

Autoreferat

1. Imię i nazwisko

Grażyna Marzena Furgała-Selezniow

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

1986 – magister inżynier rybactwa śródlądowego, Akademia Rolniczo-Techniczna w Olsztynie, Wydział Ochrony Wód i Rybactwa Śródlądowego, Katedra Rybactwa, tytuł pracy magisterskiej „Wpływ warunków podchowu w sadzach oświetlonych na przyrastanie rozmiarów łuski pelugi (*Coregonus peled* Gmel.) w pierwszym roku życia”.

2000 – doktor nauk rolniczych w zakresie rybactwa, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Wydział Ochrony Środowiska i Rybactwa, Katedra Rybactwa Jeziorowego i Rzecznego, tytuł rozprawy doktorskiej „Relacje pokarmowe larw pelugi (*Coregonus peled* Gmel.) podchowywanej w sadzach oświetlonych w różnych obsadach i środowiskach wodnych”.

promotor: Prof. dr hab. Andrzej Mamcarz

recenzenci: Prof dr hab. Maria Nagieć

Prof. dr hab. Edmund Bryliński

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

1988-1996 - technolog, Akademia Rolniczo - Techniczna w Olsztynie, Wydział Ochrony Wód i Rybactwa Śródlądowego, Katedra Rybactwa

1996-2000 - specjalista, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie (do 1.09.1999 r. Akademia Rolniczo-Techniczna w Olsztynie), Wydział Ochrony Środowiska i Rybactwa (do 31.01.1997 r. Wydział Ochrony Wód i Rybactwa Śródlądowego), Katedra Rybactwa Jeziorowego i Rzecznego

2000-2014 - adiunkt, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Wydział Nauk o Środowisku (do 1.05.2012 Wydział Ochrony Środowiska i Rybactwa), Katedra Rybactwa Jeziorowego i Rzecznego

2014-obecnie - adiunkt, Katedra Turystyki, Rekreacji i Ekologii, Wydział Nauk o Środowisku, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

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

a) tytuł osiągnięcia naukowego

„Wpływ żywienia na stan i rozwój jelita i wątroby trzech gatunków ryb drapieżnych”

b) autor, rok wydania, nazwa wydawnictwa, recenzenci wydawniczy

autor osiągnięcia naukowego: Grażyna Marzena Furgała-Selezniow

rok wydania: 2015

Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie

Recenzenci wydawniczy: Prof. dr hab. Teresa Ostaszewska

Prof. dr hab. Paweł Sysa

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

Zasadniczym celem pracy było określenie wpływu diety zastosowanej podczas podchowu w warunkach kontrolowanych na stan i rozwój układu pokarmowego larw trzech gatunków ryb drapieżnych: suma (*Silurus glanis* L., 1758), miętusa (*Lota lota* L., 1758) oraz bolenia (*Leuciscus aspius* L., 1758). W badaniach brano pod uwagę w szczególności rozwój jelita i wątroby, gdyż prawidłowe funkcjonowanie tych narządów jest ściśle powiązane z ilością i jakością produkowanego materiału zarybieniowego. W realizacji nadrzędnego celu tej pracy kolejnymi etapami było określenie wpływu zastosowanej diety na tempo wzrostu i przeżywalność podchowiwanych larw, zbadanie przebiegu wczesnej ontogenezy ich układu pokarmowego w różnych warunkach żywieniowych oraz wskazanie parametrów histologicznych i morfometrycznych odzwierciedlających stan przewodu pokarmowego w zależności od zastosowanego schematu żywienia. Zagadnienia te są kluczowe dla lepszego poznania funkcjonowania układu pokarmowego ryb na wczesnym etapie rozwoju.

Zasoby naturalne ryb zostały drastycznie zmniejszone z powodu aktywności gospodarczej człowieka. Gwałtowne ich wyczerpywanie powoduje konieczność jak najszybszego podjęcia działań mających na celu zahamowanie tego trendu i odwrócenie go. Dostarczanie na rynek ryb pochodzących z akwakultury może pomóc w ochronie eksploatowanych gatunków poprzez zmniejszenie presji połowowej na populacje naturalne. Bardzo skutecznym sposobem ochrony naturalnych populacji ryb są zarybienia wód otwartych materiałem wyhodowanym w warunkach kontrolowanych. Szczególnie obiecujące są pod tym względem wyniki wychowu materiału zarybieniowego karpiowatych ryb reofilnych, do których należy między innymi boleń. Podchów larw ryb jest uważany za największe wyzwanie w akwakulturze. Aby uzyskać odpowiedni poziom produkcji ryb z akwakultury, należy przede wszystkim rozwijać technologie podchowu stadiów larwalnych, co umożliwi uzyskiwanie wystarczającej ilości materiału zarybieniowego o wysokiej jakości, odpowiedniej dla celów hodowlanych i zarybieniowych.

Okres larwalny jest jednym z najważniejszych etapów cyklu życia ryb. Zmiany zachodzące w tym stosunkowo krótkim okresie wpływają na całe dorosłe życie. W tym czasie obserwuje się wysoką śmiertelność spowodowaną czynnikami zewnętrznymi (np. temperaturą, brakiem pożywienia, drapieżnictwem, nieodpowiednim pH) i wewnętrznymi (np. behawiorem, problemami z napełnieniem pęcherza pławnego, czy niezdolnością przyswajania pobranego pokarmu, wynikającą z niedojrzałości układu pokarmowego). Wysoka śmiertelność larw podczas podchowu w warunkach kontrolowanych jest najważniejszym czynnikiem ograniczającym poziom produkcji wielu gatunków ryb. Znajomość biologii larw w tym ważnym okresie życia jest kluczowa dla ich skutecznego podchowu, co wpływa na jakość narybku, a w konsekwencji również dorosłych osobników.

Podstawowe mechanizmy rozwoju narządów i układów są bardzo podobne u wszystkich ryb kostnoszkieletowych. Podczas wczesnego rozwoju ontogenetycznego można jednak zauważyć znaczące różnice międzygatunkowe dotyczące momentu pojawiania się, rozwoju i funkcjonowania tych narządów.

W okresie larwalnym wiele gatunków ryb ma bardzo słabo rozwinięty przewód pokarmowy. Mimo, że larwy mają już odpowiednie zdolności lokomotoryczne do aktywnego pobierania pokarmu, to ich układ pokarmowy nie jest jeszcze zdolny do efektywnego trawienia i potrzebne są kolejne przemiany, aby stał się on w pełni funkcjonalny. Powszechnie uważa się, że trudności w pobieraniu i trawieniu pasz startowych spowodowane są brakiem enzymów trawiennych, ich niedostateczną ilością lub zbyt niską aktywnością. U

larw wielu gatunków ryb trawienie pokarmów odbywa się głównie dzięki egzogennym enzymom trawiennym, dostarczonym wraz z pokarmem naturalnym. Okres larwalny jest czasem drastycznych przemian morfologicznych, fizjologicznych i behawioralnych w organizmie ryby. Wiąże się to ściśle z ich potrzebami pokarmowymi. Pokarm żywy stanowi źródło łatwo przyswajalnego białka dla larw ryb, podczas gdy pasze startowe zawierają składniki takie jak np. mączka rybna, których białka są znacznie słabiej przyswajalne. Podchowcy w warunkach kontrolowanych są opłacalne tylko przy dużych zagęszczeniach obsad, co wiąże się z koniecznością dostarczania rybom znacznych ilości pokarmu. Żywienie larw ryb młodocianymi stadiami solowca na ogół przynosi bardzo dobre efekty, jednak wiąże się z wysokimi kosztami. Najmniej kłopotliwe i kosztochłonne wydaje się być żywienie paszami startowymi. Prowadzone są liczne badania, których celem jest komponowanie pasz startowych mogących efektywnie zastąpić pokarm żywy, taki jak naupliisy solowca, wrotki czy nicienie. W akwakulturze zastąpienie pokarmu żywego paszą startową następuje zwykle najwcześniej jak to tylko możliwe, ze względów ekonomicznych i technicznych.

Uważa się, że larwom niektórych gatunków ryb słodkowodnych, takich jak szczupak (*Esox lucius*) czy ryby łososiowate, można podawać pasze zaraz po udrożnieniu jamy ustnej. Są to ryby wyposażone w funkcjonalny żołądek wkrótce po wykluciu. Natomiast podchów larw ryb, które nie posiadają żołądka oraz tych, które wykształcają żołądek pod koniec okresu rozwoju larwalnego sprawia wiele trudności.

Poznanie zmian jakie zachodzą w procesie kształtowania się i dojrzewania układu pokarmowego larw pozwala zrozumieć zasady funkcjonowania ich organizmów. Najlepszym narzędziem do oceny etapu rozwoju układu pokarmowego i możliwości przyswajania pokarmu są metody histologiczne. Najczęściej analizowane są elementy budowy przewodu pokarmowego (szczególnie żołądka i jelita) oraz gruczołów zaściennych (wątroby i trzustki). Uzyskane informacje umożliwiają rozpoznanie czynników ograniczających podchów larw poszczególnych gatunków, które wynikają z dynamiki ich rozwoju osobniczego. Pozwala to na skoordynowanie zastępowania pokarmu żywego paszą startową z rozwojem larw i zastosowanie schematu żywienia odpowiedniego dla danego gatunku.

Elementy budowy histologicznej układu pokarmowego są wykorzystywane do oceny efektywności żywienia paszami startowymi. Jednak większość tego typu badań była wykonywana na narybku lub starszych rybach. Tylko nieliczne prace wykorzystują wyniki analiz histologicznych do śledzenia wpływu podawanego pokarmu na rozwój układu pokarmowego larw ryb i dotyczą przede wszystkim ryb morskich. Przedstawione przeze mnie

osiągnięcie naukowe dostarcza oryginalnych danych na temat wpływu schematu żywienia na rozwój układu pokarmowego larw trzech ważnych gatunków ryb reprezentujących odrębne sposoby rozwoju przewodu pokarmowego w okresie larwalnym.

Ryby drapieżne mają duże znaczenie tak w akwakulturze komercyjnej (ze względu na duży potencjał wzrostowy i smaczne mięso u większości gatunków), jak i w akwakulturze zachowawczej, do celów zarybieniowych, gdyż pełnią one ważną rolę w ekosystemach wodnych. Wybrane do badań gatunki ryb reprezentują różne typy rozwoju przewodu pokarmowego w stadium larwalnym. Sum europejski zalicza się do grupy ryb posiadających funkcjonalny żołądek w momencie rozpoczęcia żerowania, natomiast boleń jest jedynym typowym drapieżnikiem należącym do ryb beżżołądkowych. Miętus należy do grupy gatunków, u których podchów larw sprawia zazwyczaj najwięcej kłopotów. Ryby te nie posiadają w pełni funkcjonującego żołądka dość długo po rozpoczęciu żerowania, ponieważ narząd ten wykształca się w trakcie rozwoju larwalnego.

We wszystkich doświadczeniach zastosowano schemat żywienia z czterema wariantami doświadczalnymi: 1 - żywienie larw naupliusami solowca przez cały okres podchowu, 2 - zastępowanie pokarmu żywego paszą startową po określonym czasie podchowu, w zależności od gatunku, 3 - zastępowanie pokarmu żywego paszą startową po okresie podchowu o połowę krótszym niż w wariancie 2, 4 - żywienie larw paszą startową przez cały okres podchowu. We wszystkich doświadczeniach stosowano dla każdego gatunku identyczne warunki podchowu we wszystkich grupach żywieniowych (temperatura wody, przepływ, cykl świetlny, zagęszczenie obsad, dawki pokarmu, częstotliwość żywienia).

Larwy suma żywione wyłącznie paszą startową charakteryzowały się najszybszym tempem wzrostu, przy najniższej przeżywalności. Nie stwierdzono istotnych różnic w wartości współczynnika pofałdowania jelita między poszczególnymi grupami doświadczalnymi podczas całego podchowu.

Wyniki analiz histologicznych pokazały, że podawanie larwom suma paszy startowej od początku doświadczenia stymulowało zwiększanie się liczby fałdów w jelicie. Żywienie paszą w początkowym okresie doświadczenia (13. dzień po wykluciu - dph) spowalniało wzrost wysokości fałdów i blaszki właściwej (*lamina propria*), natomiast w późniejszym okresie (od 21 dph) stymulowało ten wzrost. W końcowym okresie doświadczenia istotnie najniższe wartości trzech parametrów: liczby fałdów, wysokości fałdów i blaszki właściwej, odnotowano w grupie żywionej wyłącznie pokarmem żywym.

W trakcie doświadczenia, we wszystkich grupach, w których larwom podawano paszę startową, obserwowano hamujący wpływ żywienia larw sumą tą paszą na przyrost liczby komórek śluzowych w jelicie. W końcowym okresie doświadczenia liczba komórek śluzowych była istotnie najwyższa ($P \leq 0,01$) w grupie ryb żywionych naupliusami solowca przez cały okres trwania doświadczenia. Natomiast nie zaobserwowano istotnych różnic między pozostałymi grupami.

W początkowym okresie podchowu istotnie wyższą ocenę punktową wątroby uzyskały larwy sumy żywione naupliusami solowca (13 dph). Jednakże w końcowym okresie doświadczenia istotnie najwyższą ($P \leq 0,01$) ocenę wątroby uzyskały ryby żywione wyłącznie paszą startową. Ocena punktowa wątroby między grupami, którym przez określony czas (odpowiednio 4 i 8 dni) podawano naupliusy solowca a następnie paszę, oraz grupą żywioną cały czas naupliusami solowca nie różniła się istotnie statystycznie. Analogicznie przedstawiają się wyniki dotyczące poziomu wakuolizacji komórek wątroby. Znaczący wpływ na obniżenie punktowej oceny wątroby u larw żywionych pokarmem żywym miało zatarcie struktury komórkowej wątroby. W początkowej fazie doświadczenia największą, istotnie różną od pozostałych grup, średnicę jąder hepatocytów miały ryby żywione wyłącznie paszą startową. Na koniec doświadczenia średnica jąder hepatocytów była wprost proporcjonalna do długości żywienia larw sumą paszą a wszystkie grupy różniły się istotnie statystycznie między sobą.

Najwyższą przeżywalność, najszybszy wzrost długości całkowitej i masy ciała larw miętusa stwierdzono w grupie żywionej wyłącznie naupliusami solowca. Larwy miętusa żywione wyłącznie paszą startową miały minimalne przyrosty długości całkowitej i masy ciała. W grupie tej zanotowano niemal całkowitą śmiertelność przed 22. dniem po wykluciu. Przedwczesne zastąpienie pokarmu żywego paszą startową powodowało spowolnienie rozwoju jelita larw miętusa i pogorszenie stanu fizjologicznego ich wątroby. Wyniki analiz histologicznych i morfometrycznych pokazały, że larwy żywione od początku doświadczenia (8 dph) paszą startową cechowały się zdecydowanie najniższymi wartościami wszystkich badanych parametrów, związanych z rozwojem jelita oraz degeneracją wątroby. W grupach doświadczalnych, którym przez określony czas (10 i 20 dni) podawano naupliusy solowca a następnie paszę startową, zastąpienie pokarmu żywego paszą (odpowiednio w 17. i 27. dniu po wykluciu), spowodowało zahamowanie rozwoju jelita. Ponadto obserwowano wyraźne pogorszenie struktury wątroby u tych larw w stosunku do miętusów żywionych wyłącznie naupliisami *Artemia* sp.

Rodzaj diety nie wpłynął na liczbę fałdów w jelicie larw miętusa w końcowym okresie doświadczenia. Jednakże na wcześniejszych etapach rozwoju (22 i 32 dph) obserwowano hamujący wpływ paszy na wzrost liczby fałdów. Zmiana pokarmu spowodowała ponadto spowolnienie wzrostu wysokości fałdów jelitowych i wysokości blaszki właściwej. Zmiana pokarmu przyczyniła się także do zahamowania przyrostu względnej powierzchni chłonnej jelita, wyrażonej współczynnikiem pofałdowania śluzówki jelita (P_f). Po pięciu dniach żywienia paszą współczynnik P_f w grupach, w których nastąpiła zmiana pokarmu (odpowiednio w 22 i 32 dph) był istotnie niższy ($P \leq 0,05$) niż w grupie larw miętusa żywionych wyłącznie naupliusami solowca. Po 15 dniach żywienia paszą różnice te stały się istotne również na poziomie istotności $\alpha=0,01$ ($P \leq 0,01$). Wcześniejsza zmiana diety (w 17 dph) z naupliusów solowca na paszę startową spowodowała także spowolnienie wzrostu liczby komórek śluzowych w jelicie, podczas gdy zmiana pokarmu w 27. dniu po wykluciu nie wpłynęła na liczbę komórek śluzowych. Obserwowano pogorszenie struktury wątroby larw miętusa związane z zastąpieniem pokarmu żywego paszą startową. Już po pięciu dniach podawania paszy następowało istotne ($P \leq 0,01$) zmniejszenie poziomu wakuolizacji hepatocytów (ACLV%) oraz średnicy ich jąder a także oceny punktowej wątroby. Na ocenę punktową wątroby największy wpływ, oprócz obniżenia poziomu wakuolizacji hepatocytów, miało zatarcie jej struktury komórkowej oraz pojawienie się przekrwień i przestrzeni międzykomórkowych w tkance wątroby.

Larwy bolenia żywione wyłącznie naupliusami solowca charakteryzowały się najszybszym tempem wzrostu. Larwy żywione wyłącznie paszą startową przyrastały najwolniej a ich przeżywalność była najniższa. Wyniki analiz histologicznych i pomiarów morfometrycznych wykazały, że larwy bolenia żywione od początku doświadczenia wyłącznie naupliusami solowca cechowały się najwyższymi wartościami wszystkich analizowanych parametrów, związanych z rozwojem jelita oraz stanem fizjologicznym wątroby. W pozostałych trzech grupach, zarówno tych, w których pokarm żywy zastąpiono paszą startową, jak i grupie ryb żywionych od początku paszą, obserwowano spowolnienie rozwoju jelita i pogorszenie stanu fizjologicznego wątroby.

Początkowo (14 dph), rodzaj diety nie powodował różnic w liczbie fałdów w jelicie larw bolenia, natomiast w końcowym okresie doświadczenia (24 dph) ryby żywione od początku paszą startową miały istotnie najniższą ($P \leq 0,05$) liczbę fałdów. Ryby z grup, w których pokarm żywy zastąpiono paszą miały istotnie mniejszą liczbę fałdów jelita niż ryby żywione cały czas naupliusami solowca. Zmiana pokarmu spowodowała ponadto

spowolnienie wzrostu wysokości fałdów jelitowych i wysokości blaszki właściwej. W grupie larw bolenia żywionych wyłącznie paszą, podczas trwania eksperymentu (od 19 dph), obydwie wyżej wymienione parametry wykazywały istotnie niższe wartości w stosunku do grupy larw żywionych wyłącznie pokarmem żywym.

Podawanie larwom bolenia paszy startowej przyczyniło się do spowolnienia przyrostu względnej powierzchni chłonnej jelita, wyrażonej współczynnikiem pofałdowania śluzówki jelita (P_f). Z danych dotyczących współczynnika P_f wynika, że różnice w długości okresu podawania paszy nie wpłynęły na jego końcową wartość, która była zbliżona we wszystkich grupach doświadczalnych, poza grupą larw żywionych wyłącznie naupliusami *Artemia* sp., w której odnotowano istotnie wyższą wartość współczynnika ($P \leq 0,01$). Statystycznie istotnie najwyższą liczbę komórek śluzowych stwierdzono w grupie larw bolenia żywionych wyłącznie naupliusami solowca. Najniższą liczbę komórek śluzowych odnotowano w grupie larw żywionych wyłącznie paszą.

Uzyskane wyniki wskazują, że żywienie larw bolenia paszą startową prowadzi do pogorszenia stanu fizjologicznego wątroby. Żywienie paszą powodowało istotne zmniejszenie poziomu wakuolizacji hepatocytów (ACLV%) a także oceny punktowej wątroby. Na ocenę punktową wątroby największy wpływ, oprócz obniżenia poziomu wakuolizacji hepatocytów, miało zatarcie jej struktury komórkowej oraz pojawienie się przestrzeni międzykomórkowych. Długość okresu podawania paszy startowej nie miała wpływu na stan fizjologiczny wątroby.

Rodzaj zastosowanego schematu żywienia nie miał wpływu na przebieg wczesnej ontogenezy układu pokarmowego larw suma. Dla prawidłowego rozwoju układu pokarmowego larw miętusa konieczny był długi okres żywienia ich pokarmem żywym. Schemat żywienia larw bolenia wpływał znacząco na rozwój jelita oraz wzrost ryb, natomiast w mniejszym stopniu na ich przeżywalność i stan fizjologiczny wątroby. Najbardziej obiektywnym wskaźnikiem związanym z rozwojem jelita okazał się współczynnik pofałdowania śluzówki jelita (P_f), natomiast najlepszym wskaźnikiem stanu fizjologicznego wątroby larw badanych gatunków była jej punktowa ocena.

Nie stwierdzono negatywnego wpływu żywienia larw suma paszą startową na tempo wzrostu i stan fizjologiczny wątroby ani parametry jelitowe. Sum wykształca żołądek między 5. a 7. dniem po wykluciu i dlatego już od początku doświadczenia dobrze przyswajał paszę. U miętusa w grupie ryb żywionych od początku paszą startową, kształtowanie gruczołów żołądkowych rozpoczęło się z opóźnieniem w stosunku do pozostałych grup

doświadczalnych. Po zastąpieniu pokarmu żywego paszą startową następowało pogorszenie parametrów morfometrycznych i histologicznych związanych zarówno z jelitem jak i wątrobą. Prawdopodobnie było ono przyczyną załamania tempa wzrostu i zwiększonej śmiertelności larw. Podanie paszy przed wykształceniem gruczołów żołądkowych powodowało, że larwy miętusa nie przyswajały pokarmu, w związku z czym głodowały i nie miały szans na przeżycie. Podawanie paszy startowej larwom bolenia spowalniało rozwój jelita oraz wzrost ryb, a także w mniejszym stopniu wpływało na obniżenie oceny stanu fizjologicznego wątroby. Zdolność efektywnego wykorzystania paszy jako pierwszego pokarmu larw bolenia jest ograniczona.

Zagadnienie zmiany pokarmu ma kluczowe znaczenie w procesie podchowu larw większości gatunków ryb. Wyniki przedstawione w moim osiągnięciu naukowym pt. „Wpływ żywienia na stan i rozwój jelita i wątroby trzech gatunków ryb drapieżnych” otwierają drogę do szerszego wykorzystania analiz histologicznych w badaniach ukierunkowanych na poszukiwanie właściwego momentu rozpoczęcia żywienia larw różnych gatunków ryb paszami startowymi. Szczególnie dotyczy to gatunków, które wykształcają żołądek w późniejszym okresie rozwoju larwalnego oraz ryb bezżołądkowych. Moje badania wypełniają lukę w literaturze dotyczącej podchowów wczesnych stadiów rozwojowych ryb i zapoczątkowują nowy nurt badań związanych z akwakulturą larw ryb. Większość dotychczasowych badań w tym zakresie opierała się przede wszystkim na analizach tempa wzrostu i przeżywalności. Zastosowanie zaprezentowanych w osiągnięciu parametrów histologicznych i morfometrycznych oceny jelita i stanu fizjologicznego wątroby stwarza nowe możliwości racjonalnego planowania podchowów larw ryb reprezentujących różne typy rozwoju przewodu pokarmowego.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo - badawczych

Początek mojej działalności naukowej przypada na rok 1997, kiedy to rozpoczęłam pierwsze prowadzone przeze mnie badania w Katedrze Rybactwa Akademii Rolniczo-Technicznej w Olsztynie, dotyczące podchowu larw ryb drapieżnych w sadzach oświetlonych. W tym okresie zajmowałam się głównie analizą składu pokarmu szczupaka, okonia i sandacza, co zaowocowało dwoma pracami naukowymi opublikowanymi w roku 1998 (Załącznik nr 4, cz. IIA: 11, 12). W kolejnych latach kontynuowałam badania związane z odżywianiem się larw podchowanych w sadzach oświetlonych. Wyniki tych badań stały się podstawą mojej rozprawy doktorskiej pt. „Relacje pokarmowe larw pelugi (*Coregonus*

peled Gmel.) podchowywanej w sadzach oświetlonych w różnych obsadach i środowiskach wodnych”, której promotorem był **prof. dr hab. Andrzej Mamcarz**. Praca została wyróżniona nagrodą zespołową II stopnia Rektora Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego za osiągnięcia w dziedzinie naukowej. Od października 2000 roku rozpoczęłam pracę w Katedrze Rybactwa Jeziorowego i Rzecznego Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie na stanowisku adiunkta. W tym okresie moje zainteresowania naukowe dotyczyły larwikultury i rozrodu ryb. Zagadnienia te stały się moim podstawowym nurtem badawczym. W ciągu kolejnych lat zaowocowały one szeregiem publikacji, w tym również z listy JCR (Załącznik nr 4, cz. IIA: 1, 3, 5, 6, 8, 11, 12 i IID: 1, 2, 3, 4, 6, 9, 12, 13, 14, 15, 20, 21, 22). Przez cały okres mojej działalności naukowej prowadziłam ponadto badania w zakresie biomonitoringu i biologii organizmów wodnych. Badania te pozostawały w związku z głównym obszarem moich zainteresowań, gdyż dotyczyły odżywiania się ryb w środowisku naturalnym oraz biologii organizmów służących rybom za pokarm (zooplankton, bentos). Zaowocowało to kilkoma pracami naukowymi (Załącznik nr 4, cz. IID: 5, 7, 10, 16, 17, 18). Kolejnym ważnym obszarem moich zainteresowań stała się genetyka ryb. Badania z tego zakresu wykonywałam we współpracy z zespołem genetyki Katedry Ichtiologii Wydziału Nauk o Środowisku (dawniej Wydziału Ochrony Wód i Rybactwa) UWM w Olsztynie. Wynikiem tej współpracy jest szereg publikacji naukowych, w większości w czasopiśmie z listy JCR (Załącznik nr 4, cz. IIA: 2, 4, 7, 9, 10 i IID: 8, 19, 23).

W głównym nurcie moich badań zajmowałam się przede wszystkim wpływem warunków podchowu larw i stadiów młodocianych ryb na jego efekty. W sposób szczególny skupiałam się nad nowymi technologiami podchowu stadiów larwalnych i narybkowych ryb drapieżnych i siejowatych w jeziorowych sadzach oświetlonych, zaprojektowanych pierwotnie do podchowu koregonidów. Badania były prowadzone w sadzach umieszczonych w różnych typach zbiorników wodnych. W eksperymentach tych przedmiotem badań były warunki pokarmowe panujące w zbiorniku (skład ilościowy i jakościowy zooplanktonu) oraz ich wpływ na wzrost i przeżywalność larw podchowiwanych gatunków ryb (Załącznik nr 4, cz. IIA: 6, 11, 12 i IID: 20, 21, 22). Wyniki przeprowadzonych badań wykazały, że istnieją możliwości efektywnego podchowu larw bolenia i miętusa w oświetlonych sadzach jeziorowych. Ponadto ustalono optymalne zagęszczenie obsad w komorach sadzowych (Załącznik nr 4, cz. IIA: 6 i IID: 22). Przeprowadzone badania umożliwiły ustalenie składu i wykorzystania pokarmu naturalnego przez larwy ryb oraz ich wybiórczości pokarmowej (Załącznik nr 4, cz. IIA: 6 i IID: 21, 22). Określono wpływ terminu obsadzenia sadzów na

końcowy efekt podchowu na tle ilościowych i jakościowych zmian w strukturze zooplanktonu jeziornego, stanowiącego pokarm ryb. Stwierdzono, że największą przydatnością do obsadzania sadzów jeziorowych cechują się larwy bolenia i miętusa podchowane wcześniej w warunkach kontrolowanych. Analizowano także wpływ zagęszczenia larw w sadzach oświetlonych na wyniki podchowu. Stwierdzono, że wraz ze wzrostem larw zmniejsza się ich zainteresowanie drobnymi formami planktonowymi, wzrasta natomiast wioślarkami i większymi widłonogami. Wzrost udziału wrotków w diecie większych larw ryb w porównaniu z innymi grupami zooplanktonu oraz pojawienie się w pokarmie organizmów nietypowych (Hydracarina, Ostracoda) jest wskaźnikiem pogorszenia się warunków pokarmowych (Załącznik nr 4, cz. IID: 20, 21). Wyróżniono kilka etapów w odżywianiu się larw bolenia w oparciu o wielkość larw i konsumowanego zooplanktonu (Załącznik nr 4, cz. IID: 22). Poszerzenie spektrum pokarmowego larw ryb może być związane z rozwojem układu pokarmowego, funkcjonowaniem żołądka i poprawą efektywności trawienia. Potwierdzono, że młodociane ryby nie zjadają największych spośród dostępnych w środowisku ofiar, lecz największe spośród możliwych do schwytania co jest zgodne z teorią optymalnego żerowania (OFT), mówiącą o wyborze najbardziej korzystnej zdobyczy i minimalizacji wydatków energetycznych na chwytanie organizmów pokarmowych przez wybór tych najbardziej dostępnych (Załącznik nr 4, cz. IIA: 6 i IID 20).

Główny obszar moich zainteresowań obejmował także nowe technologie podchowu stadiów larwalnych różnych gatunków ryb w warunkach kontrolowanych, w tym w systemach recykulacyjnych. Włączyłam się również w nowatorskie badania prowadzone przez prof. Romana Kujawę związane z podchowem gatunków zagrożonych wyginięciem, mogących stać się obiektem akwakultury zachowawczej. Badania nad doskonaleniem technik podchowu larw ryb karpioatych (Załącznik nr 4, cz. IIA: 3, 8 i IID: 15) oraz miętusa (Załącznik nr 4, cz. IID: 9) koncentrowały się na uzyskaniu optymalnych przyrostów i wysokiej przeżywalności. Eksperymenty pozwoliły na ocenę efektywności podchowów w zależności od temperatury wody, zagęszczenia obsad i zastosowanych wariantów żywieniowych. Stwierdzono, że początkowe zagęszczenie obsady nie ma wpływu na wzrost i przeżywalność larw brzozy podchowanych w warunkach kontrolowanych (Załącznik nr 4, cz. IIA: 8 i IID: 15). Udowodniono możliwość znacznego zwiększenia intensywności produkcji materiału zarybieniowego tego gatunku, co ma kluczowe znaczenie dla efektywności ekonomicznej jego podchowu. Z badań przeprowadzonych z wykorzystaniem wylęgu ciosy wynika, że podchów w wyższych temperaturach (około 30 °C) powoduje

istotne zwiększenie tempa wzrostu przy utrzymaniu wysokiej przeżywalności (Załącznik nr 4, cz. IIA: 3). Udowodniono, że w początkowym okresie larwy miętusa wymagają pokarmu żywego. Ponadto zanotowano wyraźne zwiększenie przeżywalności podchowujących larw miętusa, gdy w początkowym okresie oprócz naupliusów solowca podawano im pierwotniaki i wrotki (Załącznik nr 4, cz. IID: 9). Przeprowadzono także wstępne analizy dotyczące rozwoju larwalnego i podchowu larw minoga rzeczno w warunkach kontrolowanych (Załącznik nr 4, cz. IID: 1, 2). Wykazały one, że podchów larw minoga rzeczno w warunkach kontrolowanych jest możliwy. Odpowiednie dobranie rodzaju oraz frakcji pokarmu zapewnia utrzymanie larw minoga rzeczno przy życiu oraz uzyskanie rozmiarów zbliżonych do tych jakie osiągają w środowisku naturalnym.

Wzrost znaczenia intensywnych podchowów larw ryb w warunkach kontrolowanych, szczególnie w systemach recyrkulacyjnych, zainspirował mnie do wprowadzenia nowych metod w moich badaniach. Za szczególnie ważną uznałam możliwość bezpośredniego analizowania procesów zachodzących we wczesnym rozwoju ontogenetycznym ryb metodami histologicznymi (Załącznik nr 4, cz. IIA: 1, 2). Wyniki moich badań dotyczących wczesnej ontogenezy układu pokarmowego miętusa są pierwszymi tego typu informacjami o tym nowym dla akwakultury gatunku (Załącznik nr 4, cz. IIA: 1). Oprócz efektów naukowych, badania moje mają duże znaczenie praktyczne, pomagają bowiem w optymalizacji produkcji materiału zarybieniowego badanych gatunków ryb.

W efekcie prac naukowo-eksperymentalnych nad sztucznym tarłem ryb, w których uczestniczyłam, opracowano metody kontrolowanego rozrodu dziko-żyjących gatunków ryb karpioatych. Badania dotyczyły ciosy, jazia i leszcza. Z przeprowadzonych badań wynika, że tarlaki ciosy są bardzo wrażliwe na wszelkiego rodzaju manipulacje i w związku z tym należy do minimum ograniczyć ilość iniekcji hormonalnych wpływających stresująco na tarlaki (Załącznik nr 4, cz. IID: 6, 14). W trakcie prac przetestowano cztery powszechnie dostępne środki hormonalne: ludzką gonadotropinę kosmówkową (hCG), homogenat przysadki mózgowej karpia (CPH), preparaty zawierające analog LHRH i antagonistę dopaminy (Ovopel oraz Ovaprim). Najlepsze wyniki uzyskano stosując stymulację Ovopelem w jednej dawce. W przypadku jazia warunki przetrzymywania i sposób żywienia tarlaków nie wpływały na czas latencji natomiast miały wpływ na biologiczną jakość gamet (Załącznik nr 4, cz. IID: 13). Żywienie tarlaków paszą komponowaną i przetrzymywanie ich w basenach obniżało przeżywalność embrionów. Przeżywalność ta była istotnie wyższa gdy tarlaki jazia żywiono pokarmem naturalnym. Badano również wpływ temperatury na naturalny i sztuczny

rozród leszcza oraz na inkubację ikry w warunkach naturalnych i kontrolowanych (Załącznik nr 4, cz. IIA: 5). Stwierdzono, że wahania temperatury wody podczas sezonu rozrodczego leszcza zwiększają śmiertelność embrionów.

Prowadzone przeze mnie badania środowiskowe dotyczyły biologii siei z alpejskiego jeziora Santa Croce we Włoszech (Załącznik nr 4, cz. IID: 10). Ponadto brałam udział w badaniach rewitalizowanego odcinka rzeki Wkry, które obejmowały ichtiofaunę oraz zooplankton i bentos jako organizmy stanowiące bazę pokarmową ryb (Załącznik nr 4, cz. IID: 5, 7, 16, 17, 18).

Badania prowadzone przeze mnie we współpracy z zespołem genetyki Katedry Ichtiologii dotyczyły głównie cytogenetyki ryb (Załącznik nr 4, cz. IIA: 2, 4, 7, 9, 10 i IID: 8, 23) a także genetyki molekularnej (Załącznik nr 4, cz. IID: 19). Na podstawie oryginalnych danych na temat rozmieszczenia regionów wczesnej i późnej replikacji, heterochromatyny oraz miejsc restrykcyjnych na chromosomach opracowano kariotypy standardowe ryb łososiowatych (siei *Coregonus lavaretus*, sielawy *Coregonus albula*, pelugi *Coregonus peled*, głowacicy *Hucho hucho*) oraz bojownika *Betta splendens*, ciernika *Gasterosteus aculeatus* i cierniczka *Pungitius pungitius* (Załącznik nr 4, cz. IIA: 4, 9, 10 i IID: 8).

W zakresie cytogenetyki molekularnej brałam udział w pracach nad fizycznym mapowaniem sekwencji telomerowych i rDNA u ryb. Zastosowanie metody hybrydyzacji *in situ* umożliwiło zlokalizowanie tych genów i sekwencji u wybranych gatunków ryb i rozpoznanie ich polimorfizmu. Sekwencje telomerowe (TTAGGG)_n występują na zakończeniach chromosomów u wszystkich badanych kręgowców. Czasami mogą też znajdować się w innych miejscach niż zakończenia liniowej cząsteczki DNA, wtedy są śladami aberracji chromosomowych. Zastosowanie fluorescencyjnej hybrydyzacji *in situ* umożliwiło po raz pierwszy analizę rozmieszczenia tych sekwencji u kilku gatunków ryb z Polski (Załącznik nr 4, cz. IIA: 7, 9 i IID: 8).

Szczególnie interesujące wyniki uzyskano wykonując po raz pierwszy analizę cytogenetyczną lipienia europejskiego *Thymallus thymallus*, pochodzącego z Dolnego Śląska. Ustalono, że lipień pod względem kariotypu wyróżnia się spośród innych ryb z rodziny Salmonidae. Lipień posiada w komórkach somatycznych aż 100 chromosomów, a liczba ramion chromosomowych (NF) waha się od 167 do 170. Preparaty chromosomowe z nerki głowowej poddano następującym barwieniom: azotan srebra, chromomycyna A₃, DAPI, Giemsa po trawieniu enzymem restrykcyjnym AluI oraz prążki C. Ponadto wykonano hybrydyzację *in situ* z sekwencjami telomerowymi chromosomów lipienia.

Scharakteryzowano rozmieszczenie prążków C oraz sekwencji odpornych na trawienie enzymem restrykcyjnym AluI. Analiza wykazała istnienie polimorfizmu strukturalnego 21. pary chromosomów, które posiadały okołowcentromerowy blok heterochromatyny różnej wielkości. Tego typu zmienność mogła być spowodowana delecją, duplikacją i/lub inwersją w obrębie bloku sekwencji powtarzających się. Fluorescencyjna hybrydyzacja *in situ* (FISH) umożliwiła rozpoznanie lokalizacji konserwatywnych sekwencji telomerowych w chromosomach. Oprócz zakończeń chromosomów, takie sekwencje DNA znajdowały się też na sześciu chromosomach metacentrycznych w okolicach centromerów. Jest to dowód na to, że kariotyp ryb z rodzaju *Thymallus* ewoluował poprzez liczne inwersje pericentryczne. Jednakże takie nietypowe rozmieszczenie sekwencji telomerowych nie było obserwowane w polimorficznych chromosomach jąderkotwórczych ani w 21. parze (Załącznik nr 4, cz. IIA: 7).

W ramach badań genetycznych brałam także udział w analizie możliwości zastosowania mikrosatelitarnego DNA w genetycznym monitoringu hodowli jesiotra rosyjskiego i sterleta. Badania pokazały potencjał tej metody jako narzędzia do monitorowania różnych aspektów produkcji i zarządzania w akwakulturze ryb jesiotrowatych, szczególnie w przypadku monitorowania zmienności genetycznej stad tarłowych podczas prowadzenia programów hodowlanych. Analizy te mogą być stosowane do badania czystości stad tarłowych oraz identyfikacji hybryd międzygatunkowych ryb jesiotrowatych w polskich gospodarstwach rybackich. Zastosowanie analizy mikrosatelitarnego DNA może także zwiększyć efektywność selektywnej hodowli ryb (Załącznik nr 4, cz. IID: 19).

Mój całkowity dorobek naukowy w zakresie rybactwa obejmuje 36 pozycji, w tym 32 oryginalne prace naukowe (30 po doktoracie) i 24 doniesienia na zjazdy, konferencje, w tym po doktoracie 19, **339 punktów MNiSW liczone według roku wydania, sumaryczny IF 10,279, indeks Hirscha 4.**

6. Omówienie działalności dydaktycznej

Od chwili zatrudnienia w roku 2000 na stanowisku adiunkta na Wydziale Nauk o Środowisku Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie prowadziłam wykłady i ćwiczenia dla studentów studiów stacjonarnych i niestacjonarnych na kierunkach *Rybactwo* i *Ochrona środowiska*. Część prowadzonych przeze mnie przedmiotów nawiązywała do rekreacyjnego i turystycznego wykorzystania środowiska przyrodniczego, zwłaszcza wód

otwartych. Wiązało się to z przygotowaniem programów prowadzonych przedmiotów. Praca dydaktyczna związana z rekreacją i turystyką opierała się między innymi na prowadzonych przeze mnie badaniach naukowych dotyczących przede wszystkim funkcji turystycznych obszarów pojeziernych i wykorzystania wód otwartych dla celów rekreacyjnych. Dorobek naukowy z tego zakresu (Załącznik nr 4, cz. IIID: 1-10, Cz. III: 25-45, liczba punktów MNiSW liczona według roku opublikowania wynosi 58) umożliwia wliczenie mnie do minimum kadrowego studiów pierwszego i drugiego stopnia na kierunku *Turystyka i rekreacja* prowadzonym na Wydziale od 2011 roku oraz prowadzenie zajęć na tym kierunku. Ponadto brałam aktywny udział w pracach Wydziałowego Zespołu ds. Krajowych Ram Kwalifikacyjnych na kierunku *Turystyka i rekreacja* oraz przygotowaniu programów kształcenia na tym kierunku na studiach I^o licencjackich i II^o magisterskich.

Realizowane przedmioty:

Kierunek: Rybactwo:

- *Akwarystyka słodkowodna* - studia II^o magisterskie, ćwiczenia
- *Hodowla ryb w sadzach oświetlonych* - studia II^o magisterskie, ćwiczenia
- *Larwikultura* - studia II^o magisterskie, ćwiczenia
- *Rybactwo na wodach otwartych* - jednolite studia magisterskie, ćwiczenia
- *Rekreacyjne użytkowanie wód* - jednolite studia magisterskie, wykłady i ćwiczenia
- *Rybackie i rekreacyjne użytkowanie wód* - studia II^o magisterskie, wykłady i ćwiczenia
- *Rekreacyjne użytkowanie lasu* - studia II^o magisterskie, wykłady i ćwiczenia
- *Seminaria dyplomowe*

Kierunek: Ochrona środowiska

- *Akwarystyka* - studia II^o magisterskie, ćwiczenia
- *Polityka ochrony środowiska* – studia II^o magisterskie, ćwiczenia
- *Rekreacyjne i zdrowotne zarządzanie lasu* - jednolite studia magisterskie, wykłady i ćwiczenia
- *Rybackie i rekreacyjne użytkowanie wód* - jednolite studia magisterskie, wykłady i ćwiczenia
- *Seminaria dyplomowe*

Kierunek: Turystyka i rekreacja:

- *Enoturystyka* - studia I^o licencjackie, ćwiczenia

- *Obsługa ruchu turystycznego* - studia I° licencjackie, ćwiczenia
- *Podstawy turystyki* - studia I° licencjackie, wykłady i ćwiczenia
- *Praktyka w turystycznych obiektach noclegowych* - studia I° licencjackie, opiekun praktyk
- *Rekreacyjne zagospodarowanie i użytkowanie wód* - studia I° licencjackie, ćwiczenia
- *Sylwaturystyka* - studia I° licencjackie, wykłady i ćwiczenia
- *Turystyka morska i przybrzeżna* - studia I° licencjackie, wykłady i ćwiczenia
- *Turystyka jeziorowa* - studia I° licencjackie, wykłady i ćwiczenia
- *Seminaria dyplomowe*

Kierunek: Ichtiologia i akwakultura, studia podyplomowe

- *Przyrodnicze i społeczne uwarunkowania funkcji rekreacyjnej jezior* - wykłady

Obecnie jestem zaangażowana w proces dydaktyczny poprzez:

Kierunek: Rybactwo:

- Wykłady i ćwiczenia w ramach obligatoryjnego przedmiotu *Rekreacyjne użytkowanie wód* dla kierunku *Rybactwo* (studia I° inżynierskie)

Kierunek: Turystyka i rekreacja:

- Ćwiczenia w ramach obligatoryjnych przedmiotów *Obsługa ruchu turystycznego*, *Podstawy turystyki*, *Rekreacyjne zagospodarowanie i użytkowanie wód* (studia I° licencjackie)
- Wykłady i ćwiczenia w ramach fakultatywnych przedmiotów *Turystyka morska i przybrzeżna*, *Turystyka jeziorowa*, *Sylwaturystyka* (studia I° licencjackie)
- Wykłady i ćwiczenia w ramach obligatoryjnego przedmiotu *Turystyka a środowisko naturalne* (studia II° magisterskie)
- Wykłady w ramach obligatoryjnego przedmiotu *Turystyka zrównoważona* (studia II° magisterskie)

W latach 2005-2015 byłam promotorem **16** prac magisterskich (w tym trzech na kierunku *Rybactwo*), **5** prac inżynierskich i **12** prac licencjackich (Załącznik nr 4, cz. IIIG). Byłam także recenzentem prac magisterskich, inżynierskich i licencjackich oraz członkiem komisji egzaminacyjnych podczas egzaminów dyplomowych. Obecnie pod moim kierunkiem wykonywanych jest **8** prac licencjackich.

Inne:

- Funkcja opiekuna roku:
 - 2003-2007 - jednolite studia magisterskie, dzienne, kierunki *Ochrona środowiska i Rybactwo*
 - 2011-2014 - studia dzienne I° licencjackie kierunek *Turystyka i rekreacja*
- Wygłoszenie referatu pt. „Szacowanie wpływu użytkowania rekreacyjnego na środowisko przyrodnicze strefy brzegowej jezior” na seminarium: Turystyczne i rekreacyjne wykorzystanie jezior mazurskich, w ramach projektu „Zmieniający się Bałtycki Krajobraz – innowacyjne podejście do zrównoważonych krajobrazów leśnych”. Mrągowo, 6.12.2013 r. Seminarium realizowane przez Urząd Marszałkowski Województwa Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie ze środków Programu Regionu Morza Bałtyckiego na lata 2007-2013.

7. Działalność organizacyjna

Moja działalność organizacyjna w dużej mierze łączy się z pracą naukową. Od 2011 roku jestem redaktorem działowym czasopisma z listy JCR *Comparative Cytogenetics* wydawanego przez PENSOFT oraz czasopisma *Polish Journal of Natural Sciences* z listy B MNiSW, wydawanego przez Wydawnictwo UWM w Olsztynie (Załącznik nr 4, cz. IIIC: 1, 2). Wykonywałam recenzje dla międzynarodowych czasopism takich jak *Aquaculture* (lista JCR) oraz *Archives of Polish Fisheries* (lista B MNiSW) (Załącznik nr 4, cz. IIH). Poza tym moja działalność organizacyjna związana jest z aktywnością na Uniwersytecie i macierzystym Wydziale.

Funkcje pełnione na rzecz Uniwersytetu:

- 2006 – obecnie – członek/ przewodnicząca Komisji Wypoczynkowo-Rekreacyjnej ZFŚS UWM w Olsztynie
- 2014 – obecnie - członek Zarządu Uczelnianego ZNP

Funkcje pełnione na rzecz Wydziału:

- 2000-2012 - przedstawiciel dziekana w Wydziałowej Komisji ds. Przeglądów Warunków Pracy
- 2002 i 2003 - członek Wydziałowej Komisji Rekrutacyjnej
- 2006 – obecnie - członek Rady Wydziału Nauk o Środowisku (dawniej Wydziału Ochrony Środowiska i Rybactwa)
- 2008 – obecnie - przewodnicząca oddziału ZNP na Wydziale Nauk o Środowisku
- 2011-2012 - koordynator kierunkowy ECTS na kierunku *Turystyka i rekreacja* w ramach prac Wydziałowego Zespołu ds. Krajowych Ram Kwalifikacyjnych
- 2012 – obecnie - członek kierunkowego Zespołu ds. Jakości i Programów Kształcenia na kierunku Turystyka i Rekreacja

- 2012 – obecnie - członek Wydziałowego Zespołu ds. USOS - na kadencję 2012-2016
- 2012 – obecnie - członek Zespołu ds. Promocji Wydziału na kadencję 2012-2016
- 2013 – obecnie - członek Wydziałowej Komisji ds. Podwyżki Projakościowej

Ponadto biorę czynny udział w Olsztyńskich Dniach Nauki i Sztuki. Współpracuję z Warmińsko-Mazurską Regionalną Organizacją Turystyczną, uczestnicząc w posiedzeniach jej walnego zgromadzenia. Jestem członkiem Regionalnej Kapituły „Turystyczna Giełda Pracy” powołanej przez Zarząd Warmińsko-Mazurskiej Regionalnej Organizacji Turystycznej (Uchwała nr 9/2014 z dnia 8.07.2014).

