

Joanna Czarnecka

Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

Wydział Biologii i Biotechnologii

Autoreferat

Lublin 2013

1. Imię i nazwisko: Joanna Czarnecka

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe:

- 1996 r. – stopień magistra biologii, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie, Wydział Biologii i Nauk o Ziemi; praca magisterska pt.: „Ekologiczna charakterystyka wybranych populacji widłaczka torfowego *Lycopodiella inundata* (L.) Holub.”; promotor prof. dr hab. Florian Świąś
- 1999 r. – stopień magistra, kierunek zarządzanie i marketing, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie, Wydział Ekonomiczny; praca magisterska pt.: „Rola funduszy ekologicznych w finansowaniu inwestycji ochrony środowiska w województwie lubelskim”; promotor dr Helena Żukowska
- 2002 r. stopień doktora nauk biologicznych w dyscyplinie biologia, specjalność ekologia roślin, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie, Wydział Biologii i Nauk o Ziemi; rozprawa doktorska pt.: „Glebowy bank nasion murawy kserotermicznej oraz jego rola w zachowaniu i regeneracji zbiorowiska”; promotor prof. dr hab. Bożenna Czarnecka

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych:

- 01.12.1996–25.04.2004 – Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie, Wydział Biologii i Nauk o Ziemi, Instytut Biologii, Zakład Ekologii, asystent
- Od 26.04.2004 roku do chwili obecnej – Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie, Wydział Biologii i Nauk o Ziemi, Instytut Biologii (od 2011 roku Wydział Biologii i Biotechnologii, Instytut Biologii i Biochemii), Zakład Ekologii, adiunkt

4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.):

A) Tytuł osiągnięcia naukowego: „Niestandardowe mechanizmy dyspersji nasion z udziałem ptaków w mozaikowym krajobrazie antropogenicznym oraz ich rola w zachowaniu różnorodności florystycznej”

B) Publikacje wchodzące w skład osiągnięcia naukowego

Lp.	Dane bibliograficzne	IF*	Punkty MNiSW**
1	Orłowski G., Czarnecka J. 2009. Granivory of birds and seed dispersal: viable seeds of <i>Amaranthus retroflexus</i> L. recovered from the droppings of the Grey Partridge <i>Perdix perdix</i> L. Polish Journal of Ecology 57 (1): 191-196.	0,384	15
2	Orłowski G., Czarnecka J. 2013. Re-evaluation of the role of the grey partridge <i>Perdix perdix</i> as a disperser of arable weed seeds. Journal of Ornithology 154 (1): 139-144.	1,632	35
3	Czarnecka J. , Orłowski G., Karg J. 2012. Endozoochorous dispersal of alien and native plants by two palearctic avian frugivores with special emphasis on invasive American Goldenrod <i>Solidago gigantea</i> . Central European Journal of Biology 7 (5): 895-901.	0,818	20
4	Czarnecka J. , Kitowski I. 2010. Seed dispersal by the Rook <i>Corvus frugilegus</i> L. in agricultural landscape – mechanisms and ecological importance. Polish Journal of Ecology 58 (3): 511-523.	0,542	15
5	Czarnecka J. , Kitowski I. 2013a. Rook spring seed dispersal in the agricultural landscape: frugivory, granivory or accidental transport. Folia Geobotanica 48: 55-73.	1,565	25
6	Czarnecka J. , Kitowski I., Sugier P., Mirski P., Krupiński D., Pitucha G. 2013. Seed dispersal in urban green space – Does the rook <i>Corvus frugilegus</i> L. contribute to urban flora homogenization? Urban Forestry and Urban Greening 12 (3): 359-366.	1,632	2
7	Czarnecka J. , Kitowski I. 2008. The potential role of nests of Black-billed Magpie <i>Pica pica</i> in accumulation and dispersal of seeds in agricultural landscape. Polish Journal of Ecology 56 (4): 673-682.	0,443	15
8	Czarnecka J. , Czarnecka B., Garbacz M. 2012. Secondary dispersal of seeds by Magpie <i>Pica pica</i> L. in agricultural landscape. Annales UMCS sec. C 67 (1): 13-25.	-	5
9	Czarnecka J. , Kitowski I. 2013b. The white stork as an engineering species and seed dispersal vector when nesting in Poland. Annales Botanici Fennici 50: 1-12.	0,657	20
	Razem	7,673	152

*IF zgodnie z rokiem publikacji, w przypadku publikacji z 2013 roku podano IF za rok 2012

** Liczba punktów za publikację według wykazu Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego

Informacje na temat wkładu pracy wszystkich autorów podczas przygotowywania publikacji oraz oświadczenia współautorów są zawarte w załączniku nr 5 (oświadczenia współautorów publikacji).

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

Wprowadzenie

Krajobrazy antropogeniczne zostały ukształtowane przez człowieka i znajdują się pod jego silnym wpływem. Do grupy tej zaliczane są krajobrazy rolnicze oraz krajobrazy zurbanizowane, które mimo swojej odmienności wykazują bardzo wiele wspólnych cech. Działalność człowieka w ich obrębie powoduje zmiany lokalnego klimatu, właściwości fizycznych i chemicznych gleb, stosunków wodnych oraz rzeźby terenu (Richling, Solon 2011). Ponadto prowadzi do fragmentacji siedlisk, stopniowego upraszczania struktury krajobrazu oraz jego homogenizacji (Jongman 2002). W opisie krajobrazu rolniczego bardzo pomocny jest model płatów i korytarzy, czyli „*matrix – patch – network*” model (Marshall 2002, Richling, Solon 2011). Niewielkie obszary korzystne dla bytowania organizmów, np. nieużytki, murawy i oczka wodne (płaty lub wyspy = *patches*), są „zanurzone” w otoczeniu o niesprzyjających warunkach (tło = *matrix*), które stanowią najczęściej plantacje i pola uprawne. W tym układzie zasadniczą rolę pełnią połączenia, czyli sieć korytarzy (*networks*): żywopłoty, zadrzewienia śródpolne, drogi i ich pobocza, rowy melioracyjne, strumienie i ich otoczenie (Corbit i in. 1999, Tanghe, Godefroid 2000, Richling, Solon 2011). Wraz z intensyfikacją rolnictwa kurczą się płaty niezagospodarowanych obszarów, rośnie jednocześnie znaczenie połączeń korytarzowych jako ostoji i źródła propaguli, zgodnie z koncepcją „*sink and source habitats*” (Pulliam 1988). W podobny sposób można traktować również krajobrazy miejskie, gdzie niewielkie powierzchnie względnie naturalnych siedlisk mogą być traktowane jako swoiste wyspy środowiskowe otoczone niesprzyjającym tłem (LaPaix, Freedman 2010).

Wraz z rozwojem miast oraz intensyfikacją rolnictwa rośnie stopień izolacji wysp środowiskowych, a dynamika rozczłonkowanych, wyspowych populacji roślinnych, opisywanych terminem metapopulacja, w dużym stopniu zależy od procesów kolonizacji,

ekstynkcji i rekolonizacji siedlisk. Te zaś są konsekwencją dyspersji propagul w skali lokalnej oraz na duże odległości (*long distance dispersal* LDD); najczęściej za graniczną wartość przyjmuje się tu odległość 100 m lub dystans, na który jest przenoszonych mniej niż 1% nasion (Cain i in. 2000, Nathan, Muller-Landau 2000).

Nasza wiedza na temat standardowych mechanizmów i znaczenia dyspersji nasion jest szeroka. Proces ten, zgodnie z „*escape, colonisation and direct dispersal hypotheses*”, pozwala na przeniesienie nasion na znaczną odległość w stosunku do organizmów macierzystych, co zmniejsza śmiertelność zależną od zagęszczenia (*escape*); umożliwia kolonizację nowych mikrosiedlisk (*colonisation*), szczególnie jeśli są one bezpiecznymi miejscami kiełkowania (*direct dispersal*; Howe, Smallwood 1982, Howe, Miriti 2000, Wang, Smith 2002). Za przenoszenie nasion na duże odległości są często odpowiedzialne niestandardowe mechanizmy ich transportu (*nonstandard mechanisms of dispersal*); mówimy o nich, kiedy sposób dyspersji nie ma związku z przystosowaniami morfologicznymi diaspor. Istotne znaczenie ma również wtórna dyspersja (*secondary dispersal*), czyli dalsze przenoszenie nasion, które już znalazły się na powierzchni gleby (Wang, Smith 2002). Problematyka ta jednak jest poruszana w literaturze sporadycznie (Dean i in. 1990, Nogales i in. 1998, 2007, Higgins i in. 2003).

Ptaki są uważane za grupę zwierząt, która pełni najwięcej funkcji zarówno w naturalnych, jak i antropogenicznych ekosystemach, a jednymi z najważniejszych są dyspersja propagul roślinnych i budowa gniazd (Sekercioglu 2006). Uważa się, że endozoochoria z udziałem ptaków wpływa na proces regeneracji u ponad połowy gatunków roślin (Wang, Smith 2002 i cytowana tam literatura). Najczęściej opisywana i analizowana jest endozoochoryczna dyspersja roślin o mięsistych owocach, które są zjadane przez ptaki, a nasiona są wydalane wraz z odchodami (*frugivory*). Rzadziej mówi się o endozoochorii innych grup roślin oraz dostrzega potencjalne znaczenie dla dyspersji nasion takich grup ptaków jak ziarnojady, ptaki owadożerne i drapieżne oraz gatunki wszystkożerne. Ostatnio opublikowane wyniki badań pokazały, że nie można postawić wyraźnej granicy pomiędzy ziarnojadami („zjadacze” nasion) i ptakami żywiącymi się mięsistymi owocami (przenoszące nasiona). Uważa się obecnie, że należy raczej mówić o continuum pomiędzy oboma grupami zwierząt, aniżeli przeciwstawiać sobie ich rolę w dyspersji. Niektóre z ziarnojadów przenoszą niewielką liczbę nasion, a „owocojady” powodują destrukcję pewnej liczby diaspor (Heleno i in. 2011). Okazało się, że rozmaite gatunki ptaków (np. emu, mewy i ptaki krukowate) mogą przynosić dużą liczbę nasion roślin o suchych owocach, bez wyraźnych przystosowań do

endozoochorii i jest to znakomity przykład niestandardowej dyspersji z udziałem tej grupy zwierząt (Calviño-Cancela i in. 2006, Calviño-Cancela 2011, Nogales i in. 2012).

Drugą istotną dla kształtowania różnorodności florystycznej aktywnością ptaków jest budowa gniazd. Dzięki tej umiejętności ptaki są nazywane inżynierami ekologicznymi, czyli organizmami, pośrednio lub bezpośrednio zmieniającymi dostępność zasobów dla innych organizmów, między innymi poprzez przepływ energii i obieg materii w ekosystemach, tworzenie lub niszczenie nisz ekologicznych oraz zmianę środowiska życia (Jones i in. 1994, 1997, Wright, Jones 2006). Budowa gniazd z wykorzystaniem materiału roślinnego, gleby i innych substratów, które mogą zawierać nasiona (np. odchodów zwierząt) przyczynia się do wtórnego rozprzestrzeniania się nasion i jest kolejnym przykładem ich niestandardowej dyspersji, a lokalizacja gniazd na znacznej wysokości dodatkowo zwiększa dystans na jaki mogą być one przenoszone z wiatrem, kiedy gniazda się rozpadną. Ponadto w niektórych przypadkach warunki mikrosiedliskowe w trwałych ptasich gniazdach umożliwiają kiełkowanie, stabilizację siewek i młodych roślin, ich zakwitanie, a następnie wytworzenie kolejnej puli nasion. Gniazda stanowią więc bezpieczne miejsca kiełkowania.

Badając dyspersję nasion zarówno na mniejszą (dyspersja lokalna), jak i większą odległość (LDD) trzeba zawsze brać zawsze pod uwagę jej dwa aspekty: pierwszy to efektywność wektora dyspersji (*vector of spread*), drugi – warunki w jakich zostaną zdeponowane nasiona, które to wpływają na możliwości kiełkowania i stabilizację osobników oraz możliwości wytworzenia przez nie nasion (*agencies of establishment*; Chambers 1999). Dlatego bardzo ważnym aspektem badań nad przenoszeniem nasion jest również ocena szansy osiągnięcia sukcesu reprodukcyjnego przez osobniki, które wykiełkują z przenoszonych przez ptaki diaspor.

Cel badań

Celem moich badań było określenie znaczenia niestandardowych mechanizmów dyspersji nasion z udziałem wybranych modelowych gatunków ptaków dla zachowania różnorodności florystycznej w krajobrazie antropogenicznym. Struktura jakościowa i ilościowa pokrywy roślinnej siedlisk antropogenicznych jest w dużej mierze kształtowana przez człowieka, ale także przez inne, niezależne od niego mechanizmy, a wśród nich przenoszenie nasion przez ptaki. Do badań wybrano modelowe gatunki ptaków związanych z krajobrazem miejskim bądź rolniczym, które występują licznie lub przynajmniej średnio licznie na Lubelszczyźnie i w Polsce: kuropatwę *Perdix perdix*, kosa *Turdus merula*,

kopciuszka *Phoenicurus ochruros*, gawrona *Corvus frugilegus*, srokę *Pica pica* i bociana białego *Ciconia ciconia*.

Nadrzędnym celem było uzyskanie odpowiedzi na pytanie jaka jest skala dyspersji nasion, dzięki niestandardowym, jak również standardowym mechanizmom ich przenoszenia przez wybrane modelowe gatunki ptaków stanowiące istotny element badanych ekosystemów. Szczególną uwagę zwróciłam na transport nasion z materiałem gniazdowym różnego pochodzenia (sroka i bocian biały) oraz na endozoochoryczne przenoszenie nasion roślin o suchych owocach (to określenie będzie dalej używane dla gatunków pozbawionych morfologicznych przystosowań do przenoszenia nasion po uprzednim zjedzeniu owoców). Diaspory te mogą być wydalane wraz z odchodami (kuropatwa, kos i kopciuszek) lub wypluwkami (gawron). Transport wraz z materiałem gniazdowym jest jednocześnie przykładem wtórnej dyspersji.

Badając zasoby nasion w odchodach, wypluwkach i materiale gniazdowym chciałam ponadto określić jakie grupy ekologiczne roślin mogą być beneficjentami analizowanych mechanizmów dyspersji. Szczególną uwagę zwróciłam również na to, czy ptaki przyczyniają się do przenoszenia propagul gatunków obcego pochodzenia, w tym gatunków inwazyjnych, które w silnie zaburzanych układach antropogenicznych, a szczególnie w urbicenozach, znajdują dla siebie bardzo wiele dogodnych siedlisk.

Kolejnym aspektem mojej pracy był opis warunków w jakich zostały ulokowane nasiona (miejsca deponowania odchodów i wypluwek, gniazda bociana białego). Na tej podstawie próbowałam odpowiedzieć na pytanie, czy mikrosiedliska te można traktować jako bezpieczne miejsca kiełkowania (*ocena agencies of establishment*).

Dodatkowym efektem podjętych badań interdyscyplinarnych było poznanie niektórych elementów biologii i ekologii ptaków, takich jak identyfikacja źródła materiału gniazdowego oraz określenie składu diety i czynników wpływających na rodzaj pokarmu pobieranego w danym miejscu i czasie.

Uzyskane wyniki pozwoliły na poznanie złożonych interakcji pomiędzy różnymi grupami organizmów, które oddziałują na różnorodność biologiczną i rozmieszczenie roślin w silnie zaburzonym, mozaikowym krajobrazie antropogenicznym.

Wyniki

1. Endozoochoryczne przenoszenie nasion roślin o suchych owocach

(= niestandardowa dyspersja diaspor roślinnych pozbawionych morfologicznych przystosowań do endozoochorii)

Wykazałam, że zarówno ziarnojady (*granivores*) – kuropatwa, jak i owocojady (*frugivores*) – kopciuszek i kos, biorą udział w dyspersji nasion gatunków o suchych owocach (kuropatwa – 13 gatunków, kos i kopciuszek po 2 gatunki), chociaż skala dyspersji jest niewielka. Dokładna analiza diety kuropatwy oraz zawartości nasion w odchodach wykazała, że najczęściej nieuszkodzonych diaspor było wydalanych przez ptaka wtedy, kiedy podstawę jego zimowej diety stanowiły nasiona (dzieje się tak, gdy ptaki żerują na ścierniskach), a nie liście ozimych zbóż i rzepaku. Jednak nawet wtedy jedynie 0,3% zjadanych nasion *Amaranthus retroflexus* było wydalanych bez zewnętrznych uszkodzeń, a zaledwie 17% z nich kiełkowało. Mimo że ptak pobiera bardzo dużo nasion, szczególnie w biotopach charakteryzujących się ich wysoką dostępnością, prawdopodobieństwo wydalania nieuszkodzonych nasion jest niewielkie. Kuropatwa jest osiadłym ptakiem, dlatego może odgrywać pewną rolę jedynie w dyspersji lokalnej, a znajomość biotopów z którymi jest związana, pozwala przypuszczać, że większość wydalonych nasion może zostać ulokowana w bezpiecznych miejscach kiełkowania. Kopciuszek i kos odżywiają się głównie owocami mięsistymi, więc pobierają (w sposób aktywny lub przypadkowo) i wydalają bardzo niewiele nasion gatunków o suchych owocach. Wszystkie trzy gatunki ptaków odgrywają pewną rolę w dyspersji gatunków ruderalnych i chwastów upraw, a także gatunków obcego pochodzenia o suchych (np. *Amaranthus retroflexus*, *Echinochloa crus-galli* i *Solidago gigantea*) i mięsistych owocach (*Morus alba* i *Viburnum lantana*). Powyższa tematyka była poruszana w pracach Orłowski, Czarnecka 2009, 2013 oraz Czarnecka i in. 2012.

Znacznie bardziej różnorodna jest pula nasion przenoszonych przez gawrona (oportunistyczny, wszystkożerny gatunek), a ich obecność została stwierdzona w wyplwkach zebranych w miejscach tworzenia przez ptaki kolonii lęgowych (kwiecień-czerwiec) oraz zbiorowych noclegowisk zimowych. Są one zakładane w parkach miejskich i wiejskich, zadrzewionych skwerach miejskich i na terenach przemysłowych. Potencjalna odległość na jaką diasporę mogą być przenoszone przez gawrona jest znacznie większa niż w przypadku kuropatwy. Gawrony żerują bowiem w odległości 0,3-1 km od kolonii lęgowych i w

odległości do 40 km od zimowych noclegowisk (Kasprzykowski 2003, Jadczyk, Jakubiec 2005). Przenoszą nasiona gatunków o mięsistej owocni (rośliny przystosowane do endozoochorii), stanowiącej pokarm ptaków. Najlepiej reprezentowanymi taksonami z tej grupy są: wiosną – *Cerasus avium*, *Morus alba*, *Fragaria* sp. i *Rubus* sp., a w zimie *Sambucus nigra*, *Sorbus aucuparia*, *Vitis vinifera* i *Hippophaë rhamnoides*. Dużą grupę w wyplawkach stanowią również nasiona gatunków o suchych owocach, których diaspyry prawdopodobnie zostały pobrane przypadkiem przez żerujące ptaki, podczas poszukiwania pokarmu. W grupie tej najlepiej reprezentowane (wysoka liczebność i frekwencja) są chwasty upraw, a wśród nich: *Setaria pumila*, *S. viridis*, *Echinochloa crus-galli*, *Galium aparine* i *Stellaria media*.

Testy kiełkowania nasion wyizolowanych z wypluwków wykazały, że przynajmniej część z nich zachowała zdolność kiełkowania. Wykiełkowały nasiona 25-39% taksonów obecnych w wyplawkach, odmienne wyniki uzyskano dla nasion z wypluwków zebranych pod koloniami lęgowymi i pod zimowymi noclegowiskami. Porównanie zasobów nasion w wyplawkach ze strukturą pokrywy roślinnej pod koloniami gawrona pozwoliło ocenić, czy nasiona tam zdeponowane mają szansę wykiełkować. Chociaż wiele przenoszonych nasion reprezentuje gatunki siedlisk otwartych, a ich diaspyry zostały ulokowane przez ptaki w mikrosiedliskach o gorszych warunkach świetlnych, część z nich stanowiła stały element warstwy zielonej pod koloniami (44% gatunków przenoszonych przez gawrona w czasie sezonu lęgowego występuje również w pokrywie roślinnej; Czarnecka, Kitowski 2013a). Do grupy tej należały wyżej wymienione, dobrze reprezentowane w wyplawkach gatunki chwastów. Zaobserwowałam również, że niewielkie zaburzenia prowadzące do powstania luk w pokrywie roślinnej, ułatwiają kiełkowanie nasion niektórych z nich. Powyższa tematyka była poruszana w pracach Czarnecka, Kitowski 2010, 2013a.

Gawron przyczynia się do przenoszenia diaspor gatunków obcego pochodzenia do miast, są to przede wszystkim diaspyry archeofitów związanych z agrocenozami, gdzie zimą często żerują ptaki (np. gatunki z rodzaju *Setaria*). Porównanie puli nasion przenoszonych przez gawrony do 11 zimowych noclegowisk we wschodniej Polsce pozwoliło wykazać, że ptaki te, przenosząc gatunki obce, mogą przyczyniać się do homogenizacji flory miejskiej. Podobieństwo gatunkowe puli nasion w wyplawkach pochodzących z 11 stanowisk, mierzone współczynnikiem Jaccarda (JI) było wyższe niż podobieństwo gatunkowe pokrywy roślinnej, zarówno w przypadku gatunków rodzimych (średnia wartość JI 0,23 dla wypluwków i 0,15 dla pokrywy roślinnej, $N = 55$), jak i obcych (odpowiednio 0,40 i 0,14). Powyższa tematyka była poruszana w pracy Czarnecka i in. 2013.

2. Przenoszenie nasion z materiałem gniazdowym i ekologiczne następstwa tego procesu

Drugim z badanych przeze mnie mechanizmów dyspersji był transport nasion wraz z materiałem gniazdowym. Analizie poddałam zasoby nasion w gniazdach sroki *Pica pica* oraz bociana białego *Ciconia ciconia*. Umieszczenie nasion w gniazdach zwiększa ich szansę na dalszą dyspersję na znaczne odległości po rozpadzie gniazda, dzięki lokalizacji gniazd wysoko nad powierzchnią ziemi. Gniazda bociana stanowią ponadto swoiste mikrosiedliska, gdzie ma miejsce kiełkowanie nasion, a następnie kwitnienie i owocowanie roślin.

Gniazda sroki są wykorzystywane przez ptaki jeden raz i były zdejmowane po zakończeniu gniazdowania (najczęściej zimą lub wczesną wiosną, kiedy były najlepiej widoczne). Zasadniczym elementem ich budowy jest warstwa gleby, jej sucha masa w jednym gnieździe może przekraczać 1000 g. Zgromadzone w tej warstwie zasoby nasion zostały określone za pomocą metody wschodu siewek. Jedno gniazdo zawierało od kilkudziesięciu nawet do kilkuset nasion. Wykiełkowało od 23 do 333 nasion na 1000 g suchej masy materiału gniazdowego (wartość średnia to 108), a maksymalna liczba taksonów stwierdzonych w jednym gnieździe wynosiła 40. Analizowałam pulę nasion gniazd pobranych w krajobrazie rolniczym otaczającym Lublin (Płaskowyż Nałęczowski, według regionalizacji Kondrackiego 2009) oraz Chełm (Pagóry Chełmskie) i otrzymałam bardzo podobne rezultaty. Wysoką frekwencją i liczebnością charakteryzowały się gatunki zbiorowisk dywanowych, związanych z polnymi drogami (*Lolium perenne*, *Plantago major*, *Polygonum aviculare* i *Poa annua*), chwasty upraw oraz gatunki ruderalne (m.in. *Chenopodium album*, *Conyza canadensis*, *Setaria glauca* i *S. viridis*). Powyższe grupy ekologiczne są beneficjentami dyspersji wraz z materiałem gniazdowym. Uzyskane wyniki poszerzają również wiedzę na temat behawioru sroki; udało się określić, z jakich miejsc ptak zbiera materiał gniazdowy. Warto podkreślić, że większość nasion w gniazdach sroki należy do gatunków pozbawionych morfologicznych adaptacji do dyspersji (barochory, stanowiły 57% nasion obecnych w gniazdach z okolic Lublina) i przenoszenie przez ptaki wraz z materiałem gniazdowym może w istotny sposób zwiększyć odległość, na jaką są transportowane. 63% wszystkich nasion w gniazdach z okolic Lublina należało do gatunków o trwałym banku nasion. Tworzenie trwałego banku nasion jest kolejną cechą historii życiowej zwiększającą szansę efektywnej dyspersji – gniazda są stosunkowo trwałe, mogą pozostawać nienaruszone ponad rok, dlatego gatunki o długo żyjących nasionach mają większą szansę wykiełkować po ich dezintegracji.

Powyższa tematyka była poruszana w pracach Czarnecka, Kitowski 2008, Czarnecka i in. 2012.

Gniazda bociana białego funkcjonują wiele lat, dlatego w celu poznania zgromadzonej w nich puli nasion pobrano próbki wyściółki, a w badaniach ponownie zastosowano metodę wschodu siewek. Ze względu na duże rozmiary w jednym gnieździe zgromadzonych jest duża liczba nasion (oszacowałam, że może ich być od kilku do kilkunastu tysięcy), ale ich zasobność jest zbliżona do banku w gniazdach sroki, jeśli przeliczymy liczbę siewek na 1000 g suchej masy wyściółki (obserwowałam od 41 do 177 siewek, średnio 87). Bank nasion był zdominowany przez chwasty upraw i gatunki ruderalne, a przeważająca ich liczba była pozbawiona morfologicznych adaptacji do dyspersji (barochory stanowiły 67% wszystkich gatunków). Gniazda bociana nie są wyłącznie miejscem deponowania nasion, stanowią one również swoiste mikrosiedliska, gdzie może odbywać się kiełkowanie, stabilizacja siewek, kwitnienie i owocowanie. Aby ocenić możliwość wydania kolejnej kohorty nasion porównałam warunki mikrosiedliskowe w gniazdach (warunki edaficzne, świetlne i wilgotnościowe) z cechami historii życiowej gatunków obecnych w banku nasion. Założyłam, że gniazda będą siedliskiem narażonym na okresowe wysychanie, dogodnym dla gatunków o trwałym banku nasion (co daje szansę przetrwania w materiale gniazdowym aż do sezonu wegetacyjnego, kiedy gniazdo nie będzie zasiedlone przez ptaki), jednorocznych (pozwala to na zamknięcie cyklu życiowego zakończonego wytworzeniem nasion w krótkim czasie), związanych z otwartymi, żyznymi siedliskami (wysoka zawartość makroelementów, w tym azotu i fosforu w wyściółce gniazd). Analiza cech historii życiowej gatunków obecnych w banku wskazała, że gniazda mogą stanowić dla większości z nich dogodne mikrosiedliska: 62% z nich tworzy trwały bank nasion, 43% to gatunki jednoroczne, 98% światłoządne, 54% jest związanych z siedliskami eutroficznymi, a 78% to gatunki siedlisk suchych lub świeżych.

Analiza informacji literaturowych dotyczących zasobów diaspor obecnych w odchodach zwierząt pozwoliła postawić hipotezę, że istotnym źródłem materiału służącego jako wyściółka gniazd bociana mogą być odchody ssaków – wspólna z nimi jest 1/3 gatunków obecnych w gniazdach. Wskazywałoby to, że bocian może stanowić kolejne ogniwo w wielostopniowym procesie dyspersji niektórych nasion, przenoszonych przez różnorodne wektory. Powyższa tematyka była poruszana w pracy Czarnecka, Kitowski 2013b.

Wnioski

- Rola ptaków w dyspersji niektórych grup ekologicznych roślin była do tej pory niedoceniana. Dotyczy to przede wszystkim chwastów upraw i gatunków ruderalnych. Istnienie różnorodnych niestandardowych mechanizmów przenoszenia tych nasion jest szczególnie istotne, ponieważ większość chwastów to gatunki o nasionach pozbawionych morfologicznych adaptacji do dyspersji, co utrudnia ich rozsiewanie na większe odległości (Benvenuti 2007). Opisywane mechanizmy zwiększają prawdopodobieństwo ich dyspersji na większy dystans, co prowadzi do utrzymania różnorodności florystycznej w mozaikowym krajobrazie antropogenicznym.
- Liczba nasion przenoszonych przez jednego ptaka może wydawać się stosunkowo niewielka, jednak kiedy weźmiemy pod uwagę liczebność populacji gawrona, okazuje się, że skala niestandardowej dyspersji nasion jest godna uwagi. Stanowi ona istotne uzupełnienie dyspersji z wykorzystaniem standardowych mechanizmów.
- Gawron może przyczyniać się do homogenizacji pokrywy roślinnej w miejscach deponowania nasion. Wszystkie badane gatunki ptaków wspomagają rozprzestrzenianie się gatunków roślin obcego pochodzenia, a wśród nich inwazyjnych, stanowiących zagrożenie dla rodzimej flory (np. *Amaranthus retroflexus*, *Conyza canadensis*, *Echinochloa crus-galli*, *Rhus typhina*, *Setaria glauca*, *S. viridis*, *Solidago gigantea*). Mimo że znaczenie mechanizmów niestandardowych wydaje się być niewielkie w porównaniu ze standardowymi drogami migracji, warto znać wszystkie możliwe mechanizmy ich dyspersji.
- Uzyskane wyniki pokazują, że zależności pomiędzy zwierzętami a roślinami mogą być bardzo skomplikowane, a ich poznanie jest kluczowe szczególnie podczas procesów planowania i zarządzania obszarami zielonymi na terenach zurbanizowanych. Są one szczególnie istotne dla zachowania różnorodności biologicznej we współczesnych miastach i należy poznać istotę wszelkich procesów mogących wpływać na ich strukturę.

Literatura

- Benvenuti S. 2007. Weed seed movement and dispersal strategies in the agricultural environment. *Weed Biol. Manag.* 7: 141-157.
- Cain M.L., Milligan B.G., Strand A.E. 2000. Long-distance seed dispersal in plant populations. *Am. J. Bot.* 87: 1217-1227.

- Calviño-Cancela M., Dunn R.R., van Etten E.J.B., Lamont B.B. 2006. Emus as non-standard seed dispersers and their potential for long-distance dispersal. *Ecography* 29: 632-640.
- Calviño-Cancela M. 2011. Gulls (Laridae) as frugivores and seed dispersers. *Plant Ecol.* 212: 1149-1157.
- Chambers F.M. 1999. Comment on D.M. Wilkinson (1997). 'Plant colonization are wind dispersed seeds really dispersed by birds at larger spatial and temporal scales?' *J. Biogeogr.* 26: 425-427.
- Corbit M., Marks P.L., Gardescu S. 1999. Hedgerows as habitat corridors for forest herbs in central New York, USA. *J. Ecol.* 87: 220-232.
- Dean W.R.J., Milton S.J., Siegfried W.R. 1990. Dispersal of seeds as nest material by birds in semiarid karoo shrubland. *Ecology* 71: 1299-1306.
- Heleno R.H., Ross G., Everard A., Memmott J., Ramos J.A. 2011. The role of avian 'seed predators' as seed dispersers. *Ibis* 153: 199-203.
- Higgins S.I., Natan R., Cain M.L. 2003. Are long distance dispersal events in plants usually caused by nonstandard means of dispersal. *Ecology* 84: 1945-1956.
- Howe H.F., Miriti M.N. 2000. No question: seed dispersal matters. *Trends Ecol. Evol.* 15: 434-436.
- Howe H.F., Smallwood J. 1982. Ecology of seed dispersal. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 13: 201-228.
- Jadczyk P., Jakubiec Z. 2005. Wintering of rooks *Corvus frugilegus* in Poland. [w:] Jerzak L., Kavanagh B.P., Tryjanowski P. (red.) *Ptaki krukowate Polski (Corvids of Poland)*. Bogucki Wyd. Nauk., Poznań, pp. 541-556.
- Jones C.G., Lawton J.H., Shachak M. 1994. Organisms as ecosystem engineers. *Oikos* 69: 373-386.
- Jones C.G., Lawton J. H., Shachak M. 1997. Positive and negative effects of organisms as physical ecosystem engineers. *Ecology* 78: 1946-1957.
- Jongman R.H.G. 2002. Homogenization and fragmentation of European landscape: ecological consequences and solution. *Landscape Urban Plann.* 58: 211-221.
- Kasprzykowski Z. 2003. Habitat preferences of foraging rooks *Corvus frugilegus* during the breeding period in agricultural landscape of eastern Poland. *Acta Ornithol.* 38: 27-31.
- Kondracki J. 2009. *Geografia regionalna Polski*. Wyd. Nauk. PWN.
- LaPaix R., Freedman B. 2010. Vegetation structure and composition within urban parks of Halifax regional municipality, Nova Scotia, Canada. *Landscape Urban Plann.* 98: 124-125.
- Marshall E.J.P. 2002. Introducing field margin ecology in Europe. *Agric. Ecosyst. Environm.* 89: 1-4.
- Nathan R.N., Muller-Landau H.C. 2000. Spatial patterns of seed dispersal, their determinants and consequences for recruitment. *Trends Ecol. Evol.* 15: 278-285.
- Nogales M., Delgado J.D., Medina F.M. 1998. Shrikes, lizards and *Lycium intricatum* (*Solanaceae*) fruits: a case of indirect seed dispersal on an oceanic island (Alegranza, Canary Island). *J. Ecol.* 86: 866-871.
- Nogales M., Heleno R., Traveset A., Vargas P. 2012. Evidence of overlooked mechanisms of long-distance seed dispersal to and between oceanic islands. *New Phytol.* 19: 313-317.
- Nogales M., Padilla D.P., Nieves C., Illera J.C., Traveset A. 2007. Secondary seed dispersal system, frugivorous lizards and predatory birds in insular volcanic badlands. *J. Ecol.* 95: 1394-1403.
- Pulliam H.R. 1988. Sources, sinks and population regulations. *Am. Natur.* 132 (5): 652-661.

- Richling A, Solon J. 2011. Ekologia krajobrazu. Wyd. Nauk. PWN.
- Sekercioglu C.H. 2006. Increasing awareness of avian ecological function. *Trends Ecol. Evol.* 21: 464-471.
- Tanghe M., Godefroid S. 2000. Road verge grasslands in southern Belgium and their conservation value. *Fragm. Flor. Geobot.* 45 (1/2): 147-163.
- Wang B.C., Smith T.B. 2002. Closing the seed dispersal loop. *Trends Ecol. Evol.* 17: 379-385.
- Wright J.P., Jones C.G. 2006. The concept of organisms as ecosystem engineers ten years on: progress, limitations, and challenges. *BioScience* 56: 203-209.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

A) Rola siedlisk marginalnych w zachowaniu różnorodności gatunkowej w krajobrazie rolniczym – analiza pokrywy roślinnej i glebowego banku nasion

Tematyka ta była poruszana w następujących publikacjach:

- Czarnecka J. 2003. Regenerative strategies of *Linum flavum* and *Brachypodium pinnatum* and their consequences for regeneration of xerothermic grassland. *Ecological Questions* 3: 71-75.
- Czarnecka J. 2004. Microspatial structure of the seed bank of xerothermic grassland – intracommunity differentiation. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 73 (2): 155-164.
- Czarnecka J. 2004. Seed longevity and recruitment of seedlings in xerothermic grassland. *Polish Journal of Ecology* 52 (4): 505-521.
- Czarnecka J. 2004. Zachowanie i restytucja muraw kserotermicznych – znaczenie glebowego banku nasion. [w:] M. Kucharczyk (red.) Współczesne problemy ochrony krajobrazu. Zarząd Zespołu Lubelskich Parków Krajobrazowych, Lublin, pp. 291-295.
- Czarnecka J. 2005. Seed dispersal effectiveness in three adjacent plant communities: xerothermic grassland, brushwood and woodland. *Annales Botanici Fennici* 42 (3): 161-171.
- Czarnecka J. 2006. Roadsides as plant diversity refuges in agricultural landscape. *Ecological Questions* 7: 37-46.
- Czarnecka J. 2008. Spatial and temporal variability of seed bank resulting from overgrowing of xerothermic grassland. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 77 (2): 157-166.
- Czarnecka J. 2009. The seed bank and the seed persistence of some weeds and grassland species from marginal habitats in arable landscape. [w:] Z. Mirek , A. Nikel (red.) Rare,

relict and endangered plant species in Poland. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków, pp. 179-186.

Czarnecka, J. 2010. Spatial structure, soil bank and weeds' germination in a dynamic agricultural landscape of Western Wolhynia (south-eastern Poland). [w:] M. Barančoková J. Krajčí, J. Kollár, I. Belčáková (red.) Landscape ecology – methods, applications and interdisciplinary approach. Institute of Landscape Ecology, Slovak Academy of Sciences, Bratislava, pp. 575-587.

Czarnecka J. 2011. The role of linear structures in agricultural landscape in the maintenance of xerothermic species. *Acta Agrobotanica* 64 (4): 151-158.

Czarnecka J. 2011. Miedze jako siedliska gatunków muraw kserotermicznych w krajobrazie rolniczym Wołynia Zachodniego. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie* 11 z. 2 (34): 43-54.

Powyższe prace są kontynuacją i rozszerzeniem tematyki poruszanej w rozprawie doktorskiej („Glebowy bank nasion murawy kserotermicznej oraz jego rola w zachowaniu i regeneracji zbiorowiska”). Badania były prowadzone na modelowych obszarach Wołynia Zachodniego, Rostocza Tomaszowskiego oraz Wyżyny Lubelskiej i pozwoliły na udzielenie odpowiedzi na następujące pytania:

- Jaka jest różnorodność biologiczna pokrywy roślinnej oraz glebowego banku nasion w obrębie struktur liniowych w porównaniu z płatami muraw i otaczającymi polami uprawnymi?
- Które z gatunków murawowych zasiedlają pobocza dróg i miedze, jakie są zasoby glebowego banku nasion tych gatunków?
- Czy struktury liniowe mogą pełnić funkcję ostoi i źródła diaspor (tzw. *source habitats*) w sytuacji potencjalnego zagrożenia płatów roślinności murawowej?

Struktury liniowe (otoczenie polnych dróg, miedze i marginesy pól) okazały się siedliskiem dla wielu cennych ciepłolubnych gatunków nawapiennych. Były to nie tylko gatunki charakterystyczne dla muraw kserotermicznych, ale także rzadkie nawapienne polne chwasty o przyśródziemnomorskim zasięgu, m.in.: *Conringia orientalis* – gatunek narażony na wyginięcie w skali kraju, *Muscari comosum*, gatunek krytycznie zagrożony, *Anagallis foemina*, *Caucalis platycarpos* i *Thymelaea passerina*. Gatunki te wycofały się z upraw na marginesy pól i miedze w wyniku intensyfikacji rolnictwa i stosowania herbicydów. O różnorodności gatunkowej pokrywy roślinnej i banku nasion badanych siedlisk marginalnych decyduje przede wszystkim sposób i intensywność uprawy otaczających je pól. Różnorodność

jest znacznie wyższa w sąsiedztwie niewielkich, silnie rozczłonkowanych pól chłopskich, w porównaniu z otoczeniem wielkoobszarowych intensywnych upraw.

Poznanie dynamiki i mechanizmów funkcjonowania agrocenoz oraz znaczenia poszczególnych typów struktur w krajobrazie rolniczym pozwala na formułowanie zaleceń ochronnych mających na celu zachowanie różnorodności biologicznej obszarów wiejskich oraz umożliwiających integrację rolnictwa z ochroną środowiska, zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju.

B) Analiza diety wybranych gatunków ptaków krajobrazu rolniczego w powiązaniu ze zróżnicowanym środowiskiem ich życia

Tematyka ta była poruszana w następujących publikacjach:

Orłowski G., Czarnecka J. 2007. Winter diet of reed bunting *Emberiza schoeniclus* in fallow and stubble fields. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 118: 244-248.

Orłowski G., Karg J., Czarnecka J. 2010. Food of Water Pipit *Anthus spinoletta* on wintering grounds in south-western Poland. *Bird Study* 57 (3): 401-405.

Orłowski G., Karg J., Czarnecka J. 2011. Frugivory and size variation of animal prey in Black Redstart *Phoenicurus ochruros* during summer and autumn in south-western Poland. *Ornis Fennica* 88 (3): 161-171.

Orłowski G., Czarnecka J., Panek M. 2011. Autumn-winter diet of Grey Partridges *Perdix perdix* in winter crops, stubble fields and fallows. *Bird Study* 58 (4): 473-486.

Orłowski G., Karg J., Czarnecka J. 2013. Substantial contribution of invertebrates in the diet of winter seed-eater, the Reed Bunting *Emberiza schoeniclus*, wintering in a sewage farm in south-western Poland (Central Europe). *Biological Journal of the Linnean Society* 108 (2): 429-433.

Powyższe prace stanowią istotne rozszerzenie wiedzy na temat skomplikowanych interakcji pomiędzy różnymi grupami organizmów związanych z krajobrazem rolniczym. Są one również ważnym uzupełnieniem oraz tłem dla prac przedstawionych jako osiągnięcie wynikające z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r., ponieważ w przypadku mechanizmów endozoochorycznej dyspersji roślin o suchych owocach kluczowa jest znajomość diety oraz czynników decydujących o składzie pokarmu ptaków (kopciuszek *Phoenicurus ochruros*, kuropatwa *Perdix perdix*). Prace dotyczące zimowej diety potrzosa *Emberiza schoeniclus* pozwoliły określić preferencje pokarmowe tego gatunku w czasie

niedoboru owadów, stanowiących bazę pokarmową w okresie lęgowym. Interdyscyplinarne badania prowadzone przez ekologa roślin, ornitologa i entomologa pozwoliły także udowodnić, że plastyczność pokarmowa tego gatunku jest znacznie większa niż do tej pory przypuszczano.

6. Plany na przyszłość

W przyszłości zamierzam kontynuować interdyscyplinarne badania dotyczące złożonych troficznych i paratroficznych interakcji w ekosystemach poddanych zróżnicowanej presji człowieka. Należą do nich:

- Badania znaczenia licznie występujących lęgowych gatunków we wtórnej dyspersji nasion w miastach (obecnie prowadzone są już prace dotyczące przenoszenia nasion z materiałem gniazdowym przez kosa *Turdus merula*).
- Analiza diety wybranych gatunków ziarnojadów krajobrazu rolniczego, co pomoże odpowiedzieć na pytanie na ile proces dyspersji nasion przez ziarnojady jest powszechny w agrocenozach.
- Ocena skali wtórnej dyspersji nasion przez ptaki drapieżne (modelowy gatunek – błotniak łąkowy *Circus pygargus*). Badania pozwolą poznać skalę i mechanizmy polichorii z udziałem ptaków drapieżnych i ich ofiar.

Janusz Czerwinski