

Załącznik nr 2

AUTOREFERAT

**przedstawiający życiorys naukowy wnioskodawcy, osiągnięcie naukowe zgłaszane jako
przedmiot postępowania habilitacyjnego
oraz pozostałe osiągnięcia naukowe**

Dr Małgorzata Wrzesień

Wydział Biologii i Biotechnologii
Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej

Lublin 2019

1. Dane osobowe

Imię i nazwisko	Małgorzata Beata Wrzesień
Data i miejsce urodzenia:	03.03.1968, Skarżysko-Kamienna
Miejsce pracy	Wydziałowa Pracownia Edukacji Biologicznej i Środowiskowej z Muzeum Zoologicznym, Wydział Biologii i Biotechnologii, Uniwersytet Marii Curie Skłodowskiej, Lublin
Stan cywilny	mężatka, synowie: Łukasz, Wojciech, Jan

2. Wykształcenie, posiadane dyplomy, stopnie naukowe

magister biologii Zakład Geobotaniki, Wydział Biologii i Nauk o Ziemi, Uniwersytet Marii Curie Skłodowskiej, Lublin, 1992, tytuł pracy magisterskiej: „Zróżnicowanie fitosocjologiczne zespołu *Prunello-Plantaginetum* Fal. 1963 w Polsce”, promotor: prof. dr hab. Florian Świąś.

doktor nauk biologicznych Zakład Geobotaniki, Wydział Biologii i Nauk o Ziemi (obecnie Wydział Biologii i Biotechnologii), Uniwersytet Marii Curie Skłodowskiej, Lublin, 2003, tytuł rozprawy doktorskiej: „Flora i zbiorowiska roślinne terenów kolejowych w zachodniej części Wyżyny Lubelskiej”, praca wykonana w Zakładzie Geobotaniki promotor: prof. dr hab. Florian Świąś.

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

1994 – 2004	Asystent, Zakład Geobotaniki, Wydział Biologii i Nauk o Ziemi, Uniwersytet Marii Curie Skłodowskiej, Lublin
2004 – 2016	Adiunkt, Zakład Geobotaniki, Wydział Biologii i Biotechnologii, Uniwersytet Marii Curie Skłodowskiej, Lublin
2016 – 2018	Asystent, Zakład Geobotaniki, Wydział Biologii i Biotechnologii, Uniwersytet Marii Curie Skłodowskiej, Lublin
2018 – obecnie	Specjalista, Wydziałowa Pracownia Edukacji Biologicznej i Środowiskowej z Muzeum Zoologicznym, Wydział Biologii i Biotechnologii, Uniwersytet Marii Curie Skłodowskiej, Lublin
w roku 1997 i 2008	urlop macierzyński
w roku 2015	urlop dla poratowania zdrowia

4. Wykaz opublikowanych prac naukowych oraz omówienie dorobku naukowego

Dotychczasowy dorobek naukowy obejmuje łącznie 102 pozycje w tym:

- 14 oryginalnych prac naukowych opublikowanych w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JRC)
- 29 oryginalnych prac naukowych opublikowanych w czasopismach spoza bazy Journal Citation Reports (JRC)
- 41 doniesienia i 12 referatów na zjazdy i kongresy naukowe, krajowe i zagraniczne
- 1 monografia oraz 9 rozdziałów w monografiach
- wartość bibliometryczna dotychczasowego dorobku naukowego wynosi: IF = 16,643; pkt. MNiSW = 706
- Index Hirscha WoS – 5; liczba cytowań – 38; liczba cytowań bez autocytowań – 19
- Index Hirscha Scopus – 5; liczba cytowań – 58; liczba cytowań bez autocytowań – 31
- Index Hirscha Google Scholar (2005-2019) – 8; liczba cytowań – 138; liczba cytowań bez autocytowań – 79
- Liczba cytowań prac naukowych wyliczona osobiście na podstawie zebranych materiałów – 311; liczba cytowań bez autocytowań – 176

Po uzyskaniu stopnia doktora:

- 14 oryginalne prace naukowe opublikowane w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JRC)
- 25 oryginalnych prac opublikowanych w czasopismach spoza bazy Journal Citation Reports (JRC)
- 1 monografia oraz 7 rozdziałów w monografiach
- 41 doniesień i 8 referatów przygotowanych na krajowe i zagraniczne konferencje i kongresy

**W okresie po uzyskaniu stopnia naukowego doktora nauk biologicznych
liczba punktów KBN/MNiSW wzrosła o 664 natomiast IF o 16,643**

5. Opis osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. Nr 65, poz. 595, z późn. zm.)

5.1. Tytuł osiągnięcia naukowego:

„Flora pożytkowa antropogenicznych układów liniowych Polski południowo-wschodniej”

5.2. Publikacje wchodzące w skład osiągnięcia naukowego

(Wartości IF wg JCR, podany za okres ostatnich 5 lat. Punktację MNiSW podano zgodnie z ujednoliconym wykazem czasopism naukowych w latach 2013-2016; *autor korespondencyjny)

1. **Wrzesień M.**, Denisow B. 2016. The effect of agricultural landscape structure on field margins flora in south eastern Poland. *Acta Botanica Croatica* 75(2):217-225. (**IF 0.516; IF 5-years: 0.828; MNiSW₂₀₁₆ 20 pkt.**)

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na przeprowadzeniu badań w terenie, opracowaniu założeń metodycznych, wydzieleniu transektów, przeprowadzeniu spisów florystycznych i analiz ordynacyjnych, przygotowaniu publikacji. Mój udział procentowy szacuję na 60%.

2. Denisow B., **Wrzesień M.** 2015. The importance of field margins location of for maintenance of food niches for pollinators. *Journal of Apicultural Science* 59(1):27–37. (**IF 0.571; IF 5-years: 1.007; MNiSW₂₀₁₆ 25 pkt.**)

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na przeprowadzeniu badań w terenie, wykonaniu pogłębionych analiz flory pożytkowej miedz przy użyciu przestrzennych analiz ordynacyjnych, opracowaniu wyników badań, przygotowaniu publikacji. Mój udział procentowy szacuję na 50%.

3. **Wrzesień, M.**, Jachuła, J., *Denisow, B. 2016. Railway embankments – refuge areas for food flora, and pollinators in agricultural landscape. *Journal of Apicultural Science* 60 (1):97–110. (**IF 0.722; IF 5-years: 0.886; MNiSW₂₀₁₆ 25 pkt.**)

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na przeprowadzeniu badań w terenie, dokonaniu analizy florystycznej i fitosocjologicznej szaty roślinnej w obrębie linii kolejowych, prowadzeniu obserwacji owadów wizytujących, przeprowadzeniu analiz statystycznych, opracowaniu wyników badań, przygotowaniu publikacji. Mój udział procentowy szacuję na 60%.

4. **Wrzesień M.**, *Denisow B. 2016. Distribution and abundance of bee forage flora across an agricultural landscape - railway embankments vs. road verges. *Acta Societatis*

Botanicorum Poloniae 85(4):3509. (IF 1.213; IF 5-years: 1.392; MNiSW₂₀₁₆ 25 pkt.).

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na wyznaczeniu transektów, przeprowadzeniu badań terenowych, dokonaniu spisów florystycznych w transektach, stworzeniu bazy danych, opracowaniu statystycznym i graficznym wyników badań, przygotowaniu publikacji. Mój udział procentowy szacuję na 60%.

5. **Wrzesień M.**, Denisow B. 2007. The phytocoenoses of anthropogenically transformer areas with a great importance for Apoidea. *Acta Agrobotanica* 60(2):117-126. (MNiSW₂₀₁₆ 14 pkt.)

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na przeprowadzeniu badań terenowych, wyróżnieniu i opisaniu fitocenozy, wskazaniu fitocenozy najcenniejszych pod względem zasobności w gatunki pożytkowe, przygotowaniu publikacji. Mój udział procentowy szacuję na 70%

6. Jachuła, J., **Wrzesień, M.**, Strzałkowska-Abramek M., *Denisow B. 2018. The impact of spatio-temporal changes in flora attributes and pollen availability on insect visitors in Lamiaceae species. *Acta Botanica Croatica* 77(2):161-171 (IF 0.516; IF 5-years: 0.694; MNiSW₂₀₁₆ 20 pkt.)

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na przeprowadzeniu badań w terenie, (wyznaczeniu transektów, dokonaniu analizy florystycznej, ocenie obfitości kwitnienia), wykonaniu części analiz w laboratorium, opracowaniu wyników badań, przygotowaniu publikacji. Mój udział procentowy szacuję na 50%.

7. Jachuła, J., *Denisow B., **Wrzesień M.** 2018. Validation of floral food resources for pollinators in agricultural landscape in SE Poland. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. DOI: 10.1002/jsfa.8761; (IF 2.46; IF 5-years 1.994; MNiSW₂₀₁₆ 35 pkt.)

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na przeprowadzeniu badań fitosocjologicznych w terenie, opracowaniu kartograficznym terenu badań, graficznym opracowaniu wyników, przygotowaniu publikacji. Mój udział procentowy szacuję na 30%.

5.3. Bibliometryczne podsumowanie osiągnięcia naukowego

Publikacje	Liczba	Wskaźnik IF 5 lat	Punkty MNiSW
Eksperymentalne	7	6,922	164

5.4. Omówienie celu naukowego prac składających się na osiągnięcie naukowe i uzyskanych rezultatów wraz z omówieniem ich potencjalnego wykorzystania w praktyce

Spadek różnorodności gatunkowej i liczebności owadów zapylających jest obecnie problemem globalnym. Pierwsze objawy radykalnego niedoboru zapylaczy zaobserwowano w latach 80 ubiegłego wieku (Steffan-Dewenter i in. 2000). Współcześnie zjawisko to zostało nazwane „kryzysem zapyleń” (np. Aizen i Harder 2009, Potts i in. 2010), a negatywne konsekwencje tego zjawiska prowadzą do ograniczenia wiązania nasion i owoców roślin entomofilnych występujących w fitocenozach naturalnych oraz spadku plonowania upraw owadopylnych. W przypadku fitocenz naturalnych destabilizacja produkcji nasion i owoców uważana jest za jeden z głównych czynników ograniczających odnawianie populacji, gdyż ogranicza przepływ genów, co jest szczególnie niepokojące w przypadku populacji rozproszonych i odizolowanych, które są zagrożone wyginięciem. Drastyczny spadek populacji pszczoł miodnych i dzikich zapylaczy stanowi poważne zagrożenie dla stabilności plonów (Gallai i in. 2009) i jest istotnym zagrożeniem dla bezpieczeństwa żywnościowego człowieka (Holzschuh i in. 2012).

Wśród przyczyn spadku różnorodności gatunkowej i liczebności zapylaczy wymienia się degradację i fragmentację siedlisk oraz intensyfikację produkcji rolniczej/ogrodniczej (np. nadmierne zużycie środków ochrony roślin). Poważnym problemem we współczesnym krajobrazie, który negatywnie wpływa na bioróżnorodność i liczebność zapylaczy są niedobory pokarmu (nektaru i pyłku). Brak i/lub niedobór pokarmu związany jest m.in. z (i) rosnącą powierzchnią monokultur, a jednocześnie z dominacją upraw zbóż (> 70% w strukturze upraw), czyli gatunków, które wytwarzają kwiaty wiatropylne, beznektarnikowe (Chmielewski, Węgorek, 2003), a także (ii) wprowadzaniem wysoko zaawansowanych technologii rolniczych, tj. stosowaniem nawozów i herbicydów, wywierających negatywny wpływ na rodzimą florę i wpływających niekorzystnie na strukturę zbiorowisk roślinności pożytkowej (Denisow i Wrzesień 2007, Decourtye i in. 2010). Liczne badania wskazują, że ważne jest zapewnienie owadom zapylającym diety zbilansowanej pod względem ilościowym oraz jakościowym. Bogactwo gatunkowe flory pożytkowej jest niezbędne dla właściwego przebiegu cykli życiowych zapylaczy (Westphal i in. 2003, Filipiak i in. 2017), a rozwój owadów może być limitowany, np. poprzez niedobory Na, Cu, S, K, oraz Zn i N w diecie. Szczególnie niekorzystne dla owadów zapylających są niedobory pokarmu pyłkowego, który jest głównym źródłem białka, witamin, hormonów, mikro- i makroelementów (Alaux i in. 2010, Nicolson 2011).

Znajomość zasobów gatunków pożytkowych w różnych typach siedlisk (naturalnych,

pólnaturalnych i antropogenicznych) jest niezbędna do zapewnienia skutecznej ochrony zapylaczy w skali krajobrazu (Wood i in. 2015). Zrozumienie czynników wpływających na rozkład flory nektarowej i/lub pyłkowej w krajobrazie może dostarczyć ważnych danych, które będą pomocne dla opracowania strategii wspierających populacje zapylaczy na różnych poziomach organizacji biologicznej (gatunkowym, populacyjnym, biocenotycznym, krajobrazowym).

W krajobrazie rolniczym szeroko pojęte struktury liniowe (miedze, drogi, linie kolejowe) są doskonałym środowiskiem dla bytowania wielu grup organizmów (Banaszak 1992, Corbet 2000, Decourtye i in. 2010). Zapewniają również podstawowe rodzaje nisz niezbędnych do utrzymania dzikich zapylaczy: miejsc gniazdowania i zasobów pokarmowych (Marshall i Moonen 2002).

W ciągu ostatniego stulecia logistyka i transport stały się bardzo dynamicznym sektorem rozwoju gospodarki europejskiej, a linie kolejowe oraz sieci dróg tworzą ważne struktury w nowoczesnym krajobrazie rolniczym (Spiekermann 2015). W Unii Europejskiej, całkowita długość linii kolejowej wynosi 215 800 km, dróg 10 582 700 km (The World Factbook 2013-2014), a w Polsce stanowi odpowiednio 18 533 km i 420 000 km (Falkowski i Pytel 2014, GDDKiA 2017). Rozwój ekonomiczny i gospodarczy wymusza dalszy rozwój infrastruktury transportowej, sieci kolejowych i drogowych. Istotnym problemem, który ogranicza areał siedlisk dla utrzymania roślinności pożytkowej jest też zanikanie miedz (marginesów śródpolnych) (Wuczyński i in. 2014).

Szybki rozwój infrastruktury transportowej wiąże się z ponoszeniem pewnych kosztów środowiskowych: utrata terenów cennych przyrodniczo, fragmentacja ekosystemów, zaburzenia mikroklimatyczne i hydrologiczne, hałas. Destabilizuje to procesy ekologiczne oraz negatywnie wpływa na różnorodność genetyczną, gatunkową oraz biocenotyczną (Baudry i in. 2000, Kociołek i in. 2011). Jednak układy liniowe to również sztuczne korytarze ekologiczne, kanały dyspersji gatunków rodzimych i obcych. Siedliska układów liniowych zapewniają również miejsca gniazdowania oraz bazę pokarmową niezbędną do prawidłowego przebiegu pełnych cykli życiowych wielu grupom fauny, w tym owadom zapylającym (Moroń i in. 2014, Kalarus i Bąkowski 2015).

Celem moich eksploracji terenowych było określenie stanu i zasobów flory pożytkowej na siedliskach układów liniowych w południowo-wschodniej Polsce. Wyniki tych badań przedstawiłam w cyklu siedmiu prac wchodzących w skład osiągnięcia naukowego.

W badaniach przedstawionych jako osiągnięcie naukowe dokonałam ocenę flory za pomocą klasycznej metody Brauna-Blanqueta, która umożliwiła ewaluację stopnia pokrycia flory pożytkowej w poszczególnych, losowo wytypowanych transektach. Florę

charakteryzowano w oparciu o bogactwo florystyczne płatów (S), współczynnik bioróżnorodności Shannona-Wienera (H) oraz wskaźnik równocенności (J). Zastosowałam również wielowymiarowe analizy danych (PCA, DCA, RDA) do oceny czynników wpływających na skład gatunkowy, różnorodność gatunkową i rozmieszczenia flory pożytkowej w krajobrazie rolniczym. Dane modyfikowano według transformacji zaproponowanej przez van der Maarel (1998). W badaniach dotyczących porównania zasobów pyłkowych fitocenoz wykorzystano metodę wagowo-eterową. Obserwacje florystyczne uzupełniono o obserwacje składu zapylaczy oraz ich frekwencji. W tym celu dokonywano spisów owadów wizytujących kwiaty poszczególnych gatunków roślin.

Wrzesień M., Denisow B. 2016. The effect of agricultural landscape structure on field margins flora in south eastern Poland *Acta Botanica Croatica* 75(2):217–225.

Zmiany w strukturze krajobrazu rolniczego są obserwowane w całej Europie, ale w Polsce nadal współistnieją dwa modele krajobrazu rolniczego (ekstensywny i intensywny).

Celem omawianej pracy była ocena flory występującej w obrębie miedz przylegających do pól położonych w intensywnie i ekstensywnie zarządzanym krajobrazie rolniczym. Określano wpływ typu krajobrazu rolniczego oraz typu siedliska występującego w otoczeniu miedz (łąki, lasu), na skład gatunkowy, bogactwo i różnorodność flory miedz. Badania prowadzono w trzech regionach Polski południowo-wschodniej (Kotlina Hrubieszowska, Wyniosłość Giełczewska, Wysoczyzna Lubartowska). W celu określenia zasobów florystycznych posłużono się metodą transektową. Dla każdego rodzaju krajobrazu losowo wybrano 15 transektów (300 m długości i 1,3-2,8 m szerokości), co oznacza, że w każdym regionie wydzielono 45 transektów. Łącznie analizowano florę w obrębie 135 transektów (Dajdok i Wuczyński 2008). Transekty zlokalizowano w 3 typach krajobrazu: w (i) krajobrazie intensywnym, z miedzami położonymi >1000 m od elementów siedliskowych (łąk, lasów); (ii) w krajobrazie ekstensywnym z występowaniem łąk w otoczeniu <1000 m miedz; (iii) w krajobrazie ekstensywnym z występowaniem lasów w otoczeniu <1000 m miedz.

Analiza danych florystycznych wykazała występowanie w obrębie miedz trzech regionów Polski południowo-wschodniej łącznie 376 gatunków roślin naczyniowych, należących do 36 rodzin botanicznych, co wskazuje na dużą różnorodność gatunkową flory analizowanych siedlisk, która stanowi 1/3 zasobów flory regionu. Dane te są zbieżne z ocenami innych autorów (np. Bassa i in. 2011), którzy podkreślają wagę marginesów

śródpolnych dla zachowania różnorodności gatunkowej w obrębie pól i wskazują na potrzebę utrzymania tych siedlisk w krajobrazie. Liczba gatunków notowanych w jednym transekcie wahała się w szerokich granicach od 36 do 160, średnio wynosiła $97 \pm 29,7$.

Położenie miedz w stosunku do różnych typów siedlisk wpływała istotnie na liczbę gatunków stwierdzanych w transektach. Liczba gatunków zanotowanych na miedzach była o ok. 30% wyższa w krajobrazie ekstensywnym (z występowaniem wysp leśnych zlokalizowanych <1000 m od miedz) w porównaniu do miedz położonych w obrębie krajobrazu ekstensywnego (z wyspami łąkowymi zlokalizowanymi <1000 m od miedz) oraz o ok. 50% wyższa niż na miedzach w intensywnym krajobrazie rolniczym. Wyniki te wskazują na istnienie dodatniej korelacji pomiędzy różnorodnością gatunkową flory, a heterogenicznością krajobrazu i wskazują na potrzebę istnienia różnych typów siedlisk w krajobrazie w celu zachowania dużej liczby gatunków flory w obrębie miedz.

Zastosowana w badaniach zaawansowana analiza ordynacyjna (DCA) wykazała, że kompozycja flory miedz nie różni się pomiędzy regionami (we wszystkich regionach stwierdzono 80% wspólnych gatunków roślin naczyniowych), ale kompozycja gatunków jest różna się pomiędzy różnymi typami krajobrazu (ekstensywny vs. intensywny), co należy wiązać np. ze wzrostem nitryfikacji siedlisk miedz w krajobrazie zarządzanym intensywnie, na co wskazuje wzrost frekwencji występowania na miedzach w krajobrazie intensywnym gatunków nitrofilnych (np. *Cirsium arvense*, *Glechoma hederacea*).

Wśród gatunków o najwyższej frekwencji występowania (obecność >80% transektów) zanotowano gatunki pożytkowe (np. *Hypericum perforatum*, *Knautia arvensis*, *Berteroa incana*), co wskazuje na wagę tych siedlisk dla utrzymania różnorodności pokarmu dla owadów zapylających.

Na badanych miedzach udokumentowano wysoki udział bylin (byliny: dwuletnie: jednoroczne – 5:1:2), a proporcja form trwałości gatunków zależała od typu krajobrazu. Udział bylin znacznie spadał w krajobrazie intensywnie zarządzanym. Jest to trend niekorzystny, bowiem byliny zapewniają powtarzalność zasobów pokarmowych zapylaczy w poszczególnych sezonach wegetacyjnych. Wśród bylin, które dostarczają pokarmu owadom zapylającym notowano m.in. *Ranunculus acris*, *Hypericum perforatum*, *Pastinaca sativa*, *Geranium pratense*. Gatunki te dostarczając/zwiększając różnorodność pokarmu dla owadów zapylających mogą wpływać dodatnio na liczebność zapylaczy w otoczeniu upraw entomofilnych. Siedliska marginesów śródpolnych wykorzystywane są w niektórych krajach europejskich w celu poprawy pożytków (Potts i in 2010), dlatego w pracy postuluje się

możliwość wykorzystania miedz do poprawy pożytków również w Polsce.

Niezależnie od typu krajobrazu, we wszystkich transektach dominowały gatunki rodzime (274 gatunków – 72,8% flory ogólnej). Jednak siedliska miedz tworzą również odpowiednie biotopy dla gatunków obcych i/lub inwazyjnych (102 gatunki obce – 27,17% flory ogólnej). Liczba gatunków obcych nie różniła się pomiędzy regionami, ale wykazywała różnicę pomiędzy typami krajobrazu. Zgromadzone w pracy dane potwierdzają poglądy prezentowane przez innych autorów, że heterogeniczność krajobrazu jest jednym z czynników najbardziej adekwatnych do wyjaśnienia różnorodności roślin na marginesach śródpolnych (Andreasen i Andresen 2011).

W grupie 19 inwazyjnych gatunków osiągających często pokrycie > 30%, najczęściej występowały *Amaranthus retroflexus*, *Bunias orientalis*, *Conyza canadensis*, *Echinochoa crus-galli*, *Erigeron annuus*, *Galinsoga parviflora*, *Setaria pumila*, *Solidago gigantea*. Wśród gatunków inwazyjnych zanotowano gatunki o dużej atrakcyjności pożytku (nektar i pyłek) dla pszczoły miodnej, np. *Solidago gigantea*, *Bunias orientalis*. Rola tych gatunków nie do końca została określona. Mogą one stanowić ważne uzupełnienie pokarmu, np. *Solidago* w okresie późnoletnim, gdy inne rośliny pożytkowe już nie kwitną. Jednak duże pokrycie tych gatunków w transektach potęguje tzw. efekt ‘pustyni pokarmowej’, gdyż poza okresem kwitnienia pożytkowej rośliny inwazyjnej (marzec-lipiec) płaty te nie dostarczają pokarmu. Inwazyjne gatunki pożytkowe mogą również stanowić konkurencję o zapylacze dla roślin uprawnych, np. konkurencja o *Apis mellifera* pomiędzy *Bunias orientalis*, a *Brassica napus* ssp. *napus*.

W prezentowanym doświadczeniu udokumentowano również, że marginesami polnymi migrują *Geranium sibiricum* oraz *Vicia grandiflora*, czyli gatunki, które aktualnie szybko poszerzają swój zasięg geograficzny w Polsce południowo-wschodniej. Obok gatunków silnie progresywnych w obrębie miedz odnotowano gatunki pozostające w regresie (np. *Adonis aestivalis*, *Bromus secalinus*, *Cerasus fruticosa*, *Muscari comosum*, *Myosurus minimus*, *Potentilla rupestris*). W latach siedemdziesiątych większość z nich była pospolitymi chwastami związanymi z uprawami. Radykalne zmiany w metodach uprawy i aplikacji środków chemicznych przyczyniła się do zanikania tych gatunków. Są to istotne spostrzeżenia, które wskazują, że miedze są ważnymi siedliskami dla utrzymania bioróżnorodności gatunków rzadkich i/lub zagrożonych.

Biorąc pod uwagę przynależność synekologiczną, odnotowane taksony reprezentowały klasę *Molinio-Arrhenatheretea*, *Festuco-Brometea*, *Vaccinio-Piceetea*,

Querco-Fagetea, *Artemisietea*, i *Stellarietea mediae*. Niezależnie od rodzaju krajobrazu rolniczego na miedzach przeważały gatunki łąkowe, które stanowiły 40-43% udziału flory ogólnej.

Wyniki potwierdzają, że marginesy śródpolne są istotne w ochronie różnorodności biologicznej flory, a pośrednio mogą istotnie wpływać na różnorodność i liczebność różnych grup fauny. Są to także siedliska istotne dla gatunków rzadkich i/lub zagrożonych.

Denisow B., **Wrzesień M.** 2015. The importance of field margins location of for maintenance of food niches for pollinators. *Journal of Apicultural Science* 59(1):27–37

W kolejnej pracy zastosowano pogłębioną analizę flory pożytkowej miedz przy użyciu przestrzennych analiz ordynacyjnych (analizy składowych głównych PCA, nietendencyjnej analizy zgodności DCA, kanonicznej analizy korespondencji CCA).

W pracy analizowano florę pożytkową występującą na miedzach czterech gmin Wyżyny Lubelskiej (Lubartów, Jastków, Niemce, Bychawa). Na obszarze każdej gminy wydzielono po 15 transektów, każdy o długości 300 m i szerokość od 1,3 do 2,8 m.

Skład flory, bogactwo gatunkowe oraz różnorodność (współczynniki H i J) analizowano w zależności od (i) typu siedliska naturalnego (łąka, las), (ii) odległości od siedliska oraz (iii) powierzchni/wielkości pola do którego przylegała miedza.

Podobnie jak w poprzedniej pracy wykazano, że różnorodność flory miedz jest wysoka, zanotowano 275 gatunków roślin naczyniowych, w tym 225 (81,5%) stanowiły gatunki pożytkowe. Wykazano również, że głównym czynnikiem wpływającym na skład i bogactwo flory pożytkowej miedz jest roślinność występująca w otoczeniu miedz. Największe bogactwo gatunków zanotowano na obrzeżach pól położonych w odległości 50-500 m od lasu. Stopień pokrycia gatunków pożytkowych jest podobny na miedzach położonych w odległości 50-500 m od lasu oraz 60-500 m od łąki. Potwierdza to znaczenie siedlisk naturalnych i półnaturalnych jako głównych naturalnych źródeł diaspor w wysoko przekształconych obszarach krajobrazu rolniczego.

Bogactwo gatunkowe oraz różnorodność flory miedz były również istotnie powiązane z powierzchnią pola do którego przylegały miedze. Odnotowano zmniejszenie bogactwa gatunkowego oraz współczynników różnorodności gatunkowej wraz ze wzrostem areалу pól. Jest to trend niepokojący, gdyż wraz z postępującą intensyfikacją rolnictwa oraz tendencją do scalania gruntów (wymuszana czynnikami ekonomicznymi) przewidywać

można dalszy spadek bogactwa gatunkowego i różnorodności flory pożytkowej notowanej w obrębie miedz.

Stwierdzono, że pomimo dużego bogactwa gatunkowego, stopień pokrycia transektów przez gatunki pożytkowe jest niski, a gatunki pożytkowe wypierane są przez trawy oraz inne rośliny anemofilne (*Artemisia*), które nie mają wartości jako pokarm dla owadów zapylających. Zaledwie kilka gatunków, których kwiaty dostarczają pokarmu zapylaczom (*Coronilla varia*, *Medicago falcata*, *Trifolium medium*, *T. repens*, *Vicia cracca*) tworzy zwarte płaty. Większość gatunków pożytkowych występowała pojedynczo lub w luźnych skupiskach, dlatego należy przypuszczać, że wnoszą one stosunkowo niewiele do diety zapylaczy pod względem ilościowym, podczas gdy różnorodność flory pożytkowej jest istotna dla zróżnicowania diety zapylaczy.

W pracy, na podstawie analizy fenologicznych sezonowych spektrów kwitnienia gatunków pożytkowych udowodniono, że najwięcej gatunków dostarczających pokarm zapylaczom kwitnie w obrębie miedz w okresie lata i późnego lata. Flora ta stanowi zatem podstawę/uzupełnienie taśmy pokarmowej zapylaczy w okresie, gdy brak jest w krajobrazie rolniczym innych roślin pożytkowych, a zapotrzebowanie owadów na pokarm jest duże (potrzeby własne, gromadzenie pokarmu do zimowli). Brak kwitnących roślin pożytkowych w obrębie flory miedz w początkowym okresie sezonu wegetacyjnego (wiosna, wczesne lato) wskazuje, że dla utrzymania ciągłości taśmy pokarmowej w krajobrazie rolniczym niezbędne jest utrzymywanie różnych typów siedlisk. Tylko wspólne utrzymanie płatów roślinności naturalnej, seminaturalnej oraz antropogenicznej jest w stanie zapewnić ciągłość pożytku dla zapylaczy.

Przedstawione wyniki badań mają wymiar praktyczny i dowodzą, że siedliska antropogeniczne stanowią duży potencjał renowacyjny i powinny być wykorzystane do poprawy pożytków pszczelich.

Wrzesień M., Jachuła J., *Denisow B. 2016. Railway embankments – refuge areas for food flora, and pollinators in agricultural landscape. *Journal of Apicultural Science* 60(1): 97–110.

W kolejnej pracy, również posługując się metodą transektu liniowego (60 transektów=18000 m; 300 m x 1,2 m), dokonano analizy florystycznej i fitosocjologicznej szaty roślinnej w obrębie linii kolejowych zlokalizowanych na Wyżynie Lubelskiej oraz Polesiu Lubelskim. Analizowano florę pożytkową linii kolejowych o różnym natężeniu ruchu: (i) niskie <5 pociągów na dobę, (ii) średnie 5-20/24 h, i (iii) wysokie 21-50/24 h. Dodatkowo prowadzono analizę zasobów flory pożytkowej uwzględniając lokalizację transektów na linii kolejowej: (i) szczyt nasypu, (ii) zbocze nasypu oraz (iii) podnóże nasypu. W trakcie badań analizowano zasobność poszczególnych obiektów w gatunki pożytkowe, określano porę i długość kwitnienia, rodzaj oferowanego pożytku (nektar/pyłek), cechy morfologiczne kwiatów (symetria, cechy strukturalne), system zapylania, trwałość gatunków, status geograficzny. Równolegle do badań florystycznych prowadzono obserwacje owadów wizytujących kwiaty poszczególnych gatunków pożytkowych. Zidentyfikowane owady zostały podzielone na grupy funkcjonalno-taksonomiczne, zgodnie z klasyfikacją Proctor i in. (1996). Wyróżniono dziewięć grup owadów: 1. *Apis mellifera*, 2. *Bombus* spp., 3. pszczoły samotnice, 4. muchówki (Diptera), 5. Syrphidae, 6. Lepidoptera, 7. Vespidae, 8. Heteroptera, 9. Coleoptera.

Łącznie we florze linii kolejowych stwierdzono 401 gatunków roślin naczyniowych, w grupie tej były 284 (71,2%) taksony pożytkowe. Liczba gatunków w transekcji wahała się od 20 do 195, średnio $75,4 \pm 35,2$. Liczba i różnorodność gatunków pożytkowych różniła się między liniami kolejowymi o różnym natężeniu ruchu. Najwyższa była na zboczach nasypów linii kolejowych ze średnim natężeniem ruchu. Liczba gatunków wzdłuż linii o intensywnym użytkowaniu trakcji była o ok. 40% niższa, a wzdłuż trakcji o niskim natężeniu ruchu o 20% niższa. Analiza CCA wykazała, że intensywność ruchu wyjaśnia jedynie 4,1 % kompozycji flory wzdłuż linii kolejowych. Typ mikrosiedliska w przekroju zbocza nasypu kolejowego wpływał na liczbę oraz różnorodność gatunków pożytkowych. Gatunki pożytkowe preferowały siedliska zlokalizowane na zboczu nasypu, natomiast mniej gatunków notowano u podnóży i na wierzchowinie (w obu przypadkach o ok. 25%). Wykazano, że na kompozycję gatunków wzdłuż linii kolejowych mają również wpływ czynniki siedliskowe (światło, temperatura, wilgotność gleby oraz pH gleby). Gatunki pożytkowe występujące na siedliskach kolejowych są generalnie światłożadne ($L=4,45$) oraz charakteryzują się znaczną

tolerancją na suszę ($W=3,03$). Podnóża nasypów, gdzie następuje wzrost wilgotności gleby, opanowywane są przez agresywną roślinność anemofilną, która nie jest atrakcyjna dla zapylaczy (np. *Phragmites communis*, *Urtica dioica*, *Chenopodium album*, *Atriplex nitens*).

We florze pożytkowej trakcji kolejowych przeważają byliny, ustępują im rośliny dwuletnie i jednoroczne (relacje 5,5:1:2). Zanotowano przewagę gatunków rodzimych (234 – 76,7% notowanej flory), chociaż na siedliskach linii kolejowych występują również gatunki obce, w tym inwazyjne.

Zdecydowanie, w grupie owadów wizytujących kwiaty gatunków pożytkowych występujących wzdłuż linii kolejowych dominowały trzmiele, których udział stanowił 46.15%, natomiast obecność owadów z grupy Heteroptera była sporadyczna. Liczba gatunków owadów wizytujących kwiaty różniła się pomiędzy typami linii kolejowych. Wykazano dodatnią zależność pomiędzy bogactwem gatunkowym flory pożytkowej, a liczebnością owadów wizytujących kwiaty. Największą liczebność owadów zanotowano na transektach zlokalizowanych wzdłuż linii kolejowych o średnim natężeniu ruchu. Zapylacze wykazywały zróżnicowane preferencje w stosunku do gatunków flory pożytkowej. Najliczniej odwiedzane były *Pastinaca sativa*, *Cirsium arvesne*, *Berteroa incana* (0,073-0,095 owadów/1m²/sezon).

W oparciu o analizę skupień oraz preferencje grup owadów w stosunku do gatunków roślin wyróżniono 6 grup gatunków roślin pożytkowych. Wyniki te mają ważny wymiar praktyczny, wskazują bowiem, które taksony roślin są preferowane przez określone grupy taksonomiczne owadów. Na podstawie tych danych można dokonywać wyboru gatunków roślin najbardziej odpowiednich dla wsparcia określonych grup zapylaczy.

Wrzesień M., *Denisow B. 2016. Distribution and abundance of bee forage flora across an agricultural landscape – railway embankments vs. road verges. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*. 85(4):3509.

W kolejnej pracy skupiałam się na porównaniu składu, bogactwa i różnorodności flory pożytkowej występującej na siedliskach nasypów kolejowych oraz poboczy dróg. W badaniach uwzględniłam dwa elementy: (i) rodzaj linii kolejowych i dróg w odniesieniu do natężenia ruchu, (ii) odległość od naturalnych siedlisk (lasy, łąki). Dodatkowo przeanalizowałam preferencje siedliskowe flory pożytkowej (na podstawie wartości

wskaźników Ellenberga) w celu oceny czynników ekologicznych, które mogą mieć wpływ na występowanie flory pożytkowej w liniowych elementach krajobrazu.

Bogactwo gatunkowe na nasypach kolejowych było znacznie wyższe niż na poboczach dróg (pożytkowe 307 vs 179). Liczba gatunków pożytkowych w transektach wahała się od 20 do 195 i wyniosła średnio $75,4 \pm 35,2$ wzdłuż linii kolejowych oraz $25,0 \pm 5,4$ na poboczach dróg. Położenie struktur liniowych w stosunku do naturalnych elementów siedliskowych (lasów/łąk) determinowało bogactwo gatunkowe oraz różnorodność gatunkową flory pożytkowej występującej na siedliskach kolejowych, ale nie na poboczach dróg. Analiza korespondencyjna CCA wykazała, że kompozycja (=skład gatunkowy) flory pożytkowej na siedliskach linii kolejowych oraz poboczy dróg zależy od obecności wysp siedlisk naturalnych, odległości od wysp siedliskowych oraz intensywności użytkowania układów. Stopień pokrycia transektów przez gatunki pożytkowe był istotnie wyższy w obrębie linii kolejowych (średnio 75%) w porównaniu do poboczy dróg (średnio 41%). Liczba gatunków wspólnych dla nasypów kolejowych i poboczy dróg była niska i stanowiła 38% w całym zbiorze danych, co związane jest z cechami siedliska, tj. struktura gleby, temperatura, wilgotność i właściwości chemiczne. Na zboczach nasypów występowało wiele gatunków odpornych na suszę ($W = 2,71$), natomiast na poboczach dróg, gdzie wzrost wilgotności gleby spowodowany jest spływem wody z drogi, wskaźnik wilgotności był wyższy ($W = 3,23$).

We florze pożytkowej linii kolejowych oraz poboczy dróg dominowały byliny (byliny:dwuletnie;jednoroczne 6:1:1,5 – linie kolejowe; 5:1:2,5 – pobocza dróg). Biorąc pod uwagę grupy synekologiczne, wśród flory pożytkowej notowano gatunki leśne (np. *Ajuga reptans*, *Asperula odorata*, *Melampyrum pratense*, *Vinca minor*), łąkowe (*Achillea millefolium*, *Daucus carota*, *Geranium pratense*, *Pastinaca sativa*) oraz synantropijne (*Bunias orientalis*, *Melilotus officinalis*, *Reseda lutea*, *Solidago* spp.).

Wśród taksonów pożytkowych, powtarzających się w obu układach, najcenniejsze są trwałe gatunki rodzime, występujące w większych skupieniach i odznaczające się długim okresem kwitnienia (> 60 dni) lub uzupełniające taśmę pokarmową pszczołowatych w okresie wczesnowiosennym i późnoletnim: m. in. *Astragalus cicer*, *Berteroa incana*, *Cardaria draba*, *Cirsium arvense*, *Euphorbia cyparissias*, *Linaria vulgaris*, *Lathyrus sylvestris*, *Medicago falcata*, *M. sativa*, *Melilotus officinalis*, *Prunus spinosa*, *Rubus caesius*, *R. idaeus*, *Potentilla anserina*, *Polygonum bistorta*, *Reseda lutea*, *Vicia cracca*. Niepokojącą tendencją jest natomiast rozprzestrzenianie się wzdłuż poboczy dróg wysokich traw (*Agrostis capillaris*, *Alopecurus pratensis*, *Apera spica-venti*, *Arrhenatherum elatius*, *Dactylis glomerata*), które

osiągają pokrycie 30-100% w transektach. Ze względu na cechy kwiatów i nagrody kwiatowej (brak nektarników, sypki pyłek) gatunki te nie zabezpieczają pokarmu dla zapylaczy.

Rezultaty badań prezentowanych w tej pracy wskazują, że siedliska wzdłuż linii kolejowych oraz dróg powinny być odpowiednio zarządzane (np. ekstensywne koszenie), w celu eliminacji gatunków anemofilnych, beznektarnikowych oraz wsparcia gatunków dostarczających owadom pokarmu.

Wrzesień M., Denisow B. 2007. The phytocoenoses of anthropogenically transformer areas with a great importance for *Apoidea*. *Acta Agrobotanica* 60(2): 117–126.

W pracy tej, w oparciu o 2 650 zdjęć fitosocjologicznych wykonanych w latach 1998-2006 klasyczną metodą Braun-Blanqueta (Dzwonko 2007), podjęłam próbę wskazania fitocenozy najcenniejszych pod względem zasobności w gatunki pożytkowe, które wykształcają się na siedliskach wzdłuż traktów kolejowych Wyżyny Lubelskiej, Rostocza i Polesia Lubelskiego (łączna długość traktów – 845 km). Flora siedlisk kolejowych tego obszaru liczyła 950 taksonów, z których 324 zakwalifikowano jako cenne rośliny nektarodajne i/lub pyłkodajne.

Na badanym obszarze wyróżniono 124 fitocenozy, które sklasyfikowano w 12 różnych jednostkach synekologicznych. Fitocenozy różniły się udziałem gatunków pożytkowych. W 52 fitocenozach (41,9%) odnotowano znaczny udział gatunków pożytkowych. Największą różnorodność flory pożytkowej zanotowano w obrębie fitocenozy ruderalnych i segetalnych (*Artemisietea vulgaris*, *Stellarietea mediae*). W grupie tych zbiorowisk do roślin pożytkowych zakwalifikowano 87 gat. (26% flory), natomiast w zbiorowiskach łąkowych i pastwiskowych (*Molinio-Arrhenatheretea*) – 56 gat. (17% flory), psammofilnych i kserotermicznych (*Festuco-Brometea*, *Koelerio glaucae-Corynophoretea canescens*) – 38 gat. (12%). Mniej gatunków pożytkowych występuje w zbiorowiskach reprezentujących mezofile lasy liściaste oraz świetliste dąbrowy, tylko 29 (8%).

Wśród fitocenozy ruderalnych zdiagnozowano zbiorowiska o uproszczonym składzie gatunkowym, np. zbiorowiska z *Reseda lutea*, *Linaria vylgaris*, *Papaver rhoeas*, *Cirsium arvense*, *Oenothera biennis*, *Viola arvensis* oraz asocjacje *Potentilletum anserine* czy *Sisymbrietum altissimi*. Tworzą one płyty o powierzchni 15-20 m², w których gatunek diagnostyczny osiąga pokrycie 80-100%. Są to fitocenozy cenne pod względem zasobności

pokarmowej dla zapylaczy, ponieważ gatunki, które je budują są taksonami nektaro- i/lub pyłkodajnymi. Cechą charakterystyczną tych fitocenoz jest jednak mała lub średnia trwałość, więc nie można liczyć na powtarzalność pożytku w kontekście długoterminowym.

Do stabilnych florystycznie należą natomiast asocjacje: *Tanaceto-Artemisietum*, *Rudbeckio-Solidaginetum*, *Echio-Melilotetum*, *Sambucetum nigrae*, *Rubus fruticosi-Prunetum spinosae* oraz zbiorowiska z *Rosa rugosa*, z *Rubus caesius*, z *Geranium robertianum*, z *Pastinaca sativa*, z *Trifolium medium*, czy z *Euphorbia cyparissias*. Utrzymują się one na rozległych powierzchniach – 20-50 m², i co istotne, zasoby pokarmowe powtarzają się w kolejnych sezonach wegetacyjnych na przestrzeni 3-5 lat. Niezależnie od zasobności fitocenoz w gatunki pożytkowe stwierdzono, że jedynie mozaika różnych typów fitocenoz w krajobrazie (łąkowych, kserotermicznych, leśnych, ruderalnych, segetalnych) może zapewnić sezonową ciągłość taśmy pokarmowej dla owadów zapylających.

Przedstawione analizy mogą stanowić podstawę do dalszych szczegółowych opracowań zmierzających do oceny zasobów ilościowych i jakościowych pokarmu (nektaru i pyłku) w poszczególnych typach fitocenoz. Dane takie są kluczowe dla wdrażania strategii, której celem powinno być pohamowanie spadku różnorodności i liczebności owadów zapylających.

Jachula J., **Wrzesień M.**, Strzałkowska-Abramek M., *Denisow B. 2018. The impact of special-temporal changes in flora attributes and pollen availability on insect visitors in Lamiaceae species. *Acta Botanica Croatica* 77(2):161–171

W kolejnej pracy określano jak kompozycja flory, bogactwo oraz różnorodność gatunkowa wpływają na zasoby pyłku oraz spektrum owadów wizytujących kwiaty pięciu gatunków z rodziny Lamiaceae (*Salvia pratensis* L., *S. verticillata* L., *Thymus serpyllum* L., *Betonica officinalis* L. i *Origanum vulgare* L.) występujących w dwóch typach siedlisk (murawa kserotermiczna oraz trawie kolejowe). W pracy oceniano, do jakiego stopnia zasoby pyłkowe tych samych gatunków mogą różnić się pomiędzy siedliskami naturalnymi i antropogenicznie przekształconymi.

W analizowanych płatach muraw kserotermicznych zanotowano 135 gatunków, w tym 112 gatunków pożytkowych (=82,9%). Mniej gatunków stwierdzono na siedliskach linii kolejowych, tj. 115 gatunków, w tym 90 gatunków pożytkowych (=78,2%). Wartość wszystkich współczynników charakteryzujących florę (S, J, H) była wyższa w zbiorowiskach

muraw kserotermicznych w porównaniu do zbiorowisk wykształcanych na siedliskach linii kolejowej.

Wzór kwitnienia tych samych gatunków pożytkowych różnił się pomiędzy typami siedlisk. W okresie wiosennym notowano bardziej intensywne kwitnienie roślin w obrębie murawy kserotermicznej, a szczyt kwitnienia obserwowano w okresie lata (czerwiec/lipiec). Na siedlisku antropogenicznym szczyt kwitnienia gatunków pożytkowych był przesunięty w kierunku końca lata.

Masa pyłku dostarczanego przez rośliny z rodziny Lamiaceae była cechą gatunkową, zależała też od siedliska występowania gatunku i była zmienna pomiędzy latami badań.

Najmniej pyłku dostarczały kwiaty *Thymus serpyllum*, a najwięcej *Betonica officinalis*, *Salvia pratensis*, *S. verticillata* oraz *Origanum vulgare*. Rośliny te więcej pyłku produkowały, gdy występowały w obrębie murawy kserotermicznej, mniej na siedlisku antropogenicznym. Natomiast odwrotną tendencję stwierdzono w przypadku *T. serpyllum* i *B. officinalis*. Masa produkowanego w kwiatkach pyłku była ok. 4x wyższa w roku 2014, w porównaniu do roku 2013. Masa pyłku dostarczanego przez poszczególne gatunki z jednostki powierzchni korelowała dodatnio z obfitością kwitnienia. W przypadku większości badanych gatunków obfitość kwitnienia była wyższa, gdy występowały na murawie kserotermicznej. Tylko *O. vulgare* kwitł intensywniej na siedlisku antropogenicznym.

Ogólna wydajność pyłkowa z jednostki powierzchni różniła się pomiędzy gatunkami, typami siedlisk oraz latami badań. Najmniejszą wydajności pyłkową oraz zawartością energii w pyłku charakteryzował się *T. serpyllum* (średnio 0,08 g/m² oraz 0,46 kcal/m²), a najwyższą *O. vulgare* (8,44 g/m² oraz 46,00 kcal/m²). Generalnie zasoby pożytku pyłkowego oraz uzyskiwanej z pyłku energii były wyższe w obrębie murawy kserotermicznej w porównaniu do siedlisk linii kolejowej.

Zasoby pyłku i energii wyniosły odpowiednio 2,09 g/m² oraz 11,89 kcal/m² w roku 2013 i były niższe w porównaniu do roku 2014, odpowiednio 2,89 g/m² oraz 15,88 kcal/m². Zawartość białka w pyłku była cechą gatunkową, ale dla tych samych gatunków ulegała fluktuacjom pomiędzy siedliskami.

Analiza korespondencji kanonicznej (CCA) wykazała, że obfitość kwitnienia, bogactwo gatunkowe i różnorodność florystyczna fitocenozy oraz ilość i jakość dostarczanego pożytku pyłkowego miały istotny wpływ na preferencje owadów wizytujących kwiaty gatunków z rodziny Lamiaceae. Wyjątek stanowiły motyle, chrząszcze i muchówki. Wśród owadów wizytujących kwiaty dominowała pszczoła miodna. Udowodniono, że istnieje

znaczna korelacja pomiędzy liczebnością i frekwencją owadów wizytujących kwiaty, a zasobami pokarmowymi płatów roślinności. Dlatego dla zapewnienia odpowiedniej ilości pokarmu niezbędny jest minimalny stopień pokrycia płatów roślinności przez florę pożytkową.

Rezultaty tych badań są cenne z punktu widzenia doboru gatunków do poprawy pożytków dla pszczoły miodnej oraz innych zapylaczy w celu efektywnego zarządzania zasobami pokarmowymi. Istotnym spostrzeżeniem prezentowanych badań jest obserwacja wskazująca, że czynniki siedliskowe mogą znacznie modyfikować zasoby pokarmowe poszczególnych gatunków roślin oraz jakość pożytku. Jest to istotną informacją, zwłaszcza jeśli weźmiemy pod uwagę fakt, że pastwiska pokarmowe dla zapylaczy muszą być zbilansowane pod względem ilościowym i jakościowym.

Jachula J., *Denisow B., **Wrzesień M.** 2018. Validation of floral food resources for pollinators in agricultural landscape in SE Poland. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. DOI: 10.1002/jsfa.8761

W skali krajobrazu efektywne gospodarowanie "pastwiskami dla zapylaczy" wymaga gromadzenia długofalowych danych fenologicznych i umiejętności względnie szybkiego szacowania ilości dostępnego pożytku. Wieloletnie obserwacje terenowe oraz zgromadzone wyniki potwierdzają, że niezbędne jest podjęcie odpowiednich działań w celu poprawy stanu flory pożytkowej w krajobrazie rolniczym. W pracy oszacowano zasoby pokarmowe występujące w różnych typach siedlisk Wyżyny Lubelskiej (las, łąka) oraz agrocenoz (pastwiska, sady). Posłużono się koncepcją mapowania biotopów, wykorzystywaną w ochronie przyrody i krajobrazu (Sukopp 1988, Świerkosz 2004). W celu określenia zasobów pokarmowych dokonano wnikliwej interpretacji map satelitarnych, co umożliwiło ocenę struktury krajobrazu i klasyfikację terenu, a szczegółowa analiza roślinności pozwoliła oszacować zasoby flory pożytkowej.

Stwierdzono, że średnia odległość pomiędzy biotopami przyjaznymi zapylaczom wynosi 2.4 ± 1.53 km, co przekracza średni zasięg lotu zapylaczy. W pracy zaproponowano współczynnik, za pomocą którego można stosunkowo szybko i niskonakładowo porównać zasoby pokarmowe wskazanych obszarów oraz wytypować te tereny, gdzie niezbędna jest suplementacja bazy pokarmowej zapylaczy. Przedstawione w pracy analizy jednoznacznie wskazały na niedostatek nektaru i pyłku w krajobrazie rolniczym Polski południowo-

wschodniej. Obfite zasoby pokarmu dla zapylaczy są ograniczone do sezonu wiosennego (maj) ze względu na masowe kwitnienie upraw rzepaku i gatunków sadowniczych. Uwzględniając występujące w Polsce uwarunkowania sposobów zagospodarowania krajobrazu rolniczego (niewielki areał pól), sposoby poprawy użytkowania pożytków dla entomofauny zapylającej powinny uwzględniać tworzenie 6-9 płątów roślinności pożytkowej o powierzchni 0.025-0.3 ha na każde 100 ha przestrzeni krajobrazowej.

Podsumowanie

1. Siedliska antropogenicznych ukłądów liniowych krajobrazu rolniczego charakteryzuje silnie zróżnicowane bogactwo gatunkowe flory. Najwięcej gatunków pożytkowych notuje się w transektach zlokalizowanych wzdłuż linii kolejowych, najmniej na poboczach dróg.
2. Do czynników wpływających na bogactwo gatunkowe oraz różnorodność flory pożytkowej w różnych ukłądach liniowych krajobrazu rolniczego należą: heterogeniczność siedlisk (tj. obecność/brak płątów roślinności naturalnej/półnaturalnej) w otoczeniu ukłądu, odległość od płątów roślinności naturalnej/półnaturalnej, natężenie ruchu. W przypadku flory miedz istotne znaczenie dogrywa areał pól w ich otoczeniu.
3. Stopień pokrycia transektów zlokalizowanych wzdłuż ukłądów liniowych przez gatunki pożytkowe jest zróżnicowany. Niskim stopniem pokrycia przez gatunki pożytkowe charakteryzują się pobocza dróg oraz miedze przylegające do pól o powierzchni $>10,1$ ha. Gatunki pożytkowe w/w ukłądów liniowych wypierane są przez trawy oraz inne rośliny anemofilne (np. *Artemisia*). Najwyższym stopniem pokrycia gatunków pożytkowych charakteryzują się nasypy kolejowe zlokalizowane wzdłuż linii o średnim natężeniu ruchu.
4. Flora pożytkowa ukłądów liniowych zdominowana jest przez gatunki z rodziny Asteraceae, Fabaceae, Rosaceae, Lamiaceae oraz Apiaceae, co odzwierciedla strukturę botaniczną flory krajowej. Flora ta charakteryzuje się dużym udziałem bylin łąkowych, których propagule są rozsiewane głównie przy udziale wiatru i zwierząt (anemochoria, zoochoria).
5. We florze pożytkowej antropogenicznych ukłądów liniowych dominują gatunki rodzime, chociaż ukłądy liniowe są także biotopami do migracji gatunków obcych, w tym inwazyjnych gatunków pożytkowych. Występowanie tych gatunków na siedliskach ukłądów liniowych może dostarczać pokarmu owadom w newralgicznych

okresach bezpożytkowych (np. *Solidago* w okresie późnego lata), ale jednocześnie potęguje efekt pustyni pokarmowej oraz powoduje znaczące zwiększenie konkurencji o zapylacze w odniesieniu do roślin uprawnych

6. Szczyt kwitnienia gatunków pożytkowych antropogenicznych układów liniowych przypada wczesną wiosną oraz w okresie lata i późnego lata. Niezależnie od zasobności fitocenoz w gatunki pożytkowe jedynie mozaika różnych typów fitocenoz w krajobrazie (łąkowych, kserotermicznych, leśnych, ruderalnych, segetalnych) może zapewnić przestrzenną i sezonową ciągłość taśmy pokarmowej dla owadów zapylających.
7. Wśród fitocenoz ruderalnych jako cenne pod względem zasobności pokarmowej dla zapylaczy zdiagnozowano zbiorowiska o małej lub średniej trwałości (płaty o powierzchni 15-20 m², pokrycie gat. pożytkowych 80-100%), dostarczające pokarmu przez okres 1-2 lat (np. zbiorowiska z *Reseda lutea*, *Linaria vylgaris*, *Papaver rhoeas*, *Cirsium arvense*, *Oenothera biennis*, *Viola arvensis*) oraz asocjacje *Potentilletum anserine* czy *Sisymbrietum altissimi*. Należą do nich także fitocenozy stabilne florystycznie, dostarczające pożytku przez okres 3-5 lat (np. *Tanaceto-Artemisietum*, *Rudbeckio-Solidaginetum*, *Echio-Melilotetum*, *Rubo fruticosi-Prunetum spinosae*) oraz zbiorowiska z *Rosa rugosa*, z *Rubus caesius*, z *Geranium robertianum*, z *Pastinaca sativa*, z *Triforium medium* czy z *Euphorbia cyparissias*.
8. Bogactwo gatunkowe flory oraz pokrycie powierzchni przez gatunki pożytkowe koreluje wprost proporcjonalnie z liczebnością owadów wizytujących kwiaty.
9. Zasoby pożytku pyłkowego są cechą gatunkową, chociaż podlegają znacznym zmianom pomiędzy latami badań. Wydajność pyłkowa, zasoby energii oraz jakość pożytku (np. zawartość białka w pyłku) tych samych gatunków różnią się istotnie pomiędzy typami siedlisk.
10. Stan flory pożytkowej antropogenicznych układów liniowych w krajobrazie rolniczym Polski południowo-wschodniej wskazuje na potrzebę podjęcia działań naprawczych w celu poprawy różnorodności, stopnia pokrycia i zapewnienia ciągłości pożytków w czasie i przestrzeni. Uwzględniając występujące w Polsce uwarunkowania sposobów zagospodarowania krajobrazu rolniczego (niewielki areal pól), sposoby poprawy użytkowania pożytków dla entomofauny zapylającej powinny uwzględniać tworzenie 6-9 płatów roślinności pożytkowej o powierzchni 0.025-0.3 ha na każde 100 ha przestrzeni krajobrazowej.

Bibliografia

- Aizen M.A., Harder L. D. (2009): The global stock of domesticated honey bees is growing slower than agricultural demand for pollination. *Current Biology* 19, 915–918
- Alaux C., Ducloz F., Crauser D., Le Conte Y. (2010): Diet effects on honeybee immunocompetence. *Biology Letters* 6, 562–565.
- Andreasen C., Andresen L. C. (2011): Managing farmland flora to promote biodiversity in Europe. CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources 6, 1–11.
- Banaszak J. (1992): Natural resources of wild bees in Poland as compared to the other European countries. W: Banaszak J (ed.) Natural Resources of Wild Bees in Poland. Pedagogical Univ. Bydgoszcz: 16-26.
- Bassa M., Boutin C., Chamorro L., Sans F.X., (2011): Effects of farming management and landscape heterogeneity on plant species composition of Mediterranean field boundaries. *Agriculture Ecosystems and Environment* 141, 455–460.
- Baudry J., Bunce R.G.H., Burel F. (2000): Hedgerows: an international perspective on their origin, function and management. *Journal of Environmental Management* 60, 7–22.
- Chmielewski T.J., Węgorzek T. (2003): Rolnicza przestrzeń a różnorodność biologiczna. [w:] R. Andrzejewski, A. Weigle (red.). Różnorodność biologiczna Polski. Narodowa Fundacja Ochrony Środowiska, Warszawa.
- Corbet S.A. (2000): Conserving compartments in pollination webs. *Conservation Biology* 14, 129–131.
- Dajdok Z., Wuczyński A. (2008): Alien plants of field margins and fields of southwestern Poland. *Biodiversity: Research and Conservation* 9–10, 19–33.
- Decourtye A., Mader E., Desneux N. (2010): Landscape enhancement of floral resources for honey bees in agro-ecosystems. *Apidologie* 41, 264–277.
- Denisow B., Wrzesień, M. (2007): The anthropogenic refuge areas for bee flora in agricultural landscape. *Acta Agrobotanica* 60, 147–157.
- Dzwonko Z. (2007): Przewodnik do badań fitosocjologicznych. s. 308. Wydawnictwo SORUS, Poznań – Kraków.
- Falkowski M., Pytel N. (2014): The analysis of current status of the railway transport system in Poland. *Geopolitical Review* 9, 71-95.

Filipiak M., Kuszewska K., Asselman M., Denisow B., Stawiarz E., Woyciechowski M., Weiner J. (2017): Ecological stoichiometry of the honeybee: Pollen diversity and adequate species composition are needed to mitigate limitations imposed on the growth and development of bees by pollen quality. *PloS One* 12(8), 1-31.

Gallai N., Salles J.M., Settele J., Vaissiere B.E. (2009): Economic valuation of the vulnerability of world agricultural confronted with pollinator decline. *Ecological economics* 68, 810–821.

Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad. (2017): <https://www.gddkia.gov.pl/pl/a/6610/dane-statystyczne>

Holtschuh A., Dormann C.F., Tschardt T., Steffan-Dewenter I. (2013): Mass-flowering crops enhance wild bee abundance. *Oecologia* 172, 477–484.

Kalarus K., Bąkowski M. (2015): Railway tracks can have great value for butterflies as a new alternative habitat. *Italian Journal of Zoology* 82 (4), 565–572.

Kociolek A.V., Clevenger A.P., Clair C.C.S.T., Proppe D.S. (2011): Effects of road networks on bird populations, *Conservation Biology* 25, 241–249.

Marshall, E.J.P., Moonen, A.C., (2002): Field margins in northern Europe: their functions and interactions with agriculture. *Agriculture Ecosystems and Environment* 89, 5–21.

Moroń D., Skórka P., Lenda M., Rożej-Pabijan E., Wantuch M., Kajzer-Bonk J., Celary W., Mielczarek L.E., Tryjanowski P. (2014). Railway embankments as new habitat for pollinators in an agricultural landscape. *PloS One* 9 (7), e101297.

Nicolson S.W. (2011): Bee food; the chemistry and nutritional value of nectar, pollen and mixtures of the two. *African Zoology* 46, 197–204.

Potts S.G., Roberts S.P.M., Dean R., Marris G., Brown M.A., Jones R., Neuman P., Settele J., (2010): Declines of managed honey bees and beekeepers in Europe. *Journal of Apicultural Research* 49, 15–22.

Proctor P., Yeo P., Lack A. (1996). The natural history of pollination. Timber Press. Portland.

Spiekermann K., Wegener M., Kveton V., Marada M., Schürmann C., Biosca O., Uljed Segui A., Antikainen H., Kotavaara O., Rusanen J., Bielanska D., Fiorello D., Komornicki T., Rosik P., Stepniak M. (2015). Transport Accessibility at Regional/Local Scale and Patterns in Europe. TRACC Executive Summary and Final Report. Luxembourg: ESPON. 78 pp.

Steffan-Dewenter I., Tschardt T. (2000): Resource overlap and possible competition between honey bees and wild bees in central Europe. *Oecologia* 122, 288–296.

Sukopp H., Weiler S. (1988): Biotope mapping and nature conservation strategies in urban areas of the Federal Republic of Germany. *Landscape and Urban Planning* 15, 39–58.

Świerkosz K. (2004): Cenne przyrodniczo siedliska i ich zespoły w północno-zachodniej części Pogórza Izerskiego – analiza struktury i powiązań. *Acta Biologica Silesiana* 1, 23–33.

The World Factbook 2013-14. Washington, DC: Central Intelligence Agency, <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/index.htm>

Westphal C., Steffan Dewenter I., Tschardt T. (2003): Mass flowering crops enhance pollinator densities at a landscape scale. *Ecology Letter* 6, 961–965.

Wood T.J., Holland J.M., Goulson D. (2015): Pollinator-friendly management does not increase the diversity of farmland bees and wasps. *Biological Conservation* 187, 120–126.

Wuczyński A., Dajdok Z., Wierzcholska S., Kujawa K. (2014): Applying red lists to the evaluation of agricultural habitat: regular occurrence of threatened birds, vascular plants, and bryophytes in field margins of Poland. *Biodiversity and Conservation* 23, 999–1017.

Van Der Maarel, E. (1979): Transformation of cover–abundance values in phytosociology and its effects on community similarity. *Vegetatio* 29, 97–114.

5 Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

5.1. Osiągnięcia przed uzyskaniem stopnia doktora

Na początku mojej kariery naukowej, przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora, podjęłam pracę w Zakładzie Geobotaniki, na Wydziale Biologii i Nauk o Ziemi (obecnie Wydział Biologii i Biotechnologii) UMCS w Lublinie, gdzie włączyłam się w problemy badawcze realizowane w Zakładzie. W 1995 r. prowadziłam badania szaty roślinnej w dużym kompleksie stawów hodowlanych w Budzie Stalowskiej koło Nowej Dęby (Kotlina Sandomierska). Dostarczyły one bogatego materiału fitosocjologicznego (200 dat fitosocjologicznych) poszerzając wiedzę o rozmieszczeniu, strukturze, składzie gatunkowym i wewnętrznym zróżnicowaniu zbiorowisk wodnych i nadwodnych. Pokazały również, że niezbędne zabiegi hodowlane, sezonowe zmiany i zakłócenia mogą być zharmonizowane z naturalnym rozwojem ekosystemów (zał. 5, pkt. 2.2.1, poz. 1). Wtórne siedliska bowiem mogą być miejscem występowania rzadkich gatunków roślin. W latach 1996-1997 badałam rozmieszczenie stanowisk *Cannabis sativa* L. var. *sativa* na siedliskach ruderalnych miasta Lublin (zał. 5, pkt. 2.2.1., poz. 4).

W roku 1998 r. rozpoczęłam badania dotyczące oceny flory siedlisk związanych z układami liniowymi. Skupiłam się na penetracji siedlisk związanych z liniami kolejowymi występującymi w obrębie Wyżyny Lubelskiej i Rostocza, natomiast po doktoracie poszerzyłam teren badań do całego obszaru województwa lubelskiego.

Pod względem wykorzystania infrastruktury kolejowej, region ten należy do najsłabiej rozwiniętych w Polsce. Wskaźnik gęstości sieci kolejowej wynosi 4,2 km/100km², przy średniej krajowej 6,4 km/100km² (15 pozycja w Polsce) (GDDKiA 2017). Jednakże lokalizacja kolei w strefie przygranicznej powoduje, że niektóre linie mają wymiar międzynarodowy i są elementami europejskiej sieci TNT oraz paneuropejskich korytarzy transportowych między Europą i Azją. Świadoma istotnej roli jaką odgrywają układy liniowe w przyrodzie, a jednocześnie zafascynowana ogromną ilością gatunków występujących w tych miejscach skupiłam się na szczegółowej analizie ilościowej i jakościowej flory spontanicznej, występującej wzdłuż szlaków kolejowych oraz na tworzonych przez tę roślinność zbiorowisk. Dane jakie zebrałam w latach 1998-2003 posłużyły do przygotowania rozprawy doktorskiej (obrona dysertacji 15.10.2003 r.) oraz ewidencji nowych stanowisk gatunków rzadkich. Wyniki te przedstawiłam w formie publikacji oraz doniesień na konferencjach (zał. 5, pkt. 2.2.2., poz. 5,6; pkt. 3.3.1., pkt. 1,2,3,4). Wykaz stanowisk wszystkich roślin naczyniowych oraz fitocenozy stwierdzonych na obszarze zachodniej części

Wyżyny Lubelskiej, wraz z informacjami o częstotliwości występowania i siedliskach, uzupełniony o pełną dokumentację fitosocjologiczną został następnie opublikowany w postaci opracowania monograficznego pt. *Flora i zbiorowiska roślinne terenów kolejowych zachodniej części Wyżyny Lubelskiej* (zał. 5, pkt. 2.2.2., poz. 7).

5.2. Osiągnięcia po uzyskaniu stopnia naukowego doktora

Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora moje zainteresowania naukowe nadal koncentrowały się wokół zagadnień dotyczących szaty roślinnej układów liniowych. W okresie tym nawiązałam współpracę z prof. dr hab. Bożeną Denisow z Katedry Botaniki Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie. Kontakt ten pozwolił mi na podjęcie nowej problematyki badawczej, związanej z oceną stanu flory pożytkowej, co pozwoliło jednocześnie na uzupełnienie moich analiz florystycznych o nowe, ważne informacje, mające wymiar aplikacyjny.

Badania prowadziłam w czterech nurtach, które mieszczą się w obszarze nauk przyrodniczych i dotyczą:

1. oceny składu i cech flory terenów kolejowych z uwzględnieniem chorologii gatunków rzadkich, zagrożonych oraz obcych/inwazyjnych;
2. oceny stanu flory pożytkowej w zbiorowiskach kserotermicznych i łąkowych;
3. oceny wartości pożytkowej niektórych gatunków z rodzaju *Campanula*;
4. biologii kwitnienia i pylenia gatunków rzadkich, chronionych i/lub zagrożonych występujących w fitocenozach z klasy *Festuco-Brometea*.

Mój dorobek naukowy liczony od momentu uzyskania stopnia doktora obejmuje 14 oryginalnych publikacji naukowych w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JRC), 25 publikacji znajdujących się na liście B wykazu Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego, 1 monografię, 7 rozdziałów w monografiach oraz 48 doniesień konferencyjnych (krajowych i międzynarodowych).

Ad. 1. Ocena składu i cech flory terenów kolejowych z uwzględnieniem chorologii gatunków rzadkich, zagrożonych oraz obcych/inwazyjnych

Główny trzon moich zainteresowań po uzyskaniu stopnia doktora to kontynuacja badań dotyczących szczegółowej analizy ilościowej i jakościowej flory spontanicznej szlaków kolejowych na terenie południowo-wschodniej Polski (Polesie, Wyżyna Lubelska, Rostocze). Teren badań obejmował obszar ok. 900 km. Badania te pozwoliły na określenie rozmieszczenia gatunków oraz wskazanie na określone, specyficzne, a jednocześnie interesujące i ważne cechy flory terenów kolejowych. Dowiodłam, że niezależnie od położenia geograficznego, linie kolejowe stanowią swoiste, sztuczne korytarze ekologiczne. Są one nośnikami diaspor gatunków rodzimych i obcych „spływających” na siedliska wykształcające się wzdłuż trakcji kolejowych w ramach tzw. migracji ferrowiatycznej. Łącznie odnotowano 1055 gatunków roślin naczyniowych (dane z 2015 roku), które reprezentują 96 rodzin i 441 rodzajów. W spektrum biologicznym główna rola przypada bylinom, które wyraźnie przeważają nad formami o krótkim cyklu rozwojowym (rośliny roczne i dwuletnie). Proporcje między poszczególnymi grupami form życiowych Raunkiaera układają się wg standardów środkowoeuropejskich – przeważają hemikryptofity nad terofitami. W klasyfikacji geograficzno-historycznej uderza zdecydowana przewaga gatunków miejscowego pochodzenia, stanowiących niemal 2/3 całej flory, reprezentujących strategię C, CR, CRS. Dyspersja nasion odbywa się głównie przy udziale wiatru (zał. 5, pkt. 2.2., poz. 15,27,30).

Pod względem preferencji siedliskowych flora synantropijna terenów kolejowych wykazuje znaczną heterogeniczność składu, reprezentowana jest bowiem przez gatunki z 14 szeroko ujętych grup synekologicznych. Odbiciem specyfiki warunków siedliskowych torowisk i terenów stacyjnych jest ekologiczna kompozycja gatunków. Największy udział mają rośliny związane z kompleksem ciepłolubnych zbiorowisk ruderalnych oraz ciepłolubnych okrajków i muraw, znajdujące odpowiednie warunki na wierzchołkach torowisk i na terenach stacyjnych (bocznice, międzytorza, perony). Natomiast skarpy nasypów, a zwłaszcza ich dolne partie zajmują przedstawiciele świeżych i umiarkowanie wilgotnych łąk. Dla terenów kolejowych typowe jest formowanie się zbiorowisk pozbawionych czytelnej kombinacji gatunków diagnostycznych. Odnotowuje się duży procentowy udział zbiorowisk kadłubowych, które reprezentują niewykształcone w pełni zbiorowiska pionierskie (np.: płaty z *Equisetum arvense*, z *Lepidium ruderales*, z *Bromus hordeaceus*, z *Bromus japonicus*). Trwałe, stabilne florystycznie ziołorośla (np.: płaty *Tanaceto-Artemisietum*, *Rudbeckio-Solidaginetum*, *Urtico-Artemisietum*, *Echio-Melilotetum*),

czy zbiorowiska trawiaste ze znacznym udziałem gatunków synantropijnych (*Arrhenatheretum elatioris*, *Calamagrostietum epigeji*) zadarniają zbocza oraz wzbogacają dość jednorodny oraz monotony krajobraz terenów kolejowych (zał. 5, pkt. 2.2., poz. 2,15,21,23, 27). Trawy spełniają funkcje stabilizujące, zabezpieczając podłoże zboczy nasypów kolejowych przed erozją wodną i wietrzną. Rodzina Poaceae reprezentowana jest przez 83 taksony (z wyłączeniem ergazjofitów), co stanowi ok. 10% flory ogólnej. Na dobrą kondycję i trwałość występowania przedstawicieli Poaceae na tych skrajnie niedogodnych siedliskach wpływa m.in. wysoka plenność, odporność na gwałtowne zmiany temperatury podłoża i niski poziom jego troficzności, a także zdolności adaptacyjne w opanowywaniu nowych siedlisk (zał. 5, pkt. 2.2., poz. 17,19; pkt. 3.2.2., poz. 1,10,11,16,24).

W obrębie badanych trakcji kolejowych odnotowałam liczne, nowe stanowiska taksonów rzadkich, zagrożonych i chronionych w grupie apofitów (np. *Cephalantera rubra*, *Gypsophila paniculata*, *Hypericum hirsutum*, *Libanotis pyrenaica*, *Petrorhagia prolifera*, *Potentilla rupestris*, *Veronica paniculata* ssp. *paniculata*, *Vicia lathyroides*), kenofitów (np. *Aegilops cylindrica*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Bromus japonicus*, *Centaurea micranthos*, *Erysimum marschallianum*, *Geranium sibiricum*, *Onobrychis viciifolia*, *Potentilla intermedia*, *Sisymbrium wolgense*, *Thladiantha dubia*, *Vicia grandiflora*, *Vicia pannonica*), diafitów (np. *Acroptilon repens*, *Artemisia verlotiorum*, *Calamintha sylvatica*, *Lepidium perfoliatum*, *Limonium vulgare*, *Valerianella carinata*). Szeroki wachlarz warunków ekologicznych umożliwia wnikanie na siedliska trakcji kolejowych również gatunków tzw. użytkowych (rośliny barwierskie, lecznicze, czy kosmetyczne). Zgromadzone dane wzbogaciły wiedzę o rozmieszczeniu roślin naczyniowych na terenie Polski i zostały opublikowane w wielu pracach i doniesieniach (zał. 5, pkt. 2.2., poz. 2,3,6,8,10,12,16,18,21,24; pkt.3.2.1. poz.7,16, pkt. 3.2.2., poz. 4,5,18,19,30)

Moje badania dowiodły, że zróżnicowane i zaburzone siedliska w obrębie terenów kolejowych tworzą środowisko do zdomowienia i migracji gatunków obcych, w tym inwazyjnych. Udokumentowałam, że gatunki inwazyjne licznie występują na siedliskach antropogenicznych i są potencjalnym zagrożeniem dla lokalnej i regionalnej różnorodności gatunkowej. Gatunki inwazyjne kolonizują bowiem siedliska o charakterze półnaturalnym i naturalnym. Za gatunki o dużej sile kolonizacyjnej uznano te, które posiadają największą liczbę notowań i jednocześnie najczęściej (w grupie gatunków inwazyjnych) występują na tych samych miejscach wraz z innymi gatunkami inwazyjnymi. Największym stopniem zagęszczenia stanowisk charakteryzowały się, min.: *Acer negundo*, *Amaranthus retroflexus*, *Bunias orientalis*, *Conyza canadensis*, *Erigeron annuus*, *Helianthus tuberosus*, *Oxalis fontana*, *Rosa rugosa*, *Rumex confertus*, *Vicia grandiflora*. Wyniki te opublikowałam

w oryginalnych pracach oraz materiałach konferencyjnych (zał. 5, pkt. 2.2.2, poz. 8,20,22; pkt. 3.2.1, poz. 8,9,10; pkt.3.2.2, poz. 19,29).

We współpracy z pracownikami Narodowego Uniwersytetu Ivana Franko we Lwowie, w ramach odbywanych dwukrotnie staży na Ukrainie, opisano biologiczne cechy tych gatunków oraz wskazano na czynniki, które wpływają na kompozycję gatunków inwazyjnych (zał. 5, pkt. 2.2., poz. 31). W większości są to rośliny jednoroczne o wysokim potencjale reprodukcji generatywnej. Posiadają dużą zdolność do dyspersji wyłącznie za pomocą diaspor generatywnych, którą zawdzięczają wysokiej plenności oraz anemochorycznym i antropochorycznym przystosowaniom do rozsiewania. Tworzą trwałe glebowy bank nasion, który jest trudny do ograniczenia, dzięki czemu skuteczniej zajmują tereny siedlisk zaburzonych. Występowanie diaspor gatunków stosujących mieszane typy strategii ekologicznych (CR, SR, CSR) wskazuje, że mogą one również tworzyć zbiorowiska w kolejnych etapach sukcesji.

Dodatkowo określono czynniki, które wpływają na migracje gatunków inwazyjnych z terenów kolejowych do innych elementów krajobrazu. Do najistotniejszych zaliczono (i) odległość linii kolejowej od zabudowań, (ii) natężenie ruchu na trakcjach. Stwierdzono również, że typ gleby ma wpływ na różnorodność gatunkową oraz wielkość populacji gatunków obcych w agrocenozach zlokalizowanych w sąsiedztwie trakcji kolejowych (zał. 5, pkt. 2.1.1., poz. 7).

Prowadzone badania uzupełniły, w aspekcie zarówno jakościowym, jak i ilościowym, wiedzę o występowaniu gatunków inwazyjnych i potencjalnie inwazyjnych w Polsce południowo-wschodniej. Potwierdziły, że energia transportowa trakcji kolejowych sprawia, iż migracja obcych organizmów roślinnych odbywa się na znaczne odległości. Zgodnie z ujęciem Falińskiego (2004) na terenach tych dokonuje się dwukierunkowa ekspansja terytorialna polegająca na penetracji i przenikaniu z lub do obszarów sąsiadujących, obcych gatunków roślin, w tym inwazyjnych.

Ważną kroniką moich eksploracji terenowych jest również zielnik roślin naczyniowych. W trakcie badań zgromadziłam 9621 arkuszy zielnikowych roślin wyższych (90% arkuszy dokumentuje florę terenów kolejowych), które zostały zdeponowane w zasobach Zielnika Instytutu Biologii i Biochemii UMCS Lublin, znajdującym się na światowej liście zielników Index Herbariorum (akronim LBL; Thiers B. 2019: *Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff*. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. <http://sweetgum.nybg.org/science/ih/>). Herbarium, uważane jest za jedno z największych i najstarszych w Polsce. Jest jednocześnie jedynym profesjonalnym zielnikiem w całej Polsce wschodniej, uznanym i dotowanym od kilku już lat przez MNiSW

w ramach tzw. SPUB, czyli jako „specjalne urządzenie badawcze”.

Oprócz 9621 arkuszy zielnikowych, które obejmują 834 gatunki roślin naczyniowych, posiadam również wpisane do bazy komputerowej rekordy pochodzące z kartowania w terenie flory siedlisk związanych z układami liniowymi (1015 gatunków/93414 dat florystycznych – trakcje kolejowe; 357 gatunków/31854 dat florystycznych – miedze; 304 gatunków/21799 dat florystycznych – pobocza dróg), a także 2854 zdjęcia fitosocjologiczne (z pełnym opisem lokalizacji, dane z GPS) wykonane na siedliskach związanych z układami liniowymi i dokumentujące obecność 134 różnych fitocenoz. Z kolei te informacje będą wykorzystane podczas tworzenia bazy danych dotyczącej Krajowej Sieci Informacji o Bioróżnorodności (KSIB).

Gromadzone przeze mnie arkusze stanowią dowód występowania poszczególnych gatunków na siedliskach trakcji kolejowych Polski południowo-wschodniej. To również cenny materiał porównawczy wykorzystywany przez naukowców z różnych dziedzin nauk przyrodniczych. Dotyczy to zarówno badań taksonomicznych (ze względu na zdeponowane typy opisowe roślin), szeroko rozumianej różnorodności biologicznej (w różnej skali) oraz interdyscyplinarnych badań, w których podstawą jest prawidłowe oznaczenie materiału botanicznego (fitochemia, farmakologia, paleobotanika, anatomia). Dane z bazy, mogą odegrać dużą rolę w dokumentowaniu i ocenie bioróżnorodności biologicznej (informacje o miejscu występowania szczególnie cenne dla gatunków ustępujących, rzadkich i zagrożonych).

Moja kolekcja zielnikowa stanowi doskonały materiał porównawczy, szczególnie cenny dla identyfikacji taksonów krytycznych (rodzaj *Festuca*, *Bromus*, *Oenothera*, *Rosa*, *Rubus*), zagrożonych (*Epipactis*, *Orobanchae*) i inwazyjnych (*Ambrosia*, *Aegilops*, *Geranium*). Dokumentacja florystyczna jest pomocna w ocenie stopnia zagrożenia gatunków podczas opracowywania lokalnych i regionalnych programów ochrony gatunkowej. Pozwala monitorować tempo migracji gatunków obcych, szczególnie tych, które pojawiają się na stacjach kolejowych i dużych węzłach przeładunkowych (np. Małaszewicze, Zamość Bortatycze, Brody Małe).

Ad. 2. Ocena stanu flory pożytkowej w zbiorowiskach kserotermicznych i łąkowych

Kolejny kierunek moich zainteresowań badawczych po doktoracie obejmował ocenę stanu flory pożytkowej w zbiorowiskach z klasy *Festuco-Brometea* i *Molinio-Arrhenarhetea*. Badania florystyczne i fitosocjologiczne prowadziłam we współpracy prof. dr hab. Bożeną Denisow z Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie (roślinność kserotermiczna i

łąkowa) oraz dr Marią Ziają i dr Tomaszem Wójcikiem z Uniwersytetu Rzeszowskiego (roślinność łąkowa). Miały one charakter dokumentacyjny i dotyczyły ewidencji taksonów pożytkowych w niektórych zespołach muraw kserotermicznych Wyżyny Lubelskiej (Stawska Góra, Podzamecze, Pliszczyn) oraz zbiorowisk niżowych łąk Podkarpacia (*Molinion*, *Filipendulion*, *Arrhenatherion*) (zał. 5, pkt. 2.2.1., poz. 6; pkt. 2.2.2. poz. 9; pkt. 34; pkt. 3.2.1., poz. 5,15; pkt. 3.2.2., pkt. 3).

Stwierdzono, że bogactwo gatunkowe oraz różnorodność flory pożytkowej różni się istotnie pomiędzy typami zespołów kserotermicznych i łąkowych. Wśród zbiorowisk kserotermicznych najwięcej gatunków pożytkowych występuje w zespołach *Brachypodio-teucrietum* oraz *Adonido-Brachypodietum*. Zapyłacze preferują florę łąk ze związku *Molinion* i *Filipendulion*, które są szczególnie istotne dla zapewnienia liczebności owadów z rodzaju *Bombus*, pszczoł samotnic oraz muchówek. Zastosowanie wielowymiarowych metod analiz danych pozwoliło na określenie czynników wpływających na liczebność owadów zapyłających wizytujących florę. Wśród tych czynników istotne są m.in. kompozycja oraz bogactwo gatunków roślin pożytkowych w płatach, stopień pokrycia płatów przez gatunki pożytkowe oraz cechy kwiatów (np. wielkość, kształt), a także fenologia kwitnienia. Zastosowana analiza skupień pozwoliła na wskazanie taksonów roślin pożytkowych o cechach istotnych dla poszczególnych grup zapyłaczy. Badania te wykazały, że roślinność łąkowa jest ważnym składnikiem krajobrazu i powinna być utrzymywana jako ważne źródło flory pożytkowej. Wyniki badań dotyczące preferencji zapyłaczy dostarczyły istotnej wiedzy, która może być wykorzystana do wyboru najcenniejszych gatunków w celu tworzenia/wzbogacania bazy pokarmowej zapyłaczy. Analiza spektrów kwitnienia gatunków pożytkowych wykazała, że flora kserotermiczna oraz łąkowa stanowi ważne źródło pokarmu, które stanowi trzon i/lub uzupełnia pożytek w okresie poza kwitnienia roślin użytkowych (rzepak, uprawy sadownicze). Obserwacje te mogą wesprzeć działania zmierzające do wzbogacania pożytków w okresach kiedy brak jest kwitnących roślin pożytkowych dla owadów zapyłających. W kolejnej pracy potwierdzono, że brak tradycyjnego użytkowania (wypas, koszenie) powoduje przekształcanie łąk trzęślicowych, zanik gatunków charakterystycznych oraz postępujący proces sukcesji. Z uwagi na duże bogactwo gatunkowe, obecność rzadkich i chronionych taksonów istnieje potrzeba zachowania siedliska łąk trzęślicowych na badanym terenie wraz z koniecznością wprowadzenia zabiegów ochronnych (koszenie, usuwanie biomasy) (zał. 5, pkt. 2.2. poz. 32).

Ad. 3. Ocena wartości pożytkowej niektórych gatunków z rodzaju *Campanula*

Dobór roślin na tzw. pastwiska dla zapylaczy oparty powinien być na wiedzy dotyczącej wartości pożytku nektarowego i pyłkowego. Wspólnie z pracownikami Katedry Botaniki UP w Lublinie oraz Ogrodu Botanicznego UMCS w Lublinie, oceniłam szczegóły biologii kwitnienia oraz wartość nektaru i pyłku kilku gatunków z rodzaju *Campanula* (*C. bononiensis*, *C. glomerata*, *C. patula*, *C. persicifolia*, *C. trachelium*). Wyniki tych badań prezentowano na konferencjach oraz opublikowano jako prace oryginalne (zał. 5, pkt. 2.1.1, poz. 3,8, pkt.2.2.2., poz. 26, 33; pkt. 3.2.2., poz. 17,27). W pracach tych oceniono szczegóły biologii kwitnienia (fenologia) oraz dynamikę sekrecji nektaru i pylenia kwiatów. Protandryczne kwiaty roślin z rodzaju *Campanula* znacznie więcej nektaru akumulują w fazie żeńskiej (ok. 70-80% więcej niż w męskiej), co wpływa na wzór zachowania owadów wizytujących kwiaty. Są to spostrzeżenia, które poszerzają naszą wiedzę na temat interakcji roślina-owad.

Wykazano, że masa pyłku dostarczanego przez poszczególne gatunki roślin podlega modyfikacji w zależności od czynników biotycznych (wielkość pylników, żywotność pyłku) oraz abiotycznych (siedliskowych, warunków meteorologicznych) i stwierdzono, że masa dostarczanego pyłku różni się znacznie pomiędzy gatunkami, latami oraz siedliskami. Ogólna produktywność pyłkowa gatunków z rodzaju *Campanula* była wyższa gdy występowały one na siedliskach seminaturalnych (3.7–12.7 g/ 10 m²) w porównaniu do płatów roślinności antropogenicznej (2.9–4.8 g per 10 m²). Pożytek ten jest istotny dla owadów zapylających, a w celu wsparcia różnorodności gatunkowej zapylaczy niezbędne jest utrzymywanie płatów roślinności naturalnej/seminaturalnej oraz antropogenicznej.

Ad. 4. Biologia kwitnienia i pylenia gatunków rzadkich, chronionych i/lub zagrożonych występujących w fitocenozach z klasy *Festuco-Brometea*

Wraz z zespołem pracowników z Katedry Botaniki UP w Lublinie określiłam wymogi zapylania *Adonis vernalis* L.; Ranunculaceae (zał. 5, pkt. 2.1.1., poz. 2). W pracy tej udowodniono, że jedną z przyczyn zanikania populacji miłka wiosennego występującego w płatach fitocenz kserotermicznych może być niedopalenie oraz wadliwy przebieg procesów reprodukcyjnych, który jest skutkiem niskiej częstości wizyt owadów zapylających. W pracy wykazano, że wiązanie owoców i nasion miłka wiosennego zależy od cech biologicznych pyłku (np. ilości produkowanego pyłku oraz jego funkcjonalności – żywotności). Cechy te wykazują istotne wahania pomiędzy kolejnymi latami i zależą od czynników

atmosferycznych. Czynnikiem limitującym produktywność pyłkową okazał się m.in. niedobór opadów. Wyniki dotyczące biologii kwitnienia oraz pylenia przedstawiono w kilku kolejnych pracach (zał. 5, pkt. 2.1.1., poz. 1; pkt. 2.2.2 poz. 14; pkt. 3.2.1. poz. 18; pkt. 3.2.2, poz. 2,6,9).

W kolejnych pracach próbowano wyjaśnić, jakie czynniki wpływają na zmiany wielkości trzech populacji *Anemone sylvestris* L. Gatunek ten był pod ochroną ścisłą, natomiast od 2014 jest pod ochroną częściową. Stosując wielowymiarowe analizy korespondencji (RDA) wykazano, że istnieje powiązanie generatywnego sukcesu reprodukcyjnego *Anemone sylvestris* z dwoma grupami czynników: 1) zmianami składu gatunkowego murawy oraz 2) ilością i jakością produkowanego pyłku. Dowiedziono (podobnie jak w przypadku innych gatunków kserotermicznych), że cechy pręcikowia (np. liczba wytwarzanych pręcików, liczba ziaren pyłku produkowanego w pylnikach/kwiatach) oraz żywotność pyłku w sposób istotny zależą od czynników atmosferycznych. Dane te są ważne w związku z udokumentowanymi zmian klimatu i pokazują, że reprodukcja roślin może być zakłócana w okresie, gdy czynniki pogodowe odbiegają od przeciętnych. Wykazano również, że niekorzystnie na męskie cechy kwiatów (istotne w procesie reprodukcji gatunku światłoządnego jakim jest *A. sylvestris*) ogromny wpływ może mieć zarastanie murawy przez krzewy oraz gatunki trawiaste (np. *Brachypodium pinnatum*, *Crataegus monogyna*, *Rubus caesius*). Są to ważne spostrzeżenia, które wskazują, że dla zapewnienia właściwych procesów reprodukcji *A. sylvestris* niezbędne jest prowadzenie zabiegów ochronnych, które powinny przeciwdziałać wkraczaniu gatunków krzewów/drzew na teren murawy. Wyniki badań przedstawiono w niezależnej pracy (zał. 5, pkt. 2.1, poz. 4).

W kolejnej pracy współautorskiej wykazano, że kwiaty *A. sylvestris* są przykładem formy przejściowej pomiędzy cechami entomofilności i anemofilności (zał. 5, pkt. 2.1, poz. 5). W pracy tej, w celu opisanie cech mikromorfologicznych, zastosowano badania mikroskopowe (LM, SEM).

Inne prace badawcze

Brałam również udział w badaniach dotyczących obszarów chronionych i gatunków zagrożonych. Wyniki eksploracji jakie prowadziłam we współpracy z pracownikami Zakładu Geobotaniki Instytutu Biologii i Biochemii UMCS na terenie Roztoczańskiego Parku Narodowego oraz Poleskiego Parku Narodowego wykorzystane zostały do przygotowania prac dotyczących tych obszarów (zał. 5, pkt. 2.2.1, poz. 2,3; pkt. 2.2.2, poz. 29).

Plany na przyszłość

Obecnie jestem w trakcie opracowywania wyników badań dotyczących pogłębionej analizy florystycznej i fitosocjologicznej pokrywy roślinnej spontanicznie wykształcającej się na siedliskach trakcji kolejowych węzła lubelskiego, linii normalno-, wąsko- i szerokotorowych, zarówno eksploatowanych, jak i wyłączonych z ruchu taboru kolejowego.

Nadal w polu moich zainteresowań badawczych pozostaje problematyka dotycząca stanu flory pożytkowej oraz występowania i biologii gatunków inwazyjnych. Planuję kontynuację współpracy z pracownikami Katedry Botaniki UP w Lublinie w celu eksperymentalnego określenia ilościowego zasobów pokarmowych w poszczególnych typach fitocenozy.

W końcowym etapie przygotowania, w zespole z pracownikami Narodowego Uniwersytetu Ivana Franko we Lwowie, jest kolejna praca dotycząca analizy cech flory występującej na terenach antropogenicznych, materiał obejmuje wyniki eksploracji na dużych stacjach przygranicznych węzła lubelskiego (Małaszewicze, Dorohusk, Hrubieszów) i zachodniej Ukrainy (Lwów). Będę również zmierzała do przedstawienia wielowymiarowego znaczenia biocenozy na innych siedliskach antropogenicznych poza układami liniowymi w krajobrazie miejskim i rolniczym. Chociaż materiał pochodzi z relatywnie małego obszaru południowo-wschodniej Polski, wyniki moich obserwacji i analiz mogą być interpretowane w skali ponadregionalnej, a nawet wykraczającej poza granice kraju. Wynika to z podobieństwa roślinności siedlisk antropogenicznych w krajach środkowej Europy.

25.03.2019r

Data



Podpis