

AUTOREFERAT

dr Karolina Bącela-Spychalska

Katedra Zoologii Bezkręgowców i Hydrobiologii
Wydział Biologii i Ochrony Środowiska
Uniwersytet Łódzki



Łódź, 2015

1. Imię i nazwisko:

Karolina Bącela-Spychalska

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe – z podaniem nazwy miejsca i roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej.

2007 r. stopień naukowy doktora w dziedzinie nauk biologicznych, w zakresie biologii (specjalność: zoologia) Instytut Ekologii i Ochrony Środowiska, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Łódzkiego.

Rozprawa doktorska pt. *Strategie rozrodcze i pokarmowe wybranych, obcych gatunków kielży (Crustacea, Amphipoda) występujących w Polsce* (promotor: prof. dr hab. Krzysztof Jażdżewski)

2003 r. tytuł magistra biologii w zakresie biologii środowiskowej, Katedra Zoologii Bezkręgowców i Hydrobiologii, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Łódzkiego

Tytuł pracy: *Cykl życiowy ponto-kaspijskiego kielża Pontogammarus robustoides (G.O. Sars 1894) w Zbiorniku Włocławskim* (promotor: prof. dr hab. Krzysztof Jażdżewski)

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

Od 01 X 2009 – pracownik Katedry Zoologii Bezkręgowców i Hydrobiologii Uniwersytetu Łódzkiego na stanowisku adiunkta naukowo-dydaktycznego (od 01 X 2010 w pełnym wymiarze godzin)

II 2008-I 2009 – staż post-doc w Equipe Ecologie Evolutive, UMR CNRS 5561 Biogeosciences, Universite de Bourgogne, Dijon, Francja

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:

Dyspersja i pasożyty wewnątrzkomórkowe inwazyjnych ponto-kaspijskich kielży (Amphipoda) w Europie

Na osiągnięcie naukowe składa się cykl 6 publikacji z lat 2009-2015.

b) Wykaz autorskich publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe

Grabowski M., **Bącela K.**, Konopacka A., Jażdżewski K. 2009. Salinity-related distribution of alien amphipods in rivers provides refugia for native species. *Biological Invasions* 11(9): 2107-2117.

(IF₂₀₁₀ 3.474, IF₂₀₁₃ 2.712, IF_{5-letni} 3.070; MNiSW: 32) – praca oryginalna

- Bącela-Spychalska K.**, Grabowski M., Rewicz T., Konopacka A., Wattier R. 2013. The "killer shrimp" *Dikerogammarus villosus* (Crustacea, Amphipoda) invading Alpine Lakes: overland transport by recreational boats and scuba-diving gear as potential entry vectors? *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 23(4): 606–618.
(IF₂₀₁₃ 1.756, IF_{5-letni} 2.218; MNiSW: 35) – praca oryginalna
- Bącela-Spychalska K.** 2015. Attachment ability of two Ponto-Caspian amphipod species may promote their overland transport. *Aquatic Conservation: Marine & Freshwater Ecosystems* DOI: 10.1002/aqc.2565
(IF₂₀₁₃ 1.756, IF_{5-letni} 2.218; MNiSW: 35) – praca oryginalna
- Ovcharenko M., **Bącela K.**, Wilkinson T., Ironside J., Rigaud T., Wattier R. A. 2010. *Cucumispora dikerogammari* n. gen. (Fungi: Microsporidia) infecting the invasive amphipod *Dikerogammarus villosus*: a potential emerging disease in European rivers. *Parasitology* 137, 191–204.
(IF₂₀₁₁ 2.961, IF_{5-letni} 2.729; MNiSW: 27) – praca oryginalna
- Bącela-Spychalska K.**, Wattier R., Genton C., Rigaud T. 2012. Microsporidian disease of the invasive amphipod *Dikerogammarus villosus* and potentialities for its transfer to local invertebrate fauna. *Biological Invasions* 14: 1831–1842.
(IF₂₀₁₃ 2.716, IF_{5-letni} 3.070; MNiSW: 32) – praca oryginalna
- Bącela-Spychalska K.**, Rigaud T., Wattier R. 2014. A co-invasive microsporidian parasite reduces the predatory behaviour of its invasive host *Dikerogammarus villosus*. *Parasitology* 141: 254–258.
(IF₂₀₁₃ 2.350, IF_{5-letni} 2.729; MNiSW: 35) – praca oryginalna

c) Omówienie celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników

Wstęp

Ochrona różnorodności biologicznej jest jednym z najistotniejszych celów biologii środowiskowej. Introdukcje roślin i zwierząt na nowe terytoria oraz ich skutki dla lokalnych ekosystemów i dla gospodarki człowieka są obecnie jednym z najważniejszych problemów w skali światowej (Leppäkoski i in., 2002; Chandra i Gerhardt, 2008; Richardson i Ricciardi, 2013) i bezpośrednio zagrażają utrzymaniu naturalnej różnorodności biologicznej (Lambertini i in., 2011). Ponad 40% przypadków wyginięcia gatunków zwierząt, dla których znane są przyczyny, powiązane jest z introdukcją gatunków obcych (SCBD, 2010). W związku z powyższym, zgodnie z zapisem Konwencji o Różnorodności Biologicznej podpisanej 5 czerwca 1992 roku w Rio de Janeiro m.in. przez Rzeczpospolitą Polską, badania nad rozprzestrzenianiem się, biologią i ekologią gatunków obcych oraz nad przyczynami i skutkami ich inwazji są uznawane za jedno z najważniejszych zadań w naukach biologicznych. Polska jako kraj członkowski Unii Europejskiej zobowiązała się do respektowania zawartych w Konwencji wytycznych. W Programie Działań do Krajowej Strategii

Ochrony i Umiarkowanego Użytkowania Różnorodności Biologicznej, zatwierdzonym przez Radę Ministrów 25.02.2003 r., określone zostały działania operacyjne wobec gatunków obcych. Zakładają one m.in. monitoring tych gatunków oraz badania źródeł i dróg ekspansji, wpływu na rodzimą faunę, florę i ekosystemy, powstrzymanie rozprzestrzeniania oraz kontrolę liczebności gatunków obcych.

Moje dotychczasowe badania naukowe wpisują się w te działania i koncentrują się przede wszystkim na poznaniu podstawowych mechanizmów inwazji biologicznych.

Ekosystemy słodkowodne są szczególnie narażone na introdukcję inwazyjnych gatunków obcych (ang. Alien Invasive Species – IAS) (Sala i in. 2000; Holdich i Pöckl 2007; SCBD 2010; Lambertini i in. 2011). Skorupiaki obunogie, obok ryb i mięczaków, stanowią jedną z najbogatszych w gatunki inwazyjne grup taksonomicznych, zasiedlających wody śródlądowe Europy (np. Holdich i Pöckl 2007). Dodatkowo, niejednokrotnie pełnią kluczową rolę w funkcjonowaniu ekosystemu, tworząc bardzo liczne populacje, dominując w biomacie zespołu bezkręgowców oraz stanowiąc ważny element diety wielu gatunków ryb (np. Kelleher i in., 2000).

Obszar ponto-kaspijski, na który składają się zlewnie mórz Czarnego, Azowskiego i Kaspijskiego, jest jednym z najważniejszych donorów gatunków inwazyjnych, rozprzestrzeniających się w wodach śródlądowych Europy (Jażdżewski, 1980, Bij de Vaate i in., 2002; Galil i in., 2007). Specyficzna historia tego regionu z częstymi fluktuacjami poziomu wód i dynamicznymi zmianami warunków zasolenia, wpłynęła na wyewoluowanie endemicznej fauny, która charakteryzuje się szerokim spektrum tolerancji fizjologicznej na takie parametry fizykochemiczne, jak relatywnie wysoka temperatura czy podwyższone zasolenie (Mordukhai-Boltovskoi, 1964; Dumont, 1998). Przedostanie się przedstawicieli tej fauny do wód Europy środkowej, zachodniej i północnej było możliwe przede wszystkim dzięki wybudowaniu kanałów, które w konsekwencji połączyły zlewnie mórz Czarnego, Azowskiego i Kaspijskiego ze zlewniami wszystkich mórz europejskich (Jażdżewski, 1980; Bij de Vaate i in., 2002; Galil i in., 2007; Leuven i in., 2009). Ta sieć kanałów utworzyła cztery główne tzw. korytarze migracji fauny ponto-kaspijskiej: południowy, centralny, północny oraz zachodni (Bij de Vaate i in., 2002; Galil i in., 2007), które często są określane jako „autostrady” dla migrujących organizmów (Galil i in., 2007; Leuven i in., 2009). Dyspersja gatunków inwazyjnych wzdłuż ww. korytarzy migracji jest intensyfikowana poprzez prężny transport rzeczny dużymi jednostkami pływającymi. Podwodne części kadłuba statków często porośnięte są glonami i / lub małżem – racicznicą zmienną, stanowiącymi idealne schronienie dla inwazyjnych skorupiaków (e.g. Ojaveer i in., 2002), które przyłączone do tychże struktur mogą być transportowane w krótkim czasie na duże odległości. Dodatkowo modyfikacje brzegów i konstruowanie kamienistych ostróg czy przepławek dla ryb sprzyjają rozprzestrzenianiu się gatunków inwazyjnych (Leuven i in., 2009; MacNeil i Platvoet, 2013) preferujących taki substrat (np. Jermacz i in., 2015). Ponadto, w introdukcji gatunków obcych do wód izolowanych od głównych korytarzy migracji coraz częściej podkreślana jest rola transportu drogą lądową (Rothlisberger i in., 2010; Solomon i in., 2010; Bącela-Spychalska

i in., 2013; Anderson i in., 2014). Przykładem mogą być liczne jeziora europejskie, do których gatunki obce dostały się na łodziach turystycznych (np. Arbaciasukas i in., 2011; Bącela-Spychalska i in., 2013).

Kielże, rodzime i inwazyjne, są żywicielami dla wielu pasożytów, w tym wewnątrzkomórkowych mikrosporidiów (Terry i in., 2004). Mogą zatem służyć jako znakomite organizmy modelowe do oceny roli pasożytów w procesie inwazji biologicznej. Jest to problem, który ostatnio został uznany za jeden z kluczowych w badaniach inwazji biologicznych (Dunn and Perkins, 2012). Obserwuje się „utrata pasożytów” (ang. Parasite Release Hypothesis, PRH) w trakcie translokacji z obszaru rodzimego (Torchin i Mitchell, 2004). Ponadto znane są przypadki, gdzie inwazyjny gatunek jest mniej podatny na infekcje ze strony pasożytów rodzimych dla nowo skolonizowanego terenu. Wpływa to pozytywnie na sukces inwazyjny osobników stanowiących pulę założycielską (Torchin i Mitchell, 2004). Pomimo wykazania wielu przypadków takiego „uwolnienia się od pasożytów w trakcie procesu inwazji” (MacLeod i in. 2010), to również często notowane są introdukcje nowych pasożytów wraz z obcym żywicielem (Dunn, 2009), co może wpływać w różny sposób na cały zespół organizmów. Pasożyty takie mogą stanowić poważne zagrożenie dla lokalnej fauny jako źródło nowej infekcji (Tompkins i in. 2003; Bącela-Spychalska i in. 2012). Z drugiej strony, pasożyt ten może kontrolować dynamikę populacji typowego inwazyjnego żywiciela i zmniejszać jego negatywny wpływ na zespół organizmów w kolonizowanym ekosystemie (np. Goddard i in. 2005). Ponadto, niejednokrotnie wykazywano zmiany interakcji międzygatunkowych warunkowane obecnością pasożyta, który modyfikuje zachowanie żywiciela (np. MacNeil i in., 2011). W szczególności zmiany te były istotne w przypadku żywicieli pełniących kluczową rolę w funkcjonowaniu ekosystemu (Prenter i in. 2004; Hatcher i in. 2006). Wykazano, że w wielu zespołach makrobezkręgowców współwystępowanie elementów obcego i rodzimego jest warunkowane obecnością patogenu, który modyfikuje presję drapieżniczą gatunków zajmujących tę samą niszę ekologiczną (ang. intraguild predation – IGP) (Hatcher i in. 2008; MacNeil i in., 2011).

Dikeroгамmaraus villosus (Sowinsky, 1894) jest jednym z najbardziej inwazyjnych gatunków kielży i jest wymieniony na liście stu najgroźniejszych gatunków inwazyjnych w Europie (DAISIE, 2009). Jego introdukcja doprowadziła do drastycznych zmian w zespołach zwierząt bezkręgowych w kolonizowanych wodach, poprzez wyparcie wielu gatunków rodzimych z zajmowanych siedlisk (np. Dick i Platvoet, 2000). Skorupiak ten bardzo szybko rozprzestrzenił się we wszystkich głównych rzekach europejskich wchodzących w skład tzw. korytarzy migracji (podsumowano w Rewicz i in., 2014), jak również przedostał się do kilkunastu jezior alpejskich (podsumowano w Bącela-Spychalska i in., 2013), a w roku 2010 został po raz pierwszy stwierdzony w Wielkiej Brytanii (MacNeil i in., 2010). Gatunek ten jest wektorem wewnątrzkomórkowego pasożyta – mikrosporidium *Cucumispora dikeroгамmari*, który z ogromnym sukcesem rozszerzył swój zasięg występowania

wraz z postępującą inwazją żywiciela, osiągając wysoką prevalencję w populacjach *D. villosus*, nawet powyżej 70% (Wattier i in., 2007).

Biorąc pod uwagę fakt, że ponto-kaspijskie skorupiaki obunogie odniosły ogromny sukces w zasiedlaniu wód Europy środkowej i zachodniej, dominując w wielu zespołach makrobezkręgowców bentosowych, a do tego są żywicielami wielu gatunków pasożytów, mogę jednoznacznie stwierdzić, że stanowią one znakomity model do badań mechanizmów inwazji biologicznych. Nadrzędnym celem mojej pracy magisterskiej, a potem rozprawy doktorskiej było oszacowanie, które z cech biologii wybranych gatunków inwazyjnych kielży wpływają na ich sukces w zajmowaniu nowych siedlisk w europejskich wodach śródlądowych. W pracach, które składają się na dorobek habilitacyjny poruszyłam inne aspekty związane z inwazją biologiczną i skupiłam się na:

1. czynnikach warunkujących rozmieszczenie ponto-kaspijskich kielży wzdłuż głównych rzek tworzących korytarze migracji oraz w ich dopływach (publikacja 1);
2. wektorach introdukcji inwazyjnych hydrobiontów ponto-kaspijskich do wód izolowanych od głównych szlaków migracji na przykładzie jezior oraz na czynnikach warunkujących kolonizację tych akwenów (publikacje 2 i 3);
3. ocenie wpływu pasożyta wewnątrzkomórkowego na biologię i zachowanie inwazyjnego żywiciela, jako czynnika mającego odzwierciedlenie w dynamice procesu inwazji (publikacje 4-6).

Aby osiągnąć założone w ww. pracach cele naukowe wykorzystałam szeroki wachlarz metod i zdobytych w trakcie swojej drogi naukowej umiejętności, poczynając od prac terenowych, identyfikacji gatunków na podstawie cech morfologicznych, poprzez projektowanie i przeprowadzenie eksperymentów laboratoryjnych, analizy statystyczne a kończąc na badaniach molekularnych, na które składały się prace laboratoryjne (ekstrakcja DNA, wykonanie PCR, RFLP) i analizy filogenetyczne (włączając analizy bayesowskie). Badania, których wyniki prezentuję poniżej, zostały przeprowadzone w ramach pięciu krajowych i jednego międzynarodowego projektu naukowego.

Wyniki badań:

Zasolenie jako czynnik warunkujący rozmieszczenie ponto-kaspijskich hydrobiontów w głównych korytarzach migracji – polska część korytarza centralnego jako model:

Największe główne rzeki Polski, tworzące część centralnego korytarza migracji ponto-kaspijskich hydrobiontów *sensu* Bij de Vaate i in. (2002), wraz z dopływami zostały użyte jako model do sprawdzenia, jak poziom zasolenia tych wód warunkuje rozmieszczenie inwazyjnych i rodzimych kielży w wodach śródlądowych Europy (Grabowski i in., 2009). W związku z tym pobrano próby ze 125 stanowisk: 41 z rzek Wisły, Odry, Bugu i Noteci, a 84 z ich dopływów. Kielże zostały

odnotowane w 96 stanowiskach, które zostały poddane dalszej analizie. Najważniejszym wynikiem tych badań było stwierdzenie obecności inwazyjnych kielży prawie wyłącznie w centralnym korytarzu migracji, w przeciwieństwie do rodzimych gatunków obunogów, stwierdzanych tylko w dopływach rzek wchodzących w jego skład. Współwystępowanie tych dwóch elementów było odnotowane w 18 przypadkach, ale zawsze dotyczyło to ujściowego odcinka dopływów do głównego szlaku migracji zasiedlonych przez gatunki rodzime. Nie stwierdzono przypadków wkroczenia elementów inwazyjnych w te dopływy. Na każdym stanowisku mierzono konduktywność – parametr wskazujący na poziom zasolenia wód. Faktycznie, w przypadku dopływów wartości zasolenia były istotnie niższe niż obserwowane w głównych rzekach. Co więcej, liczba i zagęszczenie gatunków inwazyjnych była pozytywnie skorelowana z tym parametrem, w przeciwieństwie do gatunków rodzimych, które występowały wyłącznie w wodach o poziomie zasolenia poniżej $600 \mu\text{S cm}^{-1}$.

To rozmieszczenie gatunków inwazyjnych zawężone do głównych rzek o relatywnie wysokim zasoleniu można tłumaczyć faktem, że inwazyjne gatunki kielży, w szczególności te o pochodzeniu ponto-kaspijskim, nie tylko dobrze znoszą wyższe stężenia jonów, które są efektem zanieczyszczeń przemysłowych, ale także są efektywniejszymi konkurentami i odnoszą największy sukces w takich warunkach (Wijnhoven i in., 2003; Dobrzycka-Kraheil i Graca, 2014). Polskie wody (Wisła, Odra, Noteć) są specyficznym przypadkiem, gdyż populacje rodzimych obunogów zostały tam zdziesiątkowane przez postępujące zanieczyszczenie przemysłowe na wiele lat przed przybyciem inwazyjnych elementów (Jażdżewski i Konopacka, 2002). Natomiast w wielu innych europejskich rzekach jak np. Dunaju czy Renie, zmniejszenie liczebności gatunków rodzimych było bezpośrednio spowodowane przybyciem gatunków obcych i interakcjami z nimi (Van der Velde i in., 2000; Jażdżewski i in., 2004). Jednakże, jak zostało to wykazane w omawianej tutaj pracy, te gatunki inwazyjne nie wchodziły w dopływy o niskim stężeniu jonów lub / i nie są zdolne do wyparcia gatunków rodzimych w tych wodach (Grabowski i in., 2009). Podobne wnioski wyciągnęli Wijnhoven i in. (2003) z eksperymentów na temat odpowiedzi na stres fizjologiczny rodzimych i inwazyjnych gatunków kielży w zależności od zasolenia wody. Autorzy ci wykazali, że inwazyjne, ponto-kaspijskie skorupiaki obunogie, w porównaniu z gatunkami rodzimymi, wykazują zdecydowanie niższą tolerancję na podwyższoną temperaturę wody w warunkach niskiego stężenia jonów. Ponadto Dobrzycka-Kraheil i Graca (2014) wykazały, że przeżywalność *Dikerogammarus haemobaphes*, jednego z ponto-kaspijskich gatunków inwazyjnych szeroko rozprzestrzenionych w wodach europejskich, jest najwyższa przy zasoleniu 7 promili, a najniższa w 0,5 promila, w przeciwieństwie do gatunków rodzimych, których optimum to 0,5 promila. Badania przytoczone powyżej zdają się tłumaczyć niektóre z możliwych przyczyn obserwowanego przez nas rozmieszczenia rodzimych i inwazyjnych gatunków kielży. Dodatkowo, potwierdzają wysuniętą hipotezę, że naturalne niezanieczyszczone ściekami przemysłowymi cieki – dopływy dużych rzek, mogą stanowić swoiste

refugia dla rodzimej fauny, z powodu zdecydowanie mniejszej presji gatunków inwazyjnych w tych wodach, ze względu na ich optima fizjologiczne.

Wektory gatunków ponto-kaspijskich do jezior izolowanych od głównych korytarzy migracji i czynniki, które wspomagają kolonizację tych wód

Zaskakująco biorąc pod uwagę w/w wyniki badań, występowanie w jeziorach alpejskich jednego z najbardziej inwazyjnych gatunków ponto-kaspijskich, *Dikerogammarus villosus*, nie było skorelowane z konduktywnością tych wód (Bącela-Spychalska i in., 2013). Badania 60 alpejskich jezior pozwoliły na stwierdzenie obecności tego skorupiaka w 12 z nich. Wykonana analiza wieloczynnikowa wykazała, że wody, w których stwierdzono występowanie *D. villosus* to jeziora stosunkowo duże, położone na relatywnie małych wysokościach n.p.m., o bardzo wysokiej presji turystycznej i zasiedlone przez inny gatunek ponto-kaspijski – małża racicznicy zmienną (*Dreissena polymorpha*). Co ciekawe, obecność połączenia jeziora z głównym szlakiem migracji nie miała wpływu na introdukcję *D. villosus* do badanych jezior, szczególnie, że w wielu przypadkach nie stwierdzono tam (w kanałach czy rzekach łączących jezioro ze szlakiem migracji) występowania tego kielża. W związku z tym podjęto próbę wytłumaczenia sposobu wsiedlenia tego inwazyjnego gatunku, biorąc pod uwagę bardzo istotny czynnik, jakim jest presja turystyczna. Przeprowadzono eksperymenty laboratoryjne, których celem było przetestowanie możliwości przenoszenia gatunku inwazyjnego ze sprzętem turystycznym, w tym z linami żeglarskimi i piankami nurkowymi. Wykazano, że *D. villosus* może być transportowany z takim materiałem, gdyż z łatwością przyczepia się do tego typu struktur i może pozostać przyczepiony nawet w przypadku intensywnego wstrząsania. Dodatkowo stwierdzono, że osobniki mogą przeżyć nawet 6 dni poza środowiskiem wodnym, jeśli pozostaną w takich wilgotnych materiałach. Trzeba podkreślić, że testowane dwa inne gatunki z rodzaju *Gammarus*, które także występują w jeziorach alpejskich, nie były zdolne do tak efektywnego przyczepiania i w końcowej fazie eksperymentu żaden osobnik z tych dwóch gatunków nie pozostał przyczepiony do testowanych materiałów. Sprawdzone zatem, czy także inne gatunki ponto-kaspijskie (tj. *Pontogammarus robustoides* and *Dikerogammarus haemobaphes*), które zasiedlają jeziora izolowane od dużych europejskich rzek, mogły przedostać się do tych wód podobną drogą (podsumowane w Bącela-Spychalska, 2015). Przeprowadzone eksperymenty potwierdziły, że gatunki te mają podobny potencjał do przenoszenia wraz ze sprzętem turystycznym co *D. villosus* (Bącela-Spychalska, 2015). W obu pracach podkreślono rolę pojedynczych rekreacyjnych użytkowników wód w rozprzestrzenianiu się gatunków inwazyjnych. Zaakcentowano także potrzebę prowadzenia zakrojonych na dużą skalę akcji informacyjnych skierowanych właśnie do takich osób oraz wdrożenia konkretnych procedur, według jakich powinni użytkownicy korzystać ze swojego sprzętu, w celu uniknięcia przypadkowych wsiedleń groźnych gatunków inwazyjnych.

Wpływ wewnątrzkomórkowego pasożyta na biologię i zachowanie inwazyjnego żywiciela oraz jego znaczenie w procesie inwazji

Kolejnym zagadnieniem, jakie włączyłam w swój główny nurt badań jest wpływ pasożytów na inwazyjne gatunki kielży. Po raz kolejny *D. villosus* posłużył jako model, ponieważ oprócz ogromnego sukcesu inwazyjnego jaki odniósł, jest żywicielem pasożytów wewnątrzkomórkowych (Ovcharenko i Kurandina, 1987; Wattier i in., 2007). Pierwszym krokiem było ustalenie pozycji taksonomicznej najczęściej wykazywanego mikrosporidium i zweryfikowanie, czy pasożyt stwierdzony z użyciem różnych metod (morfologiczne vs. molekularne) w rodzimych i inwazyjnych populacjach *D. villosus* to jeden i ten sam gatunek. W pracy **Ovcharenko i in. (2010)** przedstawiono analizy w oparciu o markery molekularne i ultrastrukturę komórki pasożyta. Pozwoliło to na potwierdzenie, że stwierdzany wcześniej w wielu populacjach patogen to ten sam gatunek. Ponadto przeprowadzono redeskrpcję gatunku *Nosema dikerogammari* Ovcharenko i Kurandina, 1987 i przeniesiono go do opisanego także w tej pracy nowego rodzaju, *Cucumispora*. W przeciwieństwie do innych gatunków mikrosporidiów infekujących *D. villosus* bardzo sporadycznie (pojedyncze przypadki), *Cucumispora dikerogammari* stwierdzana jest w większości badanych populacji i może osiągać prevalencję nawet do 72% (Wattier i in., 2007).

Następnym zadaniem było poznanie drogi transmisji tego pasożyta. Było to niezwykle istotne, ponieważ sposób infekowania żywiciela modeluje koewolucję układu żywiciel-pasożyt. Na podstawie eksperymentów laboratoryjnych potwierdzono jednoznacznie, że droga horyzontalna jest główną drogą przenoszenia tego pasożyta (Ovcharenko i in., 2010; Bącela-Spychalska i in., 2012), jednak poprzez stwierdzenie obecności mikrosporidium w jajach żywiciela, droga wertykalna nie może być wykluczona (Ovcharenko i in., 2010). Niezwykle ważnym wynikiem prowadzonych przeze mnie badań było zainfekowanie rodzimego i obcego gatunku kielża z rodzaju *Gammarus* (odpowiednio *G. pulex* i *G. roeselii*) w warunkach eksperymentalnych. Pomimo braku stwierdzeń takich infekcji w prowadzonych badaniach terenowych, sukces w warunkach laboratoryjnych wskazuje na taką możliwość (Bącela-Spychalska i in., 2012). Zmiana żywiciela może zajść w bardzo specyficznych warunkach: 1. pasożyt musi być dostatecznie liczny w populacji żywiciela typowego, 2. udział nowego, "naiwnego" żywiciela w zespole organizmów musi być na tyle wysoki, aby spotkanie nowego żywiciela przez pasożyta było możliwe dostatecznie często (Combes, 2001). W przypadku pojawienia się *D. villosus* w zespołach makrobezkręgowców bentosowych najczęściej w bardzo szybkim tempie zaczyna on dominować pod względem liczebności i w związku z tym ten drugi warunek nie jest spełniony, a więc wydawać się może, że zmiana żywiciela jest mało prawdopodobna. Jednak proces inwazji jest niezwykle dynamiczny i nie da się przewidzieć kierunku zmian. Tym bardziej, że w wielu rzekach (np. w Renie), gdzie *D. villosus* początkowo dominował, po wielu latach od skolonizowania, wytworzyła się równowaga w zespole i możliwe stało się współwystępowanie

rodzimych gatunków kielży z tym elementem ponto-kaspijskim (dane własne nieopublikowane). I w takich warunkach można się spodziewać, że zmiana żywiciela stanie się bardziej prawdopodobna. Trzeba dodać, że stwierdzono infekcję *C. dikerogammari* u kilku innych ponto-kaspijskich gatunków kielży, ale były to pojedyncze przypadki i prevalencja pasożyta nie przekraczała nigdy kilku procent (Bącela-Spychalska i in., 2012). Biorąc pod uwagę powyższe, uważam, że należy traktować *C. dikerogammari* jako potencjalne źródło nowej choroby dla rodzimych gatunków kielży i - ponieważ nie można przewidzieć jego wpływu na rodzimą faunę - jako realne zagrożenie dla rodzimej różnorodności biologicznej.

W kolejnych badaniach wykazano, że pasożyt ten negatywnie wpływa na przeżywalność typowego żywiciela (Bącela-Spychalska i in., 2012), jednak nie wpływa na płodność samic. Co ciekawe, zarażone samice wcześniej biorą udział w rozrodzie w porównaniu ze zdrowymi osobnikami. Przetestowano także wpływ pasożyta na zachowanie żywiciela. Pomimo lokalizacji patogenu w tkance mięśniowej, zaskakująco zaobserwowano, że zarażone osobniki są zdecydowanie bardziej aktywne (Bącela-Spychalska i in., 2014). Można to tłumaczyć efektem dużego zapotrzebowania energetycznego wywołanego obecnością pasożyta i większą aktywnością osobników wywołaną wzmożonym poszukiwaniem pożywienia. Z drugiej jednak strony w tym samym cyklu badań wykazano, że mikrosporidium to redukuje efektywność drapieżnictwa ze strony *D. villosus* (Bącela-Spychalska i in., 2014), co nie potwierdza wyżej proponowanego wyjaśnienia. Nie poznano przyczyn tego zachowania, ale nie można wykluczyć, że jest to po prostu efekt uboczny odpowiedzi na infekcję. Spekulatywne tłumaczenie, chociaż nie niemożliwe, to manipulacja zachowaniem żywiciela, tak aby poprzez wzmożoną aktywność pasożyt zwiększył prawdopodobieństwo transmisji. *Dikerogammarus villosus* najchętniej przebywa ukryty pod kamieniami i tym samym nie jest łatwą ofiarą dla innych osobników, a więc opuszczenie takiej kryjówki teoretycznie może przyczynić się do większego sukcesu pasożyta.

Podsumowując powyższe, można wyróżnić dwa główne aspekty infekcji *C. dikerogammari* u *D. villosus*. Z jednej strony ten powszechny, szeroko rozprzestrzeniony w populacjach inwazyjnego kielża pasożyt znacząco wpływa na przeżywalność i aktywność żywiciela, ale nie jest czynnikiem limitującym sukces inwazji badanego kielża. Wykazano, że pasożyt ten może redukować negatywny wpływ żywiciela na kolonizowane zespoły poprzez redukcję drapieżnictwa. Z drugiej strony, pasożyt ten jest potencjalnym nowym zagrożeniem dla lokalnej różnorodności biologicznej, ponieważ wykazano możliwość przeniesienia tego inwazyjnego mikrosporidium na rodzime gatunki kielży. Skutki takiego wydarzenia są nieprzewidywalne i mogą nieść ze sobą poważny i realny problem dla ochrony rodzimej fauny.

Wnioski i perspektywy:

- Inwazyjne, ponto-kaspijskie gatunki kielży zasiedliły głównie największe europejskie rzeki, w których warunki zasolenia sprawiają, że są one efektywniejszymi konkurentami; w przeciwieństwie do naturalnych, niezanieczyszczonych w takim stopniu cieków, które stanowią refugia dla gatunków rodzimych;
- Kolonizacja izolowanych wód przez inwazyjne kielże ponto-kaspijskie jest w dużej mierze wynikiem przypadkowych wysiedleń wraz ze sprzętem turystycznym jak np. łodzie żaglowe, czy sprzęt nurkowy, a ich sukces w zasiedlaniu tych nowych akwenów jest zwiększony poprzez obecność innego elementu ponto-kaspijskiego – racicznicy zmiennej;
- Wewnątrzkomórkowe mikrosporidium, *Cucumispora dikerogammari*, jest ważnym elementem wpływającym na przeżywalność i zachowanie inwazyjnego żywiciela, chociaż nie wpływa negatywnie na sukces rozrodczy tego kielża i nie jest czynnikiem limitującym rozprzestrzenianie się *D. villosus*. Ponadto pasożyt ten stanowi nowe potencjalne zagrożenie dla lokalnej różnorodności biologicznej.

Biorąc pod uwagę wyniki moich badań można jednoznacznie stwierdzić, że zanieczyszczenie wód, prowadzące do ich podwyższonego zasolenia, utrata siedlisk oraz wzrastające zainteresowanie turystyką wodną bez wprowadzenia żadnych akcji uświadamiających użytkowników o zagrożeniach płynących z ich aktywności, przyczyni się do rozszerzania zasięgów występowania inwazyjnych gatunków kielży, jak i innych inwazyjnych hydrobiontów. Kielże te są wektorami pasożytów, mikrosporidiów, które pomimo znaczącego wpływu na przeżywalność i zachowanie żywiciela, nie limitują jego sukcesu inwazyjnego. Ponadto ten gatunek mikrosporidium stanowi nowe zagrożenie w aspekcie ochrony rodzimej różnorodności biologicznej, gdyż w przypadku zmiany żywiciela na gatunek rodzimy, nie można przewidzieć skutków, które mogą być bardzo drastyczne – nie wykluczając wyginięcia gatunków.

c) Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

Już jako dziecko byłam zafascynowana różnorodnością form istot żywych, które mnie otaczały. Odkrywanie świata najmniejszych stworzeń – bezkręgowców z dziecięcego marzenia przeistoczyło się w cel mojego życia zawodowego.

Na drugim roku studiów biologii rozpoczęłam swoją przygodę z organizmami bezkręgowymi – udałam się do prof. dr. hab. Krzysztofa Jażdżewskiego z prośbą o możliwość bliższego poznania organizmów zamieszkujących wody Antarktyki. Ku mojej radości Profesor zgodził się, abym wzięła udział w segregowaniu materiału pochodzącego z wcześniejszych wypraw antarktycznych, w których brali udział pracownicy Zakładu Biologii Polarnej i Oceanobiologii UŁ.

W roku 2001, na trzecim roku studiów, brałam udział w wymianie studenckiej w ramach programu Socrates i jeden semestr spędziłam w Uniwersytecie w Hertfordshire, Hatfield, w Wielkiej Brytanii. Podczas pobytu przygotowałam projekt na temat zastosowania indeksów opartych na faunie makrobezkręgowców bentosowych w ocenie stanu wód (m.in. BMWP). To wtedy poznałam smak pracy w terenie, który do tej pory uważam za jeden z istotniejszych etapów pracy badacza. Przecież dobór stanowisk i metod zebrania materiału warunkują wiarygodność uzyskanych wyników.

Wtedy to zdecydowałam, że mimo ogromnej fascynacji materiałem antarktycznym, chciałabym w trakcie przygotowywania pracy magisterskiej zmierzyć się z pracą w terenie. W tym samym czasie pojawiła się okazja prowadzenia badań razem z Panią dr Alicją Konopacką poświęconych cyklowi życiowemu nowo przybyłego do wód Polski kielża *Pontogammarus robustoides*. I tak **rozpoczęła się moja praca z gatunkami inwazyjnymi**. W tematyce tej odnalazłam możliwość prowadzenia badań we wszystkim zajmujących mnie dziedzinach: ekologii, zoologii, etologii i ewolucjonizmie. Inwazje biologiczne są wspaniałym modelem, dzięki któremu można testować ewolucję interakcji międzygatunkowych w ekosystemie na różnym poziomie. W pracy magisterskiej chciałam poznać cechy biologii gatunku inwazyjnego, które sprawiają, że jest on w stanie w szybkim czasie zdominować zespoły organizmów na nowych terenach. Faktycznie, wyniki mojej pracy pokazały, że gatunek inwazyjny będący przedmiotem moich badań charakteryzuje się niezwykle dużą płodnością i szybką przemianą pokoleń w odróżnieniu od rodzimych gatunków kielży (Bącela i Konopacka, 2005).

W pracy doktorskiej podjęłam się kontynuacji tego wątku badań i skoncentrowałam się na poznaniu charakterystyki cyklu rozrodczego kolejnego notowanego w Wiśle gatunku pontokaspjskiego, *Dikerogammarus haemobaphes*. Zainspirowana sugestiami promotora pracy prof. dr. hab. Krzysztofa Jażdżewskiego, włączyłam do badań obcy gatunek kielża o pochodzeniu bałkańskim, *Gammarus roeselli*, którego rozprzestrzenienie się do wód Europy nie miało charakteru inwazyjnego, chociaż gatunek ten stale rozszerza zasięg swojego występowania. Ponadto chciałam poznać dietę tych nowych dla fauny Europy środkowej, zachodniej i północnej gatunków. Zaprojektowałam szereg eksperymentów laboratoryjnych, których celem było określenie ich preferencji pokarmowych w porównaniu z wybranym szeroko rozprzestrzenionym gatunkiem rodzimym, *Gammarus fossarum*. Dodatkowo przeprowadziłam analizę składu treści pokarmowej. Badania te prowadziłam sezonowo. W tym czasie podjęłam także współpracę z prof. Gerardem van der Velde z Radboud University, Nijmegen, Holandia w celu oszacowania poziomu troficznego badanych gatunków za pomocą analizy stałych izotopów węgla i azotu. Moje badania były finansowane przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego w ramach grantu promotorskiego. Wyniki badań zostały opublikowane w postaci 4 artykułów w czasopiśmie międzynarodowych z tzw. „listy filadelfijskiej” (Grabowski i in., 2007a; Bącela i in., 2009; van der Velde i in., 2009; Bącela-Spychalska i van der Velde, 2013) i jednoznacznie wykazały, że badane gatunki wykazują

duży potencjał inwazyjny (płodność, tempo rozwoju embrionalnego, przemiana pokoleń) i zajmują wyższy poziom troficzny niż rodzimy skorupiak.

W latach przygotowywania rozprawy doktorskiej cykle życiowe i dieta inwazyjnych obunogów nie były jedynymi problemami badawczymi jakimi się zajmowałam. Podjęłam współpracę z **dr. Scottem Santagatą ze Smithsonian Environmental Research Center, USA** w celu opracowania **letalnych dawek zasolenia i temperatury** dla kielży, będących na liście przyszłych gatunków inwazyjnych w wodach Wielkich Jezior Ameryki Północnej, które można by zastosować aby zapobiec introdukcjom poprzez wody balastowe. Współpraca ta zaowocowała dwoma publikacjami w czasopismach międzynarodowych (Santagata i in., 2007; 2008).

Ponadto byłam zaangażowana w projekty prowadzone w mojej macierzystej jednostce poświęcone śledzeniu inwazji skorupiaków w wodach Polski (Grabowski i in., 2007b; Bącela i in., 2008; Konopacka i in., 2009; Rachalewski i in., 2013; Hupało i in., 2014). Od roku 2005 brałam udział w wyprawach naukowych organizowanych przez dr. hab. Michała Grabowskiego do krajów Płw. Bałkańskiego w celu zebrania materiału m.in. do badań filogeografii morfogatunku *Gammarus roeselii*. W roku 2006 po raz pierwszy miałam okazję poznać metody molekularne wykorzystywane w badaniach ekologicznych i filogenetycznych podczas krótkiego stażu naukowego w ramach programu POLONIUM. Ten wyjazd zapoczątkował jedną z bardziej owocnych i znaczących dla mojego rozwoju współpracy międzynarodowej z **dr. Remim Wattier i dr. hab. Thierryem Rigaud z** Uniwersytetu Burgundzkiego w Dijon, Francja.

W tym samym roku okazało się, że naukowcy z Zakładu Biologii Polarnej i Oceanobiologii, UŁ, którego byłam doktorantką, będą brać udział w wyprawie antarktycznej w ramach projektu zamawianego. Ja zajmowałam się fauną słodkowodną i w związku z tym nie liczyłam na możliwość wzięcia udziału w takim przedsięwzięciu. Jednak, niezrażona, w czasie rozmowy z prof. dr. hab. Jackiem Sicińskim, kierownikiem grupy łódzkiej zajmującej się zebraniem i analizą fauny bentosowej pozyskanej w czasie tej wyprawy, zadeklarowałam pełną gotowość do trudnej pracy w zbieraniu i segregowaniu prób. Na dwa miesiące przed wyprawą dostałam informację, że zostałam przyjęta do zespołu i moje nazwisko znalazło się na liście osób biorących udział w Wyprawie. To było jedno z najwspanialszych doświadczeń życiowych – mieć możliwość oglądania tej fascynującej fauny na żywo: niezwykle kolorowych morskich zwierząt bezkręgowych, antarktycznych ssaków i ptaków, i największej niespodzianki: obserwacji z odległości 5 m samicy humbaka z młodym filtrującymi krył. Te emocje jednak nie przyćmiły realiów: musiałam sfinalizować pisanie pracy doktorskiej i pomyśleć o przyszłości zawodowej.

I tym razem los podpowiedział rozwiązanie. Będąc jeszcze na statku przecinając Ocean Atlantycki w drodze powrotnej z Antarktyki, dostałam propozycję od dr. hab. Thierrego Rigaud podjęcia **jednorocznego stażu na pozycji post-doc** w zaprzyjaźnionej już francuskiej jednostce

naukowej. Tematem projektu był wpływ wewnątrzkomórkowego pasożyta na inwazję *Dikerogammarus villosus* – gatunku uznanego za najbardziej inwazyjnego kielża w wodach Europy. Ten rok był bardzo owocny zarówno ze względu na uzyskane w tym czasie wyniki, wchodzące w skład prezentowanego tutaj osiągnięcia naukowego (Ovcharenko i in., 2010; Bącela-Spychalska i in., 2012; 2014), ale także ze względu na możliwość rozwinięcia swojego warsztatu naukowego i poszerzenie zainteresowań naukowych o nowe elementy jakimi są pasożyty - mikrosporidia. Także praca w nowym zespole była nieocenionym doświadczeniem.

Po powrocie do kraju przez pół roku pracowałam jako wolontariusz w Katedrze Zoologii Bezkręgowców i Hydrobiologii UŁ, gdzie w **październiku 2009 r. zostałam zatrudniona na ½ etatu na stanowisku adiunkta naukowo-dydaktycznego, a od października 2010 w pełnym wymiarze godzin.**

W swoich badaniach skupiłam się na **filogeografii *Dikerogammarus villosus* w rodzimym i skolonizowanym obszarze występowania**. Dodatkowo poszerzyłam zakres badań o **filogeografię *Cucumispora dikerogammari*** – pasożyta, który z dużym sukcesem rozprzestrzenił się w wodach Europy wraz z *D. villosus*. Nadrzędnym celem projektu było sprawdzenie jak dynamika inwazji żywiciela wpływa na zmiany w różnorodności genetycznej związanego z nim pasożyta. Badania te były realizowane w latach 2010-2014 w ramach grantu finansowanego przez MNiSW, którego byłam kierownikiem. Część wyników uzyskanych w ramach projektu weszła w skład rozprawy doktorskiej zatytułowanej „Filogeografia inwazyjnego obunoga *Dikerogammarus villosus* w Europie” przygotowanej przez p. Tomasza Rewicza, który uzyskał stopień doktora w maju 2015 r. Powstał jeden artykuł przeglądowy oraz dwa poświęcone badaniom molekularnym opublikowane w czasopismach indeksowanych w JCR (Rewicz i in., 2014; Rewicz i in., 2015a,b), dwa kolejne zostaną przedłożone do recenzji jeszcze w tym roku.

Od roku 2013 jestem kierownikiem kolejnego grantu naukowego finansowanego przez NCN (w ramach konkursu „Sonata”). Głównym celem projektu jest przetestowanie hipotezy „**inwasiional meltdown**” - jednej z ważniejszych hipotez w badaniach inwazji biologicznych. Zakłada ona, wbrew hipotezie o ograniczonej pojemności ekologicznej, że przybycie i osiedlenie się kolejnych gatunków inwazyjnych jest wspomagane przez gatunki, które wcześniej skolonizowały dany obszar dzięki synergistycznym interakcjom, jakie między nimi zachodzą. Zatem, czym więcej gatunków inwazyjnych w ekosystemie, tym większa podatność układu na nowe inwazje. Liczba gatunków inwazyjnych obserwowana w różnych ekosystemach stale rośnie, a inwazje biologiczne zostały zakwalifikowane jako największe zagrożenie dla różnorodności biologicznej. Zespół pontokaspijskich gatunków inwazyjnych składający się z małża racicznicy zmiennej, skorupiaków obunogich, ryb babkowatych i ich wewnątrzkomórkowych pasożytów – mikrosporidiów, introdukowanych do wód śródlądowych Polski, służy jako model. W tym projekcie rozpoczęłam nową, bardzo owocną współpracę z zespołem którego liderem jest dr hab. Jarosław Kobak

z Uniwersytetu im. Mikołaja Kopernika w Toruniu. W ramach tego projektu powstaną dwie rozprawy doktorskie; w jednej z nich pełnię funkcję promotora pomocniczego. Proponowany projekt jest pierwszą próbą testowania hipotezy *invasional meltdown* na podstawie badań zarówno terenowych, jak i eksperymentalnych, biorących pod uwagę tak bogaty zespół gatunków inwazyjnych, włączając ponto-kaspijskie pasożyty introdukowane wraz z żywicielami do wód Polski. W tym samym czasie zostałam głównym wykonawcą projektu kierowanego przez dr. hab. J. Kobaka na temat preferencji siedliskowych inwazyjnych ponto-kaspijskich kielży i interakcji między tymi gatunkami.

Poza tematyką inwazji biologicznych jestem zaangażowana w badania dotyczące:

- filogeografii rodzimych gatunków kielży w Europie (Grabowski i in., 2012a,b), ze szczególnym uwzględnieniem roli Płw. Bałkańskiego w różnicowaniu się fauny słodkowodnej oraz oszacowaniu różnorodności krytycznej w obrębie znanych morfogatunków np. *Gammarus roeselii* (publikacja w przygotowaniu)

- filogenezy, spektrum żywicieli i rozprzestrzenieniu geograficznemu mikrosporidiów infekujących rodzime i inwazyjne gatunki kielży ze szczególnym uwzględnieniem przedstawicieli z rodzaju *Dictyocoela* i *Cucumispora*, we współpracy z dr. hab. Mykołą Ovcharenko z Instytutu Parazytologii PAN (dwie publikacje, włączając w to opis rodzaju *Dictyocoela*, są w przygotowaniu)

- poznania cykli życiowych i strategii rozrodczych słodkowodnych kielży, ze szczególnym uwzględnieniem gatunków endemicznych i zagrożonych (Grabowski i in., 2014).

Podsumowanie dotychczasowych osiągnięć naukowych i dydaktycznych

(szczegółowy opis zawarto w załączniku 3a)

Moje dotychczasowe zainteresowania naukowe koncentrowały się na zagadnieniach związanych z biologią inwazji słodkowodnych skorupiaków obunogich, występujących w wodach Europy. Składało się na to śledzenie dróg i dynamiki inwazji tych hydrobiontów; poznanie wektorów ich introdukcji; ocena cech biologii, które mogły sprzyjać inwazji gatunków (płodność, cykl życiowy, dieta); oszacowanie limitów tolerancji na niesprzyjające warunki środowiska; analiza filogeograficzna samych gatunków inwazyjnych, jak i ocena wpływu związanych z nimi pasożytów na sukces inwazji. Ponadto podjęłam badania na temat filogeografii rodzimych gatunków kielży oraz oszacowaniu różnorodności krytycznej w obrębie znanych morfogatunków; filogenezy, spektrum żywicieli i rozprzestrzenienia geograficznego mikrosporidiów z rodzaju *Dictyocoela* i *Cucumispora* infekujących rodzime i inwazyjne gatunki kielży; poznania cykli życiowych i strategii rozrodczych słodkowodnych kielży, ze szczególnym uwzględnieniem endemicznych i zagrożonych gatunków.

Badania te były prowadzone w ramach **8 krajowych i 4 międzynarodowych projektów badawczych**. Wyniki badań stanowiły podstawę **27 publikacji naukowych**, z czego **20 zostało opublikowanych w czasopismach indeksowanych przez JCR np. *Biological Invasions, Freshwater Biology, PLoS ONE, Diseases of Aquatic Organisms, Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems***. Sumaryczny **impact factor uzyskany dla tych publikacji wynosi 46,259** zgodnie z rokiem opublikowania (42,613 po uzyskaniu stopnia doktora) i 46,255 biorąc pod uwagę 5-letni **impact factor**. Publikacje te były **cytowane 201 razy wyłączając autocytowania, a mój indeks Hirsha wynosi 7** według Web of Science. **Sumaryczna liczba punktów MNiSW** za prace opublikowane w czasopismach z tzw. „listy filadelfijskiej” za rok ich opublikowania wynosi **579**.

Byłam autorem lub współautorem 30 prezentacji na konferencjach międzynarodowych i 13 krajowych. Recenzowałam 22 artykuły przedłożone do 17 czasopism naukowych, z czego 15 jest indeksowanych w JCR.

Na moje doświadczenie naukowe składa się 5 staży, w tym jeden roczny staż post-doc w Uniwersytecie Burgundzkim, Dijon, Francja oraz 11 ekspedycji naukowych: na Bałkany, na Ukrainę, do Niemiec, w Alpy oraz na Wyspę Króla Jerzego w Antarktyce.

Na podstawie dorobku naukowego zostałam nagrodzona przez Fundację na Recz Nauki Polskiej w ramach programu START (2010 r.), a w 2014 r. zostałam laureatką konkursu o stypendia dla młodych wybitnych naukowców przyznawane przez Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz otrzymałam Nagrodę Naukową Fundacji Uniwersytetu Łódzkiego w kategorii nauki przyrodnicze.

Byłam promotorem 6 prac magisterskich i 3 licencjackich. Sprawowałam opiekę nad 4 pracami magisterskimi, z czego dwie bronione były w Uniwersytecie Burgundzkim, Dijon, Francja. Od stycznia 2015 r. jestem promotorem pomocniczym w jednej pracy doktorskiej. W czasie mojego zatrudnienia w Katedrze Zoologii Bezkręgowców i Hydrobiologii UŁ, prowadziłam zajęcia w ramach 16 przedmiotów (w 6 prowadziłam wykłady) na studiach I i II stopnia biologii oraz ochrony środowiska, obejmujących swym zakresem m.in. paleobiologię, zoogeografię, podstawy systematyki biologicznej, filogenetykę i różne aspekty inwazji biologicznych oraz jeden wykład monograficzny na temat ekologii pasożytnictwa (prowadzony w jęz. angielskim).

Lista zacytowanej literatury:

- Anderson LG, White PCL, Stebbing PD, Stentiford GD, Dunn AM (2014) Biosecurity and vector behaviour: evaluating the potential threat posed by anglers and canoeists as pathways for the spread of invasive non-native species and pathogens. *PLoS ONE* 9: e92788, 10.1371/journal.pone.0092788
- Arbaciauskas K, Visinskiene G, Smilgevicienė S, Rakauskas V (2011) Non-indigenous macroinvertebrate species in Lithuanian fresh waters, Part 1: Distributions, dispersal and future. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 402: 1–18
- Bączela-Spychalska K. (2015) Attachment ability of two Ponto-Caspian amphipod species may promote their overland transport. *Aquatic Conservation: Marine & Freshwater Ecosystems* DOI: 10.1002/aqc.2565**
- Bączela K, Grabowski M, Konopacka A (2008) *Dikerogammarus villosus* (Sowinsky, 1894) (Crustacea, Amphipoda) enters Vistula – the biggest river in the Baltic basin. *Aquatic Invasions* 3:95-98
- Bączela K, Konopacka A (2005) The life history of *Pontogammarus robustoides*, an alien amphipod species in Polish waters. *Journal of Crustacean Biology* 25: 190–195.
- Bączela K, Konopacka A, Grabowski M (2009) Reproductive biology of *Dikerogammarus haemobaphes* – an invasive gammarid (Crustacea: Amphipoda) colonizing running waters in Central Europe. *Biological Invasions* 11(9): 2055-2066
- Bączela-Spychalska K, Rigaud T, Wattier RA (2014) A co-invasive microsporidian parasite that reduces the predatory behaviour of its host *Dikerogammarus villosus* (Crustacea, Amphipoda). *Parasitology* 141: 254–258**
- Bączela-Spychalska K, Van der Velde G (2013) There is more than one 'killer shrimp': trophic positions and predatory abilities of invasive amphipods of Ponto-Caspian origin. *Freshwater Biology* 58: 730–741
- Bączela-Spychalska K, Wattier RA, Genton C, Rigaud T (2012) Microsporidian disease of the invasive amphipod *Dikerogammarus villosus* and the potential for its transfer to local invertebrate fauna. *Biological Invasions* 14: 1831–1842**
- Bączela-Spychalska K., Grabowski M., Rewicz T., Konopacka A., Wattier R (2013) The "killer shrimp" *Dikerogammarus villosus* (Crustacea, Amphipoda) invading Alpine Lakes: overland transport by recreational boats and scuba-diving gear as potential entry vectors? *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 23(4): 606–618**
- Bij de Vaate A, Jażdżewski K, Ketelaars HAM, Gollasch S, Van der Velde G (2002) Geographical patterns in range extension of Ponto-Caspian macroinvertebrate species in Europe. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 59: 1159-1174.
- Chandra S, Gerhardt A (2008) Invasive species in aquatic ecosystems: issue of global concern. *Aquatic Invasions* 3: 1–2.
- Combes C (2001) Parasitism. The ecology and evolution of intimate interactions. University of Chicago Press, Chicago and London
- DAISIE (2009) Handbook of alien species in Europe. Springer: Dordrecht, The Netherlands
- Dick JTA, Platvoet D (2000). Invading predatory crustacean *Dikerogammarus villosus* eliminates both native and exotic species. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B* 267, 977–983
- Dobrzycka-Krahel A, Graca B (2014) Laboratory study of the effect of salinity and ionic composition of water on the mortality and osmoregulation of the gammarid amphipod *Dikerogammarus haemobaphes* (Eichwald, 1841): implications for understanding its invasive distribution pattern. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*, DOI: 10.1080/10236244.2014.932141
- Dumont HJ (1998) The Caspian Lake: history, biota, structure, and function, *Limnological Oceanography* 43(1): 44-52
- Dunn AM (2009) Parasites and biological invasions. *Advances in Parasitology* 68:161–184
- Dunn AM, Perkins SE (2012) Invasions and infections. *Functional Ecology* 26: 1234–1237.
- Galil BS, Nehring S, Panov VE (2007) Waterways as invasion highways – Impact of climate change and globalization. In Nentwig W. (ed.), *Biological Invasions, Ecological Studies* No. 193, Springer, Berlin, 59–74.
- Goddard JHR, Torchin ME, Kuris AM, Lafferty KD (2005). Host specificity of *Sacculina carcini*, a potential biological control agent of introduced European green crab *Carcinus maenas* in California. *Biological Invasions*: 895–912
- Grabowski M, Bączela K, Konopacka A (2007a) How to be an invasive gammarid (Amphipoda : Gammaroidea)-comparison of life history traits. *Hydrobiologia* 590: 75-84.
- Grabowski M, Bączela K, Wattier R (2007b) *Dikerogammarus villosus* (Sowinsky, 1894) (Crustacea, Amphipoda) colonizes next alpine lake – Lac du Bourget, France. *Aquatic Invasions* 2: 268–271.
- Grabowski M, Bączela K, Konopacka A, Jażdżewski K (2009) Salinity-related distribution of alien amphipods in rivers provides refugia for native species. *Biological Invasions* 11: 2107-2117**
- Grabowski M, Bączela-Spychalska K, Pešić V (2014) Reproductive traits and conservation needs of the endemic gammarid *Laurogammarus scutarenis* (Schäferna, 1922) from the Skadar Lake system, Balkan Peninsula. *Limnologica* 47: 44-51. DOI: 10.1016/j.limno.2014.04.001
- Grabowski M, Mamos T, Rewicz T, Bączela-Spychalska K, Ovcharenko M (2012a). *Gammarus varsoviensis* Jażdżewski, 1975 (Amphipoda, Gammaridae) – a long overlooked species in Ukrainian rivers. *North-Western Journal of Zoology* 8(1): 198-201
- Grabowski M, Rewicz T, Bączela-Spychalska K, Konopacka A, Mamos T, Jażdżewski K (2012b) Cryptic invasion or post-glacial colonisation of the Baltic lowlands by a freshwater amphipod of Pontic origin. *Aquatic Invasions* 7(3): 337–346
- Hatcher MJ, Dick JTA, Dunn AM (2006). How parasites affect interactions between competitors and predators. *Ecology Letters* 9, 1253–1271.
- Hatcher MJ, Dick JTA, Dunn AM (2008). A keystone effect for parasites in intraguild predation? *Biology Letters* 4, 534–537
- Holdich DM, Pöckl M (2007) Invasive crustaceans in European inland waters. In: Gherardi F (ed), *Biological invaders in inland waters: profiles, distribution and threats*. Springer, Berlin, pp 29–75
- Hupało K, Rewicz T, Bączela-Spychalska K, Konopacka A, Grabowski M (2014) First record of the killer shrimp, *Dikerogammarus villosus* (Sowinsky, 1894), in the Váh River, Slovakia. *Lauterbornia* 77: 9-13
- Jażdżewski K (1980) Range extensions of some gammaridean species in European inland waters caused by human activity. *Crustaceana Supplement* 6: 84-107.
- Jażdżewski K, Konopacka A (2002) Invasive Ponto-Caspian species in waters of the Vistula and Oder basins and of the southern Baltic Sea. In: Leppäkowski E, Olenin S, Gollasch S (eds), *Invasive Aquatic Species of Europe. Distribution, Impact and Management*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, pp 383–398
- Jażdżewski K, Konopacka A, Grabowski M (2004) Recent drastic changes in the gammarid fauna of the Vistula River deltaic system in Poland caused by alien invaders. *Diversity and Distributions* 10: 81–88.
- Jermacz Ł, Dzierżyńska A, Poznańska M, Kobak J (2015) Experimental evaluation of preferences of an invasive Ponto-Caspian gammarid *Pontogammarus robustoides* (Amphipoda, Gammaroidea) for mineral and plant substrata. *Hydrobiologia*, 746: 209-221
- Kelleher BG, van der Velde G, Giller PS, Bij de Vaate A (2000) Dominant role of exotic invertebrates, mainly Crustacea, in diets of fish in the lower Rhine River. In: Von Vaupel Klein, I. C. & F. R. Schram (eds), *The biodiversity crisis and Crustacea*. *Crustacean Issues* 12: 35–46.
- Konopacka A, Grabowski M, Bączela-Spychalska K, Rewicz T (2009) *Orchestia cavimana* Heller, 1865 (Amphipoda: Talitridae) enters freshwater inland habitats in the Vistula River, Poland. *Aquatic Invasions* 4(4): 689-691

- Lambertini M, Leape J, Marton-Lefevre J, Mitter-Meier RA, Rose M, Robinson JG, Stuart SN, Waldman B, Genovesi P (2011) Invasives: A Major Conservation Threat. *Science* 333: 404-405.
- Leppäkoski E, Gollasch S, Olenin S (eds) (2002). Invasive aquatic species of Europe: distribution, impacts and management. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 583 pp
- Leuven RSEW, Van der Velde G, Baijens J, Snijders J, van der Zwart C, Lenders HJR, Bij de Vaate A (2009) The river Rhine: a global highway for dispersal of aquatic invasive species. *Biological Invasions* 11: 1989–2008
- MacLeod CJ, Paterson AM, Tompkins DM, Duncan RP (2010) Parasites lost – do invaders miss the boat or drown on arrival? *Ecology Letters* 13: 516–527
- MacNeil C, Dick JTA, Platvoet D, Briřfa M (2011) Direct and indirect effects of species displacements: an invading freshwater amphipod can disrupt leaf-litter processing and shredder efficiency. *Journal of the North American Benthological Society* 30: 38–48
- MacNeil C, Platvoet D (2013) Could artificial structures such as fish passes facilitate the establishment and spread of the 'killer shrimp' *Dikerogammarus villosus* (Crustacea: Amphipoda) in river systems? *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 23: 667–677.
- MacNeil C, Platvoet D, Dick JTA, Fielding N, Constable A, Hall N, Aldridge D, Renals T, Diamond M (2010) The Ponto-Caspian 'killer shrimp', *Dikerogammarus villosus* (Sowinsky, 1894), invades the British Isles. *Aquatic Invasions* 5: 441-445.
- Mordukhai-Boltovskoi PhD (1964). Caspian fauna in fresh waters outside the Ponto-Caspian basin. *Hydrobiologia* 23: 159–164.
- Ojaveer H, Leppäkoski E, Olenin S, Ricciardi A (2002) Ecological impacts of Ponto-Caspian invaders in the Baltic Sea, European inland waters and the 62 Great Lakes: an inter-ecosystem comparison. In: Leppäkoski E, Gollasch S, Olenin S (eds.) *Invasive aquatic species of Europe: distribution, impacts and management*. Kluwer Scientific Publishers, Dordrecht, The Netherlands pp. 412–425.
- Ovcharenko MO, Baćela K, Wilkinson T, Ironside JE, Rigaud T, Wattier RA (2010) *Cucumispora dikerogammari* n. gen. (Fungi: Microsporidia) infecting the invasive amphipod *Dikerogammarus villosus*: a potential emerging disease in European rivers. *Parasitology* 137: 191–204**
- Ovcharenko NA, Kurandina DP (1987) New species of Microsporidia from amphipods of the Dnieper basin. *Parazitologija* 21, 710–715
- Prenter J, MacNeil C, Dick JTA, Dunn AM (2004). Roles of parasites in animal invasions. *Trends in Ecology and Evolution* 19, 385–390
- Rachalewski M, Konopacka A, Grabowski M, Baćela-Spychalska K (2013) *Echinogammarus trichiatus* (Martynov, 1932) – a new Ponto-Caspian amphipod invader in Poland with remarks on other alien amphipods from the river Oder. *Crustaceana* 86(10): 1224-1233
- Rewicz T, Grabowski M, MacNeil C, Baćela-Spychalska K (2014) The profile of a 'perfect' invader – the case of killer shrimp, *Dikerogammarus villosus*. *Aquatic Invasions* 9(3): 267–288
- Rewicz T, Wattier RA, Grabowski M, Rigaud T, Baćela-Spychalska K (2015a) Out of the Black Sea: phylogeography of the invasive killer shrimp *Dikerogammarus villosus* across Europe. *PLoS ONE* 10(2): e0118121. doi:10.1371/journal.pone.0118121
- Rewicz T, Wattier RA, Rigaud T, Baćela-Spychalska K, Grabowski M (2015b) Isolation and characterization of 8 microsatellite loci for the "killer shrimp", an invasive Ponto-Caspian amphipod *Dikerogammarus villosus* (Crustacea: Amphipoda). *Molecular Biology Reports* 42: 13–17
- Richardson DM, Ricciardi A (2013) Misleading criticisms of invasion science: a field guide. *Diversity and Distributions* 19: 1461-1467
- Rothlisberger J, Chadderton WL, McNulty J, Lodge D (2010) Aquatic invasive species transport via trailered boats: what is being moved, who is moving it, and what can be done? *Fisheries* 35: 121–132.
- Sala OE, Chapin FS, Armesto JJ, Berlow E, Bloomfield J, Dirzo R, Huber-Sanwald E, Huenneke LF, Jackson RB, Kinzig A, Leemans R, Lodge DM, Mooney HA, Oesterheld M, Poff NL, Sykes MT, Walker BH, Walker M, Wall DH (2000) Biodiversity - Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science* 287: 1770–1774
- Santagata S, Baćela K, Reid DF, Mclean KA, Cohen JS, Cordell JR, Brown CW, Johengen TH, Ruiz GM (2009) Concentrated sodium chloride brine solutions as an additional treatment for preventing the introduction of nonindigenous species in the ballast tanks of ships declaring no ballast on board. *Environmental Toxicology and Chemistry* 28: 346–353.
- Santagata S, Gasiunaite ZR, Verling E, Cordell JR, Eason K, Cohen J, Baćela K, Quilez-Badia G, Johengen TH, Reid DF, Ruiz GM (2008) Effect of osmotic shock as a management strategy to reduce transfers of nonindigenous species among low-salinity ports by ships. *Aquatic Invasions* 2: 60–76.
- SCBD (Secretariat of the Convention on Biological Diversity) (2010) *Global Biodiversity Outlook 3*, Montreal, 94 pp
- Solomon CT, Olden CT, Olden JD, Johnson PTJ, Dillon RT, van der Zanden MJ (2010) Distribution and community-level effects of the Chinese mystery snail (*Bellamya chinensis*) in northern Wisconsin lakes. *Biological Invasions* 12: 1591–1605.
- Terry RS, Smith JE, Sharpe RG, Rigaud T, Littlewood DTJ, Ironside JE, Rollinson D, Bouchon D, MacNeil C, Dick JTA, Dunn AM (2004) Widespread vertical transmission and associated host sex-ratio distortion within the eukaryotic phylum Microspora. *Proc R Soc London B* 271: 1783–1789
- Tompkins DM, White AR, Boots M (2003). Ecological replacement of native red squirrels by invasive greys driven by disease. *Ecology Letters* 6: 189–196
- Torchin ME, Mitchell CE (2004). Parasites, pathogens, and invasions by plants and animals. *Frontiers in Ecology and Environment* 2: 183–190.
- Van der Velde G, Rajagopal S, Kelleher B, Muskó IB, Bij De Vaate A (2000) Ecological impact of crustacean invaders: General considerations and examples from the Rhine River. *Biodiversity Crisis and Crustacea* 12: 3–33
- Van der Velde G, Leuven RSEW, Platvoet D, Baćela K, Huijbregts MAJ, Hendriks HWM, Kruij D (2009) Environmental and morphological factors influencing predatory behaviour by invasive non-indigenous gammaridean species. *Biological Invasions* 11: 2043–2054
- Wattier RA, Haine ER, Beguet J, Martin G, Bollache L., Musko IB, Platvoet D, Rigaud T (2007) No genetic bottleneck or associated microparasite loss in invasive populations of a freshwater amphipod. *Oikos* 116: 1941-1953
- Wijnhoven S, van Riel MC, van der Velde G (2003) Exotic and indigenous freshwater gammarid species: physiological tolerance to water temperature in relation to ionic content of the water. *Aquatic Ecology* 37: 151-158

Prace wyróżnione pogrubieniem wchodzą w skład osiągnięcia naukowego poddanego ocenie.