

АНОМАЛИИ В СОСТОЯНИИ ЯЧНИКОВ ТРЁХ ВИДОВ СЕМЕЙСТВА Mullidae ЗАЛИВА НЯЧАНГ

PAVLOV D.A.⁽¹⁾, EMEL'YANOVA N.G.⁽¹⁾, VÕ THỊ HÀ⁽²⁾

ВВЕДЕНИЕ

Деградация прибрежной зоны, практически повсеместно наблюдаемая в последние годы в морях низких широт, в значительной мере связана с антропогенными факторами [1, 6]. Залив Нячанг (южная часть Центрального Вьетнама) - известное место отдыха туристов, включающее охраняемую зону (Marine Protected Area, МРА), основанную в 2002 г. Ежедневно тысячи кубометров сточных вод проникают в залив, преимущественно из рек Кай и Бе. Около 90% сточных вод Нячанга поступают непосредственно в реки без очистки и затем распространяются по эстуарию залива [8]. Поллютанты и, в частности, тяжёлые металлы, накапливаются в донных осадках [12].

Некоторые морские организмы, чётко реагирующие на изменения экосистемы, могут быть использованы в качестве индикаторов состояния биотопов. Репродуктивная система рыб чутко реагирует на любые изменения условий окружающей среды. Изменения гидрологического и гидрохимического режимов водоёмов вызывают модификации годовых биологических циклов рыб и могут приводить к нарушениям процессов воспроизводства, в частности нормального развития гонад и половых клеток [20, 16]. Гистологическое состояние ооцитов и гонад - один из широко применяемых и надёжных показателей антропогенных изменений в экосистемах [20, 19, 16].

Рыбы семейства Mullidae широко распространены в тропической, субтропической и умеренной зонах. Они рассматриваются как ключевые виды в прибрежных биотопах вследствие их специфического пищевого поведения. Рыбы перемешивают донные осадки посредством пары усиков, расположенных на подбородке. Такое поведение привлекает другие виды, возникают многовидовые пищевые агрегации рыб, а биогены возвращаются из донных осадков во внешнюю среду. Барабулевые рыбы обладают высокими вкусовыми качествами и повсеместно используются как объекты рыболовства. В связи с донным образом жизни, перекапыванием донных осадков и использованием их компонентов в пищу, эти рыбы могут быть особенно чувствительны к загрязнению среды [16, 13].

Цель работы - оценка гистологической структуры ооцитов у трёх видов барабулевых рыб, широко распространённых в зал. Нячанг: *Parupeneus multifasciatus*, *Upeneus tragula* и *U. margarethae* (Рис. 1).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Работы проведены на базе Приморского отделения Российско-Вьетнамского Тропического Центра на протяжении 2010÷2013. Рыбы отловлены местными рыбаками в буферной зоне МРА зал. Нячанг, преимущественно к северу от острова Нон Тре. Использовали легководолазное снаряжение и накидные сети длиной до 50 м с размером ячеи не более 1,5 см. Живых рыб доставляли в лабораторию, после чего их подвергали биологическому анализу. Биологический анализ включал измерение длины тела (стандартная длина SL, длина до развилки хвостового плавника по Смиту AC и общая длина TL), определение полной массы тела (W), массы тела без внутренностей (w) и массы яичников (g), а фрагменты яичников фиксировали в жидкости Буэна. Объем материала представлен в таблице 1. Гистологическая обработка проведена в соответствии с общепринятыми методами [17].

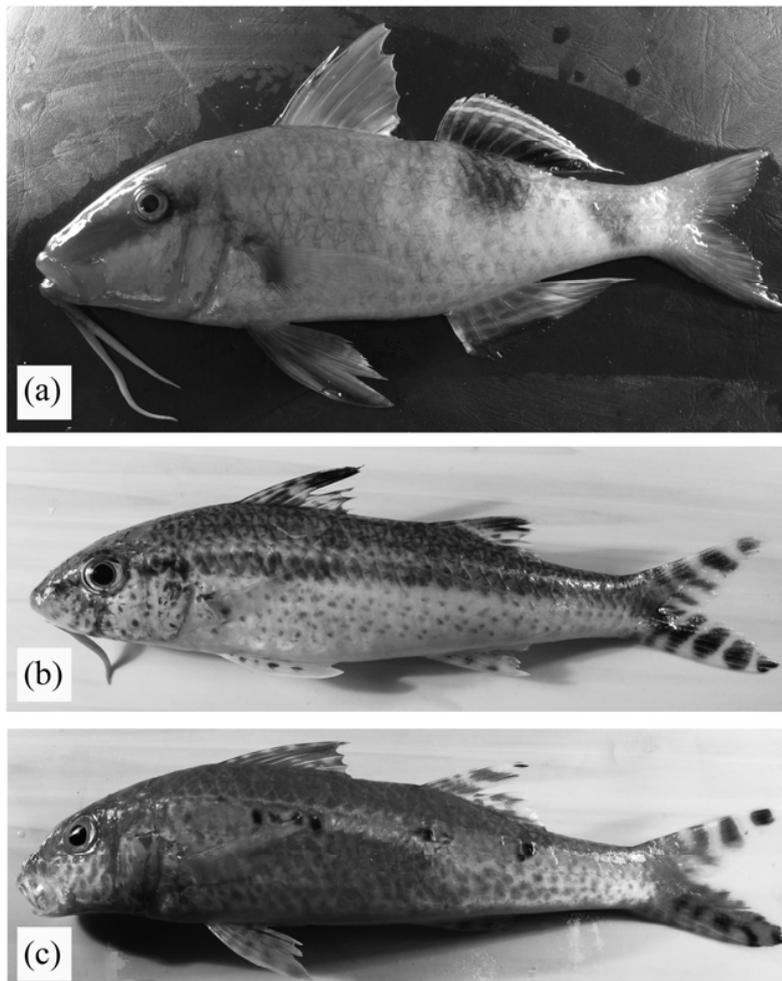


Рис. 1. Объекты исследования: а) *Parupeneus multifasciatus*, 17.2 см FL; б) *Upeneus tragula*, 13.1 см FL; в) *Upeneus margarethae*, 11.2 см FL.

РЕЗУЛЬТАТЫ

У подавляющего большинства исследованных особей трёх видов яичники характеризуются нормальным состоянием ооцитов и находятся на IV и IV÷V стадиях зрелости. Микроструктура как нормальных, так и аномальных ооцитов у этих видов, очень сходна, в связи с чем на рис. 2a÷2c представлены фрагменты гонад и ооцитов одного из них - *P. multifasciatus*. Старшая генерация половых клеток рыб, имеющих гонады IV стадии зрелости, состоит из ооцитов завершивших вителлогенез. Имеются также многочисленные ооциты разных фаз развития (превителлогенные ооциты и оогонии). Такая структура яичников свойственна видам, характеризующимся многопорционным нерестом и непрерывным оогенезом. У особей с гонадами IV÷V стадии зрелости встречаются поляризованные ооциты с ядром, расположенным на анимальном полюсе (Рис. 2a), и клетки близкие к овуляции, в которых произошло слияние гранул желтка, липидных капель и наблюдается оводнение цитоплазмы. В клетках завершивших вителлогенез с центрально расположенным ядром хорошо заметны липидные капли, локализующиеся в околядерной и центральной зонах цитоплазмы, и округлые гранулы желтка (Рис. 2b). В ооцитах с ядром, почти сместившимся к анимальному полюсу, гранулы желтка начинают укрупняться (Рис. 2c).

Гистологический анализ яичников показал, что аномальная морфология ооцитов наблюдается у значительного числа самок всех трёх видов на протяжении периодов созревания, вителлогенеза и (в некоторых случаях) превителлогенеза (Рис. 2d÷2f). Число самок с аномальным состоянием ооцитов приведено в таблице 1.

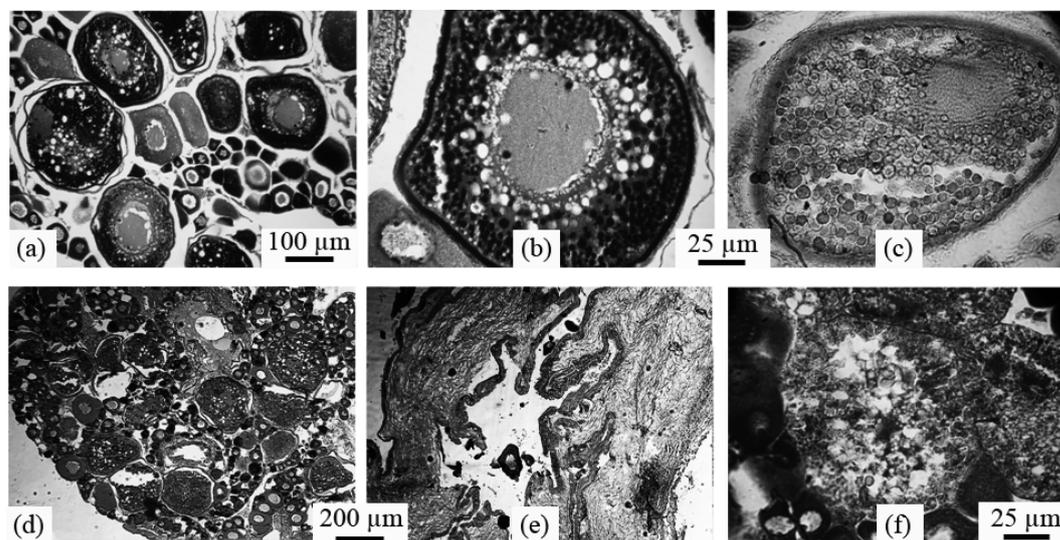


Рис. 2. Нормальное (a, b, c) и аномальное (d, e, f) состояние ооцитов самок *Parupeneus multifasciatus* на протяжении периодов вителлогенеза и созревания:

(a) фрагмент яичника на стадии IV÷V, видны ооциты с ядром, расположенным на анимальном полюсе; (b) ооциты заполненные желтком, жировые капли расположены вокруг ядра; (c) поляризованный ооцит на протяжении периода созревания; (d) деструкция ооцитов на протяжении периода созревания; (e) стерильный фрагмент яичника; (f) резорбция ооцита, дезинтеграция zona radiata, гипертрофия фолликулярных клеток.

Зарегистрированы следующие аномалии: частичная деструкция цитоплазмы и её разрыхление, утолщение лучистой оболочки (zona radiata) и её значительная изрезанность, уменьшение размеров желточных гранул и разрушение некоторых из них, неравномерное распределение липидных вакуолей и уплотнение нуклеоплазмы. У части особей в ооцитах периода вителлогенеза отмечена полная деструкция содержимого с образованием клеточного детрита большей или меньшей плотности. У других самок наблюдается резорбция ооцитов с признаками частичного разрушения желточных гранул и липидных вакуолей при почти полной дезинтеграции zona radiata, утолщении её отдельных фрагментов и увеличении высоты клеток активизировавшегося фолликулярного эпителия. В ооцитах с завершающимся процессом резорбции полностью отсутствуют ядро и цитоплазматические включения, представленные рыхлым содержимым. Как правило, аномальная структура ооцитов отмечена в большинстве клеток (>80%) фрагментов яичника.

Помимо деструктивных изменений ооцитов периодов созревания и вителлогенеза, в ряде случаев наблюдается деструкция превителлогенных ооцитов, осуществляющаяся клетками кровеносной системы, сильно васкуляризированной в этих участках. На месте разрушенных ооцитов частично сохраняется клеточный детрит.

У двух самок *P. multifasciatus* выявлены стерильные фрагменты гонад, представленные, в основном, коллагеновыми волокнами и единичными превителлогенными ооцитами (Рис. 2e).

ОБСУЖДЕНИЕ

Оценка качества среды путем определения содержания каждого загрязнителя и его токсичности крайне дорогостояща и часто невозможна [18]. Биотестирование водной среды с помощью рыб как тест-объектов позволяет наладить относительно простую и доступную систему контроля. Для наблюдений за состоянием отдельных популяций рыб, а также среды их обитания, используются различные биомаркеры применительно к наиболее массовым и доступным видам-биоиндикаторам [4]. К широко используемым биомаркерам относятся аномалии оогенеза у рыб на протяжении нерестового сезона. Реакции репродуктивной системы рыб на изменения условий обитания могут проявляться в замедлении процесса развития ооцитов, и, соответственно, в удлинении срока полового созревания, в сокращении (путем резорбции) числа ооцитов, вступивших в период вителлогенеза, в приостановлении нереста или преждевременном его прекращении [14, 15].

Результаты данной работы свидетельствуют о том, что разные виды сем. Mullidae сходным образом реагируют на неблагоприятные условия среды. Похожие аномалии оогенеза недавно описаны у салаки *Clupea harengus membras* [9]. Как предполагают авторы, они связаны главным образом со слишком высокой преднерестовой температурой воды. Аномалии гонад, включающие изменения их внешней морфологии, включая появление интерсексов, описаны у некоторых морских видов и, как полагают авторы, являются следствием загрязнения среды [7, 5, 11].

По мнению авторов, аномалии, обнаруженные у трёх видов рыб сем. Mullidae, обусловлены, главным образом, загрязнением акватории. Наиболее вероятные агенты, вызывающие деструкцию ооцитов - тяжёлые металлы, распределённые в донных осадках. Последовательность их воздействия может быть следующей: аккумуляция в беспозвоночных (объектах питания барабулевых рыб); распределение в крови рыб и накопление в печени; накопление в вителлогенинах (белках, являющихся предшественниками желтка и синтезирующихся в печени) и ооцитах. Ионы металла могут нарушать клеточный метаболизм и проникать в ядро ооцита, вызывая повреждение ДНК [12]. Аналогичная ситуация наблюдается у ряда видов рыб Чёрного моря. Максимальный процент рыб с резорбционными процессами в яичниках наблюдался в 80÷90-е годы, когда отмечено и максимальное антропогенное воздействие на экосистему, подтверждённое многочисленными гидробиологическими, океанологическими и ихтиологическими исследованиями [16]. В конце 90-х - начале 2000-х годов началось снижение антропогенного пресса, вызванное сокращением сельскохозяйственного и промышленного производства. В то же время уменьшилась доля рыб с резорбирующимися ооцитами.

Таким образом, мониторинговые исследования состояния воспроизводительной системы массовых видов семейства Mullidae, очевидно, окажутся полезными для оценки степени загрязнённости отдельных регионов морской акватории.

Таблица 1. Число самок трёх видов семейства Mullidae с аномальной структурой ооцитов в МРА зал. Нячанг

Вид	Самки с аномальной структурой ооцитов, %	Общее число самок	Годы исследования	Ссылки
<i>Parupeneus multifasciatus</i>	20	44	2010	[3]
<i>Upeneus tragula</i>	15	80	2008 ÷ 2013	[2]
<i>Upeneus margarethae</i>	20	20	2012 ÷ 2013	[10]

ВЫВОДЫ

1. У трёх видов барабулевых рыб (*Parupeneus multifasciatus*, *Upeneus tragula* и *U. margarethae*) обнаружены аномалии морфологии ооцитов периодов созревания, вителлогенеза и (в некоторых случаях) превителлогенеза.

2. Пропорция самок с морфологическими нарушениями ооцитов составила 15÷20%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bellwood D.R., Hughes T.P., Folke C. et al., *Confronting the coral reef crisis*, Nature, 2004, **429**(6994):827-833.
2. Emel'yanova N.G., Pavlov D.A., Luong Thi Bich Thuan, Vo Thi Ha, *Gonadal condition, sperm motility, and initial stages of embryonic development in freckled goatfish *Upeneus tragula* (Mullidae)*, J. Ichthyology, 2015, **55**(2):240-250.
3. Emel'yanova N.G., Pavlov D.A., Pavlov E.D., Luong Thi Bich Thuan, Vo Thi Ha, *Anomalies in ovarian condition of manybar goatfish *Parupeneus multifasciatus* (Mullidae) from the coastal zone of south Central Vietnam*, J. Ichthyology, 2014, **54**(1):76-84.
4. Goksøyr A., Beyer J., Egaas E. et al., *Biomarker responses in flounder (*Platichthys flesus*) use in population monitoring*, Mar. Pollut. Bull., 1996, **33**(1-6):36-45.
5. Hashimoto S., Bessho H., Hara A., Nakamura M., Iguchi T., Fujita K., *Elevated serum vitellogenin levels and gonadal abnormalities in wild male flounder (*Pleuronectes yokohamae*) from Tokyo Bay, Japan*, Mar. Environ. Res., 2000, **49**:37-53.
6. Hughes T.P., Baird A.H., Bellwood D.R. et al., *Climate change, human impacts, and the resilience of coral reefs*, Science, 2003, **301**(5635):929-933.
7. Mohan R.S.L., *Gonadal abnormalities in the sciaenid fish *Pennahia aneus* (Bloch)*, J. Marine Biol. Association of India., 1970, **12**:163-165.
8. Nguyen D.M., Hoang T.B.M., Tran C.P. et al., *Water quality in Hon Mun marine protected area – Nha Trang Bay, Khanh Hoa province*, J. Fish. Sci. Technol., 2007, **3**:3-10.

9. Ojaveer H., Tomkiewicz J., Arula T., Klais R., *Female ovarian abnormalities and reproductive failure of autumn-spawning herring (Clupea harengus membras) in the Baltic Sea*, ICES J. Mar. Sci. DOI: 10.1093/icesjms/fsv103, 2005.
10. Pavlov D.A., Emel'yanova N.G., *Reproductive features of Upeneus margarethae (Mullidae), a species recorded in the coastal zone of Vietnam for the first time*, J. Ichthyology, 2016, **56**(4) (в печати).
11. Tomkiewicz J., Strand J., *Prevalence of intersex in eelpout (Zoarces viviparus) as an ecosystem status indicator*, 4th Workshop on Gonadal Histology of Fishes, El Puerto de Santa Maria, Cadiz, Spain 16-19 June 2009, Workshop Program & Abstracts, p.26.
12. Tran Thi Mai Phuong, *Bioaccumulation of heavy metals in Nha Trang bay, Khanh Hoa, Viet Nam*, Dissertation, doctor of sciences. Université Nice Sophia Antipolis, 2014, p.240.
13. Uiblein F., *Goatfishes (Mullidae) as indicators in tropical and temperate coastal habitat monitoring and management*, Mar. Biol. Res., 2007, **3**:275-288.
14. Баденко Л.В., Голованенко Л.Ф., Мелешко А.А., *Резорбция половых клеток у азовских рыб как индикатор их биологического состояния*, Тр. ВНИРО., 1973, **94**:57-71.
15. Кошелев Б.В., *Экология размножения рыб*, М.: Наука, 1984, 309 с.
16. Овен Л.С., *Специфика развития половых клеток морских рыб в период размножения как показатель типа нереста и реакции на условия среды обитания*, М.: Изд-во ВНИРО, 2004, 186 с.
17. Роскин Г.И., Левинсон Л.Б., *Микроскопическая техника*, М.: Сов. Наука, 1957, 467 с.
18. Савваитова К.А., Чеботарёва Ю.В., Пичугин М.Ю., Максимов С.В., *Аномалии в строении рыб как показатели состояния природной среды*, Вопр. ихтиологии, 1995, **35**(2):182-188.
19. Шарова Ю.Н., Кауфман З.С., Лукин А.А., *Оогенез рыб Европейского Севера России при технологическом загрязнении*, Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, , 2003, 130 с.
20. Шатуновский М.И., Акимова Н.В., Рубан Г.И., *Реакция воспроизводительной системы рыб на антропогенные воздействия*, Вопр. ихтиологии, 1996, **36**(2):229-238.

TÓM TẮT

NHỮNG BẤT THƯỜNG VỀ CẤU TRÚC VÀ HÌNH THÁI BUỒNG TRỨNG CỦA BA LOÀI CÁ PHÈN THUỘC HỌ Mullidae Ở VỊNH NHA TRANG

Cá phèn (thuộc họ Mullidae) được xem là những loài quan trọng trong các sinh cảnh biển ven bờ. Việc chúng sử dụng cặp râu trên cằm khuấy trộn bùn đáy nhằm thu hút những con cá khác cùng tạo thành đàn để tìm kiếm thức ăn được xem là một đặc tính dinh dưỡng đặc biệt. Cá phèn vừa có giá trị kinh tế vừa là loài chỉ thị cho các biến đổi sinh cảnh do tác động của nhiều yếu tố khác nhau bao gồm cả áp lực do con người gây ra. Nghiên cứu được thực hiện trên 3 loài cá phèn phổ biến (*Parupeneus multifasciatus*, *Upeneus tragula* và *Upeneus margarethae*) thu được tại vùng đệm của khu bảo tồn biển Vịnh Nha Trang nhằm xác định những bất thường trong cấu trúc, hình thái buồng trứng. Dựa trên phân tích mô học các mẫu buồng trứng cho thấy, tỷ lệ xuất hiện những bất thường chiếm 15÷20% số cá thể. Các bất thường được quan sát thấy ở 3 loài nghiên cứu vào giai đoạn cá thành thực và giai đoạn hình thành noãn hoàng. Trong một số trường hợp, hiện tượng bất thường này bắt gặp vào giai đoạn trước khi hình thành noãn hoàng.

Từ khóa: *Parupeneus multifasciatus*, *Upeneus tragula*, *Upeneus margarethae*, bất thường, buồng trứng.

Nhận bài ngày 19 tháng 5 năm 2016

Hoàn thiện ngày 12 tháng 6 năm 2016

⁽¹⁾ Khoa Sinh học, Trường Đại học Tổng hợp Quốc gia Matxcova, Liên bang Nga

⁽²⁾ Chi nhánh Ven biển, Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga.