

УДК 591.2+597.556.331.1

ПАТОЛОГИИ НЕКОТОРЫХ ОРГАНОВ У БЫЧКА-КРУГЛЯКА (*NEOGOBIOUS MELANOSTOMUS PALLAS, 1814*) САРАТОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

© 2013 г.

А.К. Минеев

Институт экологии Волжского бассейна РАН, Тольятти

mineev7676@mail.ru

Поступила в редакцию 04.02.2013

Представлены результаты исследований гистопатологий некоторых органов (жабр и печени) бычка-кругляка (*Neogobius melanostomus* Pallas, 1814) Саратовского водохранилища. Объясняется возможность использования гистологического состояния органов и тканей бычка-кругляка для оценки влияния на особей комплекса негативных факторов как показателя экологического состояния водоема.

Ключевые слова: бычок-кругляк, гистопатология, жабры, печень, неспецифические реакции.

Введение

Гистопатологические изменения являются интегральным результатом разнообразных биохимических и физиологических изменений в организме [1–4]. Идентификация возникающих патологий и дисфункций в системах организма рыб важна для понимания причин снижения или исчезновения популяций рыб, прогнозирования изменений в условиях сокращения или увеличения токсической нагрузки, а также для разработки стратегии и методов сохранения и восстановления рыбных ресурсов [5].

Гистологический метод не всегда позволяет достаточно точно диагностировать заболевание. Однако он дает ответ, насколько глубоко на тканевом и клеточном уровнях зашел патологический процесс и насколько широко поражено все исследованное стадо рыб. При этом органы внешне здоровых рыб могут на тканевом уровне оказаться на различных стадиях патологии, что позволяет определить степень поражения всего стада [6]. Морфопатологические исследования волжских рыб показали, что состояние органов и тканей связано с состоянием среды обитания, характером распределения загрязняющих веществ по акватории водоема и особенностями экологии [7].

Таким образом, на фоне большого количества загрязняющих веществ, в основном ксенобиотиков, постоянно присутствующих в волжской воде, морфофункциональные изменения в отдельно взятых органах рыб (в частности – стерляди) носят неспецифический характер и сопровождаются в некоторых случаях (на уровне половых клеток) тератогенным и канцерогенным эффектами [8].

Бычок-кругляк (*Neogobius melanostomus* Pallas, 1814) является видом, вселившимся в Саратовское водохранилище после его образования. Он был обнаружен на Средней Волге в 1968 г. в Куйбышевском водохранилище [9], а затем – в Саратовском [10]. Данный вид в настоящее время является массовым в прибрежной зоне водоема вследствие своей широкой экологической пластичности. После встраивания бычка-кругляка в экосистему Саратовского водохранилища он стал пищевым объектом для таких видов рыб, как обыкновенный судак (*Stizostedion lucioperca* Linnaeus, 1759) и берш (*Stizostedion volgense* Gmelin, 1788). В настоящее время данный вид является одним из самых многочисленных в литорали данного водоема. Однако до настоящего времени оставалось неясным влияние неблагоприятных факторов окружающей среды (различного рода загрязнений) на возникновение гистопатологий внутренних органов у бычка-кругляка из водоема, не являющегося для него материнским.

Материал и методы

Для гематологических исследований особей бычка-кругляка вылавливали в районе Мордовинской поймы и Васильевских островов Саратовского водохранилища. Сбор материала производился в весенне-летний период 2008–2011 гг. Возраст особей определяли по отолитам [11]. Всего изучены 49 особей бычка-кругляка из прибрежных участков водоема (табл. 1).

Основную массу выловленных рыб составляли половозрелые особи в возрасте 2+ и 3+, единично встречена особь 4+. Так как изучаемые нами гистопатологии не зависят от возраста

Таблица 1

**Число обследованных особей бычка-кругляка
разного возраста из Саратовского водохранилища**

Вид рыб	Общее число особей, экз.	Число особей разного возраста, экз.		
		2+	3+	4+
Бычок-кругляк	49	27	21	1

Таблица 2

Встречаемость особей бычка-кругляка с гистопатологиями внутренних органов

Вид рыб	Общее кол-во изученных особей, экз.	Встречаемость рыб без патологий органов, %	Встречаемость рыб с патологиями органов, %	
			жабры	печень
Бычок-кругляк	49	28.57±6.52	61.22±7.03	34.69±6.87

та половозрелых рыб, то далее мы не разделяем всех особей на возрастные группы.

Для гистологического анализа сразу после вылова отбирались органы самок и самцов как с признаками аномалий, так и лишённые внешних проявлений патологического процесса. Органы сразу же фиксировались для того, чтобы задержать изменения, происходящие в тканях, изолированных от организма, и сохранить картину тканевой структуры, соответствующую исходному состоянию. Обезвоживание и уплотнение гистологического материала производилось по стандартной методике [12]. Срезы изготавливались на механическом микротоме, толщина их не превышала 8 микрон. Гистологические срезы окрашивались гематоксилином и эозином по стандартной методике с последующим заключением в канадский бальзам [12].

Статистическая обработка материала осуществлялась стандартными методами.

Результаты и их обсуждение

Воды Саратовского водохранилища постоянно содержат различного рода органические и неорганические загрязнители. В исследуемом районе, напротив устья р. Чапаевки, вместе с водостоком этой реки в Саратовское водохранилище поступают характерные для данного района загрязняющие вещества: сульфаты, БПК₅ (вещества по биологическому потреблению кислорода), ХПК (вещества по химическому потреблению кислорода), азот нитритный, соединения меди, магния, фенолы, альфа- и гамма-гексахлорциклогексан (ГХЦГ). Вода р. Чапаевки в двух контрольных створах из года в год характеризуется как «грязная» 4 «А» класса качества. Отмечается стабильное загрязнение воды соединениями меди – до 4 ПДК, азотом нитритным – до 2 ПДК. Среднегодовое содержание трудноокисляемых органических веществ (по ХПК) наблюдалось на уровне 3 ПДК,

максимальное превышало 15 ПДК, число превышений норматива было равно 100%. Обнаружено присутствие хлорорганических пестицидов. Среднегодовые концентрации превышали условные ПДК: по α-ГХЦГ в 4 раза, по γ-ГХЦГ в 2 раза. Максимальные концентрации превышали условно установленную норму: по α-ГХЦГ – в 20 раз (критерий ЭВЗ), по γ-ГХЦГ – в 9 раз (критерий ЭВЗ) [13].

В 2011 году качество воды р. Чапаевка ухудшилось с 4 «Б» (грязная вода) до 4 «В» (очень грязная). Характерными загрязняющими веществами являлись сульфаты, легко- и трудноокисляемые органические вещества (по БПК₅ и ХПК), азот аммонийный, азот нитритный, соединения магния, меди, марганца [14]. Среднегодовая концентрация соединений марганца составила 15 ПДК, а максимальная концентрация превышала норму в 51 раз. Отмечалось стабильное загрязнение воды азотом аммонийным и соединениями меди по 5 ПДК, сульфатами, азотом нитритным – по 2 ПДК; максимальные концентрации превышали нормативы в 5–13 раз. Обнаружено присутствие хлорорганических пестицидов, среднегодовые концентрации которых превышали условные ПДК в 4 раза [14].

Вода реки Чапаевки с подобными характеристиками поступает непосредственно в район Мордовинско-Брусаянской поймы Саратовского водохранилища, где осуществлялся отлов рыб.

В данных экологических условиях у бычка-кругляка нами зафиксированы 24 типа патологий внутренних органов: 16 типов патологий жабр и 8 – печени.

Большинство обследованных рыб имеет гистологические патологии более чем в одном органе. Патологии жабр обнаружены у наибольшего количества особей (61.22%) (табл. 2), так как жабры являются органом, напрямую контактирующим с внешней средой и, в силу этого, испытывающим непосредственное воздействие неблагоприятных факторов, в том числе и комплекса загрязнителей.

Таблица 3

Встречаемость различных типов патологий жабр у бычка-кругляка Саратовского водохранилища

Типы патологий жабр	Встречаемость особей с патологиями жабр	
	число рыб с отдельным типом патологии, экз.	доля рыб с отдельным типом патологии, %
1. Искривление ламелл	18	36.73±6.96
2. Срастание ламелл	17	34.69±6.87
3. Срастание филламентов	10	20.41±5.82
4. Искривление филламента	6	12.24±4.73
5. Отсутствие ламелл	5	10.20±4.37
6. Вздутие стенки сосуда филламента (инфильтрация)	5	10.20±4.37
7. Разрастание соединительной ткани ламелл	4	8.16±3.95
8. Разрастание соединительной ткани филламента	4	8.16±3.95
9. Вздутие апикальной части ламелл (инфильтрация)	3	6.12±3.46
10. Некроз филламента (дисплазия)	3	6.12±3.46
11. Некроз ламелл (дисплазия)	3	6.12±3.46
12. Пигментация стенки сосуда филламента	3	6.12±3.46
13. Разрастание апикальной части филламента	2	4.08±2.86
14. Недоразвитие ламелл	2	4.08±2.86
15. Отслоение эпителия ламелл	2	4.08±2.86
16. Хрящевые разрастания в жаберной дуге	1	2.04±2.04

Печень испытывает опосредованное воздействие неблагоприятных факторов, поэтому встречаемость особей бычка-кругляка с патологиями печени существенно ниже, чем количество рыб с патологиями жабр (табл. 2).

Патологии жабр

Жабры рыб являются тем органом, который постоянно контактирует непосредственно с окружающей средой, и от ее качества напрямую зависит состояние тканевых структур данного органа и особи в целом.

Жаберная дуга рыб в норме состоит из хрящевого основания, пронизанного веной и артерией. От хрящевого основания отходят жаберные тычинки, состоящие из хряща и соединительной ткани, а также жаберные лепестки первого порядка – филламенты, содержащие внутри кровеносный сосуд. На поверхности филламента располагаются два ряда жаберных лепестков второго порядка – ламелл; каждый такой лепесток содержит кровеносный капилляр, в котором и происходит процесс газообмена. Жаберные лепестки 1 и 2 порядков покрыты мембраной покровного эпителия.

Более ранними исследованиями доказано, что при загрязнении воды тяжелыми металлами у рыб на жабрах образуются опухоли и язвы, а сами жабры редуцированы и имеют бледную окраску [15]. Одинаковые дегенеративные изменения жаберных лепестков второго порядка (ламелл): увеличение числа хлоридных клеток, некротические процессы, поражения жаберного эпителия (гиперплазия клеток) зафиксированы у рыб при воздействии загрязнителей различной природы, таких как нимакс (препарат на основе растительного сырья) [16] и нитрат свинца (неорганический загрязнитель) [17]. Органические

загрязнители, в частности линдан (γ-НСН), вызывают в жабрах рыб расширение кровеносных сосудов, гиперплазию и отслоение эпителия ламелл, их укорочение (недоразвитие), слияние или некроз [18]. Подобные нарушения в строении жабр нами зафиксированы у рыб Саратовского водохранилища, что свидетельствует о высоком уровне его загрязнения.

Среди обследованных особей бычка-кругляка Саратовского водохранилища нами обнаружены шестнадцать типов гистологических нарушений жаберных структур (табл. 3), что свидетельствует о достаточно сильном загрязнении воды, в постоянном контакте с которой находились жабры изученных нами рыб. Наиболее часто встречающимся типом патологии у бычка-кругляка за все время исследования оказалось искривление жаберных лепестков второго порядка – ламелл. Данное нарушение зафиксировано у 36.73% особей. Срастание ламелл зафиксировано у такого же количества особей.

Срастание филламентов обнаружено у пятой части обследованных рыб. Реже встречаются особи с такими типами жаберных патологий, как искривления филламента, вздутия апикальной части ламелл в результате эозинофильной и базофильной инфильтрации, соединительно-тканые разрастания ламелл и филламента.

Остальные восемь типов гистопатологий жабр обнаруживались редко, либо единично.

Патологии печени

Печень является основным органом детоксикации проникающих в организм ядов. В этом органе содержатся ферменты и кофакторы, связанные как с 1 фазой (окисления), так и со 2 фазой (конъюгации) путей детоксикации. Пе-

Таблица 4

**Встречаемость различных типов патологий печени у бычка-кругляка
Саратовского водохранилища**

Типы патологий печени	Встречаемость особей с патологиями печени	
	число рыб с отдельным типом патологии, экз.	доля рыб с отдельным типом патологии, %
1. Очаги разрастания соединительной ткани	7	14.29±5.05
2. Очаги некроза (дисплазии)	5	10.20±4.37
3. Кистозное новообразование	3	6.12±3.46
4. Мраморный рисунок печени	2	4.08±2.86
5. Гипертрофия кубического эпителия желчных протоков	2	4.08±2.86
6. Гипертрофия эпителия кровеносного сосуда	1	2.04±2.04
7. Пигментированные новообразования	1	2.04±2.04
8. Очаги разрастания покровного эпителия печени	1	2.04±2.04

чень аккумулирует большинство токсикантов, но также выводит продукты метаболизма через желчь. Приблизительно 85% объема печени костистых рыб занимают гепатоциты. Изменения морфологии гепатоцитов и клеток желчного эпителия могут давать информацию, касающуюся функционирования этого органа и воздействия на организм токсикантов [5]. Изменения структуры печени могут быть успешно использованы как биомаркеры, которые отражают чувствительность рыб к стрессовым факторам окружающей среды [1, 2].

Печень не подвержена прямому воздействию неблагоприятных факторов среды, как, например, жабры, но они влияют на ее строение и функции опосредовано – через кровь. По физиологическому и гистологическому состоянию печени можно успешно и относительно точно судить о состоянии внешних условий среды обитания той или иной особи. Так, после воздействия на рыб гербицидов (в частности симазина) в печени карпа обнаруживались очаги некроза [19], а после длительного воздействия на рыб раствором трихлоруксусной кислоты в печени выявлялись кисты и спонгиозное изменение паренхимы [20].

У бычка-кругляка Саратовского водохранилища за период 2008–2011 гг. были обнаружены восемь типов гистопатологий печени (табл. 4).

Наиболее часто у рыб обнаруживались очаги разрастания соединительной ткани среди гепатоцитов, доля рыб с данной патологией достигала 14.29%, и очаги некроза (дисплазии) гепатоцитов. Некроз гепатоцитов является наиболее тяжелым типом патологии, он проявляется в том, что отдельные гепатоциты или группы клеток теряют свою структуру в результате разрушения клеточной оболочки и внутренних структур. Такие области выделяются на фоне специфического рисунка здоровой ткани печени в виде темных пятен с аморфной структурой.

Наличие подобного типа патологии в любых внутренних органах является доказательством сильнейшего негативного внешнего воздействия на отдельную особь.

Оставшиеся шесть типов гистологических патологий печени обнаруживались редко или в единичных случаях.

Характерно, что патологии печени обнаружены у гораздо меньшего количества особей бычка-кругляка, чем патологии жабр. Данный факт объясняется тем, что печень – внутренний орган, и она испытывает опосредованное (через кровь и лимфу) воздействие внешних неблагоприятных факторов, в отличие от жабр, непосредственно контактирующих с внешней средой. Отчасти этим же и объясняется более высокое разнообразие типов патологий жабр.

Заключение

Полученные результаты позволяют утверждать, что один из самых массовых чужеродных видов рыб Саратовского водохранилища – бычок-кругляк – подвержен сильному прессу неблагоприятных воздействий окружающей среды, о чем свидетельствует низкая встречаемость здоровых особей в популяции – 28.57±6.52%.

Исследования гистопатологий жабр и печени рыб показали, что в жабрах, имеющих непосредственный контакт с неблагоприятными факторами окружающей среды, обнаружено большее количество разнообразных гистопатологий, чем в печени, на которую стрессорные факторы среды действуют опосредовано. Встречаемость обнаруженных типов гистологических патологий органов практически не зависит от возраста половозрелых особей и пола рыб, что свидетельствует о неспецифическом характере данных нарушений.

Однако за счет того, что бычок-кругляк является короткоцикловым видом, он, предпо-

ложительно, успешно адаптируется к неблагоприятным условиям среды. В результате численность данного вида в Саратовском водохранилище постоянно возрастает, а обнаруживаемые у него всевозможные отклонения от нормы, возможно, постепенно становятся нормой реакции на внешние воздействия.

Список литературы

1. Hinton D.E., Lauren D.G. Integrative histopathological approaches to detective effects of environment stressors on fish. N.Y.: Publ. Amer. Fish. Soc., 1990. P. 51–66.
2. Wrona F.G., Cash K.J. The ecosystem approach to environment assessment: moving from theory to practice // J. Aquat. Ecosyst. Health. 1996. V. 5. P. 89–97.
3. Heath A.G. Water Pollution and Fish Physiology. L.: Lewis Publ., 2002. 506 p.
4. Lawrens A.J., Arukwe A., Moor M. et al. Molecular/cellular processes and the physiological response to pollution // In: Effects of Pollution on Fish / Ed. A.J. Lawrens, K.L. Hemingway. N.Y.: Blackwell Sci., 2003. P. 83–133.
5. Моисеенко Т.И. Водная токсикология. Теоретические и прикладные аспекты. М.: Наука, 2009. 400 с.
6. Чернышева Н.Б. Использование гистологического метода в ихтиопатологии // Матер. научной конф. «Проблемы воспроизводства, кормления и борьбы с болезнями рыб при выращивании в искусственных условиях», Петрозаводск, 14–18 октября 2002 г. С. 168–170.
7. Васильев А.С., Запруднова Р.А., Буйневич А.В. Мониторинг состояний популяций леща верхне-волжских водохранилищ // Матер. Всерос. науч.-практ. конф. «Экологические проблемы уникальных природных и антропогенных ландшафтов», Ярославль, 16–17 декабря 2004 г. С. 192–197.
8. Лепилина И.Н., Романов А.А. Гистоморфологические нарушения у волжской стерляди в современных экологических условиях // Экология. 2005. № 2. С. 157–160.
9. Гавлена Ф.К. Каспийский бычок-кругляк *Neogobius melanostomus affinis* (Eichwald) – новый элемент ихтиофауны Средней Волги // Биология внутренних вод. Информ. Бюл. 1970. № 6. С. 44–45.
10. Гавлена Ф.К. Ихтиофауна р. Сок и ее притоков // В кн.: Матер. конф. по изучению водоемов бассейна

Волги «Волга–1», Куйбышев, 1971. С. 254–261.

11. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). М.: Пищевая промышленность, 1966. 376 с.
12. Роскин Г.И., Левинсон Л.Б. Микроскопическая техника. М.: Наука, 1957. 486 с.
13. Государственный доклад о состоянии окружающей среды и природных ресурсов Самарской области в 2008 г. / Под ред. Ю.С. Астахова, А.Е. Губернаторова, В.Н. Довбыш и др. 2009. Вып. 19. Самара: Мин-во природопользования, лесного хозяйства и окружающей среды Самарской обл. 344 с.
14. Государственный доклад о состоянии окружающей среды и природных ресурсов Самарской области за 2011 г. / Под ред. Т.Н. Сафроновой, А.П. Ардакова, А.Е. Губернаторова и др. 2012. Вып. 22. Самара: Мин-во лесного хозяйства, охраны окружающей среды и природопользования Самарской обл. 343 с.
15. Bolotova N.L., Konovalov A.F. Morphopathologic analysis of zander (*Stizostedion lucioperca* L.) in Beloe Lake // Abstr. 28 Congress of International Association of Theoretical and Applied Limnology, Melbourne, 2001. Pt. 3 / Int. Ver. Theor. Und angew. Limnol. 2003. Pft. 3. P. 1609–1612.
16. Lazaras Asha D., Mishra P.K., Khasdeo K. Histopathological study of neemax induced gills of *Rasbora daniconius* // J. Exp. Zool. India. 2004. V. 7. № 2. P. 361–364.
17. Parashar Ram Sanehi, Banerjee Tarun Kumar Toxic impact of lethal concentration of lead nitrate on the gills of air-breathing catfish (*Heteropneustes fossilis* (Bloch)) // Ver. Arh. 2002. V. 72. № 3. P. 167–183.
18. Ortiz Juan B., Gonzalez de Canales M. Luiza, Sarasquete Carmen. Histopathological changes induced by lindane (γ -HCH) in various organs of fishes // Sci. mar. 2003. V. 67. № 1. P. 53–61.
19. Roncero V., Gómez L., Durán E., Fernández O., Garsia-Cambero J.P., Oropesa A., Soler F. Histopathological alterations in carp (*Cyprinus carpio*) after exposition to simazine // EUROTOX 2002, Budapest, 15–18 sept., 2002 / Toxicol. Lett. 2002. V. 135. P. 94–95.
20. Bashir Ahmed, Lan Jr-Peng, Fonseca Pablo, Thiyagarajah Arunthavarani, Hartley William R. Hepatic and gonadal lesions in medaka (*Oryzias latipes*) exposed to trichloroacetic acid as embryos // 4 International Symposium on Aquatic Animal Health, New Orleans, La. Sept. 1–5, 2002: ISAAH 2002: Proceeding. New Orleans (La), 2002. P. 239.

PATHOLOGIES OF SOME ORGANS OF THE ROUND GOBY (*NEOGOBIOUS MELANOSTOMUS* PALLAS, 1814) OF THE SARATOV RESERVOIR

A.K. Mineev

The results of research into histopathology of some organs (gills and liver) of the round goby (*Neogobius melanostomus* Pallas, 1814) of the Saratov Reservoir are presented. The article explains the possibility to use the histological status of round goby organs and tissues to assess the impact of a complex of negative factors on individuals as an indicator of the reservoir ecological state.

Keywords: round goby, histopathology, gills, liver, non-specific reactions.