

Е.В.Ануфриева

Институт биологии южных морей им.А.О.Ковалевского, г.Севастополь

ВОСТОЧНО-АЗИАТСКИЕ ЦЫКЛОПОИДА В АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОМ РЕГИОНЕ

Несмотря на быстро растущий интерес к проблеме вселенцев, циклопоидным копеподам не уделяется должного внимания. Информация по ним отсутствует в обзоре ракообразных-вселенцев и в сводках по видам вселенцам. Описаны находки восточно-азиатских видов в водоёмах восточной Украины (г.Луганск). Учитывая собственные и литературные данные, составлен список видов-вселенцев Cyclopoida недавно появившихся в водах Азово-Черноморского бассейна.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *виды-вселенцы, Copepoda, Азово-Черноморский регион*

Инвазии чужеродных видов рассматриваются сейчас как одна из крупнейших опасностей, угрожающих системе биоразнообразия планеты и её возможностей удовлетворять потребности людей [1 – 3]. Они нередко ведут к существенным нарушениям функций и услуг экосистем, от которых зависит существование и экономическая деятельность людей. Среди разнообразия вселенцев отмечено более 30 видов копепод в пресных и морских водоёмах мира [4 – 10 и др.]. В тоже время, несмотря на быстро растущий интерес к проблеме вселенцев, циклопоидным копеподам не уделяется должного внимания. Информация по ним вообще отсутствует в обзоре ракообразных-вселенцев [11] и в сводке по видам вселенцам (Global Invasive Species Database, <http://www.issg.org/database/welcome>). При этом следует отметить, что циклопоидные копеподы весьма разнообразны, многочисленны и играют важную роль как в морских, так и в континентальных водоёмах [12].

Азово-Черноморский регион характеризуется высоким уровнем антропогенной нагрузки. Это – одна из причин большого количества видов-вселенцев в морях и континентальных водоёмах на водосборе [1, 13 – 15]. Цель статьи – описать собственные новые находки циклопов-вселенцев в прудах г.Луганска и дать краткий обзор свободноживущих циклопоидных копепод, недавно появившихся в Азово-Черноморском регионе.

Материал и методы. Город Луганск (ранее Ворошиловград) расположен на востоке Украины (48°34' с.ш., 39°18' в.д.) в месте слияния рек Лугань и Ольховая. На территории города нет естественных озёр, а только разные искусственные водоёмы. Климат умеренно-континентальный с жарким летом (средняя температура в июле от + 21,8 до + 23,1 °С) и холодной зимой (средняя температура в январе от – 6 до – 8 °С). Самая низкая и высокая температура в Украине была зарегистрирована на метеостанции г.Луганска: + 42,0 °С (12 августа 2010 г.) и – 41,9 °С (8 января 1935 г.). Общее количество осадков 400 – 500 мм в год.

В период с 25 по 30 июля 2013 г. качественные пробы зоопланктона были собраны в последовательно соединённых биологических прудах действующей городской системы очистки сточных вод г.Луганска (6 проб), в пруду

дах другой городской системы очистки сточных вод г.Луганска, которая была закрыта несколько лет назад (2 пробы), в реке Лугань (1 проба) и в реке Луганчик (пгт.Новосветловка) (1 проба). Все эти водоёмы находятся на территории около 6 км². Воду фильтровали через сеть Апштейна, оснащённую капроновым ситом с размером ячеек 110 мкм. Пробы фиксировали 4 % формалином. Одновременно со сбором проб измеряли температуру воды с помощью портативного рН метра (РНН-830). Животных препарировали с использованием бинокля Olympus SZ-PT, затем их помещали в глицерин. Препараты запечатывали лаком для ногтей. Идентификация и измерения рачков были сделаны с помощью микроскопа Carl Zeiss Axio Scope A1. Морфометрические измерения были проведены по [16].

Результаты и обсуждение. Всего было идентифицировано 6 видов Cyclopoida (табл.). В каждой пробе присутствовало 1 – 3 вида Cyclopoida. *Eucyclops roseus* Ishida, 1997 / *Eucyclops* cf. *roseus* был отмечен в 8 пробах. Дважды отмечены *Mesocyclops pehpeiensis* (Hu, 1943), *Thermocyclops dybowskii* (Lande, 1890) и *Paracyclops fimbriatus* (Fischer, 1853) и только единожды - *Eucyclops macrurus* (Sars G.O., 1863) и *Macrocyclus albidus* (Jurine, 1820). Водоёмы первой системы характеризуются очень медленным водообменом с явными признаками цветения фитопланктона. Все другие пробы были взяты в водоёмах с проточной водой; прозрачность воды визуально была выше, чем в водоёмах первой системы. Температура воды в исследован-

Т а б л и ц а 1. Виды Cyclopoida в водоёмах г. Луганска (25 – 30 июля 2013 г.).

водоём	вид Cyclopoida	совместно встреченные группы животных
1 пруд 1 системы	<i>Eucyclops</i> cf. <i>roseus</i> Ishida, 1997	Cladocera
2 пруд 1 системы	<i>Eucyclops</i> cf. <i>roseus</i> Ishida, 1997 <i>Eucyclops roseus</i> Ishida, 1997	Cladocera
3 пруд 1 системы	<i>Eucyclops</i> cf. <i>roseus</i> Ishida, 1997 <i>Eucyclops roseus</i> Ishida, 1997 <i>Mesocyclops pehpeiensis</i> (Hu, 1943)	Cladocera
4 пруд 1 системы	<i>Paracyclops fimbriatus</i> (Fischer, 1853) <i>Eucyclops roseus</i> Ishida, 1997 <i>Eucyclops</i> cf. <i>roseus</i> Ishida, 1997	Cladocera
5 пруд 1 системы	<i>Eucyclops</i> cf. <i>roseus</i> Ishida, 1997 <i>Mesocyclops pehpeiensis</i> (Hu, 1943)	Cladocera, личинки Diptera и Plecoptera
6 пруд 1 системы	<i>Eucyclops</i> cf. <i>roseus</i> Ishida, 1997 <i>Paracyclops fimbriatus</i> (Fischer, 1853)	Cladocera, личинки Diptera и Plecoptera
1 пруд 2 системы	<i>Thermocyclops dybowskii</i> (Lande, 1890)	Cladocera
2 пруд 2 системы	<i>Macrocyclus albidus</i> (Jurine, 1820)	личинки Diptera и Plecoptera
река Лугань	<i>Eucyclops</i> cf. <i>roseus</i> Ishida, 1997 <i>Thermocyclops dybowskii</i> (Lande, 1890) <i>Eucyclops macrurus</i> (Sars G.O., 1863)	Cladocera
река Луганчик	<i>Eucyclops roseus</i> Ishida, 1997 <i>Eucyclops</i> cf. <i>roseus</i> Ishida, 1997	Cladocera, личинки Plecoptera

ных водоёмах варьировала от 21 до 23 °С. В первой системе водоёмов видовой состав Cyclopoida отличался от такового в других (табл.). Возможно, различия в видовом составе Cyclopoida могут быть объяснены экологическими различиями водоёмов.

Среди отмеченных видов *E. roseus* и *M. pehpeiensis* – восточно-азиатские виды, их подробное описание было дано раньше [17]. Новые находки этих видов – третьи в Европе. До этого *E. roseus* был найден в Германии в 1996 г. [18], позднее – в двух водоёмах в Восточном и Западном Крыму [17], *M. pehpeiensis* – в тёплом бассейне ботанического сада в Вене (под названием *Mesocyclops ruttneri* Kiefer, 1981, младший синоним *Mesocyclops pehpeiensis*) и в Восточном Крыму [17]. Оба вида были найдены в луганских водоёмах, где нет антропогенной активности, которая может привести к инвазии чужеродных видов. Занесение птицами, кажется, более правдоподобным объяснением их появления в водоёмах г.Луганска, как и Крыма [17]. Нам не известно ни одно исследование по покоящимся стадиям *M. pehpeiensis*, но вид был найден в нескольких местах в Северной и Центральной Америке [9] за пределами его родины. Это может свидетельствовать о том, что некоторые покоящиеся стадии вида устойчивы к высушиванию и переносятся птицами. Успех в новой среде определяется не только биологическими свойствами потенциальных колонизаторов, но и "иммунитетом" экосистемы, в которую они вторгаются. Дестабилизированные или новые экосистемы с низким видовым разнообразием имеют очень низкую экологическую устойчивость [1, 19, 20]. Следует отметить, что в Луганске, как и в Крыму, циклопы-вселенцы были найдены в новообразованных водоёмах без стабильных сообществ, которые могут служить плацдармом для дальнейшего распространения восточно-азиатских циклопов по всей Европе [17].

Изменение видового состава копепоид может оказывать существенное влияние на динамику популяций, сообществ и экосистем [21]. *M. pehpeiensis*, как и многие другие циклопы, является хищником, который, естественно, влияет на численность и видовой состав своих жертв – ветвистоусых рачков, коловраток и личинок двукрылых насекомых [22, 23]. Этот вид циклопов может изменить состав зоопланктона в своей новой среде обитания, привести к дальнейшей дестабилизации экосистем и «открыть двери» для новых вселенцев.

Учитывая наши и литературные данные, можно составить следующий список видов-вселенцев Cyclopoida в водах Азово-Черноморского бассейна.

1. *Oithona davisae* Ferrari et Orsi, 1984 была впервые отмечена в Чёрном море в 2001 г., ошибочно определённая как *O. brevicornis* [24, 25]. В последующие годы вид увеличивал свою численность в море и в настоящее время является одним из наиболее массовых видов копепоид, временами превышая 90 % общей численности копепоид в планктоне [26]. *O. davisae* исходно является обитателем прибрежных вод Восточной Азии, и, как считают, попала в Чёрное море благодаря судоходству [25].

2. *Eucyclops roseus* ранее был единожды отмечен в Германии в 1996 г. [18]. В апреле и мае 2013 г. вид был найден в водоёмах Восточного и Западного Крыма [17]. В.И.Монченко [12] ранее сделал находку *E. agiloides* в горном Крыму. Возможно, что определённый им *E. agiloides* и *E. roseus* –

один и тот же вид [17]. Скорее всего, вид уже достаточно надежно закрепился в водоёмах региона.

3. *Mesocyclops isabellae* найден в апреле 2013 г. в искусственном быстро осолоняющемся водоёме (солёность $17 \text{ г} \cdot \text{л}^{-1}$) Камыш-Бурунского карьера на Керченском полуострове (Восточный Крым) [17]. Пока невозможно сказать, был ли это лишь единичный занос в регион или вид уже сформировал свою популяцию здесь.

4. *Mesocyclops pehpeiensis* впервые найден в августе 2012 г. в сильно распреснившемся (солёность $0 - 1 \text{ г} \cdot \text{л}^{-1}$) бывшем гиперсолёном озере Кучук-Аджиголь (Восточный Крым) [17]. В июле 2013 г. вид найден в двух функционирующих биологических прудах городской системы очистки сточных вод г. Луганска. Вероятно, можно считать, что вид уже закрепился в регионе.

Кроме этого, в Азово-Черноморском бассейне в турецком озере Сапанка найдена восточно-азиатская паразитическая копепода *Neoergasilus japonicus* (Harada, 1930) [27], причиной заноса которой, вероятно, является развитие аквакультуры. Как видим, и антропогенные факторы, и природные могут обуславливать занос экзотических видов копепод в Азово-Черноморский бассейн.

Три других вида планктонных копепод из Индо-Тихоокеанского региона были зафиксированы в европейских водах в последние годы [5, 28, 29]. Можно предположить, что в ближайшие годы они могут появиться и в Азово-Черноморском бассейне. Можно ли говорить, что это не случайные события, а определённый общий тренд – вселение видов в бассейн из Восточной Азии / Индо-Тихоокеанского региона? Скорей всего, можно. Ведь и такие массовые вселенцы в бентосе Чёрного моря, как моллюски рапана *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) и анадара *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906), ранее не правильно определённая как *A. inaequalvis* (Bruguère, 1789), имеют тоже происхождение [1, 30]. *E. roseus*, *M. pehpeiensis* и *M. isabellae* - термофильные виды, поэтому их появление может указывать на влияние потепления климата на европейскую фауну копепод; но мы должны собрать больше данных на большем интервале времени, чтобы подтвердить или опровергнуть эту гипотезу.

Благодарности. Автор выражает благодарность В.М.Ануфриеву за помощь в сборе проб, Н.В.Шадрину за ценные советы при написании данной рукописи и М.К.Холинской за помощь и советы по идентификации видовой принадлежности Cyclopoida. Обработка проб и написание работы были сделаны в лаборатории ресурсов солёных озёр и окружающей среды Института минеральных ресурсов КАГН (Пекин, Китай), за что автор благодарна её директору М.Жен и коллективу сотрудников.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Gomoiu M.T., Alexandrov B., Shadrin N., Zaitsev Y. The Black Sea – a recipient, donor and transit area for alien species / Invasive Aquatic Species of Europe, Distribution, Impacts and Management / Eds E.Leppäkoski, S.Gollasch, S.Olenin. – Netherlands: Springer, 2002. – P.341-350.
2. MacNeel J.A. The Great Reshuffling: Human Dimensions of Invasive Alien Species. – Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN, 2001. – 109 p.

3. Richardson D.M. Fifty Years of Invasion Ecology: The Legacy of Charles Elton.– Oxford: Wiley-Blackwell, 2011.– 456 p.
4. Brandorff G.O. The copepod invader *Skistodiaptomus pallidus* (Herrick, 1879) (Crustacea, Copepoda, Diaptomidae) from North America in water bodies of Bremen, northern Germany // Aquatic Invasions.– 2011.– 6, Suppl.1.– P.1-5.
5. Ferrari I., Rossetti G. New records of the centropagid *Boeckella triarticulata* (Thomson, 1883) (Copepoda: Calanoida) in Northern Italy: evidence of a successful invasion? // Aquatic Invasions.– 2006.– 1.– P.219-222.
6. Reid J.W. *Arctodiaptomus dorsalis* (Marsh): A Case History of Copepod Dispersal // Banisteria.– 2007.– 30.– P.3-18.
7. Reid J.W., Reed E.B. First records of two Neotropical species of *Mesocyclops* (Copepoda) from Yukon Territory: Cases of passive dispersal? // Arctic.– 1994.– 47.– P.80-87.
8. Shadrin N. *Acartia tonsa* (Copepoda) in the Black and Caspian Seas: Review of its success and some lessons // J. Biosafety.– 2013.– 22.– P.229-236.
9. Suarez-Morales E., Gutierrez-Aguirre M.A., Torres J.L., Hernandez F. The Asian *Mesocyclops pehpeiensis* Hu, 1943 (Crustacea, Copepoda, Cyclopidae) in Southeast Mexico with comments on the distribution of the species // Zoosystema.– 2005.– 27.– P.245-256.
10. Sukhikh N., Souissi A., Souissi S., Alekseev V. Invasion of *Eurytemora* sibling species (Copepoda: Temoridae) from north America into the Baltic Sea and European Atlantic coast estuaries // J. Natur. History.– 2013.– 47.– P.753-767.
11. Hänfling B., Edwards F., Gherardi F. Invasive alien Crustacea: dispersal, establishment, impact and control // BioControl.– 2011.– 56.– P.573-595.
12. Монченко В.И. Свободноживущие циклопообразные копеподы Понто-Каспийского бассейна.– Киев: Наукова думка, 2003.– 350 с.
13. Семенченко В.П., Сон М.О., Новицкий Р.А., Квач Ю.В., Панов В.Е. Чужеродные макробеспозвоночные и рыбы в бассейне реки Днепр // Российский Журнал Биологических Инвазий.– 2014.– 4.– С.76-95.
14. Шадрин Н.В. Виды-вселенцы в Азовском и Черном морях: причины и последствия / Виды-вселенцы в Европейских морях России / Под ред. Г.Г.Матишова.– Апатиты, 2000.– С.76-90.
15. Grigorovich I.A., MacIsaac H.J., Shadrin N.V., Mills E.L. Patterns and mechanisms of aquatic invertebrate introductions in the Ponto-Caspian region // Canad. J. Fisheries and Aquatic Sciences.– 2002.– 59.– P.1189-1208.
16. Koźmiński Z. Morphometrische und ökologische Untersuchungen an Cyclopiden der strenuus-Gruppe // Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie.– 1936.– 33.– P.161-240.
17. Anufrieva E., Holynska M., Shadrin N. Current invasions of Asian Cyclopid species (Copepoda: Cyclopidae) in Crimea, with taxonomical and zoogeographical remarks on the hypersaline and freshwater fauna // Annales Zoologici.– 2014.– 64.– P.109-130.
18. Ishida T. *Eucyclops roseus*, a new Eurasian copepod and the *E. serrulatus-speratus* problem in Japan // Japan. J. Limnology.– 1997.– 58.– P.349-358.
19. Paavola M., Olenin S., Leppäkoski E. Are invasive species most successful in habitats of low native species richness across European brackish water seas? // Estuarine, Coastal and Shelf Science.– 2005.– 64.– P.738-750.
20. Parkes S.M., Duggan I.C. Are zooplankton invasions in constructed waters facilitated by simple communities? // Diversity and Distribution.– 2012.– 18.– P.1199-1210.

21. Hausch S., Shurin J.B., Matthews B. Variation in body shape across species and populations in a radiation of Diaptomid Copepods // PLoS ONE.– 2013.– 8.– P.1-12. e68272. doi:10.1371/journal.pone.0068272
22. Nagata T., Hanazato T. Different predation impacts of two cyclopoid species on a small-sized zooplankton community: an experimental analysis with mesocosms // Hydrobiologia.– 2006.– 556.– P.233-242.
23. Sarma S.S., Jiménez-Contreras J., Fernández R., Nandini S., García-García G. Functional responses and feeding rates of *Mesocyclops pehpeiensis* Hu (Copepoda) fed different diets (rotifers, cladocerans, alga and cyanobacteria) // J. Natur. History.– 2013.– 47.– P.841-852.
24. Загородняя Ю.А. *Oithona brevicornis* в Севастопольской бухте – случайность или новый вселенец в Черное море? // Экология моря.– 2002.– 61.– С.43.
25. Temnykh A., Nishida S. New record of the planktonic copepod *Oithona davisae* Ferrari and Orsi in the Black Sea with notes on the identity of "*Oithona brevicornis*" // Aquatic Invasions.– 2012.– 7.– P.425-431.
26. Altukhov D.A., Gubanova A.D., Mukhanov V.S. New invasive copepod *Oithona davisae* Ferrari and Orsi, 1984: seasonal dynamics in Sevastopol Bay and expansion along the Black Sea coasts // Marine Ecology.– 2014.– 35.– P.28-34.
27. Soylu E., Soylu M.P. First record of the nonindigenous parasitic copepod *Neoergasilus japonicus* (Harada, 1930) in Turkey // Tur. J. Zoology.– 2012.– 36.– P.662-667.
28. Alfonso G., Russo R., Belmonte G. First record of the Asian diaptomid *Neodiaptomus schmackeri* (Pope et Richard, 1892) (Crustacea: Copepoda: Calanoida) in Europe // J. Limnology.– 2014.– 73.– P.584-592.
29. Sabia L., Uttieri M., Schmitt F.G., Zagami G., Zambianchi E., Souissi S. 2014. *Pseudodiaptomus marinus* Sato, 1913, a new invasive copepod in Lake Faro (Sicily): observations on the swimming behavior and the sex-dependent responses to food // Zoological Studies.– 2014.– 53.– P.49. doi:10.1186/s40555-014-0049-8
30. Krapal A., Popa O., Levarda A., Iorgu E., Costache M., Crocetta F., Popa L. Molecular confirmation on the presence of *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906) (Mollusca: Bivalvia: Arcidae) in the Black Sea // Travaux du Muséum National d'Histoire Naturelle «Grigore Antipa».– 2014.– 57.– P.9-12.

Матеріал поступив в редакцію 26.11.2014 г.

АНОТАЦІЯ Незважаючи на швидко зростаючу зацікавленість проблемою вселенців, циклопоїдним копеподам не приділяється належної уваги. Інформація щодо них відсутня в огляді ракоподібних-вселенців і у зведенні за видами вселенцями. Описано знахідки східно-азіатських видів у водоймищах східної України (м.Луганськ). Враховуючи власні та літературні дані, складений список видів-вселенців Cyclopoida, які нещодавно з'явилися у водах Азово-Чорноморського басейну.

ABSTRACT Despite the rapidly growing interest to the problem of invasive species, cyclopoid copepods have been neglected. Information on them is absent in the review of invasive-crustaceans and in Global Invasive Species Database. The findings of East Asian species in reservoirs in eastern Ukraine (Lugansk) were described. Taking into account own and literature data, a list of invasive species Cyclopoida recently appeared in the waters of the Azov-Black Sea basin was made.