

**ВЛИЯНИЕ РАСТВОРОВ СУЛЬФАТА МЕДИ
НА СОДЕРЖАНИЕ АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ
В ГЕМОЛИМФЕ ПРЭСНОВОДНЫХ МОЛЛЮСКОВ
(GASTROPODA, PULMONATA) В НОРМЕ
И ПРИ ИНВАЗИИ ТРЕМАТОДАМИ**

А. П. Стадниченко, Т. И. Жабровец, Н. Н. Козакевич

У *Lymnaea stagnalis* и *Planorbarius corneus* как незараженных, так и инвазированных партенитами и метацеркариями трематод в результате 48-часового пребывания в растворах сульфата меди (медный купорос — $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) при концентрациях 100, 500 и 1000 мг/л отмечается статистически достоверное понижение уровня содержания аскорбиновой кислоты в гемолимфе. Степень изменения этого показателя зависит от концентрации токсиканта и интенсивности инвазии.

Возрастание антропогенного загрязнения водной среды обусловило насущную необходимость изучения воздействия различных его компонентов на гидробионтов. К числу распространенных загрязнений этой категории относится загрязнение природных вод минеральными солями, в частности сульфатом меди. Последний в концентрации 200 мг/л широко применяется в нашей стране для борьбы с водными и наземными моллюсками — промежуточными хозяевами ряда биогельминтов. Нарушение правил перевозки и хранения этого моллюскоцида способствует загрязнению различных континентальных водоемов. До настоящего времени изучение влияния сульфата меди на пресноводных моллюсков проводилось (Горохов, 1964; Мереминський, 1968; Мереминский и др., 1968), главным образом для выявления сублетальных и летальных концентраций этого токсиканта для промежуточных хозяев фасциOLID и парамфистоматид. Влияние сульфата меди на содержание аскорбиновой кислоты в гемолимфе пресноводных моллюсков в норме и при инвазии трематодами ранее не исследовалось.

Материал и методы исследований. Материал: 800 экз. *Lymnaea stagnalis* и *Planorbarius corneus*, собранных в 1983 г. в водоемах бассейна р. Тетерев у хутора Затишье (Житомирская обл.). Зараженность моллюсков партенитами и метацеркариями трематод выявляли при их вскрытии. Видовую принадлежность трематод устанавливали на живом материале. У *L. stagnalis* выявлены спорозисты *Trichobilharzia ocellata* и метацер-

карии *Tetracotyle* sp., а у *P. corneus* — спороцисты *Cotylurus cornutus*. Гемолимфу получали методом прямого обескровливания. Аскорбиновую кислоту определяли экспресс-методом (Пушкина, 1963) с применением красителя Тильманса (натриевая соль 2,6-дихлорфенол-индофенола). Всего выполнено 800 биохимических анализов. При постановке токсикологического эксперимента моллюсков сериями по 45—55 экз. помещали в емкости с растворами сульфата меди (100, 500, 1000 мг/л), приготовленными на дехлорированной (предварительное отстаивание в течение 24 ч) водопроводной воде. Эти растворы заменяли свежими через 24 ч. Температуру растворов поддерживали на уровне 18—20°.

Результаты исследования и их обсуждение. Установлено, что содержание аскорбиновой кислоты в гемолимфе исследованных незараженных *L. stagnalis* колеблется от 87.34 до 90.05, а *P. corneus* — от 85.78 до 91.15, составляя в среднем 89.38 ± 0.46 и 88.25 ± 0.38 мг% соответственно (табл. 1). У животных, инвазированных тре-

Т а б л и ц а 1
Влияние различных концентраций сульфата меди
на содержание аскорбиновой кислоты (мг %) в гемолимфе пресноводных моллюсков

Концентрация токсиканта, мг/л	n	lim	$\bar{x} \pm m_x$	σ	V	t	Степень достоверности различий
<i>Lymnaea stagnalis</i>							
Контроль	55	87.34—90.05	89.38 ± 0.46	3.37	3.77		
100	55	82.15—86.71	84.94 ± 0.43	3.19	3.76	7.05	>99.9
500	55	78.32—86.40	82.37 ± 0.40	2.96	3.59	4.30	>99.9
1000	55	71.84—78.56	75.68 ± 0.29	2.14	2.83	13.60	>99.9
<i>Planorbis corneus</i>							
Контроль	55	85.78—91.15	88.25 ± 0.38	2.79	3.16	30.79	>99.9
100	55	70.85—76.34	74.70 ± 0.23	1.70	2.27	2.86	>99.5
500	55	61.33—68.70	66.90 ± 0.39	2.95	4.41	6.22	>99.9
1000	55	58.94—66.28	64.35 ± 0.27	2.03	3.15		

матодами, отмечено статистически достоверное ($P > 99.9\%$) падение уровня содержания аскорбиновой кислоты в гемолимфе (табл. 2), составляющее у *L. stagnalis* 4, а у *P. corneus* — 4.1 % от нормы. Следовательно, при инвазии нарушается постоянство внутренней среды организма моллюсков, что свидетельствует о подавлении защитных реакций у зараженных особей. Одним из ведущих факторов, определяющих степень изменения уровня содержания аскорбиновой кислоты у инвазированных животных, является интенсивность их заражения (Стадниченко и др. 1985). Интенсивность инвазии исследованных нами *P. corneus* очень высока. В их гепатопанкреасе обнаружены многочисленные клубкообразные сплетения, образованные спороцистами *C. cornutus*, заполненными зрелыми церкариями. Зараженные органы (гепатопанкреас) в значительной мере разрушены. В них сохранились целыми, способными функционировать всего лишь около 10—30 % печеночных трубочек. У *L. stagnalis* зарегистрирована комбинированная инвазия. Партениты с зародышевыми шарами и незрелыми церкариями *T. ocellata* выявлены в дистальной части гепатопанкреаса этих моллюсков. Очаги поражения указанного органа трематодами небольшого объема и немногочисленные. Разрушенные печеночные трубочки составляют около 5 % от их общего количества. В гермафродитной железе и ее протоке у *L. stagnalis* обнаружены многочисленные свободные неинцистированные метацеркарии *Tetracotyle* sp. Следовательно, статистически достоверные нарушения гомеостаза моллюсков по интересующему нас показателю определяются интенсивностью инвазии и не зависят от локализации паразитов и фазы их жизненного цикла.

Пребывание моллюсков в токсической среде обуславливает не только быстрые поведенческие (избегание отравленной среды, изменение двигательного, пищевого, полового поведения животных) и местные физиологические реакции (усиленная экскреция слизи и др.), но и нарушения гомеостаза, являющиеся проявлением патологического процесса, развивающегося в этих условиях в организме подопытных животных. Одним из нарушений гомеостаза и является понижение уровня содержания аскорбиновой кислоты в гемолимфе моллюсков (табл. 1, 2). Они пропорциональны концентрации токсиканта: у *L. stagnalis*

Т а б л и ц а 2

Влияние различных концентраций сульфата меди на содержание аскорбиновой кислоты (мг %) в гемолимфе пресноводных моллюсков при инвазии трематодами

Инвазия	Концентрация токсиканта, мг/л	n	lim	$\bar{x} \pm m_{\bar{x}}$	σ	V	t	Степень достоверности различий
<i>Lymnaea stagnalis</i>								
Нет	Контроль	45	83.16—87.34	85.83 ± 0.53	3.59	4.18	13.89	>99.9
Партениды <i>Trichobilharzia ocellata</i> и метацеркарии <i>Tetracotyle</i> sp.	100	45	72.51—78.12	77.22 ± 0.32	2.13	2.76	6.20	>99.9
	500	45	69.28—77.16	73.63 ± 0.58	3.18	4.32	0.01	63.0
	1000	45	50.13—75.18	73.62 ± 0.75	2.00	2.72		
<i>Planorbis corneus</i>								
Нет	Контроль	45	81.18—86.53	84.86 ± 0.32	2.14	2.52	28.68	>99.9
Партениды <i>Cotylurus cornutus</i>	100	45	69.15—76.86	73.10 ± 0.26	1.74	2.38	81.67	>99.9
	500	45	59.81—66.08	63.30 ± 0.33	2.19	3.46	99.71	99.3
	1000	45	57.14—65.03	61.70 ± 0.49	3.21	5.20		

при 100 мг/л сульфата меди концентрация аскорбиновой кислоты в гемолимфе снижается в сравнении с контролем на 5 %, а при более высоких концентрациях соли (500 и 1000 мг/л) — на 8 и 15 % соответственно. Следовательно, отравление моллюсков сульфатом меди вызывает у них понижение сопротивляемости различным неблагоприятным воздействиям, в частности трематодной инвазии. Причем разнообразные нарушения гомеостаза у этих животных наблюдаются при воздействии на них и значительно меньших концентраций сульфата меди, чем были использованы в нашем эксперименте. Например, при 6-часовом экспонировании *L. luteola* в слабом растворе (2 мг/л) этого токсиканта у него обнаружены нарушения метаболизма углеводов, белков и жиров (Reddy, Babu, 1983).

У зараженных моллюсков, как и у незараженных, под воздействием растворов сульфата меди наблюдается понижение уровня содержания аскорбиновой кислоты в гемолимфе. Однако у инвазированных *L. stagnalis* этот процесс протекает намного стремительнее, чем у незараженных животных. Так, при концентрации сульфата меди 100 мг/л содержание аскорбиновой кислоты в гемолимфе незараженных животных сокращается по сравнению с контролем всего лишь на 5 %, в то время как у зараженных — на 10 %.

У *P. corneus*, как оказалось, этот процесс носит несколько иной характер, чем у *L. stagnalis*. Падение уровня содержания аскорбиновой кислоты осуществляется у незараженных и зараженных *P. corneus* в одинаковой мере. Например, при концентрации сульфата меди 100 мг/л содержание аскорбиновой кислоты в гемолимфе незараженных *P. corneus* понижается на 15 %, а у зараженных — на 14 %. При 500 мг/л токсиканта эти показатели составляют 24 и 25 %, а при 1000 мг/л — 27.1 и 27.3 % соответственно. Полагаем, что это связано с меньшей патогенностью для *P. corneus* спорцист *C. cornutus* в сравнении с крупными интенсивно питающимися за счет *L. stagnalis* свободными метацеркариями *Tetracotyle* sp. Возможно также, что *P. corneus* является несколько более устойчивым к вредному действию сульфата меди, чем *L. stagnalis*.

Л и т е р а т у р а

- Г о р о х о в В. В. Экспериментальные исследования действия некоторых химических соединений на моллюсков *Galba truncatula*. — Тр. Всесоюз. ин-та гельминтол., 1964, т. 11, с. 30—41.
- М е р е м и н с ь к и й А. Й. Вивчення дії деяких хімічних сполук на молюсків *Planorbis planorbis* L. в лабораторних та польових умовах. — Ветеринарія, 1968, вип. 17, с. 54—59.
- М е р е м и н с к и й А. И., Г л у з м а н И. Я., А р т е м е н к о Ю. Г. Парафистоматидоз крупного рогатого скота в Полесье. — Ветеринария, 1968, № 12, с. 51—54.
- П у ш к и н а Н. Н. Биохимические методы исследования. М., Медгиз, 1963. 394 с.
- С т а д н и ч е н к о А. П., Ж а б р о в е ц Т. И., К о з а к е в и ч Н. Н. Влияние трематодной инвазии и экстремальных условий среды на содержание аскорбиновой кислоты в гемолимфе пресноводных брюхоногих моллюсков (*Gastropoda*, *Pulmonata*). — Паразитология, 1985, т. 19, вып. 1, с. 49—54.

Reddy N. M., Babu G. R. Alterations in organic content and caloric value of the snail vector *Lymnaea luteola* during different chemical exposures. — *Geobios*, 1983, vol. 10, N 4, p. 191—192.

Житомирский пединститут

Поступило 22 VI 1984

EFFECT OF CUPROUS SULPHATE SOLUTIONS ON ASCORBIC ACID CONTENT IN HAEMOLYMPH OF FRESHWATER MOLLUSCS (GASTROPODA, PULMONATA) IN NORMAL CONDITIONS AND DURING TREMATODE INFECTION

A. P. Staidnchenko, T. I. Shabrovets, N. N. Kozakievitch

S U M M A R Y

The ascorbic acid content in haemolymph of *Lymnaea stagnalis* and *Planorbarius corneus* noninfected and infected with trematodes decreases under the effect of cuprous sulphate solutions of different concentrations (100, 500, 1000 mg/l). The shift rate depends on the toxicant concentration and infection intensity.
