

## **Host-parasite interactions as indicators in biomonitoring of Baltic Sea environment. Interakcje w układzie pasożyt-żywiciel jako wskaźniki w badaniach biomonitoringowych środowiska Morza Bałtyckiego.**

Dorsz (*Gadus morhua*) jest jednym z najważniejszych gatunków ryb w Bałtyku zarówno pod względem ekonomicznym jak i ekologicznym. Wolnoożyjący dorsz pełnić może rolę zarówno żywiciela pośredniego, jak i ostatecznego dla wielu gatunków pasożytów. Parazytofauna poszczególnych osobników różni się w zależności od rejonu występowania jak i wieku (a co się z tym wiąże i wielkości) ryb. Ma to bezpośredni związek z rodzajem spożywanego pokarmu. W przypadku dorszy poławianych w Bałtyku najczęściej stwierdzano występowanie nicieni (Nematoda: Anisakidae) reprezentowanych przez *Contracaecum osculatum* (Rudolphi, 1802), *Anisakis simplex* (Rudolphi, 1809) i *Pseudoterranova decipiens* (Krabbe, 1878) oraz kolcogłowów (Acantocephala) z gatunku *Echinorhynchus gadi* (Zoega w Moller 1776).

Główne cele niniejszej rozprawy doktorskiej były następujące:

1. ocena zmian dynamiki zarażenia dorsza nicieniami Anisakidae, z uwzględnieniem czynników biologicznych, czasowych i przestrzennych;
2. zastosowanie badań aktywności AChE w układach pasożyt-żywiciel oraz ocena ich użyteczności w badaniach biologicznych skutków zanieczyszczeń substancjami neurotoksycznymi w środowisku morskim.

Przeprowadzone w ramach niniejszego doktoratu badania parazytofauny dorszy pozwoliły na ocenę zmian dynamiki zarażenia tych ryb nicieniami Anisakidae, co omówiono w artykule Nadolna i Podolska (2014). W ocenie uwzględniono zarówno czynniki biologiczne żywiciela, jak i czasowe oraz przestrzenne. W dyskusji poruszono również kwestie zmian ekosystemowych, które miały miejsce na przestrzeni ostatnich 20 lat, a które mogły się przyczynić do zmian ekstensywności i intensywności zarażenia dorszy pasożytniczymi nicieniami Anisakidae. Wzrost liczebności ssaków morskich w Bałtyku (które są niezbędnym ogniwem dla zamknięcia cykli rozwojowych nicieni Anisakidae) jest jednym z głównych czynników, wpływających na wzrost zarażenia. Potwierdzają to również późniejsze wyniki, uzyskane przez innych naukowców. Zmiany poziomu zarażenia dorszy pasożytami można wykorzystać jako wskaźniki zmian zachodzących w środowisku morskim. Pasożyty ryb są wykorzystywane nie tylko jako wskaźniki zmian środowiska, ale także jako biowskaźniki efektu lub kumulacji różnych czynników szkodliwych.

Równoczesna analiza poziomu aktywności acetylcholinesterazy (AChE) u pasożytów i żywiciela została zaproponowana jako obiecujące narzędzie w biomonitoringu. AChE jest kluczowym enzymem w procesie przewodzenia impulsu nerwowego zarówno u kręgowców jak i bezkręgowców. Analizy aktywności AChE są uważane za specyficzny biomarker biologicznych skutków ekspozycji na czynniki neurotoksyczne, głównie insektycydy organofosforanowe i karbaminianowe.

W prezentowanej rozprawie doktorskiej analizowano dwa układy pasożyt-żywiciel: 1) dorsz i pasożytnicze kolcogły *E. gadi* (Podolska i in. 2014); 2) dorsz i pasożytnicze nicienie *C. osculatum* (Nadolna-Ałtyn 2015). Aktywność AChE wspomnianych gatunków pasożytów (podobnie jak dla przedstawiciela kolcogłowów w ogóle) określono po raz pierwszy. Odpowiedź biomarkera AChE na zmiany w środowisku wykazują odwrotną zależność u dorsza i jego pasożytów. Aktywność AChE wykazała statystycznie istotną, ujemną korelację w układzie pasożyt-żywiciel: hamowaniu aktywności AChE w tkance mięśniowej ryb towarzyszył relatywnie wysoki poziom aktywności tego enzymu w ekstraktach z tkanek obu gatunków pasożytów. U ryb żyjących w środowisku względnie wolnym od zanieczyszczeń, poziom aktywności AChE jest wyższy ponieważ aktywność enzymu nie jest hamowana przez neurotoksyny. Odpowiedź biomarkera AChE, zależną od rejonu zbioru prób, obserwowano w obu badanych przypadkach: najniższemu poziomowi aktywności enzymu u dorsza z Zatoki Gdańskiej (rejon uznawany za zanieczyszczony) towarzyszył najwyższy poziom aktywności AChE u pasożytów. Przeciwną odpowiedź biomarkera w układzie pasożyt-żywiciel odnotowano w przypadku prób z wód otwartych (wysoki poziom aktywności AChE u ryb i niski u pasożytów). Te zależności są spójne z wynikami uzyskanymi przez Podolską i Napierską (2006), które badały aktywność AChE u śledzi *Clupea harengus* i nicieni *Anisakis simplex*.

Odpowiedź biomarkera w układzie pasożyt-żywiciel jest podobna nie tylko w przypadku nicieni (*A. simplex* ze śledzi i larwy *Contracaecum* sp. z dorsza), ale także dla pasożytów reprezentujących różne grupy systematyczne (kolcogłowy i nicienie). Odwrotna zależność aktywności AChE w układzie pasożyt-żywiciel jest obserwowana niezależnie od miejsca występowania pasożyta w ciele żywiciela (*E. gadi* w przewodzie pokarmowym i larwy *Contracaecum* sp. w wątrobie) tego samego żywiciela (dorsz). Wydaje się, że pasożyty reagują raczej na zmiany zachodzące w żywicielu niż w środowisku. Pomiary aktywności AChE w układzie pasożyt-żywiciel mogą być wykorzystywane jako użyteczne narzędzie w biomonitoringu w celu detekcji biologicznych skutków ekspozycji na pestycydy i inne czynniki neurotoksyczne.