

**STRESZCZENIE ROZPRAWY DOKTORSKIEJ MGR JAKUBA DYMKA
PT „ZRÓŻNICOWANIE MORFOLOGICZNE NARZĄDU WĘCHU U
WYBRANYCH PRZEDSTAWICIELI CHONDRICHTHYES I OSTEICHTHYES”**

Węch jest niezwykle istotnym zmysłem dla wszystkich zwierząt, bowiem umożliwia m.in. zlokalizowanie pożywienia lub znalezienie partnera do rozrodu. Wśród kręgowców największe zróżnicowanie narządu węchu obserwuje się u najstarszych ewolucyjnie przedstawicieli tej grupy, czyli ryb (Pisces). Jest to związane m.in. z przystosowaniem się do odmiennych siedlisk, zróżnicowanych np. pod względem zasolenia czy też głębokości. Niektóre gatunki wykazują także zdolność do wymiany gazowej poza wodą, co wiąże się z adaptacjami m.in. w budowie narządu węchu.

Typowy (parzysty) narząd węchu ryb (Pisces) stanowi położona na dnie komory węchowej rozeta węchowa. Zbudowana jest ona z listwy środkowej oraz blaszek węchowych pokrytych nabłonkiem węchowym. W nabłonku węchowym można wyróżnić komponentę zmysłową (różne typy receptorowych neuronów węchowych) oraz komponentę niezmysłową, którą tworzą m.in. komórki niezmysłowe z witkami, komórki bazalne, komórki śluzowe.

Celem niniejszej rozprawy doktorskiej było wykazanie różnorodności makro – i mikro – morfologii narządu węchu u wybranych gatunków ryb chrzęstnoszkieletowych (Chondrichthyes) oraz kościstych (Osteichthyes). Różnorodność ta może wynikać zarówno z życia w odmiennym środowisku (wody słone vs słodkie) jak również stanowić przystosowanie do krótkotrwałego przebywania poza wodą lub też być związana z nietypową formą biologii rozrodu (samcza żyworodność). Badania miały również na celu, wykorzystując wyniki własne i dane z literatury, określić zmiany ewolucyjne związane z morfologią narządu węchu ryb.

Do przeprowadzenia badań wybrano spośród ryb kościstych gatunki należące do młodej ewolucyjnie rodziny igliczniowatych (Syngnathidae) cechującej się, jako jedynej wśród zwierząt, występowaniem zjawiska samczej żyworodności, *Syngnathus typhle* oraz *Doryichthys boaja*. U *S. typhle* badania obejmowały również porównanie występowania poszczególnych typów neuronów receptorowych węchowych pomiędzy będącymi w trakcie sezonu rozrodczego samicami, samcami oraz samcami ciężarnymi. Jako reprezentantów ewolucyjnie starszej grupy ryb kostnojęzykowych (Osteoglossomorpha), spośród której niektóre gatunki cechują się zdolnością do krótkotrwałego przebywania poza środowiskiem wodnym, wybrano *Pantodon buchholzi*, *Osteoglossum bicirrhosum*, *Arapaima gigas*, *Gymnarchus niloticus*. Jako przedstawicieli ryb chrzęstnoszkieletowych wybrano gatunki rekinów żyjących w różnych strefach oceanicznych (*Mustelus mustelus*, *Scyliorhinus canicula*, *Galeus melastomus*, *Etmopterus spinax*) oraz płaszczyk słodkowodnych (*Potamotrygon motoro*, *P. hystrix*).

Uzyskane w ramach pracy doktorskiej wyniki badań wskazują jednoznacznie, że u przedstawicieli rodziny Syngnathidae brak jest rozety węchowej. Nabłonek węchowy wyściela dno i ściany komory węchowej jak również wewnętrzną powierzchnię nozdrzy oraz pomostu skórniego znajdującego się pomiędzy nozdrzem wlotowym i wylotowym. U wszystkich badanych osobników *S. typhle* zaobserwowano receptorowe neurony węchowe z mikrokosmkami oraz rzęskami, natomiast obecność receptorowych neuronów węchowych

kryptowych została opisana jedynie u samców, przy czym większe ich zagęszczenie występowało u samców ciężarnych.

Wśród przedstawicieli ryb kostnojęzykowych wykazano dużą różnorodność budowy rozety węchowej, od typowej zbudowanej z listwy środkowej i dwóch rzędów blaszek węchowych, jak u *P. buchholzi*, poprzez złożoną wyłącznie z blaszek węchowych ułożonych w stosunku do siebie prawie równolegle u *O. bicirrhosum*) lub promieniście u *G. niloticus*, aż do rozety zbudowanej z blaszek węchowych wyrastających z okrągłej listwy środkowej zlokalizowanej bocznie w komorze węchowej u *A. gigas*. Unikatową cechą *P. buchholzi* jest obecność na tylnej ścianie komory węchowej maczugowatej struktury. Spośród czterech badanych gatunków, nabłonek węchowy obecny na blaszkach węchowych wykazuje pofałdowanie u *O. bicirrhosum* i *A. gigas*. Obszar zmysłowy wykazuje regionalizację u wszystkich analizowanych przedstawicieli ryb kostnojęzykowych, jednakże wyłącznie u *P. buchholzi* oraz *G. niloticus* ma on regularny kształt. U *O. bicirrhosum* ma on kształt dłoniasty, natomiast u *A. gigas* występuje w postaci równoległe ułożonych pasm.

Analizowane gatunki ryb chrzęstnoszkieletowych wykazują zróżnicowanie w położeniu nozdrzy względem otworu gębowego, natomiast rozeta węchowa u wszystkich wykazuje typową budowę makro – morfologiczną, tzn. jest złożona z wydłużonej listwy środkowej oraz dwóch rzędów blaszek. Na blaszkach węchowych zlokalizowane są blaszki drugorzędowe utworzone z pofałdowanego nabłonka węchowego. Analiza nabłonka węchowego wykazała różnice pomiędzy słonowodnymi rekinami a słodkowodnymi płaszczkami, m. in. w zagęszczeniu jonocytów oraz odmiennym charakterze biochemicznym komórek wydzielniczych. Stwierdzono także, że u obu gatunków płaszczek komórki nabłonkowe wyścielające bazalne części blaszek węchowych wykazują aktywność wydzielniczą, co nie zostało dotychczas opisane u ryb chrzęstnoszkieletowych.

Otrzymane wyniki pozwalają wskazać, że w młodszych liniach ewolucyjnych ryb kostnojęzykowych widoczne jest upraszczanie budowy rozety węchowej. Podobne procesy można zaobserwować w ewolucji całej grupy ryb doskonałokostnych, wśród których w młodszych ewolucyjnie taksonach obserwowana jest redukcja, a nawet zanik rozety węchowej (np. u Syngnathidae).

23.07.2021

Krzysztof Zwiaka

Zdzisław Dmulec

**ABSTRACT OF THE PHD THESIS OF MSC JAKUB DYMEK
“MORPHOLOGICAL DIFFERENTIATION OF THE OLFACTORY ORGANS IN
SELECTED REPRESENTATIVES OF CHONDRICHTHYES AND
OSTEICHTHYES”**

The sense of smell is an important sense for all animals, because it allows animal to find food or a reproductive partner. Among vertebrates, the greatest variation of the olfactory organ is observed among fish. It is related to adaptation to different habitats, which may be varied in terms of salinity or depth. Additionally, some species are airbreathing fish and this phenomenon is associated with some adaptations, e.g., in the structure of the olfactory organ.

The typical (paired) olfactory organ of fish is the olfactory rosette located at the bottom of the olfactory chamber. It is composed of a median raphe and olfactory lamellae lined with an olfactory epithelium. In the olfactory epithelium we can distinguish a sensory component (various types of receptor olfactory neurons) and a non-sensory component, which is formed by non-sensory ciliated cells, basal cells and goblet cells.

The aim of the doctoral dissertation was to demonstrate the diversity of macro - and micro - morphology of the olfactory organ in chosen species of cartilaginous fish (Chondrichthyes) and bony fish (Osteichthyes). The diversity may be a result of living in a different environment (seawater vs fresh water) as well as be an adaptation to short-term stay out of water. It could be also associated with an atypical form of reproductive biology (male viviparity). Additional aim of the of the doctoral dissertation was to determine (based on own data and literature data) evolutionary changes in the structure of olfactory organ in fish.

Syngnathus typhle and *Doryichthys boaja* were chosen from an evolutionary young family Syngnathidae, which is the only taxon among animals characterized by male viviparity. In *S. typhle*, the studies also included a comparison of the occurrence of different types of olfactory sensory neurons between females, males and pregnant males during the breeding season. *Pantodon buchholzi*, *Osteoglossum bicirrhosum*, *Arapaima gigas*, *Gymnarchus niloticus* were selected as representatives of Osteoglossomorpha, the evolutionary old group of bony fish, in which some species have the ability to stay outside the aquatic environment for a short time. The species of sharks living in various ocean zones (*Mustelus mustelus* *Scyliorhinus canicula*, *Galeus melastomus* *Etmopterus spinax*) and freshwater rays (*Potamotrygon motoro*, *P. hystrix*) were chosen as representatives of the cartilaginous fish.

The research carried out as a part of the doctoral thesis made it possible to show that the representatives of the Syngnathidae family shows absence of the olfactory rosette within olfactory chamber. Unfolded olfactory epithelium lines the bottom and walls of the olfactory

chamber as well as the inner part of the nostrils and the skin bridge between the anterior and posterior nostril. In all examined *S. typhle* individuals, ciliated olfactory sensory neurons and microvillus sensory neurons were observed, while crypt olfactory sensory neurons were found only in males, with higher density in pregnant males.

Among the representatives of bonytounge fish, a large diversity of the structure of the olfactory rosette was observed, from the typical one composed of a median raphe and two rows of olfactory lamellae in *P. buchholzi*, to olfactory lamellae arranged parallelly in *O. bicirrhosum* or radially in *G. niloticus*, to the rosette composed of olfactory lamellae joined to the round median raphe located laterally in the olfactory chamber of *A. gigas*. A unique feature of *P. buchholzi* is the presence of a cudgel-shaped structure on the posterior wall of the olfactory chamber. Among four studied species, the olfactory epithelium is folded only in *O. bicirrhosum* and *A. gigas*. The sensory area shows regionalization in all analyzed representatives of the bonytounge fish; however, it has a regular shape only in *P. buchholzi* and *G. niloticus*. In *O. bicirrhosum* it has a palmate shape, while in *A. gigas* it is formed as parallel strands.

The analyzed species of cartilaginous fish show variation in the position of the nostrils in relation to the mouth, while the olfactory rosette in all of them has a typical macro-morphological structure, i.e., an elongated median raphe and two rows of olfactory lamellae. On the olfactory lamellae there are secondary lamellae formed by the folded olfactory epithelium. Analysis of the olfactory epithelium showed differences between seawater sharks and freshwater rays, e.g., in the occurrence of ionocytes and in the different biochemical nature of secretory cells. In both species of rays, epithelial cells lining the basal parts of olfactory lamellae have also been shown to have secretory activity. This phenomenon has not been shown in cartilaginous fish so far.

The results allow to indicate, that during evolution of bonytounge fish the simplification of the structure of the olfactory rosette can be observed. Similar phenomenon can be seen in the evolution of bony fish. In younger taxons, it even led to a complete reduction of the olfactory rosette, which is visible in the family Syngnathidae.

23.07.2021

Krzysztof Zurek

Jolanta Dmoch