

УДК 574.5:592

ОСОБЕННОСТИ ОБМЕНА ОСНОВНЫХ КАТИОНОВ ПРИРОДНЫХ ВОД У ЛИЧИНОК *CHIRONOMUS* С РАЗНЫМИ РАЗМЕРНО-ВЕСОВЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Е. В. Борисовская, Н. А. Шобанов

Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН,
п. Борок Ярославской обл., Россия, boris@ibiw.yaroslavl.ru

PECULIARITIES OF THE EXCHANGE OF MAIN CATIONS OF NATURAL WATERS IN *CHIRONOMID* LARVAE WITH DIFFERENT SIZE AND WEIGHT CHARACTERISTICS

E. V. Borisovskaya, N. A. Shobanov

Institute for Biology of Inland Waters RAS, Borok, Russia, boris@ibiw.yaroslavl.ru

Пресноводные животные вынуждены постоянно поддерживать во внутренней среде осмотическое давление, концентрацию минеральных веществ и *pH* на уровнях, значительно отличающихся от этих показателей во внешней среде (Krogh, 1939). На личинках рода *Chironomus* Meig. показано, что между видами (в том числе близкородственными) существуют различия в уровнях и специфике ионообменных процессов (Виноградов, Шобанов, 1990). Они определяют возможности существования вида в воде с характерной концентрацией ионов (Шобанов, Павлова, 1990). Являются ли параметры ион-транспортирующих систем постоянными для вида или они меняются в течение онтогенеза? Пытаясь ответить на этот вопрос, мы исследовали ионообмен личинок *Chironomus* с разными размерно-весовыми характеристиками.

Материалом исследования служили личинки *Chironomus riparius* Meigen, 1804 из лабораторной культуры ИБВВ РАН. Исследовали параметры обмена натрия, магния и кальция у личинок *Chironomus* разного размера: крупных (вес 5,4–5,8 мг) и мелких (1,0–1,4 мг). Рассчитывали показатели ионного обмена: V_o (мкмоль/(г•ч)) – скорость общей потери ионов в дистиллированной воде, V_{max} (мкмоль/(г•ч)) – максимальная скорость поглощения ионов, константы Михаэлиса-Ментон – K_m (мкмоль/л), C_b (мкмоль/л) – концентрацию ионного баланса.

Скорость потери натрия в дистилляте у мелких личинок составляла ~2 мкМ/(г•ч), ионный баланс наблюдался при концентрации ~70 мкМ/л, а максимальная скорость поглощения составляла 2,9 мкМ/(г•ч) и была постоянна на этом уровне после превышения концентрации ионов натрия в воде 400 мкМ/л. Динамика обмена натрия у крупных личинок представляла примерно такую же картину, однако с меньшей амплитудой – при скорости потери в дистилляте ~1 мкМ/(г•ч) максимальная скорость поглощения достигала чуть больше 1 мкМ/(г•ч) (табл.).

Потери магния в дистилляте очень незначительны как у крупных, так и у мелких личинок (не более 0,5 мкМ/(г•ч)). Соответственно, ионный баланс наступал при низких концентрациях магния в воде (менее 30 мкМ/л). Максимальная скорость поглощения магния устанавливалась после превышения его концентрации в воде ~200 мкМ/л и составляла 0,5 мкМ/(г•ч) у крупных, и ~1 мкМ/(г•ч) у мелких личинок.

Кальций личинки теряли со скоростью ~0,15 мкМ/(г•ч) и достигали ионного баланса при концентрациях от 0,20 (мелкие) до 0,25 мкМ/л (крупные). Максимальная скорость поглощения кальция устанавливалась у обеих групп после превышения концентрации этого иона в воде 300–400 мкМ/л и составила у крупных 1,48 мкМ/(г•ч), у мелких личинок – 2,57 мкМ/(г•ч). Константы полунасыщения по всем изученным ионам незначительно различались у размерных групп личинок.

Полученные данные показали, что мелкие личинки *Chironomus* с большей скоростью теряют ионы в дистилляте и с большей скоростью поглощают их в воде с относительно высокой концентрацией катионов по сравнению с крупными личинками. Следовательно, в процессе роста и развития интенсивность ионного обмена личинок уменьшается.

Таблица. Основные параметры ионного обмена

Показатели ионообмена	Изученные катионы	Параметры ионообмена у личинок различных размерных групп	
		«крупные»	«мелкие»
C_b , мкМ/л	Na^+	78 ± 0,06	69 ± 0,50
	Ca^{2+}	25 ± 0,16	20 ± 0,15
	Mg^{2+}	26 ± 0,01	9 ± 0,04
K_m , мкМ/л	Na^+	96 ± 0,05	94 ± 0,30
	Ca^{2+}	155 ± 0,15	173 ± 0,10
	Mg^{2+}	135 ± 0,20	102 ± 0,15
V_{max} , мкМ/(г•ч)	Na^+	2,13 ± 0,20	4,90 ± 1,00
	Ca^{2+}	1,48 ± 0,11	2,57 ± 0,66
	Mg^{2+}	0,50 ± 0,05	1,03 ± 0,01

V _o , мкМ/(г·ч)	Na ⁺	0,91 ± 0,11	1,90 ± 0,75
	Ca ²⁺	0,13 ± 0,08	0,16 ± 0,19
	Mg ²⁺	0,05 ± 0,02	0,03 ± 0,01

Примечание: C_b – концентрация ионного баланса, K_m – константа полунасыщения, V_{max} – максимальная скорость поглощения ионов, V_o – скорость потери ионов.

Если полагать, что обмен кальция и магния у личинок *Chironomus* осуществляется через всю поверхность кожистых покровов тела, то можно предположить, что при уменьшении соотношения «поверхность тела/объем тела» (или относительной поверхности тела), происходящем при росте личинок, уменьшится и интенсивность обмена. Активный транспорт натрия у личинок *Chironomus* осуществляется через анальные папиллы (Wright, 1975 a, b). Отсюда следует, что обмен этого иона не зависит или зависит не только от относительной поверхности тела – либо в процессе роста уменьшаются размеры папилл относительно размеров тела, либо в процессе онтогенеза меняются другие параметры метаболизма. Повышенный уровень обмена у молодежи по сравнению с более зрелыми стадиями – общебиологическая закономерность. Вероятно, помимо изменения параметров тела здесь играют не последнюю роль и другие факторы – прежде всего генная и биохимическая регуляции, которые во многом «диктуют» направления и интенсивность жизнедеятельности организма.

Следовательно, с увеличением массы (размеров) личинок *Chironomus* в процессе онтогенеза уменьшается интенсивность их ионообмена. Уменьшение интенсивности ионообмена личинок *Chironomus*, с нашей точки зрения, вызывается, прежде всего, уменьшением соотношения площади поверхности тела к его объему.