

УДК 639.371.5:591.46

М. С. КОЗИЙ, И. М. ШЕРМАН

**ИЗМЕНЕНИЯ В МИКРОСТРУКТУРЕ ГОНАД САЗАНА (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758)
И БЕЛОГО ТОЛСТОЛОБИКА (*Hypophthalmichthys molitrix* Valenciennes, 1844)
КАК ОТВЕТ НА ТЕКУЩИЕ УСЛОВИЯ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ**

Херсонский государственный аграрный университет, Украина,

e-mail: hgau@selen.kherson.ua

(Поступила в редакцию 26.04.2013)

Введение. Изменения водных систем, вызванные антропогенным фактором, отражаются на процессах воспроизводства гидробионтов, в том числе рыб [1–4]. Мониторинг разнообразных адаптивных процессов, протекающих в гонадах в ответ на текущие условия окружающей среды, предоставляет ценную информацию не только о биохимических и функциональных отклонениях в организме рыб, но и для аппроксимации этих данных на микроуровень организации ихтиообъекта [5–9].

Гаметогенез представляет собой важнейший период всего индивидуального развития организма. Именно в этот промежуток времени происходит накопление и формирование трофических компонентов и морфогенетической информации, определяющей все последующее развитие организма [10, 11].

Весьма внушительный спектр ксенобиотиков, попадающих в водоемы, наряду с общетоксичным воздействием на биологические объекты оказывает влияние на процессы гаметогенеза, что приводит к нарушениям размножения и появлению нежизнеспособного потомства. Репродуктивный потенциал особей заметно снижается, что ведет к уменьшению численности популяций и, соответственно, подрыву рыбных запасов [12–20].

Цель работы – оценка влияния условий окружающей среды на формирование гонад сазана и белого толстолобика, обитающих в низовье р. Днепр.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в 2012 г. на кафедре гидробиоресурсов Херсонского государственного аграрного университета (Украина). Микроанатомическому анализу были подвергнуты пятилетние особи сазана (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) и белого толстолобика (*Hypophthalmichthys molitrix* Valenciennes, 1844) из мест концентрации бытовых стоков (низовья р. Днепр).

Обработку материала проводили с помощью авторского оборудования и оригинальных методик, специально предназначенных для гистологической диагностики тканей гидробионтов [21].

Точные исследования были выполнены с привлечением оптической аппаратуры высокого класса («E. Leitz – Diaplan», Plan-Apochromat-10-IRIS; «K. Zeiss – Axioplan», Plan-Apochromat-10, Германия).

Результаты и их обсуждение. Согласно проведенным исследованиям, большинство фиксируемых аномалий гонад не является видоспецифическими и выявляется у рыб, принадлежащих различным систематическим группам, при этом степень устойчивости к токсикантам зависит от периода онтогенеза. Так, у половозрелых рыб она ниже к ядам органического ряда в отличие от молоди, которая более чувствительна к ядовитым веществам неорганической природы.

Нами было установлено, что, несмотря на высокую экологическую пластичность и устойчивость к различным неблагоприятным факторам представителей ихтиофауны, большая доля исследованных особей является носителями гистологических аномалий и, как следствие, неполноценными в репродуктивном плане.

Всего нами зафиксировано 7 видов гистологических аномалий у половозрелых самцов и самок исследованных видов рыб. Отмечено, что встреченные отклонения в развитии гонад не являются видоспецифическими, и различные их виды встречаются в равной степени как у сазана, так и у белого толстолобика. В связи с указанным фактом, в дальнейшем анализе полученных результатов видовую принадлежность рыб не учитывали, однако пол особей имеет значение. Соотношение самцов и самок приведено в таблице.

Частота встречаемости различных аномалий гонад у отдельных представителей сем. *Cyprinidae*, %

Вид патологии	Самки	Самцы
1. Кистозные новообразования	16	–
2. Липоидная дегенерация гонад	14	26
3. Резорбция превителлогенных и вителлогенных овоцитов	24	–
4. Вакуолизация превителлогенных овоцитов	14	–
5. Соединительнотканые новообразования в гонадах	2	7
6. Стерильная гонада	6	7
7. Опухолевидные новообразования в гонадах	–	4

Анализ содержания данной таблицы показывает, что среди самок количество особей с аномалиями гонад (76 %) существенно превышает количество рыб без нарушений репродуктивной системы (24 %), тогда как у самцов доля здоровых особей составляет 56 %, а доля рыб с аномалиями семенников равна 44 %. По всей видимости, репродуктивная система и половые продукты самок более подвержены внешним неблагоприятным воздействиям, чем семенники самцов.

Аномалии 3, 4 и 5 являются полоспецифическими, остальные отклонения могут встречаться как у самцов, так и у самок. Каких-либо гистологических аномалий, характерных исключительно для самцов, нами не обнаружено. Такие нарушения, как липоидная дегенерация гонад, стерильность гонад и соединительно-тканые образования в гонадах, были обнаружены нами как у самок, так и у самцов. Липоидная дегенерация, или жировое перерождение гонады, встречается с почти одинаковой частотой у рыб обоих полов и может быть выражена как в виде одиночных очагов жировой ткани небольшого размера в почти здоровом яичнике или семеннике, так и в виде почти полного замещения генеративных тканей жировой клетчаткой.

Кистозные новообразования не являются полоспецифическими гистологическими аномалиями, однако они были обнаружены нами только у самок, причем 16 % исследованных особей являются носителями этой патологии. Доля особей с подобными нарушениями не зависит от видовой принадлежности и существенно не отличается среди сазана и белого толстолобика.

При диагностике функционального состояния репродуктивной системы рыб важное значение имеет своевременное выявление тех или иных отклонений от нормы. Нарушение в физиологии и биохимии репродуктивных органов ведет не только к изменениям в процессах созревания половых продуктов, годового полового цикла, но и к трансформации нерестового поведения.

Описание большинства встреченных нами гистологических нарушений гонад приводится в специальной литературе для хозяйственно ценных и промысловых видов рыб. В частности, для диагностики нарушений в репродуктивной системе рыб используется классификация Н. В. Акимовой и Г. И. Рубан [22]. Она была разработана специально для осетровых рыб, но, как нам кажется, может быть с успехом применима и для других ихтиообъектов.

Мы приводим иллюстрации встреченных нами аномалий гонад у отдельных представителей сем. *Cyprinidae*, сопровождая материал соответствующим описанием (рис. 1).

Кистозные новообразования в гонадах. Кисты являются видоизмененными яйценосными пластинками, полностью утратившими половые клетки (рис. 1, а). На представленном микроснимке видна дегенерация овоцитов белого толстолобика. Подобные кисты образуются, по-видимому, в процессе перерождения яйценосных пластинок, являясь следствием соединительно-тканых разрастаний в яичнике. Механизмы их появления заключаются в ухудшении общего физиологического состояния рыб и снижении иммунной защиты в результате интоксикации.

Липоидная дегенерация гонад выражается в частичном или полном отсутствии половых клеток, как это видно на примере семенника сазана (рис. 1, б). Указанное явление встречается как

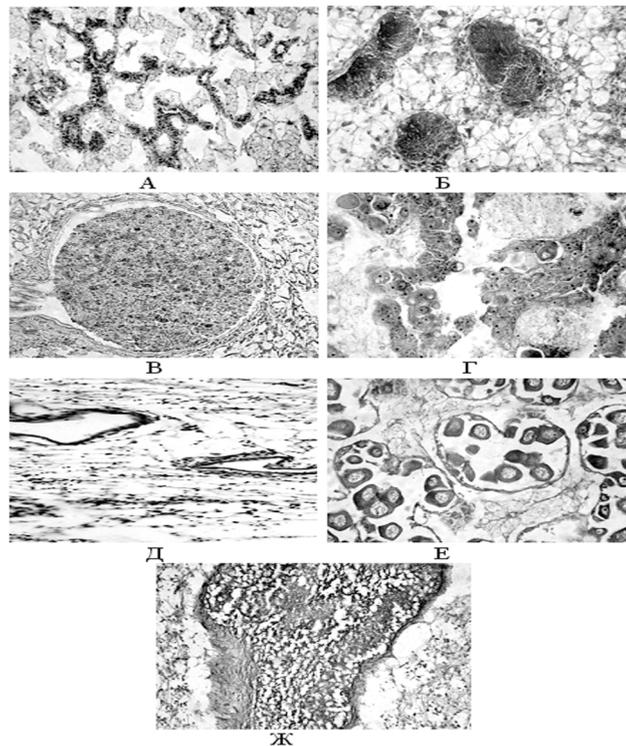


Рис. 1. Различные гистоаномалии гонад сазана (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) и белого толстолобика (*Hypophthalmichthys molitrix* Valenciennes, 1844): а – кистозные новообразования в гонадах; б – липоидная дегенерация гонад; в – резорбция вителлогенных и превителлогенных овоцитов; г – вакуолизация превителлогенных овоцитов; д – соединительнотканнные новообразования в гонадах; е – стерильная гонада; ж – атрофия гонады. Гематоксилин Эрлиха, эозин «У». $\times 150$

у самцов, так и у самок и выражается в частичном замещении генеративной ткани на жировую клетчатку. Как правило, эта аномалия появляется в результате нарушения липидного обмена, так как известно, что у рыб из зон интенсивного загрязнения обнаруживается более высокое содержание общих липидов в различных органах и тканях. Одна из причин дегенеративного ожирения – повреждение, вызванное воздействием токсинов, из которых наиболее сильнодействующими являются соединения мышьяка и фосфора. Подобный эффект может объясняться способностью данных соединений изменять скорость окислительных процессов в организме, влияющих на утилизацию жира.

Резорбция вителлогенных и превителлогенных овоцитов – наиболее частая реакция воспроизводительной системы самок в ответ на действие различных типов токсикантов (рис. 1, в). Опираясь на данные этого микроснимка (резорбция вителлогенного овоцита сазана), можно сказать, что процесс резорбции характеризуется изменением структуры оболочек овоцита, сопровождающимся истончением и появлением мелких вакуолей в студенистой оболочке, граничащей с фолликулярной. Происходит разрушение оболочки ядра и, как следствие, смешивание кариоплазмы с овоплазмой. Нарушается также и структура желточных включений.

Резорбция половых клеток у рыб может быть физиологически нормальным процессом, если наблюдается у отнерестившихся особей и при становлении конечной плодовитости, а также деструктивным – если происходит массовая резорбция половых клеток в период гаметогенеза.

Достижение однородности овоцитов в процессе созревания осуществляется за счет резорбции сильно продвинувшихся в развитии половых клеток. В связи с этим резорбцию единичных овоцитов рассматривают как норму в гаметогенезе рыб. Однако массовая резорбция овоцитов периода вителлогенеза, по нашему мнению, является реакцией системы воспроизводства самок на изменение качества водной среды и свидетельствует о нарушении условий размножения.

Вакуолизация превителлогенных овоцитов (рис. 1, г). В данном случае в овоплазме превителлогенных овоцитов белого толстолобика наблюдается присутствие одной или несколько вакуолей.

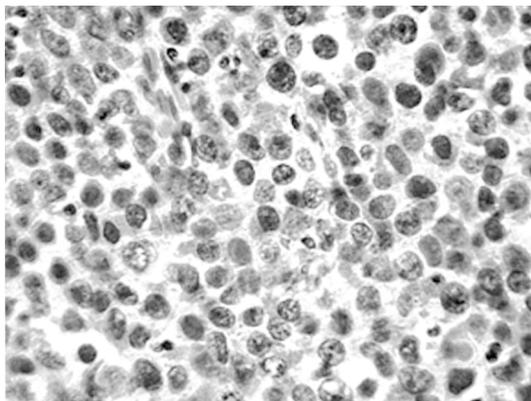


Рис. 2. Злокачественная семинома сазана (*Cyprinus carpio* Linnaeus).
Гематоксилин Эрлиха, эозин «У». ×750

Соединительно-тканые новообразования в гонадах (рис. 1, д). Визуально такие новообразования (семенник белого толстолобика) выглядят в виде скоплений волокон различной длины и интенсивно окрашенных в красный или малиновый цвет. Подобные тканевые включения образуются, по-видимому, в процессе аномального преобразования генеративной ткани, как и в случае с другими кистозными новообразованиями.

Стерильная гонада. Стерильность гонады является, как правило, следствием самых глубоких нарушений половой системы, при этом в яичнике отмечается мощное развитие стромы (большое количество соединительно-тканых элементов), среди которых могут размещаться островки развивающихся половых клеток (рис. 1, е).

Конечная стадия данного процесса выглядит как полное замещение генеративной ткани стромой с последующей функциональной *атрофией гонады* (рис. 1, ж).

Стерильные гонады встречены нами среди самцов и самок единично.

Опухолевидные образования в гонадах. К аномалиям данного вида можно было бы отнести как кистозные новообразования, так и соединительно-тканые, но мы считаем целесообразным выделить их в отдельные группы. В нашем случае в данную группу мы отнесли аномалию, представляющую собой очаг перерождения ткани внутри нормальной по всем остальным параметрам гонады (рис. 2).

Такого рода перерождения ткани в основном характерны для рыб, ведущих придонный образ жизни в загрязненных водоемах. Наиболее активными канцерогенными факторами, способствующими возникновению опухолей, являются углеводороды, особенно из группы антрацена и бензопирена.

Заключение. Экосистема Азово-Черноморского бассейна испытывает интенсивное воздействие различных неблагоприятных факторов, о чем свидетельствуют обнаруженные аномалии половых клеток и гонад, встречаемость которых достаточно высока и отражает хроническое течение заболеваний. Это позволяет характеризовать экологическую ситуацию, сложившуюся на данной акватории, как неблагоприятную для воспроизводства рыб, обладающих повышенной резистентностью к изменениям параметров окружающей среды. В этой связи полученные данные можно взять за основу теста по оценке опасности для здоровья рыб при одновременном осуществлении срочных мероприятий по снижению риска. Применение данных результатов исследований целесообразно также и в решении некоторых общебиологических и медицинских проблем, связанных с нарушением деятельности органов и их систем у животных и человека, патологиями и заболеваниями техногенного происхождения.

Литература

1. Акимова, Н. В. Анализ воспроизводительной системы рыб в связи с проблемами биоиндикации на примере сибирского осетра. / Н. В. Акимова, Г. И. Рубан // Вопросы ихтиологии. – 1992. – Т. 32, № 6. – С. 235–239.
2. Влияние субпороговых температур инкубации на развитие гонцитов и соматический рост пеляди и тугуна в постэмбриональном онтогенезе / А. Г. Селюков [и др.] // Труды Междунар. форума по проблемам науки, техники и образования. – М., 2003. – Т. 2. – С. 115–116.

3. Модифицирующее влияние слабых импульсных магнитных полей на молодь сиговых рыб при нефтяном загрязнении / А. Г. Селюков [и др.] // Труды Междунар. форума по проблемам науки, техники и образования. – М., 2004. – Т. 3. – С. 61–62.
4. *Беспоместных, Г. Н.* Формирование репродуктивной системы сигов-планктофагов в постэмбриогенезе при повышенных температурах / Г. Н. Беспоместных // Труды Междунар. форума по проблемам науки, техники и образования. – М., 2005. – Т. 3. – С. 52–53.
5. *Кокоза, А. А.* Динамика устойчивости осетровых рыб к фенолу на ранних этапах оогенеза / А. А. Кокоза // Вопросы водной токсикологии. – М., 1970. – С. 156–157.
6. *Леви, Л. А.* Гистологические изменения в паренхиматозных органах форели под воздействием бензола, толуола и стирола / Л. А. Леви // Материалы XXVI конф. по изуч. внутренних водоемов Прибалтики. – Петрозаводск, 1971. – Ч. 1. – С. 76–79.
7. *Лукьяненко, В. И.* Влияние многофакторного антропогенного пресса на условия обитания, воспроизводство, численность и уловы осетровых рыб / В. И. Лукьяненко // Физиолого-биохимический статус волго-каспийских осетровых в норме и при расслоении мышечной ткани (кумулятивный политоксикоз). – Рыбинск, 1990. – 27 с.
8. Состояние воспроизводительной системы рыб из озера Кожановское (Брянская область), загрязненного радионуклидами в результате аварии на Чернобыльской АЭС / Н. В. Белова [и др.] // Вопросы ихтиологии. – 2001. – Т. 41, № 3. – С. 531–538.
9. *Лукин, А. А.* Патологии микроструктуры генеративных органов самок сига *Coregonus lavaretus* оз. Имандра / А. А. Лукин, Ю. Н. Шарова // Вопросы ихтиологии. – 2002. – Т. 42, № 1. – С. 124–127.
10. *Кузьмин, А. Н.* Развитие половых желез у самок неевского проходного сига (*Coregonus lavaretus* L.) / А. Н. Кузьмин, А. М. Чуватова // Изв. ГосНИОРХ. – 1975. – Т. 104. – С. 57–59.
11. *Акимова, Н. В.* Морфологическое состояние репродуктивной системы рыб в водоемах Кольского полуострова / Н. В. Акимова, О. А. Попова, Ю. С. Решетников // Вопросы ихтиологии. – 2000. – Т. 40, № 2. – С. 63–68.
12. *Фалеева, Т. И.* Анализ атрезии ооцитов у рыб в связи с адаптивным значением этого явления / Т. И. Фалеева // Вопросы ихтиологии. – 1965. – Т. 5. – Вып. 3. – С. 120–122.
13. *Романов, А. А.* Новообразования в половых железах и печени осетровых рыб (*Acipenseridae*) Каспийского моря / А. А. Романов, Ю. В. Алтуфьев // Вопросы ихтиологии. – 1990. – Т. 30, №11. – С. 113–117.
14. Аномалии в строении рыб как показатели состояния природной среды / К. А. Савваитова [и др.] // Вопросы ихтиологии. – 1995. – Т. 35, № 2. – С. 77–80.
15. *Моисеева, Е. Б.* О нарушениях строения половых желез у самок осетровых (*Acipenseridae*) Азовского моря / Е. Б. Моисеева, С. И. Федоров, Н. А. Парфенова // Вопросы ихтиологии. – 1997. – Т. 37, №5. – С. 245–247.
16. *Чеботарева, Ю. В.* Аномалии в строении воспроизводительной системы самок рыб Норило-Пясинских водоемов Таймыра / Ю. В. Чеботарева, С. П. Савоскул, К. А. Савваитова // Вопросы ихтиологии. – 1997. – Т. 37, № 2. – С. 57–61.
17. *Шарова, Ю. Н.* Оогенез рыб Европейского Севера России при техногенном загрязнении / Ю. Н. Шарова, З. С. Кауфман, А. А. Лукин. – Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2003. – 125 с.
18. *Gardner, G. R.* A comparison of both neoplastic and nonneoplastic disorders in winter flounder (*Pseudopleuronectes americanus*) from eight areals in New England / G. R. Gardner, R. J. Prueii, L. C. Formar // Mar. Environ. Res. – 1989. – Vol. 28, N 1. – P. 4–8.
19. *Hinton, D. E.* Environmental contaminant and cancer in fish / D. E. Hinton // Mar. Environ. Res. – 1989. – Vol. 28, N 1. – P. 4–7.
20. Organization versus activation: the role of endocrine-disrupting contaminants during embryonic development in wildlife / L. J. Guillette [et al.] // Environmental Health Perspectives. – 1995. – Vol. 103. (Suppl. 7).
21. *Козий, М. С.* Оценка современного состояния гистологической техники и пути усовершенствования изучения ихтиофауны / М. С. Козий. – Херсон: Олди-плюс, 2009. – 310 с.
22. *Акимова, Н. В.* Систематизация нарушений воспроизводства осетровых при антропогенном воздействии / Н. В. Акимова, Г. И. Рубан // Вопросы ихтиологии. – 1996. – Т. 36, № 1. – С. 157–159.

M. S. KOZIY, I. M. SHERMAN

**CHANGES IN THE MICROSTRUCTURE OF GONADS OF *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758
AND *Hypophthalmichthys molitrix* Valenciennes, 1844
AS A RESPONSE TO THE EXISTING ECOLOGICAL CONDITIONS**

Summary

The results of research of histologic disturbances of some species of fish (*Cyprinus carpio* and *Hypophthalmichthys molitrix*) inhabiting the river Dnepr show that the ecosystem of the Azov and Black Sea basin is strongly influenced by different negative factors. It is proved by frequent abnormalities of gonads that witnesses about chronic diseases. This fact allows describing the ecological situation as unfavourable for reproduction of fish resistant to environmental changes.

Described is the possibility of the use of the received data to evaluate the ecological situation and solve some general biological and medical problems connected with organs disorder of animals and human beings, technology related pathologies and diseases.