

Ирина Игоревна ЧЕСНОКОВА¹

УДК 597.2/5:577.1:628.19(262.5)

**АКТИВНОСТЬ АМИНОТРАНСФЕРАЗ
И ЩЕЛОЧНОЙ ФОСФАТАЗЫ
В ГОНАДАХ ЧЕРНОМОРСКИХ
БЫЧКА-КРУГЛЯКА И БЫЧКА-МАРТОВИКА**

¹ научный сотрудник лаборатории экотоксикологии,
Институт морских биологических исследований
им. А. О. Ковалевского РАН
(г. Севастополь)
mireni@bk.ru

Аннотация

Проведено исследование активности аминотрансфераз и щелочной фосфатазы в гонадах бычка-кругляка и бычка-мартовика. Установлена большая активность исследуемых ферментов у бычка-мартовика. Для обоих видов достоверно показана большая активность ферментов у самцов. Достоверных отличий активности ферментов на разных стадиях репродуктивного цикла в гонадах бычка-кругляка не установлено, в то время как у бычка-мартовика максимальные значения отмечены в период подготовки к нересту. С возрастом выявлено снижение активности исследуемых ферментов в гонадах бычка-мартовика. Отмечен токсический и адаптивный отклик анализируемых ферментов на загрязнение тестируемых акваторий: максимальная активность ферментов получена у особей из Александровской бухты, минимальная — у особей из Стрелецкой бухты.

Ключевые слова

Черное море, гонады, аминотрансферазы, щелочная фосфатаза, бычок-кругляк, бычок-мартовик.

Цитирование: Чеснокова И. И. Активность аминотрансфераз и щелочной фосфатазы в гонадах черноморских бычка-кругляка и бычка-мартовика / И. И. Чеснокова // Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование. 2017. Том 3. № 3. С. 114-128.

DOI: 10.21684/2411-7927-2017-3-3-114-128

DOI: 10.21684/2411-7927-2017-3-3-114-128

Введение

Существование любого вида животных напрямую связано со способностью успешно воспроизводиться в современных постоянно меняющихся условиях, в том числе и под воздействием человека. Процесс размножения — это сложная, согласованная функция организма, которая включает в себя множество изменений на разных уровнях его организации. Созревание гонад сопровождается значительными клеточными, биохимическими и эндокринными флуктуациями, их размер увеличивается в несколько раз, соматический рост организма замедляется и в конечном счете останавливается. В этот период белки и липиды мобилизуются из соматических тканей и переносятся в репродуктивные органы [17].

Аминотрансферазы и щелочная фосфатаза (ЩФ) являются важными участниками нормального функционирования организма животных в период размножения. По мнению исследователей, гонады являются основными поставщиками аминотрансфераз в период нереста [13], а ЩФ участвует в процессах синтеза первичных продуктов, проявляя максимальную активность в период созревания гонад [21]. В настоящее время исследования активности данных ферментов в тканях широко используются при оценке состояния гидробионтов как для диагностирования болезней печени, костей, сердца, мышц, нарушений роста, так и в экотоксикологических целях [15, 20, 22]. Тем не менее работ, посвященных состоянию ферментативных систем репродуктивных органов рыб, обитающих в различных экологических условиях, немного.

Перспективным объектом исследования антропогенного влияния на гидробионтов являются рыбы как конечное звено цепей питания большинства водоемов. Одним из основных требований к биомониторным видам является их принадлежность к донной экологической группе. Для Черного моря таковым является хорошо изученный морской ерш *Scorpaena porcus* (Linnaeus, 1758) [7]. Другим видом, активно используемым для оценки качества водной среды, является бычок-кругляк *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814) [6]. Однако в большей степени его исследования касаются Азовского моря и прилегающих лиманов [5]. Еще одним видом, являющимся не столь многочисленным, как указанные выше, но регулярно встречающимся в уловах, является бычок-мартовик *Mesogobius batrachocephalus* (Pallas, 1814), который может оказаться перспективным биомонитором.

При проведении исследований необходимо учитывать не только видовые особенности биохимических процессов, но и их подверженность другим факторам, как возраст, половая принадлежность, стадия репродуктивного цикла. В связи с чем целью данной работы является исследование особенностей (видовых, половых, возрастных) активности аминотрансфераз и щелочной фосфатазы в гонадах бычка-кругляка и бычка-мартовика.

Материалы и методы

Объектом исследования служили бычок-кругляк (*Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814); $n = 54$) и бычок-мартовик (*Mesogobius batrachocephalus* (Pallas, 1814); $n = 46$).

Рыб отлавливали в бухтах Карантинной, Александровской и Стрелецкой (г. Севастополь; рис. 1) в 2012-2014 гг.

Бухта Александровская является частью большой Севастопольской бухты и характеризуется по содержанию поллютантов в донных осадках как одна из наиболее загрязненных акваторий г. Севастополя. Это обусловлено тем, что бухта Севастопольская является полузамкнутой с затрудненным водообменом, которая длительное время подвергается интенсивному антропогенному воздействию. Бухта Карантинная находится в полукилometре на запад от Севастопольской, орудия лова рыб располагаются на выходе из данной акватории. Здесь осуществляется интенсивный водообмен с прилегающей частью моря, поэтому, несмотря на наличие источников загрязнения, уровень токсикантов в районе исследования существенно ниже, нежели в бухте Александровской [12]. Бухта Стрелецкая является одной из самых загрязненных акваторий. В нее поступают неочищенные сточные воды из двух коллекторов, а в кутовой части функционируют два выпуска ливневой канализации [2].

Проводили полный биологический анализ рыб, извлекали гонады, замораживали и хранили при температуре -20°C в индивидуальных емкостях. Перед проведением биохимических анализов гонады размораживали и гомогенизировали.

Определение активности ферментов проводили в экстракте тканей с использованием стандартных наборов реактивов «АЛТ-РФ-ОЛЬВЕКС», «АСТ-



Рис. 1. Районы отлова рыб в бухтах Севастополя (Черное море) (1 — б. Александровская, 2 — б. Карантинная, 3 — б. Стрелецкая)

Fig. 1. Fish catching areas in the bays of Sevastopol (Black Sea) (1 — Aleksandrovskaya Bay, 2 — Karantinnaya Bay, 3 — Streletskaya Bay)

РФ-ОЛЬВЕКС», «ЩФ-РФ-ОЛЬВЕКС». Полученные данные пересчитывали с учетом содержания белка в гомогенатах тканей. Концентрацию белка определяли с помощью стандартного набора реактивов «ОБЩИЙ БЕЛОК-ОЛЬВЕКС».

Результаты обрабатывали статистически, вычисляли среднее значение и ошибку средней, достоверность различий между выборками определяли с применением критерия Манна — Уитни.

Результаты

При исследовании активности аминотрансфераз и ЩФ в гонадах бычков установлено наличие достоверных межвидовых отличий по всем исследуемым ферментам у самцов и ЩФ у самок (таблица 1). Активность ЩФ у самок и самцов и АСТ у самцов достоверно выше у бычка-мартовика, в то время как активность АЛТ выше в гонадах самцов бычка-кругляка. Половые отличия активности ферментов установлены для всех ферментов у обоих видов, за исключением активности ЩФ в гонадах самцов бычка-мартовика. Во всех случаях активность ферментов достоверно выше у самцов, нежели у самок.

Не выявлено достоверных отличий активности исследуемых показателей в гонадах бычка-кругляка на разных стадиях зрелости гонад, однако установлены достоверные половые отличия активности АЛТ в период нереста (таблица 2).

Показано достоверное снижение активности всех исследуемых ферментов в гонадах нерестящихся самок бычка-мартовика по сравнению с самками, чьи гонады находятся на стадии подготовки к нересту (таблица 3). Половые отличия выявлены для активности АСТ на стадии подготовки к нересту.

Таблица 1

Видовые и половые особенности активности аминотрансфераз и щелочной фосфатазы в гонадах бычков

Table 1

Interspecies and Sexual Peculiarities of Aminotransferase and Alkaline Phosphatase Activity in Gonads of Gobies

	АЛТ (мкмоль/час*мл)	АСТ (мкмоль/час*мл)	ЩФ (нмоль/с*мг)
Бычок-кругляк	0,02 ± 0,008* 0,181 ± 0,020	0,021 ± 0,006* 0,146 ± 0,026	128,7 ± 30,9*□ 442,7 ± 41,29
Бычок-мартовик	0,05 ± 0,012* 0,12 ± 0,024□	0,060 ± 0,016* 0,27 ± 0,06□	811 ± 207,6 751,8 ± 96□

Примечания: в числителе — значения активности ферментов у самок, в знаменателе — у самцов;

* — достоверные половые отличия ($p < 0,05$), □ — достоверные видовые отличия ($p < 0,05$)

Notes: in the numerator — the activity values of enzymes in females, in the denominator — in males; * — significant sex differences ($p < 0.05$), □ — significant interspecies differences ($p < 0.05$)

Таблица 2

Активность аминотрансфераз и щелочной фосфатазы в гонадах бычка-кругляка на разных стадиях репродуктивного цикла

	Покой	Подготовка к нересту	Нерест
АЛТ (мкмоль/час*мл)	— 0,225 ± 0,062	— 0,130 ± 0,066	0,031 ± 0,016* 0,271 ± 0,043
АСТ (мкмоль/час*мл)	— 0,193 ± 0,040	— 0,142 ± 0,046	0,030 ± 0,016 0,190 ± 0,028
ЩФ (нмоль/с*мг)	— 371,1 ± 176,9	— 327,6 ± 89,85	220,3 ± 77,4 457,1 ± 47,0

Примечание: в числителе — значения активности ферментов у самок, в знаменателе — у самцов; * — достоверные половые отличия ($p < 0,05$)

Table 2

Activity of aminotransferases and alkaline phosphatase in the gonads of round goby at different stages of the reproductive cycle

Note: in the numerator — values of enzyme activity in females, in the denominator — in males; * — significant sex differences ($p < 0.05$)

Таблица 3

Активность аминотрансфераз и щелочной фосфатазы в гонадах бычка-мартовика на разных стадиях репродуктивного цикла

	Покой	Подготовка к нересту	Нерест
АЛТ (мкмоль/час*мл)	— 0,150 ± 0,001	0,11 ± 0,028 0,08 ± 0,022	0,01 ± 0,004● 0,26
АСТ (мкмоль/час*мл)	— 0,236 ± 0,002	0,086 ± 0,011* 0,204 ± 0,024	0,013 ± 0,005● 0,845
ЩФ (нмоль/с*мг)	— 1172 ± 36	1707 ± 827 882 ± 175,8	216,03 ± 86,3● 943

Примечание: в числителе — значения активности ферментов у самок, в знаменателе — у самцов; * — достоверные половые отличия ($p < 0,05$), ● — достоверные отличия между стадиями ($p < 0,05$)

Table 3

Activity of aminotransferases and alkaline phosphatase in the gonads of the knout goby at different stages of the reproductive cycle

Note: in the numerator — values of enzyme activity in females, in the denominator — in males; * — significant sex differences ($p < 0.05$), ● — significant differences between stages ($p < 0.05$)

Существенных возрастных изменений активности АЛТ и ЩФ в гонадах самцов бычка-кругляка не установлено (рис. 2). Активность АСТ достоверно возрастает в 2 раза у особей 4+ лет по сравнению с 1+-летними.

Выявлено достоверное снижение активности АЛТ у самок и АСТ у самцов в гонадах 2+-летних особей бычка-мартовика по сравнению с 1+-летними, а также активности АСТ в гонадах 4+-летних самцов по сравнению с 2+-летними (рис. 3). Не выявлено возрастных отличий активности ЩФ у самок и самцов, АЛТ у самцов и АСТ у самок бычка-мартовика.

Минимальные значения активности всех ферментов отмечены как у самок, так и у самцов бычка-кругляка из Стрелецкой бухты (рис. 4). Достоверные отличия обнаружены для активности АЛТ и АСТ самцов и ЩФ самок. Установлена достоверно более низкая активность АЛТ и АСТ в гонадах самцов из Карантинной бухты по сравнению с показателями особей из Александровской бухты.

Выявлены достоверно более низкие значения активности АЛТ и АСТ в гонадах самок бычка-мартовика из Карантинной бухты по сравнению с показателями особей из Александровской бухты (рис. 5).

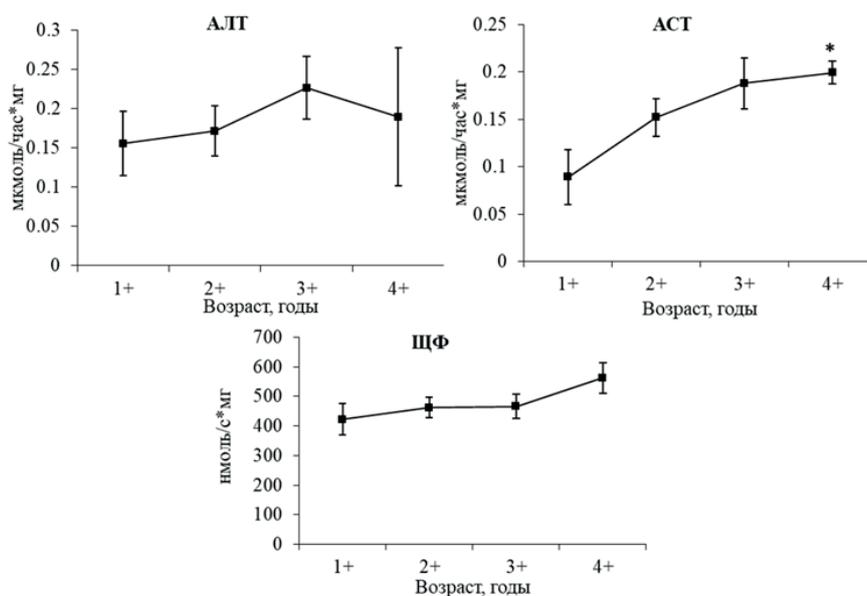


Рис. 2. Возрастные изменения активности аминотрансфераз и щелочной фосфатазы в гонадах самцов бычка-кругляка (* — достоверные отличия по сравнению с 1+-летними), (M ± m)

Fig. 2. Age-related changes in the activity of aminotransferases and alkaline phosphatase in the gonads of male of the round goby (* — significant differences in comparison with 1 + years), (M ± m)

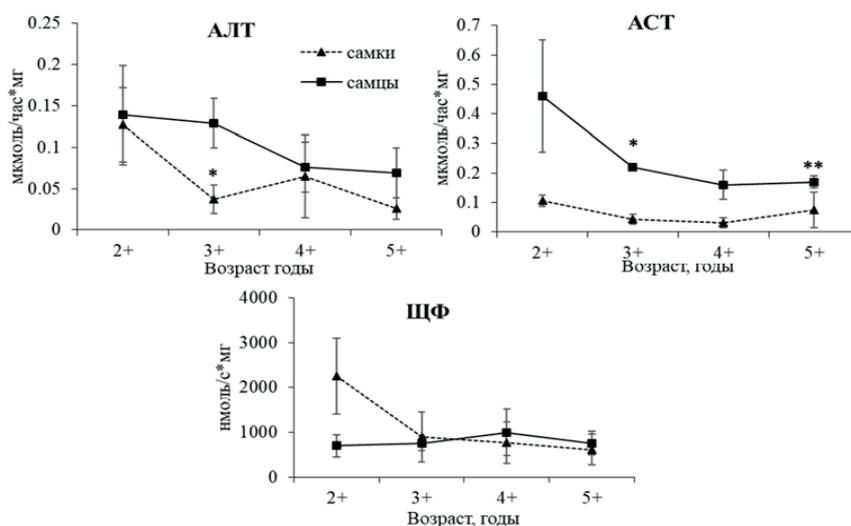


Рис. 3. Возрастные изменения активности аминотрансфераз и щелочной фосфатазы в гонадах бычка-мартовика (* — достоверные отличия по сравнению с 1+-летними, ** — достоверные отличия по сравнению с 2+-летними), (M ± m)

Fig. 3. Age-related changes in the activity of aminotransferases and alkaline phosphatase in gonads of knout goby (* — significant differences in comparison with 1+ years old, ** — significant differences in comparison with 2+ years), (M ± m)

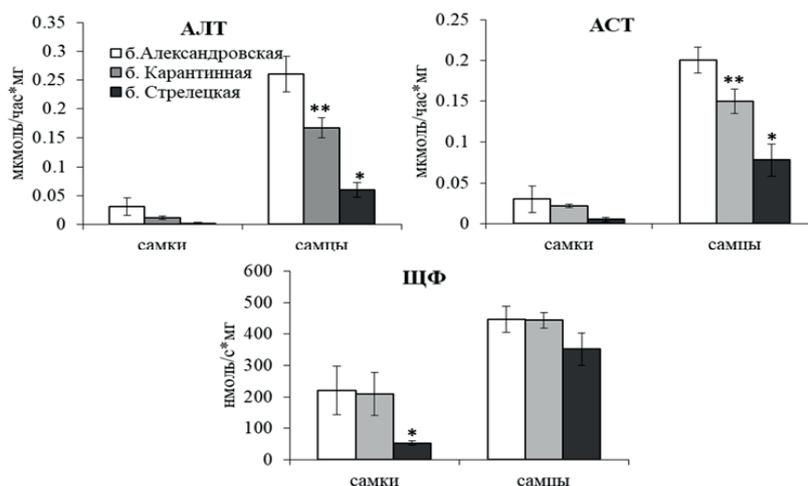


Рис. 4. Активность аминотрансфераз и щелочной фосфатазы в гонадах бычка-кругляка из акваторий с различным уровнем антропогенного воздействия (* — достоверные отличия по сравнению с показателями особей из других акваторий, ** — достоверно по сравнению с особями из б. Александровской), (M ± m)

Fig. 4. Activity of aminotransferases and alkaline phosphatase in the gonads of round goby from the bays with different levels of anthropogenic impact (* — significant differences in comparison with the indices of individuals from other water areas, ** — significantly compared to individuals from the Aleksandrovskaya Bay), (M ± m)

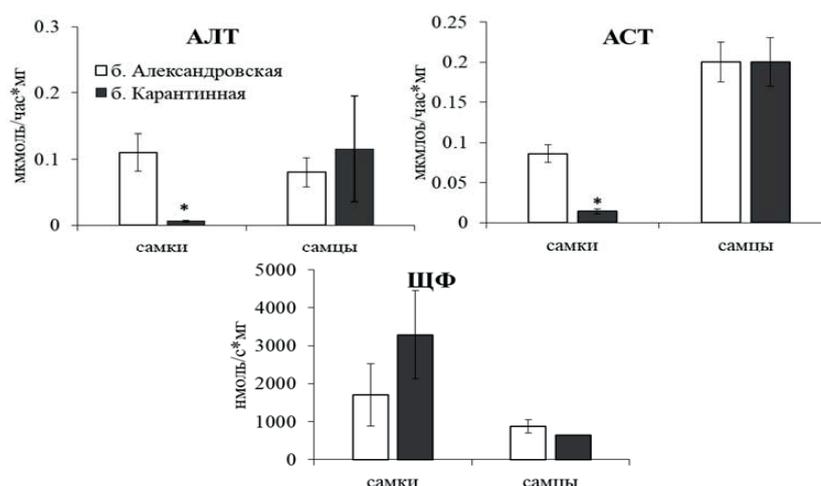


Рис. 5. Активность аминотрансфераз и щелочной фосфатазы в гонадах бычка-мартовика из акваторий с различным уровнем антропогенного воздействия (* — достоверные отличия по сравнению с показателями особей из б. Александровской), (M ± m)

Fig. 5. Activity of aminotransferases and alkaline phosphatase in the gonads of knout goby from the bays with different levels of anthropogenic impact (* — significant differences in comparison with the indices of individuals from the Aleksandrovskaya Bay), (M ± m)

Обсуждение

Данных о видовых отличиях активности исследуемых ферментов в гонадах бычков практически нет. Тем не менее ранее были получены сведения об активности аминотрансфераз в печени и в сыворотке исследуемых видов [3]. Как в крови, так и в печени активность аминотрансфераз была выше у бычка-мартовика, что соответствует полученным нами результатам анализа гонад. Отличия в активности аминотрансфераз в тканях рыб, относящихся к одному семейству, показаны и другими исследователями на примере 4 видов рыб из семейства *Cyprinidae* [18].

Авторами показаны видовые отличия активности ЩФ в гонадах 35 видов морских дальневосточных беспозвоночных [10], однако сведений об активности данного фермента в гонадах черноморских рыб нет. В работе [14] при исследовании ЩФ в гонадах 6 видов сельдевых было отмечено, что, возможно, активность фермента зависит от размера икры: так, у видов с более крупными икринками активность ЩФ в гонадах ниже. Однако икринки бычка-мартовика являются самыми крупными из всех видов бычковых в Черном море, их высота составляет 5,2-6,0 мм, в то время как у бычка-кругляка всего 3,8-4,0 мм [4], а активность ЩФ в гонадах самок первого вида более чем в 4 раза выше, нежели у второго.

Исследование половых отличий активности ферментов позволило выявить более высокие значения показателей у самцов обоих видов. Аналогичные ре-

зультаты были получены и для активности ЩФ в печени бычка-кругляка, где активность фермента была в 3 раза выше у самцов по сравнению с самками [19].

Для исследованных видов характерны свои особенности изменения активности ферментов в тканях в течении репродуктивного цикла, обусловленные особенностями биологии. Бычок-кругляк начинает нереститься в двухгодичном возрасте с конца марта по август при температуре воды 10-12°C, наиболее интенсивно — с конца апреля до начала мая [9]. Бычок-мартовик также достигает половой зрелости на 2-3 году жизни, однако нереститься начинает с февраля по начало мая при температуре 6°C [1]. Литературные данные о биохимических изменениях в гонадах бычков в разные периоды года практически отсутствуют. Тем не менее было показано изменение активности антиоксидантных ферментов в крови бычка-кругляка в разные сезоны года [6]. Также установлено, что в период морского нагула в семенниках кеты активность аминотрансфераз в 2 раза выше, нежели в яичниках, что связано с активными процессами переаминирования, протекающими в это время [8]. Каких-либо достоверных изменений активности ЩФ в гонадах бычка-кругляка в зависимости от стадии зрелости гонад не выявлено, в то время как у бычка-мартовика установлено достоверное возрастание активности в преднерестовый период. Это может быть связано с тем, что в этот период ооциты быстро растут вследствие синтеза и аккумуляции запасных веществ, в основном белков. По мнению авторов, ЩФ вовлечена в систему ферментов, участвующих в освобождении синтезированных белков из комплекса с нуклеиновыми кислотами [21]. Снижение активности фермента у нерестящихся рыб, соответственно, связано с окончанием процессов синтеза.

Исследуемые ферменты играют важную роль в процессах роста, развития и созревания рыб и в процессе онтогенеза наблюдаются качественные и количественные различия их активности и распределении по субклеточным фракциям. С возрастом активность АЛТ в гонадах бычка-кругляка существенно не меняется, а активность АСТ возрастает, в то время как для бычка-мартовика показано снижение активности обоих ферментов. У ряда черноморских рыб установлена аналогичная зависимость в печени [11]. Достоверных отличий активности щелочной фосфатазы в гонадах обоих видов не отмечено. Аналогичные данные были получены для ЩФ в печени ставриды, спикары и зеленушки [19]. Возможно, полученные видовые отличия связаны с различной продолжительностью жизни бычков. Так, бычок-кругляк, в частности самцы, зачастую погибает в возрасте 3-х лет после нереста, в то время как бычок-мартовик доживает до 8 лет. Снижение активности ферментов у рыб с долгим жизненным циклом связано с замедлением белкового роста, снижением утилизации, потребления и эффективности использования азота и фосфатов.

В акватории г. Севастополя вследствие хозяйственной деятельности человека поступает множество химических веществ, негативно влияющих на состоянии гидробионтов. В наибольшей степени этому воздействию подвержены донные виды, контактирующие с грунтами, очистка которых от токсикантов

происходит существенно медленнее, нежели отчистка толщи воды. Под действием ксенобиотиков в гонадах рыб имеют место разносторонние изменения: частичный лизис клеток, образование опухолей, атрезия, изменения в ядерной и цитоплазматической организации ооцитов и пр. [16]. Установленное нами увеличение активности аминотрансфераз в гонадах обоих видов связано с активизацией процессов, направленных на поддержание нормального функционирования органа, в частности, усиливается синтез белков, и, следовательно, возрастает потребность в различных аминокислотах. Помимо этого важным является поддержание соответствующего энергетического уровня метаболизма в органах и тканях. В этом случае АЛТ является поставщиком аланина — субстрата для синтеза глюкозы.

Минимальные значения активности аминотрансфераз в гонадах рыб отмечены в акватории, подверженной наибольшему антропогенному прессингу, — Стрелецкой бухте, что говорит о развитии токсического ответа, выражающегося в подавлении большинства компенсаторных функций организма. Сходная картина была показана нами ранее для активности аминотрансфераз в сыворотке морского ерша [11].

Существенных отличий активности ЩФ в гонадах бычков из тестируемых районов не установлено, за исключением ЩФ в гонадах самок бычка-кругляка, где минимальные значения активности фермента выявлены у рыб из Стрелецкой бухте. Снижение активности ЩФ у рыб из менее экологически благополучных районов может свидетельствовать о снижении интенсивности компенсаторных процессов, как и в случае с активностью аминотрансфераз.

Заключение

На основании проведенных исследований можно заключить следующее:

- 1) бычок-мартовик, как и бычок-кругляк, может быть использован как биомониторный вид, однако необходимо учитывать его биологические особенности;
- 2) активность аминотрансфераз и щелочной фосфатазы в гонадах является в достаточной мере чувствительной к негативному воздействию и может быть рекомендована для применения в качестве биомаркеров для оценки качества водной среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Болтачев А. Р. Морские рыбы Крымского полуострова / А. Р. Болтачев, Е. П. Карпова. Симферополь: Бизнес-Информ, 2012. 224 с.
2. Гидрохимическая характеристика отдельных бухт севастопольского взморья / Е. А. Куфтаркова, Н. Ю. Родионова, В. И. Губанов, Н. И. Бобко // Труды Южного научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии. 2008. Том 46. С. 110-117.

3. Дорохова И. И. Видовые особенности активности аминотрансфераз в тканях черноморских рыб / И. И. Дорохова // Ветеринарна медицина: межвід. темат. наук. зб. 2012. Вип. 96. С. 286-287.
4. Калинина Э. М. Размножение и экология массовых рыб Черного моря на ранних стадиях онтогенеза / Э. М. Калинина. Киев: Наукова думка, 1970. 120 с.
5. Карапетьян О. Ш. Биомаркерная оценка состояния популяции бычка-кругляка *Neogobius melanostomus* в прибрежных районах Азовского моря: автореф. дис. канд. биол. наук / О. Ш. Карапетьян. Ростов-на-Дону, 2012. 24 с.
6. Ковыршина Т. Б. Применение биомаркеров бычка-кругляка (*Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814)) для оценки экологического состояния прибрежных вод Черного и Азовского морей: автореф. дис. канд. биол. наук / Т. Б. Ковыршина. Севастополь, 2017. 24 с.
7. Руднева И. И. Биомониторинг прибрежных вод Черного моря / И. И. Руднева, Н. Ф. Шевченко, И. Н. Залевская, Н. В. Жерко // Водные ресурсы. 2005. Том 32. № 2. С. 238-246.
8. Самсонова М. В. Аланин- и аспартатаминотрансферазы как индикаторы физиологического состояния рыб: дис. канд. биол. наук / М. В. Самсонова. Москва, 2002. 166 с.
9. Световидов А. Н. Рыбы Черного моря / А. Н. Световидов. Ленинград: Наука, 1964. 550 с.
10. Сейткалиева А. В. Фосфатазы двустворчатых моллюсков и иглокожих Японского и Охотского морей / А. В. Сейткалиева, Н. И. Мензорова, В. А. Рассказов // Биология моря. 2015. Том 41. № 1. С. 46-54.
11. Чеснокова И. И. Биомаркеры черноморских рыб как показатели экологического состояния среды их обитания: автореф. дис. канд. биол. наук / И. И. Чеснокова. Севастополь, 2017. 24 с.
12. Экотоксикологические исследования прибрежной черноморской ихтиофауны в районе Севастополя / отв. ред. И. И. Руднева. Москва: ГЕОС, 2016. 360 с.
13. Activity and Expression of Aspartate Aminotransferase during the Reproductive Cycle of a Fresh Water Fish, *Clarias batrachus* / A. S. Srivastava, I. Oohara, T. Suzuki et al. // Fish Physiology & Biochemistry. 1999. Vol. 20. No 3. Pp. 243-250.
14. Appa Rao T. Alkaline Phosphatase Activity in Ovaries of Some Clupeoides / T. Appa Rao // Indian Journal of Fisheries. 1979. No 26 (1 & 2). Pp. 253-255.
15. Bakde C. Effect of Steel Plant Effluent on Acid and Alkaline Phosphatases of Gills, Liver and Gonads of *Cyprinus carpio* Linn. (1758) / C. Bakde, A. N. Poddar // International Journal of Environmental Sciences. 2011. Vol. 1. No 6. Pp.1305-1316.
16. Baruah B. K. Histopathological Changes in Ovary of Fish *Heteropneustes fossilis* Exposed to Paper Mill Effluent / B. K. Baruah, M. Das // Aquaculture. 2002. Vol. 3. No 1. Pp. 29-32.
17. Biochemical Changes Associated with the Ovary Maturation of a Freshwater Teleost, *Schizothorax niger* Heckel (Teleost, Cypriniformes, Cyprinidae) / G. N. Hajam, I. H. Mir, A. Channa et al. // Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences. 2012. Vol. 2 (1). Pp. 18-21.
18. Effects on Mortality of Biochemical and Limnological Properties on Some Fish Species in Sultansuyu Dam Lake (Malatya), Turkey / Ş. Kandemir, İ. Örün, Z. Talas et al. // Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 2010. Vol. 10. Pp. 431-437.

19. Kuzminova N. S. Dependence of Alkaline Phosphatase Activity on Bioecological Parameters of Black Sea Fish / N. S. Kuzminova // Journal of Ichthyology. 2016. Vol. 56. No 2. Pp. 298-303.
20. Mohamed F. A. S. Environmental Pollution-Induced Biochemical Changes in Tissues of *Tilapia zillii*, *Solea vulgaris* and *Mugil capito* from Lake Qarun, Egypt / F. A. S. Mohamed, N. S. Gad // Global Veterinaria. 2008. No 2 (6). Pp. 327-336.
21. Shaffi S. A. Alkaline Phosphatase Activity in the Ovary of the Catfish *Clarias batrachus* (Linn.) during Maturation / S. A. Shaffi, A. K. Jafri, D. K. Khawaja // Current Science. 1974. No 43. P. 5.
22. Verma H. Changes in Certain Enzymes of the Ovary and Liver in *Channa punctatus* / H. Verma, N. Srivastava // Electronic Journal of Ichthyology. 2010. Vol. 6. Pp. 1-8.

Irina I. CHESNOKOVA¹

**ACTIVITY OF AMINOTRANSFERASES
AND ALKALINE PHOSPHATASE IN THE GONADS
OF ROUND GOBY AND KNOT GOBY**

¹ Researcher, Ecotoxicological Laboratory,
A. O. Kovalevsky Institute
of Marine Biological Research of the RAS (Sevastopol)
mirenri@bk.ru

Abstract

The activity of aminotransferases and alkaline phosphatase in the gonads of the round and knout gobies was studied. Activity of the tested enzymes in the knout goby was higher than in the gonads of the round goby. In both species a significantly great activity of enzymes in males was shown. Significant differences of the activity of enzymes at different stages of the reproductive cycle in the gonads of the round goby have not been found, while in the case of the knout goby the maximum values were observed during the pre-spawning period. The activity of the studied enzymes in gonads decrease in older knout goby. The toxic and adaptive response of the examined enzymes to the contamination of the tested water areas was noted: the maximum activity of the enzymes was in the fish from the Alexandrovskaya Bay, the minimum — in individuals from the Streletskaya Bay.

Keywords

Black Sea, gonads, aminotransferase, alkaline phosphatase, round goby, knout goby.

DOI: 10.21684/2411-7927-2017-3-3-114-128

REFERENCES

1. Boltachev A. R., Karpova E. P. 2012. Morskie ribi Krimskogo poluostrova [Sea Fish of the Crimean Peninsula]. Simferopol: Bisness-Inform.

Citation: Chesnokova I. I. 2017. “Activity of Aminotransferases and Alkaline Phosphatase in the Gonads of Round Goby and Knout Goby”. Tyumen State University Herald. Natural Resource Use and Ecology, vol. 3, no 3, pp. 114-128.

DOI: 10.21684/2411-7927-2017-3-3-114-128

2. Kuftarkova E. A., Rodionova N. Yu., Gubanov V. I., Bobko N. I. 2008. "Gidrokhimicheskaya harakteristika otdel'nih bucht sevastopolskogo vzmor'ya" [Hydrochemical Characteristics of Some Bays of the Sevastopol Seashore]. Trudi Yujnogo nauchno-issledovatel'skogo instituta ribnogo hozyaistva i okeanografii, vol. 46, pp. 110-117.
3. Dorokhova I. I. 2012. "Vidovie osobennosti aktivnosti aminotransferase v tkanyah chernomorskih rib" [Interspecies Peculiarities of the Activity of Aminotransferases in the Tissues of the Black Sea Fish]. Veterinarna medicina, vol. 96, pp. 286-287.
4. Kalinina E. M. 1970. Razmnojenie i ekologiya massovih rib Chernogo Morya na rannih stadiyah ontogeneza [Reproduction and Ecology of Mass Fish of the Black Sea in the Early Stages of Ontogeny]. Kiev: Naukova Dumka.
5. Karapetyan O. Sh, 2012. "Biomarkernaya otcenka sostoyaniya populaycii bichka-kruglyaka *Neogobius melanostomus* v pribrejnih raionah Azovskogo moray" [Biomarker Assessment of the Status of the Round Goby *Neogobius melanostomus* in Coastal Areas of the Azov Sea]. Cand. Sci. (Biol.) diss. abstract. Rostov-na-Donu.
6. Kovirshina T. B. 2017. "Primenenie biomarkerov bichka-kruglyaka (*Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814)) dlya otcenki ekologicheskogo sostoyaniya pribrejnih vod Chernogo i Azovskogo more" [The Use of Biomarkers of a Round Goby (*Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814)) for Assessing the Ecological State of the Coastal Waters of the Black and Azov Seas]. Cand. Sci. (Biol.) diss. abstract. Sevastopol.
7. Rudneva I. I., Shevchenko N. F., Zalevskaya I. N., Jerko N. V. 2005. "Biomonitoring pribirjnih vod Chernogo moray" [Biomonitoring of Coastal Waters of the Black Sea]. Vodnie resursi, vol. 32, no 2, pp. 238-246.
8. Samsonova M. V. 2002. "Alanin- i aspartataminotransferasi kak indikator fiziologicheskogo sostoyaniya rib" [Alanine and Aspartate Aminotransferases as Indicators of the Physiological State of Fish]. Cand. Sci. (Biol.) diss. Moscow.
9. Svetovidov A. N. 1964. "Ribi Chernogo Morya" [Black Sea Fishes]. Leningrad: Nauka.
10. Seitkalieva A. V., Mensorova N. I., Rasskazov V. A. 2015. "Fosfotazi dvustvorchatich molluskov i iglokojih Yaponskogo i Ohotskogo morei" [Phosphatase of Bivalve Molluscs and Echinoderms of the Japanese and Okhotsk Seas]. Biologiya moray, vol. 41, no 1, pp. 46-54.
11. Chesnokova I. I 2017. "Biomarkeri chernomorskih rib kak pokazateli ekologicheskogo sostoyaniya sredi ih obitaniya" [Biomarkers of the Black Sea Fish as Indicators of the Ecological State of Their Habitat]. Cand. Sci. (Biol.) diss. abstract. Sevastopol.
12. Rudneva I. I. (ed.). 2016. Ecotoxikologichiskie issledovaniya pribrejnoi chernomorskoj ichthiofauni v raione Sevastopolya [Ecotoxicological Studies of the Coastal Black Sea Ichthyofauna in the Region of Sevastopol]. Moscow: GEOS.
13. Srivastava A. S., Oohara I., Suzuki T. et al. 1999. "Activity and Expression of Aspartate Aminotransferase during the Reproductive Cycle of a Fresh Water Fish, *Clarias batrachus*". Fish Physiology & Biochemistry, vol. 20, no 3, pp. 243-250.
14. Appa Rao T. 1979. "Alkaline Phosphatase Activity in Ovaries of Some Clupeoides". Indian Journal of Fisheries, no 26 (1 & 2), pp. 253-255.
15. Bakde C., Poddar A. N. 2011. "Effect of Steel Plant Effluent on Acid and Alkaline Phosphatases of Gills, Liver and Gonads of *Cyprinus carpio* Linn. (1758)". International Journal of Environmental Sciences, vol. 1, no 6, pp. 1305-1316.

16. Baruah B. K., Das M. 2002. "Histopathological Changes in Ovary of Fish *Heteropneustes fossilis* Exposed to Paper Mill Effluent". *Aquaculture*, vol. 3, no. 1, pp. 29-32.
17. Hajam G. N., Mir I. H., Channa et al. 2012. "Biochemical Changes Associated with the Ovary Maturation of a Freshwater Teleost, *Schizothorax niger* Heckel (Teleost, Cypriniformes, Cyprinidae)". *Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences*, vol. 2 (1), pp. 18-21.
18. Kandemir Ş., Örün İ., Talas Z. et al. 2010. "Effects on Mortality of Biochemical and Limnological Properties on Some Fish Species in Sultansuyu Dam Lake (Malatya), Turkey". *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, vol. 10, pp. 431-437.
19. Kuzminova N. S. 2016. "Dependence of Alkaline Phosphatase Activity on Bioecological Parameters of Black Sea Fish". *Journal of Ichthyology*, vol. 56, no 2, pp. 298-303.
20. Mohamed F. A. S., Gad N. S. 2008. "Environmental Pollution-Induced Biochemical Changes in Tissues of *Tilapia zillii*, *Solea vulgaris* and *Mugil capito* from Lake Qarun, Egypt". *Global Veterinaria*, 2 (6), pp. 327-336.
21. Shaffi S. A. Jafri A. K., Khawaja D. K. 1974. "Alkaline Phosphatase Activity in the Ovary of the Catfish *Clarias batrachus* (Linn.) during Maturation". *Current Science*, no 43, pp. 5.
22. Verma H., Srivastava N. 2010. "Changes in Certain Enzymes of the Ovary and Liver in *Channa punctatus*". *Electronic Journal of Ichthyology*, vol. 6, pp. 1-8.