

УДК 576.895.122:594.1

**РАБОТА РЕСНИЧЕК ПЕРЕЖИВАЮЩИХ КЛЕТОК
МЕРЦАТЕЛЬНОГО ЭПИТЕЛИЯ ЖАБЕР И НОГИ ПЕРЛОВИЦЕВЫХ,
ЗАРАЖЕННЫХ ASPIDOGASTER CONCHICOLA
И VUCEPHALUS POLYMORPHUS**

© Т. В. Черномаз

Изучено влияние паразитических червей *Aspidogaster conchicola* и *Vucephalus polymorphus* на частоту и продолжительность биения *in vitro* ресничек мерцательного эпителия жаберного аппарата и ноги перловицевых 7 видов (*Unio conus borysihenicus*, *U. tumidus falcatus*, *U. rostratus rostratus*, *U. limosus graniger*, *U. pictorum ponderosus*, *Colletopterum piscinale falcatum*, *C. ponderosum rumanicum*).

При высокой интенсивности инвазии моллюсков спороцистами *V. polymorphus* отмечено угнетение работы мерцательного эпителия (на 4.2—32.3 %), в то время как слабая и умеренная инвазия не снижает активности мерцательного эпителия, а в некоторых случаях несколько (на 3.4—8.1 %) повышает ее.

A. conchicola при невысокой интенсивности инвазии (1—3 экз.) не влияет на темп и продолжительность работы ресничек.

Общеизвестно, что в последнее время неуклонно возрастает загрязнение водной среды различными поллютантами. Обычными компонентами пресных водоемов являются двустворчатые моллюски, на которых, как и на другие организмы, действует этот антропогенный прессинг. Моллюски могут быть тест-объектами при биоиндикации состояния водной среды. Тест-функцией, довольно удобной для использования в эколого-физиологических исследованиях, является работа ресничек переживающих клеток мерцательного эпителия жабер, мантии и ноги моллюсков.

Моллюски сем. Unionidae — облигатные промежуточные хозяева ряда паразитических червей, в частности трематоды *Vucephalus polymorphus* Вагг, и дефинитивные хозяева гельминта *Aspidogaster conchicola* Вагг. Влияние этих паразитов на скорость и продолжительность биения *in vitro* ресничек мерцательного эпителия кожных покровов и жаберного аппарата перловицевых до настоящего времени не исследовалось.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

169 моллюсков 7 видов (*Unio* — 5, *Colletopterum* — 2 вида), собраны вручную в р. Гуйва (с. Гуйва Житомирской обл.) в октябре—ноябре 2000 г. (табл. 1). Моллюсков транспортировали в холщовом мешке, помещенном в полиэтиленовый пакет (последний не завязывали). Доставленных в лабораторию животных сразу же подвергли камеральным исследованиям.

Перловицевых сериями по 5—10 экз. на 6—8 ч помещали в стеклянные емкости (6 л), заполненные дехлорированной в течение 1 сут водопроводной водой. Затем у моллюсков с одной стороны тела перерезали мышцы-замыкатели, раскрывали створки раковины и осматривали жабры для выявления в них марсупиальных камер у самок. Затем производили паразитологическое обследование половой железы на наличие в

ТАБЛИЦА 1

Работа ресничек переживающих клеток мерцательного эпителия жабер и ноги незараженных перловицевых
 Table 1. Ciliary activity of outliving cells of the glimmeral epithelium of gill and leg of Unionidae free from parasites

Моллюск	n	Длина раковины, мм (lim)	Частота биения ресничек жабер, уд./мин				Продолжительность работы ресничек жабер, мин				Частота биения ресничек ноги, уд./мин				Продолжительность работы ресничек ноги, мин			
			lim	$x \pm m_x$	σ	V	lim	$x \pm m_x$	σ	V	lim	$x \pm m_x$	σ	V	lim	$x \pm m_x$	σ	V
<i>Unio conus borysthenticus</i>	18	63—92	295—337	311 ± 2.4	9.7	3.1	4800—15480	10980 ± 875.2	3608.6	32.9	296—346	310.6 ± 3.4	14.2	4.6	4260—6840	5454.7 ± 168.7	695.7	12.8
<i>U. tumidus falcatulus</i>	5	82—95	300—336	317.4 ± 5.7	12.8	4	2760—12120	7608 ± 1733.9	3877.2	51	298—328	316.2 ± 5.6	12.4	3.9	2760—6000	4896 ± 615.6	1376.5	28.1
<i>U. rostratus rostratus</i>	14	83—106	306—363	328.8 ± 4.3	16.1	4.9	3780—19860	9882.9 ± 1338.2	5007.2	50.7	305—354	325.2 ± 4.1	15.5	4.8	3000—7560	4898.6 ± 413.5	1547.1	31.6
<i>U. limosus graniger</i>	3	92—97	321—345	329.7 ± 7.7	13.3	4	7020—15840	10660 ± 2660.0	4607.3	43.2	327—338	331 ± 3.5	6.1	1.8	2820—7200	4960 ± 1265.4	2191.7	44.2
<i>U. pictorum ponderosus</i>	52	53—106	289—342	314.4 ± 1.8	12.6	4	3300—21900	10161.3 ± 381.0	2747.4	27	294—334	316 ± 1.4	9.8	3.1	2580—8340	4531.9 ± 164.7	1187.9	26.2
<i>Colletopterum piscinale falcatum</i>	16	67—114	291—339	307.6 ± 3.3	13.1	4.2	2760—13560	6471.9 ± 854.5	3418.1	52.8	289—355	317.4 ± 5.3	21.1	6.7	2820—6900	4245 ± 384.1	1536.5	36.2
<i>C. ponderosum rumanicum</i>	20	89—116	293—353	313.5 ± 3.5	15.9	5.1	3120—12180	6980.5 ± 635.9	2843.7	40.7	283—350	317.3 ± 4.5	20.1	6.3	2100—7740	4614.0 ± 345.8	1546.4	33.5

ней спороцист и церкарий *B. polymorphus*. Аспидогастров отыскивали при вскрытии перикардии. Работу мерцательного эпителия изучали по методике Веселова (1959) на вырезанных кусочках (1—1.5 см) свободного края жабер и переднего края ноги. Их помещали в часовые стекла с дехлорированной водопроводной водой. При помощи микроскопа БИОЛАМ Р-15 (×135) в затененном поле (диафрагмирование осветителя) подсчитывали количество ударов, которые совершаются ресничками мерцательного эпителия жабер и ноги за 1 мин. Кроме этого, устанавливали время полного угнетения активности ресничек жабер и ноги.

Цифровые результаты опытов обработаны методами вариационной статистики по Лакину (1973).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Частота биения ресничек мерцательного эпителия жабер и ноги у исследованных видов при одинаковых условиях среды (температура 14—15°, 8.5—8.9 мг О₂/л, рН 7—8.8) различается, но не очень сильно (табл. 1). Значения этого показателя колеблются в пределах от 289 до 363 (для ресничек жаберного эпителия) и от 283 до 354 уд./мин (для ресничек ноги). Наибольшая активность ресничек мерцательного эпителия жабер и ноги отмечена для *Unio limosus* (329.7 ± 7.7 и 331 ± 3.5 уд./мин), наименьшая частота биения ресничек жаберного эпителия — для *Colletopterum piscinale* (307.6 ± 3.3 уд./мин), ресничек ноги — для *U. conus* (310.6 ± 3.4 уд./мин). Разница между наименьшим и наибольшим значениями частоты взмахов ресничек мерцательного эпителия жабер у исследованных моллюсков составляет 22, ресничек ноги — 19 уд. По мере возрастания значений обсуждаемых показателей обследованные виды расположились следующим образом. Мерцательный эпителий жабер: *C. piscinale* → *U. conus* → *C. ponderosum* → *U. pictorum* → *U. tumidus* → *U. rostratus* → *U. limosus*. Мерцательный эпителий ноги: *U. conus* → *U. pictorum* → *U. tumidus* → *C. ponderosum* → *C. piscinale* → *U. rostratus* → *U. limosus*.

Продолжительность функционирования ресничек переживающих клеток мерцательного эпителия жабер варьирует от 2580 до 21 900, ноги — от 2100 до 7740 мин. Наибольшая продолжительность работы ресничек жаберного эпителия и эпителия ноги (10 980 ± 875.2 и 5454.7 ± 168.7 мин) обнаружена у *U. conus*, наименьшая (6471.9 ± 854.5 и 4245 ± 384.1 мин) — у *C. piscinale*. Продолжительность работы ресничек мерцательного эпителия жабер у *U. conus* в 1.7, ресничек ноги в 1.3 раза выше, чем у *C. piscinale* (P > 99.9 %). Варьирование значений этих показателей у исследованных нами видов хорошо отражают ряды, составленные в порядке возрастания значений показателей. Мерцательный эпителий жабер: *C. piscinale* → *C. ponderosum* → *U. tumidus* → *U. rostratus* → *U. pictorum* → *U. limosus* → *U. conus*. Мерцательный эпителий ноги: *C. piscinale* → *U. pictorum* → *C. ponderosum* → *U. tumidus* → *U. rostratus* → *U. limosus* → *U. conus*.

Кроме того, существуют значительные различия в продолжительности работы ресничек жаберного эпителия и эпителия края ноги у всех исследованных видов. Так, у *C. piscinale*, *C. ponderosum* и *U. tumidus* время проявления активности жаберного эпителия в 1.5, а у *U. conus*, *U. rostratus*, *U. limosus* и *U. pictorum* — в 2.1 раза больше (P > 99.9 %) аналогичного показателя работы эпителия ноги.

В гонаде Unionidae паразитируют спороцисты и церкарии трематоды *B. polymorphus*, а в перикардии и почке — половозрелые особи аспидогастриды *A. conchicola*. Первый из этих паразитов обнаружен нами у трех видов: *U. pictorum*, *C. piscinale*, *C. ponderosum*. Экстенсивность инвазии их варьирует от 1.7 до 8.3 %, интенсивность — от мелкоочаговой (паразиты заполняют до 30 % объема инвазированного органа) до высокой (спороцисты заполняют всю половую железу). *A. conchicola* выявлен у всех исследованных нами видов. Экстенсивность инвазии колеблется от 6.7 до 50 %, интенсивность — 1—3 экз. (табл. 2). Данные о зараженности Unionidae этими двумя видами паразитов сходны с данными других авторов (Стадниченко, 1984).

ТАБЛИЦА 2

Работа ресничек переживающих клеток мерцательного эпителия жабер и ноги перловицевых, зараженных *Aspidogaster conchicola* и *Bucephalus polymorphus*

Table 2. Ciliary activity of outliving cells of the glimmeral epithelium of gill and leg of Unionidae invaded by *Aspidogaster conchicola* and *Bucephalus polymorphus*

Моллюск	Инвазия	n	Длина раковины, мм (lim)	Экстенсивность, %	Интенсивность, экз.	Скорость биения ресничек жабер, уд./мин				Продолжительность работы ресничек жабер, мин				Скорость биения ресничек ноги, уд./мин				Продолжительность работы ресничек ноги, мин			
						lim	$\bar{x} \pm m_x$	σ	V	lim	$\bar{x} \pm m_x$	σ	V	lim	$\bar{x} \pm m_x$	σ	V	lim	$\bar{x} \pm m_x$	σ	V
<i>Unio conus borysthenicus</i>	<i>Aspidogaster conchicola</i>	6	58—88	25	1—2	288—313	301.7 ± 3.8	9.3	3.1	9120—17460	13130 ± 1201.7	2943.7	22.4	283—318	304.5 ± 6.0	14.8	4.9	5160—6420	5710 ± 174.9	428.3	7.5
<i>U. tumidus falcatus</i>	Та же	5	83—96	50	1—3	286—341	315.4 ± 10.2	22.9	7.3	6600—14820	10128 ± 1581.2	3535.8	34.9	289—326	310.8 ± 6.8	15.1	4.9	2640—8160	5520 ± 879.2	1965.9	15.9
<i>U. rostratus rostratus</i>	» »	1	94	6.7	2		329				7920				336				4680		
<i>U. limosus graniger</i>	» »	1	94	25	2		328				9000				336				2640		
<i>U. pictorum ponderosus</i>	» »	5	75—94	8.6	1	305—326	318.6 ± 3.8	8.4	2.6	8460—16020	12132 ± 1454.9	3252.3	26.8	303—326	311.4 ± 4.0	8.9	2.9	2820—6060	4620 ± 727.2	1626	35.2
	<i>Bucephalus polymorphus</i>	1	60	1.7	Средняя		325				22380				316				7800		
<i>Colleopterum piscinale falcatum</i>	<i>Aspidogaster conchicola</i>	5	93—106	22.7	1—3	302—324	315.2 ± 4.2	9.5	3	4140—9900	6732 ± 1027.1	2296.7	34.1	303—339	320.4 ± 6.4	14.2	4.4	2940—5220	4032 ± 373	834	20.7
	<i>Bucephalus polymorphus</i>	1	91	4.5	Высокая		305				4380				304				3900		
<i>C. ponderosum rumanicum</i>	<i>Aspidogaster conchicola</i>	13	83—114	38.9	1—2	299—354	313.4 ± 4.5	16.4	5.2	3420—12960	6401.5 ± 26.3	2618.6	40.9	294—352	320.4 ± 5.6	20	6.2	3600—7680	4518.5 ± 371.1	1338.1	29.6
	<i>Bucephalus polymorphus</i>	1			Слабая		311				4080				343				4020		
	<i>Bucephalus polymorphus</i>	2	84—86	8.3	Высокая		297				5040				299				3810		

Установлено, что *A. conchicola* не оказывает значительного влияния на частоту биения ресничек мерцательного эпителия жабер и ноги, а также на продолжительность их работы, в отличие от *B. polymorphus*. При невысокой интенсивности инвазии моллюсков последним работа мерцательного эпителия жабер и ноги не угнетается, а в некоторых случаях отмечается даже превышение нормы. Так, у *U. pictorum* происходит увеличение как частоты биения ресничек жаберного эпителия (на 3.4 %), так и увеличение продолжительности функционирования ресничек эпителия жабер и ноги (в 2.2 и 1.7 раза соответственно). У *S. ponderosum* частота биения ресничек мерцательного эпителия ноги возрастает на 8 %. Увеличение продолжительности работы ресничек при слабом и умеренном заражении моллюсков партенитами этого вида сосальщиков отмечено и другими авторами (Стадниченко и др., 1990). Известно (Биргер, Маляревская, 1977), что умеренное заражение спороцистами *B. polymorphus* сопровождается включением у хозяев приспособительно-компенсаторных механизмов, направленных на нивелирование патогенного воздействия паразитов. Проявлением этого является повышение уровня общего обмена веществ зараженных животных, обуславливающее интенсификацию их жизненных функций и в том числе увеличение активности и продолжительности работы ресничек мерцательного эпителия.

Интенсивная инвазия вызывает угнетение работы ресничек. Так, у *S. ponderosum* частота биения ресничек жаберного мерцательного эпителия уменьшается на 5.3 %, ресничек ноги — на 5.8, а продолжительность их работы — на 27.8 и 17.4 % соответственно. У *S. piscinale* активность ресничек мерцательного эпителия жабер угнетается незначительно (на 0.8 %), ресничек ноги — более ощутимо (на 4.2), а продолжительность активности жаберного эпителия и эпителия ноги — на 32.3 и 4.3 % соответственно. Хотя партениты *B. polymorphus* как эндопаразиты моллюсков не контактируют непосредственно с кожным и жаберным мерцательным эпителием, они при интенсивной инвазии подавляют защитно-приспособительные механизмы хозяев, что влечет за собой снижение жизнеспособности последних. А так как реакции всего организма и активность работы мерцательного эпителия в отдельности регулируются одними и теми же механизмами (Проссер, Браун, 1967), то наблюдается замедление биения ресничек и уменьшение продолжительности их работы.

Список литературы

- Биргер Т. И., Маляревская А. Я. О некоторых биохимических механизмах резистентности водных беспозвоночных к токсическим веществам // Гидробиол. журн. 1977. Т. 13, № 6. С. 69—73.
- Веселов Е. А. Биологические тесты при санитарно-биологическом изучении водоемов // Жизнь пресных вод СССР. Т. 4, кн. 2. М., Л.: Изд-во АН СССР, 1959. С. 7—37.
- Лакин Г. Ф. Биометрия. М.: Высш. шк., 1973. 343 с.
- Проссер Л., Браун Ф. Сравнительная физиология животных. М.: Мир, 1967. 677 с.
- Стадниченко А. П. Фауна України. Т. 29. Вип. 9. Перлівниці. Кулькові. К.: Наук. думка, 1984. 384 с.
- Стадниченко А. П., Степанова Н. С., Сущенко Е. С. О работе мерцательного эпителия жаберного аппарата перловицевых / Деп. в УкрНИИТИ 11.03.90, № 422—Ук 90. Киев, 1990. 12 с.

CILIARY ACTIVITY OF OUTLIVING CELLS OF THE GLIMMERAL EPITHELIUM
OF GILL AND LEG OF UNIONIDAE INVADDED BY THE TREMATODES
ASPIDOGASTER CONCHICOLA AND BUCEPHALUS POLYMORPHUS

T. V. Chernomaz

Key words: Unionidae, *Aspidogaster conchicola*, *Bucephalus polymorphus*, ciliary activity, glimmeral epithelium.

SUMMARY

The paper provides data concerning the influence of the parasitic worms *Aspidogaster conchicola* and *Bucephalus polymorphus* on the rate and duration of ciliary beating of gill and leg in 7 species of Unionidae (*Unio conus borysthenicus*, *U. tumidus falcatus*, *U. rostratus rostratus*, *U. limosus graniger*, *U. pictorum ponderosus*, *Colletopterum piscinale falcatum*, *C. ponderosum rumanicum*).

The high level of infection of molluscs with *B. polymorphus* oppresses the glimmeral epithelium activity of gill and leg (by 4.2—32.3 %). The weak and moderate levels of infection of molluscs with *B. polymorphus* do not decrease the glimmeral epithelium activity and sometimes even rise it (by 3.4—8.1 %).

The presence of few *A. conchicola* (1—3 individuals) in the organism of mollusc does not change the functioning of glimmeral epithelium.