

Пороговые концентрации катионов во внешней среде, определяющие границы распространения речного рака *Astacus astacus* L. в пресных водоемах

В. И. МАРТЕМЬЯНОВ, А. С. МАВРИН

Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН
152742, Ярославская обл., Некоузский р-н, пос. Борок
E-mail: martem@ibiw.yaroslavl.ru

Статья поступила 10.05.2012

АННОТАЦИЯ

Содержание натрия, калия, кальция, магния в гемолимфе речного рака, отловленного в природных условиях, поддерживалось на уровнях $178,0 \pm 2,5$, $7,1 \pm 0,5$, $17,3 \pm 0,7$, $3,0 \pm 0,1$ ммоль/л соответственно. Показано, что пороговые концентрации натрия, калия, кальция, магния в воде, определяющие границы распространения речного рака в пресных водоемах, составляют 0,0087–0,0174, 0,0046–0,0087, 0,0105–0,0222, 0,0012–0,0033 ммоль/л соответственно. Уменьшение минерализации воды сопровождалось существенным увеличением градиентов концентрации катионов между организмом и средой, усиливая нагрузку на системы поддержания водно-солевого обмена. Проведен сравнительный анализ по пороговым концентрациям, полученным для речного рака, плотвы, карася, окуня, двух видов двусторчатых моллюсков и нитчатой водоросли *Spirogyra*.

Ключевые слова: речной рак, пороговые концентрации, натрий, калий, кальций, магний.

Широкопалый речной рак *Astacus astacus* широко распространен в водоемах Европы [Holdich, 2002]. Эти беспозвоночные животные являются ценным объектом промысла благодаря высоким вкусовым качествам и питательности мяса. Интенсивный промысел, антропогенное загрязнение водоемов, рачья чума, заболевание, вызываемое грибом *Aphanomyces astaci* Schikora, существенно снижают численность вида [Воронин, 1989; Догель, 1989]. Эпидемии рачьей чумы часто приводят к полному вымиранию локальных популяций. С целью сохранения и поддержания численности раков предлагается ряд охранных мероприятий [Федотов, 1997], а также интродукция и аквакультура [Цукерзис, 1989; Федотов, 1994]. Однако интродукция

близкородственных видов речных раков ведет к постепенному вытеснению аборигенного *A. astacus* [Westman et al., 2002]. Осуществление рациональных мероприятий по сохранению имеющихся популяций речного рака и повышению их воспроизводства как в природных условиях, так и аквакультуре невозможно без учета знаний о способностях вида адаптироваться к экологическим факторам среды.

Минеральный состав воды является важнейшим экологическим фактором, который существенно влияет на ареал, развитие, рост, устойчивость и физиологические процессы гидробионтов. Ионы натрия, калия, кальция, магния являются необходимыми элементами для осуществления жизнедеятельности организма животных и растений.

Обмен многих веществ между гидробионтами и средой осуществляется через жабры. Они имеют обширную поверхность, пронизанную многочисленными капиллярами, отделенными от внешней среды одним слоем высокопроницаемых эпителиальных клеток. Такая структура жабр позволяет растворенному в воде кислороду легко проникать в кровь. С другой стороны, протекающая через капиллярную систему жабр кровь (или гемолимфа), имеющая более высокие уровни солей по сравнению с пресной водой, за счет диффузии постоянно теряет во внешнюю среду различные ионы.

В жабрах гидробионтов имеются специализированные структуры (ионные насосы), которые осуществляют активный транспорт ионов из внешней среды в кровь, полностью компенсируя их потери. В результате содержание ионов во внутренней среде организма поддерживается на устойчивых уровнях. Минимальные концентрации тех или иных ионов в среде, при которых достигаются предельные возможности ионных насосов полностью компенсировать потери электролитов из протекающей через жабры крови, являются пороговыми. При концентрации ионов в воде ниже пороговых значений транспортные структуры не способны полностью компенсировать их потери. В этом случае отходящая от жабр кровь имеет пониженное содержание солей. В результате создается осмотический перепад между кровью и внутриклеточной жидкостью, который способствует перемещению воды в ткани, вызывая их разбухание. Эти нарушения приводят к гибели организма. Вследствие этого границы ареала вида в низкоминерализованных водоемах определяются минимальным содержанием различных ионов в воде, при котором возможно поддержание ионного баланса между организмом и средой (состояние полной компенсации потерь ионов за счет их транспорта в жабрах). При пороговых уровнях электролитов в среде организм может только выживать. В таких условиях для роста, развития и созревания половых продуктов требуется дополнительное поступление электролитов в организм за счет пищи.

Метод определения пороговых концентраций основан на измерении кинетических характеристик трех параметров: скорости по-

тери ионов из организма во внешнюю среду, скорости их активного транспорта из среды в организм и чистого (результатирующего) потока, представляющего разность между потерями и активным транспортом. При реализации этого способа гидробионты акклимируются к широкому ряду различных концентраций изучаемых ионов. После этого животных перемещают на непродолжительное время (15–30 мин) сначала в дистиллированную, а затем пресную воду. По изменению содержания электролита в экспериментальных средах рассчитывают скорость потери иона из гидробионтов в дистиллированную воду и скорость его активного транспорта организмом из пресной воды. Находят минимальные концентрации того или иного электролита в воде, при которых возможно поддержание ионного баланса (равенство потерь и активного транспорта) между организмом и средой. Этот способ является очень трудоемким, из-за чего применяется редко. Полученные данные по пороговым концентрациям фрагментарны и имеют отношение к небольшому ряду гидробионтов [Виноградов и др., 1987; Виноградов, Комов, 1988; Виноградов, 2000; Виноградов, Биочино, 2005].

Нами апробирован простой способ по выявлению предельно низких концентраций натрия, калия, кальция, магния во внешней среде, необходимых для поддержания ионного баланса между организмами пресноводных гидробионтов как растений [Мартемьянов, Маврин, 2012; Martemyanov, Mavrin, 2012], так и животных [Мартемьянов, 2011; Мартемьянов, Маврин, 2011; Martemyanov, Mavrin, 2012]. Метод основан на помещении организма в определенный объем дистиллированной воды. В начальный период в дистиллированной воде наблюдается постепенное увеличение концентрации изучаемых ионов, свидетельствуя о преобладании их утечки из организма над транспортом. Со временем наступает момент, когда содержание электролитов в воде экспериментальных емкостей стабилизируется. Эта ситуация отражает состояние ионного баланса, полную компенсацию потерь ионов из организма за счет обратного их транспорта. Минимальные концентрации ионов в воде, при которых устанавливается ионный баланс, являются пороговыми для организма.

В настоящей работе определялись пороговые концентрации натрия, калия, кальция, магния в пресной воде, необходимые для поддержания ионного баланса между организмом широкопалого речного рака *Astacus astacus* L. и внешней средой.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось на раках *Astacus astacus* L. массой 11–27,6 г, отловленных в р. Ильдь (около д. Варвариха Некоузского р-на Ярославской обл.) 29 июля 2009 г. при температуре воды 22,5 °С. У девяти раков взяли гемолимфу, осуществили отбор пробы речной воды для определения содержания катионов. Другие шесть раков сразу после отлова промывались в дистиллированной воде, затем по одной особи помещались в трехлитровые банки. Свежая дистиллированная вода имела кислую реакцию. Снятие кислотности осуществляли за счет пропускания через воду воздуха в течение 2–3 сут до эксперимента и во время его проведения. После помещения раков в индивидуальные емкости через определенные промежутки времени отбирали пробы воды для анализа содержания натрия, калия, кальция, магния методом пламенной спектрофотометрии.

Концентрацию натрия и калия в пробах определяли в воздушно-пропановом пламени на спектрофотометре Flarpho-4 фирмы CarlZeiss, Iena, Германия. Содержание кальция и магния определяли в воздушно-ацетиленовом пламени на атомно-абсорбционном спектрофотометре AAS-1 фирмы CarlZeiss, Iena, Германия. Концентрация катионов в гемолимфе и в пробах воды выражена в ммоль/л.

Данные обрабатывали статистически. В таблицах и на рисунке результаты пред-

ставлены средними значениями и их стандартными отклонениями.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Содержание катионов в речной воде и гемолимфе раков, отловленных в природных условиях, представлены в табл. 1. Концентрация ионов натрия и калия в гемолимфе существенно выше, чем в среде, тогда как для кальция и магния различается соответственно в 9 и 6 раз.

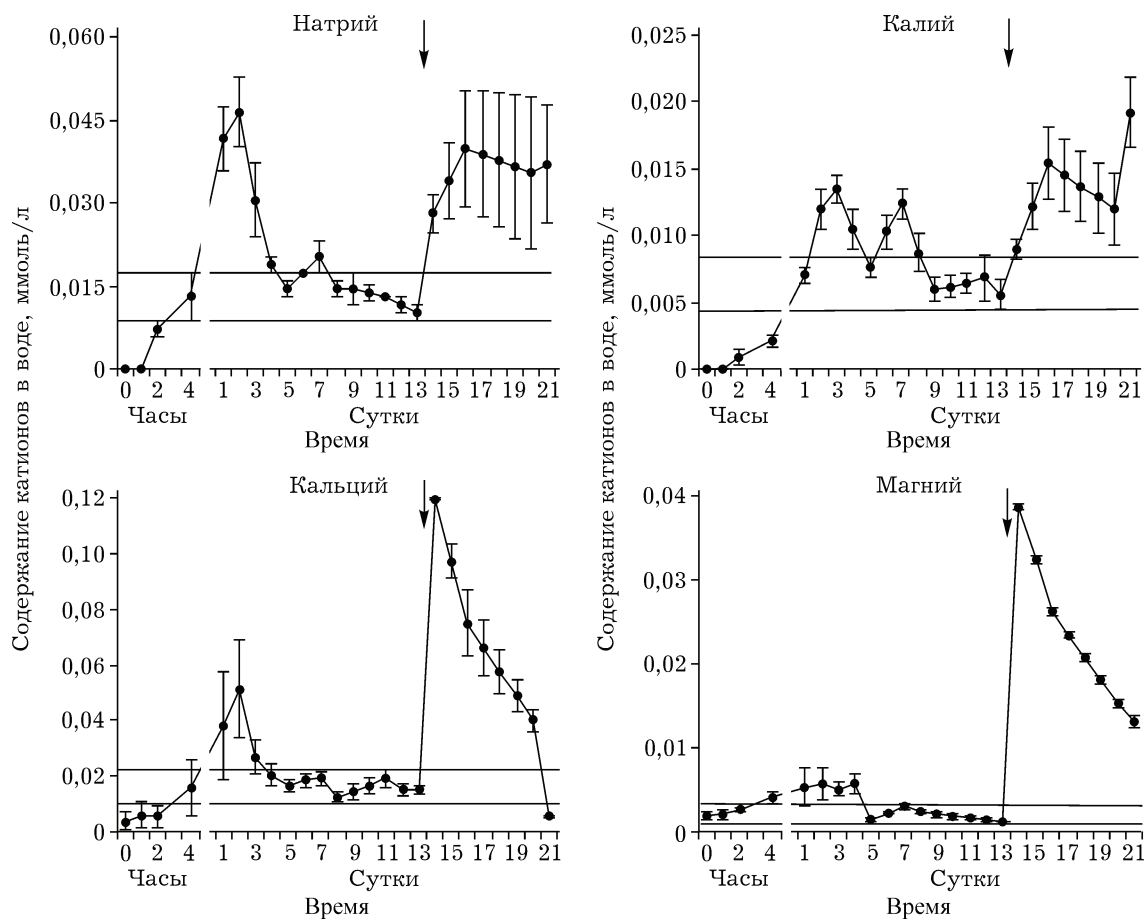
После помещения раков в дистиллированную воду в течение первых 2–3 сут наблюдалось постепенное повышение концентрации ионов (см. рисунок), свидетельствуя об их утечке из организма. Потеря ионов из раков совершалась со скоростью $0,014 \pm 0,003$, $0,0021 \pm 0,0002$, $0,02 \pm 0,01$, $0,005 \pm 0,001$ ммоль/100 г сырой массы за 1 ч соответственно для натрия, калия, кальция и магния. В сходных экспериментах [Martemyanov, Mavrin, 2012] на плотве *Rutilus rutilus* L., скорость потерь разных ионов составила $0,07 \pm 0,02$, $0,01 \pm 0,002$, $0,02 \pm 0,01$ и $0,003 \pm 0,001$ ммоль/100 г сырой массы за 1 ч соответственно для натрия, калия, кальция и магния. Видно, что скорость потерь одновалентных ионов у рака ниже для натрия и калия в 5 раз, а двухвалентных для кальция является сходной, а магния выше в 1,7 раза. Потери ионов из организма гидробионты компенсируют за счет их транспорта из внешней среды, затрачивая энергию. Следовательно, для поддержания ионного гомеостаза раку требуется меньше энергии на компенсацию потерь одновалентных ионов и несколько больше для магния по сравнению с плотвой.

В последующем, на 5–13-е сут эксперимента, содержание катионов в дистиллированной воде устанавливалось на определенных уровнях, которые удерживались в ходе

Т а б л и ц а 1

Содержание катионов в гемолимфе речного рака, отловленного в р. Ильдь

Показатель	Гемолимфа, ммоль/л	Речная вода, ммоль/л	Градиент гемолимфа/среда
Натрий	178,0 ± 2,5	0,66	270
Калий	7,1 ± 0,5	0,09	79
Кальций	17,3 ± 0,7	1,90	9
Магний	3,0 ± 0,1	0,47	6



Динамика содержания катионов в среде после помещения раков в дистиллированную воду.

Пороговые концентрации электролитов в воде, при которых достигается ионный баланс между раками и средой, отмечены горизонтальными линиями относительно оси абсцисс

эксперимента в узкой зоне концентраций (на рисунке ограничены сплошными линиями относительно оси абсцисс). Стабильное состояние содержания катионов в воде указывает на ионный баланс (равенство потерь и активного транспорта) между организмами раков и средой.

Уменьшение минерализации воды до пороговых значений сопровождалось существен-

ным увеличением градиентов ионов между внутренней и внешней средой раков (табл. 2). Так, по отношению к природным значениям (см. табл. 1) при пороговых концентрациях градиенты ионов между организмами раков и средой возросли для натрия, калия, кальция, магния в 33, 8, 147, 318 раз соответственно. Эта ситуация усиливает нагрузку на системы обеспечения осмотического, ионно-

Т а б л и ц а 2

Пороговые концентрации катионов в экспериментальной воде и гемолимфе раков в лабораторных условиях

Показатель	Гемолимфа, ммоль/л	Пороговые концентрации ионов в экспериментальной воде, ммоль/л	Градиент гемолимфа/среда
Натрий	115,8 ± 2,9	0,0087–0,0174	8874
Калий	4,2 ± 0,3	0,0046–0,0087	632
Кальций	21,6 ± 2,1	0,0105–0,0222	1321
Магний	4,3 ± 0,2	0,0012–0,0033	911

Т а б л и ц а 3
Пороговые концентрации катионов в среде для различных видов гидробионтов

Вид	Пороговые концентрации катионов в среде, ммоль/л				Ссылка
	Натрий	Калий	Кальций	Магний	
<i>Astacus astacus</i>	0,0087–0,0174	0,0046–0,0087	0,0105–0,0222	0,0012–0,0033	Табл. 2
<i>Dreissena polymorpha</i>	0,07	0,0015	0,30	0,01	[Мартемьянов, 2011]
<i>Sphaerium sueticum</i>	0,10	0,0049	0,05	–	[Виноградов и др., 1987]
<i>Rutilus rutilus</i>	0,015–0,019	0,012–0,015	0,006–0,009	0,002–0,003	[Мартемуапов, Маврин, 2012]
<i>Perca fluviatilis</i>	0,0045–0,0051	0,0099–0,0112	0,0005–0,0007	0,0004–0,0005	[Мартемьянов, Маврин, 2011]
<i>Carassius auratus</i>	0,02–0,03	0,008–0,015	0,05–0,06	0,05	[Виноградов, Комов, 1988]
<i>Spirigera</i>	0,003–0,007	0,002–0,003	0,0017–0,0022	0,0012–0,0018	[Мартемьянов, Маврин, 2012]

го и кислотно-щелочного баланса организма, требуя на это дополнительных энергетических затрат. В результате снижается доля ресурсов, идущая на рост организма. На основе этого можно предполагать, что с уменьшением минерализации воды темп роста раков будет снижаться. Показано [Мартемьянов, 1989], что аналогичная зависимость справедлива и для рыб.

Как показывают полученные данные (см. табл. 2), раки обладают высокой способностью транспортных структур поглощать ионы магния из внешней среды. Пороговые концентрации для ионов натрия и калия близки между собой, но несколько выше по сравнению с таковыми для магния. Хуже всего раки способны извлекать из воды ионы кальция. Требуются более высокие концентрации этого элемента в воде по сравнению с магнием, натрием и калием.

У раков, находящихся в течение трех недель в дистиллированной воде, уровни одновалентных ионов натрия и калия в гемолимфе ниже, чем у речных на 34,9 и 40,9 % соответственно, тогда как уровни двухвалентных катионов кальция и магния выше на 24,8 и 43,3 % (см. табл. 2). Поскольку дистиллированная вода не содержит катионов, то увеличение содержания кальция и магния в гемолимфе обусловлено их поступлением из органов и тканей организма. Эти результаты свидетельствуют о том, что при адаптации раков к низкоминерализованной воде большое значение имеет поддержание во внутренней среде организма повышенных концентраций кальция и магния.

О важности кальция и магния в обеспечении жизнедеятельности раков свидетельствуют данные, полученные в специальном эксперименте. На 13-е сут опыта в каждую емкость с раками было добавлено по 250 мл речной воды (на рисунке отмечено стрелками). В результате содержание каждого иона увеличилось в экспериментальной среде на определенную величину. В дальнейшем концентрация натрия и калия в среде оставалась на повышенных стабильных уровнях, тогда как ионы кальция и магния усиленно поглощались раками (см. рисунок).

Речной рак *Astacus astacus* имеет жабры, которые являются основными органами,

Сезонная динамика содержания катионов (ммоль/л) в реке Ильдь в 2009 г.

Месяц	Натрий	Калий	Кальций	Магний
Март	0,29–0,47	0,04–0,07	1,00–2,00	0,44–0,54
Апрель	0,02–0,37	0,015–0,11	0,37–2,00	0,14–0,49
Май	0,05–0,21	0,04–0,05	1,17–1,62	0,39–0,45
Июнь	0,29	0,06	1,90	0,47
Июль	0,51–0,52	0,06–0,08	1,35–1,67	0,48–0,49
Сентябрь	0,79	0,13	1,35	0,58
Октябрь	0,72	0,17	2,17	0,57
Декабрь	0,28	0,08	1,45	0,44

участвующими в процессах дыхания и ионной регуляции. Эффективность структур и систем, участвующих в ионном обмене между организмом и средой через жабры оценивается величиной пороговых концентраций. Чем ниже пороговые концентрации, тем выше способность организма поддерживать ионный гомеостаз. Полученные данные показывают, что пороговые концентрации для рака имеют очень низкие значения, указывающие на высокую способность этого вида извлекать различные ионы из воды (см. табл. 2).

По убыванию эффективности ионной регуляции (возрастанию пороговых концентраций) изученные виды (табл. 3) располагаются в следующей последовательности. По отношению к ионам натрия: *Spirogyra* L. → *Perca fluviatilis* L. → *A. astacus* → *R. rutilus* → *C. auratus* L. → *Dreissena polymorpha* Pallas → *Sphaerium sueticum* West. Видно, что *Spirogyra* способна извлекать ионы натрия при более низких его концентрациях в воде по сравнению с другими гидробионтами. Диапазоны пороговых концентраций натрия в среде для водоросли и окуня частично перекрываются между собой, указывая на близкую способность этих двух видов извлекать этот ион из воды. Способность натриевого насоса жабр рака осуществлять транспорт ионов натрия из воды лучше по сравнению с таковой, выявленной для плотвы, карася и двух видов двустворчатых моллюсков.

Изученные виды по убыванию способности поглощать ионы калия из воды располагаются в следующей последовательности:

D. polymorpha → *Spirogyra* → *S. sueticum* → *A. astacus* → *C. auratus* → *P. fluviatilis* → *R. rutilus*. Сравнение показывает, что *D. polymorpha* и *Spirogyra* обладают наилучшей способностью поглощать ионы калия из воды. У речного рака и шаровки эта способность является сходной. Хуже всех способны извлекать из внешней среды ионы калия карась, окунь и плотва.

Пороговые концентрации ионов кальция в воде для изученных видов возрастают в следующей последовательности: *P. fluviatilis* → *Spirogyra* → *R. rutilus* → *A. astacus* → *S. sueticum* → *C. auratus* → *D. polymorpha*. Способность извлекать ионы кальция из внешней среды наиболее высокая у окуня и *Spirogyra* и несколько ниже у плотвы и рака (см. табл. 3). Пороговые концентрации ионов кальция в воде для карася и шаровки не различаются, но существенно выше, чем у плотвы и рака. Дрейссена хуже всех способна поглощать ионы кальция из воды. Пороговая концентрация ионов кальция в среде для дрейссены существенно выше по сравнению с другими видами.

Результаты свидетельствуют, что изученные виды имеют эффективные структуры, позволяющие извлекать ионы магния при низких его концентрациях в воде. Пороговые концентрации для магния располагаются по возрастанию в следующем порядке: *P. fluviatilis* → *Spirogyra* → *A. astacus* → *R. rutilus* → *C. auratus* → *D. polymorpha*. Сравнение показывает, что последовательность расположения видов по эффективности транспорта кальция и магния является сходной. Это ука-

зывает на то, что способность гидробионтов осуществлять транспорт из воды ионов кальция и магния связана между собой. Вид, обладающий наилучшей способностью извлекать из воды ионы кальция, также лучше поглощает и ионы магния.

Содержание катионов в том или ином водоеме подвержено сезонным колебаниям, которые обусловлены таянием снега, обилием дождей или засухами. Нами определена динамика сезонных изменений уровня ионов в местах обитания раков (табл. 4). Выявлено, что концентрация катионов в реке высока, однако в весенний период, при таянии снега, существенно снижается, приближаясь к пороговым значениям. Ранее показано [Martemyanov, Mavrin, 2012], что водоемы северо-западной части Европы имеют слабоминерализованную воду. Снижение по тем или иным причинам концентрации жизненно важных ионов в таких водоемах может губительно сказываться на раках, вызывая массовую гибель. Это следует учитывать при выявлении причин гибели раков в тех или иных местах обитания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Пороговые концентрации натрия, калия, кальция, магния в воде, определяющие границы распространения речного рака в пресных водоемах, составляют 0,0087–0,0174, 0,0046–0,0087, 0,0105–0,0222, 0,0012–0,0033 ммоль/л соответственно. Уменьшение минерализации воды сопровождается существенным увеличением градиентов концентрации катионов между организмом и средой, усиливая нагрузку на системы поддержания водно-солевого обмена. Пороговые концентрации катионов в воде различаются для разных видов. Данные по пороговым значениям уровня ионов в среде обитания позволяют составить прогноз о границах распространения различных видов, включая вселенцев, в слабоминерализованные водоемы, а также оценить степень влияния на гидробионты снижение концентрации электролитов в воде. Выращивание раков в аквакультуре более экономично в воде повышенной минерализации.

ЛИТЕРАТУРА

- Виноградов Г. А. Процессы ионной регуляции у пресноводных рыб и беспозвоночных. М.: Наука, 2000. 216 с.
- Виноградов Г. А., Биочино Г. И. Физиологические особенности моллюсков *Dreissena polymorpha* (Pall.) и *Dreissena bugensis* (Andr.), обитающих в Рыбинском водохранилище // Биол. внутр. вод. 2005. № 3. С. 74–78.
- Виноградов Г. А., Клерман А. К., Комов В. Т. Особенности ионного обмена пресноводных моллюсков в условиях высокой концентрации ионов водорода и низкой минерализации внешней среды // Экология. 1987. № 3. С. 81–84.
- Виноградов Г. А., Комов В. Т. Ионный обмен у золотого караса и карпа при акклимации к воде низкой минерализации // Вопр. ихтиологии. 1988. Т. 28, № 1. С. 124–131.
- Воронин В. Н. Современное состояние изученности болезней и паразитов речных раков // Состояние естественных запасов, воспроизводство и товарное выращивание речных раков: сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 1989. Вып. 300. С. 137–148.
- Догель В. А. Чума раков (исторический обзор) // Там же. С. 124–136.
- Мартемьянов В. И. Влияние солёности на пресноводных рыб // Зоол. журн. 1989. Т. 68, № 5. С. 72–81.
- Мартемьянов В. И. Влияние минерального состава внешней среды на показатели водно-солевого обмена вселившейся в Рыбинское водохранилище дрейссены *Dreissena polymorpha* Pallas // Рос. журн. биол. инвазий. 2011. № 2. С. 120–134.
- Мартемьянов В. И., Маврин А. С. Влияние ионов меди на организм окуня при пороговых концентрациях катионов в пресной воде // Антропогенное влияние на водные организмы и экосистемы: в 2 ч. Борок: ООО ТР-принт, 2011. Ч. 1. С. 159–162.
- Мартемьянов В. И., Маврин А. С. Пороговые концентрации катионов во внешней среде, определяющие границы выживания нитчатой водоросли *Spirogyra* в пресных водоемах // Сиб. экол. журн. 2012. № 3. С. 345–350. [Martemyanov V. I., Mavrin A. S. Threshold environmental concentration of cations determining the boundaries of survival of the filamentous alga *Spirogyra* sp. in freshwater reservoirs // Contemporary Problems of Ecology. 2012. Vol. 5, N 3. P. 250–254.]
- Федотов В. П. К вопросу об охране рачных водоемов и организации рационального промысла раков // Материалы совещания по проблемам охраны, рационального использования и воспроизводства речных раков. М.: Медина, 1997. С. 14–37.
- Федотов В. П. Организационные аспекты фермерских хозяйств по выращиванию и маркетингу раков. Сер. Аквакультура. М.: ВНИЭРХ, 1994. Вып. 1. С. 12–22.
- Цукерзис Я. М. Использование перспективных видов речных раков водоемов Северо-Запада СССР для развития раководства // Состояние естественных запасов, воспроизводство и товарное выращивание

- речных раков: сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 1989. Вып. 300. С. 5–10.
- Holdich D. M. Distribution of crayfish in Europe and some adjoining countries // Bull. Fr. Peche Piscic. 2002. Vol. 367. P. 611–650.
- Martemyanov V. I., Mavrin A. S. Threshold environmental concentrations of cations defining the range of roach *Rutilus rutilus* L. in freshwater reservoirs // Inland Water Biology. 2012. Vol. 5, N 1. P. 91–95.
- Westman K., Savolainen R., Julkunen M. Replacement of the native crayfish *Astacus astacus* by the introduced species *Pacifastacus leniusculus* in small, enclosed Finnish lake: a 30-year study // Ecography. 2002. Vol. 25. P. 53–73.

Threshold Concentrations of Cations in Environment Determining the Borders of Area of the River Crayfish (*Astacus astacus*) in Fresh Water Reservoirs

V. I. MARTEMYANOV, A. S. MAVRIN

*Papanin Institute of Biology of Inland Waters RASciences
152742, Yaroslavl Region, Nekouz District, Borok
E-mail: martem@ibiw.yaroslavl.ru*

The content of sodium, potassium, calcium, magnesium in the haemolymph of the river crayfish caught naturally, was maintained at the levels of 178.0 ± 2.5 , 7.1 ± 0.5 , 17.3 ± 0.7 , 3.0 ± 0.1 mmol/l, respectively. It is shown that the threshold concentrations of sodium, potassium, calcium, magnesium in water, determining the borders of the area of river crayfish in fresh water reservoirs, make 0.0087–0.0174, 0.0046–0.0087, 0.0105–0.0222, 0.0012–0.0033 mmol/l, respectively. Reduction of water mineralization was accompanied by essential increase in the gradients of cation concentrations between an organism and the environment, strengthening the load on the systems of water-salt exchange maintenance. The comparative analysis on the threshold concentration obtained for river crayfish, roach, perch, goldfish, crucian, two species of two-folding molluscs and filamentous alga *Spirogyra* is carried out.

Key words: river crayfish, threshold concentration, sodium, potassium, calcium, magnesium.