

Autoreferat

1. Imię i nazwisko.

Łukasz Jermacz

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe

- 2012 - Dyplom magistra na kierunku „Ochrona środowiska” uzyskany na Uniwersytecie Mikołaja Kopernika w Toruniu, Wydział Biologii i Nauk o Ziemi (obecnie Wydział Nauk Biologicznych i Weterynaryjnych). Praca magisterska pt. „Wpływ babki łysej *Babka gymnotrachelus* na efektywność żerowania głowacza białopłetwego *Cottus gobio*”, wykonana w Zakładzie Hydrobiologii (obecnie Katedra Ekologii i Biogeografii). Promotor: dr hab. Andrzej Kentzer prof. UMK.
- 2017 - Dyplom doktora uzyskany na Uniwersytecie Mikołaja Kopernika w Toruniu, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska (obecnie Wydział Nauk Biologicznych i Weterynaryjnych). Praca doktorska pt. „Preferencje siedliskowe dwóch gatunków obcych, pontokaspjskich kielży *Pontogammarus robustoides* i *Dikerogammarus villosus* (Crustacea, Amphipoda)”, wykonana w Zakładzie Zoologii Bezkręgowców (obecnie Katedra Zoologii Bezkręgowców i Parazytologii) obroniona z wyróżnieniem. Promotor: prof. dr hab. Jarosław Kobak. Promotor pomocniczy dr hab. Małgorzata Poznańska-Kakareko prof. UMK. Recenzenci: prof. dr hab. Ryszard Kornijów oraz prof. dr hab. Michał Grabowski.

3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych.

- 01.03.2017-31.12.2017 asystent naukowy na Uniwersytecie Mikołaja Kopernika, Zakład Zoologii Bezkręgowców, (samozatrudnienie w ramach projektu OPUS)
- 01.01.2018 do obecnie adiunkt na Uniwersytecie Mikołaja Kopernika w Toruniu, Katedra Ekologii i Biogeografii
- 15.10.2019-15.12.2019 urlop naukowy związany z zagranicznym stażem podoktorskim w Balaton Limnological Research Institute (Węgry). Czas trwania pobytu został ograniczony w wyniku wprowadzenia obostrzeń epidemicznych.

4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.).

Omówienie to winno dotyczyć merytorycznego ujęcia przedmiotowych osiągnięć, jak i w sposób precyzyjny określać indywidualny wkład w ich powstanie, w przypadku, gdy dane osiągnięcie jest dziełem współautorskim, z uwzględnieniem możliwości wskazywania dorobku z okresu całej kariery zawodowej.

Cykl publikacji z lat 2017-2022, pod wspólnym tytułem: „**Ekologia strachu – behawioralne i fizjologiczne modyfikacje indukowane obecnością drapieżnika**”.

1. **Jermacz Ł**, Kobak J. 2017. Keep calm and don't stop growing: Non-consumptive effects of a sympatric predator on two invasive Ponto-Caspian gammarids *Dikerogammarus villosus* and *Pontogammarus robustoides*. PLoS One. 12(8):e0182481. doi: 10.1371/journal.pone.0182481.

Według Web of Science dla roku opublikowania Q1, Impact Factor: 2.766; liczba cytowań: 15 (8-bez autocytacji), punktacja MNiSW z roku opublikowania: 35 pkt.

Wkład: Koncepcja i metodyka pracy, przeprowadzenie eksperymentów, analiza wyników, przygotowanie i submisja manuskryptu, pozyskanie finansowania

2. **Jermacz Ł**, Nowakowska A, Kletkiewicz H, Kobak J. 2020. Experimental evidence for the adaptive response of aquatic invertebrates to chronic predation risk. Oecologia. 192(2):341–350. doi: 10.1007/s00442-020-04594-z.

Według Web of Science dla roku opublikowania Q2, Impact Factor: 3.225; liczba cytowań: 11 (7-bez autocytacji) , punktacja MNiSW z roku opublikowania 100 pkt.

Wkład: Koncepcja i metodyka pracy, przeprowadzenie eksperymentów, analiza wyników, przygotowanie i submisja manuskryptu, pozyskanie finansowania

3. **Jermacz Ł**, Kletkiewicz H, Poznańska-Kakareko M, Klimiuk M, Kobak J. 2022. Chronic predation risk affects prey escape abilities through behavioral and physiological changes. Behav Ecol. 33(1): 298-306. doi: 10.1093/beheco/arab142.

Według Web of Science dla roku opublikowania Q1, Impact Factor: 3.087; liczba cytowań: 0, punktacja MNiSW z roku opublikowania 140 pkt.

Wkład: Koncepcja i metodyka pracy, przeprowadzenie eksperymentów, analiza wyników, przygotowanie i submisja manuskryptu, pozyskanie finansowania

4. **Jermacz Ł**, Kletkiewicz H, Krzyżyńska K, Klimiuk M, Kobak J. 2020. Does global warming intensify cost of antipredator reaction? A case study of freshwater amphipods. *Sci Total Environ.* 742:140474. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.140474.

Według Web of Science dla roku opublikowania Q1, Impact Factor: 7,963; liczba cytowań: 6 (3-bez autocytacji), punktacja MNiSW z roku opublikowania 200 pkt.

Wkład: Koncepcja i metodyka pracy, przeprowadzenie eksperymentów, analiza wyników, przygotowanie i submisja manuskryptu, pozyskanie finansowania.

Łączny wskaźnik Impact Factor z roku opublikowania 17.041 ; punktacja MNiSW 475 (zgodnie z rokiem opublikowania), liczba cytowań (18 bez autocytacji). We wszystkich pracach byłem pierwszym autorem i autorem korespondencyjnym. Wszystkie powyższe badania zrealizowane zostały w ramach kierowanego przeze mnie projektu 2016/21/B/NZ8/00418, „Ekologia strachu gatunków inwazyjnych. Czy pontokaspijskie kielże (Crustacea, Amhipoda) są mniej podatne na stres indukowany obecnością drapieżników?”). Projekt rozpoczął się przed uzyskaniem stopnia doktora lecz wyniki uzyskane podczas realizacji zadań wyznaczonych w tym projekcie nie zostały wykorzystane w dysertacji doktorskiej.

Wstęp

Drapieżnictwo jest fundamentalnym czynnikiem kształtującym ewolucję organizmów, strukturę zbiorowisk, funkcjonowanie ekosystemów oraz tempo zmian populacyjnych (Krebs et al. 1995; Peckarsky et al. 2008; Schmitz 2008). Drapieżniki kontrolują populację ofiar eliminując osobniki najmniej przystosowane, chore, ranne lub zapasożyczone. Oddziaływanie, którego konsekwencją jest redukcja liczebności ofiar w wyniku konsumpcji przez drapieżniki nazywane jest bezpośrednim wpływem drapieżnika (ang. consumptive predator effect). Gatunki drapieżne wpływają również na ofiary poprzez indukowanie reakcji obronnych, których efektem ubocznym może być obniżenie tempa wzrostu i/lub liczebności populacji (Lima 1998; Peckarsky et al. 2008; Clinchy et al. 2013). Te kosztocłonne zmiany mające na celu redukcję zagrożenia przejawiają się w modyfikacji behawioru, fizjologii, morfologii lub historii życiowej ofiar (Lima 1998; Werner and Peacor 2003; Sheriff and Love 2013). Oddziaływanie drapieżnika niepowodujące bezpośredniej śmierci ofiary, lecz wywołujące u niej kosztocłonne modyfikacje, nazywane jest pośrednim wpływem drapieżnika (ang. non-consumptive

predator effect). Efekt pośredni wynika z wielu kosztownych reakcji, jakie ofiara wykazuje w celu ograniczenia ryzyka ze strony drapieżnika, wliczając ograniczenie żerowania, inwestycję energii w morfologiczne struktury obronne, niższy sukces reprodukcyjny, wzrost zagrożenia ze strony innych drapieżników, a nawet emigrację z zagrożonego obszaru. Meta-analiza porównująca wpływ bezpośredniego i pośredniego oddziaływania drapieżnika wskazuje, że pośredni wpływ drapieżnika na populację ofiar jest równie istotny jak bezpośrednia redukcja liczebności ofiar (Preisser et al. 2005). Naukowcy poświęcają coraz więcej uwagi pośredniemu oddziaływaniu drapieżnika, jednak, pomimo istotności tego zjawiska, jest ono obszarem nauki w znacznym stopniu nieodkrytym. Zagadnienie pośredniego efektu drapieżnika jest niezwykle złożone, a koszty ponoszone przez ofiarę w wyniku tego typu oddziaływania uzależnione są od wielu czynników, m.in. czasu ekspozycji na obecność drapieżnika, obecności kryjówek, dostępności pokarmu, liczebności drapieżników i ich strategii polowania, obecności osobników własnego gatunku, czynników abiotycznych (np. temperatury), itp. Każdy z wymienionych czynników osobno kształtuje odpowiedź ofiary, jak również mogą one wchodzić w interakcje z pozostałymi. Dlatego ocena pośredniego oddziaływania drapieżnika, pomimo rosnącej wiedzy i rozwoju technologii, stanowi znaczne wyzwanie dla współczesnych badaczy.

Bardzo słabo poznanym zagadnieniem jest pośredni efekt lokalnych drapieżników wobec ofiar o obcym pochodzeniu i statusie gatunków inwazyjnych. Presja ze strony rodzimych drapieżników (również ta pośrednia) jest potencjalnym czynnikiem utrudniającym zbudowanie obcemu gatunkowi w pełni funkcjonalnej populacji na nowym obszarze. Odporność na pośrednie oddziaływanie drapieżnika oraz ograniczenie kosztownych skutków ubocznych inwestycji w mechanizmy obronne może być czynnikiem istotnie ułatwiającym funkcjonowanie w nowym środowisku (Naddafi and Rudstam 2013). Dążenie do pogłębienia wiedzy na temat kosztów mechanizmów obronnych ponoszonych przez gatunki rozprzestrzeniające się na obce dla siebie tereny było powodem podjęcia badań stanowiących podstawę mojej rozprawy habilitacyjnej. Jako model badawczy wybrałem trzy gatunki wodnych bezkręgowców – kielży (Amphipoda, Crustacea), charakteryzujące się zróżnicowanym potencjałem inwazyjnym oraz odmiennymi zdolnościami obronnymi. Pierwszy z nich, *Dikerogammarus villosus* (Sovinsky, 1894), jest przedstawicielem pontokaspjskiej fauny, która od dziesięcioleci z dużą skutecznością zajmuje nowe obszary w środkowej i zachodniej Europie. Wybrany gatunek wykazuje się znaczącym potencjałem inwazyjnym, głównie dzięki wszystkożerności ze skłonnością do pokarmu pochodzenia

zwierzęcego, niskim wymaganiom siedliskowym oraz, co pokazują badania eksperymentalne, stosunkowo skutecznemu unikaniu presji drapieżników (również ze strony nieznanymi mi gatunków spotykanych na nowo zasiedlonych terenach) (Kobak et al. 2014; Błońska et al. 2015, 2016). Drugim badanym gatunkiem był *Pontogammarus robustoides* (G.O. Sars, 1894), również gatunek pontokaspijski, aktualnie powiększający swój zasięg występowania w Europie, jednak o niższym poziomie inwazyjności aniżeli *D. villosus*, oraz o niższej przeżywalności w obecności drapieżnika (Kobak et al. 2014). Ostatnim gatunkiem wybranym do badań, wykazującym najniższy potencjał inwazyjny, był *Gammarus jazdzewskii*, powszechny w środkowej Europie gatunek rodzimy, niedawno wydzielony z gatunku *Gammarus fossarum* (Rudolph et al. 2018). Gatunek ten, w porównaniu do inwazyjnych odpowiedników, charakteryzuje się mniejszym rozmiarem ciała, mniejszą twardością egzoszkieletu oraz wyższą śmiertelnością powodowaną bezpośrednią presją drapieżnika w warunkach eksperymentalnych (Kobak et al. 2014; Błońska et al. 2015, 2016). W przeprowadzonych eksperymentach jako drapieżnika wykorzystałem ryby: babkę łąską (*Babka gymnotrachelus*) – gatunek pontokaspijski, rodzimy dla inwazyjnych kielży, oraz okonia (*Perca fluviatilis*), gatunek pospolity w miejscach występowania kielży i skutecznie polujący na wodne bezkręgowce. W czasie badań eksperymentalnych prowadziłem obserwacje behawioralne (zmiany aktywności) i fizjologiczne (tempo metabolizmu, poziom obrony antyoksydacyjnej i uszkodzeń antyoksydacyjnych oraz ilość materiału zapasowego) w celu uzyskania możliwie szerokiej odpowiedzi wybranych gatunków na ryzyko ze strony drapieżnika. Wskazane bezkręgowce były testowane w różnych zestawieniach, jak również w różnorodnych warunkach środowiskowych, w zależności od postawionej hipotezy badawczej. Podstawą do postawienia poniższych hipotez były wcześniejsze badania eksperymentalne, wykonane między innymi w ramach mojej pracy doktorskiej, w czasie których wykazałem, że *D. villosus*, w przeciwieństwie do gatunku o niższym potencjale inwazyjnym (*P. robustoides*), wykazywał słabsze behawioralne reakcje obronne, sugerujące jego mniejszą wrażliwość na obecność drapieżnika.

Cel badań

Celem przeprowadzonych eksperymentów była analiza pośredniego oddziaływania drapieżnika na funkcjonowanie ofiar oraz ocena kosztów reakcji obronnych z uwzględnieniem inwazyjności ofiary, czasu ekspozycji (porównanie reakcji krótkotrwałej

z chroniczną) i czynników abiotycznych, np. warunków termicznych (określenie wpływu globalnego ocieplenia na interakcje między drapieżnikami i ofiarami).

Podstawowa hipoteza badawcza była następująca: gatunki obce o wysokim potencjale inwazyjnym wykazują podwyższoną odporność na pośrednie oddziaływanie drapieżnika, przejawiającą się w niższych kosztach behawioralnych i fizjologicznych reakcji obronnych, a także w niższym poziomie stresu wywołanego obecnością drapieżnika.

Szczegółowe hipotezy weryfikowane podczas realizacji badań

1. Obecność drapieżnika prowadzi do modyfikacji behawioru ofiar, w tym do redukcji aktywności oraz zwiększenia czasu wykorzystania kryjówki
2. W obecności drapieżnika ofiara modyfikuje tempo metabolizmu w celu zwiększenia efektywności behawioralnych reakcji obronnych
3. Zmiany behawioralne i fizjologiczne indukowane obecnością drapieżnika generują koszty w wyniku redukcji pobierania pokarmu oraz inwestycji zasobów energetycznych w komórkowe mechanizmy obronne, takie jak obrona antyoksydacyjna oraz białka szoku cieplnego.
4. Konsekwencjami reakcji indukowanych obecnością drapieżnika są: stres oksydacyjny (efekt uboczny zwiększenia tempa metabolizmu), redukcja ilości materiału zapasowego (glikogen) i/lub spowolnienie wzrostu.
5. Wraz z postępującym czasem ekspozycji na obecność drapieżnika (efekt krótkotrwały vs. chroniczny) ofiara redukuje poziom zasobów inwestowanych w komórkowe mechanizmy obronne przed stresem oksydacyjnym.
6. Behawioralne oraz fizjologiczne konsekwencje ekspozycji na obecność drapieżnika są specyficzne gatunkowo i skorelowane z potencjałem inwazyjnym poszczególnych gatunków.
7. Podwyższenie temperatury powoduje zwiększenie kosztów reakcji obronnych indukowanych przez drapieżnika, co może prowadzić do zwiększenia przewagi gatunków inwazyjnych nad rodzimymi w wyniku globalnego ocieplenia

Uzyskane wyniki

W celu weryfikacji postawionych hipotez przeprowadziłem wraz z moim zespołem badawczym serię badań eksperymentalnych, podczas których manipulowaliśmy okresem ekspozycji na obecność drapieżnika, warunkami termicznymi oraz dostępnością pokarmu.

W odpowiedzi na zagrożenie ofiary modyfikują wiele aspektów swojej biologii, dlatego w czasie ekspozycji lub po jej zakończeniu monitorowałem zmiany behawioralne, takie jak: aktywność, czas spędzony w kryjówce, ilość zjedzonego pokarmu, szybkość pływania, jak również parametry fizjologiczne: tempo metabolizmu, poziom stresu oksydacyjnego, obrona antyoksydacyjna, ilość zgromadzonego materiału zapasowego (glikogen), metabolizm beztlenowy (stężenie mleczanu).

Podstawowym celem eksperymentów przeprowadzonych w ramach publikacji nr 1 było określenie reakcji behawioralnej związanej z pobieraniem pokarmu przez dwa gatunki inwazyjnych kielży (*D. villosus* oraz *P. robustoides*) na zagrożenie wynikające z obecności drapieżnika oraz zweryfikowanie wpływu tych zmian na ich wzrost. W tym celu przez okres 2 godzin śledziłem ilość zjedzonego pokarmu oraz tempo konsumpcji pokarmu przez pojedyncze osobniki w warunkach kontrolnych oraz w obecności kairomonu drapieżnika. Uzyskane wyniki wskazały, że jeśli pokarm znajduje się w bezpośrednim zasięgu ofiary, a dostępna przestrzeń jest niewielkich rozmiarów, to, mimo obecności sygnału drapieżnika, pokarm jest pobierany przez obydwie gatunki kielży podobnie jak w warunkach kontrolnych. Następnie określiłem długoterminowy wpływ drapieżnika na wzrost badanych gatunków. Dotychczasowe badania sugerowały, że w obecności drapieżnika ofiara modyfikuje szereg procesów fizjologicznych, których konsekwencją jest redukcja środków inwestowanych we wzrost (nawet w warunkach niezaburzonego pobierania pokarmu) (Stoks 2001; McPeck 2004). W celu weryfikacji wpływu długoterminowej obecności drapieżnika na wzrost ofiar, pojedyncze osobniki każdego gatunku utrzymywane były przez dwa tygodnie w warunkach kontrolnych lub w obecności drapieżnika (babka łyśca). W okresie ekspozycji drapieżnik regularnie karmiony był kielżami danego gatunku w celu symulowania realnego zagrożenia, jednak nie miał możliwości fizycznego kontaktu z testowanymi osobnikami. W czasie eksperymentu kielżom podawano pokarm w ilości przewyższającej ich zapotrzebowanie. Pomimo nieograniczonego dostępu do pokarmu w niewielkiej przestrzeni, odpowiadającej warunkom poprzedniego eksperymentu, osobniki należące do gatunku *P. robustoides* wykazały istotną redukcję tempa wzrostu w obecności drapieżnika. Natomiast wzrost osobników *D. villosus* przetrzymywanych w obecności drapieżnika nie różnił się od wzrostu osobników z warunkach kontrolnych. Biorąc pod uwagę zaobserwowany wcześniej brak wpływu drapieżnika na ilość pobieranego w takich warunkach pokarmu, można postawić wniosek, że to podwyższone koszty mechanizmów obronnych, wynikające ze zmian innych niż behawioralne, były odpowiedzialne za obserwowane ograniczenie wzrostu *P. robustoides*.

Opierając się na wynikach publikacji numer 1, które sugerują, że to zmiany w fizjologii kielży są odpowiedzialne za redukcję ich tempa wzrostu, zdecydowałem się na zgłębienie tego aspektu reakcji obronnej w ramach badań przedstawionych w publikacji numer 2. W czasie zagrożenia modyfikacji może ulec wiele aspektów fizjologii ofiary. Część z tych zmian ma za zadanie bezpośrednio zwiększenie efektywności reakcji obronnej, jak na przykład podniesienie tempa metabolizmu, zwiększające wydajność mięśni niezbędnych w czasie ucieczki lub bezpośredniej obrony (Glazier et al. 2020). W obecności drapieżnika modyfikacji mogą również ulegać aspekty fizjologii ofiar niezwiązane bezpośrednio ze zwiększeniem bezpieczeństwa, lecz kompensujące koszty reakcji obronnych. Przykładowo, w warunkach ograniczonego żerowania, możliwe jest zwiększenie poziomu przyswajania substancji odżywczych (Thaler et al. 2012). Powyższe zmiany fizjologiczne, pomimo pozytywnego wpływu na przeżywalność ofiar, powiązane są również ze specyficznymi konsekwencjami. Na przykład, podwyższenie metabolizmu pochłania znaczne ilości zasobów energetycznych oraz powiązane jest ze zwiększoną syntezą szkodliwych reaktywnych form tlenu, odpowiedzialnych za uszkodzenia oksydacyjne wielu struktur komórkowych, upośledzające ich funkcjonalność. W celu zniwelowania negatywnego oddziaływania reaktywnych form tlenu, organizm zmuszony jest do dodatkowych inwestycji dostępnych zasobów energetycznych w kosztowną obronę antyoksydacyjną. W związku z powyższym, długotrwała odpowiedź fizjologiczna w postaci podwyższonego tempa metabolizmu może prowadzić do wycieńczenia organizmu. Alternatywnie, ofiary mogą wykazać habituację względem czynnika stresogennego, co będzie je chronić przed negatywnymi konsekwencjami długotrwałej reakcji obronnej, które same w sobie mogą ograniczać przeżywalność w obecności drapieżnika. W ramach publikacji numer 2, osobniki *D. villosus* oraz *G. jazdzewskii* były eksponowane na oddziaływanie sygnału drapieżnika przez trzy okresy czasowe (30 minut, 24 godziny oraz 7 dni) w celu wykrycia długoterminowych zmian w fizjologii i/lub wykrycia habituacji względem czynnika stresogennego. Uzyskane wyniki wskazują na szereg zmian fizjologicznych indukowanych obecnością drapieżnika (podniesienie tempa metabolizmu, aktywacja obrony antyoksydacyjnej, synteza białek szoku cieplnego) oraz ich zależność od czasu ekspozycji i gatunku ofiary. Wykazałem, że w przypadku gatunku rodzimego (*G. jazdzewskii*), pomimo inwestycji zasobów w komórkowe mechanizmy obronne, krótkoterminowa odpowiedź indukowana obecnością drapieżnika skutkuje uszkodzeniami oksydacyjnymi. Wraz z wydłużeniem czasu ekspozycji, *G. jazdzewskii* ograniczał kosztowną obronę antyoksydacyjną pomimo utrzymania podwyższonego tempa metabolizmu. W

przeciwieństwie do rodzimego kielża, krótkoterminowa reakcja inwazyjnego *D. villosus* nie jest powiązana z inwestycją zasobów w komórkowe mechanizmy obronne, a pomimo tego nie skutkuje uszkodzeniami oksydacyjnymi, sugerując większą tolerancję tego gatunku na pośrednie oddziaływanie drapieżnika. Wytlumaczenia różnic w kosztochłonności mechanizmów obronnych indukowanych obecnością drapieżnika można doszukiwać się w różnicach między strategiami obronnymi wykorzystywanymi przez obydwie gatunki. W porównaniu z gatunkiem rodzimym, *D. villosus* jest większy i ma twardszy oskórek (Błońska et al. 2015). Ponadto, badania eksperymentalne pokazują, że gatunek ten skuteczniej przeżywa w obecności różnorodnych drapieżników aniżeli inne kielże, w tym *G. jazdzewskii* (Kobak et al. 2014; Błońska et al. 2015, 2016). Prawdopodobnie, w związku ze stosunkowo wysoką przeżywalnością w bezpośredniej bliskości drapieżnika oraz wysokim poziomem obrony konstytutywnej, *D. villosus* może inwestować mniej zasobów w zmiany fizjologiczne powiązane z indukowaną reakcją obronną niż gatunek rodzimy, dla którego to obrona indukowana jest podstawowym mechanizmem obronnym.

Wyniki zawarte w publikacji drugiej wskazują, iż koszty wynikające z obecności drapieżnika zależą od czasu ekspozycji, a także różnią się między gatunkami ofiar, brakuje jednak informacji, jak długotrwała ekspozycja na drapieżnika wpływa na zdolności obronne badanych gatunków. Określenie konsekwencji długoterminowej ekspozycji w obecności drapieżnika dla zdolności lokomotorycznych kielży stanowiło główny cel publikacji numer 3. Dotychczasowe badania pokazały, że długotrwała presja ze strony drapieżnika może skutkować zarówno zwiększeniem zdolności do obrony (Hawlena et al. 2011), jak również ich obniżeniem (Janssens and Stoks 2014). Aby określić, jak długotrwała presja drapieżnicza może wpływać na reakcje obronne badanych gatunków, osobniki *D. villosus* oraz *G. jazdzewskii* zostały podzielone na grupy różniące się okresem ekspozycji w obecności drapieżnika (grupa kontrolna – bez obecności drapieżnika, grupa stymulowana krótkotrwanie, grupa stymulowana chronicznie). Następnie kielże poddano testowi wysiłkowemu, weryfikującemu wydajność lokomotoryczną badanych gatunków w zależności od warunków ekspozycji, oraz zmierzono zawartość mleczanu (wskaźnik metabolizmu beztlenowego) i glikogenu (materiał zapasowy) w ich organizmach. Uzyskane wyniki pokazują, że podczas krótkotrwałej ekspozycji w obecności drapieżnika aktywność lokomotoryczna powiązana jest z przekroczeniem pojemności metabolizmu tlenowego, na co wskazuje podwyższenie poziomu mleczanów, a w przypadku gatunku rodzimego również z behawioralnymi symptomami zmęczenia. W przypadku uprzedniej długotrwałej ekspozycji w obecności drapieżnika, gatunek inwazyjny wykazuje niższy poziom mleczanu

po teście wysiłkowym w porównaniu z grupą eksponowaną krótkoterminowo. Sugeruje to, że po chronicznej ekspozycji jest on lepiej przygotowany do podejmowania wysiłku fizycznego, co może mieć przełożenie na efektywność reakcji obronnej w przypadku wykrycia ofiary przez drapieżnika. Takiej zmiany fizjologicznej nie zaobserwowałem u gatunku rodzimego, co może wskazywać na jego słabsze przystosowanie do funkcjonowania w warunkach stresu chronicznego. Ponadto stwierdziłem, że osobniki długotrwanie stymulowane sygnałem drapieżnika wykazują obniżony poziom glikogenu, a zatem zwiększony wydatek energetyczny w czasie ekspozycji.

Temperatura jest fundamentalnym czynnikiem kształtującym fizjologię oraz behavior organizmów, szczególnie gatunków ektotermicznych. Od warunków termicznych zależy między innymi tempo ich metabolizmu, jak również maksymalna ilość energii, jaką organizm jest w stanie zainwestować w reakcję obronną. Dlatego postępujące globalne zmiany klimatyczne stanowią czynnik, który istotnie wpływa na funkcjonowanie ekosystemów oraz zasięg występowania wielu organizmów, w tym gatunków o obcym pochodzeniu. W ramach publikacji numer 4 przeprowadziłem badania mające na celu określenie interakcji między warunkami termicznymi, a fizjologicznymi i behawioralnymi zmianami indukowanymi obecnością drapieżnika u *D. villosus* oraz *G. jazdzewskii*. Gatunki te ewoluowały na terenach o odmiennych warunkach termicznych. Ponadto, aktualnie w Europie zajmują one stanowiska, które wykazują odmienne właściwości termiczne, przez co należałoby oczekiwać preferencji gatunku obcego do wyższej temperatury oraz jego lepszych przystosowań do postępujących zmian klimatycznych. W eksperymencie zostały zastosowane 3 wartości temperaturowe, które odpowiadały średniej temperaturze rocznej (10°C), średniej temperaturze z cieplejszej połowy roku (17°C) oraz średniej temperaturze z najcieplejszego miesiąca (24°C) w rzece Wiśle (Marszelewski i Pius 2014, 2016). Uzyskane wyniki wskazują, że temperatura jest czynnikiem istotnie modyfikującym reakcje fizjologiczne indukowane obecnością drapieżnika. Stymulacja kairomonami drapieżnika powodowała podwyższenie poziomu uszkodzeń oksydacyjnych tylko u gatunku rodzimego i tylko w skrajnych temperaturach (10°C i 24°C), czego nie odnotowałem w warunkach pośrednich (17°C), ani u gatunku obcego. Ponadto, w 17°C obydwa gatunki wykazały najwyższą aktywność lokomotoryczną, co wskazuje, że spośród testowanych zakresów termicznych to właśnie 17°C jest wartością optymalną, w której obydwa gatunki wykazują najwyższą wydajność organizmu. Wraz ze wzrostem temperatury badane gatunki wykazywały wzrost poziomu obrony antyoksydacyjnej (Total Antioxidant Status - TAS). Wyższy poziom TAS oznacza większą zdolność do obrony przez negatywnymi

konsekwencjami podwyższonego metabolizmu, jednak utrzymywanie tak wysokiej intensywności obrony antyoksydacyjnej związane jest ze znacznymi kosztami energetycznymi. Jednym z alternatywnych sposobów ograniczenia syntezy wolnych rodników jest redukcja aktywności lokomotorycznej. W porównaniu z temperaturą pośrednią, aktywność lokomotoryczna badanych kielży w 24°C była istotnie niższa, wskazując na reakcję behawioralną jako na mechanizm ograniczający syntezę wolnych rodników oraz powiązane z nią koszty ponoszone przez organizm. Reasumując, zarówno wzrost temperatury jak i obecność drapieżnika skutkują podwyższeniem tempa metabolizmu. Ponadto, wraz ze wzrostem temperatury rośnie poziom zasobów inwestowanych w obronę antyoksydacyjną, a w przypadku przekroczenia progu tolerancji zauważalne jest również ograniczenie aktywności lokomotorycznej, co pozwala uniknąć uszkodzeń oksydacyjnych. W warunkach suboptymalnych (temperatura niższa lub wyższa od optymalnej) obecność drapieżnika jest czynnikiem, który u gatunku rodzimego prowadzi jednak do uszkodzeń oksydacyjnych. Tak więc, negatywne skutki stresu są widoczne dopiero w obecności obu czynników stresowych jednocześnie. Powyższa interakcja między temperaturą a pośrednim oddziaływaniem drapieżnika pokazuje faktyczne konsekwencje postępującego globalnego ocieplenia, jednocześnie wskazując na lepsze przystosowanie gatunku obcego do funkcjonowania w zmienionych warunkach termicznych.

Znaczenie uzyskanych wyników badań

Zaprezentowany zestaw badań eksperymentalnych w znacznym stopniu poszerza zakres wiedzy na temat funkcjonowania ofiar w warunkach ryzyka ze strony drapieżników. Wykonane przeze mnie eksperymenty pokazują, że w warunkach bezpośredniej bliskości pokarmu negatywne oddziaływanie drapieżnika na żerowanie ofiar nie jest zauważalne. Tym niemniej, mimo niezaburzonego pobierania pożywienia, długotrwała presja drapieżnika może być powiązana z redukcją tempa wzrostu ofiar, sugerując podwyższone koszty funkcjonowania w warunkach zagrożenia (*P. robustoides*). Zjawisko to nie zostało jednak zaobserwowane u *D. villosus*, wskazując na wyższą odporność tego gatunku na negatywne skutki pośredniego wpływu obecności drapieżnika. Podwyższone koszty funkcjonowania mogą wynikać między innymi ze wzrostu tempa metabolizmu oraz powiązanych reakcji fizjologicznych. Moje kolejne badania wykazały, że w obecności drapieżnika ofiary (*D. villosus* oraz *G. jazdzewskii*) przyspieszają tempo metabolizmu, co w przypadku gatunku rodzimego prowadzi do uszkodzeń oksydacyjnych pomimo inwestycji dostępnych zasobów w obronę antyoksydacyjną. Inwestowanie energii w

zwiększenie ochrony przed negatywnym oddziaływaniem reaktywnych form tlenu ma charakter krótkotrwały, wskazując na zdolność ofiar do redukcji kosztów modyfikacji fizjologicznych powiązanych z długoterminowym pośrednim oddziaływaniem drapieżnika. Pomimo obniżenia poziomu obrony antyoksydacyjnej w okresie wydłużonej ekspozycji na obecność drapieżnika oraz braku wpływu kairomonu drapieżnika na konsumpcję pokarmu, ofiary (*D. villosus* oraz *G. jazdzewskii*) wykazują obniżoną ilość materiału zapasowego (glikogen). W przeciwieństwie do gatunku rodzimego, *D. villosus* po długotrwałej ekspozycji w obecności drapieżnika wykazuje zwiększenie efektywności reakcji obronnej (wzrost pojemności metabolizmu tlenowego). Moje badania wykazały również istotny wpływ globalnego ocieplenia na interakcję drapieżnik-ofiara. Istotny wpływ suboptymalnej temperatury szczególnie zauważalny jest w przypadku gatunku rodzimego, który w obecności drapieżnika w niekorzystnych warunkach termicznych doznaje uszkodzeń oksydacyjnych. Podsumowując, wykonane badania eksperymentalne pokazują duże znaczenie pośredniego oddziaływania drapieżnika na ofiary, wskazując jednocześnie, iż konsekwencje zmian indukowanych obecnością drapieżnika są specyficzne gatunkowo i zależne od abiotycznych warunków środowiskowych. Spośród badanych gatunków, najwyższe zdolności do funkcjonowania w warunkach chronicznego oddziaływania drapieżnika wykazał *D. villosus*, gatunek należący do najskuteczniejszych wodnych gatunków inwazyjnych. Cecha ta może stanowić jeden z podstawowych czynników ułatwiających jego rozprzestrzenianie, szczególnie w ekosystemach narażonych na oddziaływanie globalnego ocieplenia.

Błońska D, Grabowska J, Kobak J, et al (2015) Feeding preferences of an invasive Ponto-Caspian goby for native and non-native gammarid prey. *Freshw Biol* 60:2187–2195. doi: 10.1111/fwb.12647

Błońska D, Grabowska J, Kobak J, et al (2016) Fish predation on sympatric and allopatric prey—A case study of Ponto-Caspian gobies, European bullhead and amphipods. *Limnol - Ecol Manag Int Waters* 61:1–6. doi: 10.1016/j.limno.2016.06.003

Clinchy M, Sheriff MJ, Zanette LY (2013) Predator-induced stress and the ecology of fear. *Funct Ecol* 27:56–65. doi: 10.1111/1365-2435.12007

Glazier DS, Borrelli JJ, Hoffman CL (2020) Effects of fish predators on the mass-related energetics of a keystone freshwater crustacean. *Biology (Basel)* 9:40. doi: 10.3390/biology9030040

Hawlena D, Kress H, Dufresne ER, Schmitz OJ (2011) Grasshoppers alter jumping

- biomechanics to enhance escape performance under chronic risk of spider predation. *Funct Ecol* 25:279–288. doi: 10.1111/j.1365-2435.2010.01767.x
- Janssens L, Stoks R (2014) Chronic predation risk reduces escape speed by increasing oxidative damage: A deadly cost of an adaptive antipredator response. *PLoS One* 9:e101273. doi: 10.1371/journal.pone.0101273
- Kobak J, Jermacz Ł, Płachocki D (2014) Effectiveness of zebra mussels to act as shelters from fish predators differs between native and invasive amphipod prey. *Aquat Ecol* 48:397–408. doi: 10.1007/s10452-014-9492-1
- Krebs CJ, Boutin S, Boonstra R, et al (1995) Impact of food and predation on the snowshoe hare cycle. *Science* (80-) 269:1112–1115. doi: 10.1126/science.269.5227.1112
- Lima SL (1998) Nonlethal effects in the ecology of predator-prey interactions. *Bioscience* 48:25–34. doi: 10.2307/1313225
- Marszelewski W, Pius B (2016) Long-term changes in temperature of river waters in the transitional zone of the temperate climate: a case study of Polish rivers. *Hydrol Sci J* 61:1430–1442. doi: 10.1080/02626667.2015.1040800
- Marszelewski W, Pius B (2014) The impact of changes in air temperature upon the thermal regime of the river Vistula in Toruń (Poland) over the years 1961-2012. In: Gâştescu P, Marszelewski W, Bretcan P (eds) *Water resources and wetlands*. Romanian Limnogeographical Association, Tulcea, Romania, pp 231–236
- McPeck MA (2004) The growth/predation risk trade-off: So what is the mechanism? *Am Nat* 163:E88–E111. doi: 10.1086/382755
- Naddafi R, Rudstam LG (2013) Predator-induced behavioural defences in two competitive invasive species: the zebra mussel and the quagga mussel. *Anim Behav* 86:1275–1284. doi: 10.1016/j.anbehav.2013.09.032
- Peckarsky BL, Kerans BL, Taylor BW, McIntosh AR (2008) Predator effects on prey population dynamics in open systems. *Oecologia* 156:431–440
- Preisser EL, Bolnick DI, Benard MF (2005) Scared to death? The effects of intimidation and consumption in predator-prey interactions. *Ecology* 86:501–509. doi: 10.1890/04-0719
- Rudolph K, Coleman COO, Mamos T, Grabowski MM (2018) Description and post-glacial demography of *Gammarus jazdzewskii* sp. nov. (Crustacea: Amphipoda) from Central Europe. *Syst Biodivers* 16:587–603. doi: 10.1080/14772000.2018.1470118
- Schmitz OJ (2008) Effects of predator hunting mode on grassland ecosystem function.

Science 319:952–954. doi: 10.1126/science.1152355

Sheriff MJ, Love OP (2013) Determining the adaptive potential of maternal stress. *Ecol Lett* 16:271–280. doi: 10.1111/ele.12042

Stoks R (2001) Food stress and predator-induced stress shape developmental performance in a damselfly. *Oecologia* 127:222–229. doi: 10.1007/s004420000595

Thaler JS, McArt SH, Kaplan I (2012) Compensatory mechanisms for ameliorating the fundamental trade-off between predator avoidance and foraging. *Proc Natl Acad Sci* 109:12075–12080. doi: 10.1073/pnas.1208070109

Werner EE, Peacor SD (2003) A review of trait-mediated indirect interactions in ecological communities. *Ecology* 84:1083–1100. doi: 10.1890/0012-9658(2003)084[1083:AROTII]2.0.CO;2

5. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.

W okresie 15.10.2019 – 15.12.2019 odbyłem staż podoktorski w Balaton Limnological Research Institute (Tihany, Węgry) – całość mojego pobytu zaplanowana była na okres 6 miesięcy, jednak z racji pandemii możliwości wyjazdów, jak również kontynuowania badań przez osoby z innych krajów na miejscu w ośrodku węgierskim zostały ograniczone. W ramach mojego pobytu, wraz z dr Csillą Balogh badaliśmy zagadnienia związane z interakcjami między inwazyjnymi małżami *Dreissena polymorpha* oraz *Dreissena rostriformis bugensis*. Pierwszy z nich występuje w europejskich wodach od początków XIX w., natomiast drugi jest w nich nowym przybyszem, skutecznie wypierającym konkurenta. Nasze badania miały na celu określenie różnic behawioralnych oraz międzygatunkowych interakcji między nimi, a także rozpoznanie mechanizmów wypierania jednego gatunku przez drugi. Prowadzone były eksperymenty laboratoryjne oraz terenowe, zaś uzyskane wyniki korelowane były z wcześniejszymi wieloletnimi obserwacjami terenowymi. Pomimo trudności związanych z brakiem mojej fizycznej obecności w ośrodku węgierskim w późniejszym okresie zaplanowanych badań, współpraca jest kontynuowana, zaś jej pierwszym wymiernym efektem jest publikacja: Jermacz, Ł. Balogh, C. & Kobak, J. (2021). Behavioural differences and interactions between two sessile bivalves forming mixed-species assemblages. *Animal Behaviour* 171: 13-28. Kolejne publikacje są w trakcie

przygotowania do submisji. Mój pobyt był finansowany w ramach projektu GINOP-2.3.2-15-2016-00019 "Sustainable use of ecosystem services - research for mitigating the negative effect of climate change, land use change and biological invasion", którego kierownikiem był dr András Báldi. Elementem kontynuacji współpracy był również mój dwutygodniowy pobyt w ośrodku węgierskim we wrześniu 2022, podczas którego wspólnie z lokalnymi badaczami kontynuowaliśmy wcześniej rozpoczęte badania.

Moja aktywność naukowa skupiona jest również na współpracy z innymi ośrodkami zagranicznymi. Aktualnie jestem kierownikiem projektu zatytułowanego „Wpływ globalnego ocieplenia na interakcję pomiędzy rodzimymi i obcymi gatunkami ektotermicznymi ofiar i drapieżników”, finansowanego w ramach konkursu Sonata przez Narodowe Centrum Nauki. Zadania wyznaczone w projekcie realizowane są we współpracy z profesorem Douglasem Glazierem z Juniata College, Huntingdon, Pensylwania, USA, uznanym specjalistą w dziedzinie badań nad tempem metabolizmu gatunków ektotermicznych.

Oprócz wymienionych wyżej ośrodków zagranicznych, aktywnie współpracuję z badaczami pracującymi na Uniwersytecie Łódzkim. Aktualnie pełnię rolę wykonawcy w projekcie NCN (lata realizacji: 2019-2023): „Czy złe może stać się gorszym? Eksperymentalna ocena sukcesu dwóch zróżnicowanych genetycznie frontów inwazji skorupiaka *Dikerogammarus villosus* i możliwości powstania superhybrydy o wyższym potencjale inwazyjnym”, którego kierownikiem jest dr Tomasz Rewicz. Byłem również wykonawcą w projekcie NCN (lata realizacji: 2012-2017): Testowanie hipotezy "inwazyjnego meltdown" na przykładzie zespołu inwazyjnych gatunków pontokaspijskich w wodach śródlądowych Polski", kierowanego przez dr hab. Karolinę Bącełą-Spychalską, prof. UŁ. Badania miały na celu określenie sieci interakcji między inwazyjnymi gatunkami z regionu pontokaspijskiego występującymi w polskich wodach i stwierdzenie, czy w zespole tym zachodzi zjawisko zwiększenia potencjału inwazyjnego (skuteczności introdukcji i siły wpływu) jednych gatunków przez inne (hipoteza „inwazyjnego meltdown”). Publikacje powstałe w ramach powyższego projektu przy moim współudziale: pozycje: 4, 13, w części A oraz pozycja 6 w części B punktu II załącznika 4.

6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę.

Dotychczas prowadziłem zajęcia dydaktyczne dla studentów kierunków Ochrona środowiska, Biologia, Biologia sądowa, Global Change Biology z następujących przedmiotów:

- Biologia wód
- Identyfikacja i biologia gatunków zwierząt inwazyjnych
- Stawonogi krwio pijne w kontekście ochrony zdrowia publicznego w Polsce (koordynator)
- Wstęp do ekologii
- Bioindykatory
- Ecosystem Functioning – przedmiot prowadzony w języku angielskim
- Inwazje biologiczne (dla studentów kierunku Biologia)
- Renaturyzacja środowiska
- Metody analiz środowisk wodnych
- Zwalczanie stawonogów gospodarczo szkodliwych i owadów krwio pijnych
- Gatunki inwazyjne a zagrożenia środowiska
- Wstęp do badań podwodnych z wykorzystaniem pletwonurkowania (koordynator)
- Chemiczne metody analityczne w badaniu środowiska (koordynator)
- Ochrona i rekultywacja wód i gleb
- Waloryzacja i monitoring środowiska
- Dyrektywy europejskie w ochronie środowiska
- Ekosystemy wodne - różnorodność i funkcjonowanie
- Systemy zarządzania środowiskiem w zakładach produkcyjnych
- Zmiany globalne, zagrożenia cywilizacyjne i zrównoważony rozwój
- Ocena stopnia zachowania siedlisk i gatunków roślin w aspekcie Dyrektywy Habitatowej

Ponadto, jestem współprowadzącym wykładu monograficznego dla słuchaczy Szkoły Doktorskiej Nauk Ścisłych i Przyrodniczych na UMK w Toruniu „Inwazje biologiczne”.

W latach 2016-2021 pełniłem rolę promotora pomocniczego w przewodzie doktorskim mgr Anny Dzierżyńskiej-Białończyk (główny promotor prof. dr hab.

Jarosław Kobak). Rozprawa doktorska „Czynniki wpływające na aktywność lokomotoryczną, rozmieszczenie i ruch muszli małża *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771)” mgr Anny Dzierżyńskiej-Białończyk została obroniona z wyróżnieniem w 2021 roku. Od 2019 roku pełnię rolę promotora pomocniczego w przewodach doktorskich mgr Piotra Kłosińskiego oraz mgr Mateusza Augustyniaka. W obu przypadkach głównym promotorem jest dr hab. Tomasz Kakareko prof. UMK.

Osiągnięcia organizacyjne:

- Od 2020 roku jestem członkiem Rady Dyscypliny na Wydziale Nauk Biologicznych oraz Weterynaryjnych jako przedstawiciel nauczycieli akademickich nieposiadających stopnia doktora habilitowanego.
- Od 2021 pełnię rolę opiekuna roku na kierunku anglojęzycznym „Global change biology”
- Ponadto 6-krotnie pełniłem funkcję przewodniczącego oraz 5-krotnie recenzenta podczas egzaminów licencjackich i magisterskich
- W 2018 roku byłem współorganizatorem XXXIV Krajowego Seminarium Malakologicznego, które to odbyło się w Toruniu.

Osiągnięcia popularyzujące naukę:

- W okresie po uzyskaniu stopnia doktora dwukrotnie (2018 i 2019) pełniłem rolę współorganizatora wydarzenia popularyzującego naukę „Noc Biologów” realizowanego na moim wydziale.
- W ramach działalności popularyzatorskiej uczestniczyłem również w tworzeniu filmów o tematyce związanej z gatunkami inwazyjnymi emitowanymi w lokalnej telewizji w ramach programu „Spotkanie z ekologią”.

7. Oprócz kwestii wymienionych w pkt. 1-6, wnioskodawca może podać inne informacje, ważne z jego punktu widzenia, dotyczące jego kariery zawodowej.

Moja pierwsza styczność z działalnością naukową miała miejsce w czasie realizacji pracy magisterskiej (2010-2012), której temat był powiązany z projektem badawczym MNiSW nr N N304 371539, ”Wpływ obcego gatunku ryby, babki łysej (*Neogobius gymnotrachelus*), na występowanie głowacza białopłetwego (*Cottus gobio*)”, kierowanym przez mojego ówczesnego opiekuna dr hab. Tomasza Kakareko,

prof. UMK. To właśnie w tym okresie dołączyłem do prężnie działającego zespołu, którego członkami byli również prof. dr hab. Jarosław Kobak oraz dr hab. Małgorzata Poznańska-Kakareko, prof. UMK. Współpracując z doświadczonymi naukowcami, którzy z wielkim oddaniem dzielili się zdobytą wiedzą i doświadczeniem, miałem możliwość przyswoić podstawowe, a jednocześnie kluczowe umiejętności niezbędne w pracy naukowej. Moje zaangażowanie w postawione przede mną zadania zostało docenione, skutkując powierzeniem mi kontynuacji badań nad interakcjami między babką łysą a głowaczem białopłetwym w ramach wyżej wymienionego projektu podczas nieobecności jego kierownika. Efektem tych badań jest moja pierwsza publikacja, w której byłem pierwszym autorem: Jermacz et al. 2015 (załącznik nr 4, punkt II, część A, pozycja nr 7). W czasie realizacji powyższego projektu miałem również możliwość poznać i czerpać wiedzę oraz doświadczenie od naukowców spoza macierzystej jednostki, takich jak profesor Gordon H. Copp z Cefas, Centre for Environment Fisheries and Aquaculture Science, Wielka Brytania, czy dr hab. Joanna Grabowska, prof. UŁ, z którymi wspólnie opublikowaliśmy uzyskane w ramach projektu wyniki (załącznik nr 4, punkt II, część A, pozycja nr 1, 11 oraz 12).

Jako zafascynowany poszerzaniem wiedzy, początkujący naukowiec, chcąc dalej się rozwijać, w 2012 roku zdecydowałem się rozpocząć studia doktoranckie na Wydziale Biologii i Ochrony Środowiska UMK pod kierunkiem profesora Jarosława Kobaka. Jednocześnie zostało mi przyznane stanowisko wykonawcy w kierowanym przez niego projekcie NCN OPUS, nr 2012/05/B/NZ8/00479, „Preferencje siedliskowe pontokaspijskich gatunków kielży (Crustacea, Amphipoda), inwazyjnych w wodach Europy”. Temat mojej pracy doktorskiej dotyczył preferencji siedliskowych inwazyjnych kielży *D. villosus* oraz *P. robustoides* z uwzględnieniem roli drapieżnika, która w dalszym okresie stała się dominującym aspektem mojej pracy. Bliższa współpraca z profesorem Kobakiem była dla mnie niezwykle istotna dla mojego rozwoju. To dzięki profesorowi Kobakowi poznałem tajniki badań eksperymentalnych oraz opanowałem podstawowe narzędzia związane z analizą statystyczną. W okresie mojej pracy nad doktoratem (2012-2017) zostałem również zaangażowany w realizację projektu kierowanego przez dr hab. Karolinę Bącelę-Spychalską z Uniwersytetu Łódzkiego, którego celem była weryfikacja hipotezy „Invasional meltdown” na przykładzie pontokaspijskich gatunków obcych.

Dzięki lekcjom odebranych od promotora oraz doświadczeniom zebranym od innych naukowców, w 2014 roku otrzymałem finansowanie swojego pierwszego

projektu badawczego (NCN PRELUDIUM, nr 2013/09/N/NZ8/03191, „Eksperymentalna ocena mechanizmów obronnych indukowanych przez drapieżniki u wybranych gatunków inwazyjnych pontokaspijskich kielży”). Umiejętności nabyte w samym procesie tworzenia wniosku uznaję za niezwykle wartościowe i kluczowe w dalszych krokach kariery. W czasie realizacji tego projektu po raz pierwszy mogłem w pełni skupić się na interakcji drapieżnik-ofiara, która do dzisiaj stanowi mój główny nurt zainteresowań badawczych. Praca nad preferowaną tematyką okazała się bardzo owocna, gdyż projekt został zakończony zbiorem artykułów w renomowanych czasopismach (załącznik nr 4, punkt II, część A, pozycje: 5, 13, 14, 16). Artykuły te weszły następnie w skład mojej rozprawy doktorskiej. Realizacja względnie niewielkiego projektu przeznaczonego dla młodych naukowców pokazała mi, jak bardzo istotne jest wsparcie finansowe z instytucji zewnętrznych, bez którego realizacja badań na poziomie gwarantującym zainteresowanie międzynarodowej społeczności naukowej byłaby znacznie utrudniona. Doświadczenia zebrane w tym okresie pozwoliły mi potem skutecznie kontynuować karierę naukową jako samodzielny badacz, zdobywający środki na badania, kierujący zespołami naukowymi i współpracujący z naukowcami z różnych ośrodków i dziedzin wiedzy.

Pragnąc kontynuować karierę naukową (ówczesny brak możliwości zatrudnienia w jednostce macierzystej) oraz rozwijać zainteresowania badawcze, zdecydowałem się aplikować o kolejny projekt do Narodowego Centrum Nauki w ramach konkursu OPUS, w którym zaplanowałem swoje samozatrudnienie. Efektem powyższych starań było zdobycie w 2017 roku (jeszcze przed zdobyciem stopnia doktora) finansowania dla projektu nr 2016/21/B/NZ8/00418, „Ekologia strachu gatunków inwazyjnych. Czy pontokaspijskie kielże (Crustacea, Amhipoda) są mniej podatne na stres indukowany obecnością drapieżników?”. Pragnę podkreślić, że w ramach konkursu OPUS, będąc jeszcze magistrem, rywalizowałem z już doświadczonymi naukowcami o ugruntowanej pozycji i dorobku. Otrzymanie powyższego projektu, w ramach którego uzyskałem samozatrudnienie w jednostce badawczej, otworzyło mi drogę do dalszego rozwoju i poszerzenia dotychczasowych horyzontów badawczych już po obronie rozprawy doktorskiej. Powyższy projekt był swoistym mariażem dotychczas prowadzonych przeze mnie badań behawioralnych z zagadnieniami fizjologicznymi, z którymi wcześniej miałem ograniczone doświadczenie. Dlatego czas poświęcony na jego realizację był dla mnie istotny nie tylko ze względu na powstałe publikacje (załącznik nr 4, punkt I, pozycje: 2, 3, 4; punkt

II, część B, pozycja 7), ale również ze względu na proces samodoskonalenia i poszerzania horyzontów naukowych. W czasie realizacji powyższego projektu pod moją opieką swój staż podoktorski odbyła dr Katarzyna Krzyżyńska. Zadania realizowane w ramach kierowanych przeze mnie projektów pozwoliły mi zdobyć doświadczenie w kierowaniu zespołami naukowymi oraz we współpracy z badaczami z innych ośrodków i reprezentującymi inne specjalności badawcze. Aktualnie kieruję projektem NCN SONATA 2020/39/D/NZ8/01226 „Wpływ globalnego ocieplenia na interakcję pomiędzy rodzimymi i obcymi gatunkami ektotermicznymi ofiar i drapieżników”, który jest rozwinięciem dotychczasowego toku badawczego. Dotychczasowe osiągnięcia i zaangażowanie w badania naukowe zostały dostrzeżone między innymi przez prof. dr. hab. Krzysztofa Szpilę, który zaprosił mnie do kierowanego przez siebie zespołu badawczego „Ekologia i bioróżnorodność”, finansowanego w ramach Uniwersytetu Mikołaja Kopernika ze środków projektu „Inicjatywa Doskonałości - Uczelnia Badawcza”. Głównym zadaniem zespołu jest zrozumienie procesów wpływających na rozmieszczenie i liczebność organizmów w różnej skali przestrzennej i czasowej. Projekt ten miał na celu ustanowienie wyłaniających się pól badawczych („Emerging Fields”) w ramach UMK, charakteryzujących się szczególnie wybitnym potencjałem naukowym i znaczącą perspektywą rozwoju.

Poza wyżej wymienionymi projektami, moje zaangażowanie naukowe jest również zauważalne we współpracy z innymi naukowcami z mojej jednostki. Należy tu wymienić między innymi dr hab. Małgorzatę Poznańską-Kakareko, prof. UMK, zajmującą się reakcjami fauny bezkręgowej na wahania poziomu wód oraz powiązane z nimi przesuszanie podłoża. Ponadto, wspieram dr hab. Małgorzatę Poznańską-Kakareko przy aktualnie prowadzonych przez nią badaniach nad interakcjami między rodzimymi i inwazyjnymi gatunkami małży. Nasz wspólny dorobek publikacyjny dotyczący powyższej tematyki to pozycje: 9, 10, 18 w części A oraz pozycja 9 części B punktu II załącznika 4.

Kolejną osobą, z którą niedawno rozpocząłem współpracę, jest dr Magdalena Czarnecka. Wraz z doktor Czarnecką badamy efekt zanieczyszczenia światłem na funkcjonowanie zespołów organizmów z wód przybrzeżnych. Pomimo relatywnie krótkiego okresu współpracy, opublikowaliśmy już pierwszy efekt naszych badań, przedstawiający istotny wpływ sztucznego nocnego oświetlenia na efektywność

żerowania drapieżnika na wodnych bezkręgowcach (pozycja numer 3 i 12 w części B, punktu II załącznika 4), zaś kolejne prace są w trakcie przygotowania.

Umiejętności, jakie nabyłem podczas współpracy z doświadczonymi badaczami, zaowocowały przy nawiązywaniu współpracy z naukowcami niezwiązanymi bezpośrednio z wcześniej przedstawionym hydrobiologicznym zespołem badawczym. Przykładowo, od roku 2021 prowadzę z doktor Anną Stanicką z Katedry Zoologii Bezkręgowców i Parazytologii UMK badania weryfikujące wpływ inwazyjnych oraz rodzimych gatunków bezkręgowców na dynamikę interakcji między pasożytami i ich żywicielami. Organizmy te mogą wywoływać tzw. efekt rozcieńczenia infekcji, polegający na drapieżnictwie wobec wolnożyjących stadiów życiowych pasożytów lub pełnieniu roli przypadkowych żywicieli („dead end hosts”), utrudniających wnikanie larw do żywicieli docelowych. Współpraca dotyczyć ma szeregu eksperymentów, a wyniki pierwszego z nich zostały już opublikowane (pozycja 10, część B, punkt II, załącznik 4). Zaangażowany jestem również w badania o charakterze biomedycznym, prowadzone przed dr Hanną Kletkiewicz (Katedra Fizjologii Zwierząt i Neurobiologii). Razem z dr Kletkiewicz dokonaliśmy weryfikacji wpływu warunków termicznych w okresie niedotlenienia okołoporodowego na szereg zmian fizjologicznych zachodzących w mózgu (pozycja 5, część B, punkt II, załącznik 4).

Oprócz badań podstawowych opisanych powyżej, zajmowałem się również praktycznymi aspektami funkcjonowania fauny poroślowej, związanymi z porastaniem urządzeń hydrotechnicznych i żywych organizmów przez organizmy o osiadłym trybie życia. W wodach słodkich głównym gatunkiem inwazyjnym biorącym udział w tym zjawisku jest małż racicznica zmienna, który potrafi skutecznie zasiedlać różne konstrukcje hydrotechniczne, generując znaczne straty gospodarcze. Badania nad biologią tego małża i obrastaniem przez niego różnych podłoży finansowane były w ramach grantu NCBiR - POIR.01.01.01-00-1043/15-00 „Opracowanie technologii wytwarzania nanostrukturalnej warstwy powierzchniowej o właściwościach superhydrofobowych w celu zastosowania w przemysłowych filtrach do wody odpornych na zarastanie biologiczne” (prowadzonego pod kierunkiem firmy CIM-mes Projekt Sp. z o.o. z Warszawy), projektu GINOP-2.3.2-15-2016-00019 “Sustainable use of ecosystem services - research for mitigating the negative effect of climate change, land use change and biological invasion” (prowadzonego we współpracy z Balaton Limnological Research Institute – opis powyżej), grantu NCN PRELUDIUM nr

2015/17/N/NZ8/01653, „Wpływ czynników środowiskowych na rytm otwierania i zamykania muszli przez małża racicznicy zmiennej *Dreissena polymorpha*." (kierownik: dr Anna Dzierżyńska-Białończyk, UMK Toruń) oraz wewnętrznych środków uczelni. Ich efektem są między innymi publikacje: pozycja 1 oraz 8 w części B punktu II załącznika 4.

Nagrody i wyróżnienia otrzymane za działalność naukową:

- Stypendium Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego dla doktorantów za wybitne osiągnięcia naukowe (2015/2016)
- Indywidualne wyróżnienia Rektora UMK za wybitne osiągnięcia w dziedzinie badań naukowych (2018, 2021)
- Stypendium Rektora UMK za wysoko punktowane publikacje (2018, 2019, 2020 - dwukrotnie, 2021 – dwukrotnie, 2022)
- Wyróżnienie rozprawy doktorskiej przez Radę Wydziału Biologii i Ochrony Środowiska UMK (2017)

.....
(podpis wnioskodawcy)