

Литература

- Максимова Ф.Л., 1976. К вопросу о кариотипе *Chironomus plumosus* (L.) усть-ижорской природной популяции Ленинградской области. // Цитология, Т.18, №10, с. 1264–1269.
- Свирижев Ю.М., Логофет Д.О., 1978. Устойчивость биологических сообществ. М.:Наука.352 с.
- Шобанов Н.А., 1994а. Кариофонд *Chironomus plumosus* (L.) (Diptera, Chironomidae). I. Стандартизация дисков политенных хромосом в системе Максимовой. // Цитология, Т.36, №1, с. 117–122.
- Шобанов Н.А., 1994б. Кариофонд *Chironomus plumosus* (L.) (Diptera, Chironomidae). II. Инверсионные варианты хромосомных плеч. // Цитология, Т.36, №1, с. 123–128.
- Шобанов Н.А., 1994в. Кариофонд *Chironomus plumosus* (L.) (Diptera, Chironomidae). IV. Внутри и межвидовой полиморфизм // Цитология, т.36, №11, с. 1129–1144.
- Wülker V., Götz P., 1964. Die Verwendung der imaginalscheiben zur bestimmung des entwicklungszustandes von Chironomus-Larven (Diptera) // Zschr. Morphol. Bd. 62. S. 362–388.

POPULATIONS CARYOFUNDS OF *CHIRONOMUS PLUMOSUS* L. IN SHALLOW AREAS RYBINSK RESERVOIR AND IT INFLOWS

V.V. Bolshakov, N.A. Shobanov

Institute for Biology of Inland Waters RAS, Borok, Russia
e-mail: victorb@ibiw.yaroslavl.ru

Many years research of cytological structure of *Chironomus plumosus* L. population in Rybinsk reservoir and nearest ponds revealed the presense «ponds» and «Volga» caryoforms. The lack of transitional forms was due allochronic life cycles associated with the terms of the habitat (Shobanov, 1994v).

To detect genetic exchange between «pond» and «Volga» populations of *Ch. plumosus* were investigated reservoirs with intermediate characteristics, with a depth of ponds, and hydrochemical characteristics close to the the Volga. We study the fourth instar larvae of the three natural populations. At all stations was found «pond», and «Volga» caryoforms. At one of station, was observed a significant change in the ratio caryoforms.

Total found 15 sequences, of which one (B3), first described for the studied species (plu B3 13a-15f.23e-17c.23z-23f.15g-17b.24a-25s), and found 19 zygotic combinations.

ТКАНЕСПЕЦИФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АКТИВНОСТИ ГЛУТАТИОН-S-ТРАНСФЕРАЗЫ У СИГОВ

Е.В. Борвинская, Л.П. Смирнов, И.В. Суховская

Учреждение Российской академии наук Институт биологии
Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск, Россия
e-mail: suhovskaya@krc.karelia.ru

Состояние водных экосистем в большей степени, чем наземных, зависит от факторов среды, потому что гидробионты особо чувствительны к нарушению ее химического состава. Рыбы, в отличие от других представителей обширной группы обитателей водных пространств, являются наиболее удобными объектами в исследованиях, позволяющих установить степень влияния на живой организм различных факторов, в том числе, обладающих токсическими свойствами (Немова, Высоцкая, 2004). Они интегрируют неблагоприятные эффекты комплекса различных воздействий, имеют достаточно большие размеры и продолжительность жизни, обладают резистентностью к сублетальным воздействиям различных веществ, могут быть использованы для прогноза изменений в водных средах (Кашулин, 2000; Немова, 2005).

В настоящее время непрерывно растет список работ по изучению влияния различных факторов среды, главным образом, антропогенного происхождения, на активность GST у гидробионтов. Тем не менее, в научном сообществе до сих пор не выработано единого мнения и ведется активная дискуссия о целесообразности использования GST как биомаркера загрязнения водной среды (Mdegela et al., 2006a;b; Stephensen et al. 2000). Это связано с тем, что в некоторых экспериментах по воздействию ксенобиотиков на гидробионтов не было отмечено достоверных изменений актив-

ности фермента, или полученные результаты были противоречивы (van der Oost et al. 2003; Porte et al. 2002; Sanchez et al. 2005; Filho et al. 2001, Krca et al., 2007). С другой стороны, свойства, изоферментный состав и принадлежность к той или иной группе у представителей семейства GST, выявленных у рыб, до сих пор практически не изучены, хотя исследования в этой области могли бы внести вклад в разрешение споров о применимости GST как биомаркера и понимание причин противоречивости получаемых разными авторами результатов (Blanchette et al., 2007; Vieira et al., 2008).

При использовании глутатион-S-трансфераз в качестве молекулярных биомаркеров необходимо учитывать, что в зависимости от объекта исследования на активность GST могут оказывать влияние некоторые факторы, не соотносящиеся с химическим загрязнением. В частности, определенная вариабельность показателей активности у различных видов гидробионтов может быть обусловлена физиологическими изменениями, связанными с годовым циклом, половой принадлежностью, возрастной динамикой и органоспецифичностью фермента (Кореска, Pempkowiak, 2008; Ruus et al., 2002; Napierska et al., 2005; 2006). Поэтому для каждого отдельного вида – индикатора необходимо учитывать естественную вариабельность GST в природной среде для более корректной диагностики стрессового воздействия.

Для оценки возможности использования глутатион-S-трансферазы как одного из показателей состояния гидробионтов нами была исследована активность GST в органах сига (*Coregonus lavaretus pallasii*) из экологически чистой природной зоны Карелии. Половозрелые сиги (возраст от 4 до 8 лет) были отловлены в августе 2008 в озере Тумасозеро (бассейн Белого моря, Карелия), которое по причине слабой заселенности площади водосбора характеризуется отсутствием антропогенного загрязнения.

Анализ полученных результатов показал отсутствие зависимости между возрастом рыб (от 4 до 8 лет) и активностью GST. Значительное влияние (рис.1) на активность оказывает половая принадлежность рыб и органная специфичность.

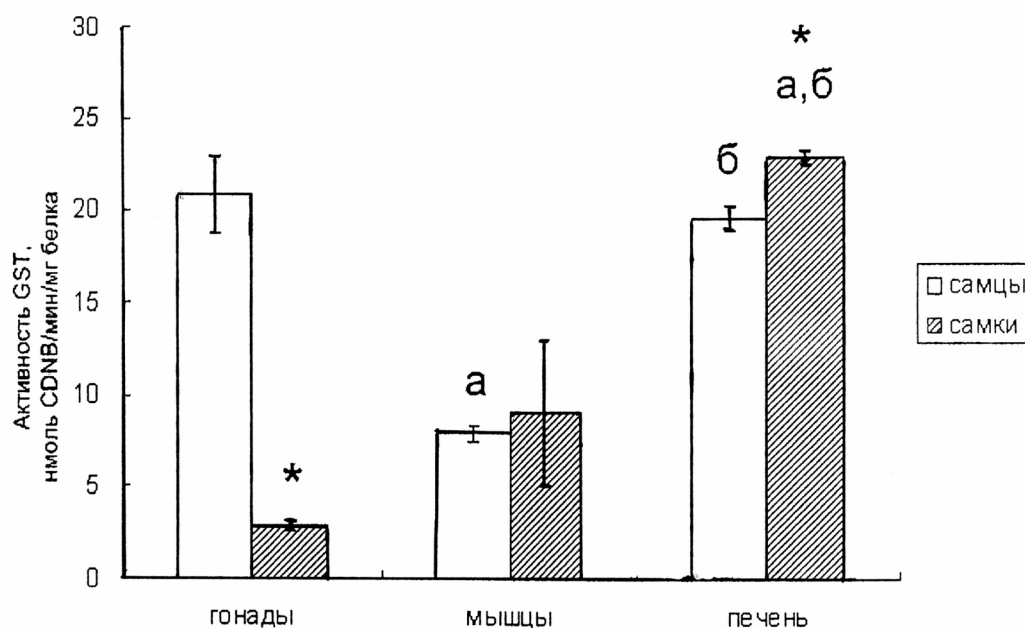


Рис. 1. Влияние органной и половой специфичности на относительную активность глутатион-S-трансферазы

По величине активности GST органы сига можно расположить в следующем порядке: печень > мышцы > гонады. Разные уровни активации фермента, прежде всего, определяются особыми детоксификационными требованиями различных тканей. В печени, как в главном органе детоксификации, через который проходят основные потоки ксенобиотиков поступающих в организм, была отмечена максимальная активность фермента. Гонады и мышцы сига имеют более низкие значения активности GST, что свидетельствует о слабом участии в метаболизме вредных веществ и низком окислительном статусе этих тканей.

Значительные половые различия были выявлены нами в печени и гонадах сига. Увеличение относительной активности GST в печени самок сига (и более чем двукратное увеличение активности в расчете на сырой вес ткани) может свидетельствовать о более значительном адаптационном потенциале и, соответственно, большей устойчивости самок по сравнению с самцами к хроническому воздействию загрязнителей.

Заметное падение относительной активности GST (в 2,2 раза) на фоне значительного повышения общего содержания белка наблюдается в гонадах самок по сравнению с самцами. Вероятно, это связано с тем, что обмен веществ в созревающей икре направлен в сторону активного накопления питательных белков, тогда как другие пути метаболизма значительно замедляются. В свою очередь, повышенная активность GST в гонадах самцов свидетельствует о высоком уровне синтетических процессов в этих тканях, что может сопровождаться активной продукцией эндогенных метаболитов. Также можно предположить, что благодаря наличию прочной оболочки у икринок, снижается потребность половых продуктов самок в защите от негативного воздействия чужеродных веществ.

Таким образом, нами была дана характеристика активности фермента глутатион-S-трансферазы у вида, встречающегося на территории Карелии – сига (*Coregonus lavaretus pallasii*). Была выявлена органная и половая специфичность активности фермента. Полученные данные в дальнейшем могут быть использованы для оценки экологических ситуаций в водоемах и прогноза их дальнейших изменений.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ «Ведущие научные школы Российской Федерации» – 306. 2008.4; программа фундаментальных исследований ОН РАН «Биологические ресурсы России: оценка состояния и фундаментальные основы мониторинга – 2009–2011» .

Литература

- Кашулин Н.А., 2000. Ихтиологические основы биоиндикации загрязнения среды тяжелыми металлами: Автореф. дис. ...д-ра биол. наук. Петрозаводск. 42 с.
- Немова Н.Н., Высоцкая Р.У. 2004. Биохимическая индикация состояния рыб. М.: Наука. 215 с.
- Немова Н.Н., 2005. Биохимические эффекты накопления ртути у рыб. М.: Наука. 164 с.
- Blanchette B., Feng X., Singh B.R., 2007. Marine Glutathione S-Transferases // Mar. Biotechnol. V. 9 № 5. P. 513–542.
- Filho D.W., Torres M.A., Tribess T.B., Pedrosa R.C., Soares C.H.L., 2001. Influence of season and pollution on the antioxidant defenses of the cichlid fish acará (*Geophagus brasiliensis*) // Braz. J. Med. Biol. Res. V. 34. P. 719–726.
- Krca S., Zaja R., Calić V., Terzić S., Grubesić M.S., Ahel M., Smital T., 2007. Hepatic biomarker responses to organic contaminants in feral chub (*Leuciscus cephalus*) – laboratory characterization and field study in the Sava River, Croatia // Environ. Toxicol. Chem. V. 26. № 12. P. 2620–2633.
- Mdegela R.H., Myburgh J., Correia D., Braathen M., Ejobi F., Botha C., Sandvik M., Skaare J.U., 2006a. Evaluation of the gill filament-based EROD assay in African Sharptooth Catfish (*Clarias gariepinus*) as a monitoring tool for waterborne PAH-type contaminants // Ecotoxicology. V. 15. P. 51–59.
- Mdegela R.H., Braathen M., Correia D., Mosha R.D., Skaare J.U., Sandvik M. 2006b. Influence of 17 α -ethynylestradiol on CYP1A, GST and biliary FACs responses in male African sharptooth catfish (*Clarias gariepinus*) exposed to waterborne Benzo[a]Pyrene // Ecotoxicology. V.15. № 8. P. 629–637.
- Napierska D., Podolska M., 2005. Biomarkers of contaminant exposure: results of a field study with flounder (*Platichthys flesus*) from the southern Baltic Sea // Mar. Pollut. Bull. V. 50. № 7. P. 758 – 767.
- Porte C., Escarpín E., Garcia de la Parra L.M., Biosca X., Albaigés J., 2002. Assessment of coastal pollution by combined determination of chemical and biochemical markers in *Mullus barbatus* // Mar. Ecol. Prog. Ser. V. 235. P. 205–216.
- Sanchez W., Palluel O., Meunier L., Coquery M., Porcher J.-M., Aït-Aïssa S., 2005. Copper-induced oxidative stress in three-spined stickleback: relationship with hepatic metal levels // Environ. Toxicol. Pharmacol. V. 19. P. 177–183.
- Stephensen E., Svavarsson J., Sturve J., Ericson G., Adolfson-Erici M., Förlin L., 2000. Biochemical indicators of pollution exposure in shorthorn sculpin (*Myoxocephalus scorpius*), caught in four harbours on the southwest coast of Iceland // Aquat. Toxicol. V. 48. P. 431–442.
- van der Oost R., Beyer J., Vermeulen P.E., 2003. Fish Bioaccumulation and biomarkers in environmental risk assessment: a review // Environ. Toxicol. Pharmacol. V. 13. P. 57–149.
- Vieira L.R., Sousa A., Frasco M.F., Lima I., Morgado F., Guilhermino L., 2008. Acute effects of Benzo[a]pyrene, anthracene and a fuel oil on biomarkers of the common goby *Pomatoschistus microps* (*Teleostei, Gobiidae*) // Sci. Total. Environ. V. 395. № 2–3. P.87–100.