

## ИЗМЕНЕНИЕ ПОВЕДЕНЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ САЗАНА (*CYPRINUS CARPIO L.*) ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ЛЕТАЛЬНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ АЦЕТАТА СВИНЦА

Юсифова С.Л., Рагимова Н.Г., Ибрагимли И.Г.

*Институт физиологии НАН Азербайджана*

*В работе представлены результаты по воздействию летальной концентрации (800 мг/л) ацетата свинца в течение 4-х суток на поведенческие реакции сазана (*Cyprinus carpio L.*). Установлено, что экспозиция рыб в летальной концентрации ацетата свинца приводит к снижению двигательной активности и движений хвостового плавника и к увеличению частоты дыхания сазана. Кроме того, с первых суток экспозиции отмечались броски, начиная со вторых суток у рыб наблюдались поверхностное плавание и заглатывание воздуха, а на третьи и четвёртые сутки воздействия у некоторых рыб была установлена потеря равновесия.*

**Ключевые слова:** *ацетат свинца, сазан, поведенческие реакции*

### Введение

В последнее время, в связи с ростом индустриализации и урбанизации, одной из важных проблем является проблема загрязнения окружающей среды различными поллютантами. Среди этих поллютантов наибольшую опасность для окружающей среды и здоровья биоты представляют тяжелые металлы, которые путем миграции с током воды могут поступать в водную экосистему и стать источником их загрязнения [1, 5]. Известно, что тяжёлые металлы, являясь токсичными веществами, способны накапливаться и долго удерживаться в морских организмах и приводить к серьёзным нарушениям функциональных систем гидробионтов, к снижению иммунитета и резистентности организма к стресс-факторам [8, 14]. Загрязнение, вызванное тяжелыми металлами, может отразиться на видовом разнообразии ихтиофауны, а также на экологическом равновесии водной экосистемы [4, 9]. Кроме того, накапливаясь в организме рыб, тяжёлые металлы через пищевые цепи влияют на здоровье человека [13, 14]. В настоящее время, учитывая, что рыбы являются одним из основных источников питания человека, изучение влияния на них тяжёлых металлов является весьма актуальным. Проведено немало исследований



по изучению влияния тяжёлых металлов на разные органы и функциональные системы рыб [8, 11]. Вместе с тем, исследований по влиянию летальных концентраций тяжёлых металлов на поведение рыб незначительно.

Необходимо отметить, что поведенческий биотест гидробионтов широко используется при оценке токсичности среды. Поведенческие реакции в экотоксикологии часто называют интегрированными ответами, базирующимися на интегрировании физиологических и биохимических функций [6]. Так, изменения в физиологических и биохимических показателях могут быть не замечены на начальных этапах исследования, но их легко обнаружить на поведенческом уровне. Биоанализ, основанный на поведении животных, не требует много времени и является более чувствительным, поскольку химические вещества могут вызывать ответные реакции в организмах даже при очень низких концентрациях. В связи с этим изменение поведенческих реакций может служить начальным сигналом тревоги в ответ на загрязнение окружающей среды [6, 11].

Исходя из вышесказанного, целью данной работы является изучение влияния летальной концентрации ацетата свинца на некоторые поведенческие реакции рыб.

## Материалы и методы

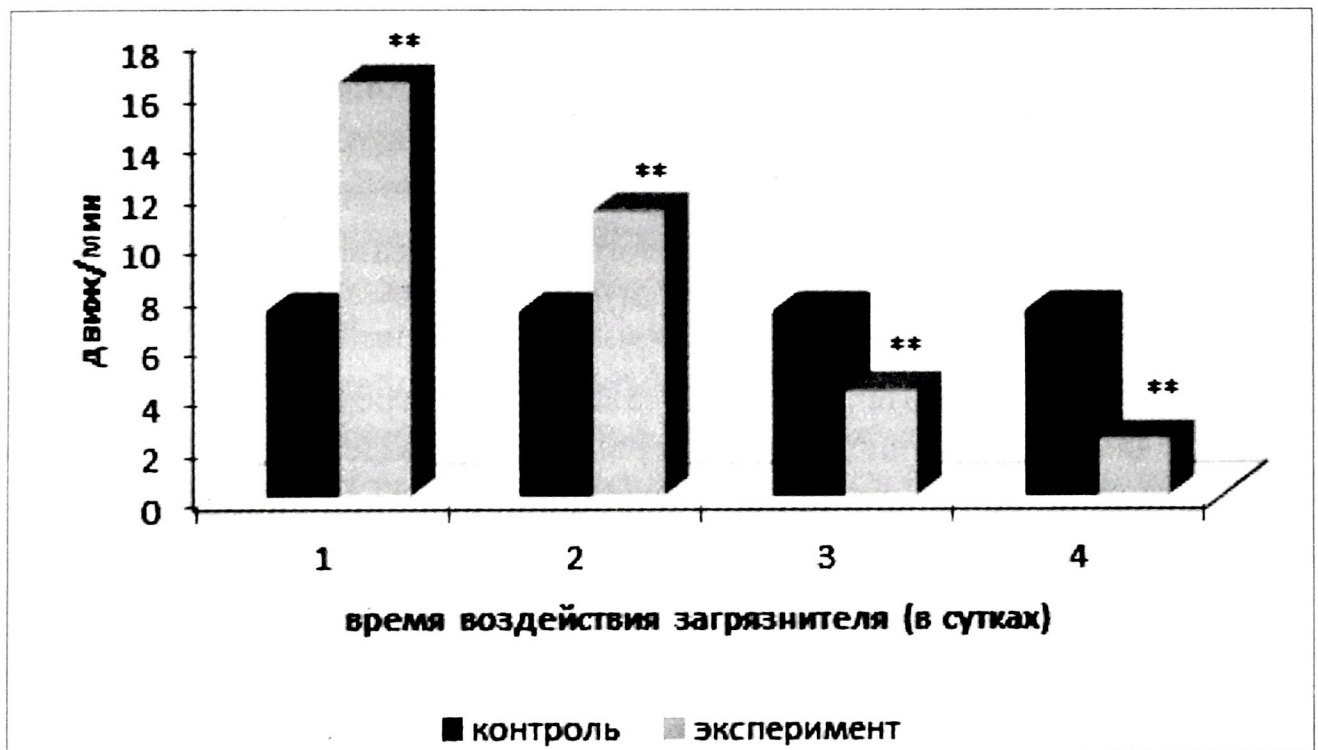
Опыты проводились на 10 особях молоди 6-ти месячного сазана (*Cyprinus carpio L*), выращенного в условиях Хыллинского рыбного завода (г. Нефтчала, Азербайджан). Вес рыб составлял  $38,3 \pm 3,7$  г, длина тела -  $15,4 \pm 0,85$  см. Экспериментальные рыбы содержались в постоянно аэрируемых цистернах, с объёмом воды 40 литров. Температура воды во время проведения опытов составляла 21-23°C, рН - 7,0-7,7, содержание в воде кислорода - 6,9-7,0 мг/л. Экспериментальные рыбы содержались в воде с летальной концентрацией ацетата свинца (800 мг/л) в течение 4-х суток. Контрольные рыбы находились в чистой воде. Отслеживалась динамика двигательной активности, движений хвостового плавника и частоты дыхания (движений жаберной крышки) рыб. Также у экспериментальных рыб велась регистрация случаев бросков, поверхностного плавания, заглатывания воздуха и потери равновесия. Отслеживание поведенческих реакций проводилось каждый день в течение 10 минут по общепринятой методике с учётом наблюдаемых изменений [2].



## Результаты исследования и обсуждение

В контрольной группе наблюдалось активное плавание рыб и каких-либо отклонений в их поведении выявлено не было. Среднее значение двигательной активности рыб контрольной группы составляло в среднем  $7,2 \pm 0,21$  движ/мин, движений хвостового плавника –  $58,6 \pm 1,8$  движ/мин, а частоты дыхания -  $40,2 \pm 1,3$  движ/мин. Случаев поверхностного плавания, заглатывания воздуха и потери равновесия не наблюдалось.

Сразу после контакта рыб со средой, содержащей летальную концентрацию ацетата свинца, у них были отмечены беспокойные, хаотичные движения и броски. Значение двигательной активности рыб в первые сутки воздействия ацетата свинца по сравнению с таковой у контрольной группы возрастало более, чем в два раза и было  $16,18 \pm 0,5$  движ/мин, а на вторые сутки несколько убывая, составляло  $11,14 \pm 0,38$  движ/мин. На третьи и четвёртые сутки наблюдалось достоверное снижение среднего значения двигательной активности рыб, которое составляло  $4,1 \pm 0,12$  движ/мин и  $2,2 \pm 0,09$  движ/мин соответственно (Рис.1). Следует отметить, что у некоторых рыб наблюдалась полная обездвижимость, они лежали на дне аквариума и на какие-либо внешние стимулы не реагировали.



**Рис.1.** Динамика двигательной активности сазана при воздействии ацетата свинца при концентрации 800 мг/л,  $p < 0,001$  \*\*

Кроме того, наблюдалось достоверное увеличение значения движений хвостового плавника в первые сутки экспозиции. Так, среднее значение

данного показателя, увеличиваясь почти в два раза по сравнению с таковой у контрольной группы, составляло  $112,4 \pm 4,6$  движ/мин. На вторые сутки значение данного показателя несколько снижалось, оставаясь высокой по сравнению с контролем, и равнялось  $71,1 \pm 1,6$  движ/мин. К третьим суткам значение движений хвостового плавника, продолжая снижаться, приблизилось к контрольному значению –  $55,2 \pm 1,8$  движ/мин и уже на четвёртые сутки составило  $48,6 \pm 1,8$  движ/мин (Рис.2).



**Рис. 2.** Динамика движений хвостового плавника сазана при воздействии ацетата свинца при концентрации 800 мг/л,  $p < 0,001$  \*\*

Увеличение частоты дыхания сазана, при среднем её значении  $54,2 \pm 2,3$  движ/мин, наблюдалось с первых суток воздействия загрязнителя. На вторые сутки значение частоты дыхания составило  $52,1 \pm 1,8$  движ/мин. Далее частота дыхания несколько снижалась, оставаясь по-прежнему высокой относительно контроля. Так, на третьи сутки среднее значение частоты дыхания равнялось  $47,2 \pm 2,1$  движ/мин, на четвёртые сутки –  $46,4 \pm 2,4$  движ/мин (Рис.3).

Начиная со вторых суток экспозиции, наблюдалось поверхностное плавание и заглатывание воздуха у рыб. На третьи и четвёртые сутки эксперимента у некоторых рыб отмечалась потеря равновесия.



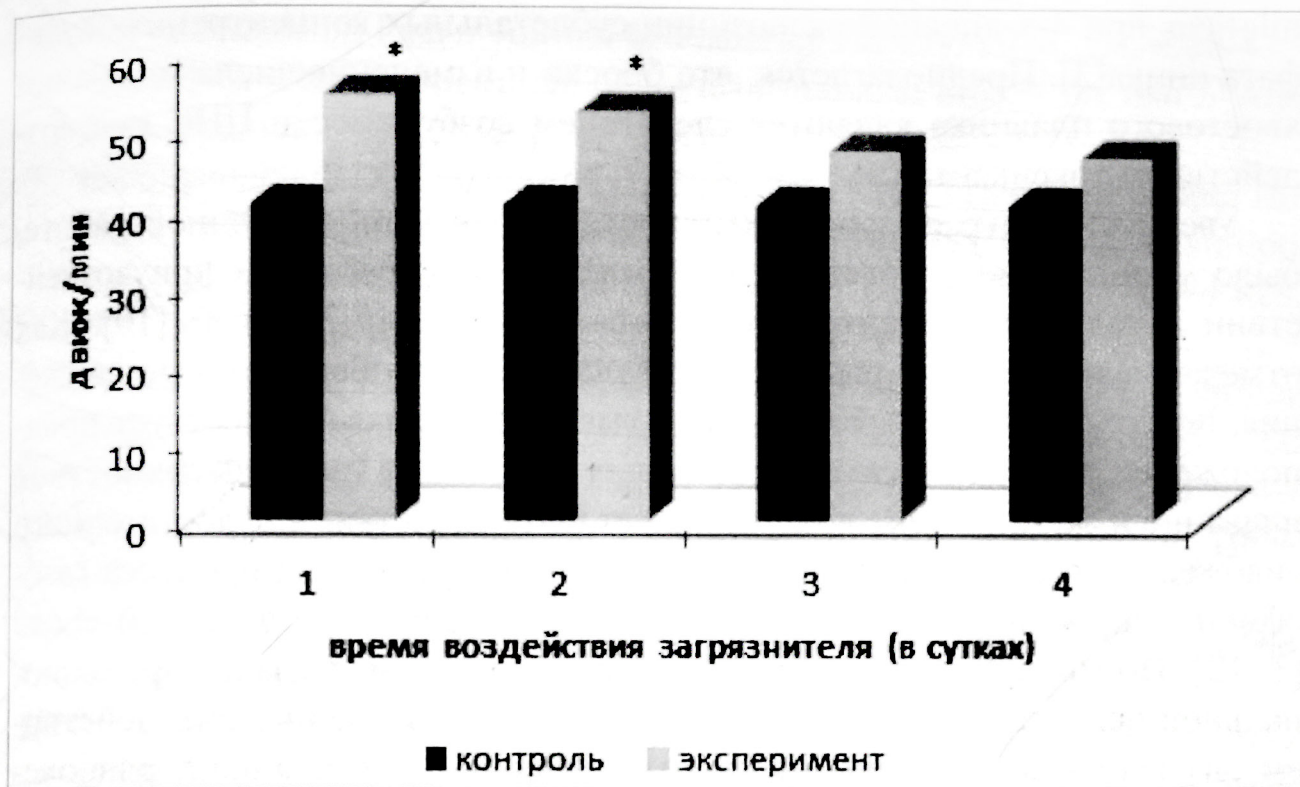


Рис. 3. Динамика частоты дыхания сазана при воздействии ацетата свинца при концентрации 800 мг/л,  $p < 0,01$  \*

Таким образом, результаты проведённого исследования показали, что двигательная активность сазана достоверно возрастает на первые и вторые сутки воздействия летальной концентрации ацетата свинца ( $p < 0,001$ ), с последующим достоверным снижением значения данного показателя. Достоверное увеличение значения движений хвостового плавника и частоты дыхания сазана также наблюдалось в первые двое суток ( $p < 0,001$ ) экспозиции поллютанта. Изменения поведенческих реакций рыб были выявлены при воздействии и других тяжёлых металлов. Так, изменение двигательной активности, которое наблюдалось у сазана, отмечается также у цихлидных рыб *Oreochromis niloticus* и у сома *Clarias gariepinus* при 4-х дневной экспозиции летальной концентрации сульфата меди [7]. У этих рыб в начале экспозиции также наблюдались броски, беспокойные движения и потеря равновесия, а к концу эксперимента отмечалось полное отсутствие каких-либо реакции на стимулы. Изменение двигательной активности рыб влияет на многие их межвидовые и внутривидовые взаимоотношения. С одной стороны, это проявляется в нарушении стайного движения рыб, что делает их уязвимыми для хищников. С другой стороны, это может привести к изменениям взаимодействий хищник-добыча, что имеет немаловажное значение для сохранения равновесия экосистемы [11]. Увеличение движений хвостового плавника, броски и поверхностное плавание наблюдались также у цихлидных рыб *Oreochromis*



niloticus при 4-х дневной экспозиции сублетальных концентрациях сульфата цинка [3]. Предполагается, что броски и изменение числа колебаний хвостового плавника являются следствием возбудимости ЦНС под воздействием токсиканта [2].

Увеличение дыхательной активности, наблюдаемое в данной работе, было установлено у пресноводной рыбы *Clarias batrachus* при воздействии летальной концентрации сульфата цинка (17,27 мг/л) [10]. Как отмечает автор, у этих рыб отслеживались броски, беспокойные движения, поверхностное плавание и заглатывание воздуха. Существует предположение, что увеличение частоты дыхания, также как и поверхностное плавание и заглатывание воздуха может быть следствием недостаточного снабжения организма кислородом, вследствие нарушения процесса газообмена, спровоцированного присутствием поллютантов в водной среде [3, 12]. По мнению Joshi P.S. [10] потеря равновесия связана с функциональной недостаточностью нейротрансмиттеров и токсическим действием загрязнителя на отделы мозга, ответственных за сохранение равновесия рыб.

Таким образом, как показали результаты исследования, воздействие летальных концентраций ацетата свинца приводит к выраженным нарушениям в поведенческих реакциях сазана, что выражается в снижении их двигательной активности и движений хвостового плавника, а также в повышении частоты дыхания. Такие изменения этологических показателей под воздействием поллютанта могут отразиться на жизнедеятельности рыб, а на более высоком уровне и на жизнедеятельности всей популяции.

### Литература:

1. Afshan S., Ali Sh., Ameen U.Sh. // Effect of Different Heavy Metal Pollution on Fish. Res. J. Chem. Env. Sci., 2014, v.2, №1, p. 74-77.
2. Al-Kahem H. Behavioural responses and changes in some haematological parameters of the cichlid fish, *Oreochromis niloticus*, exposed to trivalent chromium // JKAU: Sci, 1995, v.7, p.5-13.
3. Al-Kahem H., Shamsi M., Ahmed Z. Effect of water polluted with zinc sulphate on survival, behavior, carbohydrate metabolism and blood parameters of cichlid fish, *Oreochromis niloticus* // Saudi J Biol Sci, 1999, v.6, №1, p.35-43.
4. Authman M.M.N., Zaki M.S., Khallaf E.A., Abbas H.H. Use of Fish as Bio-indicator of the Effects of Heavy Metals Pollution // J Aquac Res, 2015, v.6, №4, p. 19–26.
5. Elbeshti R.T.A., Elderwish N. M., Abdelali K. M., Taştan Y. Effects of

- Heavy Metals on Fish // Journal of Fisheries Faculty, 2018, v.4, p.36-47.
6. Ewald G. Chronic measures of toxicant-induced effects on fish // Ann. Zool. Fennici., 1995, v.32, p.311-316.
  7. Ezeonyejiaku C.D., Obiakor M.O., Ezenwelu C.O. Toxicity of copper sulphate and behavioural locomotor response of tilapia (*Oreochromis niloticus*) and catfish (*Clarias gariepinus*) species // Online J. Anim. Feed Res., 2011, v.1, №4, p.130-134.
  8. Ganeshwade R., Rokade P., Sonwane S. Behavioral responses of *Cyprinus carpio* on industrial effluents // J Environ Biol, 2006, v.27, №1, p.159-160.
  9. Ghosal, T.K., Kaviraj, A. Combined effects of cadmium and composted manure to aquatic organisms.// Chemosphere, 2002, v.46, №7, p. 1099–1105.
  10. Joshi P.S. Impact of zinc sulphate on behavioural responses in the freshwater fish *Clarias batrachus* (Linn.) // 2011, v.1, № 2, p.76-82.
  11. Kane A., Salierno J., Brewer S. Fish models in behavioral toxicology: Automated techniques, updates and perspectives // Methods in Aquat Toxicol, 2005, v.2, p.559-590.
  12. Prashanth M., Sayeswara H., Goudar M. Effect of sodium cyanide on behaviour and respiratory surveillance in freshwater fish, *Labeo rohita* (Hamilton) // Rec Res Sci Technol, 2011, v.3, №2, p. 24-30.
  13. Rajeshkumar S., Li X. Bioaccumulation of heavy metals in fish species from the Meiliang Bay, Taihu Lake, China // Toxicol Rep., 2018, v.5, p. 288–295.
  14. Андрусина И.Н., Андрейченко С.В., Голуб И.А. Ихтиофауна р. Днепр как биоиндикатор загрязнения экосистемы тяжелыми металлами // Актуальные проблемы транспортной медицины, 2005, № 1, с.1-7.



## SUMMARY

### BEHAVIORAL REACTIONS OF COMMON CARP (*CYPRINUS CARPIO L.*) UNDER THE IMPACT OF A LETHAL CONCENTRATION OF LEAD ACETATE

Yusifova S.L., Ragimova N.G., Ibragimli I.G.  
*Institute of Physiology NAS of Azerbaijan*

The article presents the results of the effect of a lethal concentration (800 mg/l) of lead acetate on some behavioral reactions of fish during 4 days using the example of the Kura carp (*Cyprinus carpio L.*). The study analysed the dynamics of locomotor activity, caudal fin movements and respiration rate. It was found that exposure of fish to a lethal concentration of lead acetate leads to a decrease in locomotor activity and movements of the caudal fin and to an increase in the carp respiration rate. In addition, from the first day of exposure, throws of fish were observed, starting from the second day, the fish showed surface swimming and gulping air, and on the third and fourth days of exposure, some fish showed a loss of equilibrium.

**Keywords:** *lead acetate, common carp, behavioral reactions*

## XÜLASƏ

### QURĞUŞUN ASETATIN LETAL KONSENTRASIYASININ TƏSİRİ NƏTİCƏSİNDƏ ÇƏKİ BALIĞININ (*CYPRINUS CARPIO L.*) DAVRANIŞ REAKSIYASININ DƏYİŞMƏSİ

Yusifova S.L., Rəhimova N.G., İbrahimli I.H.  
*AMEA-nın Fiziologiya İnstitutu*

Təqdim olunan işdə, Kür çəki balığı (*Cyprinus carpio L.*) nümunəsində, qurğuşun asetatın letal konsentrasiyanın (800 mq / l) 4 gün ərzində təsiri nəticəsində balıqların bəzi davranış reaksiyalarının nəticələri təqdim edilmişdir. Çəki balığının hərəkəti aktivliyinin, quyruq üzgəcinin hərəkətlərinin və tənəffüs tezliyinin dinamikası öyrənilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, qurğuşun asetatın letal konsentrasiyasının təsiri balıqlarda hərəkəti aktivliyin və quyruq üzgəcinin hərəkətlərinin azalmasına, tənəffüs tezliyinin isə artmasına səbəb olur. Bundan əlavə, ekspozisiyanın ilk günündən etibarən balıqlarda tullanmalar, ikinci gündən başlayaraq səthi üzmə və hava udma, üçüncü və dördüncü günlərdə isə bəzi balıqlarda tarazlığın pozulması müşahidə olunmuşdur.

**Açar sözlər:** *qurğuşun asetat, sazan, davranış reaksiyaları*