

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

ПРОВ 2010

ПРИБ. 1231

ПРОВ 98

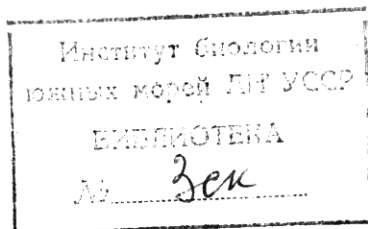
БИОЛОГИЯ МОРЕЯ

РЕСПУБЛИКАНСКИЙ
МЕЖВЕДОМСТВЕННЫЙ СБОРНИК

Основан в 1965 г.

Выпуск 48

ДОННЫЕ СООБЩЕСТВА
И МОРСКИЕ ОБРАСТАНИЯ



КИЕВ «НАУКОВА ДУМКА» 1979

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 сернистой 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.

Для опытов использовали мидий (*Mytilus galloprovincialis* Lam.), собранных в районе Севастопольской бухты, массой 10—10,5 г, размером 45—50 мм. Опыты проводили в 5-литровых аквариумах с черноморской водой. Температура воды 16—18° С. Длительность пребывания мидий в токсических растворах при различной концентрации меди 15 и 30 суток. Контрольная группа животных находилась в воде без прибавления соли меди. Воду и растворы меди в аквариумах сменяли ежедневно. Во время опытов мидий не кормили. Предварительно выяснили, что мидии живут более 30 суток при концентрациях меди 2,5; 5,0; 7,5; 10,0 и 12,5 мкг/л и погибают при концентрациях 25; 50,0; 75,0; 100 и 125 мкг/л в течение 15—30 суток. В связи с этим мы обозначили первую группу концентраций как «низкие», а вторую — как «высокие». Через 1, 2, 4, 6, 7, 11, 12, 15, 21, 30 суток из аквариумов с различной концентрацией меди извлекали по 3 мидии, промывали водой, взвешивали и препарировали.

Исследованию на содержание меди подвергали тело мидий, жабры, печень, гонады, запирающую мышцу, гемолимфу, мантийную жидкость. Для определения скорости выделения меди из организма мидий переносили в сосуды с чистой морской водой.

Пробы с измельченными тканями высушивали при 105° С, затем озоляли в муфельной печи при 500° С. Количество меди определяли колориметрическим методом [3] с последующей экстракцией образующегося комплекса диэтилдиотиофосфата меди четыреххлористым углеродом. Результаты экспериментов осредняли по 5—6 опытам и обрабатывали статистически. Различия между величинами считали достоверными при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Исследования показали, что при наличии в воде меди в количестве 2,5; 5,0; 7,5; 10,0 и 12,5 мкг/л («низкие» концентрации) не наблюдалось ее токсического действия (о токсичности меди судили по выживаемости животных) в течение 30 суток, хотя в организме подопытных мидий было отмечено накопление этого вещества до 36—44 мг/кг сухой массы зола. При действии «низких» концентраций процесс накопления наиболее интенсивен в период 21—30 суток. Накопление меди за 2, 7, 11 суток в указанных концентрациях было незначительным и статистически недостоверным ($p > 0,05$).

Накопление и токсичность меди более четко выявились при действии «высоких» концентраций. Гибель мидий учащалась с повышением концентрации меди в воде. При концентрации 25 мкг/л происходило медленное накопление меди (от 16,6 мг/кг за двое суток до 35,1 мг/кг за 15 суток). Гибель мидий за 15 суток составила 6%. При концентрации 50 мкг/л к 11-м суткам накопление меди равнялось 50 мг/кг сухой массы зола. Мидии выживали до 10 суток при дозе 50 мкг/л. Максимальное накопление меди отмечалось на 11-е сутки при концентрации 125 мкг/л и составляло 72,6 мг/кг. Гибель мидий наступала на 7-е сутки при концентрациях 100 и 125 мкг/л при содержании меди в организме 45—46 мг/кг. Увеличение летального эффекта обнаруживалось в концентрациях 75, 100 и 125 мкг/л к 11-м суткам опыта при накоплении меди от 53 до 72 мг/кг сухой массы зола.

На основании опытов можно отметить, что накопление меди в мидиях при «высоких» концентрациях в воде происходит достаточно быстро, причем накопление ее в организме обнаруживается при дозах меньше тех, при которых наблюдается интоксикация животных. Летальный исход наступает при кумуляции меди 45—70 мг/кг сухой мас-

сы зола. При концентрациях меди 100 и 125 мкг/л на 7—10 сутки гибель подопытных мидий была максимальной и к 12—15-м суткам она достигала 80—100%. Накопление меди до 36—44 мг/кг при «низких» концентрациях в период 21—30 суток опыта без проявления признаков отравления, очевидно, свидетельствует о мобилизации защитных сил организма.

Исследования распределения меди по органам и тканям показали, что в контрольной группе мидий (в норме) обнаружено наибольшее

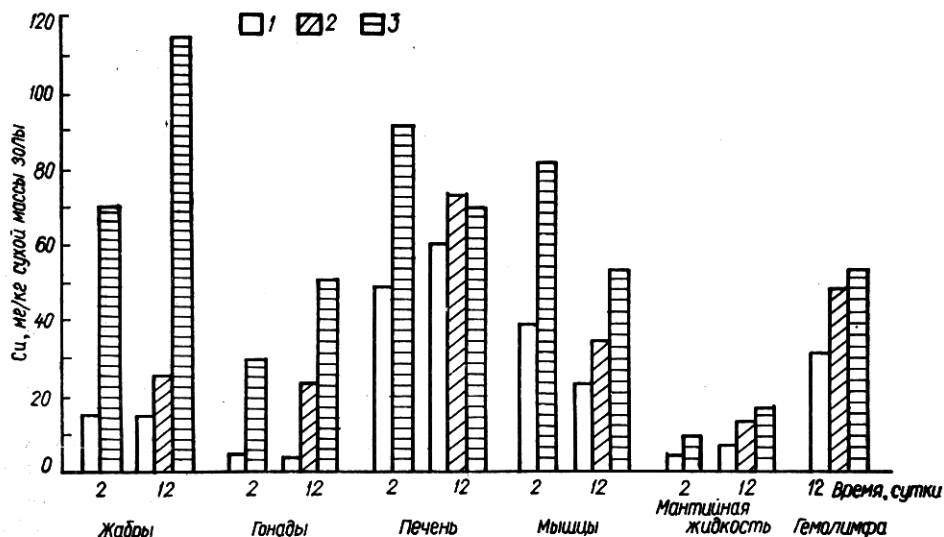


Рис. 1. Распределение меди по органам и тканям в норме и при «высоких» концентрациях меди в воде у черноморских мидий:

1 — в норме; 2 — при концентрации 100,0 мкг/л; 3 — при концентрации 125,0 мкг/л.

количество меди в печени, затем (в убывающем порядке) в запирающей мышце, гемолимфе, жабрах, мантийной жидкости и гонадах. Содержание меди в сухом веществе зола печени и гемолимфе контрольных мидий в среднем составило 50,0—61,5 и 33,3 мг/кг соответственно. Известно, что у развивающихся животных в печени содержится основной запас меди. Наряду с этим в крови у беспозвоночных медь является простетической группой основного дыхательного пигмента — гемоцианина [1].

Избыточное поступление меди в организм мидий повышало содержание ее в органах и тканях. Накопление металла в мидиях в опыте соответствовало его распределению в норме.

Интенсивно происходит кумуляция меди в первые двое суток при концентрации 125 мкг/л в печени, запирающей мышце, жабрах, наименее интенсивно — в мантийной жидкости и гонадах (рис. 1). Максимальное содержание меди в печени за этот срок составляло 93,3 мг/кг сухой массы зола (почти в 2 раза больше нормы). В зависимости от длительности опыта содержание меди в органах и тканях несколько меняется, но остается на высоком уровне. Через 2 недели уменьшилось содержание меди в печени и мышцах, что может свидетельствовать о десорбционной способности этих объектов и перераспределении меди. К 12-м суткам опыта в результате перераспределения наиболее насыщенными медью оказались жабры, где содержание ее достигало 116 мг/кг. Наблюдаемое перераспределение меди по органам, очевидно, может свидетельствовать о включении приспособительных механизмов при длительном воздействии ее на организм мидий. Поглощение меди по сравнению с контролем увеличилось при концентрации ее 100 и 125 мкг/л в жабрах в 1,7—7,8 раза, в гонадах в 6—13, в печени в 1,2—

1,1, в мышцах в 1,5—2,2, в гемолимфе в 1,5—1,7 и в мантийной жидкости в 1,7—2,3 раза.

Избирательное накопление и длительность задержки металла в ткани или органе в значительной степени определяют поражение того или иного органа. При патологоанатомическом исследовании у животных, погибших на 7—12-е сутки в токсических концентрациях, в жабрах обнаруживалась неоднородность по окраске и консистенции. Жаберные

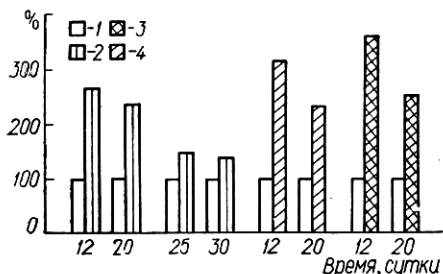


Рис. 2. Изменение содержания меди (в % к контролю) в теле мидий при пребывании в чистой воде в течение 12—30 суток:

1 — контроль; 2 — при концентрации 75,0 мкг/л; 3 — концентрация 400,0 мкг/л; 4 — концентрация 125,0 мкг/л.

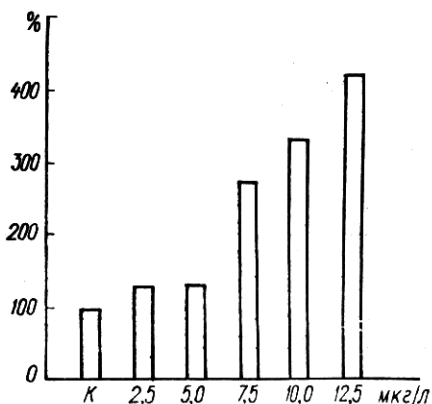


Рис. 3. Изменение накопления меди (в % к контролю) в зависимости от ее концентрации в воде (мкг/л). К — контроль.

лепестки были грязно-серого цвета, дряблые; легко рвались. Видимые дистрофические изменения отмечались и в других органах.

Можно предположить, что наибольшая гибель мидий в период 7—12 дней связана с преимущественным поражением жабер, с максимальным раздражением их в результате накопления данного вещества.

Интересно отметить, что на 2—12-е сутки в гонадах количество меди возрастало в 6—13 раз. Можно думать, что наблюдаемое нами снижение содержания меди в печени и увеличение накопления ее в гонадах в первые дни воздействия меди, пока не было выражено токсического действия ее (гибели мидий в первые 5 суток опытов по распределению меди по органам и тканям не наблюдалось), связано с наступлением периода созревания гонад. У рыб в период нереста содержание меди в печени падает и увеличивается в половых продуктах [1].

«Задержанная» в организме медь выводится в течение длительного времени. На рис. 2 представлены данные о содержании меди в мидиях при пребывании их в чистой морской воде. Так, в дозе 75 мкг/л через 12 и 30 суток по сравнению с контролем «задержка» увеличивалась в 3 и 1,5 раза соответственно. В дозе 125 мкг/л меди «задержка» увеличивалась в 3,6 раза через 12 суток и в 2,5 раза через 20 суток. Приведенные на рис. 3 цифры свидетельствуют о том, что остаток меди в воде при «низких» концентрациях был достаточно высоким после 30-суточной затравки мидий. Причиной длительной задержки меди в организме может быть то, что медь вступает в прочные соединения с тканевыми белками, которые медленно разрушаются и выводятся.

Таким образом, проведенные исследования позволили выявить степень накопления меди в мидиях и подтвердили данные других авторов о ее накоплении в органах и тканях животных [2, 5].

Выводы

Количество меди, накопившееся в мидиях, возрастает в период от 20 до 30 суток при концентрациях ее в воде от 2,5 до 12,5 мкг/л в период с 2 до 15 суток опыта при концентрациях от 25 до 125 мкг/л.

Накопление меди обнаружено при дозах меньше тех, при которых наблюдается интоксикация животных. Летальный исход наступает при содержании меди 45—70 мг/кг сухой массы зооы мидий.

Диапазон между минимально токсической и абсолютно летальной дозами для мидий лежит в пределах от 25 до 125 мкг/л. Большинство подопытных мидий, содержащихся при концентрации меди в морской воде 100 и 125 мкг/л, погибали на 7—15 сутки. При меньших дозах препарата гибель животных происходила на 20—30-е сутки.

В первые двое суток медь накапливается (в убывающем порядке) в печени, мышцах, жабрах, гонадах, мантийной жидкости. На 12-е сутки опыта наибольшее количество меди обнаруживается в жабрах.

Накопленная медь выделяется организмом в течение 30 и более суток. «Задержка» меди при концентрациях 75 мкг/л на 30-е сутки составляла 146%, а при концентрации 125 мкг/л на 20-е сутки 256% по сравнению с контролем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Войнар А. И. Биологическая роль микроэлементов в организме животных и человека. М., Высш. школа, 1960. 495 с.
2. Канков В. И. Токсичность комплексных соединений меди для пресноводных моллюсков.— Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4, 1971, № 2, с. 34—37.
3. Немодрук А. А., Стасюченко В. В. К определению микроколичеств меди в водах, почвах и биологических материалах диэтилдитиофосфатом никеля.— Журн. аналит. химии, 1961, 16, вып. 4, с. 407—411.
4. Строганов Н. С., Хоботьев В. Г., Канков В. И. Проявление токсических свойств различных комплексных соединений меди на зеленые водоросли.— В кн.: Вопросы водной токсикологии. М., Наука, 1970, с. 15—18.
5. Adema D. M. M., Swaaf-Mooy S. Y. de (Bais P. Mej). Laboratorium—onderzoek over de in vloed van koper op mosselen (*Mytilus edulis*).— TNO nieuws, 1972, 27, 9, p. 482—487.
6. Wolf P. de, Kock W., Stam A. Veldproeven over de invloed van koper en kwik op een natuurlijke mosselbank.— TNO nieuws, 1972, 27, 9, p. 497—504.

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

Поступила в редколлегию
21.09.77

A. I. Taneeva, Ju. V. Man'ko

EFFECT OF COPPER ON THE BLACK SEA MUSSELS UNDER LABORATORY CONDITIONS

Summary

Copper accumulation in the mussels organisms was found at doses less than those at which there occurs intoxication of the animals. Lethal termination comes with the copper content of 45-70 mg/kg mussel ash dry mass. The range between the minimum toxic dose and absolutely lethal one for mussels is within the limits of 25-125 $\mu\text{g/l}$. During the first 48 hours copper is accumulated in the liver, muscles, gills, gonads, mantle fluid. On the 12th day of the experiment the highest amount of copper is found in the gills. The accumulated copper is excreted by the organism for 30 days.