WYDZIAŁ BIOLOGII
i OCHRONY
ŚRODOWISKA
Uniwersytet Łódzki

Grzegorz Zięba

AUTOREFERAT

ZAŁĄCZNIK 2a

AUTOREFERAT

A. Imię i Nazwisko

Grzegorz Zięba

B. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe/artystyczne – z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej:

- tytuł magistra biologii w zakresie biologii środowiskowej, Katedra Ekologii i Zoologii Kręgowców UŁ, 1999 r. tytuł pracy magisterskiej: „Preferencje siedliskowe różanki, *Rhodeus sericeus amarus* w rzece Drzewiczce", promotor: prof. dr hab. Mirosław Przybylski

- stopień naukowy doktora nauk biologicznych w zakresie biologii, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska UŁ, 2006 r. tytuł rozprawy doktorskiej: „Struktura zespołów ryb systemu rzeki Bzury na tle czynników środowiskowych", promotor: prof. dr hab. Wanda Galicka

C. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych/ artystycznych oraz inne doświadczenie zawodowe:

- 1999-2006 – słuchacz Studium Doktoranckiego Ekologii i Ochrony Środowiska na Wydziale Biologii i Nauk o Ziemi Uniwersytetu Łódzkiego,

- 2000-2006 – asystent w Katedrze Ekologii i Zoologii Kręgowców, UŁ,

- 2006- obecnie – adiunkt w Katedrze Ekologii i Zoologii Kręgowców, UŁ,

- 2006 – staż postdoc w Department of Biology, University of Leicester, Anglia,

- 2008-2010 – staż postdoc w CEFAS Lowestoft (Centre for Environment Fisheries and Aquaculture Science), Anglia.

D. 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.):

Tytuł osiągnięcia naukowego/artystycznego:

Wybrane aspekty biologii rozrodu i dyspersji bassa słonecznego *Lepomis gibbosus*

Osiągnięcie naukowe stanowi cykl 5 publikacji, których sumaryczny IF (według roku publikacji lub w przypadku prac wydanych w 2018 dla roku 2016) wynosi 9,222, a liczba punktów Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego zgodnie z rokiem opublikowania wynosi 157.

Oświadczenia współautorów publikacji zawarte są w Załączniku 5 (autor/autorzy, tytuł/tytuły publikacji, rok wydania, nazwa wydawnictwa).

H1. Zięba G., Fox M.G., Copp G.H. 2010. The effect of elevated temperature on spawning of introduced pumpkinseed *Lepomis gibbosus* in Europe. Journal of Fish Biology 77: 1850-1855.
Punkty MNiSW: 27 (2010), 30 (2016); IF: 1,330 (2010), IF: 1,519 (2016), $IF_{5\ letni}$: 1,515, liczba cytowań: 20 (Web of Science, logowanie 05.05.2018)

Wkład 50%: pozyskanie finansowania (kierownik grantu MC IEF, 7 Program Ramowy UE), współtworzenie koncepcji badań i eksperymentu terenowego, zebranie danych w terenie, opracowanie procedury redukcji i analizy danych telemetrycznych, udział w analizie statystycznej wyników, przygotowanie wstępnej wersji manuskryptu, udział w redagowaniu ostatecznej wersji manuskryptu i sformułowaniu wniosków, uzyskanie licencji na prowadzenie badań eksperymentalnych na obcych gatunkach ryb w UK (*kopia manuskryptu w Załączniku 4, deklaracje współautorów dotyczące ich wkładu w Załączniku 5*)

H2. **Zięba G.**, Fox M.G., Copp G.H. 2015. How will climate change affect the recruitment of non-native pumpkinseed *Lepomis gibbosus* in the U.K.? PLOS ONE. 10(8): e0135482. doi:10.1371/journal.pone.0135482.

Punkty MNiSW: 40 (2015), 35 (2016); IF: 3,057 (2015), IF: 2,806 (2016), $IF_{5\ letni}$: 3,535, liczba cytowań: 4 (Web of Science, logowanie 05.05.2018)

Wkład 50%: pozyskanie finansowania (kierownik grantu MC IEF, 7 Program Ramowy UE), współtworzenie koncepcji badań i eksperymentu terenowego, zebranie danych w terenie, analiza laboratoryjna materiału, udział w analizie statystycznej wyników, przygotowanie wstępnej wersji manuskryptu, udział w redagowaniu ostatecznej wersji manuskryptu i sformułowaniu wniosków, uzyskanie licencji na prowadzenie badań eksperymentalnych na obcych gatunkach ryb w UK (*kopia manuskryptu w Załączniku 4, deklaracje współautorów dotyczące ich wkładu w Załączniku 5*)

H3. Fobert E., **Zięba G.**, Vilizzi L., Godard M.J., Fox M.G., Stakėnas S., Copp G.H. 2013. Predicting non-native fish dispersal under conditions of climate change: case study in England of dispersal and establishment of pumpkinseed *Lepomis gibbosus* in a floodplain pond. Ecology of Freshwater Fish. 22, 106-116.

Punkty MNiSW: 30 (2013), 30 (2016); IF: 1,590 (2013), IF: 2,054 (2016), $IF_{5\ letni}$: 2,061, liczba cytowań: 14 (Web of Science, logowanie 05.05.2018)

Wkład 25%: pozyskanie finansowania (kierownik grantu MC IEF, 7 Program Ramowy UE), współtworzenie koncepcji badań, zebranie danych dotyczących rozprzestrzeniania się bassa słonecznego i przepływów w badanych ciekach, udział w analizie materiału, udział w przygotowaniu manuskryptu i sformułowaniu wniosków, uzyskanie licencji na prowadzenie badań eksperymentalnych na obcych gatunkach ryb w UK (*kopia manuskryptu w Załączniku 4, deklaracje współautorów dotyczące ich wkładu w Załączniku 5*)

H4. **Zięba G.**, Smith C., Fox M.G., Yavno S, Záhorská E., Przybylski M., Masson G., Cucherousset J., Verreycken H., Van Kleef H.H., Copp G.H. 2018. Red operculum spots, body size, maturation and evidence for a satellite male phenotype in non-native European populations of pumpkinseed *Lepomis gibbosus*. Ecology of Freshwater Fish. DOI: 10.1111/eff.12399.

Punkty MNiSW: 30, IF: 2,054, $IF_{5\ letni}$: 2,061, liczba cytowań: 0

Wkład 40%: pozyskanie finansowania (kierownik grantu MC IEF, 7 Program Ramowy UE, kierownik grantu Sonata, NCN), koordynowanie gromadzenia danych z europejskich populacji bassa słonecznego, zebranie danych dla polskich populacji, udział w analizie danych, udział w przygotowaniu manuskryptu i sformułowaniu wniosków (*kopia manuskryptu w Załączniku 4, deklaracje współautorów dotyczące ich wkładu w Załączniku 5)*

H5. Zięba G., Dukowska M., Przybylski M., Fox M.G., Smith C. 2018. Parental care compromises feeding in the pumpkinseed fish (*Lepomis gibbosus*). Science of Nature. DOI: 10.1007/s00114-018-1554-0.

Punkty MNiSW: 30, IF: 1,191, liczba cytowań: 0

Wkład 50%: pozyskanie finansowania (kierownik grantu Sonata, NCN), stworzenie koncepcji badań, udział w zebraniu danych w terenie i analizie laboratoryjnej materiału, przygotowanie wstępnej wersji manuskryptu, udział w redagowaniu ostatecznej wersji manuskryptu i sformułowaniu wniosków, autor korespondujący (*kopia manuskryptu w Załączniku 4, deklaracje współautorów dotyczące ich wkładu w Załączniku 5*)

Podsumowanie bibliometryczne dla publikacji stanowiących osiągnięcie *Impact Factor* według bazy Web of Science:

Sumaryczny *IF* z roku opublikowania	9,222
Sumaryczny *IF* z roku 2016 (ostatnie dostępne w WoS)	9,624
Sumaryczny *IF* 5-letni z roku opublikowania	10,353
Sumaryczny *IF* 5-letni z roku 2016 (aktualny)	10,511
Liczba punktów MNiSW z roku opublikowania:	157
Liczba punktów MNiSW wg wykazu z 2016 r.:	155
Liczba cytowań wg bazy *Web of Science* (na dzień 05.05.2018):	38

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

Bass słoneczny *Lepomis gibbosus* (Linnaeus, 1758), (Centrarchidae, Perciformes) jest niewielką rybą zasiedlającą słodkowodne zbiorniki wody stojącej lub wolno płynące cieki od strefy umiarkowanej do subtropikalnej wschodniego wybrzeża Ameryki Północnej, tj. od Nowego Brunszwiku (Kanada) do Florydy (USA) (Scott i Grossman 1973). Ryba spotykana jest również poza swoim naturalnym zasięgiem i w przypadku Europy, gdzie została introdukowana pod koniec XIX w. występuje w co najmniej 28 krajach (Copp i Fox 2007), w tym w Polsce i Anglii. Do Europy bass słoneczny został sprowadzony w 1887 r. w celach hodowlanych, a jego dalsze rozprzestrzenianie miało związek również z przypadkowymi translokacjami wraz z materiałem zarybieniowym m.in. karpia (*Cyprinus carpio*) (Witkowski 1989), celowymi introdukcjami jako ryby ozdobnej (Copp i in. 2002) lub wykorzystywanej w usuwaniu pasożytów w hodowlach pstrąga tęczowego (*Onchorhynchus mykiss*).

Bass słoneczny odbywa tarło porcjowe i opiekuje się potomstwem (Balon 1975). Samce, którym udaje się ustanowić niewielkie, własne terytorium, zakładają gniazdo poprzez usuwanie miękkiego osadu i wygrzebywanie płytkiego (3-5 cm) dołka o średnicy do 40 cm w mineralnym podłożu. W każdym z gniazd ikrę może złożyć nawet kilka samic, jednak opiekę przez cały okres jej inkubacji i wzrostu larw sprawują wyłącznie samce terytorialne. Każdorazowo cykl zwabienia samic, odbycie tarła i opieki nad potomstwem trwa około 11-12 dni (Scott i Grossman 1973). Tarło rozpoczyna się, gdy temperatura wody osiąga 12-17^{o}C, co w zależności od szerokości geograficznej w obszarze introdukcji może mieć miejsce już od maja, a kolejne porcje ikry mogą być składane do września (Jordan i in. 2009). Samce o mniejszych rozmiarach ciała, którym nie udaje się ustanowić własnego terytorium, mogą realizować alternatywną strategię rozrodczą (ASR), jako tzw. kukułki (Krebs i Davies 2001) (ang. *cuckolders*) i podejmować próby zakradania się do gniazd w trakcie albo bezpośrednio po tarle samic w celu zapłodnienia składanych przez nie jaj. Dotychczasowe ustalenia (Gross 1979, 1982; Neff i Clare 2008), oparte jednak głównie na obserwacji blisko spokrewnionego gatunku *L. macrochirus* (pol. bass niebieski / pręgowany / błękitnoskrzelny), wskazują, że w przypadku bassa słonecznego ASR może być realizowana jedynie przez (ang.) s*neakers (brak bezpośredniego polskiego odpowiednika, opisane w Krebs i Davies 2001 jako tzw. „małe kukułki"*). Są to z reguły małe osobniki o nieproporcjonalnie dużych gonadach, które starają się błyskawicznie wtargnąć do gniazda samca terytorialnego w trakcie jego tarła, dążąc do zapłodnienia ikry. Jak dotąd, w przeciwieństwie do bassa niebieskiego, nie było doniesień o występowaniu u bassa słonecznego ASR realizowanej przez relatywnie duże osobniki, tj. samce satelitarne czyli (ang.) *satellites (opisane w Krebs i Davies 2001 jako tzw. „większe kukułki")*, wyglądem przypominające samice, starające się niepostrzeżenie dostawać do gniazd w sposób charakterystyczny dla samic lub wraz z nimi. (*Dla spójności z opisami zawartymi w publikacjach H4 i H5, w dalszej części autoreferatu dla określenia ASR samców posługiwać się będę określeniami w języku angielskim*).

Bass słoneczny osiąga dojrzałość płciową w drugim roku życia (Scott i Grossman 1973), przy czym w populacjach poza zasięgiem naturalnym, zasiedlających zbiorniki o sztucznie zawyżonej termice, często obserwowane jest przyspieszanie tempa wzrostu i obniżanie wieku osiągania dojrzałości płciowej (Dembski i in. 2006; Masson i in. 2015). Potencjalnie może to mieć wpływ na zwiększoną przeżywalność form młodocianych i podwyższony sukces

w kolonizowaniu nowych siedlisk. Bass słoneczny jest gatunkiem wszystkożernym wykazującym wysoki stopień plastyczności w sposobie wykorzystywania różnych źródeł pokarmu (Copp i in. 2004), będącym często odzwierciedleniem zajmowanej niszy ekologicznej (Gillespie i Fox 2003). Cechy biologii gatunku (ang. *life-history traits*, LHT) większości obcych taksonów w środowiskach ich introdukcji podlegają znacznym modyfikacjom w stosunku do populacji rodzimych, wynikającym z różnic w oddziaływaniu odmiennych czynników zarówno biotycznych, jak i abiotycznych. W przypadku bassa słonecznego zaobserwowano m.in., że w sprzyjających warunkach w obszarach jego introdukcji niektóre osobniki osiągają dojrzałość płciową już po pierwszym roku życia (Cucherousset i in. 2009). Zmiany te nasilają się dodatkowo w populacjach zasiedlających siedliska o zaburzonej (podwyższonej) termice.

Celem mojej pracy było określenie, jak aktywność tarłowa bassa słonecznego może zmieniać się w warunkach ocieplenia klimatu, przewidywanego w prognozach dla obszarów introdukcji tego gatunku. W szczególności interesowały mnie aspekty związane z momentem rozpoczęcia tarła, jak również z intensywnością, częstotliwością i długością tarła (**H1**). Dodatkowo moje badania obejmowały określenie wpływu temperatury na płodność samic i liczebność oraz kondycję narybku, a także możliwości przetrwania przez narybek pierwszej zimy (**H2**), co w przypadku większości organizmów strefy umiarkowanej decyduje o możliwości skutecznego utrzymania się lokalnych populacji, bądź zwiększania ich liczebności. Czynnikiem podlegającym zmianom w wyniku ocieplania klimatu jest także zmiana wzorca opadów atmosferycznych, skutkująca wzrostem intensywności niekorzystnych zjawisk hydrologicznych wpływających na możliwości dyspersji ryb. W związku z tym starałem się określić, jak zmienność przepływów może wpływać na rozprzestrzenianie się bassa słonecznego, a w przypadku ustanowienia nowej populacji modyfikować cechy biologii tego gatunku (**H3**). Ponadto starałem się określić udział samców o strategii kukułek w lokalnych populacjach bassa słonecznego w Europie oraz zweryfikować istnienie więcej niż jednej ASR w obszarze introdukcji tej ryby. Cechą diagnostyczną tego gatunku jest występowanie charakterystycznej czerwonej plamki na wieczku skrzelowym. Dlatego też podjąłem próbę wyjaśnienia roli tej plamki, która postrzegana jest jako sygnał wykorzystywany w procesie kojarzenia par (**H4**). W przypadku samców realizujących różne strategie rozrodcze starałem się określić wpływ realizowanej strategii na możliwość zajmowania różnych nisz pokarmowych wskutek ograniczeń wynikających z intensywnej opieki samców terytorialnych nad potomstwem (**H5**).

H1. **Zięba G.**, Fox M.G., Copp G.H. 2010. The effect of elevated temperature on spawning of introduced pumpkinseed *Lepomis gibbosus* in Europe. Journal of Fish Biology 77: 1850-1855

Kluczowym czynnikiem wpływającym na sukces w rozszerzaniu zasięgu przez obce gatunki są ich możliwości adaptacyjne, pokonywanie barier i aklimatyzowanie się do nowych warunków. Bass słoneczny należy do grupy gatunków pochodzących z Ameryki Północnej, które odniosły dotychczas największy sukces w kolonizowaniu nowych obszarów, czego rezultatem jest choćby jego obecność w co najmniej 28 krajach w Europie (Copp i Fox 2007). Wsiedlany do zbiorników o podwyższonej termice odznaczał się szybszym tempem wzrostu, wcześniejszym dojrzewaniem płciowym, większą alokacją zasobów w proces rozmnażania, ale zarazem krótszym czasem życia (Dembski i in. 2006; Fox i Crivelli 1998, 2001). Charakteryzujący się

tarłem porcjowym bass słoneczny podejmował również więcej aktów rozmnażania, jednak częstotliwość i czas trwania aktów tarła szacowana była jedynie pośrednio, na podstawie zmian ciężaru ciała ryb (Fox i Crivelli 1998). W swoich badaniach po raz pierwszy w bezpośredni sposób starałem się określić wpływ temperatury na zachowania tarłowe, w tym na czas rozpoczęcia i trwania tarła oraz częstotliwość i czas trwania wizyt samic w gniazdach samców terytorialnych. Indywidualnie oznakowane za pomocą (ang.) *Passive Integrated Transponder* osobniki bassa słonecznego hodowano w sztucznych stawach o naturalnej i sztucznie podwyższonej termice (symulacja efektu ocieplenia klimatu). Aktywność ryb, zarówno samców, jak i samic, rejestrowano dzięki antenom umiejscowionym w warstwie żwiru – preferowanego substratu do zakładania gniazda przez terytorialne samce. Badania prowadzone były w Tanyard Fishery, East Sussex, Anglia.

W eksperymencie tym zarejestrowano 320 aktów tarła odbytych przez 84 osobniki (po 7 samców i 7 samic w każdym z sześciu stawów, po trzy powtórzenia dla każdego reżimu termicznego). W wyniku analizy tak zebranych danych wykazano wcześniejsze, średnio o 11 dni, przystępowanie do tarła przez ryby hodowane w warunkach symulujących ocieplenie klimatu, w porównaniu ze zbiornikami o naturalnej termice wody. Nie wykazano różnic w długości trwania tarła ani liczbie aktów tarła, jakkolwiek wcześniejsze w sezonie rozmnażanie w cieplejszych warunkach może przynieść korzyści w postaci potencjalnie lepszego przeżywania narybku w okresie pierwszej zimy. Wcześniejszy wylęg oznacza dłuższy okres wzrostu w pierwszym roku życia, a więc zimowanie osobników większych w porównaniu z osobnikami urodzonymi później w danym sezonie rozrodczym. Ponadto w przeprowadzonym eksperymencie w zbiorniku o naturalnym reżimie termicznym zarejestrowano bardzo późną (tj. 20 września) próbę odbycia tarła – faktu wcześniej nieodnotowanego.

H2. **Zięba G.**, Fox M.G., Copp G.H. 2015. How will climate change affect the recruitment of non-native pumpkinseed *Lepomis gibbosus* in the U.K.? PLOS ONE. 10(8): e0135482. doi:10.1371/journal.pone.0135482

Prognozowany dla Wielkiej Brytanii wzrost temperatury o 2-5°C do 2050 roku w wyniku ocieplania klimatu (Jenkins i in. 2009) może wpłynąć na zwiększenie sukcesu aklimatyzowania się i ustanawiania trwałych populacji obcych gatunków, w tym słodkowodnych ryb (Britton i in. 2010). W konsekwencji ocieplanie klimatu może prowadzić do zmian w funkcjonowaniu rodzimych ekosystemów, być przyczyną rozprzestrzeniania się nowych patogenów lub wpływać na sukces rozrodczy rodzimych taksonów (Libosvárský i in. 1990; Britton i in. 2009; Vilizzi 2012). Zmiana reżimu termicznego wód może w szczególności wpływać na przeżywalność form młodocianych i w konsekwencji na tempo wzrostu liczebności populacji obcych, ciepłolubnych gatunków ryb. Towarzyszące zmianie reżimu termicznego zaburzenie charakterystycznego wzorca przepływu wody w ciekach sprzyjać może rozpraszaniu się najbardziej predystynowanych do dyspersji form młodocianych (Fobert i in. 2013). Jeśli młodociane osobniki podejmują wędrówkę, ich sukces zależy głównie od liczebności migrującej frakcji oraz od kondycji poszczególnych osobników (Sargent i in. 1987), a jak podkreślają Jørgensen i in. (2011) na kondycję narybku wpływają bezpośrednio temperatura oraz dostępność pokarmu.

W eksperymencie terenowym (Tanyard Fishery, East Sussex, Anglia) uwzględniającym dwa warianty reżimu termicznego wody (naturalna termika oraz scenariusz odzwierciedlający prognozowany dla Anglii wzrost temperatury wody wynikający z ocieplania klimatu) określono sukces rozrodczy opiekującego się potomstwem bassa słonecznego, mierzony liczbą i wielkością ciała narybku, zarówno pod koniec sezonu rozrodczego, jak i po pierwszym zimowaniu narybku. W tym eksperymencie obserwowano potomstwo 84 bassów słonecznych (42 samce i 42 samice), przetrzymywanych w 6 zbiornikach (po 3 dla każdego wariantu termiki wody). W 3 stawach o naturalnej termice obserwowano łącznie 2460 osobników narybku, a w 3 o podwyższonej temperaturze wody – łącznie 866 osobników. W zbiornikach o podwyższonej temperaturze wody narybek charakteryzował się większymi łącznymi przyrostami ciężaru ciała, wynikającymi z dłuższego okresu dorastania (z uwagi na wcześniejsze rozpoczęcie tarła przez osobniki rodzicielskie). W konsekwencji skutkowało to wyższą (niemal 100 %) przeżywalnością pierwszej zimy w stosunku do osobników dorastających w zbiornikach o naturalnych warunkach termicznych. Wyniki przeprowadzonych badań wskazują, że w przewidywanych scenariuszach dotyczących prognozowanych wzrostów temperatur dla Anglii populacje bassa słonecznego zwiększą swoją liczebność. Mechanizmem odpowiedzialnym będzie wcześniejsze przystępowanie do tarła, pozwalające na osiąganie przez narybek większych rozmiarów ciała i lepszej kondycji przed końcem sezonu, które prowadzić może do wyższej przeżywalności zimy. W konsekwencji osobniki te będą miały możliwość wcześniejszego dojrzewania płciowego i osiągania większego całożyciowego sukcesu rozrodczego, przyczyniając się do wzrostu zagęszczenia obecnych i ustanawiania nowych populacji w Wielkiej Brytanii, co może stanowić poważne zagrożenie dla rodzimej fauny wodnej.

H3. Fobert E., **Zięba G.**, Vilizzi L., Godard M.J., Fox M.G., Stakėnas S., Copp G.H. 2012. Predicting non-native fish dispersal under conditions of climate change: case study in England of dispersal and establishment of pumpkinseed *Lepomis gibbosus* in a floodplain pond. Ecology of Freshwater Fish. 22, 106-116

Według prognoz ocieplenie klimatu przejawiać się będzie nie tylko wzrostem temperatury wody, ale również nasileniem intensywności zjawisk hydrologicznych skutkujących zaburzeniami wzorca przepływów w ciekach. Powodować to będzie modyfikacje obecnych siedlisk, a w konsekwencji zmiany ich dostępności dla organizmów (Rahel i Olden 2008). W przypadku Wielkiej Brytanii przewiduje się, że zaburzenia hydrologiczne mogą m.in. prowadzić do powstania nowych połączeń obiektów akwakultury zlokalizowanych na terenach zalewowych z korytami przyległych cieków (Padilla i Williams 2004; Jenkins i in. 2009). Z powodu przenikających tą drogą nowych taksonów, populacje rodzimych gatunków mogą ulegać osłabieniu wskutek konkurencji (Byers 2002; Hellmann i in. 2008), szczególnie w przypadku wnikania gatunków odnoszących korzyści z zachodzących zmian klimatycznych, jakim m.in. jest bass słoneczny (Britton i in. 2010).

W południowej Europie bass słoneczny postrzegany jest jako gatunek inwazyjny, charakteryzujący się szybszym wzrostem we wczesnych stadiach ontogenezy i wcześniejszym okresem osiągania dojrzałości płciowej przy mniejszych rozmiarach ciała (Copp i Fox 2007). Bassy słoneczne zasiedlające północną część europejskiego zasięgu, w tym Anglię, rosną

jednak wolniej, a w obecnych warunkach klimatycznych przeważnie dojrzewają później i dożywają dłuższego wieku (Cucherousset i in. 2009).

Prowadzone obserwacje (praca H3) dryfującego narybku bassa słonecznego w ciekach zasilających stawy rybne, oraz na odpływach ze stawów (East Sussex, południe Anglii) wskazały na istotną zależność liczby uciekających osobników od wzrastającego przepływu. Dodatkowo ustalono, że odpływ ze stawów w postaci rury przelewowej (Tanyard Fishery) był barierą trudniejszą do pokonania dla ryb niż śluza (Boringwheel Lake). Analiza krzywych wzrostu osobników nowo ustanowionej populacji bassa słonecznego (Watersmeet Pond) wskazała odmienność przebiegu trajektorii wzrostu w porównaniu z zasiedziałą populacją źródłową (Boringwheel Lake). Do drugiego roku życia osobniki charakteryzowały się szybszym wzrostem i większymi rozmiarami ciała, natomiast całkowita średnia długość ciała ryb w czwartym roku życia była mniejsza niż w populacji źródłowej. Przebieg tej trajektorii odpowiadał charakterystykom stwierdzanym dla populacji z południa Europy. Ponadto samice w relatywnie niedawno ustanowionej populacji dojrzewały średnio o 0,8 roku wcześniej w porównaniu z zasiedziałą populacją źródłową. Co więcej, średnia długość ciała (67,5 mm) w momencie osiągania dojrzałości płciowej samic z Watersmeet Pond była nie tylko mniejsza od długości samic z Boringwheel Lake (78,9 mm), ale również od ustalonej dla wszystkich przebadanych populacji bassa słonecznego w Anglii.

Z uwagi na fakt, że utrzymanie się trwałych populacji obcych gatunków uzależnione jest od liczby introdukowanych osobników i częstotliwości introdukcji (Williamson 1996; Williamson i Fitter 1996) odnotowywany wzrost liczby powodzi (konsekwencja ocieplania się klimatu) niewątpliwie będzie skutkował rozszerzaniem się zasięgu wielu obcych gatunków ryb, w tym bassa słonecznego. Przeprowadzone badania ujawniły niezwykłą plastyczność bassa słonecznego, który w nowo zasiedlonym zbiorniku, w warunkach ograniczonej konkurencji (wewnątrz- i międzygatunkowej) potrafił dostosować parametry swojej biologii w sposób typowy dla populacji zasiedlających południe Europy (Stearns 1976; Copp i Fox 2007). Zależność wzrostu osobników niedojrzałych płciowo od średniego wieku osiągania dojrzałości płciowej przyjęta została jako miara oceny potencjału inwazyjnego (Copp i Fox 2007; Cucherousset i in. 2009). W przypadku obu badanych populacji bass słoneczny może być wciąż uznawany za nieinwazyjny, jednak osobniki charakteryzujące się tempem wzrostu i wiekiem osiągania dojrzałości płciowej zaobserwowanym w relatywnie młodej populacji z Watersmeet Pond są bliskie fazy przejściowej, po której ryby uznano by za gatunki inwazyjne. W kontekście prognozowanych dla Wielkiej Brytanii zmian klimatycznych (dotyczących zarówno wzrostu temperatury, jak i częstotliwości ekstremalnych zjawisk hydrologicznych) należy się spodziewać, że w przyszłości bass słoneczny będzie wykazywał cechy gatunku inwazyjnego.

H4. Zięba G., Smith C., Fox M.G., Yavno S, Záhorská E., Przybylski M., Masson G., Cucherousset J., Verreycken H., Van Kleef H.H., Copp G.H. 2018. Red operculum spots, body size, maturation and evidence for a satellite male phenotype in non-native European populations of pumpkinseed *Lepomis gibbosus*. Ecology of Freshwater Fish. DOI: 10.1111/eff.12399

Badania nad alternatywnymi strategiami rozrodczymi (ASR) bassa niebieskiego prowadzone przez Grossa (1982) oraz Neff i Clare (2008) oparte na obserwacjach behawioru i analizie indeksu gonado-somatycznego (GSI) sugerowały, że podobne typy strategii rozrodczych mogą występować w populacjach bassa słonecznego. Alternatywne strategie rozrodcze to specyficzny behawior samców polegający na próbie zakradania się do gniazd innych samców (terytorialnych) i zapładniania składanych tam jaj. Niemniej jednak w przypadku bassa słonecznego wśród nieterytorialnych samców zakładano obecność jedynie małych osobników, tzw. *sneakers.* Przyjmowano również, że samce terytorialne wykazywały bardziej jaskrawe ubarwienie (Scott i Crossman 1973). Jedną z charakterystycznych cech ubarwienia większości osobników bassa słonecznego są czerwone plamki na pokrywach skrzelowych, które ze względu na swoje pochodzenie (barwniki karotenowe) mogą pełnić rolę wskaźników zarówno kondycji osobniczej, jak i efektywności żerowania, wykorzystywanych w doborze płciowym (Olson i Owens 1998; Wootton i Smith 2015). Ich obecność w przypadku samców dodatkowo wiązana jest z wewnątrzgatunkowymi zachowaniami agresywnymi (Stacey i Chiszar 1978). Dotychczas przyjmowano, że poza czerwonymi plamkami samce realizujące odmienne strategie rozrodcze mogły różnić się dodatkowo wiekiem osiągania dojrzałości płciowej i wielkością gonad. *Cuckolders* powinny ponadto wykazywać adaptacje sprzyjające konkurencji plemników polegające na większym rozmiarze jąder, większym ejakulacie i sprawniej poruszających się plemnikach, co w konsekwencji może być ocenione poprzez wyższy GSI (Montgomerie i Fitzpatrick 2009).

Przeprowadzona po raz pierwszy na potrzeby obecnych badań szczegółowa analiza wielkości GSI dla 465 samców z 16 europejskich populacji ujawniła obecność trójmodalnych rozkładów w populacjach z Belgii, Francji i Polski, sugerujących możliwość występowania niepotwierdzanych dotychczas w populacjach bassa słonecznego dwóch ASR: jedną realizowaną przez opisywane przez Gross'a (1982) samce typu *sneakers*, a drugą (dotychczas nie opisaną u tego gatunku) przez *satellites*. Ponadto w oparciu o cyfrową analizę obrazów przedstawiających pokrywy skrzelowe ryb (z europejskich populacji) ustalono, że obecność czerwonej plamki na pokrywach wieczka skrzelowego bassa słonecznego związana jest z osiąganiem przez ryby dojrzałości płciowej, natomiast wielkość plamki jest ściśle skorelowana z wielkością ciała samców (bez względu na realizowaną strategię rozrodczą) pełniąc najprawdopodobniej funkcję sygnału informującego o dojrzałości płciowej i wielkości ciała bassa słonecznego.

H5. Zięba G., Dukowska M., Przybylski M., Fox M.G., Smith C. 2018. Parental care compromises feeding in the pumpkinseed fish (*Lepomis gibbosus*). Science of Nature. DOI: 10.1007/s00114-018-1554-0

Opieka nad potomstwem u zwierząt związana jest z ponoszeniem wysokich kosztów i może przez to prowadzić do ograniczenia sukcesu reprodukcyjnego w kolejnych epizodach rozrodczych (Wootton i Smith 2015). Może to następować poprzez bezpośrednie narażenie rodziców na większe ryzyko ataku ze strony drapieżników, bądź pośrednio, obniżając ich kondycję wskutek np. podejmowania dodatkowych aktywności związanych z ustanowieniem i strzeżeniem terytorium, a docelowo również opieką nad jajami lub potomstwem (Clutton-Brock 1991; Smiseth i in. 2012). W przypadku ryb o zapłodnieniu zewnętrznym, opieka

najczęściej realizowana jest przez samce i ma to najprawdopodobniej związek z zagwarantowaniem ojcostwa (Williams 1966; Mank i in. 2005). W skrajnych przypadkach czasochłonne zaangażowanie się samców może skutkować dodatkowo upośledzeniem ich rytmu żerowania (Wootton i Smith 2015). W konsekwencji przyjmuje się, że obserwowane u samców przypadki kanibalizmu na jajach lub larwach własnego gatunku (w tym własnych) mogą być formą pasożytnictwa na samicach mającą na celu uzupełnianie własnych deficytów energetycznych i zwiększania własnego dostosowania (ang. *fitness*) kosztem partnerek. Inne badania wskazują również, że powodem zjadania potomstwa może być ograniczanie jego śmiertelności zależnej od zagęszczenia (Rohwer 1978; Klug i in. 2006). Sposobem uniknięcia wysokich kosztów związanych z wychowaniem potomstwa, przy równoczesnym maksymalizowaniu własnego sukcesu rozrodczego, jest stosowanie ASR przez samce. W przypadku bassa słonecznego, u którego opieka rodzicielska realizowana jest wyłącznie przez samce, wyróżniono co najmniej dwie strategie, w tym: dominujących samców terytorialnych i *cuckolders*, przy czym jedynie samce terytorialne wykazują opiekę nad potomstwem i tylko one ponoszą koszty tej opieki (Gross 1979, 1982; Jordan i in. 2009).

Ocena skali ograniczeń w żerowaniu wynikających z realizowanej strategii rozrodczej przez samce bassa słonecznego oparta była na szczegółowej analizie diety 123 dojrzałych płciowo osobników odławianych w cyklu dobowym w trzygodzinnych odstępach czasu ze strefy brzegowej niewielkiego stawu parkowego w Szczecinie (Polska), w okresie trwającego tarła. Kategorie pokarmu pozyskanego z żołądków ryb oznaczano w miarę możliwości do gatunku, co umożliwiło również identyfikację niszy zajmowanej przez ofiary w zbiorniku, z którego pochodziły ryby. W rezultacie dopasowania rozkładów normalnych do diagramów frekwencji GSI analizowanych samców wyróżniono 39 osobników terytorialnych i 28 realizujących ASR (*cuckolders*). Punktem odniesienia w analizie były samice (56 osobników). Ustalono, że całkowity ciężar pokarmu, jak również ciężar i liczebność larw ochotek (główny składnik pokarmu) w żołądkach samców terytorialnych były niższe od wartości notowanych u samic, przy równoczesnym braku różnic powyższych parametrów między samcami nieterytorialnymi a samicami. Ponadto stwierdzono, że samce terytorialne konsumowały głównie ikrę własnego gatunku, podczas gdy w diecie samic oraz *cuckolders* dominowały poczwarki ochotkowatych – stadium rozwojowe najczęściej spotykane w kolumnie wody.

Powyższe badania są jednym z nielicznych przykładów wskazujących bezpośrednio na ograniczenia wynikające z pełnionej opieki rodzicielskiej. Ograniczenia w żerowaniu dotyczyły jedynie samców terytorialnych w czasie tarła. Samce te koncentrując się na ustanowieniu i utrzymaniu terytorium (walkach z innymi samcami), zachęcaniu samic do składania jaj w gnieździe, obronie ikry przed innymi samcami terytorialnymi i nieterytorialnymi (*cuckolders*) próbującymi zapłodnić jaja, wykorzystywały niewielkie zasoby pokarmowe (w tym ikrę) oraz ograniczały czas żerowania do dwóch okresów pobierając pokarm głównie nad ranem i o zmierzchu. Można przyjąć, że wyższe prawdopodobieństwo zjadania jaj własnego gatunku przez terytorialne samce jest konsekwencją ich terytorializmu i wynikających z niego ograniczeń dostępu do obfitych zasobów, jakim były poczwarki Chironomidae.

Ograniczeniom takim nie podlegają samce *cuckolders*, które dążą jedynie do zapłodnienia jaj tuż po złożeniu ich przez samice, choć wpływając do gniazda narażają się na krótkotrwały atak samców terytorialnych. Ograniczeń w żerowaniu w cyklu dobowym nie zaobserwowano również w przypadku samic.

Realizując badania nad „**Wybranymi aspektami biologii rozrodu i dyspersji bassa słonecznego *Lepomis gibbosus*”** wykazałem, że w prognozowanych na 2050 rok dla Wielkiej Brytanii warunkach klimatycznych, w związku z odnotowywanym ociepleniem klimatu, możliwe będzie na podstawie analizy cech biologii gatunku (*LHT*) uznanie bassa słonecznego za gatunek inwazyjny. Prawdopodobne jest, że gatunek ten dzięki łatwości dyspersji w warunkach zaburzeń hydrologicznych będzie istotnie zwiększał swój zasięg występowania, a nowo ustanowione populacje, dzięki wysokiej plastyczności wzrostu narybku lub osiąganej wcześniej dojrzałości płciowej, będą z powodzeniem konkurować z rodzimymi gatunkami ryb. Prognozowany wzrost temperatury może skutkować dodatkowo wcześniejszym przystępowaniem do tarła w danym sezonie, istotnie zwiększając możliwość przetrwania krytycznych dla narybku okresów zimy.

Ponadto osiągnięciem wynikającym z przeprowadzonych badań jest wykazanie po raz pierwszy w historii badań nad omawianym gatunkiem możliwości występowania dwóch alternatywnych strategii rozrodczych samców. Kluczowa, diagnostyczna cecha morfologiczna, tj. obecność czerwonej plamki na pokrywach skrzelowych, okazała się być zależna od dojrzałości płciowej, bez względu na realizowaną przez samce strategię rozrodczą. Ustaliłem ponadto, że alternatywna strategia rozrodcza samców bassa słonecznego związana jest z korzyściami w postaci mniejszych ograniczeń (czasowych i przestrzennych) w dostępności do źródeł pokarmu w okresie trwania tarła. Zjadanie jaj własnego gatunku przez terytorialne samce jest natomiast rekompensatą ograniczonych możliwości żerowania i podnosi ich dostosowanie (*fitness*) kosztem dostosowania samic i jest przejawem konfliktu między płciami.

Literatura:

Balon E.K. 1975. Reproductive guids of fishes: a proposal and definition. J Fish Res Can 32:821–864.

Britton J.R., Davies G.D., Brazier M. 2009. Eradication of the invasive *Pseudorasbora parva* results in increased growth and production of native fishes. Ecol Freshw Fish 18:8–14.

Britton J.R., Cucherousset J., Davies G.D., Godard M.J., Copp G.H. 2010. Non-native fishes and climate change: predicting species responses to warming temperatures in a temperate region. Freshw Biol 55:1130–1141.

Byers J.E. 2002. Impact of non-indigenous species in natives enhanced by anthropogenic alteration of selection regimes. Oikos 97:449–458.

Clutton-Brock T.H. 1991. The evolution of parental care. Princeton Univ, Press, Princeton.

Copp G.H., Fox M.G. 2007. Growth and life history traits of introduced pumpkinseed (*Lepomis gibbosus*) in Europe, and the relevance to its potential invasiveness. W: F. Gherardi (Ed.), Biological Invaders in Inland Waters: Profiles, Distribution, and Threats (pp. 289–306). Dordrecht, Netherlands: Springer.

Copp G.H., Fox M.G., Kováč V. 2002. Growth, morphology and life history traits of a coolwater European population of pumpkinseed *Lepomis gibbosus*. Arch Hydrobiol 155:585–614.

Copp G.H., Fox M.G., Przybylski M., Godinho F.N. 2004. Life-time growth patterns of pumpkinseed *Lepomis gibbosus* introduced to Europe, relative to native North American populations. Folia Zool 53:237–254.

Cucherousset J., Copp G.H., Fox M.G., Sterud E., Van Kleef H.H., Verreycken H., Záhorská E. 2009. Life-history traits and potential invasiveness of introduced pumpkinseed *Lepomis gibbosus* populations in northwestern Europe. Biol Inv 11(9):2171–2180.

Dembski S., Masson G., Monnier D., Wagner P. Pihan J.C. 2006. Consequences of elevated temperatures on life-history traits of an introduced fish, pumpkinseed *Lepomis gibbosus*. J Fish Biol 69:331–346.

Fox M.G., Crivelli A.J. 1998. Body size and reproductive allocation in a multiple spawning centrarchid. Can J Fisher Aquat Sci 55:737–748.

Fox M.G., Crivelli A.J. 2001. Life history traits of pumpkinseed (*Lepomis gibbosus*) populations introduced into warm thermal environments. Arch Hydrobiol 150**:**561–580.

Gillespie G.J., Fox M.G. 2003. Morphological and life-history differentiation between littoral and pelagic forms of pumpkinseed. J Fish Biol 62(5):1099–1115.

Gross M.R. 1979. Cuckoldry in sunfishes (*Lepomis*: Centrarchidae). Can J Zool 57:1507–1509.

Gross M.R. 1982. Sneakers, satellites and parentals: Polymorphic mating strategies in North American sunfishes. Ethology 60:1–26.

Hellmann J.J., Byers J.E., Bierwagen B.G., Dukes J.S. 2008. Five potential consequences of climate change for invasive species. Conserv Biol 22:534–543.

Jenkins G.J., Murphy J.M., Sexton D.M.H., Lowe J.A., Jones P., Kilsby C.G. 2009. UK climate projections: briefing report. Exeter, UK: Met Office Hadley Centre. (ISBN 978-1-906360-04-7). http://ukclimateprojections.defra.gov.uk/media.jsp?mediaid=87867&filetype=pdf.

Jordan C., Backe N., Wright M.C., Tovey C.P. 2009. Biological synopsis of pumpkinseed (*Lepomis gibbosus*). Can Manuscr Rep Fish Aquat Sci 2886: iv + 16 p.

Jørgensen C., Auer S.K., Reznick D.N. 2011. A model for optimal offspring size in fish, including live-bearing and parental effects. Am Nat 177:119–135.

Klug H., Lindström K., St. Mary C.M. 2006. Parents benefit from eating offspring: density-dependent egg survivorship compensates for filial cannibalism. Evolution 60:2087–2095.

Krebs J.R, Davies N.B. 2001. Wprowadzenie do ekologii behawioralnej. Wydawnictwo Naukowe PWN.

Libosvárský C., Baruš C.V., Sterba O. 1990. Facultative parasitism of *Pseudorasbora parva* (Pisces). Folia Zool Brno 39:355–360.

Mank J.E., Promislow D.E.L., Avise J.C. 2005. Phylogenetic perspectives in the evolution of parental care in ray-finned fishes. Evolution 59:1570–1578.

Masson G., Valente E., Fox M.G., Copp G.H. 2015. Thermal influences on life-history traits and reproductive effort of introduced pumpkinseed sunfish *Lepomis gibbosus* in the River Moselle basin (northeastern France). River Res Appl 31:563–575.

Montgomerie R., Fitzpatrick J.L. 2009. Testes, sperm, and sperm competition. In B.G.M. Jamieson (Ed.), Reproductive Biology and Phylogeny of Fishes (Agnathans and Bony Fishes) (pp. 1–53). Enfield (NH): Science Publishers.

Neff B.D., Clare E.L. 2008. Temporal variation in cuckoldry and paternity in two sunfish species (*Lepomis* spp.) with alternative reproductive tactics. Can J Zool 86:92–98.

Olson V.A., Owens I.P. 1998. Costly sexual signals: Are carotenoids rare, risky or required? Trends Ecol Evol 13:510–514.

Padilla D.K., Williams S.L. 2004. Beyond ballast water: aquarium and ornamental trades as sources of invasive species in aquatic systems. Front Ecol Environ 2:131–138.

Penczak T., Zięba G., Koszaliński H., Kruk A. 2003. The importance of oxbow lakes for fish recruitment in a river system. Arch Hydrobiol 158 (2):267–281. Obecnie: Fund Appl Limnol.

Penczak T., Galicka W., Głowacki Ł., Koszaliński H., Kruk A., Zięba G., Kostrzewa J., Marszał L. 2004. Fish assemblage changes relative to environmental factors and time in the Warta River, Poland, and its oxbow lakes. J Fish Biol 64:483–501.

Przybylski M, Zięba G. 2000. Microhabitat preference of European bitterling, Rhodeus sericeus in the Drzewiczka River (Pilica basin). Pol Arch Hydrobiol 47:99–114.

Rahel F.J., Olden J.D. 2008. Assessing the effects of climate change on aquatic invasive species. Conserv Biol 22:521–533.

Sargent R.C., Taylor P.D., Gross M.R. 1987. Parental care and the evolution of egg size in fishes. Am Nat 129:32–46.

Scott W.B., Crossman E.J. 1973. Freshwater Fishes of Canada. Ottawa, Canada: Fisheries Research Board of Canada.

Smiseth P.T., Kölliker M., Royle N.J. 2012. In: Royle N.J., Smiseth P.T., Kölliker M. (eds) The evolution of parental care. Oxford. University Press, Oxford, pp 1–17.

Stacey P.B., Chiszar D. 1978. Body color pattern and the aggressive behavior of male pumpkinseed sunfish (*Lepomis gibbosus*) during the reproductive season. Behaviour 64:271–297.

Stearns S.C. 1976. Life history tactics: a review of the ideas. Q Rev Biol 51:3–47.

Vilizzi L. 2012. The common carp, *Cyprinus carpio*, in the Mediterranean region: origin, distribution, economic benefits, impacts and management. Fish Manag Ecol 19:93–110.

Williams G.C. 1966. Natural selection, the costs of reproduction, and a refinement of Lack's principle. Am Nat 100:687–690.

Williamson M.H. 1996. Biological invasions. London: Chapman and Hall.

Williamson M.H., Fitter A. 1996. The characters of successful invaders. Biol Conserv 78:163–170.

Witkowski A. 1989. Introdukowane ryby w polskich wodach i ich wpływ na środowisko. Przegl Zool 33:583–598.

Wootton R.J., Smith C. 2015. Reproductive Biology of Teleost Fishes. Oxford, UK: Wiley-Blackwell.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych (artystycznych).

Moje dotychczasowe zainteresowania naukowe koncentrowały się wokół dwóch nurtów badawczych tj. struktury zespołów ryb i minogów w rzekach i starorzeczach oraz biologii wybranych gatunków.

5.1.Struktura zespołów ryb i minogów w rzekach i starorzeczach

W nurt badań nad strukturą zespołów ryb i minogów w rzekach i starorzeczach włączyłem się w 1999 roku wraz z rozpoczęciem studiów doktoranckich w Katedrze Ekologii i Zoologii Kręgowców UŁ, kierowanej wówczas przez prof. dr. hab. T. Penczaka. Badania monitoringowe mające na celu określenie składu gatunkowego i struktury dominacji w zespołach ryb i minogów, w których brałem udział, inicjowane przez prof. T. Penczaka oraz prof. dr. hab. M. Przybylskiego obejmowały dorzecza rzek: Warty, Bzury, Wkry, Czarnej Orawy, Prosny, Skrwy Prawej, Krasnej, Widawki, Bugu, Liwca, Obry, Pilicy, Radomki, Sanny, Nurca, Neru, Krzny, Broku, Liswarty, Kamiennej, Skrwy Lewej i Gwdy. Z uwagi na sponsora badań – Zarząd Główny Polskiego Związku Wędkarskiego – wyniki tych badań w zdecydowanej większości publikowane były w Rocznikach Naukowych PZW (lista B MNiSW). Badania powtarzane na stanowiskach kontrolowanych w poprzednich dekadach przyczyniły się do poznania wzorców przebudowy zespołów ryb i mechanizmów wpływu człowieka na biocenozy rzeczne (zanieczyszczenia, regulacja koryt, piętrzenia), a ponadto służyły określeniu aktualnego statusu gatunków zagrożonych oraz wskazaniu działań ochronnych i sformułowaniu zaleceń dla racjonalnej gospodarki rybackiej. Na szczególną uwagę zasługują jednak badania dotyczące roli starorzeczy w funkcjonowaniu ekosystemów rzek nizinnych. Na przykładzie Pilicy i Warty wykazaliśmy ich istotną rolę – jako miejsca podchowu narybku i miejsca zimowania ryb rzecznych (Penczak i in. 2003). Ponadto, badania prowadzone w obrębie kilku starorzeczy Warty wykazały, że siedliska te są niezbędne dla zachowania różnorodności biologicznej i zrównoważonego rybactwa w systemach rzecznych (Penczak i in. 2004).

W ramach prac prowadzonych pod kierownictwem prof. dr. hab. A. Kruka, będących podstawą rozprawy doktorskiej dr. M. Ciepłuchy, w stosunku do którego pełniłem funkcję promotora pomocniczego, badana była aktualna struktura zespołów ryb i minogów rzeki Warty oraz skala zmian, jakie zaszły w odniesieniu do poprzednich okresów badań. Wykazaliśmy, że różnorodność zespołów ryb odzwierciedla stopień degradacji Warty. W wyniku postępującej odbudowy ichtiofauny ryby reofilne okazały się być obecnie gatunkami indykacyjnymi dla wszystkich sektorów cieku, poza niegdyś najbardziej zdegradowanym odcinkiem środkowego biegu. Jego zespoły ryb odbudowują się wolniej niż

w pozostałych fragmentach rzeki, co nie koresponduje z poprawą jakości wody. Przyczyną jest obecność zbiornika Jeziorsko, utrudniającego zasiedlanie przez ryby z górnego, najmniej przekształconego biegu, a także brak niezdegradowanych dopływów środkowej Warty służących za źródła kolonizatorów (A13). Porównanie obecnego stanu ichtiofauny Warty z wynikami badań prowadzonych w latach 60., 80. i 90. XX w. wykazało, że odbudowa rybostanu (w tym populacji zarówno litofili, jak i reofili) przebiegła najszybciej w dolnym biegu, najprawdopodobniej z powodu obecności relatywnie czystych, zasobnych w ryby dopływów i wskutek oddziaływania rybostanu rzeki Odry (A12). Ponadto ustaliliśmy, że w przypadku dużych cieków, które podlegały silnej antropopresji, odbudowa zespołów ryb będąca efektem zaprzestania uwalniania zanieczyszczeń, może nastąpić nawet dopiero po upływie 10-20 lat. Mimo, że zespoły ryb osiągnąć mogą relatywnie dobry status, ich skład i struktura różnią się jednak zwykle od obserwowanych przed wprowadzaniem niepożądanych zmian (A11).

5.2. Wybrane aspekty biologii ryb

Moje zainteresowania dotyczące biologii ryb zrodziły się w trakcie przygotowywania pracy magisterskiej, dotyczącej mikrosiedliskowych preferencji różanki (*Rhodeus amarus*). Wyniki pracy opublikowane zostały wspólnie z prof. M. Przybylskim w 2000 roku (Przybylski i Zięba 2000). W badaniach obejmujących cały rok wykazaliśmy, że różanka w rzece Drzewiczce preferuje siedliska o wolniejszym przepływie i chętnie (szczególnie w sezonie rozrodczym) korzysta z sezonowo pojawiających się płatów roślinności zanurzonej, również z uwagi na obfitość występujących tam małży. Przez większość roku ryby chętniej współwystępowały z płocią (*Rutilus rutilus*) i kiełbiem (*Gobio gobio*), ale w ciągu zimy wybierały głębsze siedliska zajmowane również przez klenie (*Leuciscus cephalus*) i piekielnice (*Alburnoides bipunctatus*).

Pod kierunkiem dr. C. Smitha (St. Andrews University, Wlk. Brytania), w ramach prac nad rozprawą doktorską dr. C. Pateman-Jonesa prowadziliśmy eksperymenty określające ograniczenia w produkcji spermy w czasie, w związku z ryzykiem wystąpienia konkurencji plemników. Wykazaliśmy, że liczba plemników samców terytorialnych różanek malała w kolejnych ejakulatach, jednak była istotnie większa, jeśli obecny był rywal (inny samiec), co pozwala sądzić, że samce są w stanie sterować wielkością ejakulatu. W ciągu dnia, w trakcie kolejnych aktów rozrodczych, wielkość ejakulatu u samców narażonych na konkurencję ze strony rywali była jednak mniejsza niż u ryb w warunkach niskiej konkurencji plemników (A3). Ponadto porównaliśmy cechy samców związane z sukcesem płciowym wśród trzech blisko spokrewnionych gatunków różanek. Ustaliliśmy, że samce europejskiego gatunku *R. amarus* charakteryzują się większą produkcją plemników i wyższą skutecznością zapłodnienia niż występujące w Chinach *R. ocellatus* i *R. sinensis*. Dodatkowo spośród obu chińskich gatunków *R. sinensis* posiadał względnie największe jądra i największą proporcję główki plemnika do witki, co sugerowało wyższy poziom ryzyka konkurencji plemników u tego gatunku (A5).

Moje prace nad wybranymi aspektami biologii ryb dotyczyły także następujących gatunków ryb:

– karaś pospolity (*Carassius carassius*) i karaś złocisty [złota rybka] (*C. auratus*)

Włączając się w prace zespołu, w skład którego wchodzili: prof. G.H. Copp (Cefas, Lowestoft, Wlk. Brytania), dr C.D. Sayer (University College London, Wlk. Brytania) oraz prof. A.S. Tarkan

(Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Turcja) zająłem się analizą obecnego stanu populacji karasia pospolitego w Anglii, analizą cech jego biologii oraz wpływu blisko spokrewnionego gatunku obcego, tj. karasia złocistego. Badania prowadzone na populacjach zasiedlających północno-wschodni Londyn wykazały, że długości ciała w poszczególnych klasach wieku, dla populacji żyjących sympatrycznie z *C. auratus* nie różniły się od obserwowanych dla allopatrycznych populacji karasia pospolitego. Jednak w populacjach sympatrycznych współczynnik kondycji i płodność względna karasia pospolitego były wyższe. Równocześnie wiek i długość ciała w momencie osiągania dojrzałości płciowej były niższe w tych populacjach. Takie wyniki wskazują, że w warunkach konkurencji z gatunkiem pokrewnym karaś pospolity może maksymalizować wysiłek reprodukcyjny (A1). Badania prowadzone na około 50 stawach w północnym Norfolk (Anglia) wykazały spadek liczby zajmowanych stanowisk przez karasia pospolitego o 72% w porównaniu do lat 70. – 80. XX w. Za przyczynę zaniku tego gatunku uznano przede wszystkim wysychanie zbiorników, pogorszenie jakości wody, a także krzyżowanie się i konkurowanie z innymi, nierodzimymi gatunkami ryb karpiowatych. W efekcie naszych prac karaś pospolity wpisany został na listę gatunków, dla których powinien zostać stworzony i wdrożony plan ochrony, w tym poprzez działania ochrony czynnej, tj. zarybianie wybranych zbiorników w Norfolk (A6). Dalszym etapem było przeprowadzenie analizy porównawczej wybranych cech biologii tego gatunku (wiek, wzrost i płodność) dla populacji z szerszego rodzimego europejskiego zasięgu. Ustalono m.in., że wzrost karasia pospolitego w Anglii, Rosji i Polsce był szybszy niż w Finlandii, jednak w Anglii przewidywana długość życia ryb była najniższa. W większości przypadków samice osiągały dojrzałość płciową w wieku 2 lat (A10).

– *C. auratus* – azjatycki gatunek karasia hodowany głównie w akwariach i przydomowych oczkach, mimo wprowadzenia do Europy już w XVII w. był rzadko przedmiotem badań naukowych. Gatunek ten stanowi realne zagrożenie dla rodzimego karasia pospolitego. Ustaliliśmy zatem m.in., że dla osobników z Epping Forest (Londyn, Wlk. Brytania) żyjących w mieszanych populacjach (z rodzimym karasiem pospolitym) przyrosty wielkości ciała pozostawały wysokie tylko dla klas wieku 1-2, 2-3 i 3-4, a kondycja ciała ryb była wyższa w przypadku populacji allopatrycznych niż sympatrycznych (A4).

– strzebla grubogłowa (*Pimephales promelas*)

Ta północnoamerykańska ryba karpiowata jest modelowym gatunkiem w badaniach toksykologicznych. Na Wyspach Brytyjskich w stanie dzikim została stwierdzona jedynie na jednym stanowisku w hrabstwie Yorkshire (północna Anglia). Badania dotyczące okołodobowego wzorca żerowania oraz preferencji siedliskowych prowadzone były pod kierownictwem prof. G.H. Coppa (Cefas, Lowestoft, Wlk. Brytania). Zaobserwowano jedynie niewielką zmienność w dobowym wykorzystaniu dostępnych siedlisk, które mogły wynikać z konieczności unikania drapieżników. Odnotowano natomiast zmianę preferencji pokarmowych w miarę wzrostu tych ryb. W przewodach pokarmowych mniejszych osobników dominowały planktoniczne skorupiaki, a u większych osobników zaobserwowano większy udział detrytusu. Ryby wykazywały się charakterystyczną dla gatunków obcych (inwazyjnych) plastycznością w wykorzystywaniu zasobów pokarmowych i przestrzeni. Nasze badania (A7) są jedynymi przeprowadzonymi na dzikiej populacji w Anglii, ponieważ populacja została celowo zlikwidowana przez Environment Agency, UK.

– ciernik *Gasterosteus aculeatus*

Ciernik jest gatunkiem modelowym w badaniach nad mechanizmami ewolucji. Jedną z cech charakterystycznych tego gatunku jest występowanie form różniących się rozwojem aparatu defensywnego – głównie liczby płytek kostnych na bokach ciała osobników. Wraz z zespołem kierowanym przez dr. R. Spence (School of Psychology & Neuroscience, St Andrews, Wlk. Brytania) staraliśmy się ustalić wpływ wapnia oraz zasolenia na wzrost osobników różniących się wzorcem pokrycia ciała płytkami. Ustalono, że osobniki pełnopłytkowe rosły wolniej w wodzie o niskiej koncentracji wapnia, natomiast przeprowadzony eksperyment nie dał jednoznacznych wyników w przypadku form jedynie częściowo pokrytych płytkami. W przypadku zasolenia anadromiczna populacja ze Szkocji wykazała szczególną tolerancję w stosunku do wysokiego zasolenia, co zapewne wynikało z różnic w regulacji osmotycznej badanych populacji. U ciernika wapń najprawdopodobniej jest czynnikiem limitującym wzrost elementów szkieletowych i pełni kluczową rolę w kształtowaniu zróżnicowania morfologicznego tego gatunku (A8).

Badania dotyczące diety ciernika prowadzone wraz z dr hab. M. Dukowską, prof. UŁ wykazały, że zgodnie z teorią optymalnego żerowania ryby preferowały największe ofiary (larwy ochotkowatych). Jednocześnie cierniki wykazywały dużą plastyczność w wykorzystywaniu źródeł pokarmu. W diecie osobników zasiedlających płat roślinności zanurzonej rozwijającej się w odcinku poniżej piętrzenia dominowały organizmy dryfujące i peryfiton. Obie kategorie ofiar, których rozwój następował w zbiorniku zaporowym, pojawiały się okazjonalnie w ekosystemie rzeki wraz ze zrzutem wód (A2).

– brzana *Barbus barbus*

Brzana mimo umieszczenia w V załączniku Dyrektywy Siedliskowej UE jest intensywnie wędkarsko eksploatowanym gatunkiem. Od lat 70. ubiegłego wieku w Anglii obserwuje się spadek jej liczebności. Badania prof. G.H. Coppa (Cefas, Lowestoft, Wlk. Brytania), w których brałem udział, były przeprowadzone w starym korycie rzeki Lower Lee (Anglia), które obecnie pełni rolę bocznego kanału ulgi. W siedlisku tym przeprowadzono badania nad migracją brzan śledząc przez okres jednego roku przemieszczanie się 11 osobników uzbrojonych w nadajniki telemetrii akustycznej V13 Vemco. Zaobserwowano wysokie przywiązanie brzan do jednego z odcinków cieku, wykazywane także w trakcie zrzutu zanieczyszczeń. Takie zachowania brzan świadczyć mogą o wysokiej wartości badanego siedliska, zapewniającego rybom dogodne warunki, także w krytycznych momentach ich życia (A9).

Plany badawcze

W najbliższych latach zamierzam kontynuować badania dotyczące obcych gatunków ryb, ze szczególnym uwzględnieniem aspektów biologii rozrodu i żerowania bassa słonecznego. W oparciu o istniejącą współpracę międzynarodową zamierzam prowadzić badania uwzględniające zmienność analizowanych cech biologii bassa słonecznego porównując populację z zasięgu rodzimego i obszarów introdukcji tej ryby. Posiadane doświadczenie w planowaniu koncepcji badań, pozyskiwaniu funduszy na prowadzenie prac eksperymentalnych i badań terenowych pozwala zakładać możliwość utworzenia własnego zespołu badawczego, który z sukcesem będzie mógł podejmować się realizacji kolejnych

projektów badawczych. W chwili obecnej jestem wykonawcą w projekcie UMO-2016/21/P/NZ8/0391 „Convergent evolution in the threespine stickleback", w którym w oparciu o około 1680 populacji z całego zasięgu występowania gatunku staramy się wyjaśnić przyczyny zmienności we wzorcu pokrycia ciała kostnymi płytkami.

Podsumowanie bibliometryczne dla aktywności naukowej tj. publikacji stanowiących osiągnięcie łącznie z pozostałym dorobkiem naukowym (lista A MNiSW); *Impact Factor*, cytowania według bazy Web of Science (na dzień 05.05.2018):

Sumaryczny *IF* z roku opublikowania	34,899
Sumaryczny IF_{2016}	37,819
Sumaryczny *IF* 5-letni$_{2016}$	40,450
Liczba punktów MNiSW z roku opublikowania	480
Liczba punktów MNiSW wg wykazu z roku 2016	515
Liczba cytowań	225
Liczba cytowań bez autocytowań	215

Łódź, 1 czerwca 2018 r.

Grzegorz Zięba