

Prof. dr hab. inż. Tomasz Heese
Laboratorium Gospodarki Wodnej
Politechniki Koszalińskiej

Koszalin, 21.05.2024r.

Recenzja pracy doktorskiej pt.:

**„Wykorzystanie analizy mikrostruktury otolitów w badaniach ekologii
wczesnych stadiów rozwojowych dorsza *Gadus morhua* L.
w Bałtyku południowym”**

autorstwa pani mgr Katarzyny Spich

Podstawą opracowania recenzji jest pismo pana prof. dr hab. Wojciecha Tyłmanna przewodniczącego Rady Dyscypliny Nauki o Ziemi i środowisku Uniwersytetu Gdańskiego z dnia 23 stycznia 2024 roku o powołaniu mnie na recenzenta pracy doktorskiej pani mgr Katarzyny Spich.

Rozprawa doktorska pt.: „Wykorzystanie analizy mikrostruktury otolitów w badaniach ekologii wczesnych stadiów rozwojowych dorsza *Gadus morhua* L. w Bałtyku południowym” została przygotowana w Morskim Instytucie Rybackim w Zakładzie Oceanografii Rybackiej i Ekologii Morza. Przedłożona recenzja uwzględnia obowiązujące obecnie przepisy zgodne z Prawem o Szkolnictwie Wyższym i Nauce.

Specyfika warunków siedliskowych w Morzu Bałtyckim sprawia, że zarządzanie zasobami ryb i prowadzenie racjonalnego rybołówstwa jest wyjątkowo zależne od warunków środowiskowych determinowanych przez zasolenie, zasobność w biogeny i presję na strefę przybrzeżną. Dorsz będący do nie dawna gatunkiem wyjątkowo cenny więc i pożądanym dla rybołówstwa wymaga wprowadzania do zasad gospodarowania stadem wyjątkowych metod. Metod pozwalających ocenić zjawiska najważniejsze w procesie rekrutacji ryb do stada eksploatowanego, czyli okresu rozrodu, larwalnego i okresu juwenilnego narybku. W ocenianej pracy doktorskiej właśnie cały wysiłek badawczy skierowano na ocenę tempa wzrostu larw i narybku dorsza z trzech podobszarów Morza Bałtyckiego. Bardzo cennym uzupełnieniem pracy było pozyskanie danych o strukturze zooplanktonu w okresie wylęgu larw dorsza i gdzie skupiono się na zasobach *Copepoda* jako istotnego pokarmu larw i narybku dorsza. Nie bez znaczenia był wysiłek Autorki pracy na dodatkowe wyróżnienie dwóch klas wielkości od nauplii do stadium CIII i stadium CIV do postaci dorosłych. Pomimo bardzo dużego znaczenia gospodarczego populacji dorsza z Bałtyku nadal wiedza na temat precyzji odczytu wieku z otolitu dla larw i narybku dorsza wymaga pogłębionych analiz. W prezentowanej pracy doktorskiej pani mgr. Katarzyny Spich znalazły się zagadnienia dotyczące precyzji oznaczeń wieku w oparciu o otolity, dalej wpływu biomasy

zooplanktonu na wzrost larw i narybku dorsza oraz przegląd badań nad mikrostrukturą otolitów wczesnych stadiów rozwojowych tego gatunku.

Przedłożona do oceny praca doktorska jest zbiorem trzech publikacji ściśle ze sobą powiązanych z opisem celu pracy, hipotez badawczych i podsumowaniem. Praca doktorska jest zbiorem publikacji wydanych w prestiżowych czasopismach obejmujących swym zakresem tematyczny między innymi biologię ryb, oceanologię i rybołówstwo morskie. Materiał do wspomnianych prac został zebrany w czasie rejsów planktonowych na Bałtyku w latach 2006-2014 na statku naukowym BALTICA. Pobór prób prowadzono, każdego roku, wiosną i latem w Basenie Bornholmskim, na Rynnie Słupskiej oraz Basenie Gdańskim. W pierwszej pracy udowodniono bardzo ważny wpływ doświadczenia badacza na odczyt mikrostruktur otolitu larwy i narybku. Błędy tu popełniane decydowały o nieprawidłowościach w ocenie analizy tempa wzrostu larw i narybku oraz co ważne daty wylęgu larwy. Druga publikacja koncentrowała się na analizie dostępności pokarmu dla larw i narybku dorsza. Tu wykazano istotne zależności pomiędzy biomasą zooplanktonu i jego składem taksonomicznym a tempem wzrostu larw i narybku badanego gatunku. Wskazano między innymi na duży wpływ powierzchniowej temperatury wody na zasoby pokarmowe dla młodych dorszy. Cennym uzupełnieniem zastawu publikacji jest trzecia praca wskazana do oceny. Dotyczy przeglądu literatury na temat wykorzystywania do analiz tempa wzrostu stadiów juwenilnych dorsza mikrostruktury otolitów, a także doboru np. strzałki lub kamyczka. Co ciekawe ta publikacja nie jest tylko wylistowaniem kto co zrobił i kiedy się tym zajmował ale także pogłębioną analizą dotychczasowych dokonań poczynając od słynnej pracy Giorgio Pannelli z 1971 roku pt. „*Fish otoliths: daily growth layers and periodical patterns*” wydanej w prestiżowym czasopiśmie „*Science*”.

Główny cel pracy został pogrupowany na 3 cele pośrednie z dodatkowo wyróżnionymi zadaniami. Zadania koncentrowały się w zasadzie na głównym celu pracy. W moim przeświadczeniu zaplanowano odpowiedzieć na pytanie: Czy na podstawie analizy mikrostruktury otolitów można badać ekologię wczesnych stadiów rozwojowych dorsza w Bałtyku Południowym? Kolejno postawiono hipotezy badawcze, które zaplanowano zweryfikować w toku prowadzonych badań. Postawione hipotezy praktycznie odnoszą się do kolejnych publikacji i być może nie konieczne, dla odbioru pracy doktorskiej, było przedstawienie kolejności omawianych publikacji to jest pozycji 2 (rok wydania 2023) i 3 (rok wydania 2022). Może w trakcie dyskusji Autorka wskaże na ważność takiej decyzji. Tu przy okazji stwierdzam, że trafne hipotezy badawcze zostały poprzez zaplanowane cele zweryfikowane.

Warsztat pracy i osiągnięte rezultaty oceniam bardzo wysoko. Tym bardziej, że pobieranie otolitów z larw wymaga nie tylko cierpliwości ale też „zręczności”. Celowo ująłem to w cudzysłów bo sam osobiście podejmowałem takie próby. Pozyskanie z tak małych rozmiarów osobników dwóch otolitów

strzałki i kamyczka wymaga naprawdę wielkiej precyzji. Dalsza obróbka i obserwacje to już sprawa sprzętu i potem interpretacji. Publikacja na temat oceny i doświadczenia obserwatorów jednoznacznie wskazuje, że trzeba być do takiej pracy zliczania przyrostów dobowych dobrze przygotowanym.

Metodyka badawcza nie budzi zastrzeżeń. Dzięki zaplanowanym rejsom w kolejnych porach roku tj. wiosną i latem udało się praktycznie zebrać bardzo kompletny materiał z 3 ważnych obszarów siedliskowych dorsza w Bałtyku. Jedna uwaga: czy założono, że zooplankton pobierano tylko z 2 warstw bo przy dnie panowały warunki beztlenowe, co wynikało z badań czy założeń, i na jakiej głębokości znajdowały się te warstwy. Trochę za duże uproszczenie, czy na ławicy słupskiej przy głębokościach do 20m obserwowano i to wiosną zaniki tlenu rozpuszczonego? Wydaje mi się to pewnym uproszczeniem, choć rozumiem taki zapis.

Z uwag merytorycznych o charakterze dyskusyjnym znaleziono kilka i to raczej w wersji polskiej niż w publikacjach. Te ważne zawsze są okazją do dyskusji w ramach publicznej obrony. W części opisowej znajdujemy pewne uproszczenia. Na początku streszczenia dowiadujemy się, że „dorsz dotarł do Bałtyku.” Zasiedlenie Bałtyku przez dorsza wynikało z dość nagłych zjawisk związanych z historią tego akwenu i prawdopodobnie dorsz zasiedlił wody Bałtyku, w tym krótkim okresie, dwukrotnie. W okresie kiedy w południowej Szwecji pomost lądowy oddzielający Bałtyk od oceanu został przerwany jakieś 10,2 tysiąca lat temu i kolejno, po okresie ocieplenie i całkowitym wysłodzeniu Bałtyku, nastąpiło otwarcie drogi do Morza Północnego i stopniowe zasolenie Bałtyku jakie obserwujemy obecnie.

Kolejna uwaga dotyczy wskazania wpływu bazy pokarmowej na wolniejsze tempo wzrostu i wysoką śmiertelność naturalną (str. 20, wiersz 14-15 od góry). Czy przy okazji badań na tak obszernym materiale, było możliwe zanotowanie np. które larwy miały ślady pokarmu w przewodzie pokarmowym. W literaturze istnieje pogląd o tworzeniu w strategiach rozrodczych gatunków ryb, w tym u dorsza, o wysokiej płodności tzw. „żelaznego zapasu”, kiedy to larwy, które nie rozpoczęły żerowania z różnych przyczyn stają się pokarmem osobników żerujących. Uwaga ta wpisuje się w dyskusję Autorki rozprawy doktorskiej w rozdziale „Uzasadnienie podjęcia badań” na stronie 21 pisząc o konieczności prowadzenia badań w zakresie ekologii wczesnych stadiów rozwojowych ryb. Chyba dość niefortunny zapis na str. 22 (wiersz 9-10 od góry) mówiący o braku informacji o dokładności odczytów wieku z otolitów dorsza. Tu trzeba precyzyjnie zapisać, że chodzi o przyrosty dobowe.

Może jedynie martwić, że brakuje polskiej literatury na temat pokarmu larw i narybku dorsza (str. 28, wiersz 10 od góry). Te, które zacytowano z przełomu wieku są dość odległe. Zmiany klimatu i w tym obszarze są do uchwycenia. Mając tak duże doświadczenie w oznaczaniu ofiar larw dorsza,

aż się prosi, by pani mgr Katarzyna Spich podjęła w dalszej pracy naukowej tak ważny temat.

W króciutkim rozdziale „Hydrologia” dowiadujemy się, że temperatura została analizowana w dwóch warstwach kolumny wody, od powierzchni do termokliny i od początku termokliny do dna. Wcześniej dowiedzieliśmy się, że próby ichtiologiczne i zooplanktonu były pobierane w dwóch warstwach z pominięciem warstwy przydennej beztlenowej. Tu powinno się zadbać o większą precyzję. W publikacji pt.: „Annual, seasonal and spatial differences ...” na str. 402 w rozdziale 2.3. „Sample collection zooplankton” jest wspomniane o 3 warstwach, gdzie pobierano próby. Tym bardziej, że przy weryfikowaniu hipotezy nr II odniesiono się do statystycznej istotnej korelacji pomiędzy tempem wzrostu wczesnych stadiów rozwojowych dorsza a temperaturą wód powierzchniowych w obu badanych sezonach, czyli wiosną i latem.

Bardzo wysoko oceniam prace przeglądową dołączoną do zestawu publikacji. Obecnie coraz rzadziej podejmowany jest trud pisania takich przeglądów. Owszem dostęp do baz internetowych jest dziś nieporównywalny z tym sprzed kilkunastu lat, ale i tak trzeba te publikacji przeanalizować. Ciekawią mnie zmiany (ślady) na otolitach pojawiające się w trakcie przejścia narybku na tryb przydenne. Jest to znak dodatkowy i czy można go pomylić ze znakiem pierwszego roku przy tradycyjnej analizie otolitu, przełomu czy szlif.

Dwie pierwsze publikacje oparto o wyjątkowo bogaty materiał w ilości 1674 sztuk strzałek i kamyczków z larw i narybku dorsza no i okres prowadzenia analiz to aż 9 lat. Niezwykle istotne z punktu prowadzonych badań są obserwacje Autorki na temat powstawania nowych centrów krystalizacji (primordiów) co utrudnia odczyty rzeczywistej liczby dziennych przyrostów. Podobnie niezwykle ważna obserwacja, by w przypadku pojawienia się centrów krystalizacji na strzałkach używać zamiennie otolitu zwanego kamyczkiem. I tu przy okazji pytanie, po ilu dniach wzrostu u dorsza pojawiają się pierwsze primordia i czy jest jakaś różnica pomiędzy stadami dorszy z Atlantyku i Bałtyku. We wniosku nr 3 rekomendowany jest kamyczek do oznaczania przyrostów dobowych i to w okresie 4 pierwszych miesięcy życia (120 dni), i czy jest to okres kiedy młody dorsz przechodzi z pelagialu do strefy przydennej. Może zmiana pokarmu determinuje trudności w dalszej ocenie przyrostów dobowych i trudności z weryfikowaniem tą metodą znaku pierwszego roku życia na całym otolicie ryby dorosłej. W literaturze często się wspomina o allometrycznym przyroście otolitu w stosunku do rozmiarów ciała zmieniającym się w ciągu roku. Mogą na to wpływać zmiany stref bytowania, wędrówki, rozród i wiele jeszcze innych czynników np. środowiskowych.

Uwagi do spisu literatury i cytowań:

- str. 19, wiersz 8 i 17 od góry, jest ... „Marteinsdóttir i Rose, 219...”, a w spisie literatury data publikacji to rok 2018 i dodatkowo w nazwisku pierwszego autora w spisie literatury jest błąd w pisowni (zamiast „ó” jest „o”),
- brak cytowania w tekście publikacji ze spisu literatury „Schmidt J. O., Hinrichsen H. H. (2008), Impact of prey field variability on early cod larval survival.... Oceanologia, 50:205-220” a praca ta wpisuje się w moje wcześniejsze uwagi co do braku współczesnych danych o pokarmie larw dorsza i strategii ich żerowania, oraz
- brak w spisie literatury cytowanych trzech prac Autorki?

Publikacje przedłożone do oceny jako praca doktorska znacząco powiększyły wiedzę na temat szybkości wzrostu wczesnych stadiów rozwojowych dorsza. Szczególnie ma to znaczenie, że badania prowadzono dla ekosystemu morskiego tak wrażliwego jakim są wody Bałtyku. Jednym z ważniejszych osiągnięć w pracy doktorskiej pani mgr Katarzyny Spich jest wyraźne wskazanie na jakich elementach badać wiek larw tj. w oparciu o kamyczek, a wiek u narybku w oparciu o strzałkę! Informacją o „kapitalnym” znaczeniu, powstającą w trakcie takich badań, jest możliwość określenia daty wylęgu. Wstecznie przy prowadzeniu szczegółowego monitoringu wód Bałtyku i innych akwenów możemy datę wylęgu porównać z panującymi w tym czasie warunkami. Dowiedzieć się jaki procent zapłodnionej ikry można kojarzyć z konkretną temperaturą wody czy innym warunkami meteorologicznymi. Pierwszy pierścień przyrostu dobowego powstaje w dniu wylęgu. Niezwykle cenne dane, pozyskane w identycznym terminie, otrzymano badając jednocześnie wiek larw i narybku dorsza oraz ich zasoby pokarmowe. Czy cele pracy zostały osiągnięte? Na pewno tak i doprowadzając do wartościowych wniosków. Na zakończenie trzeba jednoznacznie stwierdzić, że dobór publikacji przedstawionych jako doktorat okazał się bardzo trafny. Praca została wykonana na niezwykle bogatym materiale i w długiej perspektywie czasowej.

Wniosek końcowy: oceniana praca, w pełni odpowiada wymogom stawianym rozprawom doktorskim zgodnie z obowiązującymi obecnie przepisami (art.13 ust.1 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 2017 r. poz. 1789 ze zm.), w zw. z art. 179 ust. 1 ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1669 ze zm.). Wnioskuje do Rady Dyscypliny Nauk o Ziemi i środowisku Uniwersytetu Gdańskiego o dopuszczenie Pani mgr Katarzyny Spich do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Koszalin, 21 maj 2024r.

