu na przewidywaną utratę siedlisk przez badany takson również w rodzimej części zasięgu należałoby również podjąć działania ochronne uwzględniające obszary występowania *E. helleborine*.

Przeprowadzone badania okazały się być zupełnie nowym wkładem w wiedzę na temat konserwatywności niszy ekologicznej. Podczas gdy w dotychczasowych badaniach nad organizmami ekspansywnymi obserwacje sugerowały znaczną zmianę amplitudy

ekologicznej w obrębie zasięgu inwazyjnego (np. Broennimann et al. 2007), inne wykazywały brak zmian w siedliskach zajmowanych na nowych obszarach (np. Palaoro et al. 2013). Opisana analiza po raz pierwszy wykazała niejednorodny charakter ekspansji gatunku inwazyjnego.

Kolanowska M., Szlachetko, D. L. 2014. Niche conservatism of *Eulophia alta*, a trans-Atlantic orchid species. Acta Soc. Bot. Pol. (DOI: 10.5586/asbp.2014.007)

*Eulophia alta* (L.) Fawc. & Rendle jest jedynym przedstawicielem rodzaju występującym naturalnie na kontynencie amerykańskim. Gatunek ten spotykany jest również w Afryce, gdzie skupiona jest większa część gatunków *Eulophia*. Celem badań było określenie stopnia konserwatywności niszy ekologicznej *E. alta* jako jednego z licznych gatunków Orchidaceae wykazującego zasięgową dysjunkcję transatlantycką.

Na potrzeby badań bazę danych lokalizacji populacji *E. alta* podzielono na dwie grupy: afrykańską i neotropikalną. Dla obu zestawów przeprowadzono modelowanie niszy ekologicznych zarówno dla współczesnych danych klimatycznych (Hijmans et al. 2005), jak i dla okresu maksimum ostatniego zlodowacenia (Braconnot et al. 2007). Jednocześnie, dla obu grup określono czynniki limitujące rozmieszczenie ich populacji, a także określono podobieństwo niszy zajmowanych przez populacje badanego gatunku (Schoener 1968, Warren et al. 2008).

Przeprowadzone analizy umożliwiły określenie lokalizacji glacialnych refugium *E. alta*, które zgodnie z mapami potencjalnej roślinności (Olson et al. 1983) obejmowały tropikalne lasy sezonowe oraz tropikalne sawanny i zalesienia. Nisze zajmowane przez badany gatunek w okresie ostatniego zlodowacenia pokrywają się z ich obecnymi siedliskami. Jednocześnie różnice między niszami współcześnie zajmowanymi przez *E. alta* na obu kontynentach okazały się być znaczące ( $D=0.657$ ,  $I=0.883$ ), co w połączeniu z brakiem istotnych różnic morfologicznych sugerowałoby preglacialne rozdzielenie się populacji badanego gatunku i ich niezależne dostosowywanie się do warunków klimatycznych. Kluczowym czynnikiem klimatycznym wpływającym na rozmieszczenie *E. alta* zarówno w Starym, jak i Nowym Świecie okazała się być sezonowość temperatury. Istotny wpływ

na zasięg badanego gatunku na kontynencie amerykańskim ma także ilość opadów w najchłodniejszym kwartale, natomiast występowanie afrykańskich populacji związane jest ze średnią temperaturą w analogicznym okresie.

Wyniki omówionych badań bez wątpienia znajdą zastosowanie w pracach biogeograficznych dotyczących wszystkich organizmów wykazujących dysjunkcję transatlantycką. Ponieważ taka przerwa zasięgowa obserwowana jest u około 110 rodzajów roślin okrytozalążkowych (Renner 2004), technika modelowania nisz ekologicznych wspomagać może wiele badań botanicznych.

Jak wcześniej wspomniano, *E. alta* jest jedynym przedstawicielem *Eulophia* traktowanym jako naturalny element flory neotropikalnej. Należy jednak zaznaczyć, iż w 2007 roku zaobserwowano na Florydzie ekspansję azjatyckiego gatunku, *E. graminea* Lindl., który był już wcześniej notowany jako gatunek inwazyjny na terytorium Republiki Południowej Afryki oraz Australii. W chwili obecnej liczba znanych populacji poza rodzimym zasięgiem tego storczyka jest zbyt niska, aby na ich podstawie przeprowadzić w pełni wiarygodną analizę biogeograficzną, również ze względu na nieznaną stopień zdomowienia tej rośliny na poszczególnych kontynentach. Zebrane dane umożliwiły niemniej porównanie niszy ekologicznej populacji Azjatyckich z inwazyjnymi. Wyniki wstępnych badań zostały przedstawione podczas konferencji BioDivEvo2014, która odbyła się w dniach 24-27 marca 2014 w Dreźnie (Kolanowska M. 2014. Niche conservatism and potential future expansion of *Eulophia graminea*. ss. 123-124. [W]: BioDivEvo2014. Senckenberg Naturhistorische Sammlungen Dresden). Przeprowadzone analizy wykazały wysoki stopień podobieństwa między badanymi grupami ( $I=0.898$ ,  $D=0.706$ ) pomimo różnic w głównych czynnikach limitujących ich rozmieszczenie. Zgodnie z uzyskanymi wynikami przyszłe zmiany klimatyczne nie wpłyną znacząco na zasięg *E. graminea*.

#### Literatura

Adamowski, W. 1995. Amerykańska kariera europejskiego storczyka. *Wiadomości Botaniczne* 39: 105–113.

- Broennimann, O., Treier, U. A., Müller-Schärer, H., Thuiller, W., Peterson, A. T. & Guisan, A. 2007. Evidence of climatic niche shift during biological invasion. *Ecol Lett* 10: 701–709.
- Braconnot, P., Otto-Bliesner, B., Harrison, S., Joussaume, S., Peterchmitt, J.-Y., Abe-Ouchi, A., Crucifix, M., Driesschaert, E., Fichefet, Th., Hewitt, C. D., Kageyama, M., Kitoh, A., Lâiné, A., Loutre, M.-F., Marti, O., Merkel, U., Ramstein, G., Valdes, P., Weber, S. L., Yu, Y., & Zhao, Y 2007. Results of PMIP2 coupled simulations of the mid-holocene and last glacial maximum – part 1: experiments and large-scale features. *Clim Past* 3(2): 261–277.
- Cohen, I. M. & Ackerman, J. D. 2009. *Oeceoclades maculata*, an alien tropical orchid penetrates a Caribbean rainforest. *Ann Bot* 104(3): 557–563.
- Conran, J. G., Bannister, J. M., Lee, D. E. 2009. Earliest orchid macrofossils: Early Miocene *Dendrobium* and *Earina* (Orchidaceae: Epidendroideae) from New Zealand. *Am J Bot* 96(2): 466–474.
- Hijmans, R. J., Cameron, S. E., Parra, J. L., Jones, P. G. & Jarvis, A. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *Int J Clim* 25(15): 1965–1978.
- Olson, J. S., Watts, J. A. & Allison, L. J. 1983. Carbon in live vegetation of major world ecosystems. Report DOE/NBB-0037 for US Dept. of Energy. Washington, WA: Carbon Dioxide Research Division.
- Palaoro, A. V., Dalosto, M. M., Costa, G. C. & Santos, S. 2013. Niche conservatism and the potential for the crayfish *Procambarus clarkii* to invade South America. *Freshwater Biol* 58: 1379–1391.
- Ramirez, J. & Jarvis, A. 2008. Disaggregation of global circulation model outputs. International Center for Tropical Agriculture (CIAT). Cali: CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security.
- Ramírez, S. R., Gravendeel, B. Singer, R. B. Marshall C. R. & Pierce, N. E. 2007. Dating the origin of the Orchidaceae from a fossil orchid with its pollinator. *Nature* 448: 1042–1045.
- Renner, S. 2004. Plant dispersal across the tropical Atlantic by wind and sea currents. *Int J Plant Sci* 165(S4): S23–S33.

- Schoener, T. W. 1968. The anolis lizards of bimini: resource partitioning in a complex fauna. *Ecology* 49(4): 704–726.
- Squirrell, J., Hollingsworth, P. M., Bateman, R. M., Dickson, J. H., Light, M. H. S, MacConaill, M. & Tebbitt, M. C. 2001. Partitioning and diversity of nuclear and organelle markers in native and introduced populations of *Epipactis helleborine* (Orchidaceae). *Am J Bot* 88(8): 1409–1418.
- Warren, D. L. & Seifert, S. N. 2011. Ecological niche modeling in MaxEnt: The importance of model complexity and the performance of model selection criteria. *Ecol Appl* 21: 335–342.
- Warren, D. L., Glor, R. E. & Turelli, M. 2008. Environmental niche equivalency versus conservatism: quantitative approaches to niche evolution. *Evolution* 62(11): 2868–2883.
- Warren, D. L., Glor, R. E. & Turelli, M. 2010. ENMTools: a toolbox for comparative studies of environmental niche models. *Ecography* 33: 607–611.

## 5. OMÓWIENIE POZOSTAŁYCH OSIĄGNIĘĆ NAUKOWO-BADAWCZYCH

### 5A. Przebieg pracy naukowo-badawczej przed uzyskaniem stopnia doktora

Badania nad storczykowatymi rozpoczęłam podczas studiów magisterskich prowadząc badania nad zmiennością genetyczną i morfologiczną lokalnych populacji *Dactylorhiza incarnata* oraz opracowując florę Orchidaceae Pienińskiego Parku Narodowego. Jednocześnie, wraz z zespołem Katedry Taksonomii Roślin i Ochrony Przyrody, uczestniczyłam w opracowywaniu skutecznych metod metaplantacji storczykowatych z terenów zagrożonych zniszczeniem (*Epipactis atrorubens*, *E. helleborine*).

W roku 2008 w konkursie „Kolumbia – kraj megaróżnorodny” organizowanym przez Ambasadę Republiki Kolumbii w Polsce (przy wsparciu Ministerstwa Środowiska) uzyskując II miejsce otrzymałam możliwość odbycia stażu w parku narodowym El Cocuy w północnej Kolumbii. Mój pobyt na terenie tego kraju związany był wówczas z programem “Guardaparques Voluntarios” Specjalnej Jednostki Administracyjnej ds. Parków Narodowych Ministerstwa Środowiska, Mieszkalnictwa i Rozwoju Terytorialnego Kolumbii. Doświadczenie to umożliwiło mi rozpoczęcie prac nad opracowaniem flory storczykowatych Republiki Kolumbii i podjęciem tematu badawczego „Różnorodność biologiczna



departamentu Valle del Cauca (Kolumbia) na przykładzie rodziny Orchidaceae”, który realizowałam podczas studiów doktoranckich na Uniwersytecie Gdańskim. Finansowe wsparcie badań zapewniło Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego przyznając grant promotorski (projekt N N304 043939).

Podczas przygotowywania rozprawy doktorskiej miałam możliwość współpracy z wiodącymi instytucjami naukowymi, m.in. Harvard University, Missouri Botanical Garden, Naturhistorisches Museum Wien, czy Royal Kew Botanic Garden. Rezultatem kooperacji z lokalnymi naukowcami było opublikowanie dwujęzycznej (angielsko-hiszpańskiej) monografii pt. „Orchids of the Yotoco Forest Reserve, Colombia”. Współpraca ta skutkowałą również przygotowaniem szeregu publikacji wydawanych w recenzowanych czasopismach hiszpańsko- i anglojęzycznych [m.in. A1, A2, B3, B7, B8]. Wstępne wyniki badań prowadzonych w ramach studiów doktoranckich przedstawiłam w roku 2011 podczas konferencji BioSystematics, która odbyła się w Berlinie.

Rozprawę doktorską obroniłam w dniu 18 maja 2012 roku. Praca została wyróżniona przez Radę Wydziału Biologii UG oraz nagrodzona przez Gdańskie Towarzystwo Naukowe w konkursie dla młodych pracowników nauki w dziedzinie nauk o Ziemi.

#### 5B. Przebieg pracy naukowo-badawczej po uzyskaniu stopnia doktora

Po pozytywnej obronie rozprawy doktorskiej kontynuowałam badania nad Neotropikalnymi przedstawicielami Orchidaceae. Po ukończeniu prac nad opracowaniem flory storczykowatych kolumbijskiego departamentu Valle del Cauca przygotowano cykl monografii zawierający opisy wszystkich gatunków występujących na terenie badań wraz z kluczami do ich oznaczania i mapami występowania. Dwa z czterech tomów „Orchids of the Department of Valle del Cauca (Colombia)” zostały już opublikowane przez wydawnictwo Koeltz Scientific Publishers w Niemczech.

Badania taksonomiczne dotyczyły systematyki i określania granic rodzajowych w obrębie kompleksu *Erycina*. Na podstawie wyników badań molekularnych nad podplemieniem Oncidiinae zespół naukowców z University of Florida zaproponował włączenie do *Erycina* przedstawicieli rodzajów *Psycmorchis* oraz *Stacyella*. Celem prowadzonych prac była analiza morfologiczna roślin reprezentujących omawiane taksony.

Przebadano okazy zdeponowane w dziewięciu europejskich i amerykańskich herbariach. Po usystematyzowaniu wiedzy na temat różnorodności obserwowanej w obrębie ich cech wegetatywnych i kwiatowych zaproponowano utrzymanie wszystkich trzech taksonów w randze rodzajowej [A15]. Przedstawiciele *Psygmorchis* charakteryzują się brakiem pseudobulw oraz wachlarzowatym ułożeniem liści, natomiast gatunki *Staycella* mogą zostać odróżnione od *Erycina* na podstawie obecności pochew liściowych u podstawy pseudobulw. W wyniku rewizji materiałów zielnikowych opisano również dwa nowe gatunki *Psygmorchis*.

Kolejne prowadzone badania dotyczyły różnorodności rodzaju *Psilochilus* opisanego w 1882 roku. Rośliny należące do tego taksonu produkują mięsiste, omszone korzenie, które wyrastają z dolnej części kłącza. Lekko sfałdowane liście tych roślin rozmieszczone są wzdłuż wzniesionego pędu. Zresupinowane, niepozorne kwiaty *Psilochilus* są zebrane w kwiatostanie typu grono. Listki okwiatu są niezrośnięte, natomiast warzka jest wyraźnie 3-łatkowa, ozdobiona liniowym, delikatnym kallusem biegnącym w 1-3 rzędach wzdłuż środkowej części warzki. Długi i smukły prętosłup jest łukowato wygięty, nieco zgrubiały u szczytu. Gatunki należące do *Psilochilus* są roślinami naziemnymi, zwykle spotykanymi w mokrych lasach górskich oraz lasach mgielnych. Populacje przedstawicieli rodzaju odnajdywane były zarówno w regionach przybrzeżnych (ok. 200 m n.p.m.), jak i górskich (ok. 2500 m n.p.m.). Zasięg geograficzny *Psilochilus* rozciąga się od południowego Meksyku do Brazylii.

Do roku 2012 znanych było zaledwie siedem gatunków należących do tego rodzaju, jednak prowadzone prace skutkowały opisaniem siedmiu nowych dla nauki: *P. vallecaucus*, *P. tuerckheimii*, *P. antioquiensis*, *P. crenatifolius*, *P. sanderianus*, *P. alicjae* oraz *P. hatschbachii* [A2, A3, A10, A11, A16]. Przygotowano także trzy prace mające na celu usystematyzowanie wiedzy na temat grup gatunków w obrębie rodzaju: kompleksu *P. modestus*, *P. macrophyllus* oraz *P. physurifolius*. Pierwsza z serii prac została opublikowana w czasopiśmie *Annales Botanici Fennici* [A3], natomiast dwie kolejne są obecnie recenzowane. Ponadto, skompilowane zostało opracowanie dotyczące kolumbijskich przedstawicieli rodzaju – praca została przyjęta do druku przez czasopismo *Systematic Botany*.

Kolejnym taksonem, którego zróżnicowanie gatunkowe wymagało zrewidowania był jedyny Neotropikalny przedstawiciel Angrecinae – opisany w 1881 roku rodzaj *Campylocentrum*. Zaliczane do niego są zarówno rośliny ulistnione, jak i bezlistne, które produkują niezresupinowane, bardzo drobne kwiaty zebrane w boczne, gęste kwiatostany. Listki okwiatu są wolne lub częściowo zrosnięte, a niepodzielona bądź 3-łatkowa warzka zaopatrzona jest w ostrogę. Krótki prętosłup tych roślin jest gładki lub zaopatrzony w niewielkie wyrostki po obu stronach znamienia.

Przeprowadzone badania wykazały liczne błędy w oznaczaniu tych roślin wynikające prawdopodobnie z powszechnego bazowania taksonomów na cechach wegetatywnych tych roślin. W celu przeprowadzenia badań porównawczych i zagwarantowania poprawnej identyfikacji okazów, przeanalizowano okazy-typy zdeponowane przede wszystkim w europejskich herbariach. Wynikiem badań było opisanie 12 nowych gatunków *Campylocentrum*, głównie z terytorium Republiki Kolumbii [m.in. A17, A24]. Ponadto, zrewidowano status *Angraecum weigeltii*, który dotychczas uważany był za synonimiczny z *C. fasciola*. Przeprowadzone prace wykazały jednak różnice w budowie kwiatów (warzki i ostrogi) obu gatunków. Konieczne zatem było zaproponowanie nowej kombinacji w obrębie rodzaju - *Campylocentrum weigeltii* [A25].

W dalszej kolejności przeprowadzono prace nad wysokogórskim rodzajem *Pterichis* opisanym w roku 1840. Należą do niego rośliny naziemne, których bazalne liście często są zrzucane podczas kwitnienia. Niezresupinowane kwiaty są zebrane w kwiatostan typu grono. Zarówno przysadki kwiatowe jak i załącznik są gęsto orzęsione lub omszone. Warzka jest wklęsła, zwykle ozdobiona licznymi wyrostkami wzdłuż brzegów. Prętosłup przedstawicieli *Pterichis* jest krótki, pozbawiony wyrostków. Geograficzny zasięg rodzaju rozciąga się od Kostaryki do Argentyny, jednak największa różnorodność gatunkowa obserwowana jest w tropikalnych Andach. Populacje *Pterichis* najczęściej rosną w krzewiastym lub trawiastym paramo i subparamo, choć odnajdywane były również w lasach wysokogórskich powyżej 2600 m n.p.m.

Prowadzone prace miały na celu rewizję kolumbijskich przedstawicieli rodzaju. Po raz pierwszy *Pterichis* został odnaleziony w tym kraju w 1920 roku, natomiast na najnowszej liście kolumbijskich storczykowatych znalazło się dziewięć gatunków

należących do tego taksonu. Przeprowadzone badania skutkowały opisaniem sześciu nowych dla nauki gatunków *Pterichis* [m.in. A18, A26, B18]. Wszystkie znane są z pojedynczych stanowisk i dotychczas nie stwierdzono ich obecności w innych krajach andyjskich.

Podczas prac w herbariach prowadzone były również badania mające na celu opracowanie flory Orchidaceae Republiki Kolumbii. Podczas gdy sąsiadujące państwa doczekały się obszernych prac traktujących o różnorodności krajowych storczykowatych, dotychczasowa wiedza o kolumbijskich przedstawicielach rodziny ogranicza się do opisów morfologicznych notowanych tam rodzajów oraz listy gatunków, których obecność odnotowano do roku 2007. Wraz z zespołem Katedry Taksonomii Roślin i Ochrony Przyrody UG oraz lokalnymi naukowcami opisałam z terytorium Kolumbii ponad 50 nowych dla nauki gatunków reprezentujących ponad 20 rodzajów [m.in. A4-A10, A12-A14, A21-A23, A28-A33, A36-A37]. Przygotowano również kompletne opracowania kilku kolumbijskich taksonów, m.in. *Mesadenella* [A7], *Myrosmodes*, *Psilochilus* oraz *Pterichis*. Rewizje materiałów zielnikowych skutkowały ponadto odnalezieniem nowych gatunków w innych krajach neotropikalnych, m. in. Kostaryce [A35] oraz Wenezueli [A19, A34].

W roku 2013 zrewidowano także status *Ponthieva micromystax* [A20]. Takson ten nie został nigdy formalnie opisany, a wspomniana nazwa zapisana została na dwóch arkuszach zielnikowych zdeponowanych w zielniku Naturhistorisches Museum Wien. Wszystkie okazy zostały zebrane przez jednego kolekcjonera na terytorium Republiki Kolumbii, jednak przeprowadzone badania wykazały, że rośliny te należą do dwóch różnych rodzajów. Pierwsza była przedstawicielem rodzaju *Ponthieva*, jednak nie reprezentowała żadnego znanego współcześnie gatunku tego taksonu. Drugi arkusz zawierał okazy reprezentujące *Ocampoa* – rodzaj, który dotychczas uważany był za monotypowy takson meksykański. W wyniku badań opublikowano zatem dwa nowe taksony - *Ponthieva micromystax* oraz *Ocampoa kraenzliniana*.

Kolejne badania taksonomiczne dotyczyły środkowoamerykańskiego rodzaju *Deiregyne*, którego kompozycja gatunkowa jest tematem dyskusji botaników od lat 80. XX wieku. Niezgodność w koncepcjach jest wynikiem niewskazania przez autora rodzaju gatunku-typu oraz ukazanie się w roku 1982 dwóch prac, w których autorzy zaproponowali różne lektotypy dla *Deiregyne* - *Spiranthes chloraeiformis* oraz *S. hemichrea*. Kolejne

systemy klasyfikacyjne Spiranthinae różniły się pod względem przyjętego typu, co w konsekwencji doprowadziło do powstania niezgodności w kompozycji rodzajowej całego podplemienia. Rozbieżności dotyczyły głównie składu gatunkowego *Aulosepalum* oraz *Burnsbaloghia*. Przeprowadzone badania wskazały za właściwe typizowanie *Deiregyne* przez *S. hemichrea*, a wyniki prac zostały opublikowane w czasopiśmie Taxon [A27].

*Kolanowska*