

АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ
ИМ. А. О. КОВАЛЕВСКОГО

ПРОВ 2010

Лит. 121

ПРОВ 98

БИОЛОГИЯ МОРЕЯ

РЕСПУБЛИКАНСКИЙ
МЕЖВЕДОМСТВЕННЫЙ СБОРНИК

Основан в 1965 г.

Выпуск 48

ДОННЫЕ СООБЩЕСТВА
И МОРСКИЕ ОБРАСТАНИЯ

Институт Биологии
Южных морей ЛИН УССР

БИБЛИОТЕКА

Л. 3ек

КИЕВ «НАУКОВА ДУМКА» 1979

3. Долгопольская М. А. О методике биоконтроля эффективности противообрастающих покрытий.— Тр. Севастоп. биол. станции, 1959, 12, с. 209—218.

4. Долгопольская М. А., Гуревич Е. С., Гейне Е. И., Щербакова Л. И. К вопросу о методике ускоренных испытаний необрастающих красок.— Биология моря, Киев, 1970, вып. 18, с. 52—60.

5. Ковальчук Л. Я. Токсическое действие некоторых моющих средств на *Daphnia magna* Strauss.— В кн.: Самоочищение, биопродуктивность и охрана водоемов и водостоків Украины. Киев, Наук. думка, 1975, с. 108—109.

6. Труды Севастопольского отд. НИИ озern. и речн. рыб. хоз-ва, 1975, 13, с. 51—57, 85—89, 102—104, 149—151, 206—207.

7. Absi M., Cabriden R., Lundahl P. Evaluation des nuisances resultant des polluants au moyen dun daphnie.— Trib. Cebedeau, 1975, 28, p. 381—382.

Ленинградское научно-производственное
объединение «Пигмент»

Поступила в редколлегию
12.10.77

N. I. Vinogradova, L. I. Shcherbakova
ON THE PROBLEM OF TESTING BIOLOGICAL
ACTIVITY OF POISONS

Summary

Two methods are recommended for estimating a relative biological activity of poisons used for creating nonfouled compositions in a series of solutions of the known concentration: a) determination of percentage of water fleas death for a definite period time since the beginning of the experiment (2-3 hr for fresh water and up to 8 hr for water with 6% salinity); b) determination of time for death of 50% of water fleas: the experiment duration in fresh water is not more than 4 hr, in water with 6% salinity not more than 10 hr.

УДК 577.472:591.145.2:632.95.024(26)

А. И. Танеева

ВЛИЯНИЕ ЦИНКА НА МОРСКИХ ГИДРОБИОНТОВ

Соединения тяжелых металлов входят в состав красок, предотвращающих обрастания. Кроме того, тяжелые металлы рассматриваются как опасные для фауны и флоры загрязнители водной среды. Имеются сведения, указывающие на токсичность металлов по отношению ко многим водным организмам [4, 5, 6 и др.]. Известно, что гидробионты обладают способностью концентрировать металлы до уровня, намного превышающего их содержание в воде [1]. Из морских беспозвоночных животных особенно обогащен цинком моллюск — устрица, у которого содержание его достигает 0,15—0,7% (в сухом веществе) [3]. В тех случаях, когда концентрация соответствующих элементов в окружающей среде переходит определенные границы, проявляется их токсическое действие [2]. Работ, посвященных изучению уровней накопления металлов морскими организмами, немного.

Изучение распределения металлов в организме, иммобилизации их в тканях и органах является важным для понимания механизмов отравления макрообрастателей и выявления условий, при которых в клетках накапливается избыточное количество вещества, необходимого для проявления токсического действия, т. е. для определения уровня накопления металла в клетке, соответствующего токсическому эффекту.

Мы изучали скорость накопления, распределения и выделения цинка некоторыми водными организмами, обитающими в среде, содержащей хлористый цинк.

Материал и методика

Опыты проводили на мидиях и водорослях (ульва, энтероморфа), которых подвергали воздействию хлористого цинка в концентрациях 0,1; 0,3; 0,5 мг% при 1-, 2-, 4-, 6-суточной экспозиции. Для этой цели в резервуары с черноморской водой (рН=8,0, температура 16—19° С; растворенный кислород 6,5—7,5 мл/л) емкостью 20 л помещали водные растения по 10—12 г каждого вида и по 16—18 экз. мидий примерно одинакового размера (45—55 мм). Контрольная группа организмов находилась в воде без добавления соли цинка. В указанные сроки проводили отбор и обработку проб с высушиванием их при температуре 105° С и последующим озолением при 500° С. В подготовленных пробах определяли содержание цинка дитизиновым методом. Плотность раствора определяли на фотоэлектроколориметре ФЭК-М с зеленым светофильтром. Количество цинка рассчитывали по калибровочной кривой. Содержание цинка исследовали в органах мидий (жабры, печень, гонады, мышцы), водорослях (ульва, энтероморфа) и в воде. Для определения скорости выделения цинка из организма мидий и водоросли переносили в аквариум с чистой морской водой, не содержащей токсиканта. Растворы цинка и воду меняли ежедневно.

Результаты и обсуждение

Данные по содержанию цинка в тканях, органах мидий, водорослях и морской воде контрольной группы свидетельствуют о том, что содержание цинка в норме в водорослях меньше, чем в органах и тканях мидий¹:

Объект исследования	Содержание цинка, мг/г сухой массы зола
Ульва	1,11
Энтероморфа	0,92
Мидии	
жабры	11,62
гонады	12,53
печень	11,26
мышцы	17,52
тело	8,76
Морская вода	0,008 мг/л

Уже через сутки после воздействия токсиканта во всех исследуемых объектах отмечалось накопление цинка и снижение его концентрации в воде (рис. 1, 2). Наибольшее накопление цинка приходилось на первые двое суток и концентрировалось его тем больше, чем выше была концентрация раствора. Цинком в значительной степени обогащались водоросли. Через сутки после воздействия при исходной концентрации токсиканта 0,1 мг% цинка (в мг/г сухой массы зола) обнаруживалось в ульве и энтероморфе соответственно 5,093 и 5,417; при 0,3 мг% — 3,804 и 9,636; при 0,5 мг% — 5,387 и 7,984 (рис. 1). На шестые сутки показатель накопления цинка в водорослях по сравнению с контролем увеличивался при исходном содержании цинка в воде: 0,1 мг% — в 6,5 и 9 раз; 0,3 мг% — в 8,4 и 11,5; 0,5 мг% — в 6,8 и 8,6 раза для ульвы и энтероморфы соответственно. Следует заметить, что в процентном отношении энтероморфа аккумулировала цинка больше, чем ульва.

Количество цинка в печени, гонадах, жабрах и мышцах мидий было примерно одинаковым в течение всего периода наблюдений (6 дней) (рис. 2). Наибольшее количество цинка при концентрации его в воде 0,3 мг% поглощается печенью в первые сутки, жабрами во вто-

¹ Такое положение подтверждается литературными данными [1].

рые. На 6-е сутки содержание цинка в этих органах снижается. Уровень поглощения цинка мышцами превышал содержание его в контроле на 20% за первые сутки (при дозе 0,3 мг%) и всего на 5% за вторые сутки (при дозе 0,1 мг%). При исходной концентрации цинка в воде 0,3 мг% количество его увеличивалось в гонадах до 190% по сравнению с контролем в первые сутки эксперимента. Накопление цинка в гонадах, наряду с такими депонирующими органами, как печень и мышцы, можно объяснить потребностью организма в цинке как биотическом микроэлементе перед размножением весной (исследования совпали с периодом формирования половых продуктов у мидий). У гомойотермных животных цинк концентрируется в половых железах [3] и ускоряет их созревание [2]. С увеличением концентрации цинка в среде до 0,5 мг% указанный эффект уменьшался в жабрах и мышцах за вторые и шестые сутки, и обнаруживался все еще высокий уровень накопления цинка в гонадах и печени, составляющих за шестые сутки 174—187% соответственно по отношению к контролю. На шестые сутки эксперимента содержание цинка в воде превышало исходное в 4,7 раза при дозе 0,3 мг% и в 5 раз при дозе 0,5 мг% (табл. 1).

Перемещение живых организмов в чистую морскую воду вызывало постепенное снижение содержания цинка в них (рис. 1, 2). Так, при дозе 0,3 мг% накопление в исследуемых органах и тканях в сумме составило 75,25 за 2 суток и 73,79 мг/г сухой массы зола за 6 суток. В эти же сроки выведение цинка составило 63,7 и 56,2 мг/г соответственно. Более интенсивное выведение цинка происходит в жабрах и мышцах. Однако цинк, накопленный моллюсками, неполностью выводится из организма. При концентрации 0,5 мг% на шестые сутки содержание цинка от общего количества задержанного металла составило в печени 11,23, в гонадах — 7,58 мг/г. Степень задержки цинка в этой же концентрации в ульве и энтероморфе выразилась соответственно 62;

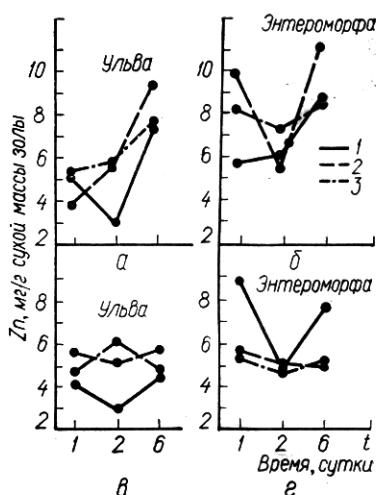


Рис. 1. Содержание цинка в водорослях, отравленных хлористым цинком (а, б), и после перемещения их в чистую морскую воду (в, г) при концентрации соли цинка в воде 0,1 (1), 0,3 (2) и 0,5 мг% (3).

Таблица 1

Содержание цинка в воде (мг/л) после изъятия гидробионтов из нее в различные периоды интоксикации хлористым цинком и после перенесения их в чистую воду

Время после отравления, сутки	Концентрация Zn, мг %	Содержание Zn в воде после отравления, мг/л	Время после перенесения, сутки	Концентрация Zn, мг %	Содержание Zn в воде после перенесения, мг/л
1	0,1	7,870	2	0,1	0,850
2	0,1	2,420	4	0,1	0,047
6	0,1	0,840	6	0,1	0,067
1	0,3	6,450	2	0,3	2,600
2	0,3	2,530	4	0,3	0,053
6	0,3	1,410	6	0,3	0,041
1	0,5	5,470	2	0,5	1,300
2	0,5	3,330	4	0,5	0,019
6	0,5	2,430	6	0,5	0,033

295% — за первые сутки, 37; 245% — за вторые и 153; 316% — за шестые сутки (см. рис. 1).

При определении коэффициента накопления цинка, который находили как отношение концентраций цинка в органах и тканях организма и воде, оказалось, что с уменьшением концентрации цинка в воде увеличивается относительное накопление его (табл. 2). По всей вероятности, здесь происходит суммирование эффекта цинка после длитель-

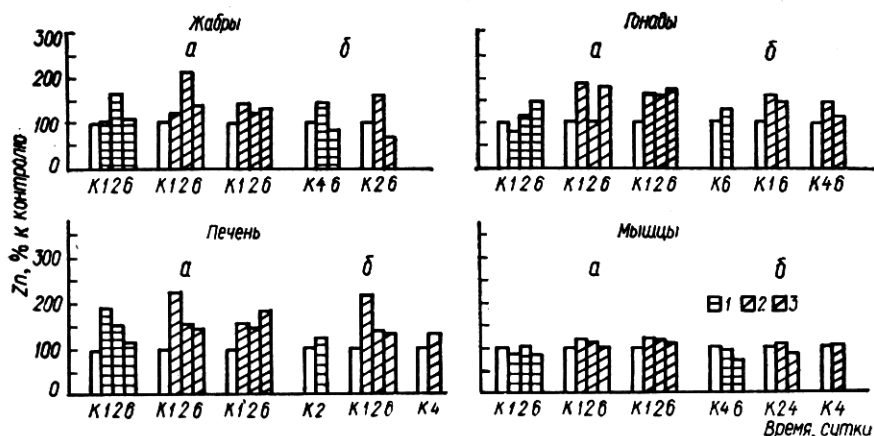


Рис. 2. Накопление цинка в органах и тканях мидий при разных концентрациях хлористого цинка в воде (а) и изменение его содержания после перенесения их в чистую морскую воду (б):

1—3 — концентрация цинка в воде 0,1; 0,3; 0,5 мг%. К — контроль.

ного выдерживания мидий в малых концентрациях токсиканта. Гибели мидий при концентрациях цинка в воде 0,1, 0,3 мг% в течение 10 суток не происходило. При концентрации 0,5 мг% на 9 сутки гибель мидий составила 33,3% ($p < 0,05$). В контрольной группе все мидии оставались жизнеспособными, т. е. они оставались прикрепленными к стенкам сосудов, продолжали фильтровать воду и быстро отвечали закрытием створок на прикосновение.

Показателем токсичности в опытах на мидиях размером 35—40 мм принимали задержку прироста живой массы мидий. Были взяты группы из 10 подопытных и 10 контрольных экземпляров. Первоначальная средняя масса животных в обеих группах была одинаковой. Взвешивание производили через 10—12 дней на аналитических весах. Такой срок считается достаточным для того, чтобы выявились изменения в массе

Таблица 1
Коэффициент накопления цинка в органах и тканях мидий и в водорослях

Время после отравления, сутки	Концентрация Zn в воде, мг %	Коэффициент накопления					
		Жабры	Гонады	Печень	Мышцы	Ульва	Энтероморфа
1	0,1	125,34	105,18	219,32	153,78	50,92	54,16
2	0,1	191,37	150,00	201,63	185,20	29,25	57,14
6	0,1	127,61	186,36	137,01	152,10	72,39	83,12
1	0,3	47,69	79,50	86,63	70,40	12,68	32,12
2	0,3	83,33	41,80	59,36	66,26	18,43	17,28
6	0,3	54,80	75,91	55,13	60,07	31,07	35,50
1	0,5	33,10	42,05	35,80	43,14	10,77	15,96
2	0,5	29,80	40,47	34,52	42,00	11,50	13,86
6	0,5	31,34	43,82	42,32	39,99	15,17	15,93

у растущих организмов после начала затравки цинком. Поставлено по 3 серии опытов при каждой концентрации цинка в воде.

Исследования показали, что при концентрациях токсиканта 0,1, 0,3 мг% (уровень значимости $p < 0,05$) разность между средними массами в обеих группах животных оказалась несущественной. С увеличением дозы до 0,5 мг% выявилось снижение массы в подопытной группе

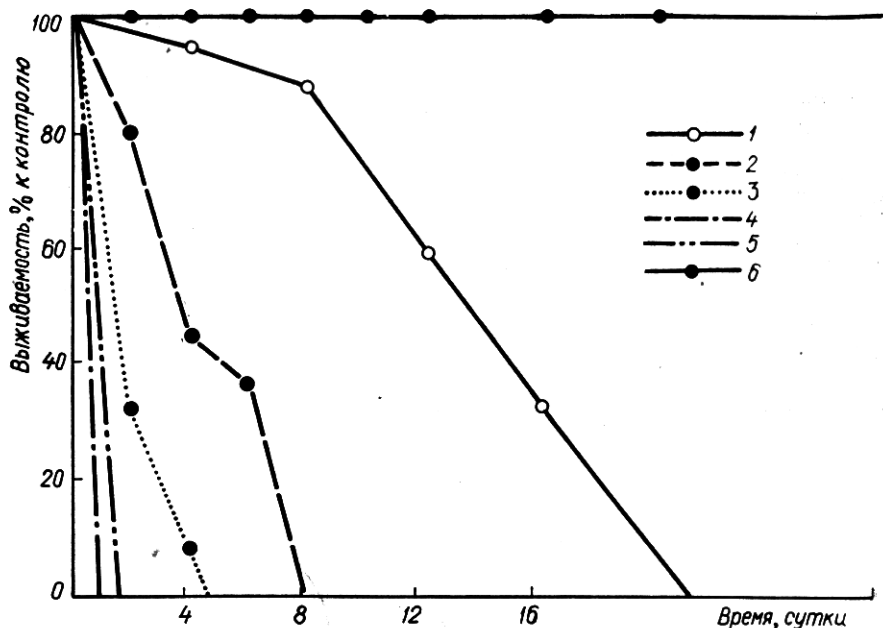


Рис. 3. Влияние растворов цинка различных концентраций на выживаемость мидий:

1 — 0,6; 2 — 1,0; 3 — 2,0; 4 — 8,0; 5 — 20,0 мг%; 6 — контроль.

в среднем на 8% по сравнению с контролем ($p < 0,05$). Следовательно, все три токсически действующие концентрации вызвали нарушение защитно-регуляторных механизмов и привели к угнетению функций организма, которое выразилось в снижении выживаемости и потере массы мидий вследствие чрезмерного накопления цинка.

Для выявления диапазона токсического действия цинка были поставлены дополнительные опыты по влиянию его на выживаемость мидий при концентрациях 0,6; 1,0; 2,0; 8,0; 20,0 мг%. О токсичности судили по выживаемости мидий, помещенных в растворы токсиканта. Выживаемость животных в воде без токсиканта принимали за контроль (100%). Проведено 5 серий опытов.

Результаты наблюдений показали (рис. 3), что при концентрациях цинка в воде 8,0; 20,0 мг% мидии начинали погибать уже в первые сутки, к концу вторых суток погибали полностью. В 1,0 мг% мидии живут не более шести суток, а в 2,0 мг% — не более четырех. При дозе 0,6 мг% процент погибших мидий на 16-е сутки составлял 66,6 ($p < 0,05$).

Выводы

Через сутки после воздействия токсиканта в органах и тканях мидий (жабры, печень, гонады, мышцы) и водорослях (ульва, энтероморфа) отмечалось накопление цинка и снижение его концентрации в воде.

Максимальное накопление цинка в органах и тканях мидий определяется в первые двое суток.

Перемещение живых организмов в чистую морскую воду вызывало постепенное снижение содержания цинка в них.

Токсическое действие цинка для мидий обнаруживалось на 8—9-е сутки при концентрации 0,5 мг% и на 12-е сутки при концентрациях 0,1; 0,3 мг%.

С увеличением доз токсическое действие растворов проявилось в усилении поглощения цинка моллюсками, которое приводило к гибели организмов и к потере массы ($p < 0,05$).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Виноградов А. П. Химический элементарный состав организмов моря.— Тр. биохим. лаб. АН СССР, 1935, 3, № 1, с. 67—278.
2. Венчиков А. И. Биотики. М., Медгиз, 1962. 217 с.
3. Ковальский В. В., Гололобов А. Д. Методы определения микроэлементов в почвах, растительных и животных организмах. М., Всесоюз. НИИ животноводства, 1959. 138 с.
4. Строганов Н. С. Токсикология водных животных в связи с действием сточных промышленных вод на водоем.— Зоол. журн., 1940, 19, вып. 4, с. 566—579.
5. Строганов Н. С. Современные проблемы водной токсикологии.— Вестн. Моск. ун-та. Сер. 6, 1960, № 2, с. 3—17.
6. Calabrese A., Collier R. S., Nelson D. A., Macinnes J. R. The toxicity of heavy metals to embryos of the american oyster *Crassostrea virginica*.— Mar. Biol., 1973, N 18, p. 162—166.

Институт биологии южных морей
им. А. О. Ковалевского АН УССР

Поступила в редколлегию
05.05.77

А. И. Танеева

EFFECT OF ZINK ON MARINE HYDROBIONTS

Summary

Zinc accumulation in the organs and tissues of mussels (gills, liver, gonads, muscles) and in algae (*ulva*, *enteromorpha*) was registered 24 hours after the effect of the toxicant. Simultaneously a decrease of zink concentration in water was observed as well. Its maximum accumulation in the organs and tissues of mussels is determined during the first 48 hours. Translocation of the living organisms into pure sea water resulted in a gradual decrease of zink content in them. Toxic effect of zink for mussels was found on the 8-9th day at a concentration of 0.5 mg%, and on the 12th day at concentrations of 0.1 and 0.3 mg%. The doses being increased, the toxic effect of solutions was pronounced in intensification of zink uptake by molluscs, in the death of organisms, in the loss of their mass ($p < 0.05$).

УДК 577.472:591.145.2:632.95.024 (26)

А. И. Танеева, Ю. В. Манько

ВЛИЯНИЕ МЕДИ НА ЧЕРНОМОРСКИХ МИДИЙ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

К химическим средствам защиты от обрастания относятся неорганические и органические соединения меди, отличающиеся высокой токсичностью [4, 2, 5, 6 и др.]. Исследуя токсическое действие меди в виде серноокислой соли у черноморских мидий в длительных опытах и определяя ее пороговую концентрацию, мы изучали скорость накопления, распределения и выведения меди из организма. Это дает возможность выяснить, в виде каких соединений металл присутствует как биоэлемент или фиксируется и депонируется в органах, тканях и клетках при избыточном поступлении в организм. Такие исследования необходимы и для того, чтобы установить минимальную дозу яда, при которой происходит задержка его в организме.