



Jesteśmy częścią sieci
European University of
Post-Industrial Cities (UNIC)



AUTOREFERAT

Dr Agnieszka Rewicz

**Katedra Geobotaniki i Ekologii Roślin
Wydział Biologii i Ochrony Środowiska
Uniwersytet Łódzki**

Łódź, 2023

SPIS TREŚCI

- 1. Imię i nazwisko**
- 2. Posiadane dyplomy i stopnie naukowe**
- 3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych**
- 4. Wskazanie osiągnięcia naukowego wynikającego z art. 219 ust. 1. pkt 2b Ustawy z dnia 20lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.)**
 - 4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego
 - 4.2. Wykaz publikacji naukowych stanowiących podstawę osiągnięcia naukowego
 - 4.3. Omówienie celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania
 - 4.3.1. Wprowadzenie
 - 4.3.2. Cel naukowy badań
- 5. Informacja o wykazaniu się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej**
 - 5.1. Działalność naukowa przed doktoratem oraz w trakcie doktoratu
 - 5.2. Działalność naukowa po uzyskaniu stopnia naukowego doktora
 - 5.3. Współpraca z ośrodkami międzynarodowymi w zakresie prowadzonych projektów naukowych
 - 5.4. Nagrody
- 6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę**
 - 6.1. Działalność dydaktyczna
 - 6.2. Działalność popularyzująca naukę po uzyskaniu stopnia doktora

1. Imię i nazwisko

Agnieszka Rewicz

2. Posiadane dyplomy i stopnie naukowe

2008 Magister biologii, botanika, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Łódzki

Temat: *Historia i kolekcje Ogródów Dydaktyczno–Doświadczalnych Uniwersytetu Łódzkiego w latach 1945–2008. Opiekun pracy: prof. dr hab. Józef K. Kurowski, Katedra Geobotaniki i Ekologii Roślin, Uniwersytet Łódzki*

2015 Doktor nauk biologicznych, dyscyplina: ekologia roślin, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Łódzki

Temat: *Biologia i ekologia Epipactis helleborine L. Crantz (Orchidaceae) na siedliskach naturalnych i antropogenicznych. Promotor: dr hab. Jeremi Kołodziejek, prof. UŁ, Katedra Geobotaniki i Ekologii Roślin, Uniwersytet Łódzki; promotor pomocniczy: dr hab. Anna Jakubka-Busse, prof. UW, Wydział Nauk Biologicznych, Zakład Botaniki, Uniwersytet Wrocławski*

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

2008–2015 asystent, Katedra Geobotaniki i Ekologii Roślin, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Łódzki,

2015–2020 adiunkt, Katedra Geobotaniki i Ekologii Roślin, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Łódzki,

2020–2022 adiunkt, Katedra Biogeografii, Paleoekologii i Ochrony Przyrody, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Łódzki,

2022–obecnie adiunkt, Katedra Geobotaniki i Ekologii Roślin, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Łódzki.

Dłuższe przerwy w pracy naukowej:

grudzień 2014–maj 2015 – zwolnienie lekarskie (6 miesięcy)

maj 2015–wrzesień 2015 – urlop macierzyński (5 miesięcy)

październik 2015–styczeń 2016 – urlop rodzicielski (4 miesiące)

styczeń 2019–marzec 2019 – zwolnienie lekarskie (3 miesiące)

marzec 2019–sierpień 2019 – urlop macierzyński (6 miesięcy)

sierpień 2019–marzec 2020 – urlop rodzicielski (6 miesięcy)

4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r.

Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.)

4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego:

Osiągnięcie naukowe stanowi cykl **8 (H1 – H8)** powiązanych tematycznie publikacji naukowych z lat 2017-2022 pod wspólnym tytułem:

***Zastosowanie ultrastruktury oraz analizy kształtu nasion i owoców jako
przydatnego narzędzia w identyfikacji na różnych stopniach
hierarchii taksonomicznej***

4.2. Wykaz publikacji naukowych stanowiących podstawę osiągnięcia naukowego

Tabela 1. Lista publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego zgłoszonego we wniosku habilitacyjnym wraz ze wskaźnikami bibliometrycznymi i opisem mojego udziału w ich powstaniu. Dane dotyczące wskaźników IF pochodzą z Journal Citation Reports z bazy Clarivate (<https://jcr.clarivate.com/>).

<p>H1</p>	<p>Rewicz A.*, Bomanowska A., Magda J., Rewicz T. 2017. <i>Morphological variability of <i>Consolida regalis</i> Gray seeds of South-Eastern and Central Europe</i>. Systematics and Biodiversity 15:25–34.</p> <p>*Autor korespondencyjny</p> <p>IF(2017) = 2,215; MNiSW (2017) = 30 pkt</p> <p><i>Mój wkład w powstanie pracy polegał na: (i) opracowaniu koncepcji badań, (ii) zebraniu w terenie materiału do badań, opracowaniu metody – wyznaczeniu cech ilościowych pomiarów nasion za pomocą programu metrycznego, (iii) wykonaniu zdjęć SEM (skaningowy mikroskop elektronowy), (iv) opracowaniu opisów cech jakościowych na podstawie zdjęć SEM, opracowaniu danych ilościowych (analiza statystyczna, interpretacja), (v) ocenie merytorycznej wyników, przygotowaniu tabel (TabeleS1, S2, 1, 2 i rycin (Ryc. 2–5), (iv) przeglądzie literatury i napisaniu pierwszej wersji manuskryptu. Jako pierwszy autor publikacji i autor korespondencyjny odpowiadałam za przygotowanie odpowiedzi na recenzję oraz korektę pracy po recenzjach.</i></p>
<p>H2</p>	<p>Martín-Gómez JJ., Rewicz A., Cervantes E. 2019. <i>Seed Shape Diversity in families of the Order Ranunculales</i>. Phytotaxa 425: 4.</p> <p>IF(2019) = 1,225; MNiSW (2021) = 70 pkt</p> <p><i>Mój wkład w powstanie pracy polegał na: (i) współudziale w opracowaniu koncepcji badań, (ii) dostarczeniu części materiału do analiz,(iii) współudziale w interpretacji danych, (iv) współudziale w przeglądzie literatury, przygotowaniu manuskryptu (uczestniczyłam w przygotowaniu wstępu, wyników oraz dyskusji) i jego korekcie po recenzji.</i></p>
<p>H3</p>	<p>Rewicz A.*, Marciniuk J., Marciniuk P. 2020. <i>Achene micromorphology and its taxonomic significance in some species in <i>Taraxacum</i> sect. <i>Palustria</i> (Asteraceae)</i>. PhytoKeys 166:1–28.</p> <p>*Autor korespondencyjny</p>

	<p>IF(2020) = 1,635; MNiSW (2020) = 100 pkt</p> <p><i>Mój wkład w powstanie pracy polegał na: (i) współudziale w opracowaniu koncepcji badań, (ii) wykonaniu zdjęć skaningowych SEM, wykonaniu pomiarów cech ilościowych w oparciu o zdjęcia skaningowe, (iii) opracowaniu danych ilościowych (analiza statystyczna, interpretacja), (v) współudziale w interpretacji, ocenie wyników, (vi) przygotowaniu tabel (Tabele 2 i 3) i rycin (Ryc. 2–5, Materiałów uzupełniających 1-28), (iv) współudziale w przeglądzie literatury, przygotowaniu manuskryptu, wspólnego przygotowania odpowiedzi na recenzję oraz korekty pracy po recenzjach.</i></p>
H4	<p>Rewicz A.*, Adamowski W., Borah S., Gogoi R. 2020. <i>New Data on Seed Coat Micromorphology of Several Impatiens spp. from Northeast India</i>. Acta Societatis Botanicorum Poloniae 89(3):89312.</p> <p>*Autor korespondencyjny</p> <p>IF(2020) = 0,943; MNiSW (2020) = 70 pkt</p> <p><i>Mój wkład w powstanie pracy polegał na: (i) opracowaniu koncepcji badań, (ii), opracowaniu opisów cech jakościowych i pomiarze cech ilościowych na podstawie zdjęć SEM, (iii) ocenie merytorycznej wyników, przygotowaniu rycin (Ryc. 1-3) i tabeli (numer 2), (iii) przeglądzie literatury i przygotowaniu pierwszej wersji manuskryptu, (iv) jako pierwszy autor publikacji i autor korespondencyjny odpowiadałam za przygotowanie odpowiedzi na recenzję oraz korektę pracy po recenzjach.</i></p>
H5	<p>Martín-Gómez JJ., Rewicz A., Rodríguez-Lorenzo JL., Janoušek B., Cervantes E. 2020. <i>Seed Morphology in Silene Based on Geometric Models</i>. Plants 9: 1787.</p> <p>IF(2020) = 3.935; MNiSW (2020) = 70 pkt</p> <p><i>Mój wkład w powstanie pracy polegał na: (i) dostarczeniu części materiału do analiz, (ii) współudziale w interpretacji wyników, przygotowaniu tabel (numer 9), (iv) współudziale w przeglądzie literatury, przygotowaniu manuskryptu (opracowaniu części wstępu, wyników oraz dyskusji), i jego korekcie po recenzji.</i></p>

<p>H6</p>	<p>Rewicz A.*, Myśliwy M., Adamowski W., Podlasiński M., Bomanowska A. 2020. <i>Seed morphology and sculpture of invasive <i>Impatiens capensis</i> Meerb. from different habitats</i>. PeerJ 8:e10156.</p> <p>*Autor korespondencyjny</p> <p>IF(2020) = 2,984; MNiSW (2020) = 100 pkt</p> <p><i>Mój wkład w powstanie pracy polegał na: (i) opracowaniu koncepcji badań, (ii) opracowaniu materiału pod mikroskopem skaningowym wraz z przygotowaniem opisu ultrastruktury nasion, (iii) analizie statystycznej, (v) współudziale w ocenie merytorycznej wyników, przygotowaniu tabel (Tabel 1-5, S1), rycin (Ryc. 1-3, 5, 6), (iv) przeglądzie literatury i napisaniu pierwszej wersji manuskryptu, współodpowiadałam za przygotowanie odpowiedzi na recenzję oraz korektę pracy po recenzjach.</i></p>
<p>H7</p>	<p>Rewicz A., Kolanowska M., Kras M., Szlachetko D. 2022. <i>Preliminary studies on variation in the micromorphology of the seed coat in <i>Habenaria</i> s.l. (Orchidaceae) and relatives</i>. Botanical Journal of the Linnean Society 200(1):104–115.</p> <p>IF(2022) = 2,828; MNiSW (2022) = 100 pkt.</p> <p><i>Mój wkład w powstanie pracy polegał na: (i) współudziale w opracowaniu koncepcji badań, (ii) wykonaniu zdjęć SEM nasion oraz opracowaniu opisów cech jakościowych na podstawie zdjęć SEM, (iv) wykonaniu pomiarów nasion i zarodków za pomocą programu metrycznego (v) opracowaniu danych (analiza statystyczna, interpretacja), (v) współudziale w ocenie merytorycznej wyników, przygotowaniu tabeli (numer 1) i rycin (Ryc. 1-3), Materiałów uzupełniających (Ryc. S1-S26, Appendix S1-S5), (iv) współudziale w napisaniu manuskryptu, przygotowaniu odpowiedzi na recenzję oraz korektę pracy po recenzji.</i></p>

H8	<p>Rewicz A.*, Torbicz W., Zavalova L., Kucher O., Shevera MV., Rewicz T., Kiedrzyński M., Bomanowska A. 2022. <i>Seed variability of Sisymbrium polymorphum (Murray) Roth (Brassicaceae) across the Central Palaeartic</i>. <i>PhytoKeys</i> 206:87-107.</p> <p>*Autor korespondencyjny, podwójna afiliacja</p> <p>IF(2021) = 1,317; MNiSW (2022) = 100 pkt</p> <p><i>Mój wkład w powstanie pracy polegał na: (i) współudziale w opracowaniu koncepcji badań, (ii) pozyskaniu materiału ze zbiorów zielnikowych, (iii) wykonaniu zdjęć SEM (skaningowy mikroskop elektronowy) oraz opracowaniu opisów cech jakościowych na podstawie zdjęć SEM, (iv) opracowaniu danych (analiza statystyczna, interpretacja), (v) ocenie merytorycznej wyników, przygotowaniu tabeli (numer 1) i rycin (Ryc. 2–8), Materiałów uzupełniających (Ryc. S1, Appendix S1, S2, S3), (iv) przeglądzie literatury i napisaniu zasadniczej części manuskryptu. Jako pierwszy autor publikacji i autor korespondencyjny odpowiadałam za przygotowanie odpowiedzi na recenzje oraz korektę pracy po recenzjach.</i></p>
-----------	---

Oświadczenia współautorów publikacji składających się na osiągnięcie naukowe oraz kopie publikacji zostały umieszczone w załącznikach: oświadczenia współautorów (Załącznik 4), kopie publikacji (Załącznik 5).

4.3. Omówienie celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

4.3.1. Wprowadzenie

Dzięki dynamicznemu rozwojowi nowych technik badawczych, współczesna taksonomia może korzystać z wielu nowych źródeł, jeszcze do niedawna niedostępnych, przy określaniu granic taksonów o różnej randze (Fass 1973; Agnarsson i Kuntner 2007). Jest to ogromna różnica w stosunku do taksonomii klasycznej, w której taksony były opisywane w oparciu przede wszystkim o cechy morfologiczne.

Jedną z najważniejszych cech diagnostycznych w taksonomii roślin obok morfologii kwiatu jest budowa nasion i owoców, a szczególnie ich ultrastruktura oraz kształt. Cechy

nasion i owoców, są istotne na różnych poziomach hierarchii taksonomicznej (Heywood 1967; Stace 1992). Analiza karpologiczna pozwala odnaleźć wspólne cechy taksonomiczne nasion, czy owoców m.in. dla rodzin, co zostało wykazane w różnych grupach roślin (Gamarra i in. 2007, 2008, 2010, 2012). Współczesna karpologia wykorzystuje nowoczesne metody obrazowania (np. *transmission electron microscopy (TEM)*, *freeze-etch (Fe)*, mikroskopie fluorescencyjną, skaningowy mikroskop elektronowy - SEM, techniki obrazowania 3D), które umożliwiają bardzo szczegółową analizę ich ultrastruktury (rzeźby) (**H1**). Dane dotyczące makro- i mikrostruktury nasion i owoców są istotne dla taksonomii roślin na wybranych poziomach taksonomicznych (Bacchetta i in. 2011; Constantinidis i in. 2001; Saadaoui i in. 2013) i badań ekologicznych, co jest dobrze widoczne zwłaszcza w kontekście badań filogenetycznych. Umożliwiają też identyfikację wielu taksonów, w tym krytycznych (Constantinidis i in. 2001; Cai i in. 2013; Novikoff i Jabbour 2014).

Kształt, obok rzeźby nasion i owoców jest jedną z najbardziej stałych cech taksonomicznych (Gamarra i in. 2007). Kształt nasion i owoców zgodnie z założeniami tradycyjnej taksonomii określany jest na podstawie podobieństwa badanej struktury do wybranej figury geometrycznej, co powoduje, że często mamy do czynienia z bardzo różnymi często subiektywnymi opisami tej cechy, ze względu na odmienne postrzeganie jej przez badaczy. Obecnie do określenia kształtu w karpologii z powodzeniem wykorzystuje się metody takie, jak geometryczne modele kształtu np., IndexJ (Cervantes i in. 2016).

Uzasadnienie podjęcia tematu badań

Po raz pierwszy badania z zakresu karpologii prowadziłam podczas realizacji rozprawy doktorskiej dotyczącej biologii i ekologii kruszczyka szerokolistnego (*Epipactis helleborine* (L.) Crantz). W badaniach tych zajęłam się plastycznością 11 cech ilościowych nasion tego gatunku, ponadto omówiłam budowę i zmienność ich rzeźby na podstawie wykonanych zdjęć SEM. Pomimo niekwestionowanej przydatności cech karpologicznych w taksonomii, na etapie przygotowania pracy doktorskiej, oraz późniejszego opracowywania artykułu dotyczącego nasion kruszczyka (Rewicz i in. 2016) odnotowałam duże deficyty informacji literaturowych dotyczących nasion wielu grup roślin (Song i in. 2005; Cai i in. 2013). Najistotniejsze braki dotyczą danych dotyczących powierzchni nasion i owoców, szczególnie z wykorzystaniem zdjęć SEM. Ponadto, zmienność (plastyczność fenotypowa) cech karpologicznych jest

niewystarczająco analizowana w kontekście siedliskowym, klimatycznym, czy zmienności wewnątrzgatunkowej.

Większe zaangażowanie w problem plastyczności i znaczenia karpologii w taksonomii umożliwił mi udział w trzytygodniowej wyprawie terenowej w 2012 roku (Ukraina – Bułgaria – Rumunia – Mołdawia). W trakcie wyjazdu pozyskałam materiał karpologiczny do badań nad zmiennością nasion *Consolida regalis* (H1). Kolejnym krokiem było uzyskanie finansowania na badania karpologiczne (NCN DEC-2017/01/X/NZ8/01064, Miniatura 1). Uzyskany projekt, umożliwił mi przeprowadzenie kwerend zielnikowych w czterech europejskich herbariach (Edynburg, *The Royal Botanic Garden Edinburgh*; Genewa, *Conservatoire et Jardin botaniques*; Monachium, *Botanische Staatssammlung München*; Florencja, *Museo di Storia Naturale dell'Università*), dzięki czemu mogłam poszerzyć kolekcję materiału do badań nad rzeźbą i zmiennością nasion wybranych przez mnie grup roślin. Interesował mnie zarówno problem wykorzystania ultrastruktury jako narzędzia pomocniczego w taksonomii, jak i plastyczność fenotypowa cech nasion i owoców.

W przedstawionym osiągnięciu naukowym postanowiłam skupić się na:

Cel 1. Zbadaniu plastyczności fenotypowej nasion, w szczególności ultrastruktury powierzchni oraz cech morfometrycznych, w kontekście proveniencji geograficznej i warunków klimatycznych, na przykładzie gatunków o szerokich zasięgach występowania: *Sisymbrium polymorphum* (Murray) Roth., *Impatiens capensis* Meerb., *Consolida regalis* Gray.

Publikacje H1, H6, H8

Cel 2. Wykazaniu, że ultrastruktura oraz geometryczny model kształtu nasion i owoców mają istotne znaczenie jako cechy taksonomiczne, wspierające analizy filogenetyczne.

Publikacje H2, H3, H4, H5, H6, H7, H8

4.3.2. Cel naukowy badań

Cel 1. Zbadanie plastyczność fenotypowej nasion, w szczególności ultrastruktury powierzchni oraz cech morfometrycznych, w kontekście proveniencji geograficznej i warunków klimatycznych, na przykładzie gatunków o szerokich zasięgach występowania: *Sisymbrium polymorphum* (Murray) Roth., *Impatiens capensis* Meerb., *Consolida regalis* Gray.

Analiza zmienności cech ilościowych, oraz jakościowych osobników z różnych stanowisk szczególnie obejmująca szeroki zasięg występowania dostarcza interesujących danych na temat zakresów zmienności fenotypowej, ale przede wszystkim czynników, które ją determinują. Takie dane są jednocześnie źródłem informacji na temat biologii i ekologii badanych gatunków (Bacchetta i in. 2011; Rewicz i in. 2016; H1; Kostrakiewicz-Gierałt i in. 2022). Analiza plastyczności fenotypowej umożliwia weryfikację, czy dana struktura wykazuje stabilność, czy też dużą zmienność wewnątrzgatunkową pod wpływem czynników siedliskowych, bądź klimatycznych. W przypadku nasion i owoców cechą uważaną za stabilną jest ich ultrastruktura (Stace 1992). Dlatego też analiza zmienności fenotypowej cech nasion i owoców umożliwia weryfikację pytania, czy ultrastruktura jest cechą na tyle stałą i odporną na zmiany siedliskowe, że może być pomocnym narzędziem w taksonomii. Drugim pytaniem jest poszukiwanie determinanta (siedliskowego, klimatycznego itp.) zmienności analizowanych cech.

W celu zweryfikowania zakresu plastyczności ultrastruktury nasion, oraz ich cech morfometrycznych w kontekście potencjalnego znaczenia w taksonomii przeanalizowałam trzy wybrane gatunki.

Pierwszym był *Sisymbrium polymorphum* (Murray) Roth należący do rodziny kapustowatych (Brassicaceae). Przedstawiciele tej rodziny byli przedmiotem licznych badań dotyczących cech endo- i egzomorfologicznych nasion (Musil 1948; Pinar i in. 2007; Karaismailoğlu i Erol 2018; Karaismailoğlu 2016, 2019, 2022). *Sisymbrium polymorphum* jest gatunkiem subirano-turańskim. Występuje we wschodniej i południowo-wschodniej Europie, sięga swoim zasięgiem aż po Mongolię, okolice Irkucka i jezioro Bajkał (Kaźmierczakowa i Zarzycki 2001). Zachodnia granica jego zasięgu w Europie Środkowej obejmuje izolowane populacje na Wyżynie Panońskiej i Wyżynach Polskich (Kaźmierczakowa i in. 2014). W Polsce

jest gatunkiem zagrożonym wymarciem (EN), a jego populacje koncentrują się na terenie południowo-wschodniej części Niecki Nidziańskiej na Wyżynie Małopolskiej (Twopasz i Trzcńska-Tacik 1998; Kaźmierczakowa i in. 2014). Mając dostęp do materiału z izolowanych stanowisk oraz ze zwartego zasięgu chciałam sprawdzić stabilność ultrastruktury oraz ewentualną zmienność cech biometrycznych *S. polymorphum*.

W swoich badaniach przeanalizowałam cechy jakościowe i ilościowe nasion *S. polymorphum* z 49 stanowisk (H8). **Badania dotyczące zmienności nasion tego rzadkiego gatunku w Polsce nie były wcześniej prowadzone. W swojej pracy wykonałam pierwsze zdjęcia skaningowe ultrastruktury nasiona *S. polymorphum*, oraz zawarłam ich opis.** Ponadto, po raz pierwszy przeanalizowałam wymiary komórek (długość i szerokość) budujących łupinę nasienną, oraz wykazałam, iż rozmiar komórek różni się od dwóch innych blisko spokrewnionych genetycznie gatunków tego rodzaju (H8). Moje badania potwierdziły stabilność ultrastruktury u tego gatunku niezależnie od położenia geograficznego stanowiska, czy siedliska. **Potwierdza to założenie, że rzeźba nasion może być przydatnym narzędziem w identyfikacji taksonomicznej.** Analiza uzyskanych przeze mnie wartości cech ilościowych nasion (długość i szerokość) mieściła się w przedziałach podawanych przez innych autorów (Săvulescu i in. 1955; Tutin i in. 1964; Bojňanský i Fargašová 2007; Atlas NBN 2022). Jedynie wartości minimalnej długości i minimalnej szerokości nasion (odpowiednio 0,49 mm; 0,18 mm) wskazały wartości niższe od danych literaturowych. Badania biometryczne zmienności nasion pomiędzy lokalizacjami nie wykazały znaczących różnic między zwartym zasięgiem, a izolowanymi populacjami, czym potwierdziłam, że w przypadku tego gatunku cechy ilościowe nasion również nie wykazują zmienności wraz ze zmianą długości/szerokości geograficznej wykazując tym samym na bardzo dużą stabilność cech łupiny nasiennej. Wiedza ta może być wykorzystana jako narzędzie wspomagające identyfikację gatunku.

Kolejnym gatunkiem, któremu postanowiłam przyjrzeć się pod kątem przydatności nasion do identyfikacji gatunków był niecierpek pomarańczowy. *Impatiens capensis* to roślina jednoroczna pochodząca ze wschodniej części Ameryki Północnej, rozprzestrzeniająca się po całej Europie (Rewicz i in. 2022). W Polsce ze względu na szybką ekspansję we wtórnym zasięgu i dużej konkurencyjności w stosunku do gatunków rodzimych, jest uznawana za lokalny gatunek inwazyjny. Badania nad zmiennością fenotypową gatunków inwazyjnych są szczególnie ważne, bowiem gatunki te często zajmują szeroką gamę siedlisk w inwazyjnym

zasięgu, charakteryzując się dużą plastycznością fenotypową. Badania nad zmiennością ich cech są ważne przede wszystkim w związku ze zwalczaniem i zapobieganiem pojawiania się nowych populacji. W moich badaniach skupiłam się na przeanalizowaniu ultrastruktury oraz wymiarów nasion głównie w kontekście cech siedliskowych (tj. warunków świetlnych, które oceniano w 3-stopniowej skali oraz parametrów glebowych). **Nasiona tego gatunku nie były wcześniej analizowane pod kątem zmienności czy ultrastruktury z wykorzystaniem zdjęć SEM, a wykonane przeze mnie badania zmienności oraz opis ultrastruktury są pierwszymi tego typu doniesieniami (H6).** Na podstawie zdjęć SEM nasion opisałam dwa typy komórek wchodzących w skład łupiny nasiennej niecierpka pomarańczowego: komórki między żebrami oraz komórki budujące żebra. **W przypadku tego gatunku, rosnącego w różnych siedliskach ornamentacja nasion również okazała się cechą stabilną (Fig. 1).** Analiza dotycząca cechometrycznych wykazała, iż nasiona niecierpka pomarańczowego są bardzo podatne na warunki siedliskowe. Szczególnie duży wpływ na wielkość nasion miały parametry gleby takie, jak obecność węglanów i związków potasu (H6). **Moje badania poszerzyły wiedzę ogólną na temat zakresów rozmiarów nasion niecierpka pomarańczowego, które przekraczały wartości podane w dostępnej literaturze (maksymalna długość nasion – 5,74 mm i szerokość – 3,21 mm).** W badaniach ujęłam również wcześniej nieanalizowane cechy, takie jak **powierzchnia i obwód nasion.** Obecnie prowadzę dalsze badania nad weryfikacją w jakim stopniu nasiona pod względem fizjologicznym i ekologicznym są w stanie przystosować się do nowych siedlisk (np. reakcji nasion na siedliska suche czy populacje rosnące/rozwijające się w wodzie).

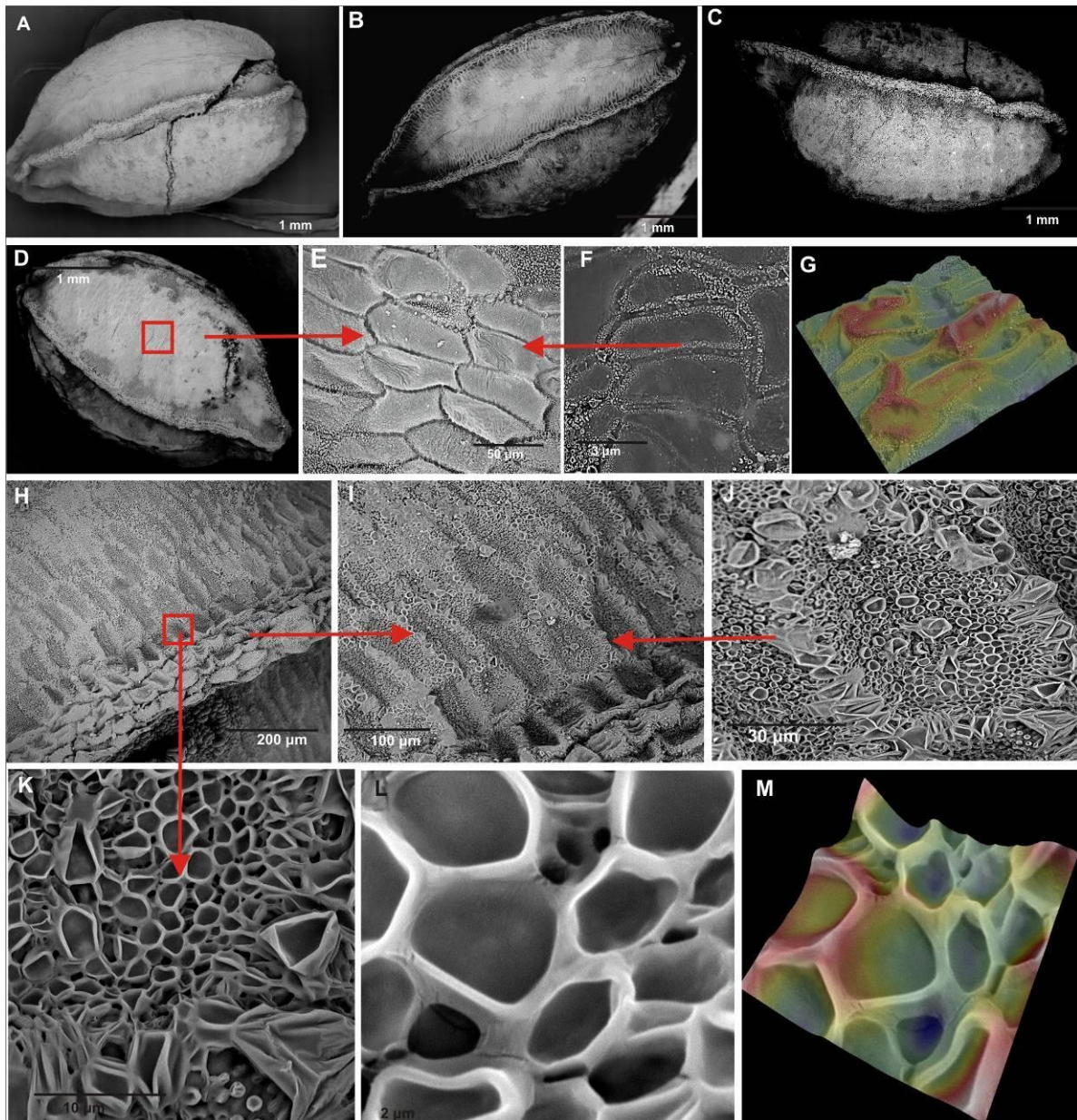


Fig. 1. Porównanie nasion *Impatiens capensis* Meerb. A-D – widok ogólny nasion z (A) Czarnocina, (B) Polic, (C) Lublina, (D) Podgrodzia; E-F – komórki pomiędzy żebrami; G, M – ultrastruktura 3D powierzchni nasienia; H – żebro; I-L – komórki przy żebrach.

Bardzo często obiektem badań nad zmiennością morfologiczną są gatunki chwastów towarzyszących uprawom (Skrajna i Skrzyczyńska 2007). Rośliny te charakteryzują się dużą plastycznością morfologiczną i wysoką plennością, co zapewnia im przeżycie w warunkach stałej antropopresji (Skrajna 2010; Skrajna i in. 2012, 2013). Z drugiej strony, zmiany zachodzące we współczesnym rolnictwie, m.in. stosowanie herbicydów i dokładne oczyszczanie materiału siewnego, znacząco obniżają ilość nasion chwastów (Dąbkowska 2007). W związku z tym wiele gatunków staje się coraz rzadszych. Należy do nich między

innymi ostróżeczka polna *Consolida regalis*, która jest gatunkiem zagrożonym wymarciem w skali Polski oraz regionalnie (Bomanowska 2010; Zajac i Zajac 2014). Celem jaki sobie postawiłam było poznanie zakresu plastyczności fenotypowej nasion ostróżeczki, a tym samym lepsze rozpoznanie mechanizmów przystosowania gatunku do zmieniających się warunków siedliskowych, co może ułatwić jego skuteczną ochronę. Moje badania nad tym gatunkiem dotyczyły analizy zmienności morfologicznej nasion *C. regalis* z Europy południowo-wschodniej i środkowej. Materiał pochodził z 29 stanowisk zlokalizowanych w Bułgarii, Rumunii, Mołdawii i Polsce. Analizie poddano ultrastrukturę nasion, oraz cztery cechy biometryczne, tj. długość, szerokość, obwód i powierzchnię nasion (**H1**), Fig 2.

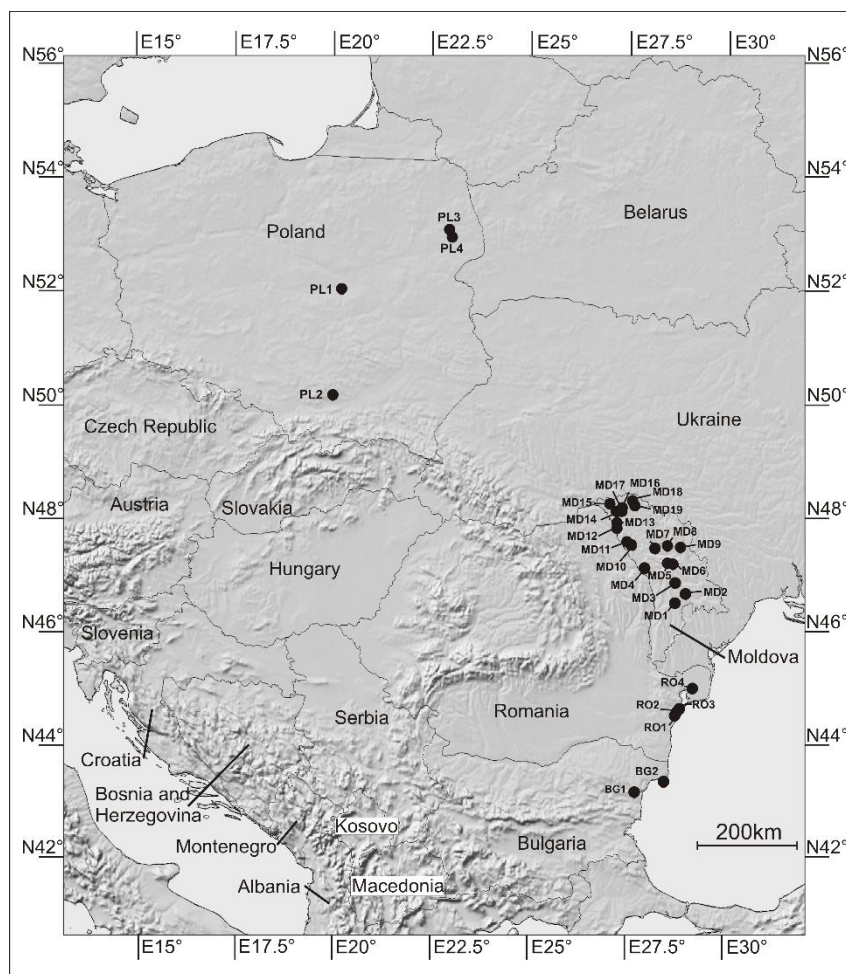


Fig. 2. Populacje *Consolida regalis* przeanalizowane w badaniach dotyczących zmienności nasion.

Po raz pierwszy wprowadziłam szczegółowy opis cechy ultrastruktury nasion *C. regalis*: tj. ułożenie łusek (przylegające lub nie), ułożenie brodawek (regularne rzędy lub przypadkowe) oraz kształt brodawek (kulisty, sześcienny) (H1). Wyniki moich badań wykazały nowe

zakresy plastyczności nasion badanego gatunku dla cech ilościowych: mniejsze wartości minimalnej długości i minimalnej szerokości (odpowiednio 1,2 i 0,6 mm). Także średnia długość nasion (1,8 mm) jest mniejsza od publikowanych wcześniej danych literaturowych (Bojňanský i Fargašová 2007). **W przypadku tego gatunku potwierdzono występowanie zmienności wzdłuż gradientu równoleżnikowego.** Długość, szerokość i obwód badanych nasion zwiększały się w kierunku północnej granicy zasięgu geograficznego gatunku (H1). Potwierdza to wyniki wcześniejszych badań, iż rośliny synantropijne charakteryzują się dużą zmiennością morfologiczną i szybką adaptacją do panujących warunków środowiskowych (Bomanowska i in. 2013; Kubicka i in. 2015). Analiza ultrastruktury nasion *C. regalis* na podstawie obrazów SEM wskazała na dużą różnorodność cech nasion, szczególnie jeśli chodzi o przyleganie i ułożenie łusek na nasionach, co może wskazywać na wpływ czynnika geograficznego i środowiskowego (temperatury) na zmienność morfologiczną i wysoką plastyczność nasion. Badania potwierdzają wnioski wyciągnięte przez Constantinidisa i in. (2001) wskazujące, że nasiona *C. regalis* różnią się ułożeniem i wielkością łusek. **W moich badaniach po raz pierwszy wyraźnie zobrazowano brodawki na łuskach nasion *Consolida regalis* i wykazano różnice w ich kształcie oraz rozmieszczeniu. Struktury te zobrazowano za pomocą SEM, jak i grafik z wykorzystaniem modelowania 3D ultrastruktury (Fig 3).**

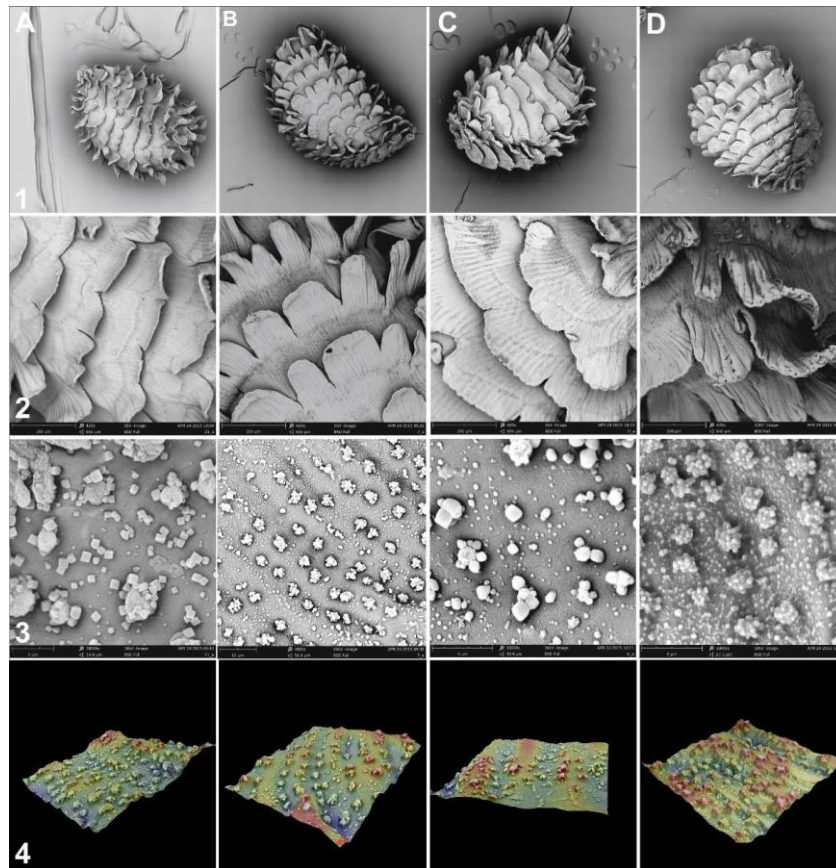


Fig. 3. Porównanie ultrastruktury SEM nasion z czterech populacji według kolumn: A) Mołdawia 10, B) Mołdawia 13, C) Polska 3, D) Polska 4, według rzędów: 1) widok ogólny, 2) łuski 3) brodawki widoczne na powierzchni łusek, 4) brodawki widziana w 3D.

Podsumowanie wyników uzyskanych w ramach celu naukowego

- Poszerzyłam wiedzę ogólną karpologiczną na temat wybranych gatunków tj. określiłam zakresy plastyczności cech ilościowych i jakościowych dla trzech gatunków: *Impatiens capensis*, *Consolida regalis* i *Sisymbrium polymorphum* w odniesieniu do siedliska oraz warunków klimatycznych. Dane metryczne będą mogły poszerzyć informację o biologii gatunków, można je także wykorzystać przy pracach nad plastycznością fenotypową.
- Dodałam nowe informacje do literatury przedmiotu dotyczące cech biometrycznych nasion, tj. obwód i powierzchnia nasion u *I. capensis*, *C. regalis*, czy wymiary komórek okrywy u *S. polymorphum*
- Wykazałam, że ultrastruktura nasiona u *I. capensis* oraz *S. polymorphum* jest bardzo stabilna, co potencjalnie może mieć znaczenie w identyfikacji i rozróżnianiu gatunków z tych rodzajów. Przyszłe badania porównawcze z innymi gatunkami obu rodzajów

wykazą przydatność ultrastruktury jako cechy diagnostycznej. W przypadku nasion *I. capensis* wykazałam dużą plastyczność wymiarów nasion w stosunku do siedliska, co wpisuję się w założenie, że gatunki inwazyjne odznaczają się dużą plastycznością. W przypadku nasion *C. regalis* wykazałam, iż łuski znajdujące się na nasionach u tego gatunku, wykazują istotną zmienność (wielkości i odchylenia) w zależności od siedliska.

Cel 2. Wykazanie, że ultrastruktura oraz geometryczny model kształtu nasion i owoców mają istotne znaczenie jako cechy taksonomiczne, wspierające analizy filogenetyczne.

Właściwa identyfikacja gatunków ma fundamentalne znaczenie w systemie informacji biologicznej oraz komunikacji naukowej i pozanaukowej (Padiál i in. 2010; Pante i in. 2015). Wiarygodne oznaczenie danego taksonu jest także podstawowym krokiem w ocenie różnorodności biologicznej. Pozwala uniknąć mylących, a nawet błędnych interpretacji wyników (Piedra-Malagon i in. 2016). Ma także kluczowe znaczenie w ochronie przyrody, ekologii, ewolucji, filogenetyce i genetyce populacji (Widhelm i in. 2016).

Dotychczasowe badania taksonomiczne wskazały, że cechy nasion i owoców, takie, jak ultrastruktura czy kształt mogą być bardzo przydatnym elementem w identyfikacji na różnych szczeblach hierarchii taksonomicznej (Stace 1992). W przypadku badań nad ultrastrukturą nasion i owoców miłym krokiem był rozwój mikroskopii skaningowej (SEM).

W swoich badaniach skupiłam się na sprawdzeniu, czy w przypadku tak skomplikowanej, różnorodnej i kosmopolitycznej grupy jak *Habenaria* s.l. (Orchidaceae) karpologia może mieć zastosowanie w klasyfikacji wewnątrzrodzajowej. Rodzaj ten jest szeroko rozpowszechnionym rodzajem w Starym i Nowym Świecie i obejmuje prawie 900 gatunków (Govaerts 2020). Obecnie istnieje wiele badań dotyczących biologii, ekologii i klasyfikacji tego skomplikowanego i pantropikalnego rodzaju. Analizie poddałam nasiona *Habenaria* s.l. oraz pokrewne taksony (*Androcorys* Schltr., *Chamorchis* Rich., *Gennaria* Parl., *Herminium* L., *Holothrix* Rich. ex Lindl., *Neotinea* Rchb.f., *Peristylus* Blume, *Piperia* Rydb., *Platanthera* Rich., *Pseudorchis* Ség.) - łącznie 110 gatunków. Informacje na temat budowy nasion tej grupy roślin były skąpe, dane zostały podane w zaledwie kilku pracach (Ziegler 1981; Kurzweil 1993; Verma i in. 2014; Dangat i Gaurav 2016; Gamarra i in. 2008). W swoich badaniach nasiona opisałam za pomocą dziewięciu cech ilościowych dotyczących łupiny nasiennej i zarodka (**H7**) oraz sześciu cech jakościowych. Określiłam między innymi wielkość i kształt

nasion; kształt pojedynczej komórki testy oraz typ ścian antyklinarnych i peryklinarnych (**H7, Annex S3**). Moja praca pierwszy raz ujęła całościowy opis metryczny nasion tak dużej grupy gatunków z tego rodzaju. Co więcej po raz pierwszy wykonałam i opisałam ultrastrukturę nasion z zastosowaniem SEM dla 85 gatunków z *Habenaria s.str.* Moje badania pokazały, że rodzaj *Habenaria* obejmuje gatunki z nasionami o podobnej budowie, wielkości nasion, jaki i układzie i kształcie komórek płaszczka, co oznacza, że **nie można jednoznacznie wykorzystać nasion do identyfikacji gatunkowej**. Najciekawszym wynikiem badań okazała się struktura ściany peryklinarnej, wykazywana także jako istotna w taksonomii we wcześniejszych pracach (Verma i in. 2012, 2014; Dangat i Gurav 2016). **Wykazałam, iż w obrębie badanych taksonów z rodzaju *Habenaria*, występuje 12 gatunków o charakterystycznej budowie tej ściany, co sugeruje, że może być ona używana w analizach taksonomicznych (H7)**. Opracowany przeze mnie diagram UPGMA dla cech nasion (**H7**) pokazujący podobieństwo nasion, nie pokrywa się on jednak z wcześniejszymi opublikowanymi badaniami filogenetycznymi (Fig. 4). W przypadku *Habenaria* klasyfikacja oparta na badaniach molekularnych, czy morfologicznych nie zapewniła jednolitego i powszechnie akceptowanego podziału.

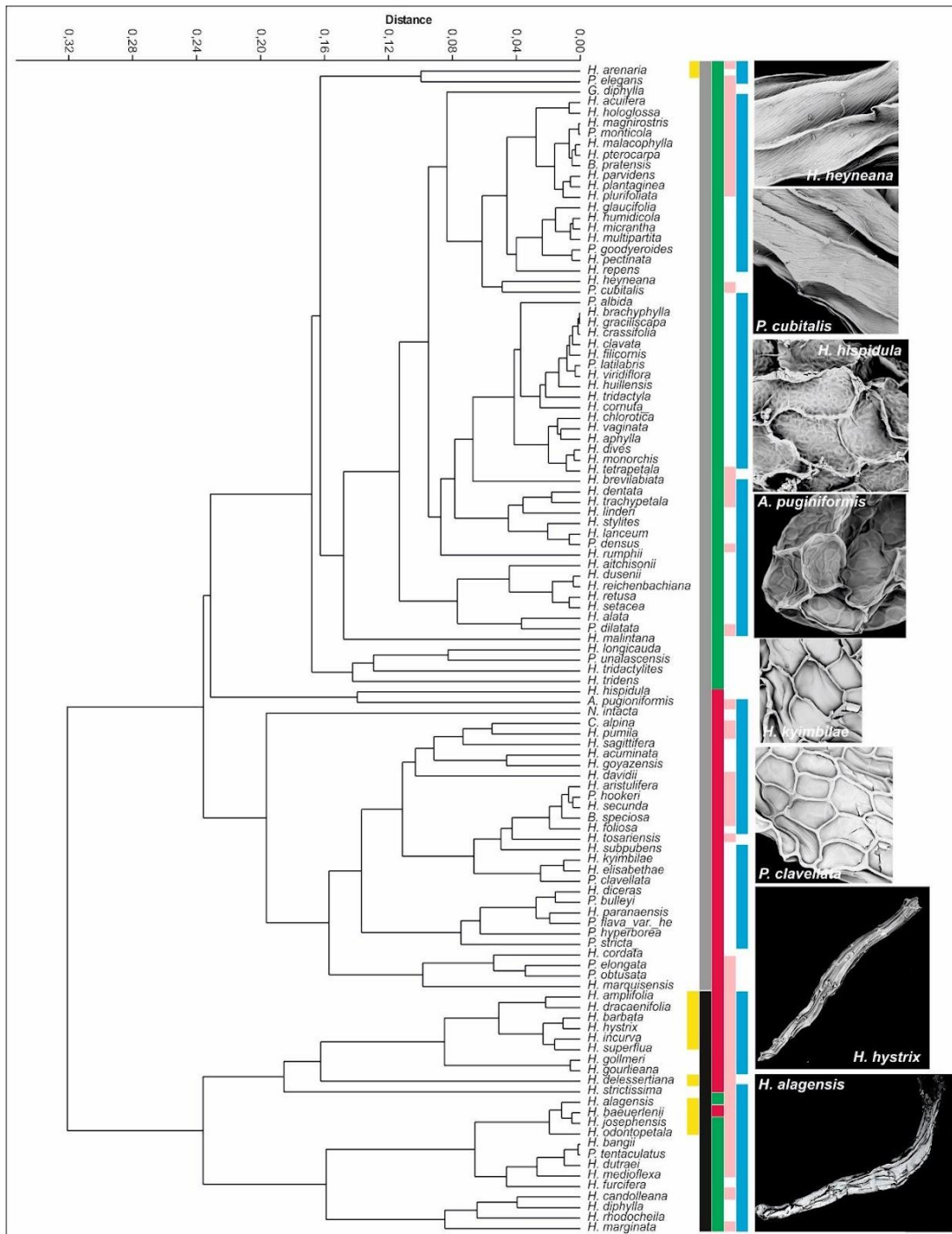


Fig. 4. Analiza UPGM oparta na cechach jakościowych i ilościowych nasion dla gatunków z rodzaju *Habenaria* i pokrewnych taksonów na podstawie ogólnego współczynnika Gowera.

Kolejnym zagadnieniem jakie rozważałam było znaczenie ultrastruktury nasion u trzech gatunków z rodzaju *Sisymbrium*, które według badań są ze sobą blisko spokrewnione genetycznie (Warwick i in. 2002; Žerdonera Čalasana i in. 2021). Omawiany wcześniej *Sisymbrium polymorphum* jest blisko spokrewniony genetycznie z dwoma innymi gatunkami: *S. loeselii* L. i *S. linifolium* (Nutt.) Nutt. ex Torr. & A. Gray (Warwick i in. 2002; Chen

i in. 2019; Žerdonera Čalasana i in. 2021). Celem badań była weryfikacja czy bliskie pokrewieństwo genetyczne nałoży się na podobieństwo w ornamentacji nasion. **Badania wykazały, iż różnice w ornamentacji pomiędzy badanymi gatunkami istnieją pomimo bliskiego pokrewieństwa genetycznego (H8).** Nasiona *S. linifolium* najbardziej różniły się od pozostałych, charakteryzowały się komórkami łupiny nasiennej o okrągłym kształcie, posiadały także największą średnią długość i szerokość komórek łupiny nasiennej na tle pozostałych gatunków. **W przypadku tego taksonu ultrastruktura może służyć jako element ułatwiający identyfikację gatunku.** W przypadku dwóch pozostałych gatunków, *S. polymorphum* i *S. loeselii*, ultrastruktura nasion była dość podobna, różniła się kształtem komórek - u *S. loeselii* komórki były wielokątne, a u *S. polymorphum* od wielokątnych do prostokątnych (H8). Co ciekawe Chen i in. (2019) podali, że nie byli w stanie morfologicznie rozróżnić *S. linifolium* i *S. polymorphum*, a identyfikację przeprowadzić można jedynie za pomocą badań molekularnych. **Przeprowadzone przeze mnie badania karpologiczne wniosły taką możliwość – nasiona *S. linifolium* posiadały okrągły kształt a *S. polymorphum* od wielokątnych do prostokątnych (H8).** Również w przypadku samego stopnia poznania rzeźby nasion tych trzech gatunków moje badania po raz pierwszy wprowadzają do literatury przedmiotu obraz SEM nasion wraz z opisem ultrastruktury.

W kolejnym artykule dotyczącym tym razem nasion wybranych gatunków z rodzaju *Impatiens* z północno-wschodnich Indii opublikowałam pierwsze opisy nasion (H4). Artykuł ten powstał we współpracy z badaczami z Indii - dr Gogoi i dr Borah, od których otrzymałam materiał. W swoich badaniach analizie poddałam dziewięć gatunków z tego rodzaju, pięć z nich **nie było poznanych pod kątem karpologii (H4).** Rodzaj *Impatiens* liczący około 1000 gatunków, doczekał się opisów nasion dla 25% z nich, a wcześniejsze badania pokazują duże zróżnicowanie łupiny nasiennej pomiędzy gatunkami (Lu i Chen 1991; Shimizu 1979; Song i in. 2005). **U czterech analizowanych gatunków (*I. decipiens*, *I. haridasanii*, *I. pulchra* i *I. spirifera*) stwierdziłam wyraźną cechę rzeźby na okrywie nasiennej (brodawki), co może być ważne w taksonomii tego rodzaju.** Wcześniejsze badania Abid i in. (2011) uznali również tę cechę za ważną dla rozpoznania dwóch podgatunków *I. bicolor* (*I. bicolor* ssp. *bicolor* i *I. bicolor* ssp. *pseudo-bicolor*). Ze względu na słaby stopień poznania nasion z grupy *Impatiens* porównano uzyskane wyniki dla trzech gatunków - *I. anjawensis*, *I. drepanofora* i *I. sulcata*

(Tabela 2 - H4). Co ciekawe tylko w przypadku *I. drepanophora* wyniki były zgodne z danymi literaturowymi (Abid i in. 2011; Cai i in. 2013).

Odkrycie różnic międzygatunkowych ultrastruktury nasion to pierwszy krok do ustalenia, czy nasiona tych gatunków mogą być przydatne w identyfikacji. Kolejnym etapem badań powinno być określenie, czy nasiona tych gatunków mają stabilną ultrastrukturę i kształt, aby mogły być przydatne jako narzędzie w taksonomii tak, jak w przypadku moich wcześniejszych badań nad *I. capensis* (H6).

W kolejnej pracy (H3), moim celem było przeanalizowanie mikromorfologii owoców mniszka *Taraxacum* sect. *Palustria*. Sekcja ta liczy około 160 gatunków (Kirschner i Štěpánek 1998; Štěpánek i Kirschner 2001, 2017; Marciniuk i in. 2012, 2018) i występuje w środkowej Europie. Taksonomia rodzaju *Taraxacum* jest bardzo skomplikowana, co powoduje duże problemy w identyfikacji gatunków, szczególnie, że cechy związane z morfologią liści i kwiatostanów są bardzo zmienne (Kirschner i in. 2016). Skłoniło mnie to, aby wraz ze współautorami podjąć się opracowania klucza w obrębie wspomnianej sekcji na podstawie mikromorfologii niełupek. Poddałam analizie 24 gatunki z sekcji *Palustria* oraz po jednym należącym do czterech innych sekcji: *Taraxacum bessarabicum* sect. *Piesis*, *T. bellicum* sect. *Erythrosperma*, *T. gelertii* of sect. *Naevosa* i *T. linearisquameum* sect. *Taraxacum*. Niełupki z każdego gatunku opisane zostały za pomocą pięciu cech metrycznych, następnie na wykonanych zdjęciach SEM niełupek pomierzyłam długość kolców. W oparciu o cechy metryczne niełupek oraz ułożenie i długość kolców zaproponowałam wraz ze współautorami klucz diagnostyczny dla owoców z *Taraxacum* sekcji *Palustria* z Polski (H3, Suppl. materials 23-28). Żadne wcześniejsze badania (Kirschner i Štěpánek 1998; van Soest 1965; Wu i in. 2011) dotyczące *Taraxacum* sekcji *Palustria* **nie podawały tak szczegółowych danych jak m.in. szerokości niełupek oraz długości kolców, znajdujących się na niełupkach, a moja praca jest pierwszym, kompleksowym opisem wybranych gatunków z tej grupy**. Wykazałam, że występują znaczne różnice w układzie oraz długości kolców co jest pomocne przy identyfikacji gatunków, potwierdziło to badania Savadkoohi i in. (2012), które dotyczyły 17 gatunków azjatyckich *Taraxacum* należących do dziewięciu sekcji. Nasz podział gatunków *Taraxacum* sekcji *Palustria* częściowo wpisuje się w klasyfikację Kirschner i Štěpánek (1998), którzy zaproponowali podział tej sekcji na podstawie zasięgów geograficznych i podobieństwa morfologicznego - jednak nie obejmującego szczegółowych cech owoców.

Kształt nasion, obok ultrastruktury, to najbardziej stabilne cechy nasion i owoców, co czyni te cechy bardzo przydatnymi w identyfikacji gatunków. W pracy (H5) podjęliśmy badania nad wyznaczeniem modelu geometrycznego kształtu nasion za pomocą nowej metody wykorzystującej IndexJ zaproponowanej przez Cervantes i in (2016). Obecnie kształt nasion, czy owoców określany jest za pomocą podobieństwa do figur geometrycznych. Często przy niejednoznacznych kształtach opisy te są bardzo subiektywne. Metoda geometrycznego określenia kształtu jest metodą ilościową, która łączy cechy morfologiczne nasion z podobieństwem do figur geometrycznych. Oparta jest na porównaniu obrazów nasion z modelami geometrycznymi według kształtu kardiodalnego. IndexJ jest miarą, która wskazuje procentowy stopień podobieństwa z wartościami kardiodalnymi lub pochodzącymi od tego kształtu używanego jako modele. Wysoka wartość wskaźnika IndexJ oznacza, że nasiona danego gatunku mają określony kształt, tzn. że wykazują wysokie podobieństwo do wzorca. Miałam możliwość pracować nad modelami geometrycznymi kształtu z twórcą tej metody dr Emilio Cervantesem z *IRNASA-CSIC (Instituto de Recursos Naturalesy Agrobiología de Salamanca (IRNASA) es un Instituto propio del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC))*. Pierwsza praca dotyczy opracowania modelu geometrycznego nasion dla 26 gatunków należących do dwóch grup *Silene* subg. *Behenantha* i *Silene* subg. *Silene*. W rodzaju *Silene* karpologia, była przedmiotem wielu badań opisujących kształt i ornamentację nasiona jako cechy przydatnej w klasyfikacji (Ghazanfar 1983; Melzheimer 1987). **W badaniach po raz pierwszy zastosowano modele geometryczne oraz opracowano indeks geometryczny dla gatunków z tej grupy. Badania wykazały, że nasiona większości taksonów wpisują się w kształt kardiodu (wskazywał na to wysoki wskaźnik IndexJ) oraz trzech figur podobnych do kardiodu (H5)**. Ponadto, wykorzystując IndexJ potwierdzono, iż w przypadku nasion o dużej zmienności i asymetryczności wskaźnik ten był niższy niż w nasionach symetrycznych i o małej zmienności. Było to dobrze widoczne przy analizie nasion z gatunków należących do grupy *S.* subg. *Behenantha* (miała ona wyższy wskaźnik IndexJ) niż gatunki należące do *S.* subg. *Silene*, tu nasiona wykazywały większą zmienność i asymetryczność. **Potwierdza to, że związek morfologii nasion z figurami geometrycznymi może być wykorzystany do celów klasyfikacyjnych (H2, H5)**. Ponadto, w przypadku *S.* subg. *Behenantha* nasiona wykazywały wspólny wzór morfologiczny, który częściowo pokrywał się z badaniami filogenetycznymi dotyczącymi *Silene* spp. (Sukhorukov i in. 2018). W przypadku dwóch gatunków *Silene gallica* oraz *S. declinis* **opisano bardzo dokładne modele**

geometryczne i opracowano zakres indeksu geometrycznego. Ich nasiona charakteryzowały się dużą różnorodnością, część doskonale pasowała do modelu, a kilka wyraźnie odbiegało. Różnica w kształcie nasion może być wywołana np. stresem środowiskowym lub zmianami klimatycznymi, dlatego dzięki analizie modelu geometrycznego kształtu istnieje możliwość identyfikacji nawet pojedynczych nasion, które mieszczą się lub nie w zakresie opracowanego indeksu geometrycznego. Dlatego też opracowanie modelu geometrycznego umożliwia także analizę czy dany gatunek podatny jest na stres środowiskowy co można wykorzystać np. przy badaniach nad gatunkami rzadkimi, chronionymi rosnącymi na siedliskach poddanych antropopresji.

W kolejnym artykule (**H2**) przeanalizowałam kształt nasion 34 gatunków należących do pięciu rodzin (Berberidaceae, Euptelaceae, Lardizabalaceae, Papaveraceae i Ranunculaceae) z rzędu Ranunculales. Celem badań było sprawdzenie czy można wyróżnić model kształtu nasion dla badanych rodzin oraz czy można wykazać związek kształtu nasion z formą życiową. **Badania wykazały, że w rzędzie Ranunculales, gatunki które odznaczały się małymi nasionami i szybkim cyklem życiowym o strategii „r” miały kształt prostych figur geometrycznych wpisujące się w model kardiodu lub jego pochodnych.** Szczególnie interesująca jest bardzo duża rodzina Ranunculaceae, która obejmuje gatunki o różnych formach życiowych od krzewów, drzew do gatunków jednorocznych. Analiza modelu kształtu wykazała w obrębie Ranunculaceae nasiona wpisujące się w model kardiodu, owalny, elipsy i spirali. Gatunki bylin z tej rodziny miały nasiona podobne do wszystkich czterech morfotypów, natomiast gatunki krzewów posiadały morfotyp tzw. ściętego kardiodu (**H2**). W przypadku Papaveraceae tylko niektóre gatunki wpisały się w model kardiodu, natomiast owalne nasiona przeważały u Euptelaceae, Lardizabalaceae i Berberidaceae. IndexJ jest metodą ilościową, a bardzo dużym jej plusem jest możliwość precyzyjnego kwalifikowania nasion do danego modelu. **Dzięki temu, kształt nasion możemy precyzyjnie użyć jako narzędzia do klasyfikacji taksonów, w ekologii czy też charakteryzowania fenotypów gatunków.**

Podsumowanie celu naukowego

- Moje badania wzbogaciły badania karpologiczne o opis łącznie 118 nasion i owoców badanych gatunków; każdy z opisów poparty jest wykonanym zdjęciem SEM, co m.in. umożliwi innym badaczom odniesienie się do uzyskanych wyników,
- Wykazałam, że dla części gatunków ultrastruktura różni się pomiędzy gatunkami, co daje możliwość jej wykorzystania w taksonomii (np. *S. linifolium*, *I. capensis*). Wyniki badań można wykorzystać przy opracowaniu atlasów i kluczy karpologicznych.
- Opracowałam klucz do gatunków *Taraxacum* sect. *Palustria* w Polsce na podstawie cech karpologicznych, który może ułatwić identyfikację taksonów w tej skomplikowanej grupie.
- Wykazałam, iż model geometryczny kształtu nasion można zastosować do klasyfikacji zarówno na poziomie gatunku, jak i rodziny.

5. Informacja o wykazaniu się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej

5.1. Działalność naukowa przed doktoratem oraz w trakcie doktoratu

Od 2008 do 2015 roku byłam zatrudniona na stanowisku asystenta w Katedrze Geobotaniki i Ekologii Roślin Uniwersytetu Łódzkiego. Moje zainteresowania naukowe dotyczyły występowania oraz ekologii storczykowatych w Polsce. Tematem moich pierwszych prace z listy JCR były nowe stanowisk rzadkich gatunków storczykowatych w Polsce Środkowej (Stefaniak i Dąbrowska 2013; Grzyl i in. 2013). Jestem również współautorem pięciu rozdziałów na temat storczykowatych w Czerwonej Księdze Roślin województwa Łódzkiego (Kiedrzyński i Stefaniak 2011a, b; Stefaniak i Kiedrzyński 2011; Witośławski i Stefaniak 2011; Andrzejewski i in. 2011). W tym okresie, w trakcie prowadzonych badań terenowych znalazłam stanowisko międzyrodzajowego mieszańca [*Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soo x *Plantanthera bifolia* (L.) L. C.M. Richard], które zostało opublikowane w pracy Stefaniak i Jakubka-Busse (2011). W tym czasie odbyłam także dwa staże naukowe w 2009 oraz 2010 roku w Białowieskiej Stacji Geobotanicznej Uniwersytetu Warszawskiego, pod opieką dr Wojciecha Adamowskiego, które znacząco wpłynęły na mój rozwój naukowy. Jednym z ciekawszych

moich doniesień była prac dotycząca odnalezienia wraz z dr Wojciechem Adamowskim okazu kruszczyka szerokolistnego na obrzeżach Puszczy Białowieskiej, którego wysokość pędu znacznie wykraczała poza dane literaturowe, praca ta poszerzyła zakres zmienności wysokości pędu u tego gatunku (Adamowski i in. 2011). Dr Adamowski w późniejszym okresie mojej pracy naukowej miał również wpływ na wybór nowego obiektu badań - rodzaju *Impatiens*. Obecnie mamy wspólnie siedem prac (H4; H6; Adamowski i in. 2011; Bomanowska i in. 2019; Bomanowska i in. 2019b; Rewicz i in. 2021; Rewicz i in. 2022).

Kolejnym obiektem moich zainteresowań w tym czasie było rozmieszczenie storczykowatych na obszarach chronionych. Jestem współautorem artykułu przeglądowego na temat występowania Orchidaceae w Parkach Narodowych w Polsce, który został opublikowany w 2013 roku (Stefaniak i in. 2013).

Omawiane zainteresowania były zgodne z tematem mojej pracy doktorskiej, która dotyczyła ekologii i biologii kruszczyka szerokolistnego występującego na siedliskach naturalnych i antropogenicznych. W trakcie tego okresu miałam możliwość odbycia stażu w Katedrze Taksonomii Roślin i Ochrony Przyrody UG pod opieką Prof. Szlachetki, w trakcie stażu miałam możliwość poznania różnych metod wykorzystywanych w taksonomii także metod biometrycznych, które później zastosowałam w swojej pracy doktorskiej. Wraz z Prof. Szlachetko opublikowałam wspólnie prace (H7) a obecnie przygotowuje kolejną pracę tym razem o taksonomii nasion rodzaju *Spiranthes*.

Był to również okres gdzie po raz pierwszy zetknęłam się z elektronowym mikroskopem skaningowym SEM. W tym czasie nawiązałam także współpracę z dr hab. Anną Jakubską-Busse, prof. UW, dotyczącą ekologii i biologii kruszczyka szerokolistnego, miałam możliwość nauki między innymi metod dotyczących mapowania populacji gatunków klonalnych. Pani Profesor została promotorem pomocniczym mojej pracy doktorskiej, łącznie nasza współpraca przyniosła siedem prac: cztery przed doktoratem (Stefaniak i in. 2011, 2011b; Stefaniak i Jakubská Busse 2011; Stefaniak in. 2013) i trzy po doktoracie (Rewicz i in. 2016, 2018; Rewers i in. 2021).

Mój dorobek naukowy przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora obejmuje: 5 prac z listy JCR; 8 rozdziałów w monografii; 12 prac spoza listy JCR; 6 prac popularno-naukowych; 6 posterów i 6 wystąpień na konferencjach krajowych oraz 8 posterów na konferencjach międzynarodowych (Załącznik 3 - Wykaz osiągnięć).

5.2. Działalność naukowa po uzyskaniu stopnia naukowego doktora

Orchidaceae na siedliskach antropogenicznych

Moje zainteresowania rodziną Orchidaceae skupiły się na temacie apofitów - interesowało mnie występowanie gatunków rodzimych storczyków na siedliskach zmienionych przez człowieka, ale też aspekty biologii i ekologii takich populacji. W swoim doktoracie skupiłam się na ekologii i biologii kruszczyka szerokolistnego. Praca była oparta na populacjach tego gatunku, rosnących w naturalnych i antropogenicznych siedliskach. W trakcie doktoratu stosowałam różne metody, w tym karpologiczne, co miało wpływ na moją późniejszą ścieżkę naukową. Doktorat obroniłam z wyróżnieniem w 2015 roku, a wszystkie wyniki zostały opublikowane w cyklu czterech prac (Rewicz i in. 2016, 2017, 2018, 2021). W tym okresie rozpoczęłam również prace nad dwoma artykułami przeglądowymi dotyczącymi najczęściej notowanych gatunków storczykowatych na terenach antropogenicznych. Pierwszy z nich dotyczył występowania storczykowatych na siedliskach antropogenicznych Polski Środkowej (Rewicz i in. 2015), a drugi był artykułem przeglądowym dotyczącym zajmowanych typów siedlisk antropogenicznych oraz najczęściej występujących na nich gatunków storczykowatych (Rewicz i in. 2017b), artykuł ten został przygotowany w ramach współpracy międzynarodowej z dr Mirosławem Shevera z M.G. Kholodny Institute of Botany of the National Academy of Sciences of Ukraine.

Gatunki inwazyjne

Równoległe z badaniami storczykowatych na terenach antropogenicznych zaczęłam swoje zainteresowania naukowe zwracać ku gatunkom inwazyjnym. Pierwsze prace dotyczyły stwierdzeń gatunków inwazyjnych na obszarze Rezerwatu Polesie Konstantynowskie, w którym prowadziłam badania, co zaowocowało pracą nad ich rozmieszczeniem w Rezerwacie (Bomanowska i in. 2017). Następnie zostałam członkiem zespołu, który opracował listę gatunków inwazyjnych w Parkach Narodowych w Polsce. Praca dotycząca tego tematu ukazała się w czasopiśmie *PeerJ* (Bomanowska i in. 2019). Był to także okres w którym moje zainteresowania ewoluowały w kierunku karpologii oraz jej zastosowania w taksonomii. Do badań karpologicznych chciałam dodać aspekt związany z gatunkami inwazyjnymi. Na swój obiekt badań wybrałam jeden z gatunków *Impatiens – I. capensis*. Jak dotąd wiele elementów biologii i ekologii tego gatunku jest mało poznanych. Moje badania karpologiczne (**H6**) są

pierwszym opracowaniem ultrastruktury nasion *I. capensis*. Wraz we współautorami opracowałam także model jego rozprzestrzeniania się w odniesieniu do zmian klimatu. Artykuł został opublikowany w czasopiśmie *Science of the Total Environment* (Rewicz i in. 2022). Otrzymałam również projekt umożliwiający kontynuację badań nad tym gatunkiem, w którym będę chciała połączyć metody molekularne z badaniami nad kondycją nasion: IDUB *Genetyczna struktura populacji i eksperymentalna ocena potencjału inwazyjnego niecierpka pomarańczowego Impatiens capensis Meerb. w Europie*.

Miałam także możliwość pracy w zespole zajmującym się nasionami innego gatunku inwazyjnego - kolczurki klapowatej *Echinocystis lobata*, wyniki współpracy zostały opublikowane w czasopiśmie *Forest* (Kostrakiewicz-Gierałt i in. 2022).

Modelowanie ekologiczne niszy

Pomimo pracy nad *Impatiens*, szczególnie *I. capensis*, nadal część mojej aktywności skupia się na rodzinie Orchidaceae. Od pięciu lat współpracuję z dr hab. Martą Kolanowską, prof. UŁ, w badaniach dotyczących wpływu zmian klimatu na storczykowate, w ramach których analizuję zmienność preferencji siedliskowych pomiędzy różnymi gatunkami. Dotychczasowa kooperacja zaowocowała wydaniem czterech artykułów poświęconych modelowaniu niszy ekologicznej (Kolanowska i in. 2020, 2021, 2021b, 2022). Natomiast pierwszą styczność z tematem modelowania dała mi możliwość pracy z dr hab. Marcinem Kiedrzyńskim nad tematem zmian zasięgu kostrzewy ametystowej - *Festuca amethystina* (Kiedrzyński i in. 2017 a, b).

Plany badawcze

Obecnie prowadzę szczegółowe badania karpologiczne nad nasionami z rodzaju *Impatiens* szczególnie z obszarów Afryki i Ameryki Południowej, skupiam się w nich nie tylko na opracowaniu ultrastruktury nasion ale też cechach anatomicznych, które przekładam na ekologię wybranych gatunków. Prowadzę współpracę z René Monzalvo z *Molecular Systematics Laboratory, Autonomous University of Hidalgo State, Meksyku*. Obecnie nasza współpraca zaowocowała wystąpieniami: „Estudios morfológicos, moleculares y geográficos del bálsamo mexicano (*Impatiens mexicana* Rydb. 1910) con algunas notas sobre la morfología

de *Impatiens turrialbana* (Donn. Sm. 1897)” na XXII Congreso Mexicano de Botanica oraz „Redescription and update of the current and potential distribution area of *Impatiens mexicana* Rydb. 1910” w trakcie konferencji Botany 2022 Symposia, Alaska.

Obecnie jestem w trakcie realizacji projektu IDUB dotyczącego powiązania budowy nasion *I. capensis* oraz zdolności do unoszenia się na wodzie w kontekście inwazyjności gatunku. W tym zakresie prowadzę współpracę z dr Kamilem Najberkiem z Instytut Ochrony Przyrody PAN oraz dr Moniką Myśliwy z Uniwersytetu Szczecińskiego. Moje badania nad *I. capensis* obejmują także biologię zapylania tego gatunku (artykuł w przygotowaniu), czy interakcji z mszycami.

5.3. Współpraca z ośrodkami międzynarodowymi w zakresie prowadzonych projektów naukowych

Od obrony doktoratu miałam możliwość odbycia stażu w Šafárik University in Košice oraz kilku kwerend zielnikowych w trakcie których, miałam możliwość pracy z materiałem zielnikowym, szczególnie karpologicznym z kilku interesujących mnie rodzajów a mianowicie *Consolida*, *Capsella*, *Impatiens* i *Sisymbrium*. Był to czas w którym mogłam zapoznać się z materiałem z różnych stron świata, zaobserwować zmienność u wybranych gatunków, bowiem dużo czasu w trakcie swoich pobytów spędziłam na dokładnym oglądaniu różnych arkuszy z tego samego gatunku. Miałam też możliwość poboru materiału z niektórych gatunków, dzięki czemu dysponuję materiałem do obecnych (Kiedrzyński i in. 2021, H8) i dalszych badań szczególnie karpologicznych.

Od 2017 roku współpracuję z dr Miroslavem Shevera, dr Oksaną Kucher oraz dr Liudą Zavalova z *M.G. Kholodny Institute of Botany of the National Academy of Sciences of Ukraine*. W 2017 roku odbyłam staż naukowy w tej Instytucji pod opieką dr Shevera. Dotychczas nasza kooperacja zaowocowała opublikowaniem dwóch prac w czasopiśmie z listy JCR: (Rewicz i in. 2017, H8). W maju 2023 roku złożyliśmy projekt w ramach EURIZON FELLOWSHIP PROGRAMME “Remote Research Grants” pt “*Establishment of intraspecific differentiation of the *Portulaca oleracea* aggregate based on micromorphological data and ways of reconstructing the distribution of taxa in Ukraine and the western border countries*”, w którym jestem jednym z dwóch współwykonawców z Polski.

Obecnie prowadzimy wspólne badania mające na celu utworzenia Karpologicznego Atlasu Polski (KAP) – projektu, którego jestem inicjatorem. Celem KAP jest utworzenie kolekcji nasion gatunków flory polskiej, która będzie wykorzystywana jako materiał do badań, oraz będzie stanowić kolekcję porównawczą np. przy badaniach paleobotanicznych.

Byłam opiekunem naukowym w dwóch projektach związanych z KAP w ramach *Konkurs na stypendium dla naukowców z Ukrainy finansowany w ramach zwiększonej o 2% subwencji dla Uczelni, które przystąpiły do konkursu Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia Badawcza (IDUB)*.

1. Doc. Olha Tsarenko; tytuł projektu: *Atlas of Fruits and Seeds of Poland, Caryophyllaceae and Ranunculaceae*; projekt realizowany 05.05 2022 - 04.11.2022.
2. Dr Oksana Kucher; tytuł projektu: *Atlas of Fruits and Seeds of Poland, Asteraceae*; projekt realizowany 05.05.2022 - 20.03.2023.

Do moich zadań jako opiekuna należało, koordynowanie projektów; logistyka prac związanych z pracami w projekcie, dobór metod, pomoc w doborze materiału, wykonaniu zdjęć SEM, uczestnictwo w analizie zebranych danych, przygotowaniu publikacji (praca opublikowana związana z projektem Rewicz i in. 2022).

5.4. Nagrody

przed uzyskaniem stopnia doktora

2008 Wyróżnienie Dziekan Wydziału Biologii i Ochrony Środowiska UŁ za wyniki w nauce w czasie studiów

2010 Stypendium *Winner of the scholarship for PhD students in the project: "PhD - Regional Investment in Young researchers - an acronym D-RIM, Second Edition"* co-financed by the European Union under the European Social Fund (The Human Capital Operational Programme, Measure 8.2. 1. HUMAN - BEST INVESTMENT)

2014 Specjalne Stypendium Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego dla najlepszych doktorantów

po uzyskaniu stopnia doktora

2019 Nagroda Rektora Uniwersytetu Łódzkiego zespołowa, stopnia II za działalność naukową

2021 Nagroda Rektora Uniwersytetu Łódzkiego indywidualna, stopnia III za działalność organizacyjną

2022 Nagroda za istotny wkład w ewaluację jakości działalności naukowej w Uniwersytecie Łódzkim w latach 2017-2021, finansowanej z programu „Inicjatywa Doskonałości -Uczelnia Badawcza”

6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę**6.1. Działalność dydaktyczna prowadzona po uzyskaniu stopnia doktora****Prowadzone prace magisterskie w roli promotora:**

2017 Zmienność biometryczna kłosów kostrzewy ametystowej (*Festuca amethystina* L.) - Karolina Masiarek

2018 Ochrona gatunkowa a zmienność fenotypowa – na przykładzie wybranych cech morfologicznych kostrzewy ametystowej (*Festuca amethystina* L.) - Adrian Tuchowski

2023 – obecnie Biologia zapylania *Impatiens parviflora* DC - Kinga Komur

2023 – obecnie Analiza karpologiczna a zastosowanie w taksonomii na przykładzie gatunków z rodzaju *Maxillaria* - Aleksandra Gajda

Prowadzone prace licencjackie w roli promotora:

2017 Storzyczkowate w rezerwach przyrody i parkach krajobrazowych w województwie łódzkim - Aleksandra Nowacka

2017 Gatunki chronione roślin naczyniowych w polskich parkach narodowych - Dagmara Nowicka

2017 Analiza karpologiczna nasion tasznika pospolitego *Capella bursa-pastoris* (L.) Medik. - Patryk Mieszkowicz

2022 Historia inwazji niecierpka drobnokwiatowego *Impatiens parviflora* DC. w Europie - Wiktoria Jóźwiak

2022 Biologia zapylania goździka siniego *Dianthus gratianopolitanus* Vill. w odniesieniu do ochrony gatunkowej - Kinga Komur

2022 Analiza karpologiczna jako narzędzie w kryminalistyce - na przykładzie rodzaju goździk *Dianthus L.* w Polsce - Aleksandra Gajda

2022 Zastosowanie ekologii roślin w kryminalistyce na podstawie wybranych spraw sądowych - Hubert Domosławski

2023 – obecnie Wykorzystanie palinologii w kryminalistyce na przykładzie wybranych spraw sądowych - Katarzyna Sanek

2023 – obecnie Analiza karpologiczna wybranych roślin trujących jako przydatne narzędzie w kryminalistyce - Patrycja Dziubałtowska

Byłam również recenzentem 4 prac licencjackich w latach 2017 - 2022

Prowadzone zajęcia dydaktyczne

Od 2009 do 2020 roku prowadziłam zajęcia na kierunku biologia, ochrona środowiska, biomonitoring i ekoMiasto na studiach stopnia I oraz II; prowadziłam m.in. przedmioty takie jak - *Różnorodność biologiczna - rośliny, Botanika systematyczna, Ochrona przyrody i środowiska, Pracownia specjalizacyjna, Seminarium licencjackie, Ocena stanu siedlisk przyrodniczych, Ekosystemy przyrodnicze miasta*. Od roku 2020 prowadzę główny cykl zajęć z botaniki na kierunku biologia kryminalistyczna (tj. *Botanika sądowa, Biologiczne praktikum kryminalistyczne*). Prowadzę także zajęcia terenowe na kierunku biologia i ochrona środowiska (m.in. *Praktikum ekologiczne, Ćwiczenia terenowe z ekologii w Spale, Ćwiczenia terenowe - Jura Krakowsko-Częstochowska*).

Opieka nad Studenckimi Grantami Badawczymi

Grant SGB **przyznany, rozliczony**: Weronika Torbicz, *Zmienność nasion stulisza miotłowego *Sisymbrium polymorphum (Murray) Roth (Brassicaceae)* w zwartych i izolowanych populacjach z obszaru Europy Środkowo-Wschodniej*. realizacja projektu luty – wrzesień 2020.

Granty SGB **przyznany, w realizacji**: Katarzyna Sanek, III rok biologii kryminalistycznej, *Zastosowanie ultrastruktury powierzchni nasion jako narzędzia w delimitacji wybranych gatunków w rodzaju *Polystachya Hook. (Orchidaceae)** realizacja projektu kwiecień – wrzesień 2023.

Grant SGB **przyznany, w realizacji:** Patrycja Dziubałtowska, III rok biologii kryminalistycznej, *Plastyczność fenotypowa nasion tasznika pospolitego Capsella bursa-pastoris (L.) Medik* realizacja projektu kwiecień – wrzesień 2023.

Opieka w ramach projektu Student Power - Kompleksowy Program Rozwoju Uczelni

(Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego, Program Operacyjny Wiedza Edukacja Rozwój na lata 2014-2020, Oś priorytetowa III. Szkolnictwo wyższe dla gospodarki i rozwoju, Działanie 3.5 Kompleksowe programy szkół wyższych w ramach umowy z Narodowym Centrum Badań i Rozwoju nr POWR.03.05.00-00-Z302/18-00 z dnia 27.12.2018r.)

Maja Mackiewicz, II rok biologii kryminalistycznej, data rozpoczęcia stażu 13.02.2023 roku,
Agata Dryja, I rok Ochrona środowiska II stopień, data rozpoczęcia stażu 13.02.2023 roku,
Julia Krupa, II rok biologii kryminalistycznej, data rozpoczęcia stażu 13.03.2023 roku.

6.2. Działalność popularyzująca naukę po uzyskaniu stopnia doktora

do 2017 roku członek Komisji ds. Promocji Wydziału BiOŚ

od 2011 roku opiekun naukowy Sekcji Botanicznej SKN

Noc Biologów

11 stycznia 2017 Noc Biologów – *wykład:* Gorzka, słodka, orzechowa – skąd się wzięła czekolada?, *pokaz:* Roślina też ma włosy, *gra terenowa:* Upoluj botanicznego Pokemona – współorganizacja, współprowadzenie

12 stycznia 2018 Noc Biologów – *prelekcja:* Czy wiesz co jesz?, *pokaz:* Tajemniczy ogród. Ogród Botaniczny w Łodzi. – współorganizacja, współprowadzenie

Uniwersytet Trzeciego Wieku

28 lutego 2017 – wykład „Najdziwniejsze drzewa świata” – prowadzenie

Zajęcia dla szkół

12 kwietnia 2017 – wykład „Gorzka, słodka, orzechowa – skąd się wzięła czekolada? ” w ramach Światowego dnia czekolady w XXVI Liceum w Łodzi – współprowadzenie

16 kwietnia 2018 – wykład „Gorzka, słodka, orzechowa – skąd się wzięła czekolada?” w XVI Liceum Ogólnokształcącym w Łodzi – współprowadzenie

24 kwietnia 2017 – prelekcja dla klasy maturalnej „Tajemnicze życie storczyków” w ramach projektu BioEko w XXXII Liceum Ogólnokształcącym im. Haliny Poświatowskiej – prowadzenie

18 listopada 2017 – prelekcja i pokaz „Storczykowate występujące w województwie łódzkim” w ramach Akademii Różnorodności w Palmiarni Ogrodu Botanicznego w Łodzi – prowadzenie

Instytut Kreatywnej Biologii

13 maja 2017 – warsztaty na terenie ogrodu Dydaktyczno-Doświadczalnego Wydziału BiOŚ UŁ, „O czym szumią drzewa?” – współprowadzenie

Targi

Łódzkie Targi Edukacyjne 2017 - 2020 – koordynacja ze strony Wydziału BiOŚ UŁ

Łódzki Salon Maturzystów – PERSPEKTYWY 2017 - 2019 – koordynacja ze strony Wydziału BiOŚ UŁ

Festiwal Nauki, Techniki i Sztuki

21-22.04.2018 – Jak daleko może polecieć nasiono? *warsztaty* – współorganizacja, prowadzenie

18 - 25 października 2021 – Super heroes w świecie nasion. *wykład* – prowadzenie

Inne

11 czerwca 2021 – otwarcie ekologicznego placu zabaw przy CH Pasaż Łódzki. Wydział Biologii i Ochrony Środowiska objął wydarzenie patronatem honorowym – koordynacja działań związanych z objęciem wydarzenia patronatem

od 10 październik 2021 – zainicjowanie działalności miejsca wymiany książek („bookcrossing”, książkodzielnia) – współkoordynacja, opiekun nad przedsięwzięciem

24-27 maja 2022 – współorganizacja Wydziałowego Kiermaszu Roślin na rzecz bezdomnych zwierząt z Ukrainy

czerwiec 2022 – współorganizacja nad pracami nad klipem filmowym reklamującym studia na WBiOŚ UŁ

18 maja 2022 – 'Fascynujący Dzień Roślin' 2022 - FoPD 2022 - koordynator ze strony WBiOŚ UŁ

27 czerwca 2022 – współorganizacja Konkursu Graficznego WBiOŚ UŁ

25 marca 2023 – współorganizacja Drzwi Otwartych na WBiOŚ UŁ

Literatura:

- Abid R, Ather A, Qaiser M. 2011. The seed atlas of Pakistan-V. Balsaminaceae. Pakistan Journal of Botany 43(5): 2451-2456.
- Adamowski W, Stefaniak A, Świączkowska E. 2011. Olbrzymie kruszczyki szerokolistne (*Epipactis helleborine* (L.) Crantz) na obrzeżach Puszczy Białowieskiej. Acta Botanica Silesiaca 8: 129-135.
- Agnarsson I, Kuntner M. 2007. Taxonomy in changing world: seeking solutions for a science in crisis. Systematic Biology 56(3): 531-539.
- Andrzejewski H, Witostawski P, Stefaniak A. 2011. *Corallorhiza trifida*. Czerwona Księga Roślin województwa Łódzkiego. Romuald Olaczek (red.), Łódź, 70-71.
- Bacchetta G, García PE, Grillo O, Mascia F, Venora G. 2011. Seed image analysis provides evidence of taxonomical differentiation within the *Lavatera triloba* aggregate (Malvaceae). Flora 206: 468-472.
- Bojňanský V, Fargašova A. 2007. Atlas of Seeds and Fruits of Central and East-European Flora. The Carpathian Mountains Regions. Springer. Dordrecht: 2212-2222.
- Bomanowska A. 2010. Threat to arable weeds in Poland in the light of national and regional red lists. Plant Breed. Seed Science Research 61: 55-74.
- Bomanowska A, Adamowski W, Kwiecień K, Rewicz A. 2019. The effects of different mowing regimes on diversity of grasses in lowland meadows. Turkish Journal of Botany 43: 80-89.
- Bomanowska A., Adamowski W., Kirpluk I., Otręba A., Rewicz A. 2019b. Invasive alien plants in Polish national parks-threats to species diversity. PeerJ 7.
- Bomanowska A, Rewicz A, Wolski G, Krasoń K. 2017. Invasive alien plants in protected areas within city borders, Łódź (Poland). Pakistan Journal of Botany 45(1).
- Bomanowska A, Rzetelska A, Rewicz A. 2013. Zmienność morfologiczna *Bromus hordeaceus* subsp. *hordeaceus* (Poaceae) na siedliskach rolniczych. Fragmenta Floristica et Geobotanica Polonica 20(2): 185-198.
- Cai XZ, Yi RY, Zhuang YH, Cong YY, Kuang RP, Liu KM. 2013. Seed Coat Micromorphology Characteristics of *Impatiens* L. and Its Systematic Significance. Acta Horticulturae Sinica 40(7): 1337-1348.
- Cervantes E, Martín JJ, Saadaoui E. 2016. Updated Methods for Seed Shape Analysis. Scientifica (Cairo) 2016: 5691825.

- Chen H, Al-Shehbaz IA, Yue J, Sun H. 2019. *Sisymbrium linifolium* and *Sisymbriopsis schugnana* (Brassicaceae), two new records from Xinjiang, China. *PhytoKeys* 119: 39-52.
- Constantinidis T, Psaras GK, Kamari G. 2001. Seed morphology in relation to infrageneric classification of *Consolida* (DC.) Gray (Ranunculaceae). *Flora* 196: 81-100.
- Dangat BT, Gurav RV. 2016. Studies on seed morphometry of *Habenaria* species from Western Ghats, India. *Richardiana* 16: 174-188.
- Dąbkowska T, Łabza T, Krańska A. 2007. Zmiany we florze chwastów segetalnych w latach 1993-2005 zagrożonych na łące brunatnej Wyżyny Miechowskiej. *Fragmenta Agronomica* 3(95): 55-61.
- Fass RJ. 1973. Morphology and ultrastructure of staphylococcal L. colonies: light, scanning, and transmission electron microscopy. *Journal of Bacteriology* 113: 1049-53.
- Gamarra R, Dorda E, Scrugli A, Galán P, Ortúñez E. 2007. Seed micromorphology in the genus *Neotinea* Rchb.f. (Orchidaceae, Orchidinae). *The Botanical Journal of the Linnean Society* 153: 133-140.
- Gamarra R, Galán P, Herrera I, Ortúñez E. 2008. Seed micromorphology supports the splitting of *Limnorchis* from *Platanthera* (Orchidaceae). *Nordic Journal of Botany* 26: 61-65.
- Gamarra R, Ortúñez E, Galán P, Guadaño V. 2012. *Anacamptis* versus *Orchis* (Orchidaceae): seed micromorphology and its taxonomic significance. *Plant Systematics and Evolution* 298: 597-607.
- Gamarra R, Ortúñez E, Sanz E, Galán P. 2010. Seeds in subtribe Orchidinae (Orchidaceae): the best morphological tool to support molecular analyses. In: Nimis P. L., Vignes Lebbe R. (eds.) *Tools for Identifying Biodiversity: Progress and Problems*, pp. 323-326.
- Gardens, Kew. UK. Retrieved from <http://wcsp.science.kew.org> [accessed January 1, 2021].
- Ghazanfar SA. 1983. Seed characters as diagnostic in the perennial sections of the genus *Silene* (Family Caryophyllaceae). *Pakistan Journal of Botany* 15: 7-12.
- Govaerts R. 2020. *Habenaria*. World Checklist of Selected Plant Families. Royal Botanic
- Grzyl A, Rewicz A, Tsiftsis S. 2013. New record of *Goodyera repens* (L.) R. Br. (Orchidaceae) on Przedborska Upland (Poland). *Life Science Journal* 10(4): 2993-2995.
- Heywood VH. 1967. *Stock Image Plant Taxonomy (Studies in Biology)*. UK, Published by Hodder & Stoughton Educ.
- Lu YQ, Chen YL. 1991. Seed morphology of *Impatiens* L. (Balsaminaceae) and its taxonomic significance. *Acta Phytotaxonomica Sinica* 29: 252-257.
- Marciniuk J, Marciniuk P, Musiał K. 2018. *Taraxacum mariae*, a new species of *T.* section *Palustris* (Asteraceae), from Poland. *Phytotaxa* 376: 207-213.
- Marciniuk P, Musiał K, Joachimiak AJ, Marciniuk J, Oklejewicz K, Wolanin M. 2012. *Taraxacum zajacii* (Asteraceae), a new species from Poland. *Annales Botanici Fennici* 49: 387-390.
- Melzheimer V. 1987. On the taxonomic position of *Silene thebana* (Caryophyllaceae). *Plant Systematics and Evolution* 155: 251-256.
- Musil AF. 1948. Distinguishing species of *Brassica* by their seeds. U.S. Dept. Agr. Washington, D.C. Misc.Pub. No. 643: 35.

- NBN Atlas (2022) National Biodiversity Network. NBN Atlas website at <https://species.nbnatlas.org/species/NBNSYS0200003182#overview> (accessed 16 February 2022).
- Novikoff AV, Jabbour F. 2014. Floral anatomy of *Delphiniae* (Ranunculaceae): comparing flower organization and vascular patterns. *Modern Phytomorphology* 5: 35-44.
- Karaismailoğlu MC. 2016. Addition to characters of endemic *Aubrieta canescens* subsp. *canescens* Bornm. (Brassicaceae), from Turkey. *Bangladesh Journal of Botany* 45: 509-515.
- Karaismailoğlu MC. 2019. Comparative morphology and anatomy of seeds of some *Aethionema* W.T. Aiton (Brassicaceae) taxa from Turkey. *Bangladesh Journal of Plant Taxonomy* 26(1): 1-12.
- Karaismailoğlu MC. 2022. Seed Morpho-Anatomical Characters of Some *Cardamine* taxa from Turkey. *KSU Journal of Agriculture and Nature* 25(1): 88-99.
- Karaismailoğlu MC, Erol O. 2018. Seed structure and its taxonomic implications for genus *Thlaspi sensu lato* sections *Nomisma*, *Thlaspi*, and *Pterotropis* (Brassicaceae). *Turkish Journal of Botany* 42: 591-609.
- Każmierczakowa R, Zarzycki K. 2001. Polska czerwona księga roślin. Paprotniki i rośliny kwiatowe. Kraków, 152-153.
- Każmierczakowa R, Zarzycki K, Mirek Z. 2014. Polska Czerwona Księga Roślin. Paprotniki i rośliny kwiatowe. Polish Red Data Book of Plants. Pteridophytes and flowering plants. Wyd. III. uaktualnione i rozszerzone. Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków, s. 895.
- Kiedrzyński M, Stefaniak A. 2011. *Cephalanthera rubra*. Czerwona Księga Roślin województwa łódzkiego. Romuald Olaczek (red.), Łódź, 60-61.
- Kiedrzyński M, Stefaniak A. 2011b. *Cephalanthera longifolia*. Czerwona Księga Roślin województwa łódzkiego. Romuald Olaczek (red.), Łódź, 58-59.
- Kierzyński M, Zielinska K, Rewicz A, Kiedrzyńska E. 2017. Habitat and spatial thinning improve the Maxent models performed with incomplete data. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences* 122(6):1359-1370.
- Kiedrzyński M, Zielińska K, Kiedrzyńska E, Rewicz A. 2017. Refugial debate: on small sites according to their function and capacity. *Evolutionary Ecology* 31:1-13.
- Kirschner J, Štěpánek J. 1998. A monograph of *Taraxacum* sect. *Palustria*. Průhonice: Institute of Botany, Academy of Sciences of the Czech Republic.
- Kirschner J, Oplaat C, Verhoeven KJF, Zeisek V, Uhlemann I, Travníček B, Rasanen J, Wilschut RA, Štěpánek J. 2016. Identification of oligoclonal agamospermous microspecies: taxonomic specialists versus microsattellites. *Preslia* 88: 1-17.
- Kolanowska M, Rewicz A, Baranow P. 2020. Ecological niche modeling of the pantropical orchid *Polystachya concreta* (Orchidaceae) and its response to climate change. *Scientific Reports* 10: 14801.
- Kolanowska M, Rewicz A, Nowak S. 2021. Significant habitat loss of the black vanilla orchid (*Nigritella nigra* s.l., Orchidaceae) and shifts in its pollinators availability as results of global warming. *Global Ecology and Conservation* 27: e01560.
- Kolanowska M, Rewicz A, Nowak S. 2021b. Data on the present and future distribution of suitable niches of the black vanilla orchid (*Nigritella nigra* s.l., Orchidaceae) and its pollinators Data in Brief 37: 107187.

- Kolanowska M, Nowak S, Rewicz A. 2022. Will Greenland be the last refuge for the continental European small-white orchid? Niche modeling of future distribution of *Pseudorchis albida* *Frontiers in Environmental Science*.10.
- Kostrakiewicz-Gierałt K, Pliszko A, Barabasz-Krasny B, Bomanowska A, Dajdok Z, Gudžinskas Z, Kucharczyk M, Maćkowiak Ł, Majk J, Możdżeń K, Podgórska M, Rasimavičius M, Rewicz A, Szczyński E, Wójcik T, Stachurska-Swakoń A. 2022. The Relationships of Habitat Conditions, Height Level, and Geographical Position with Fruit and Seed Traits in Populations of Invasive Vine *Echinocystis lobata* (Cucurbitaceae) in Central and Eastern Europe. *Forests* 13: 256.
- Kubicka H, Gozdowski D, Skrajna T. 2015. Multivariate evaluation of variability of *Bromus* genotypes from north-eastern Poland. *Applied Ecology And Environmental Research* 13(3): 809-818.
- Kurzweil H. 1993. Seed morphology in Southern African Orchidoideae (Orchidaceae). *Plant Systematics and Evolution* 185: 229-247.
- Kurzweil H, Linder HP, Chesselet P. 1991. The phylogeny and evolution of the *Pterygodium-Corycium* complex (Coryciinae, Orchidaceae). *Plant Systematics and Evolution* 175: 161-223.
- Padial JM, Miralles A, De la Riva I. *et al.* 2010. The integrative future of taxonomy. *Frontiers in Zoology* 7: 16.
- Pante E, C. Schoelincq, N. Puillandre. 2015. From Integrative Taxonomy to Species Description: One Step Beyond. *Systematic Biology* 64(1): 152-160.
- Piedra-malagón EM, Ana Luisa Albarrán-lara, Juan Rull, Daniel Piñero, Victoria Sosa. 2016. Using multiple sources of characters to delimit species in the genus *Crataegus* (Rosaceae): the case of the *Crataegus rosei* complex. *Systematics and Biodiversity* 14(2): 244-260.
- Pinar NM, Adiguzel N, Geven F. 2007. Seed coat macrosculpturing in some Turkish *Aethionema* R. Br.(Brassicaceae). *Pakistan Journal of Botany* 39: 1025-1036.
- Rewers M, Jędrzejczyk I, Rewicz A, Jakubska-Busse A. 2021. Genome Size Diversity in Rare, Endangered, and Protected Orchids in Poland. *Genes* 12: 563.
- Rewicz A, Adamowski W, Kolanowska K. 2021. Why is *Epipactis helleborine* (L.) Crantz so Widespread? w Orchidaceae: Characteristics, Distribution and Taxonomy. Vladan Djordjević Nova Science Publishers, Incorporated. s 327.
- Rewicz A, Bomanowska A, Shevera M, Kurowski J, Krasoń K, Zielińska K. 2017b. Cities and Disturbed Areas as Man-made Shelters for Orchids Community. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* 45(1): 126-139.
- Rewicz A, Jaskuła R, Rewicz T, Tończyk G. 2017. Pollination biology and reproductive success of *Epipactis helleborine* (L.) Crantz (Orchidaceae) in anthropogenic and natural habitats. *PeerJ* 5: 1-24.
- Rewicz A, Myśliwy M, Rewicz T, Adamowski W, Kolanowska M. 2022. Contradictory effect of climate change on American and European populations of *Impatiens capensis* Meerb. - is this herb a global threat? *Science of the Total Environment* 1;850: 157959.
- Rewicz A, Kołodziejek J, Jakubska-Busse A. 2016. The role of anthropogenic habitats as substitutes for natural habitats: a case study on *Epipactis helleborine* (L.) Crantz (Orchidaceae, Neottieae). Variations in size and nutrient composition of seed. *Turkish Journal of Botany* 40(3): 258-268.

- Rewicz A, Rewers M, Jędrzejczyk I, Rewicz T, Kołodziejek J, Jakubska-Busse A. 2018. Is habitat important? Morphology and genome size of *Epipactis helleborine* (L.) Crantz growing in anthropogenic and natural habitats. PeerJ 5992.
- Rewicz A, Zielińska KM, Kiedrzyński M, Kucharski L. 2015. Orchidaceae in the anthropogenic landscape of central Poland: Diversity, extinction and conservation perspectives. Archives of Biological Sciences (64): 14-14.
- Saadaoui E, Martín Gómez JJ, Cervantes E. 2013. Intraspecific variability of seed morphology in *Capparis spinosa* L. Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica 55: 99-106.
- Savadkoobi F, Nejadstari T, Assadi M, Jafari E, Mrhregan I. 2012. Application of achene morphology in systematics of some Iranian *Taraxacum* (Asteraceae tribe Cichorieae) species. Iranian Journal of Botany 18: 249-261.
- Shimizu T. 1979. A comment on the limestone flora of Thailand, with special reference to *Impatiens*. Acta Phytotaxonomica et Geobotanica 30(4-6): 180-187.
- Skrajna T. 2010. Diaspory chwastów w materiale nasiennym zbóż jarych i ozimych. Fragmenta Agronomica 27(2): 118-126.
- Skrajna T, Kubicka H, Rzymowska Z. 2012. Phenotypic variation in relation to seed storage protein polymorphism in *Bromus secalinus* L. (Gramineae) populations from north-eastern Poland. Polish Journal of Ecology 60(1): 41-55.
- Skrajna T, Skrzyczyńska J. 2007. Wybrane cechy biologiczne i występowanie *Anthoxanthum aristatum* Boiss. na Wysoczyźnie Kałuszyńskiej. Ann. Univ. M. Curie-Skłodowska, Sec. E, Agricultura 62: 145-156.
- Skrajna T, Ługowska M, Skrzyczyńska J. 2013. *Consolida regalis* Gray seed production as influenced by the habitat and crop plant in the Western Podlasie region. Acta Agrobotanica 66(4): 165-172.
- Song Y, Yuan YM, Kupfer P. 2005. Seedcoat micromorphology of *Impatiens* (Balsaminaceae) from China. Botanical Journal of the Linnean Society 149: 195-208.
- Stace CA. 1992. Plant Taxonomy and Biosystematics. Cambridge: Cambridge University Press.
- Stefaniak A, Adamowska W, Świączkowska E, Jakubska – Busse A. 2011. Zmiany liczebności i zagęszczenia populacji *Epipactis helleborine* (L.) Crantz (Orchidaceae) na siedlisku antropogenicznym w północno-wschodniej Polsce. Acta Botanica Silesiaca 7: 189-196.
- Stefaniak A., Dąbrowska M. M. 2013. *Dactylorhiza sambucina* (L.) Soó (Orchidaceae) –a new position outside the contiguous range in Poland. Archives of Biological Sciences 65(2): 697-701.
- Stefaniak A, Jakubska Busse A. 2011. New record of intergeneric hybrids xrhizanthera intermedia Bernacki [*Dactylorhiza Fuchsii* (Druce) Soo x *Plantanthera bifolia* (L.) L. C.M. Richard] Orchidaceae, in Poland. Opole Scientific Society Nature Journal 44: 16-20.
- Stefaniak A, Kiedrzyński M. 2011. *Cephalanthera damasonium*. Czerwona Księga Roślin województwa Łódzkiego. Romuald Olaczek (red.), Łódź, 56-57.
- Stefaniak A, Karczewska M, Jakubska- Busse A. 2011b. Wybrane cechy populacji *Epipactis helleborine* (L.) Crantz na terenie naturalnych Białowieskiego Parku Narodowego (BPN) oraz poddanych antropopresji w okolicach Puszczy Białowieskiej. Storzycowate w Polsce Biologia i Ochrona, Emilia Brzosko, Ada Wróblewska Edyta Jarmakowicz (red.), Białystok 52-60.

- Stefaniak A, Ziemkiewicz S, Karczewska M, Klejps A, JakubskaBusse A. 2013. The current condition of the Orchidaceae populations in Polish National Parks. *Archives of Biological Sciences* 65(3): 1079-1086.
- Sukhorukov AP, Nilova MV, Krinitsina AA, Zaika MA, Erst AS, Shepherd KA. 2018. Molecular phylogenetic data and seed coat anatomy resolve the generic position of some critical Chenopodioideae (Chenopodiaceae—Amaranthaceae) with reduced perianth segments. *PhytoKeys* 109(14): 103-128.
- Săvulescu T, Beldie AI, Buja AI, Grintescu GH, Grintescu I, Gusuleac M, Nyarady A, Nyarady EI, Răvărut M, Serbănescu I, Topa E, Zahariadi C. 1955. *Flora Republicii Populare Romine*. Editura Academiei Republicii Populare Romine 3: 117-133.
- Štěpánek J, Kirschner J. 2001. A new hexaploid species of *Taraxacum* sect. *Palustria* from Savoie, the W Alps. *Preslia* 73: 277-279.
- Štěpánek J, Kirschner J. 2017. *Taraxacum* sect. *Palustria* (Compositae, Cichorieae) in Bulgaria revised, with three new species. *Willdenowia* 47: 155-165.
- Towpasz K, Trzcińska-Tacik H. 1998. Distribution and ecology of *Sisymbrium polymorphum* (Cruciferae). *Fragmenta Floristica et Geobotanica* 43(1): 147-157.
- Tutin TG, Burges NA, Chater AO, Edmondson JR, Heywood VH, Moore DM, Valentine DH, Walters SM, Webb DA. 1964. *Flora Europaea*, Volume 1. Psilotaceae to Platanaceae. Cambridge University Press 1: 318-320.
- Verma J, Sharma K, Thaku K, Sembi JK, Vij SP. 2014. Study on seed morphometry of some threatened Western Himalayan orchids. *Turkish Journal of Botany* 38: 234-251.
- Verma J, Thakur KK, Sembi JK., Vij S.P. 2012. Study on seed morphometry of seven threatened Himalayan orchids exhibiting varied life modes. *Acta Botanica Gallica* 159(4): 443-449.
- van Soest JL (1965) *Taraxacum* section *Palustria*. *Acta Botanica Neerlandica* 14: 1-53.
- Warwick SJ, Ihsan A, Al-Shehbaz IA, Price RA, Sauder C. 2002. Phylogeny of *Sisymbrium* (Brassicaceae) based on ITS sequences of nuclear ribosomal DNA 80: 1002-1017.
- Widhalm TJ, Egan RS, Bertoletti FR, Asztalos MJ, Kraichak E, Leavitt SD, Lumbsch HT. 2016. Picking holes in traditional species delimitations: an integrative taxonomic reassessment of the Parmotremaperforatum group (Parmeliaceae, Ascomycota) The Linnean Society of London, *Botanical Journal of the Linnean Society* 182(4): 868-884.
- Witosławski P, Stefaniak A. 2011. *Goodiera reptans*. *Czerwona Księga Roślin województwa Łódzkiego*. Romuald Olaczek (red.), Łódź, 104-105.
- Wu J, Zhao X, Ning W. 2011. Micro-morphological characteristics of *Taraxacum* F.H. Wigg. seeds from northeastern China and taxonomic significance. *Chinese Bulletin of Botany* 46: 437-446.
- Zajac A, Zajac M. (red.). 2014. Survival problems of archaeophytes in the Polish flora. *Biodiversity: Research and Conservation* 35: 47-56.
- Ziegler B. 1981. Mikromorphologie der Orchideensamen unter Berücksichtigung taxonomischer Aspekte. — Ph. D. thesis, Ruprecht-Karl Universität, Heidelberg.
- Žerdoner Čalasan A, German DA, Hurka H, Neuffer B. 2021. A story from the Miocene: Clock-dated phylogeny of *Sisymbrium* L. (Sisymbrieae, Brassicaceae). *Ecology and Evolution* 11: 2573-2595.



.....
(podpis wnioskodawcy)