

УДК 57.083:574.21

РЕГИСТРАЦИЯ КАРДИОРИТМА ДВУСТВОРЧАТОГО МОЛЛЮСКА *CRISTARIA PPLICATA* (LEACH, 1815) ИЗ РЕКИ СУНГАРИ (КИТАЙ)

© 2019 г. В. В. Зарыхта¹, Т. В. Кузнецова², А. Н. Шаров^{2,3},
С. В. Холодкевич^{2,4}, Zhang Zhaon Han¹, Feng Yujie^{1,*,**}

¹ Харбинский политехнический университет, Китай, Harbin Institute of Technology,
N73, Huanghe Road, Nangang District, Harbin 150090, China

² Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН,
ул. Корпусная, 18, Санкт-Петербург, 197110, Россия

³ Институт биологии внутренних вод РАН, Борок Ярославской обл., 152742, Россия

⁴ Санкт-Петербургский государственный университет,
Университетская наб., 7/9, Санкт-Петербург, 199034, Россия

*e-mail: yujief@hit.edu.cn

**e-mail: hitzh@hit.edu.cn

Поступила в редакцию 12.03.2019 г.

После доработки 01.04.2019 г.

Принята к публикации 26.04.2019 г.

DOI: 10.1134/S0044452919050140

Впервые зарегистрирована и проанализирована активность сердца пресноводного двустворчатого моллюска гребенчатки, *Cristaria plicata* (Leach, 1815), обитающего в реке Сунгари вблизи г. Харбин (провинция Хэйлунцзян, Китай, 45.77 N, 126.59 E). Эти крупные моллюски (с длиной раковины до 25–30 см и весом до 1 кг, продолжительность жизни до 30–40 лет) широко распространены в пресноводных водоемах Дальнего Востока, Китая и Индии, их относят к промысловым беспозвоночным, используют их и в аквакультуре для искусственного выращивания жемчуга [1–3]. Однако эти моллюски могут приносить и существенный вред, являясь переносчиками ряда паразитов и патогенных инфекций [2].

В биоиндикации пресноводных водоемов гребенчатка рассматривается как живой монитор качества (экологического состояния) пресноводных экосистем, в которых она обитает. Вследствие своей активной способности к фильтрации больших объемов воды (до 10 л/сут., как и у других Unionidae [4]) и питанию детритом, гребенчатка участвует в процессах естественного очищения водоемов и водотоков, заметно улучшая их качество. Ши и соавт. считают [3], что эти пресноводные моллюски вносят значительный вклад в процессы биоминерализации органического вещества и в очищение воды: 88% осветление, 59% взвешенный детрит, 6% общий азот, 67% общий фосфор, 81% ХПК (химическое потребление кислорода) и 44 БПК (биологическое потребление кислорода). Однако о физиологии этого моллюска почти ничего не известно,

имеются только единичные данные по биохимическим показателям [5].

В ряде работ для оценки экологического состояния водных экосистем предложено использовать функциональные показатели животных, обитающих в исследуемых акваториях [6]. Так, на основе неинвазивного мониторинга кардиоритма моллюсков и ракообразных [7, 8] предложено оценивать функциональное состояние животных и биологические эффекты загрязнения среды их обитания. Поэтому представляло интерес попытаться зарегистрировать ритм биения сердца гребенчатки и получить предварительные данные о частоте сердечных сокращений (ЧСС) и вариабельности ритма.

Гребенчатку доставали со дна р. Сунгари (Харбин, Китай) неводом, транспортировали в емкостях с водой в Государственную ведущую лабораторию урбанизированных водных ресурсов и окружающей среды (State Key Laboratory of Urban Water Resource and Environment, School of Environment) Харбинского политехнического института, где их содержали индивидуально в 20 л стеклянных аквариумах с отстоянной водопроводной водой температурой $20 \pm 2^\circ\text{C}$ при постоянной аэрации и режиме освещения 12 ч день: 12 ч ночь, что соответствовало природным условиям). Ежедневно меняли $\frac{1}{2}$ воды в аквариуме. После очистки раковины с помощью наждачной бумаги в районе гребня для уменьшения толщины с 1–1.5 мм до 0.5 мм на поверхность раковины наклеивали миниатюрный датчик (1.5 г весом) кардиоактивности, соединенный опто-во-

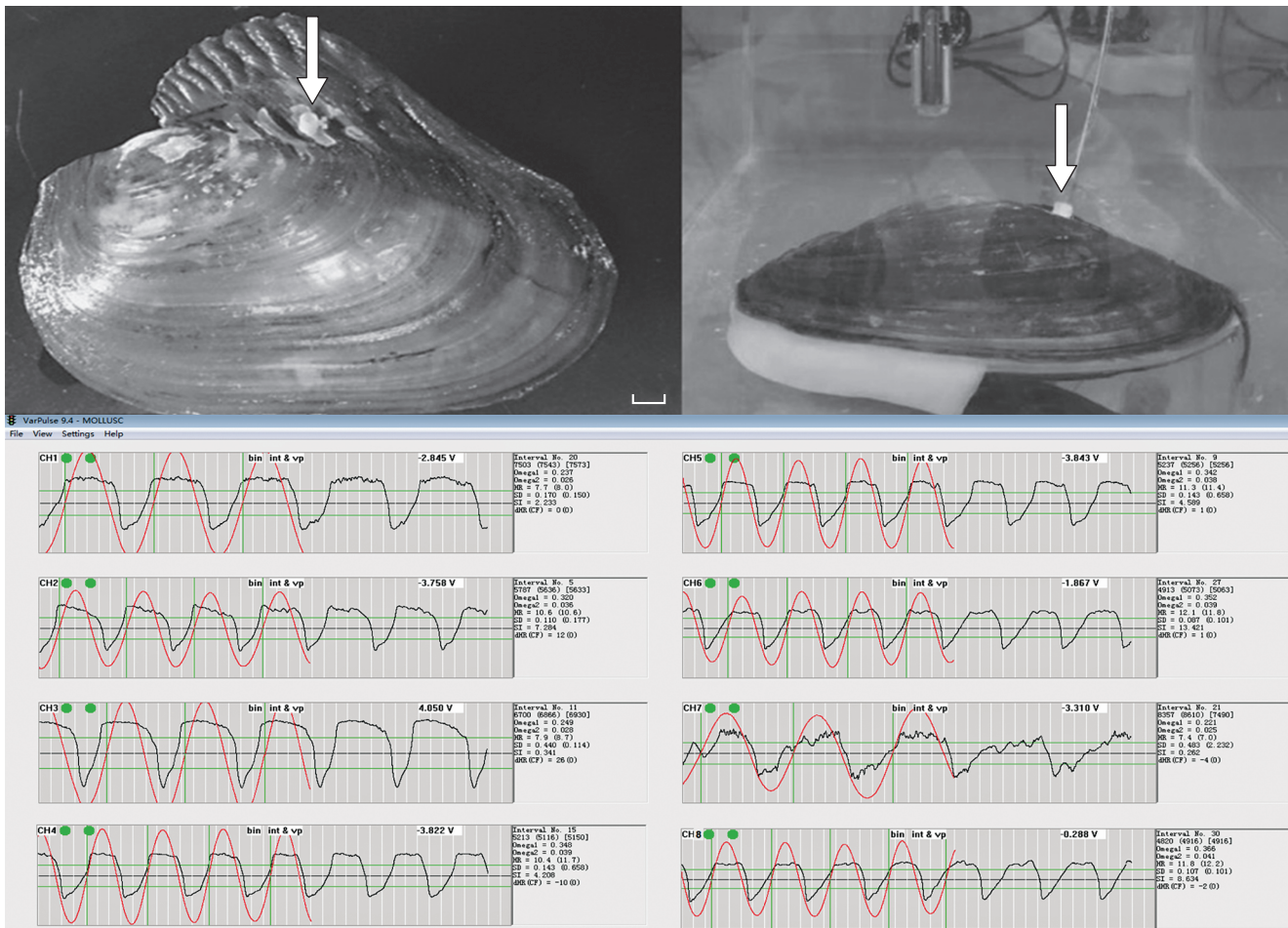


Рис. 1. Гребенчатка с наклеенным держателем датчика (стрелки) для регистрации сигнала сокращения сердца. Масштаб – 1 см. Пример записи сердечных сокращений одновременно у 8 моллюсков в программе VarPulse 9.4.

локном с фотоплетизмографом ЛВОПП (ООО “НИЦ “Экоконтур”, Россия) [8]. Место расположения датчика для регистрации устойчивого кардиосигнала и полученные фотоплетизмограммы гребенчатки приведены на рис. 1. ЧСС группы из 8-ми моллюсков в ходе эксперимента существенно не изменялась и составляла от 6.4 до 12 уд/мин, со средней ЧСС 9.36 ± 2.1 уд/мин, которую можно рассматривать в качестве фоновой для условий их аквариумного содержания в указанных выше лабораторных условиях содержания.

В результате наблюдения за динамикой ЧСС этих моллюсков в течение недели было выявлено, что гребенчатка не меняет сердечный ритм в ответ на изменение освещения, как это было выявлено ранее у мидий [8], у нее отсутствует суточный (циркадный) ритм кардиоактивности. Гребенчатка достоверно снижала ЧСС (на 15–20% от фоновых значений) при экспериментальном повышении (3–6 г/л NaCl) солёности воды (гиперосмотическое воздействие), в отличие от других ранее исследованных нами пресноводных моллюсков рода

Unionidae [9]. Данная особенность кардиоритма гребенчатки очевидно связана с особенностями ее метаболизма. Известно, что скорость метаболизма зависит от размера моллюсков [4]. Соответственно, ЧСС крупных моллюсков меньше по сравнению с мелкими особями. В настоящем исследовании было показано, что зависимость ЧСС от длины моллюска (в интервале длин от 17 до 25 см) являлась линейной ($y = -0.14x + 33.4$, $R^2 = 0.458$, $p = 0.02$).

Использование показателей кардиоактивности этих крупных и широко распространенных на Дальнем Востоке и в Китае моллюсков может быть перспективным для оценки состояния пресноводных экосистем [6], в которых они обитают. Фоновые показатели ЧСС (ЧСС покоя) могут быть использованы в экотоксикологических исследованиях как базовые показатели для оценки вариабельности сердечного ритма этих моллюсков при стрессовых воздействиях. Полученные предварительные результаты могут быть полезными при изучении особенностей механизмов адаптации

этих моллюсков к условиям хронического загрязнения природных водоемов, в которых они обитают, что и будет представлять для авторов статьи интерес в их будущих исследованиях.

ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки России (тема АААА-А19-119020190122-6) и при частичной поддержке National Key Research and Development Program of China (2017YFA0207204), Fundamental Research Funds for the Central Universities” (НИТ. МКСТИСП. 2016 14), и Nanqi Ren Studio, Academy of Environment & Ecology, Harbin Institute of Technology (HSCJ201707).

СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ

Все применимые международные, национальные и/или институциональные принципы ухода и использования животных были соблюдены.

Настоящая статья не содержит результатов каких-либо исследований с участием людей в качестве объектов исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Прозорова Л.А., Саенко Е.М., Богатов В.В., Wu M., Liu Y.Y. Двустворчатые моллюски реки Янцзы. Бюллетень Дальневосточного Малакологического общества. 9: 46–58. 2005. [Prozorova L.A., Sayenko E.M., Bogatov V.V., Wu M., Liu Y.Y. Bivalves of the Yangtze River drainage. The Bulletin of the Russian Far East Malacological Society. 9: 46–58. 2005 (in Russ)].
2. Wen C., Nie P., Zhu Z. Population dynamics of the water mite *Unionicola arcuate* (Unionicolidae) in the freshwater bivalve *Cristaria plicata* (Unionidae) in Poyang Lake, eastern China. Dis. Aquat. Org. 70 (1-2): 123–127. 2006.
3. Shi Y., Zhang X. Q., Fu C. Y., Gao F., Xu R. X. The preliminary discussions to deparating eutrophication lake by zooplankton. [in Chinese]. J. Northeastern Conservancy and Electricity of Water. 164 (3): 31–33. 1998.
4. Алимов А. Ф. Функциональная экология пресноводных двустворчатых моллюсков. Л.: Наука. 1981. [Alimov A.F. Funkcional'naya ekologiya presnovodnykh dvustvorchatykh molluskov. L.: Nauka. 1981 (in Russ)].
5. Li Z., Cha Y., Hu B., Wen C., Jian S., Yi P., Gang Y. Identification and characterization of two distinct sigma-class glutathione-S-transferase from freshwater bivalve *Cristaria plicata*. Comparative Biochemistry and Physiology. Part B. 219–220: 52–61. 2018.
6. Depledge M.H., Galloway T.S. Healthy animals, healthy ecosystems. Frontiers in Ecology and the Environment. 3 (5): 251–258. 2005.
7. Depledge M.H., Andersen B.B. A computer-aided physiological monitoring system for continuous, long-term recording of cardiac activity in selected invertebrates. Comp. Biochem. Physiol. 96 (4): 473–477. 1990.
8. Холодкевич С.В., Кузнецова Т.В., Трусевич В.В. Особенности движения створок и кардиоактивности двустворчатого моллюска *Mytilus galloprovincialis* при различных стрессовых воздействиях. Журн. эвол. биохим. и физиол. 45 (4): 432–434. 2009. [Kholodkevich S.V., Kuznetsova T.V., Kurakin A.S., Ivanov A.V., Trusevich V.V. Peculiarities of valve movement and of cardiac activity of the bivalve mollusc *Mytilus galloprovincialis* at various stress actions. J. Evol. Biochem. Physiol. 45 (4): 432–434. 2009 (in Russ)].
9. Холодкевич С.В., Шаров А.Н., Кузнецова Т.В. Перспективы и проблемы использования биоэлектронных систем в мониторинге состояния экологической безопасности акваторий Финского залива. Региональная экология. 2 (37): 16–26. 2015. [Kholodkevich S.V., Sharov A.N., Kuznetsova T.V. Perspectives and problems of application of bioelectronic systems for monitoring of environmental safety state in the gulf of finland aquatoria. Regional ecology. 2 (37): 16–26. 2015 (in Russ)].

Cardiorhythm Filing in the Clam *Cristaria Plicata* (Leach, 1815) from the songhua River (China)

V. V. Zarykhta^a, T. V. Kuznetsova^b, A. N. Sharov^{b,c}, S. V. Kholodkevich^{b,d}, Zhang Zhaon Han^a, and Feng Yujie^{a,#}

^a Harbin Institute of Technology, Harbin, China

^b St. Petersburg Scientific Research Center for Ecological Safety, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia

^c Papanin Institute for Biology of Inland Waters, Russian Academy of Sciences, Borok, Russia

^d St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

[#]e-mail: yujief@hit.edu.cn