

УДК 574.472.08:595.34(985)

## НОВЫЕ ДАННЫЕ О РАССЕЛЕНИИ *Eurytemora* GIESBRECHT (Copepoda: Calanoida) В РОССИЙСКОЙ АРКТИКЕ

© 2020 г. Е. Б. Фефилова<sup>1,\*</sup>, Н. М. Сухих<sup>2,\*\*</sup>, Е. Е. Расова<sup>1</sup>,  
И. О. Велегжанинов<sup>1,3,\*\*\*</sup>, Е. Н. Абрамова<sup>4,\*\*\*\*</sup>

Представлено академиком РАН Ю.Ю. Дгебуадзе

Поступило 07.02.2020 г.

После доработки 17.02.2020 г.

Принято к публикации 20.02.2020 г.

В результате изучения популяций ракообразных рода *Eurytemora* Giesbrecht из внутренних водоемов бассейнов Белого, Печорского морей, дельты Лены и тихоокеанского побережья США установлено, что вид *Eurytemora gracilicauda* Akatova распространен вдоль всей северной границы российской Евразии, тогда как североамериканский *E. americana* Williams в этих пределах не выявлен. Показаны четкие морфологические и молекулярно-генетические отличия *E. gracilicauda* и *E. americana*.

**Ключевые слова:** систематика *Eurytemora*, арктические бассейны, биогеография

**DOI:** 10.31857/S268673892003004X

Признано, что антропогенные биологические инвазии во внутренние воды являются глобальной экологической проблемой, требующей контроля для сохранения естественного состояния регионального биоразнообразия и экосистем [1]. Веслоногие ракообразные рода *Eurytemora*, населяющие в основном опресненные участки окраинных и межконтинентальных морей, обладают высокой толерантностью по отношению к колебаниям солености [2], а также содержанию в среде загрязняющих веществ [3]. Благодаря этому они являются одной из групп, стоящих во главе списков гидробионтов-вселенцев, чьи ареалы быстро расширяются за счет переноса с балластными водами судов на значительные расстояния [3].

Североамериканский вид *Eurytemora americana* Williams с 1970-х годов регистрировался в Европе,

например, в прибрежных водах Британских островов [4]. Предположение о возможном вселении его в бассейн Белого моря возникло в результате сравнения генов (фрагментов консервативной ядерной 18S рРНК и более вариабельной митохондриальной 16S рРНК) описанного из этого региона *E. brodskyi* Kos [5] и *Eurytemora* из внутренних вод тихоокеанского побережья США [6]. Согласно результатам этого сравнения, рачки обеих популяций (беломорской и тихоокеанской) несомненно принадлежали к одному виду. При этом морфологический анализ был выполнен только для беломорских особей; североамериканские экземпляры, предположительно *E. americana*, для сравнения по морфологическим признакам не использовались, их описание не было опубликовано, а видовое определение, как оказалось, было сделано неверно.

Нашей целью было исследовать морфологически сходные виды: *Eurytemora gracilicauda* Akatova и *E. brodskyi* с использованием методов молекулярной генетики, и получить новые данные по распространению *E. americana* в российской Арктике. Материалом для изучения послужили *Eurytemora* из бассейнов Белого, Печорского морей, дельты р. Лена, о. Врангеля, а также тихоокеанского залива Якуина Бей (Орегон, США), собранные в период 2016–2018 гг. Морфологический анализ проводили по стандартному набору пригодных для видовой идентификации Copepoda признаков. При генетических исследованиях мы придерживались ранее опубликованных ме-

<sup>1</sup> Институт биологии Коми научного центра  
Уральского отделения Российской академии наук,  
Сыктывкар, Россия

<sup>2</sup> Зоологический институт Российской академии наук,  
Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup> Вятский государственный университет, Киров, Россия

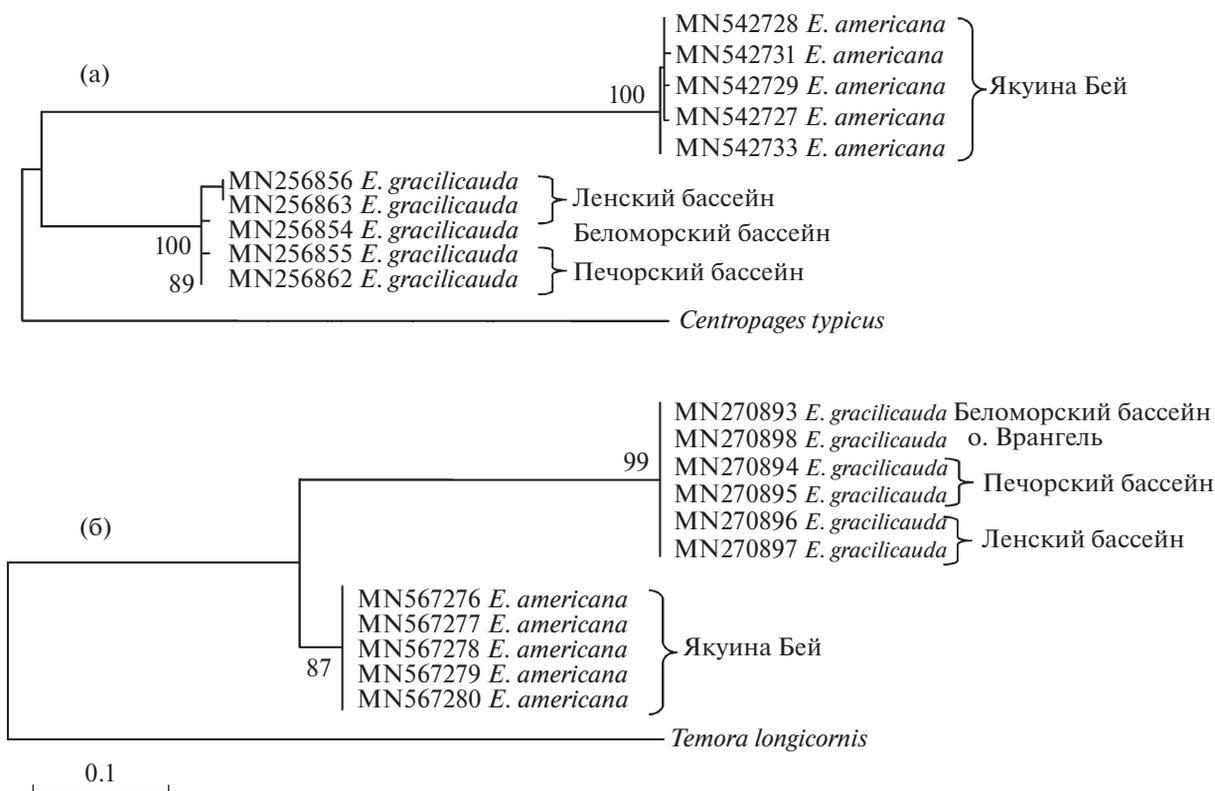
<sup>4</sup> Усть-Ленский заповедник, Тикси, Россия

\*e-mail: fefilova@ib.komisc.ru

\*\*e-mail: susikh1@mail.ru

\*\*\*e-mail: vellio@yandex.ru

\*\*\*\*e-mail: abramova-katya@mail.ru



**Рис. 1.** Филогенетические деревья исследованных особей *Eurytemora*, построенные методом максимального правдоподобия с использованием модели Тамура Неи (а) по данным нуклеотидных последовательностей участка гена COI (633 пар оснований); (б) по данным нуклеотидных последовательностей участка гена 18S рРНК (288 пар оснований). Указаны регистрационные номера последовательностей в Genbank, индексы поддержки бутстрэп-анализа (в %; значения менее 60 не показаны).

тодик [6]. Были проанализированы участки генов COI и 18S рРНК.

В результате генетического анализа 10 особей из всех изученных популяций мы выявили два вида, один из которых был обнаружен во всех российских пробах, другой – на тихоокеанском побережье США. Полученные нуклеотидные последовательности были депонированы в GenBank (номера указаны на рис. 1).

По морфологическим признакам особи из популяций бассейна Печорского моря и дельты р. Лена были определены нами как *E. gracilicauda*. К этому же виду, основываясь на результатах генетических исследований, мы отнесли представителей беломорской популяции, ранее описанных как *E. brodskyi* [6, 7]. Мы можем констатировать высокое сходство особей всех трех популяций из России: беломорской, печорской и ленской, в строении сегментов тела и каудальных ветвей, а также P5 самца и самки (рис. 2а, в). Более того, первоописания двух видов [5, 8] не содержат указаний на какие-либо существенные отличия.

Особи из залива Якуина Бей по морфологическим признакам соответствовали описаниям *E. americana* [4, 7, 9]. С *E. gracilicauda* этот вид схо-

ден в строении последнего торакального сегмента у самок и самцов, генитального сегмента, каудальных ветвей, которые, по нашим данным, у *E. americana* несколько короче, чем у *E. gracilicauda*. Можно предположить, что сходство этих признаков послужило причиной ошибочного представления о видовой принадлежности американской *Eurytemora*, использованной ранее для сравнения с беломорской популяцией [6] и идентичной ей по нуклеотидному составу 18S рРНК. Согласно ранним описаниям [4, 5, 7–9] и нашим данным, *E. gracilicauda* и *E. americana* хорошо отличаются по ряду морфометрических признаков и особенностям вооружения P5.

Идентифицированные нами по морфологическим признакам тихоокеанские *E. americana* обнаруживали четкое отличие от *E. gracilicauda* по обоим исследованным генам: особи беломорской, печорской, ленской популяций и особь с о. Врангеля образовали на филогенетических деревьях одну кладу, тогда как полученные нами последовательности фрагментов ДНК рачков с побережья США – другую (рис. 1). Нуклеотидные различия по гену COI составили 27.6% (рис. 1а), по гену 18S рРНК – 2.2% (рис. 1б). В то же время раз-

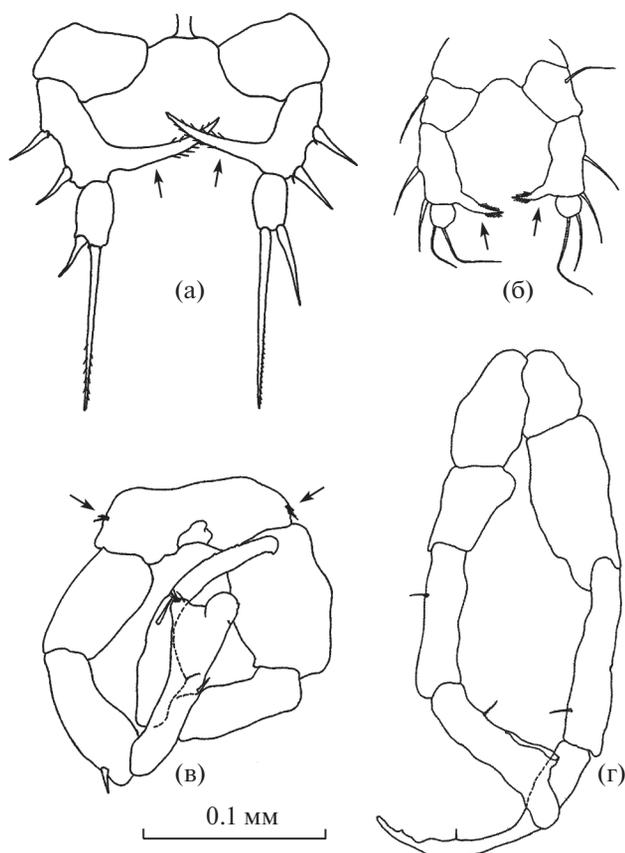


Рис. 2. Строение P5 самок (а, б) и самцов (в, г) *Eurytemora gracilicauda* из дельты р. Лена (а) и бассейна Белого моря (в) и *Eurytemora americana* из залива Якуина Бей (б, г).

личия между популяциями *E. gracilicauda* по гену COI составляли всего 0.4–1.4%, что в целом для копепоид соответствует подвидовому уровню [10].

Таким образом, в результате исследований нами сделано несколько важных заключений, касающихся систематики и географии веслоногих раков рода *Eurytemora*, а также проблемной экологии прибрежных морских сообществ и их биоразнообразия. Во-первых, было установлено, что *E. brodskyi* является младшим синонимом *E. gracilicauda*. Во-вторых, стало очевидным, что вид *E. gracilicauda* распространен шире, чем представлялось ранее: не только на Дальнем Востоке и Аляске [7], но и вдоль всей северной границы российской Евразии. Такому широкому распространению вида могло способствовать его антропогенное расселение (в балластных водах), однако, не исключено, что в некоторых регионах *E. gracilicauda* представляет аборигенную фауну и до сих пор таксон не отмечался там из-за ее недостаточной изученности. Наконец, благодаря нашим данным предположение о вселении североамериканского вида (*E. americana*) в бассейн Белого моря, равно как в другие бассейны

российской Арктики, не получило подтверждения. Молекулярно-генетический и морфологический анализ показали четкую дифференциацию двух видов: *E. gracilicauda* и *E. americana*.

#### БЛАГОДАРНОСТИ

Мы благодарим за предоставленный материал (спиртовые пробы) с о. Врангеля Е.С. Чертопруд и А.А. Новичкову (МГУ им. М.В. Ломоносова), из США — К. Ли (C.E. Lee) (University of Wisconsin) и Ч. Миллера (C. Miller) (Oregon State University).

#### ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Работа выполнена на базе центра коллективного пользования “Молекулярная биология” Института биологии Коми НЦ УрО РАН и в лаборатории молекулярно-генетической систематики ЗИН РАН; в рамках гос. заданий АААА-А17-117112850235-2 (Е.Ф.) и АААА-А19-119020690091-0 (Н.С.), при частичной финансовой поддержке грантов РФФИ: РФФИ 18-44-110017 р\_а (Е.Ф. и И.В.), 19-04-00217А (Е.Ф. и Н.С.), 20-34-70020 (Н.С.). В работе были использованы также материалы коллекции ЗИН РАН.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алимов А.Ф., Богуцкая Н.Г., Орлова М.И., и др. Антропогенное распространение видов животных и растений за пределы исторического ареала: процесс и результат // Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. С. 16–43.
2. Lee C.E., Petersen C.H. Effects of Developmental Acclimation on Adult Salinity Tolerance in the Freshwater-Invasive Copepod *Eurytemora affinis* // Physiological and Biochemical Zoology: Ecological and Evolutionary Approaches. 2003. V. 76 (3). P. 296–301.
3. Chu K.H., Tam P.F., Fung C.H., et al. A biological survey of ballast water in container ships entering Hong Kong // Hydrobiologia. 1997. V. 352. P. 201–206.
4. Brylinski J-M. The pelagic copepods in the Strait of Dover (Eastern English Channel). A commented inventory 120 years after Eugene Canu // Cah. Biol. Mar. 2009. V. 50. P. 251–260.
5. Кос М.С. Новый вид *Eurytemora* из губы Чупа (Белое море). Исслед. фауны морей. 1993. Вып. 45 (53). С. 30–37.
6. Сухих Н.М., Кастрик В., Полякова Н.В., и др. Изолированные популяции *Eurytemora americana* Williams (Crustacea: Copepoda) в наземных ваннах Белого моря — постледниковые реликты или ледниковые инвазии? // Российский журнал биологических инвазий. № 3. С. 118–128.
7. Кос М.С. Веслоногие ракообразные семейств Stephidae и Temoridae (Copepoda: Calanoida) морей России и сопредельных вод. СПб. 2016. 108 с. (Определители по фауне России, издаваемые ЗИН РАН. Вып. 179).
8. Акатова Н.А. Зоопланктон реки Колымы и ее бассейнов // Ученые записки ЛГУ. Серия биологических наук. Вып. 21. № 126. С. 341–367.

9. Moon S.Y., Maran B.A.V. New extension range and complementary description of *Eurytemora americana* (Calanoida: Temoridae) in northern Korea // Marine Biodiversity Records 2016. V. 9 (1).  
<https://doi.org/10.1186/s41200-016-0076-8>
10. Bucklin A., LaJeunesse T.C. Molecular genetic variation of *Calanus pacificus* (Copepoda: Calanoida): preliminary evaluation of genetic structure and subspecific differentiation based on mt-DNA sequences // Calif. Cooperative Oceanic Fish. Invest. 1994. Rep. 35. P. 45–51.

## NEW DATA ON EXPANSION OF *Eurytemora* Giesbrecht (Copepoda: Calanoida) IN THE RUSSIAN ARCTIC

E. Fefilova<sup>a,#</sup>, N. Sukhikh<sup>b</sup>, E. Rasova<sup>a</sup>, I. Velegzhaninov<sup>a,c</sup>, and E. Abramova<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Institute of Biology of Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (IB FRC Komi SC UB RAS), Syktyvkar, Russian Federation

<sup>b</sup> Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russian Federation

<sup>c</sup> Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Vyatka State University”, Kirov, Russian Federation

<sup>d</sup> Ust'-Lena Reserve, Tiksi, Russian Federation

<sup>#</sup>e-mail: [fefilova@ib.komisc.ru](mailto:fefilova@ib.komisc.ru)

Presented by Academician of the RAS Yu.Yu. Dgebuadze

In the result of population studies of *Eurytemora* Giesbrecht genus from the inland water bodies of the White Sea basin, the Pechora Sea basin, the Lena River Delta and the Pacific Ocean coast of the USA we established that *Eurytemora gracilicauda* Akatova is distributed along the entire Russian Arctic. However North American *E. americana* Williams was not revealed in this area. Clear morphological and molecular-genetic differences of *E. gracilicauda* and *E. americana* are presented.

**Keywords:** *Eurytemora* systematic, Arctic basins, biogeography