

Влияние различных концентраций поверхностно-активных веществ на величину суточных рационов и продолжительность прохождения пищи у *Lymnaea stagnalis*, инвазированного партенитами *Echinostoma revolutum*

А.П. Стадниченко, Р.В. Коцюк

Исследовано влияние трематодной инвазии и различных концентраций (0.9 и 90 мг/л⁻¹) отечественного синтетического моющего средства (СМС) «Кристалл» на величину суточного рациона и продолжительность прохождения пищи у прудовика озерного. При инвазии суточное потребление пищи возрастает в 80–94 раза при замедлении сроков ее прохождения в 2–2.5 раза. В токсической среде у незараженных особей суточные рационы увеличиваются в 1.4–4.8 раза, а сроки прохождения пищи удлиняются в 4.5–7 раз. У зараженных животных при прочих равных условиях величина суточных рационов понижается, а продолжительность прохождения пищи возрастает незначительно (в 1.2–1.6 раза).

В последние десятилетия значительно возросло загрязнение природных вод различными СМС. Из их компонентов для гидробионтов наиболее токсичны синтетические поверхностно-активные вещества (ПАВ) как анионактивные (алкиларилсульфонаты, алкилсульфонаты, производные алкилбензосульфонов), так и неионогенные (производные полиоксиэтиленов), составляющие от 15 до 25 % СМС. Они отличаются хорошей растворимостью в воде и ничтожной скоростью разложения. При предельно допустимой концентрации неионогенных ПАВ до 0.1, а анионактивных – до 0.5 мг/л⁻¹ содержание их в местах выброса коммунально-бытовых стоков достигает 20 мг/л⁻¹, а в промышленных стоках исчисляется граммами на литр. По настоящее время не выяснено, имеются ли нарушения в работе органов пищеварения у пресноводных моллюсков свободных от заражения и инвазированных партенитами трематод, вызываемые воздействием

на них ПАВ. В качестве тест-функций использованы величина суточного рациона и продолжительность прохождения пищи.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Материал: 349 экз. прудовиков озерных *Lymnaea stagnalis* (L.), собранных в водоемах бассейна р. Гнилопять (с. Гришковцы Житомирской обл.) в 1987–1989 гг. Моллюски были разбиты на две размерно-возрастные группы. В первую из них вошли животные с высотой раковины 23–34, во вторую – превышающие 35 мм.

Опыт 1. Постановкой ориентировочного токсикологического эксперимента (Алексеев, 1981) определены значения основных токсикологических показателей – LC_0 (МПК) и LC_{100} (ЛК) для моллюсков, подвергнутых воздействию растворов СМС отечественного производства «Кристалл». С учетом их значений (1 и 1000 мг/л⁻¹ соответственно) подбирались концентрации растворов СМС для подострых опытов (0.9 и 90 мг/л⁻¹).

Опыт 2. Животные, акклиматизированные в течение 1–2 сут к лабораторным условиям, обсушенные фильтровальной бумагой и взвешенные, одновременно с навеской корма помещались по одному в сосуды, заполненные растворами СМС. Кормом служили листья рдестов (*Potamogeton*) и разрезанные вдоль стебли кувшинок (*Nymphaea*); выдержанные предварительно между листами фильтровальной бумаги под грузом (1 кг) в течение 20 мин. Продолжительность экспозиции – 2 сут. Через сутки токсическая среда обновлялась. Температура ее поддерживалась на уровне 21–23°. Освещенность аквариумов естественная. По завершении опыта оставшийся корм извлекался, обсушивался вышеописанным способом и взвешивался. Абсолютная величина суточного потребления пищи каждой особью определялась как разность массы заданного и не использованного корма. Величину суточного рациона (в процентах по отношению к общей сырой массе тела) вычисляли по формуле

$$x = \frac{a \cdot 100}{P},$$

где x – величина суточного рациона, a – масса потребленного корма, P – общая сырая масса тела.

Опыт 3. Моллюсков, содержащихся в аквариумах, заполненных водопроводной водой, дехлорированной отстаиванием в течение суток, кормили на протяжении 2 сут тонкими ломтиками мацерированной в воде моркови. Затем моллюсков пересаживали в емкости, заполненные растворами СМС, и задавали в избытке зеленый корм (листья рдестов). Устанавливалось время, по истечении которого появляется первый экскремент с остатками зеленого корма.

Таблица 1. Влияние различных концентраций СМС «Кристалл» на величину суточных рационов (в % к массе тела) прудовика озерного в норме и при инвазии партенитами *Echinostoma revolutum*

Возрастная группа	Незараженные				
	n	lim	$x \pm m_x$	δ	V
Контроль					
Молодые	25	0.32–3.22	1.60±0.17	0.84	52.50
Старые	25	0.10–1.26	0.65±0.07	0.35	53.85
0.9 мг · л ⁻¹					
Молодые	30	0.04–17.89	7.72±0.68	3.72	48.19
Старые	30	1.58–4.82	2.96±0.16	0.89	30.07
90 мг · л ⁻¹					
Молодые	41	0.21–5.03	2.31±0.23	1.47	63.64
Старые	27	0.44–2.55	1.14±0.08	0.42	36.84
Зараженные					
Возрастная группа	Зараженные				
	n	lim	$x \pm m_x$	δ	V
Контроль					
Молодые	24	53.14–193.60	144.81±11.34	55.55	38.36
Старые	18	2.50–100.00	52.50±8.57	35.36	67.35
0.9 мг · л ⁻¹					
Молодые	36	25.30–74.12	38.60±1.11	6.66	17.25
Старые	21	2.50–62.50	22.02±3.74	17.11	77.70
90 мг · л ⁻¹					
Молодые	43	12.13–39.10	27.41±0.93	6.11	22.29
Старые	11	5.00–75.00	36.93±6.91	23.80	61.74

Животных контрольной группы содержали в отстоянной водопроводной воде (рН 6.9–7.2, температура 21–23°). Цифровые результаты опытов обработаны методами вариационной статистики по Лакину (1973).

Результаты исследования и обсуждение. Свободные от заражения прудовики потребляют вегетирующие водные растения в небольших количествах (табл. 1). Суточное потребление ими этого корма колеблется от 0.32 до 3.22 %. Эти данные очень близки к таковым, приведенным Левиной (1975) для прудовиков, собранных на мелководьях Киевского водохранилища. Интенсивность потребления корма прудовиками определяется его механическими свойствами. Нежные, сочные ткани, находящиеся под эпидермисом, покрывающим стебли кувшинок, потребляются моллюсками намного охотнее, чем более плотные листья рдестов. Величина суточных рационов при этом равна 0.63 и 0.83 % соответственно (Стадниченко и др., 1988). С возрастом величина суточных рационов моллюсков понижается. По нашим данным, у прудовиков второй размерно-возрастной группы она составляет 0.654 ± 0.07 %, в то время как у особей первой группы она в 2.5 раза выше. Имеются и сезонные различия в величинах суточного потребления пищи прудовиками. Наименьшие значения этого показателя отмечены для ранневесеннего и позднеосеннего, а наибольшие – для весенне-летнего времени.

Продолжительность прохождения пищи с момента ее потребления до выделения первого экскремента колеблется у прудовиков, по нашим наблюдениям, от 4 до 8, составляя в среднем 5.2 ± 0.3 ч (температура воды 21–23°, рН 6.9–7.2). При температуре 19–21° она равна 7 ч 3 мин (Сушкина, 1949). Обнаружены статистически достоверные различия ($P = 97.9$ %) по этому показателю между особями различных возрастных групп. У прудовиков первой из них прохождение пищи через пищеварительный тракт осуществляется дольше, чем у животных второй размерно-возрастной группы (табл. 2).

Таблица 2. Влияние различных концентраций СМС «Кристалл» на продолжительность прохождения пищи (мин) у прудовика озерного в норме и при инвазии партенитами *Echinostoma revolutum*

Возрастная группа	Незараженные				
	<i>n</i>	<i>lim</i>	$x \pm m_x$	δ	<i>V</i>
Контроль					
Молодые	25	240–420	333.60±12.53	62.64	18.78
Старые	25	240–480	295.20±16.14	80.71	27.34
0.9 мг · л ⁻¹					
Молодые	30	840–2820	1524.00±117.83	645.38	42.35
Старые	30	960–2760	1882.00±119.08	652.23	34.66
90 мг · л ⁻¹					
Молодые	28	1156–2014	1793.00±29.88	158.11	8.82
Старые	33	1573–2341	2104.00±53.07	201.46	9.58
Зараженные					
Возрастная группа	Зараженные				
	<i>n</i>	<i>lim</i>	$x \pm m_x$	δ	<i>V</i>
Контроль					
Молодые	39	173–1687	541.36±43.12	269.28	49.74
Старые	18	240–1740	666.67±89.28	378.85	56.83
0.9 мг · л ⁻¹					
Молодые	44	532–1759	969.35±61.11	403.32	41.61
Старые	21	360–1800	950.40±121.79	558.11	58.66
90 мг · л ⁻¹					
Молодые	29	617–1983	994.50±114.44	616.28	61.97
Старые	11	360–1440	807.30±98.78	327.62	40.58

У 29.4 % обследованных нами моллюсков обнаружены дочерние редии *Echinostoma revolutum* (Fiohlich), локализованные в гепатопанкреасе хозяев. У зараженных особей величина суточного рациона во много раз превышает таковую свободных от инвазии прудовиков (табл. 1). Известно, что одним из приспособлений моллюсков к вредному воздействию паразитов является повышение у хозяев уровня общего обмена. Об этом свидетельствует ускорение у них ритма сердечных сокращений (Lee, Cheng, 1970), повышение теплоотдачи (Hurst, Walker, 1933) и уровня поглощения кислорода (Hurst, 1927). Усиленное расходование резервов энергетических субстратов компенсируется значительным возрастанием количества потребляемой пищи. У особей, относящихся к различным размерно-возрастным группам, оно неодинаково. У моллюсков первой группы величина суточного рациона повышается в 93.6, у

представителей второй – в 81 раз, что указывает на более высокие приспособительные возможности прудовиков младшего возраста в сравнении с более старшими особями. Изменение величины суточного потребления пищи зависит и от интенсивности инвазии. При слабом поражении моллюсков паразитами (мозаичная мелкоочаговая инвазия) статистически достоверные различия между зараженными и свободными от заражения животными по интересующему нас показателю не обнаружены. При тяжелом заражении (сплошная инвазия) на сублетальной стадии развития патологического процесса на фоне значительного понижения уровня общего обмена наблюдается резкое сокращение величины суточных рационов прудовиков. А за 1–2.5 сут до гибели они полностью отказываются от пищи. Следовательно, повышение суточного потребления пищи происходит только при инвазии средней тяжести, когда вред, причиняемый паразитами их хозяевам, сглаживается за счет повышения у последних напряженности защитно-приспособительного процесса. При заражении моллюсков партенитами трематод продолжительность прохождения пищи увеличивается по сравнению с нормой в 2–2.5 раза. При резком возрастании величины суточных рационов, наблюдающемся у инвазированных особей, это может способствовать более полному перевариванию пищи и всасыванию питательных веществ.

Под влиянием 0.9 мг/л^{-1} СМС у свободных от инвазии прудовиков величина суточного рациона возрастает в среднем в 4.6–4.8 раза, в то время как при 90 мг/л^{-1} токсиканта она превышает норму всего лишь в 1.4–1.8 раза. У инвазированных прудовиков при тех же условиях наблюдается резкое сокращение величины суточных рационов. Например, у моллюсков первой размерно-весовой группы при 0.9 мг/л^{-1} СМС она в 3.8, а при 90 – в 5.3 раза ниже, чем у животных контрольной группы. При слабой концентрации СМС (0.9 мг/л^{-1}) продолжительность прохождения пищи у незараженных прудовиков возрастает в 5–6 раз по сравнению с нормой. Повышение концентрации токсиканта до 90 мг/л^{-1} сопровождается дальнейшим торможением этого процесса. Последнее, однако, далеко не так ярко выражено, как при 0.9 мг/л^{-1}

СМС. При большей из использованных нами концентраций СМС продолжительность прохождения пищи у прудовиков первой размерно-возрастной группы возрастает всего лишь на 18, а у второй – на 12 % по сравнению с животными, подвергнутыми воздействию раствора, содержащего 0.9 мг/л^{-1} СМС.

У зараженных особей, обработанных слабым раствором токсиканта, продолжительность прохождения пищи удлиняется (в 1.5 раза у моллюсков первой и в 1.2 – у особей второй размерно-возрастной группы). При повышении концентрации токсиканта до 90 мг/л^{-1} у первых из них происходит дальнейшее замедление ее продвижения по пищеварительному тракту. Оно, однако, невелико. Так, если при 0.9 мг/л^{-1} СМС пребывание пищи в их органах пищеварения составляет в среднем 15 ч 54 мин, то при 90 мг/л^{-1} оно удлиняется всего лишь на 48 мин. У особей второй размерно-возрастной группы при возрастании концентрации токсиканта с 0.9 до 90 мг/л^{-1} продолжительность прохождения пищи сокращается с 15 ч 54 мин до 13 ч 27 мин.

Известно (Маляревская, 1985), что приспособление гидробионтов к токсической среде (независимо от природы токсикантов) происходит путем повышения уровня их общего обмена и «переключения» аэробного дыхания на анаэробное. Энергетический выход при последнем намного ниже, чем при аэробном расщеплении углеводов. Увеличение суточных рационов моллюсков, подвергнутых воздействию токсической среды, способствует поступлению в их организм в достаточных количествах пищевого материала, а удлинение сроков его продвижения по пищеварительному тракту – более полному усвоению пищи. Падение уровня суточного рациона и незначительное возрастание продолжительности прохождения пищи у зараженных прудовиков свидетельствуют о значительном снижении их защитно-приспособительных возможностей под влиянием паразитарного фактора.

Список литературы

1. Алексеев В.А. Основные принципы сравнительно-токсикологического

- эксперимента // Гидробиол. журн. 1981. Т. 17, № 3. С. 92–100.
2. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высш. шк., 1973. 343 с.
 3. Левина О.В. Биология и продукция *Lymnaea stagnalis* L. и *Radix ovata* Дгар. в Киевском водохранилище: Автореф. дис. канд. биол. наук. Киев, 1975. 26 с.
 4. Маляревская А.Я. Биохимические механизмы адаптации гидробионтов к токсическим веществам // Гидробиол. журн. 1985. Т. 21, № 3. С. 70–82.
 5. Стадии ченко А.П., Бруслик С.В., Горгович О.М., Журавская Н.А., Коцюк Р.В., Рогожинский В.П., Степанчук Г.И., Ющенко Т.В. Влияние различных концентраций СМС на величину суточных рационов и скорость прохождения пищи у пресноводных брюхоногих моллюсков / /Деп. в УкрНИИНТИ 06.10.1988, № 2563-Ук88. 10 с.
 6. Сушкина А.П. Питание и рост некоторых брюхоногих моллюсков // Тр. ВГБО. 1949. Т. 1. С. 118–131.
 7. Hurst C.T. Structural and functional changes produced in the gastropod mollusk, *Physa occidentalis* in the case of parasitism by larvae of *Echinostoma revolutum* // Univ. Calif. Publ. Zool. 1927. Vol. 29, N 14. P. 321–404.
 8. Hurst C.T., Walker C.A. Increased heat production in a poikilotherm animal in parasitism // Amer. Nat. 1933. Vol. 69. P. 461–466.
 9. Lee F.O., Cheng C.T. Increased heart rate in *Biomphalaria glabrata* parasitized by *Schistosoma mansoni* // J. Invertebr. Pathol. 1970. Vol. 16, N 1. P. 148–149.