

## AUTOREFERAT

1. Imię i Nazwisko: **Maciej Wódkiewicz**

2. Posiadane stopnie naukowe

- magister biologii, specjalność biologia środowiskowa, Uniwersytet Warszawski, 1999r., tytuł pracy magisterskiej: „*Neottianthe cucullata* (L.) Schlechter w Wigierskim Parku Narodowym”.
- doktor nauk biologicznych w zakresie biologii, Uniwersytet Warszawski, 2004r., tytuł pracy doktorskiej „Wielkość diaspor i wzorzec glebowego banku nasion grądów Puszczy Białowieskiej”.

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

- Od 2005 roku adiunkt w Zakładzie Ekologii Roślin i Ochrony Środowiska (dawniej Zakład Ekologii Roślin) na Wydziale Biologii Uniwersytetu Warszawskiego.
- 1999 – 2004 studia doktoranckie na Wydziale Biologii

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. 2016 r. poz. 882 ze zm. w Dz. U. z 2016 r. poz. 1311.):

a) tytuł osiągnięcia naukowego

**Rola glebowego banku nasion w dynamice ekosystemów**

b) publikacje wchodzące w skład osiągnięcia naukowego (IF zgodny z rokiem opublikowania pracy)

1. **Wódkiewicz M.**, Kwiatkowska-Falińska A.J. 2010. Similarity between seed bank and herb layer in a natural deciduous temperate lowland forest. *Acta Soc. Bot. Pol.* 79:157-166. IF2010=0.256
2. **Wódkiewicz M.**, Kwiatkowska-Falińska A. 2010. Small scale spatial pattern of a soil seed bank in an old-growth deciduous forest. *Pol. J. Ecol.* 58:487-500. IF2010=0.542

3. Kwiatkowska-Falińska A.J., Panufnik-Mędrzycka D., **Wódkiewicz M.**, Sondej I., Jaroszewicz B. 2011. The effects of different types of woodland disturbance on the persistence of soil seed banks. *Acta Soc. Bot. Pol.* 80: 149-157. IF2011=0.360
4. Kwiatkowska-Falińska A.J., Jankowska-Błaszczuk M., **Wódkiewicz M.** 2011. The pattern of seed banks during secondary succession on poor soils. *Acta Soc. Bot. Pol.* 80: 269-274. DOI: 10.5586/asbp.2011.040 IF2011=0.360
5. Kwiatkowska-Falińska A.J., Panufnik-Mędrzycka D., **Wódkiewicz M.**, Sondej I., Jaroszewicz B. 2013. Ancient forest species and the diversity of vegetation and seed bank indicate the aptitude of transformed thermophilous oak wood patches for restoration. *Pol. J. Ecol.* 61: 65-80. IF2013=0.554
6. **Wódkiewicz M.**, Galera H., Chwedorzewska K.J., Gielwanowska I., Olech M. 2013. Diaspores of the Introduced Species *Poa annua* L. in Soil Samples from King George Island (South Shetlands, Antarctica). *AAAR* 45: 415-419. IF2013=1.528
7. **Wódkiewicz M.**, Ziemiański M., Kwiecień K., Chwedorzewska K.J., Galera H. 2014. Spatial structure of the soil seed bank of *Poa annua* L. – alien species in the Antarctica. *Biodivers Conserv* 23:1339-1346, DOI 10.1007/s10531-014-066 IF2014=2.365
8. Galera H., **Wódkiewicz M.**, Czyż, E., Łapiński S, Kowalska ME, Pasik M, Rajner M, Bylina P, Chwedorzewska KJ. 2016. First step to eradication of *Poa annua* L. from Point Thomas Oasis (King George Island, South Shetlands, Antarctica) *Polar Biol* doi:10.1007/s00300-016-2006-y IF2015 1,711

**c) omówienie celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania.**

Celem prac wchodzących w skład osiągnięcia było określenie roli glebowego banku nasion w procesach zachodzących w ekosystemach. Uwzględnione przeze mnie procesy to: utrzymanie stabilności zbiorowiska, regeneracja zbiorowiska po zaburzeniach, sukcesja oraz inwazje biologiczne. Omawiane prace dotyczyły odległych ekosystemów, tj. lasów grądowych i dąbrów świetlistych jak i porzuconych ugorów i pionierskich ekosystemów antarktycznych. Badane systemy znacznie różniły się warunkami klimatycznymi i siedliskowymi, co pozwoliło na uogólnienie wyciągniętych wniosków. W omawianych

badaniach została podjęta próba powiązania dynamiki glebowego banku nasion z dynamiką ekosystemu, jak też zostały uwzględnione stosunki przestrzenne. Wszystkie prace włączone przeze mnie w skład osiągnięcia można podzielić na trzy uzupełniające się zagadnienia związane z: 1. przestrzennym zróżnicowaniem glebowego banku nasion; 2. zmiennością glebowego banku nasion w czasie; 3. rolą glebowego banku nasion w inwazji.

#### 1. Zróżnicowanie przestrzenne glebowego banku nasion.

Pierwszej części dotyczą trzy prace (Wódkiewicz i Kwiatkowska-Falińska 2010a, 2010b, Wódkiewicz i in. 2014) przedstawiające badania dotyczące zmienności przestrzennej glebowego banku nasion w różnych skalach przestrzennych w lesie grądowym w Puszczy Białowieskiej oraz w okolicach Polskiej Stacji Antarktycznej im. H. Arctowskiego. Poruszenie tematyki czynników kształtujących przestrzenne zróżnicowanie glebowego banku nasion było moim wkładem w omawianych pracach.

Większość wcześniejszych prac dotyczących glebowych banków nasion zbiorowisk leśnych Europy opisywała zbiorowiska pofragmentowane i otoczone przez tereny otwarte, które reprezentują wcześniejsze stadia w ciągu sukcesyjnym. Wyniki tych badań dowodziły, że bank nasion zbiorowiska leśnego jest zdominowany przez gatunki ruderalne typowe dla wcześniejszych stadiów sukcesji, zatem odzwierciedla bardziej historię danego płatu (okres przed pojawieniem się na danym miejscu lasu) niż jego aktualną roślinność (Hyatt 1999, Bossuyt i Hermy 2001, Bossuyt i in. 2002). Argumentowano to brakiem w glebowym banku nasion gatunków leśnych co prowadziło do niskiego podobieństwa gatunkowego pomiędzy glebowym bankiem nasion a runem (Hopfensperger 2007). Celem pracy (Wódkiewicz i Kwiatkowska-Falińska 2010a) było określenie podobieństwa składu glebowego banku nasion i runa w dobrze zachowanym i niepofragmentowanym kompleksie leśnym oraz określenie zróżnicowania banku nasion pomiędzy dwoma płatami położonymi w obrębie tego kompleksu o nieco odmiennej charakterystyce siedliskowej.

Uzyskane wyniki dowodzą, że choć bank nasion grądu nie należy do najbardziej zasobnych, nie jest jednocześnie skrajnie ubogi gatunkowo i o małej zasobności. Podobieństwo gatunkowe pomiędzy bankiem nasion a runem okazało się wyższe niż dla lasów produkcyjnych będących pod silnym wpływem gospodarki człowieka i znajdujących się w pofragmentowanym krajobrazie. Wysokie podobieństwo gatunkowe runo-bank może świadczyć o niskim wpływie działalności człowieka na dany las. Podobieństwo składu gatunkowego banku nasion pomiędzy płatami okazało się wysokie, jednak

nieodzwierciedlone w strukturze dominacji, czego przyczyną może być zróżnicowanie siedliskowe badanych płatów nawet w takim zakresie jak pomiędzy grądem typowym a niskim. Struktura dominacji gatunków w banku nasion nie odzwierciedlała struktury dominacji runa, co sugeruje niewielkie znaczenie banków nasion dla regeneracji badanego zbiorowiska, jednak w glebowym banku nasion były obecne gatunki związane z lasem i bank nasion nie był zdominowany przez gatunki ruderalne. Praktycznym wnioskiem badań było, że przy pracach leśnych należy zwrócić szczególną uwagę na nieniszczenie runa, które w przeciwnym wypadku ma niewielkie szanse na odnowienie się z banku nasion lub z kolonizacji roślin z innych płatów ze względu na ich niskie zdolności kolonizacyjne.

Badania dotyczące związków pomiędzy cechami środowiska a kiełkowaniem nasion czy też utrzymaniem się nasion w fazie spoczynku nie są rzadkie w literaturze (Baskin i Baskin 2001, Fenner i Thompson 2005). Znacznie mniej doniesień dotyczy samej zmienności przestrzennej glebowego banku nasion. O ile pojedyncze prace dotyczące zmienności przestrzennej glebowego banku nasion zbiorowisk otwartych były dostępne w literaturze (Caballero i in. 2003) o tyle informacje o zmienności przestrzennej glebowego banku nasion i powiązaniu jej ze zmiennością czynników edaficznych nie były ekstensywnie poruszane w literaturze w kontekście zbiorowisk leśnych (Olano i in. 2002). Przyczyną takiego stanu rzeczy wydaje się pogląd o w miarę homogenym charakterze dojrzałych zbiorowisk leśnych. Celem pracy (Wódkiewicz i Kwiatkowska-Falińska 2010b) było określenie, w jakim stopniu zmienność przestrzenna wybranych cech środowiskowych w skali jednego płatu runa leśnego ma swoje odzwierciedlenie w glebowym banku nasion oraz czy przestrzenna charakterystyka glebowego banku nasion jest odzwierciedleniem runa.

Około połowa gatunków odnotowanych w glebowym banku nasion wykazała skupiskowy charakter struktury przestrzennej banku nasion. Były to gatunki runa leśnego, które są słabymi kolonizatorami i nie mają szczególnych przystosowań do dyspersji w przestrzeni. Dla tych gatunków struktura przestrzenna glebowego banku nasion w wierzchniej warstwie gleby oddawała strukturę przestrzenną runa. Nasiona gatunków o aktywnych sposobach rozsiewania nie miały skupiskowej struktury przestrzennej glebowego banku nasion a nasiona zdeponowane w glebie nie były związane z obecnością osobników w warstwie runa. Oprócz obecności osobników w runie duży wpływ na zasobność i bogactwo gatunkowe glebowego banku nasion miały takie czynniki jak wilgotność, dostępność światła i względna wysokość mimo niewielkich różnic w skali badanego płatu. Może to świadczyć o miejscach, w których są sprzyjające warunki dla trwałości glebowego banku nasion, w których nasiona lepiej

zachowują się w glebie niż w innych, co może mieć szczególne znaczenie dla gatunków tworzących trwały bank nasion zbiorowisk leśnych. Przyczyną tego zjawiska może też być zwiększona produkcja nasion w miejscach o bardziej korzystnych warunkach świetlnych i wilgotnościowych, co jest związane z heterogennością warunków w zbiorowisku leśnym.

Trzeci artykuł odnoszący się do zmienności przestrzennej glebowego banku nasion dotyczył inwazyjnej populacji wiechliny rocznej w okolicy Stacji Arctowskiego (Wódkiewicz i in. 2014). Z uwagi na to, że bank nasion jest zjawiskiem bardzo zmiennym przestrzennie chciałem sprawdzić jak kształtuje się zmienność przestrzenna banku nasion wiechliny rocznej w okolicach Polskiej Stacji Antarktycznej. Po wstępnym oszacowaniu tworzenia banku nasion przez ten gatunek inwazyjny (Wódkiewicz i in. 2013) chcieliśmy oszacować możliwe scenariusze prowadzące do usunięcia gatunku z okolic Stacji. Głównym pytaniem badawczym było czy nasiona są deponowane głównie pod kępami czy też są obecne wokół kęp, a więc jaka jest zmienność przestrzenna znaczenia glebowego banku nasion dla utrzymania badanej populacji.

Uzyskane wyniki wskazują, że bank nasion wiechliny rocznej jest skoncentrowany głównie w miejscach występowania kęp. Gleba w odległości 10 cm od kęp praktycznie była pozbawiona nasion. Świadczy to o dużej zmienności przestrzennej roli, jaką może odgrywać glebowy bank nasion dla utrzymywania się populacji. Nierozstrzygnięte pozostaje czy bank nasion pod kępami stanowi efekt lokalnej depozycji nasion czy też kępy stanowią efektywne pułapki i bezpieczne miejsca do przetrwania nasion przewiewanych przez wiatr. W celu skutecznego usunięcia gatunku należy oprócz likwidacji roślin skoncentrować wysiłki na usunięciu gleby z miejsc występowania gatunku, co powinno znacznie ograniczyć odnawianie się gatunku w przyszłości.

## 2. Zmienność glebowego banku nasion w czasie

Kolejne trzy prace (Kwiatkowska-Falińska i in. 2011a, 2011b, 2013) koncentrowały się na zróżnicowaniu struktury glebowego banku nasion w czasie. Obiektami badań był bank nasion w płatach dąbrowy świetlistej w trakcie różnego typu przekształceń jak i bank nasion porzuconego ugoru w trakcie ciągu sukcesyjnego trwającego 50 lat. Omawiane prace dotyczyły roli glebowego banku nasion w trakcie przemian tych ekosystemów:

Lasy, choć uważane za zbiorowiska stabilne odznaczają się jednak swoją dynamiką, która w naturalny sposób zmienia fizjonomię danego płatu leśnego w czasie. Na te powolne (w skali życia pojedynczego badacza) zmiany nakłada się wpływ gospodarki człowieka czy to przez wprowadzenie do lasów zorganizowanych metod produkcji leśnej czy też zmiany użytkowania lasu niedotyczące bezpośredniego pozyskiwania drewna. Czy to po naturalnych czy też indukowanych przez człowieka zaburzeniach zbiorowisko szybciej lub wolniej może powrócić do stanu sprzed zaburzenia lub też ulec wtórnej sukcesji w zupełnie innym kierunku.

Dąbrowa świetlista (*Potentillo albae-Quercetum*) jest jednym z bogatszych zbiorowisk leśnych pod względem składu gatunkowego runa (Bergmeier i in. 2010). Jest to jednak zbiorowisko, którego bogactwo w przeszłości mogło w znacznym stopniu być podtrzymywane przez działalność człowieka polegającą na wypasie (Ralska-Jasiewiczowa i in. 2003). Po zaprzestaniu użytkowania dąbrowa świetlista zwykle zostaje zarośnięta przez graba, co znacznie zmienia warunki siedliskowe dotyczące głównie dostępu światła do warstwy runa (Kwiatkowska 2004). Wpływ człowieka może też polegać na pozyskaniu dębów i pozostawieniu zbiorowiska spontanicznej regeneracji lub też obsadzeniu wyrębu na nowo.

Glebowe banki nasion zbiorowisk leśnych były uważane za ubogie gatunkowo i mało zasobne z uwagi na nieopłacalność tej strategii w stabilnym środowisku (Bossuyt i in. 2002). W literaturze pojawia się jednak coraz więcej doniesień na temat obecności w leśnych bankach nasion gatunków wskaźnikowych dla starych lasów (Plue i in. 2012). Są to gatunki o słabych zdolnościach kolonizacyjnych związane z lasami mającymi ciągłość pokrywy leśnej przez co najmniej 200 lat (Dzwonko i Loster 2001). Obecność tych gatunków w runie świadczy o dobrym zachowaniu zbiorowiska leśnego i jego wysokiej wartości przyrodniczej.

Celem prac (Kwiatkowska-Falińska i in. 2011b, 2013) było określenie możliwości regeneracyjnych dąbrowy świetlistej z glebowego banku nasion po różnego typu zaburzeniach z uwzględnieniem obecności cennych gatunków typowych dla starych lasów jak też ocena wpływu spontanicznego zarastania grabem oraz różnych scenariuszy po wycince lasu na glebowy bank nasion dąbrowy świetlistej. Dało to możliwość oszacowania wpływu zmian czynników siedliskowych w czasie na zmiany glebowego banku nasion.

Przeprowadzona analiza sugeruje, że sukcesja dąbrowy świetlistej w kierunku grądu, czyli zarastanie grabem powodujące znaczny wzrost zacielenia runa skutkuje wypadaniem z runa

cennych gatunków, które są składnikiem dąbrowy. Mimo początkowej obecności ich nasion w glebie zacinienie runa utrzymujące się przez okres powyżej 30 lat powoduje wypadanie nasion części gatunków z glebowego banku nasion zbiorowiska na skutek ich niewystarczającej trwałości w glebie i braku dostarczania nowych przez aktualną produkcję runa. Należy wnioskować, że wraz z biegiem sukcesji graba i wzrostem zacinienia pula nasion gatunków dąbrów w glebowym banku nasion znacznie się zmniejszy i regeneracja zbiorowiska do jego wyjściowego stanu będzie coraz mniej realna. Z kolei zabiegi związane z prowadzeniem gospodarki leśnej – orka i nasadzenie sosny na siedlisku dąbrowy świetlistej pozwoliły na zachowanie charakteru runa dąbrowy świetlistej poprzez uruchomienie zasobów glebowego banku nasion po orce. Zachowanie odpowiedniego prześwietlenia okapu drzew pozwala także na odbudowanie zasobów glebowego banku nasion ze względu na produkcję nasion gatunków runa. Ciekawym wynikiem pracy było podkreślenie dużego udziału w glebowym banku nasion gatunków o niskich wymaganiach świetlnych, które do tej pory nie były uważane za gatunki mogące wykazywać strategię tworzenia glebowych banków nasion.

Zmiany roślinności w trakcie sukcesji były często podejmowanym tematem już od dłuższego czasu, szczególnie w świetle przekształceń związanych z użytkowaniem terenu i rozwojem mechanizacji rolnictwa. Bank nasion terenów podlegających przekształceniom – głównie sukcesji wtórnej na gruntach porolnych badano w silnie przekształconych i pofragmentowanych siedliskach. Większość badań była oparta na szeregach sukcesyjno-przestrzennych, które w miejsce długoterminowych badań przekształceń porównywały jednocześnie obok siebie występujące różne stadia sukcesji (np. Roberts i Vankat 1991). Badania dotyczące faktycznych przekształceń zbiorowisk w ciągu sukcesji były reprezentowane przez ciągi kilkunastu do dwudziestu paru lat, co jest czasem niewystarczającym do objęcia całości zjawiska (np. Symonides 1986). Powstały obraz banków nasion można podsumować jako w miarę stabilną „pamięć” zbiorowiska odzwierciedlającą wcześniejsze etapy sukcesji i sposób użytkowania terenu (Bossuyt i Hermy 2004).

Celem pracy (Kwiatkowska-Falińska i in. 2011a) było zbadanie stabilności składu glebowego banku nasion porzuconego ugoru w rzeczywistym ciągu sukcesyjnym trwającym 50 lat. Praca stanowi kontynuację badań pani Prof. dr hab. Ewy Symonides (Symonides 1986) dotyczącej banku nasion w trakcie sukcesji na ugorze znajdującym się na Polanie Białowieskiej w kierunku boru świeżego. Materiał w niniejszej pracy stanowią próby glebowe zebrane w 1993 i w 2004 roku na tej samej powierzchni badawczej uzupełniając ciąg

sukcesyjny obejmujący 50 lat. Dodatkowo zostały zebrane próby z boru świeżego w Puszczy Białowieskiej stanowiącego zbiorowisko referencyjne dla badanego ciągu sukcesyjnego.

Struktura banku nasion na gruntach porolnych w procesie sukcesji wtórnej trwającej 50 lat nie wykazała stabilnej charakterystyki. W ciągu pierwszych 25 lat dominowały gatunki wczesnosukcesyjne zgodnie z wcześniejszymi sugestiami (Bossuyt i Hermy 2004). Jednak po około 40 latach od zaprzestania uprawy ich udział w glebowym banku nasion spadł. Było to spowodowane zwarciem pokrywy krzewów i zmianą stosunków świetlnych w warstwie runa, co przerwało dopływ świeżych diaspor do gleby. Glebowy bank nasion ugoru po 40 – 50 latach od zaprzestania upraw był zdominowany przez nasiona wrzosu, który wcześniej dominował w zbiorowisku. Natomiast po wkroczeniu sosny i zmianie warunków świetlnych produkcja nasion silnie światłożądnych gatunków została ograniczona podobnie jak w przypadku dąbrowy świetlistej (Kwiatkowska-Falińska i in. 2011b, 2013) co doprowadziło do kolejnej przebudowy struktury banku nasion badanego płatu roślinności. Po spontanicznej sukcesji trwającej 50 lat struktura banku nasion zbiorowiska nadal odbiegała od banku nasion boru świeżego, natomiast miała zupełnie inną charakterystykę niż w pierwszych latach po porzuceniu uprawy. Można zatem wnioskować, że bank nasion stanowi informację o wcześniejszych etapach sukcesji, jednak w skali czasowej przemian związanych z sukcesją wtórną ma charakter dynamiczny a nie statyczny jak wcześniej przypuszczano.

### 3. Rola glebowego banku nasion w procesie inwazji

Glebowy bank nasion pozwala na utrzymanie w czasie populacji podczas zaburzeń niszczących osobniki w aktualnej roślinności. Ma on zatem znaczenie dla zachowania gatunków cennych jak w przypadku gatunków związanych ze starymi lasami, których dotyczyły wcześniej opisane badania. Z drugiej strony może mieć kluczowe znaczenie w procesie inwazji biologicznych. O ile rola banku nasion w inwazjach roślin jest dostrzegana w literaturze (Gioria i in. 2012) o tyle badań dotyczących tego problemu w warunkach klimatu subantarktycznego i antarktycznego jest nadal niewiele (Wódkiewicz i in. 2013). W literaturze jest niewiele prac dotyczących samego banku nasion zbiorowisk tundrowych subantarktycznych i antarktycznych (McGraw i Day 1997, Ruhland i Day 2001, Arroyo i in. 2004). Moje prace (Wódkiewicz i in. 2013, 2014), w których miałem wkład koncepcyjny dotyczący glebowego banku nasion znacznie poszerzają bazę literaturową dotyczącą tego tematu. Z kolei trzecia praca (Galera i in. 2016) jest pierwszym raportem dotyczącym badań



nad rolę glebowego banku nasion przy akcji likwidacji populacji wiechliny rocznej z Antarktyki. Celem tych prac (Wódkiewicz i in. 2013, 2014, Galera i in. 2016) było poznanie ekologii banku nasion obcego gatunku, oszacowanie jego trwałości i znaczenia dla utrzymania populacji oraz przygotowanie podstaw do usunięcia inwazyjnej populacji.

Wiechlina roczna w optymalnych warunkach tworzy bardzo zasobny bank nasion (Lush 1988). Także w warunkach antarktycznych gatunek tworzy bank nasion, który oszacowaliśmy na około 5000 nasion na m<sup>2</sup>. Bank nasion wiechliny jest porównywalna z gatunkami typowymi dla tundry i zasobniejszy od gatunków rodzimych. Ponadto nasiona wiechliny są w stanie przetrwać temperaturę -20°C. Nasiona wybrane z prób glebowych posiadają zdolność kiełkowania rzędu 80%. Jest to wyższy procent kiełkowalności niż obu rodzimych gatunków. Bank nasion wiechliny rocznej jest skoncentrowany głównie w miejscach występowania kęp wiechliny. Gleba w odległości 10 cm od kęp praktycznie była pozbawiona nasion. Ujemna korelacja pomiędzy wielkością kępy a procentem kiełkujących nasion może świadczyć o umiarkowanej żywotności nasion w warunkach antarktycznych. Nierozstrzygnięte pozostaje czy bank nasion pod kępami stanowi efekt lokalnej depozycji nasion czy też kępy stanowią efektywne pułapki i miejsca o zwiększonym prawdopodobieństwie przetrwania nasion przewiewanych przez wiatr.

Bank nasion w przypadku wiechliny rocznej może mieć duże znaczenie dla utrzymania gatunku w Antarktyce. Znaczny zasób nasion w glebie może być źródłem odnowienia populacji w przypadku wypadnięcia roślin z aktualnej roślinności na skutek szczególnie niekorzystnych warunków podczas antarktycznej zimy. Bank nasion wiechliny może zatem stanowić poważną przeszkodę w usunięciu tego obcego gatunku z Antarktyki. W celu skutecznego usunięcia gatunku należy oprócz likwidacji roślin skoncentrować wysiłki na usunięciu gleby z miejsc występowania gatunku, co powinno znacznie ograniczyć odnawianie się gatunku w przyszłości. Rozpoczęta akcja likwidacji gatunku obcego jest najszerzej jak do tej pory zakrojoną akcją w Antarktyce. Jej dokładna dokumentacja naukowa umożliwi zdobycie odpowiedniej wiedzy do podjęcia ewentualnych działań w przypadku innych inwazji biorąc pod uwagę wzrastające zainteresowanie człowieka Antarktyką. Prezentowane wyniki stanowią podstawę do dalszych badań nad trwałością banku nasion, jego dynamiką w procesie likwidacji gatunku i znaczeniem przy odnawianiu się populacji tego gatunku w skrajnie niekorzystnych warunkach środowiskowych.

## Podsumowanie

Na podstawie omówionych wyżej prac dotyczących roli glebowego banku nasion w różnych badanych przeze mnie zbiorowiskach i układach można wnioskować, że:

- Rola glebowego banku nasion jest zmienna w przestrzeni a jej ocena może być zależna od skali przestrzennej badanego zjawiska.
- Glebowy bank nasion charakteryzuje się swoją dynamiką i nie jest jedynie pozostałością pierwszych etapów przemian ekosystemu. Dynamika glebowego banku nasion jest wolniejsza niż dynamika przekształceń roślinności danego ekosystemu.
- Glebowy bank nasion ma charakter spowalniający przemiany składu gatunkowego ekosystemów niezależnie od typu badanego ekosystemu. Dotyczy to tak odległych ekosystemów jak lasy grądowe i dąbrowy świetliste czy porzucone użytki rolne i otwarte zbiorowiska o charakterze pionierskim.
- Glebowy bank nasion może odgrywać zróżnicowaną rolę w utrzymywaniu stabilności zbiorowiska. Rola ta zależy od charakteru przemian oraz typu i nasilenia zaburzeń. W pewnych przypadkach glebowy bank nasion może mieć duże znaczenie w utrzymaniu stabilności składu gatunkowego zbiorowiska i w procesie regeneracji ekosystemu.
- Rola glebowego banku nasion może polegać na stabilizowaniu kierunku przemian ekosystemu, szczególnie w takich procesach jak spontaniczna sukcesja oraz inwazje biologiczne.
- Glebowy bank nasion może mieć duże znaczenie praktyczne w czynnej ochronie ekosystemów. Zarówno jeśli chodzi o odnawianie układów po zaburzeniach m.in. antropogenicznych oraz ulegających spontanicznej sukcesji po zaniechaniu tradycyjnego użytkowania, czy też przy kontrolowaniu i likwidacji populacji gatunków inwazyjnych.

Zagadnienia związane z glebowym bankiem nasion są przeze mnie kontynuowane. Temat dotyczący banków nasion lasów liściastych kontynuuję na przykładzie funkcjonowania wyspowych stanowisk lasów liściastych w warunkach miejskich. Analiza banku nasion jest w tym przypadku dopełnieniem innych zagadnień związanych z ekologią gatunków związanych ze starymi lasami występującymi w układach miejskich. Moje badania nad znaczeniem banku nasion w trakcie inwazji wiechliny rocznej na Wyspie Króla Jerzego są również kontynuowane ze względu na rozciągłość czasową badanego procesu. W tej części moich

badan analizuję bank nasion jako element strategii pozwalającej na inwazję gatunku obcego w szczególnie niekorzystnych warunkach środowiskowych.

## 5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

Mój dorobek naukowy stanowi łącznie 17 prac opublikowanych w czasopiśmie naukowych i jednej monografii. Wyniki prowadzonych przeze mnie badań były prezentowane w 19 doniesieniach (13 posterów i 6 referatów) na konferencjach krajowych i międzynarodowych. Przeprowadziłem łącznie 11 recenzji prac nadesłanych do anglojęzycznych czasopiśmie naukowych krajowych jak i zagranicznych oraz 16 recenzji prac dyplomowych na Wydziale Biologii Uniwersytetu Warszawskiego. Byłem opiekunem pięciu prac dyplomowych. Uczestniczyłem w dwóch projektach finansowanych przez Unię Europejską. W projekcie ENVEUROPE LIFE (ENV 08/IT/000399) byłem koordynatorem z ramienia UW, natomiast w projekcie mającym na celu powstanie Centrum Nauk Biologiczno-Chemicznych (POIG.02.01.00-14-163/08) uczestniczyłem w planowaniu oraz organizacji Laboratorium Ekologii Doświadczalnej uzyskując nagrodę zespołową III stopnia Rektora UW. Obecnie uczestniczę w dwóch projektach badawczych finansowanych przez NCN (2013/09/B/NZ8/03293 oraz 2013/09/N/NZ8/03234).

Do moich osiągnięć naukowo-badawczych nieuwzględnionych w wyżej opisanym osiągnięciu naukowym należy 6 opublikowanych prac (Komosińska i in. 2006, Wódkiewicz 2008, Wódkiewicz i Gruszczyńska 2014, Cwedorzewska i in. 2015, Galera i in. 2015, Wódkiewicz i in. 2016), z których 4 zostały opublikowane w czasopiśmie impaktowych (łączny  $if = 4,868$ ).

Praca dotycząca dynamiki populacji *Neottianthe cucullata* w Wigierskim Parku Narodowym (Wódkiewicz 2008) stanowi podsumowanie 10-cio letnich badań dotyczących populacji tego gatunku występującej na skraju zasięgu gatunku. Badania te dotyczyły trwałości osobników w czasie, ich historii życiowych oraz fluktuacji wielkości populacji w czasie w powiązaniu z czynnikami środowiskowymi. Obecnie temat ten nie jest przeze mnie kontynuowany.

Kolejnym podejmowanym przeze mnie zagadnieniem jest zmienność genetyczna populacji roślin. W zakresie tej tematyki byłem współautorem trzech prac (Komosińska i in. 2006, Wódkiewicz i Gruszczyńska 2014, Wódkiewicz i in. 2016), których podstawę stanowiły techniki od wspólnego ogrodu poprzez zmienność izoenzymów po zmienność dominujących

markerów DNA. Poruszane tematy były dopełnieniem tematyki opisanej w osiągnięciu i dotyczyły zmienności gatunku inwazyjnego, jak też gatunku związanego ze starymi lasami. Ostatnia praca dotyczyła pokrewnego tematu a mianowicie zmienności genetycznej populacji o charakterze wyspowym na kurhanach na terenie południowej Ukrainy. Obecnie pracuję nad uzyskaniem wyników dotyczących trzech innych gatunków o odmiennych cechach funkcjonalnych. Jest to temat ściśle powiązany z opisywaną wyżej strukturą glebowego banku nasion, który może mieć znaczący wpływ na kształtowanie struktury genetycznej populacji.

Moje obecne badania są też kontynuacją zagadnień związanych z ekologią gatunków starych lasów występujących w populacjach wyspowych na terenie miast. Dotyczą one kilku aspektów ich ekologii – zmienności morfologicznej, trwałości w czasie, zmienności genetycznej, produkcji nasion i glebowego banku nasion.

Kontynuuję badania nad zmiennością genetyczną roślin w trakcie inwazji na przykładzie wiechliny rocznej w Antarktyce. W tym zakresie obecnie prowadzone przeze mnie badania dotyczą struktury genetycznej populacji w lokalnej skali przestrzennej jak też zmienności genetycznej gatunku w szerszej skali geograficznej. Badania te są prowadzone metodami molekularnymi jak i tradycyjnymi metodami wspólnego ogrodu biorącymi pod uwagę zmienność cech ilościowych. Z tego zakresu do tej pory ukazały się dwie publikacje, z których jedna jest pracą przeglądową podsumowującą dotychczasowy stan wiedzy (Chwedorzewska i in. 2015), natomiast druga dotyczy zmienności cech morfologicznych *in situ* w powiązaniu ze zmiennymi klimatycznymi (Galera i in. 2015).

## Literatura

- Arroyo M.T.K., Cavieres L.A., Humania A.M. 2004. Experimental evidence of potential for persistent seed bank formation at a subantarctic alpine site in Tierra del Fuego, Chile. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 91: 357–365.
- Baskin C.C., Baskin J.M. 2001. *Seeds: Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination*. Academic Press, San Diego.
- Bergmeier E., Petermann J., Schröder E. 2010. Geobotanical survey of wood-pasture habitats in Europe: diversity, threats and conservation. *Biodivers Conserv.* 19(11): 2995–3014.
- Bossuyt B., Hermy M. 2001. Influence of land use history on seed banks in European temperate forest ecosystems: a review. *Ecography* 24: 225-238.
- Bossuyt B, Hermy M. 2004. Seed bank assembly follows vegetation succession in dune slacks. *J Veg Sci.* 15:449-456.

- Bossuyt B., Heyn M., Hermy M. 2002. Seed bank and vegetation composition of forest stands of varying age in central Belgium: consequences for regeneration of ancient forest vegetation. *Plant Ecol.* 162: 33-48.
- Caballero I., Olano J. M., Loidi J., Escudero A. 2003. Seed bank structure along a semi-arid gypsum gradient in Central Spain. *J. Arid Environ.* 55: 287-299.
- Chwedorzewska K.J., Giełwanowska I., Olech M., Molina-Montenegro M.A., Wódkiewicz M., Galera H. 2015. *Poa annua* L. in the maritime-Antarctic - an overview. *Polar Record* 51:637-643 DOI: <http://dx.doi.org/10.1017/S0032247414000916>.
- Dzwonko Z., Loster S., 2001. Wskaźnikowe gatunki roślin starych lasów i ich znaczenie dla ochrony przyrody i kartografii roślinności. *Prace Geograficzne* 178, 119-132.
- Fenner M., Thompson K. 2005. *The ecology of seeds*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Galera H., Chwedorzewska K.J., Wódkiewicz M. 2015 Response of *Poa annua* to extreme conditions: comparison of morphological traits between populations from cold and temperate climate conditions. *Polar Biology* 38:1657-1666.
- Galera H., Wódkiewicz M., Czyż E., Łapiński S., Kowalska M.E., Pasik M., Rajner M., Bylina P., Chwedorzewska K.J. 2016. First step to eradication of *Poa annua* L. from Point Thomas Oasis (King George Island, South Shetlands, Antarctica) *Polar Biol* doi:10.1007/s00300-016-2006-y
- Gioria M., Pyšek P., Moravcova L. 2012. Soil seed banks in plant invasions: promoting species invasiveness and long-term impact on plant community dynamics. *Preslia* 84: 327-350.
- Hopfensperger K.N. 2007. A review of similarity between seed bank and standing vegetation across ecosystems. *Oikos* 116: 1438-1448.
- Hyatt LA. 1999. Differences between Seed Bank Composition and Field Recruitment in a Temperate Zone Deciduous Forest. *Am. Midl. Nat.* 142: 31-38.
- Komosińska E., Wódkiewicz M., Jarzyna I., Jarochońska E., Milanowski R., Chwedorzewska K., Wyszomirski T. 2006. Some attempts to detect genetic differences between populations of small balsam (*Impatiens parviflora* DC.). *Biodiversity Research and Conservation.* 3-4: 245 - 247.
- Kwiatkowska A.J. 1994. Effect of species diversity, frequency and spatial distribution of the species-area relationship in oak forest stand. *Ann. Bot. Fen.* 31: 169-173.

- Kwiatkowska-Falińska A.J., Jankowska-Błaszczuk M., Wódkiewicz M. 2011a. The pattern of seed banks during secondary succession on poor soils. *Acta Soc. Bot. Pol.* 80: 269-274.  
DOI: 10.5586/asbp.2011.040
- Kwiatkowska-Falińska A.J., Panufnik-Mędrzycka D., Wódkiewicz M., Sondej I., Jaroszewicz B. 2011b. The effects of different types of woodland disturbance on the persistence of soil seed banks. *Acta Soc. Bot. Pol.* 80: 149-157.
- Kwiatkowska-Falińska A.J., Panufnik-Mędrzycka D., Wódkiewicz M., Sondej I., Jaroszewicz B. 2013. Ancient forest species and the diversity of vegetation and seed bank indicate the aptitude of transformed thermophilous oak wood patches for restoration. *Pol. J. Ecol.* 61: 65-80.
- Lush W.M. 1988. Biology of *Poa annua* in a temperate zone golf putting green (*Agrostis stolonifera/Poa annua*). II. The seed bank. *The Journal of Applied Ecology*, 25: 989-995.
- McGraw J.B., Day T.A. 1997. Size and Characteristics of a Natural Seed Bank in Antarctica. *Arct Alp Res* 29:213–216
- Olano J.M., Caballero I., Laskurain N.A., Loidi J., Escudero A. 2002. Seed bank spatial pattern in a temperate secondary forest. *J. Veg. Sci.* 13: 775-784.
- Plue J., Thompson K., Verheyen K., Hermy M. 2012. Seed banking in ancient forest species: why total sampled area really matters. *Seed Sci. Res.* 22: 123–133
- Ralska-Jasiewiczowa M., Nalepka D., Goslar T. 2003. Some problems of forest transformation at the transition to the oligocratic/*Homo sapiens* phase of the Holocene interglacial in northern lowlands of central Europe. *Vegetat. Hist. Archaeobot.*, 12: 233-247.
- Roberts TL, Vankat JL. 1991. Floristics of a Chronosequence Corresponding to Old Field-Deciduous Forest Succession in Southwestern Ohio. II. Seed Banks. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 118: 377-384
- Ruhland C.T., Day T.A. 2001. Size and longevity of seed banks in Antarctica and the influence of ultraviolet-B radiation on survivorship, growth and pigment concentrations of *Colobanthus quitensis* seedlings. *Environ Exp Bot* 45:143–154
- Symonides E. Seed bank in old-field successional ecosystems. *Ecol Pol.* 1986;33:61-80.
- Wódkiewicz M. 2008. Dynamika populacji kukuczki kapturkowej *Neottianthe cucullata* (L.) Schlechter w Wigierskim Parku Narodowym. - W: E. Brzosko, A. Wróblewska & I. Tałałaj (red.), *Problemy badawcze i perspektywy ochrony storczykowatych w Polsce.* s. 73-75. Uniwersytet w Białymstoku, Biebrzański Park Narodowy, Osowiec-Twierdza.



- Wódkiewicz M., Dembicz I., Moysiienko I.I. 2016. The value of small habitat islands for the conservation of genetic variability in a steppe grass species. *Acta Oecologica* 76: 22-30. <http://dx.doi.org/10.1016/j.actao.2016.08.001>.  
(<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1146609X1630162X>)
- Wódkiewicz M., Gruszczyńska B. 2014. Genetic Diversity and Spatial Genetic Structure of *Stellaria holostea* Populations from Urban Forest Islands. *Acta Biologica Cracoviensia series botanica* 56/1:42-53. IF=0.612, IF2013=0.662
- Wódkiewicz M., Kwiatkowska-Falińska A.J. 2010a. Similarity between seed bank and herb layer in a natural deciduous temperate lowland forest. *Acta Soc. Bot. Pol.* 79:157-166.
- Wódkiewicz M., Kwiatkowska-Falińska A. 2010b. Small scale spatial pattern of a soil seed bank in an old-growth deciduous forest. *Pol. J. Ecol.* 58:487-500. IF2010=0.542
- Wódkiewicz M., Ziemiański M., Kwiecień K., Chwedorzewska K.J., Galera H. 2014. Spatial structure of the soil seed bank of *Poa annua* L. – alien species in the Antarctica. *Biodivers Conserv* 23:1339-1346, DOI 10.1007/s10531-014-066

Wódkiewicz