

РЕГЕНЕРАЦИЯ ВКУСОВЫХ УСИКОВ У МЕШКОЖАБЕРНЫХ СОМОВ ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ ВОДНОЙ СРЕДЫ СОЛЯМИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

© 2007 г. Л.Н. Павлова

*Московский государственный университет
технологий и управления, Москва 117149*

Поступила в редакцию 14.12.2006 г.

Окончательный вариант получен 25.01.2007 г.

По различным оценкам, в водных бассейнах обнаруживается от 100 до 350 тысяч названий химических веществ. Наибольшие и широко известные группы загрязнителей – тяжелые металлы и их соли. Была исследована регенерация вкусовых усиков у мешкожаберных сомов под влиянием тяжелых металлов. Это миниатюрная регенерирующая система, позволяет за короткое время проследить за восстановлением вкусовых усиков в загрязненной водной среде после их отсечения у сома. В качестве токсиканта использовали растворы азотнокислого свинца $[Pb(NO_3)_2]$ в концентрациях (по свинцу): 0,04; 0,2; 1,0 и 5,0 мг/л. Показано, что свинец в концентрации 5,0 мг/л проявляет ингибирующее свойство на регенерацию вкусового усика у сома. При концентрациях свинца 1,0 и 0,2 мг/л наблюдается стимуляция регенерации.

По различным оценкам, в водоемы попадает от 100 до 350 тыс. наименований химических веществ. Наиболее крупными, массовыми и широко известными группами токсикантов являются металлы и их соли, и нефтепродукты (Hall, Merlini, 1971; Georg, 1973; Mayer, Ellersieck, 1986; Бересткина, Королева, 1988; Боровский, 1990; Kiortsis et al., 1991). Сточные воды, поступающие от автобусного парка, также содержат больше всего указанных загрязнителей. Именно такой тип загрязнения стоками водной среды был взят нами для исследования его влияния на регенерацию у гидробионтов.

Официальная отчетность по токсикантам часто оперирует данными по средним значениям ПДК (предельно допустимые концентрации) за год. По многим контролируемым водным объектам или створам наблюдений эти величины лежат в норме или превышают норму только в 2 или реже в 3-5 раз. Прошедшая через очистное сооружение, данная вода как раз имеет характеристики близкие к указанным. По этой причине нами исследовалось не воздействие отдельных токсикантов, содержащихся в сточной воде (кроме исследований по регенерации вкусовых усиков у сомов), а комплексное воздействие нефтепродуктов и тяжелых металлов, ПДК которых было превышено. Нами было показано, что именно конкретная сточная вода, сбрасываемая в р. Сходня, обладает токсичностью, хотя она прошла через очистное сооружение. По данным Министерства природных ресурсов за последние годы можно заключить, что около 40% контролируемых водных объектов (общее количество около 2 200) имеют загрязнение, превышающее нормативы в 10 раз и более. Этого свидетельства вполне

достаточно, чтобы понять, что наши водоемы находятся в крайне загрязненном состоянии. Можно добавить, что у нас в стране существуют десятки водоемов, где содержание таких загрязнителей как: медь, цинк, никель, хром, легко-окисляемые органические вещества, нефтепродукты, фенолы, синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), пестициды и другие вещества, превышает ПДК в сотни раз.

Исследовали регенерацию вкусовых усиков у рыб. Миниатюрная регенерирующая система мешкожаберных сомов позволяет за короткое время проследить процесс восстановления вкусовых усиков. Ранее было показано, что бластема, образующаяся после отсечения усика, формируется только из дедифференцированных клеток стержня, представляющих собой хрящ. Основные работы в этом направлении были выполнены Р.Госсом (Goss, 1969). Он обнаружил, что при отсечении у сома такого усика на его месте образуется бластема и утраченный отросток регенерирует, т.е. происходит почти линейная регенерация органа, которая очень удобна в экспериментальных исследованиях.

Мы провели исследование на мешкожаберном соме (*Sack-gill catfish*). У 10 рыб (размер рыб 9-10 см), содержащихся в аквариумах емкостью 100 литров, отсекали наполовину два наиболее длинных вкусовых усика с правой и левой стороны, на которых находятся вкусовые почки. В качестве токсиканта использовались растворы азотнокислого свинца $[Pb(NO_3)_2]$ в концентрациях (по свинцу): 0,04; 0,2; 1,0 и 5,0 мг/л. Первая концентрация свинца была близка к уровню загрязнения этим металлом сточных вод автобусного парка №15, которые прошли предварительную очистку и сбрасывались в р. Сходню. Это дает возможность посмотреть, как влияет свинец на регенерацию вкусовых усиков у мешкожаберного сома без примеси других токсикантов, имеющих в сточной воде автобусного парка. Одной из перспективных моделей для исследования регенерации у рыб можно считать восстановление вкусовых усиков у сомов после их отсечения.

При микроскопическом исследовании структура усиков оказалась очень простой: каждый из них содержал нервы и кровеносные сосуды, основу органа составлял хрящевой стержень, а на верхушке под слоем эпидермиса находилась вкусовая почка.

Экспериментальное исследование этой миниатюрной регенерационной системы выявило ряд интересных фактов. Если через небольшой разрез у основания усика удаляли хрящевой стержень, а затем пересекали и сам усик, бластема не формировалась и отросток не регенерировал. Поскольку хрящевой стержень оказался необходимым для регенерации усика, логично было предположить, что если в один усик поместить несколько стержней (можно до четырех), то после ампутации усика с пересечением всех стержней появляющийся отросток будет содержать столько стержней, сколько их было в культе. Но

эксперимент выявил в регенерирующем усике только один стержень. По-видимому, бластема вкусового усика «запрограммирована» на формирование нормального числа стержней в отростке и присутствие дополнительных структур в культе не влияет на нормальный рост.

У рыб на 2, 4, 6, 8, 10 и 12 день опыта промеряли величину усика и его прирост за счет бластемы в процессе регенерации в контроле и при загрязнении водной среды. Таким образом, была получена динамика регенерации вкусового усика мешкожаберного сома при различных концентрациях свинца и выявлена чувствительность регенерата к одному из наиболее опасных для рыбохозяйственных водоемов тяжелых металлов.

Измерение длинных интактных вкусовых усиков у мешкожаберных сомов показало, что средний размер усиков составил 32,2 мм. Можно считать, что регенерация усика завершилась, если в контроле показатели приблизились к этой величине. В нашем случае, при отсечении половины усика время регенерации заняло 12 дней. Данные о приросте регенерата в контроле и в опыте приведены в таблице.

Таблица. Прирост регенерата вкусового усика у мешкожаберного сома в контроле и загрязнении водной среды свинцом.

Table. Accretion of neogenesis of a flavouring short moustache at *Sack-gill catfish* in the control and contamination of water medium by lead.

Концентрация свинца, мг/л	Продолжительность опыта, сутки					
	2	4	6	8	10	12
Контроль	2,7	6,9±1,7	12,3±2,2	14,5±1,3	15,0±1,4	16,1±2,4
5,0	1,3	3,8±0,8	7,3±1,5	9,6±1,1	11,2±0,9	11,8±0,7
1,0	3,0	8,3±2,0	16,0±2,4	17,6±2,2	18,1±1,7	18,9±2,1
0,2	3,1	8,7±1,6	17,2±1,8	18,6±2,5	19,3±2,3	19,5±1,8
0,04	3,2	7,1±1,1	12,8±2,0	15,2±1,2	15,7±2,0	16,6±1,7

Примечание: выделенные показатели достоверно отличаются по критерию Стьюдента, при $P \leq 0,05$.

Note: the discharged parameters authentically differ by criterion of Stjudents, $P \leq 0,05$.

Как показывают результаты исследований, свинец в концентрации 5,0 мг/л проявляет ингибирующее свойство на регенерацию вкусового усика у сома. Однако, при концентрациях свинца 0,2 и 1,0 мг/л наблюдается стимуляция регенерации. В водной токсикологии стимуляция биологических показателей, как и подавление роста и регенерация, у тест-объектов под влиянием загрязнения также считается вредной (Строганов, 1976). По этой причине недействующей концентрацией в нашем опыте следует считать 0,004 мг/л.

На рисунке приведен график, показывающий изменение прироста регенерата у мешкожаберного сома при различных концентрациях свинца в исследуемой водной среде.

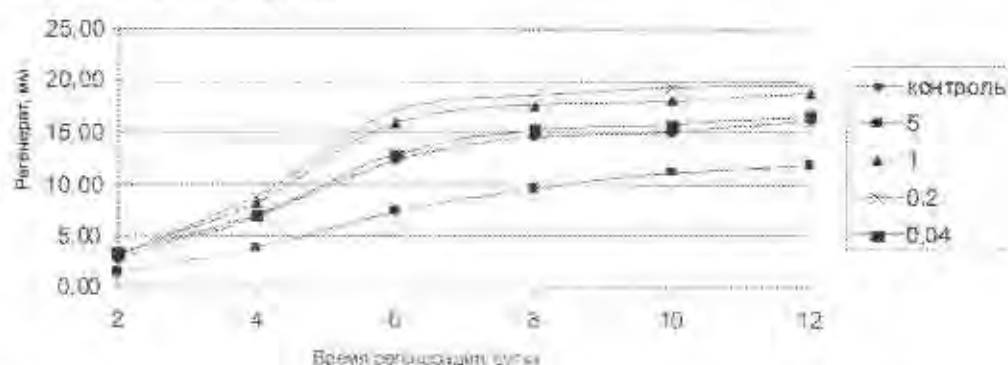


Рис. Динамика роста регенерата вкусового усика у мешкожаберного сома при экспозиции в растворах свинца (мг/л)

Fig. Dynamics of growth neogenesis a flavouring short moustache at *Sack-gill a catfish* at an exposition in solutions of lead (mg/l).

Недействующая на регенерацию вкусового усика у сома концентрация свинца 0,04 мг/л (примерно такое же содержание свинца отмечено в сточной воде филиала автобусного парка №15) примерно в 6 раз превосходит рыбохозяйственную ПДК, равную 0,006 мг/л (Шиленко и др., 1999). Следовательно, можно предположить, что свинец не является единственным тяжелым металлом, обуславливающим токсичность очищенного стока автобусного парка. По всей видимости, токсичность стока объясняется аддитивным (совместным) действием свинца, цинка, меди и железа, концентраций которых превышены в стоке по сравнению с ПДК в 3-10 раз. Не исключается также проявление сверхаддитивного действия, особенно при совместном воздействии меди, цинка и свинца (Алабастер, Ллойд, 1984).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Алабастер Дж., Ллойд Р. Критерии качества воды для пресноводных рыб. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. 343 с.

Боровский Н.А. Изменение гидрохимических показателей воды при попадании буровых компонентов // Газовая промышленность. 1990. №6. С. 30-38.

Бресткина Л.М., Королева Л.А. Особенности устойчивости рыб и других гидробионтов к флокулянтам разного типа действия // Тр. 1 Всес. конф. по рыбохозяйственной токсикологии (Рига, сент. 1988). Ч. 1. С. 17-21.

Мэттсон П. Регенерация – настоящее и будущее. М.: Мир, 1982. 176 с.

Строганов Н.С. Токсическое загрязнение водоемов и деградация водных экосистем. В кн.: Общая экология. Биоценология. Гидробиология. Сер. Водная токсикология. 1976. Т. 3. С. 35-46.

Шиленко Н.А. и др. Перечень рыбохозяйственных нормативов: ПДК и ОБУВ вредных веществ для воды, водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. М.: ВНИРО, 1999. 304 с.

Georg R.Y. Potential effects of oil drilling and dumping activities on marine biota // Environmental Aspects of Chemical Use in Well-Drilling Operations. Conference Proceeding. May 1975, Houston, Texas. Report N EPA-560/1-75-004, U.S. Environmental Protection Agency. Pp. 103-110.

Goss R. Principles of regeneration. N.Y.L: Acad. Press, 1969. 278 p.

Hall T.M., Merlini L. Concentrations of Cr, Pb, Cu and Mn in some biotic and abiotic components of the benthic ecosystem of the Toce river and Isola Borromee basin (lake Maggiore, Italy). II. Oligochaetes and other invertebrates // Mem. Ist. Ital. Idrobiol. 1979. V. 37. Pp. 23-32.

Kiortsis V. et al. Regeneration in Animals and Related Problems. North-Holland Publishing Co., Amsterdam, 1965. 568 p.

Klerks P.L., Bartholomew P.R. Cd accumulation and detoxification in a Cd-resistant population of the oligochaete *Limnodrilus hoffmeisteri* // Aquat. Toxicol. 1991. V. 19. №2. Pp. 97-112.

Mayer F., Ellersieck M.R. Manual of acute toxicity: interpretation and data base for 410 chemical and 66 species of freshwater animals // US Dep. Inter. Fish and Wildlife Serv. Resour. Publ. 1986. №160. 506 p.

REGENERATION OF FLAVORING MOUSTACHES AT SACK-GILL CATFISH FOSSILIS AT POLLUTION OF THE WATER ENVIRONMENT BY SALTS OF HEAVY METALS

© 2007 y. L.N. Pavlova

The Moscow state university of technologies and managements, Moscow
By various estimations, in reservoirs gets from 100 up to 350 thousand names of chemical substances. The largest and widely known groups of pollutants are heavy metals and their salts. The regeneration of flavoring moustaches at *Sack-gill catfish* under influence of heavy metals was investigated. It is tiny regenerating system, allows to track for short time restoration of flavoring moustaches in the polluted water environment after their cutting off. The solutions of nitrate lead $[Pb(NO_3)_2]$ in concentration; 0,04; 0,2; 1,0 and 5,0 mg/l were used. The lead in concentration of 5,0 mg/l renders inhibits influence on the regeneration of a flavoring moustache. At concentration of 1,0 and 0,2 mg/l stimulation of regeneration was observed