

УДК 576.895.122 : 594.4

## **ИНТОКСИКАЦИЯ *Lymnaea stagnalis*, ИНВАЗИРОВАННЫХ ПАРТЕНИТАМИ ТРЕМАТОД СУЛЬФАТОМ МЕДИ**

**Л. Е. Мисечко, А. П. Стадниченко**

Исследованием установлено, что в условиях загрязнения водной среды сульфатом меди уменьшается содержание каротиноидных пигментов в гемолимфе пресноводных моллюсков как незараженных, так и зараженных партенитами трематод. Выявлена зависимость гибели моллюсков от концентрации сульфата меди и от экологических условий их обитания.

Ранее нами было изучено (Стадниченко и др., 1985) влияние фенольной интоксикации на содержание каротиноидных пигментов в гемолимфе пресноводных моллюсков. Полученные результаты показали, что ощутимое понижение уровня содержания каротиноидов наблюдается при сравнительно высоких концентрациях фенола (свыше 400—500 мг/л). В связи с этим представляло интерес исследовать характер воздействия на гомеостаз моллюсков другого широко распространенного загрязнителя водной среды — сульфата меди.

Этот антропогенный загрязнитель является неизбежным отходом жизнедеятельности современного человеческого общества. Им протравливают семена перед посевом, опрыскивают деревья и кустарники для борьбы с вредителями. В виде пятиводного сульфата  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  его вносят в почву. Попав в природные стоячие и текучие воды, он оказывает пагубное воздействие на обитающих в них гидробионтов.

Учитывая теоретическое и практическое значение проблемы взаимосвязи между устойчивостью организмов к загрязнению среды и содержанием каротиноидов в их теле, предметом исследования было избрано влияние различных концентраций сульфата меди на содержание каротиноидных пигментов в гемолимфе пресноводных брюхоногих моллюсков. Как известно, каротиноиды благодаря особенностям своего строения накапливают кислород (Карнаухов, 1971), который используется животными для производства энергии в неблагоприятных условиях. Поэтому изучение воздействия токсического вещества на концентрацию каротиноидов позволяет лучше понять причины разной устойчивости организмов к загрязнению среды.

**Материалы и методы исследования.** Исследование проводилось в два этапа. На первом этапе изучали устойчивость организма брюхоногих моллюсков *Lymnaea stagnalis* (L.) к действию разных концентраций токсиканта при разной экспозиции. Животных, собранных в июле—октябре 1984 г. в водоемах Житомирской обл., помещали в различные концентрации сульфата меди (0,2, 1, 2, 3, 5, 10 мг/л). Эксперименты ставили при температурах 10 и 20°.

На втором этапе проводили исследование влияния медно-купоросной интоксикации на содержание каротиноидных пигментов в гемолимфе *L. stagnalis*, собранных вручную в прибрежной полосе р. Тетерев (с. Тетеревка) в июле—сентябре 1985 г. Исследованы 832 экз. моллюсков не инвазированных и инвазированных партенитами трематод (*Hemistomum spathaceum* (Rud.), *Cercaria echinata* Sieb., *C. armata* Sieb.). У зараженных моллюсков обнаружены спороцисты, редии и церкарии трематод. Преобладающее большинство моллюсков было инвазировано партенитами со «зрелыми» церкариями *H. spathaceum*.

Моллюсков помещали в емкости с растворами сульфата меди концентрацией 0,2, 1, 2 мг/л и содержали при температурных условиях, отвечающих естественным суточным колебаниям температуры воды: утром — 13°, в полдень — 21°, вечером — 18°. Для приготовления растворов использовали водопроводную воду, дехлорированную путем предварительного отстаивания в течение 24 ч.

После 48-часового содержания моллюсков в растворе их вынимали и исследовали уровень концентрации каротиноидов в гемолимфе животных. Гемолимфу получали по методике Стадниченко (Стадниченко, 1969), содержание каротиноидных пигментов определяли по Рачевскому (Балаховский, Балаховский, 1953). Статистическую обработку материалов проводили по Лакину (1973).

**Результаты исследования и обсуждение.** Анализ результатов, полученных на первом этапе исследования, показал, что эксперимент по выявлению влияния медно-купоросной интоксикации на содержание каротиноидных пигментов в гемолимфе пресноводных брюхоногих моллюсков имеет смысл проводить при концентрациях токсиканта менее 3 мг/л. При больших концентрациях сульфата меди и 48-часовой экспозиции процент погибших особей весьма высок. Так, уже при концентрации 3 мг/л и температуре 10° погибло 40 % животных, выловленных в прибрежной полосе р. Тетерев.

При той же концентрации токсиканта, но при более высокой температуре среды, смертность животных заметно возрастает. Так, при температуре 20° после 48-часовой экспозиции в живых осталось лишь 15 % особей. Причина столь резкого понижения устойчивости организмов к действию токсиканта, очевидно, объясняется усилением активности моллюсков с повышением температуры, что ведет к увеличению окислительного обмена в нервной системе животного.

Наблюдается также зависимость устойчивости организмов к действию токсиканта от характера биотопа. Так, выживаемость моллюсков, добытых из загрязненного пруда (с. Тетеревка), намного выше, чем заселяющих сравнительно чистые водоемы (р. Тетерев, с. Тетеревка и Смолянка; пруд с. Станишовка). При концентрации 3 мг/л, температуре 10° и 48-часовой экспозиции все моллюски из пруда с. Тетеревка остались живыми. При температуре 20° и прочих равных условиях смертность животных составила 20 %.

Логическим продолжением этих исследований было изучение влияния медно-купоросной интоксикации на содержание каротиноидов в гемолимфе моллюсков. Необходимо отметить, что механизм приспособления исследуемых животных к недостатку кислорода или к действию токсиче-

Влияние интоксикации сульфатом меди на содержание каротиноидных пигментов (мкг %) в гемолимфе *Lymnaea stagnalis* в норме и при инвазии партенитами трематод

Концентрация сульфата меди, мг/л	Инвазия	n	lim	$\bar{x} \pm m_x$	$\sigma$	V	Коэффициент Стьюдента	Степень достоверности различий, %	Смертность, %
Контроль	Нет	114	260.87—545.45	369.57 ± 9.99	69.94	18.92	10.51	99.9	
	Есть	70	193.55—333.33	244.68 ± 6.43	35.23	14.4			
0.2	Нет	77	214.29—461.54	325.84 ± 10.8	62	19.03	7.15	99.9	3.23
	Есть	63	171.43—333.33	232.69 ± 7.27	37.79	16.24			
1.0	Нет	40	240.0—315.79	266.0 ± 5.52	22.74	8.55	7.48	99.9	1.56
	Есть	100	166.67—300	212.85 ± 4.48	29.36	13.79			
2.0	Нет	70	181.82—352.94	263.02 ± 7.01	38.42	14.61	9.4	99.9	7.45
	Есть	70	150.0—230.77	185.3 ± 4.39	24.03	12.97			

ских веществ тесно связан с изменением каротиноидов в наиболее важных для жизнеобеспечения тканях. Благодаря особенностям своего строения (наличию большого количества двойных связей в молекуле) каротиноиды играют важную роль во внутриклеточном депонировании кислорода. Если возникает ситуация, при которой скорость поступления кислорода из внешней среды в ткани оказывается недостаточной, для производства энергии используется кислород, запасенный ранее (Карнаухов, 1971). Это подтвердилось проведенным нами токсикологическим экспериментом.

Параллельно изучали влияние инвазии на содержание каротиноидов. Установлено, что в контрольной группе (неинвазированные моллюски) содержание каротиноидных пигментов в гемолимфе колеблется от 260.87 до 545.45 мкг %, составляя в среднем  $369.57 \pm 9.99$  мкг % (см. таблицу). У инвазированных трематодами моллюсков этот показатель варьирует в пределах 193.55—333.33, а среднее его значение составляет  $244.68 \pm 6.43$  мкг %. Следовательно, инвазия моллюсков партенитами трематод ведет к снижению уровня содержания каротиноидных пигментов в гемолимфе. Это обусловлено двумя причинами — потреблением каротиноидов паразитами и некротическим распадом инвазированного гепатопанкреаса, который является одним из основных депо каротиноидных пигментов у этих животных (Стадниченко и др., 1982).

Результаты токсикологического эксперимента показали, что уровень содержания каротиноидных пигментов в гемолимфе моллюсков неуклонно понижается с возрастанием концентрации токсиканта. Это наблюдается как у незараженных, так и у зараженных животных. Так, у незараженных *L. stagnalis* ряду концентраций 0.2, 1 и 2 мг/л соответствуют следующие концентрации каротиноидов 325.84, 266.0, 263.02 мкг %, что отвечает уменьшению концентрации по сравнению с контрольной группой соответственно на 12, 28, 29 %. У зараженных особей эти показатели составляют 5, 13, 24 %.

Сопоставление приведенных показателей говорит о том, что небольшие концентрации токсиканта (0.2 мг/л) сильнее влияют на изменение содержания каротиноидных пигментов в гемолимфе свободных от заражения особей. При больших концентрациях токсиканта (2 мг/л) уменьшение запасов каротиноидов происходит интенсивнее у зараженных животных. Это свидетельствует о меньшей толерантности неинвазированных особей к неблагоприятным воздействиям токсиканта при его низких концентрациях и большей, чем у инвазированных животных, при его высоких концентрациях.

Последнее мы проверили на выборке животных, добытых в пруду с. Тетеревка. Исследовали содержание каротиноидов в гемолимфе инвазированных и неинвазированных моллюсков при концентрациях сульфата меди 0.2, 1 и 3 мг/л. Результаты исследования подтвердили сделанный ранее вывод. Более того, реакция инвазированных животных на малую концентрацию токсиканта проявилась в некотором повышении концентрации каротиноидных пигментов в их гемолимфе. Так, содержание каротиноидных пигментов в гемолимфе инвазированных моллюсков в контроле колеблется от 206.9 до 333.3 мкг %, что составляет в среднем  $240.7 \pm 15.1$  мкг %. У инвазированных животных, подвергнутых действию токсиканта (0.2 мг/л), этот показатель составляет  $241.6 \pm 15.0$  мкг %. Повышение концентрации токсиканта до 1 и 3 мг/л сопровождается падением уровня содержания каротиноидных пигментов соответственно на 10 и 18 %. У неинвазированных особей при концентрациях 0.2, 1 и 2 мг/л эти показатели составляют 12, 20 и 22 %.

У свободных от заражения особей при всех концентрациях токсиканта падение уровня содержания каротиноидных пигментов в сравнении с контролем выше, чем у инвазированных. При тех же условиях смертность инвазированных моллюсков выше, чем неинвазированных (см. таблицу). Кроме того, у зараженных животных при более низких концентрациях токсиканта и в более ранние сроки, чем у незараженных особей, обнаруживаются симптомы отравления медным купоросом. Наблюдается разлитой отек головы и ноги, расслабление мышц ноги и утрата ею способности реагировать на механические раздражения. Отмечается быстрое одномоментное обильное выделение экскрементов, усиление секреции слизи железистыми клетками покровов тела.

В организме зараженных моллюсков, ослабленном как под воздействием паразитов, так и под влиянием токсиканта, резервы каротиноидных пигментов весьма истощаются. Поэтому смертность зараженных животных намного превосходит таковую незараженных. Полученные результаты в определенной мере расходятся с утверждением Райела (Riel, 1975), утверждающего, что инвазированные моллюски обладают повышенной сопротивляемостью к экстремальным воздействиям среды.

### Л и т е р а т у р а

- Б а л а х о в с к и й С. Д., Б а л а х о в с к и й И. С. Методы химического анализа крови. М., Медгиз, 1953. 746 с.
- К а р н а у х о в В. Н. О роли каротиноидных пигментов во внутриклеточном депонировании кислорода. — ДАН СССР, 1971, т. 196, № 5, с. 1221—1224.
- Л а к и н Г. Ф. Биометрия. М., Высшая школа, 1973. 343 с.
- С т а д н и ч е н к о А. П., Б о н д а р ч у к Л. Г., Д о р о ш е н к о О. В., И в а с е н к о Е. В., О м е л ь ч е н к о А. В., Т а б а ч у к Л. В. Влияние трематодной инвазии и экстремальных условий среды на содержание каротиноидных пигментов в гемолимфе пресноводных моллюсков. — Докл. высш. шк. Биол. науки, 1982, № 9, с. 54—59.
- С т а д н и ч е н к о А. П. Половой диморфизм аминокислотного состава растворимых белков крови озерной живородки. — Науч. тр. Астрахан. техн. ин-та рыбн. промысл. и хоз-ва, посвящ. 100-летию со дня рождения В. И. Ленина, 1969, т. 2, с. 45—50.
- С т а д н и ч е н к о А. П., М и с е ч к о Л. Е., Ш е п е л ь А. Н. Влияние фенольной интоксикации на содержание каротиноидных пигментов в гемолимфе пресноводных моллюсков (Pulmonata, Lymnaeidae и Bulnidae) в норме и при заражении парthenитами трематод. — Паразитология, 1985, т. 19, вып. 2, с. 101—104.
- Riel A. Effect of trematodes on survival of *Nassarius obsoletus* (Say). — Proc. Malacol. Soc. (London), 1975, vol. 41, N 6, p. 527—528.

Житомирский пединститут

Поступила 17.12.1985

---

### INTOXICATION OF LYMNAEA STAGNALIS INFECTED BY TREMATODE PARTHENITS WITH COPPER SULPHATE

L. E. Misechko, A. P. Stادنichenko

#### S U M M A R Y

The effect of different concentrations of copper sulphate on the content level of carotinoid pigments in the haemolymph of *Lymnaea stagnalis* infected with parthenits of trematodes was studied. The content level of carotinoid pigments in haemolymph of molluscs steadily decreases with an increasing concentration of the toxicant. The mortality of experimental animals under such conditions rises considerably, the mortality of infected animals being much higher than that of non-infected ones.