

Лакин Г.Ф. Биометрия. М., "Высшая школа", 1968. 342 с.

Стрѣганов Н.С. Экспресс-метод установления ПДК для рыбохозяйственных водоемов. - "Гидробиологический журнал", 1976, т.12, № 4, с. 100-103.

IMPACT OF SOME TOXICANTS UPON ONTOGENESIS

S. A. PATIN, A. O. GROZDOV, L. E. AIVAZOVA, A. I. STARTSEVA

SUMMARY

The 48hr experiments indicate a high variability of toxic resistance of *Artemia salina* with regard to a type of action of the agent (mercury, lead, cadmium, copper, oil, chlororganic substances), its form in the solution and stages of ontogenesis. The impact of toxicants upon the early stages of development of *Artemia salina* may be determined using the survival rates of developing eggs and nauplii. This is a fast and sensitive test which could be easily performed.

Christensen, G. M. Biochemical effects of methylmercuric chloride, cadmium chloride on alevins of the brook trout. Toxicol. Appl. Pharmacol., 32/13, 101-197 /1975/.

World Health Organization. Evaluation of certain food additives and the contaminants: mercury, lead and cadmium, W.H.O. Tech. Rep. Ser., 505, 1972.

УДК 597:615.9

ДЕЙСТВИЕ РТУТИ НА ФЕРМЕНТАТИВНЫЕ СИСТЕМЫ ВЬЮНА

Н.Г. Сторожук

Соединения ртути в природных водах неблагоприятно действуют на водные организмы, вызывая серьезные физиолого-биохимические нарушения, в частности подавление ферментативной активности у гидробионтов при их взаимодействии с низкими концентрациями ртути.

Цель настоящей работы - исследовать действие низких концентраций хлористой ртути на ключевые ферментативные системы метаболизма в мышцах, печени и жабрах вьюна (*Misgurnus fossilis* L).

Эксперимент по выдерживанию вьюнов в 40-литровых аквариумах с разной концентрацией ртути в воде проводили 2 раза. В первой серии опыта, продолжавшейся 60 дней, использовано около 500 самок. После их адаптации в воду были добавлены растворы хлористой ртути в концентрациях 0,005; 0,05 и 0,5 мг/л. Во второй серии опытов длительностью 40 дней было использовано около 300 самцов; в воду были залиты растворы хлористой ртути в концентрациях 0,001; 0,005 и 0,05 мг/л. В зависимости от массы

рыбы плотность посадки составляла 11-30 особей на аквариум, воду в котором меняли дважды в неделю. После каждой смены растворов через сутки концентрация ртути в аквариумах с подопытными рыбами снижалась в 1,5 раза (0,001 вместо 0,005 мг/л), на вторые сутки - вдвое (0,012 вместо 0,05 мг/л), а к моменту смены воды - в 5 раз (0,12 мг/л вместо 0,5 мг/л).

Через определенные интервалы времени отбирали по 10 особей для анализа. Содержание ртути определяли в мышцах, жабрах и печени вьюна методом беспламенной атомной абсорбции (при помощи прибора "МА5-50" фирмы "Перкин-Элмер", США), который считается наиболее надежным и совершенным.

Отход рыб в контроле и в вариантах с концентрациями от 0,001 до 0,05 мг/л был единичным; вьюны, содержащиеся в течение месяца при концентрации 0,5 мг/л погибли.

Для исследований были выбраны следующие ферментативные системы: в мышцах - АТФ, креатин - фосфотрансфераза (креатинкиназа) и ферментативная система транспорта Ca^{2+} в мембранах саркоплазматического ретикулума; в печени - цепочка окислительно-восстановительных ферментов дыхания и АТФаза в митохондриях, а также система активации молекулярного кислорода в мембранах эндоплазматического ретикулума; в жабрах - $Na^{+} + K^{+}$ - зависимая АТФаза. Для всех этих систем характерна высокая чувствительность к действию меркуриалов.

Выделение субклеточных фракций и определение ферментативной активности проводили по общепринятым методикам (Акименко, 1972; Арчаков и др., 1968; Виноградов и др., 1973; Козлов и др., 1972; Сорвачев и др., 1971).

Активность креатинкиназы в экстрактах из мышц вьюна ни в одной из испытанных концентраций хлористой ртути практически не изменялась. Такой же результат был получен и при изучении другой системы - транспорта ионов Ca^{++} через мембраны саркоплазматического ретикулума мышц. Даже при длительной экспозиции рыб в загрязненной хлористой ртутью воде не обнаружено закономерных изменений в величинах активности Ca^{++} - зависимой АТФазы и параметра $Ca^{++}/АТФ$ (табл. 1). Однако ртути в мышцах рыб, особенно в варианте 0,5 мг/л, достаточно много (табл. 2).

Таблица 1

Активность креатинкиназы и Ca^{++} - зависимой АТФазы
в мышцах вьюна

Концентрация, мг/л	Продолжительность выдерживания, дни		
	7	16	31
	Δ Д/г белка		
Контроль	21,36	29,00	33,20
0,005	13,40	34,30	28,70
0,05	20,60	33,80	25,70
0,5	16,45	23,00	-

Концентрация, мг/л	Продолжительность выдерживания, дни		
	7	16	31
	Са/АТФ		
Контроль	0,35	0,24	0,00
0,005	0,19	0,20	0,24
0,05	0,14	0,17	0,00
0,5	0,27	0,15	-
	Активность Са ⁺⁺ - зависимой АТФазы, %		
Контроль	100	100	100
0,005	84	156	107
0,05	82	140	105
0,5	80	144	-

Примечание. За 100%-ную активность АТФазы приняты показатели контроля для каждого из опытов.

Таблица 2

Концентрация ртути в органах рыб, мкг·г⁻¹ сырой массы

Концентрация Hg ⁺⁺ , мг/л	Органы рыб	Длительность первой серии опытов, дни		
		16	31	60
0,005	Печень	2,4	2,8	10
	<i>Жабры</i>	2,6	3,0	7,2
	<i>Мотыль</i>	0,7	0,5	0,8
0,05	<i>Жабры</i>	11,1	14,6	37,7
	<i>Мотыль</i>	6,5	16,5	18,9
	<i>Печень</i>	2,9	4,6	6,5
0,5	<i>Жабры</i>	25	-	-
	<i>Мотыль</i>	105	-	-
	<i>Печень</i>	48	-	-
		Длительность второй серии опытов, дни		
		7	20	40
0,001	Печень	0,33	0,4	0,9
	<i>Жабры</i>	0,9	1,4	1,8
	<i>Мотыль</i>	0,27	0,3	0,31
0,005	<i>Жабры</i>	1,8	3,0	3,0
	<i>Мотыль</i>	2,1	3,1	2,8
	<i>Печень</i>	0,5	0,5	0,5
0,05	<i>Жабры</i>	9,1	14,1	19,8
	<i>Мотыль</i>	7,8	9,8	14,2
	<i>Печень</i>	1,4	1,1	3,1

Ферментативные системы митохондрий и эндоплазматического ретикулаума печени оказались более чувствительными к действию хлористой ртути. Во всех исследуемых концентрациях отмечены изменения скорости дыхания митохондрий в зависимости от времени содержания рыб в аквариумах. Скорость дыхания на ТМФД + аскорбат в первую неделю опыта снижалась, а затем резко увеличивалась (рис. 1). Минимальная концентрация ртути, вызывающая изменения в активности дыхательной цепи митохондрий, составляла 0,005 мг/л.

Еще более чувствительной к действию токсиканта оказалась ферментативная НАДФН-зависимая система активации молекулярного кислорода в мембранах эндоплазматического ретикулаума печени. Ингибирование НАДФН-зависимой системы перекисного окисления липидов происходило не только при действии концентраций ртути от 0,005 до 0,5 мг/л, но и при 0,001 мг/л ртути (табл. 3).

Содержание рыб в воде с различными концентрациями ртути снижало удельную активность $N^{+}K^{+}$ - зависимой АТФазы в жабрах. Степень ингибирования тем выше, чем больше длительность экспозиции (рис. 2). При концентрации 0,05 мг/л активность снижалась на 16-й день, а при 0,005 мг/л - через 30-й день после начала опыта. Следовательно, концентрация ртути 0,005 мг/л угнетает ферментативные системы печени и жабр исследованных рыб.

Принято считать (Лесников, 1969), что действие любого токсического фактора на организм в зависимости от концентрации токсиканта проходит следующие фазы: безразличие - организм не реагирует на действие токсиканта даже при длительном воздействии; стимуляции обмена веществ и всей жизнедеятельности организма;

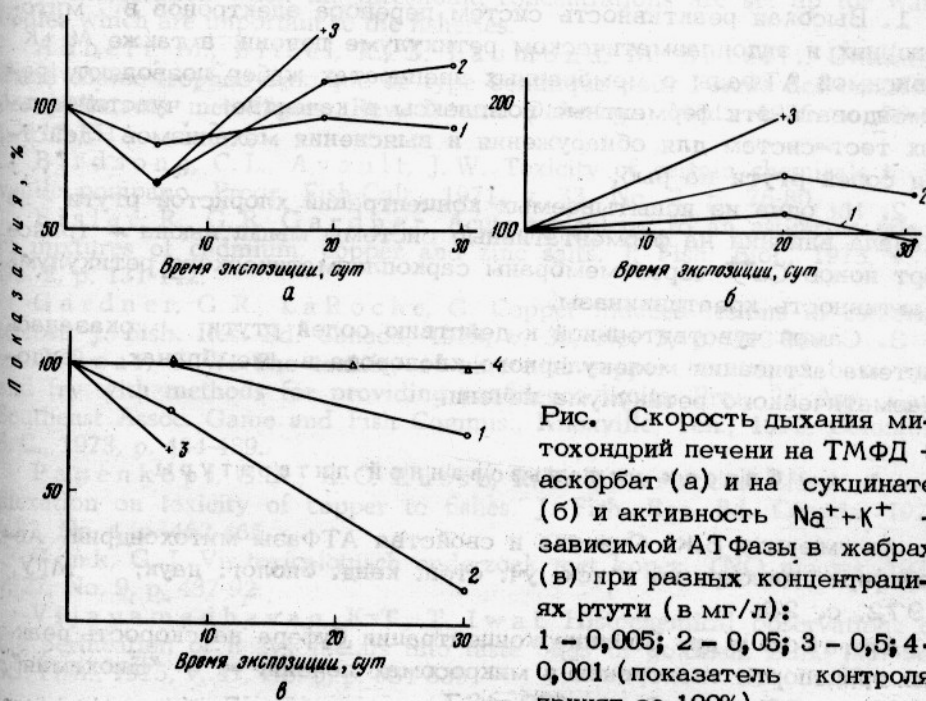


Рис. Скорость дыхания митохондрий печени на ТМФД + аскорбат (а) и на сукцинате (б) и активность $Na^{+}K^{+}$ - зависимой АТФазы в жабрах (в) при разных концентрациях ртути (в мг/л): 1 - 0,005; 2 - 0,05; 3 - 0,5; 4 - 0,001 (показатель контроля принят за 100%).

Активность НАДФН-зависимой системы перекисного окисления
липидов (начальная скорость нмоль МДА/мг белка·мин)

Концентрация HgCl ₂ , мг/л	Длительность первой серии опытов, дни			
	7	16	31	60
Контроль	30	14	17	13
0,005	17	10	2	11
0,05	3	7	1	2
0,5	5	2	-	-
	Длительность второй серии опытов, дни			
	7	20		40
Контроль	17	17	23	
0,001	12	8	11	
0,005	10	6	-	
0,05	12	0	0	

угнетение (депрессия) обмена веществ, а при большой концентрации — смерть. В наших опытах не наблюдалось ни безразличия к влиянию ртути, ни стимуляции обмена веществ. Даже концентрация 0,001 мг/л оказывает повреждающее действие на НАДФН-зависимую систему перекисного окисления липидов. Это надо иметь в виду при установлении предельно допустимых концентраций ртути для водоемов, имеющих рыбохозяйственное значение.

ВЫВОДЫ

1. Высокая реактивность систем переноса электронов в митохондриях и эндоплазматическом ретикулуме печени, а также Na^+K^+ зависимой АТФазы в мембранных препаратах жабер позволяют рекомендовать эти ферментные комплексы в качестве чувствительных тест-систем для обнаружения и выяснения механизмов действия солей ртути на рыб.

2. Ни одна из испытываемых концентраций хлористой ртути не оказала влияния на ферментативные системы мышц вьюна — транспорт ионов Ca^{++} через мембраны саркоплазматического ретикулума и активность креатинкиназы.

3. Самой чувствительной к действию солей ртути оказалась система активации молекулярного кислорода в мембранах эндоплазматического ретикулума печени.

Список использованной литературы

Акименко В.К. Очистка и свойства АТФазы митохондрий. Автореферат диссер. на соиск. уч. степ. канд. биолог. наук, МГУ, 1972, с. 25.

Арчаков и др. Влияние концентрации буфера на скорость реакций транспорта электронов в микросомах печени. — "Биохимия", 1968, т. 33, вып. 3, с. 479-487.

Виноградов А.Д. и др. Практическое руководство к занятиям по биохимии животных. Биоэнергетика. М., Изд-во МГУ, 1973, с. 46.

Лесников Л.А. О типах действия сточных вод на водоемы и водные организмы. - "Изв. ГосНИОРХ", 1969, т. 65, с.265-276.

Сорвачев К.Ф., Зуевский В.В., Тарабанько В.М. АТФазная активность саркоплазматического ретикулула белой скелетной мышцы карпа. - "Биохимия", 1971, т. 36, вып. 6, с ...

Свободнорадикальное окисление липидов в биологических мембранах, МГУ, 1972. 88 с. Авт.: Ю.П. Козлов, В.С. Данилов, В.Е. Каган, М.В. Ситковский.

IMPACT OF MERCURY UPON THE ENZYMATIC SYSTEM OF LOACH

N. G. STOROZHUK

SUMMARY

Mercuric chloride dissolved in water inflicted damage on the enzymatic systems of liver and gills of loach. All specimens tested died after they were exposed for 20 days to the concentration of 0.5 mg/liter of mercury. In samples where fish were exposed to the concentrations of 0.005 and 0.05 kg/liter the breathing rate of liver mitochondria increased sharply after 7 days; the activity of $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ -dependent ATP-ase in the gills became lower after 30 and 15 days, respectively. The enzymatic system of peroxide oxidation of lipids was more sensitive to the toxicant. The inhibiting effect was displayed at the concentration of 0.001 mg/liter, which should be taken into consideration when the threshold concentrations are set up for water bodies which are important to the fisheries.

Aubert, M., Bittel, R., F. Laumon, M. Barelli. Utilisation d'une chaine trophodynamique de type benthique pour l'étude des transferts des polluants métalliques. Rev. Intern. Océanogr. Méd., 1975, v. 39-40, p. 117-151.

Birdsong, C.L., Avault, J.W. Toxicity of certain chemicals to juvenile pompano. Progr. Fish-Cult., 1971, v. 33, No. 2, p. 76-80.

Eisler, R., G.R. Gardner. Acute toxicology to an estuarine teleost of mixtures of cadmium, copper and zinc salts. J. Fish. Biol., 1973, v. 5, No. 2, p. 131-142.

Gardner, G.R., LaRoche, G. Copper induced lesions in estuarine teleost. J. Fish. Res. Bd. Canada, 1973, v. 30, No. 3, p. 363-368.

O'Rear, C.W. The toxicity of zinc and copper to striped bass eggs and fry with methods for providing confidence limits. Proc. 26 Ann. Conf. Southeast Assoc. Game and Fish Commis., Knoxville, Ten., 1972, Columbia, S. C., 1973, p. 484-489.

Pagenkopf, G.K., R. C. Russo, R. V. Thurston. Effect of complexation on toxicity of copper to fishes. J. Fish. Res. Bd. Canada, 1974, v 31, No. 4, p. 462-465.

Vink, G. J. Vis-toxicologisch onderzoek met koper. TNO nieuws, 1972, v. 27, No. 9, p. 487-92.

Vijayamadhavan, K. T., T. Iwai. Histochemical observations on the permeation of heavy metals into taste buds of goldfish. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 1975, v. 41, No. 6, p. 631-639.

Уважаемые читатели!

Редколлегия тома и издательство "Пищевая промышленность" приносят свои извинения за допущенные в томе погрешности. В томе неправильно заверстаны иностранные источники в списках использованной литературы - после *Summary* ; кроме того, они сдвинуты на одну статью: относящиеся к первой статье заверстаны после предисловия, относящиеся ко второй - после первой и так далее. Помимо этого, допущен ряд опечаток.

Стр.	Строка	Напечатано	Следует читать
82	Рисунок, на оси ординат подпись к рисунку, 2-я строка снизу	мг/кг сырого вещества морская вода.	% сырого вещества вода
78	7-я снизу	... 2 раза	...в двух повторностях
	5-я снизу	... к воде...	...в воду...
99	13-я снизу	... в I;7;10...	...в I,7; 10...
III	6 и 7-я снизу	... у плотвы сибирской популяции...	...популяции сибирской плотвы...
II6	23,24,25-я снизу	0 - ширина лба; l_2 - длина нижней... l_{mk} - расстояние от... a_2 - расстояние между...	l_2 - ширина лба; l_{mk} - длина нижней... a_2 - расстояние от... p_2 - расстояние между...