

УДК 595.33(571.1)

Т.О. ШАРАПОВА, к. б. н., ст. наук. співроб.,
Інститут проблем освоєння Півночі Сибірського відділення РАН
вул. Малигіна, 86, Тюмень, 625026, РФ
E-mail: tshartum@mail.ru
ORCID 0000-0002-7547-5452

О.Г. ГЕРАСИМОВ, головний спеціаліст,
Тюменський філіал Всеросійського науково-дослідного
інституту рибного господарства та океанографії («Держрибцентр»),
вул. Одеська, 33, Тюмень, 625000, РФ
g.aleksey72@gmail.com

А.А. ГЕРАСИМОВА, к. б. н., наук. співроб.,
Інститут проблем освоєння Півночі Сибірського відділення РАН
вул. Малигіна, 86, Тюмень, 625026, РФ
E-mail: nsty_a_vid@mail.ru

ІНВАЗИВНИЙ ТРОПІЧНИЙ РАЧОК STENOCYPRIS SP. (OSTRACODA) У ПЕРИФІТОНІ ВОДОЙМИ-ОХОЛОДЖУВАЧА (ЗАХІДНИЙ СИБІР)

*Розглянуто динаміку розвитку інвазивного черепашкового рачка *Stenocypris* sp. у різних біотопах водойми-охолоджувача Тюменської ТЕЦ-1 — у зонах скиду теплих вод з максимальною температурою і помірного підігріву. Виявлено відсутність впливу типу субстрату на розвиток рачків. Динаміка розвитку *Stenocypris* sp. у перифітоні у літньо-осінній період 2016 р. вказує на позитивний вплив підвищеної температури води (до 39,4°C) на його кількісний розвиток. Встановлено, що наявність течії не є лімітуючим фактором розвитку цього виду черепашкових рачків.*

Ключові слова: черепашкові рачки, *Stenocypris*, водойма-охолоджувач, зооперифітон, Західний Сибір.

У водоймах-охолоджувачах, як у гідроекосистемах зі зміненим термічним режимом, створюються умови для мешкання південних або тропічних видів гідробіонтів поза їх природного ареалу [1, 3, 4, 7]. Черепашкові раки р. *Stenocypris* поширені у тропічних і субтропічних водоймах, афротропічних, орієнтальних, австралійських зоогеографічних областях і південних районах Неарктики і Японії. У деяких водоймах південних регіонів Європи вони вважаються інвазивними [6, 10]. У водоймах-охолоджувачах (ВО) помірних широт на ділянках з підвищеною температурою створюються сприятливі умови для розвитку рачків цього роду [5, 6].

Ц и т у в а н н я: Шарапова Т.А., Герасимов А.Г., Герасимова А.А. Інвазивний тропічний рачок *Stenocypris* sp. (Ostracoda) у перифітоні водойми-охолоджувача (Західний Сибір) *Гідробіол. журн.* 2020. № 1 (331). С. 67—74.

У ВО Тюменської ТЕЦ-1 (м. Тюмень, Західний Сибір) ці рачки були знайдені при проведенні досліджень зооперифітону у 2005 р. і визначені Л. М. Семеновою (ІБВВ РАН) як *Stenocypris* sp. Виявлені організми близькі до *S. bronsteini* (Sem.), але все ж морфологічно вони відрізнялися [9]. У зооперифітоні *Stenocypris* sp. досягав високої чисельності, особливо у зоні з максимальною температурою.

Метою роботи було вивчення особливостей кількісного розвитку *Stenocypris* sp. у зооперифітоні різних біотопів ВО Тюменської ТЕЦ-1 у літньо-осінній період.

Матеріал і методика досліджень

Проведені раніше дослідження зооперифітону (2005 р.) оз. Оброчно-го, що слугує ВО ТЕЦ-1 (м. Тюмень), показали, що найбільш висока чисельність *Stenocypris* sp. відмічена з червня по жовтень, поодинокі особини зустрічалися і у листопаді. Тому вивчення розвитку *Stenocypris* sp. у 2016 р. проводили з червня по жовтень у літоральної зоні (до глибини 1,0 м). Дослідження проводили на п'яти станціях, що відрізнялись швидкістю течії і температурою води. Було обстежено зону підвищеного підігріву води (максимальна температура до 39,4 °С): за наявності течії (ст. 1 — 0,13 м/с, ст. 3 — 0,72 м/с) і без течії (ст. 2), і зону помірного підігріву, де температура на 4—5 °С нижче: за наявності течії (ст. 5 — 0,54 м/с) і без течії (ст. 4) (рис. 1). Використано вимірювач швидкості течії «ИСТ-1» із запрограмованим часовим інтервалом 60 сек.

Температура води у період відбору матеріалу змінювалася залежно від місяця і станції дослідження (табл. 1). У серпні 2016 р. вона досягала максимальних значень (39,4 °С) на ст. 3, мінімальні значення були відмічені у жовтні (4,4 °С) на ст. 4.

Відбір проб зооперифітону на станціях з течією переважно проводили з поверхні каміння укріплення берега, у скидному каналі — з бетонних плит з використанням перифітонного шкребка, на плесі — з макрофітів (*Salix* sp., *Sagittaria sagittifolia*, *Alisma plantago-aquatica*, *Butomus umbellatus*).

Також при вивченні просторового розподілу рачків було використано експериментальні субстрати (ЕС) — керамічні блоки розміром

Таблиця 1

Температура води (°С) на досліджених станціях у 2016 р.

Місяці	Ст. 1	Ст. 2	Ст. 3	Ст. 4	Ст. 5
Червень	28,0	28,6	28,9	24,4	24,4
Липень	36,4	35,6	36,8	29,7	34,0
Серпень	38,4	37,8	39,4	25,6	25,6
Вересень	16,7	16,9	16,8	16,3	16,7
Жовтень	6,4	6,0	6,5	4,4	4,5



Рис. 1. Схема водойми-охолоджувача Тюменської ТЕЦ-1 і розташування станцій відбору проб. Стрілками позначено напрямок течії

250×120×88 мм. Вони були встановлені на ст. 1 і 5, що зазнають впливу течії, але відрізняються температурою води. На кожній станції було закладено по три блоки. Розрахунки проводили для двох поверхонь: верхньої горизонтальної і вертикальної. Проби фіксували 4%-ним розчином формальдегіду, обробляли під бінокулярним мікроскопом МБС-10.

Всього для аналізу використані дані щодо чисельності рачків з 75 проб, всіх знайдених у пробах особин *Stenocypris* sp. вимірювали. Математичні розрахунки проводили за допомогою програми Microsoft Excel.

Результати досліджень

Дослідження зооперифітону у 2005 р. показали, що *Stenocypris* sp. у зоні підвищеного підігріву води (станції 1—3) мали високу чисельність і на піку розвитку у серпні — вересні входили у домінуючий комплекс [8]. У літньо-осінній період 2016 р. найвищі показники чисельності відмічені у зоні скиду підігрітих вод і у лотичних умовах на ст. 1, 3 і 5 (табл. 2). Разом з досліджуваними рачками у домінуючий комплекс протягом майже всього вегетаційного періоду входили Chironomidae і лише за високих температур води туди увійшли також і Oligochaeta. Значні значення по-

милки пояснюються великим розходженням чисельності *Stenocypris* sp. протягом сезону [2].

На лентичних ділянках (ст. 2 і 4) чисельність рачків була нижче, мінімальна відзначена на ст. 4 у зоні помірного підігріву, тут домінували молюски і личинки хірономід. У середньому за вегетаційний період частка рачків *Stenocypris* sp. була вищою у зоні максимального підігріву, де вони входили у домінуючий комплекс разом з личинками Chironomidae. Так, наприклад, у серпні 2016 р. за температури води у зоні скиду до 39,4 °С (ст. 1 і 3) домінував *Stenocypris* sp. (відповідно 87 і 43 % загальної чисельності). У цей час тут відмічені одиничні особини Oligochaeta (Tubificidae), для інших груп гідробіонтів така висока температура води виявилася критичною і вони зникли. Загалом у середньому за вегетаційний сезон чисельність *Stenocypris* sp. на різних станціях становила від 3,7 до 35,5 % загальної чисельності зооперифітона (табл. 3).

Сезонна динаміка. У зоні підвищеного підігріву у червні рачки *Stenocypris* sp. з'являлись лише на ділянках з високою швидкістю течії (ст. 1 і 3). У липні вони були знайдені на всіх станціях цієї зони, у цей час відзначений пік їх чисельності (див. табл. 2). Найбільша виявлена на ст. 1, незважаючи на високу температуру і наявність течії. У серпні температура води досягала максимальних за період досліджень значень (див. табл. 1). У зоні підвищеного підігріву у лотичних умовах чисельність рачків на ст. 3 (скидний канал) зменшилася у дев'ять раз порівняно з червнем, але на ст. 1 вона змінилася незначно (див. табл. 2). На лентичній ділянці (ст. 2) чисельність *Stenocypris* sp. знизилася у 13 разів. Зі зниженням температури у вересні істотно знизилася і чисельність рачків, максимальна відзначена на ст. 3. У жовтні *Stenocypris* sp. на лентичній ділянці (ст. 2) зник і зустрічався у невеликій кількості на ділянках з течією (ст. 1 і 3).

У зоні помірного підігріву (ст. 4 і 5) у червні *Stenocypris* sp. знайдений не був. У липні, при зростанні температури води (див. табл. 1), його чисельність на перекаці (ст. 5) різко зросла. Але незважаючи на це, частка *Stenocypris* sp. склала лише 20 % загальної чисельності перифітону. У серпні рачки реєструвалися як на лотичній (ст. 5), так і на лентичній ділянці (ст. 4), причому на ст. 5 чисельність *Stenocypris* sp. продовжувала зростати і становила 30 % загальної чисельності перифітону. У вересні, зі

Таблиця 2
Середні показники чисельності *Stenocypris* sp. у 2016 г., тис. екз/м²

Місяці	Ст. 1	Ст. 2	Ст. 3	Ст. 4	Ст. 5
Червень	0,25 ± 0,06	0	0,67 ± 0,04	0	0
Липень	32,69 ± 1,85	10,29 ± 0,69	8,50 ± 0,06	0	8,90 ± 0,81
Серпень	30,14 ± 1,05	0,80 ± 0,21	0,31 ± 0,05	0,16 ± 0,03	10,7 ± 0,17
Вересень	0,25 ± 0,10	0,80 ± 0,39	4,27 ± 0,11	0,80 ± 0,20	1,08 ± 0,08
Жовтень	0,46 ± 0,06	0	2,90 ± 0,73	0	0,10 ± 0,06

зниженням температури води, чисельність рачка на ст. 5 знизилася у десять раз, а на ст. 4 — зросла у п'ять раз, його частка становила відповідно 11 і 2 %. Можна припустити, що в інший час цей вид у ВО існує лише на стадії яєць.

Розмірний склад. Для аналізу розмірної структури рачки *Stenocypris* sp. були умовно поділені на дві розмірні групи: дрібні (до 1 мм в довжину) і крупні (1—1,6 мм) особини.

У зоні підвищеної температури води за наявності течії протязі (ст. 1 і 3) у червні переважали лише дрібні особини (96—100 %), у липні їх частка знизилася, домінували крупні (55—75 %), у серпні при дуже високих температурах на ст. 1 домінували дрібні особини (до 61 %), а на ст. 3 — крупні (до 98 %). На лентичній ділянці (ст. 2) рачки з'являлись у липні з практично рівними частками дрібних і крупних особин, у серпні відзначені лише крупні, вони переважали і у вересні (80 %), у жовтні *Stenocypris* sp. у цьому біотопі був відсутній.

У зоні помірного підігріву на лотичній ділянці (ст. 5) рачки з'являлись у липні частки дрібних і крупних особин були близькими. Таке ж співвідношення зберігалось і у серпні. У вересні і жовтні переважали крупні форми (64—100 %). На ст. 4, що різко відрізнялась більш низькими температурами води, чисельність рачків була невисокою (див. табл. 2), вони реєструвались лише у серпні і вересні, при цьому домінували крупні форми (80—100 %). Ймовірно, рачки потрапляють сюди з близько розташованої ст. 5 (див. рис. 1).

Відношення до температури води. Дослідження динаміки чисельності рачків у 2005 і 2016 рр. показали, що поява молоді відзначається у зоні підвищеного підігріву у червні за температури води вище 25 °С. Пік чисельності припадає на липень і серпень за температури близько 30—35 °С (див. табл. 2). У жовтні за температури води 4,5—6,5 °С відмічені лише поодинокі особини. Аналіз отриманих даних показав, що найбільш сильна кореляція чисельності рачка і температури води була на ст. 1 і 5 (відповідно 0,8179 і 0,8182), мінімальна (0,2654) — на ст. 4. На ст. 2 і 3 цей показник становив відповідно 0,4749 і 0,3481.

Таблиця 3

Частка *Stenocypris* sp. (%) у загальній чисельності перифітону

Місяці	Ст. 1	Ст. 2	Ст. 3	Ст. 4	Ст. 5
Червень	0,7	0,0	0,6	0,0	0,0
Липень	55,5	53,7	74,2	0,0	20,0
Серпень	87,0	6,0	43,0	16,2	30,0
Вересень	34,0	0,6	7,1	2,0	11,1
Жовтень	0,1	0,0	1,4	0,0	0,1
Середня за сезон	35,5	12,1	25,3	3,7	12,2

У середньому за сезон на ст. 1 (лотична ділянка) чисельність *Stenocypris* sp. утричі вище, ніж на ст. 5. У біотопах з уповільненою течією у зоні підвищеного підігріву (ст. 2) чисельність у 12,5 раз вище, ніж на ст. 4 (зона помірного підігріву).

Розподіл Stenocypris sp. на експериментальних субстратах. Використання для дослідження перифітону ВО дало змогу зробити аналіз просторового розподілу досліджуваних організмів по поверхні субстрату. На ст. 1 на верхній горизонтальній стороні ЕС їх чисельність досягала 10,4 тис. екз/м², на вертикальній поверхні — 2,1 тис. екз/м². Пік чисельності на ЕС, як і на природних субстратах, відмічений на ст. 1. Можна зробити висновок, що на розподіл і показники рясності *Stenocypris* sp. у різних біотопах вид субстрату (природний або експериментальний) вирішального впливу не має.

Вплив швидкості течії. Досліджувані біотопи ВО були умовно поділені на дві групи: ділянки з швидкою течією (лотичні) — ст. 1, 3, 5 і без течії (лентичні) — ст. 2 і 4. На ділянках з підвищеною швидкістю течії чисельність *Stenocypris* sp. була вищою (див. табл. 2). Цікаво порівняти чисельність рачків на ст. 1 і 3, умови на яких істотно відрізняються лише за швидкістю течії. Слід відмітити, що на ст. 3 (скидний канал) швидкість течії була у 5,5 раз вище, ніж на ст. 1, у той же час середня за сезон чисельність на ст. 1 була у 4,4 раз вище. Ймовірно, висока швидкість течії на ст. 3 (0,72 м/с) може лімітувати чисельність рачків.

Обговорення результатів досліджень

Таким чином, максимальної чисельності *Stenocypris* sp. досягав у липні і серпні при температурі води становила 36,8—39,4 °С. Мінімальна чисельність відмічена у червні і жовтні при середній температурі відповідно 23,7 і 5,6 °С.

На всіх трьох станціях у зоні підвищеного підігріву пік чисельності *Stenocypris* sp. відмічений у липні, максимальні показники — на ст. 1 (32,69 тис. екз/м²). У серпні, при максимально високій температурі, води чисельність знижувалась. При нормальному термічному режимі у 2005 р., коли температура води в зоні скиду підігрітих вод була нижче (у липні — 28,6 °С, у серпні — 29,4 °С), пік чисельності був відзначений в серпні [7].

У зоні помірного підігріву на ст. 4 рачки *Stenocypris* sp. одинично реєструвалися лише у серпні і вересні. Це, ймовірно, пов'язану з їх випадковим винесенням течією або пасивним дрефтом з інших ділянок. На ст. 5 пік чисельності припадав на період високої температури води — липень і серпень. В інші місяці чисельність *Stenocypris* sp. була незначною.

Висновки

На кількісний розвиток популяції інвазивного рачка *Stenocypris* sp. у ВО Тюменської ТЕЦ-1 позитивно впливає висока температура води у зоні скиду підігрітих вод. Найбільша чисельність виявлена на лотичних

ділянках водойми. На експериментальних субстратах рачки віддають перевагу горизонтальній поверхні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Корляков К. А., Нохрин Д. Ю. Тенденции возникновения инвазионного коридора Волга — Обь. *Вестн. Совета молодых ученых и специалистов Челяб. обл.* 2014. № 2. С. 19—38.
2. Плохинский Н. А. Биометрия. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1970. 368 с.
3. Протасов А. А., Сергеева О. А., Кошелева С. И. и др. Гидробиология водоемов-охладителей тепловых и атомных электростанций Украины. Киев: Наук. думка, 1991. 192 с.
4. Силаева А. А., Протасов А. А., Ярмошенко Л. П., Бабарига С. П. Инвазивные виды водорослей и беспозвоночных в водоеме-охладителе Хмельницкой АЭС. *Гидробиол. журн.* 2009. Т. 45, № 6. С. 13—24.
5. Семенова Л. М. Новые виды остракод рода *Stenocypris* Sars, 1889 (Crustacea, Ostracoda) в водоемах России и Узбекистана. *Биология внутр. вод.* 2006. № 3. С. 13—17.
6. Семенова Л. М., Гусаков В. А. Первое нахождение видов рода *Stenocypris* (Ostracoda, Crustacea) в водоемах России и Украины. *Зоол. журн.* 1996. Т. 75, вып. 2. С. 315—319.
7. Яныгина Л. В. Региональные особенности вселения чужеродных видов макробеспозвоночных в водные экосистемы бассейна р. Обь. *Сибир. экол. журн.* 2016. Т. 23, № 3. С. 459—467.
8. Sharapova T. A. On the Study of Zooperiphyton of the Cooling Pond of the Tyumen Thermal Power Station-1. *Hydrobiol. J.* 2008. Vol. 44, N 6. P. 42—53.
9. Semenova L. M., Sharapova T. A. Ostracods (Crustacea and Ostracoda) in the zooperiphyton of waterbodies and watercourses of Tyumen oblast (Western Siberia). *Inland Water Biology.* 2012. Т. 5, N 1. P. 61—66.
10. Oscoz J., Tomás P. and Durán C. Review and new records of non-indigenous freshwater invertebrates in the Ebro River basin (Northeast Spain). *Aquatic Invasions.* 2010. Vol. 5. Iss. 3. P. 263—284.

Надійшла 09.07.2019

T. A. Sharapova, PhD (Biol.), Senior Researcher
Institute of Problems of Northern Development, Siberian Branch of the RAS,
86 Malygina St., Tyumen, 625003, Russia,
e-mail: tshartum@mail.ru
ORCID 0000-0002-7547-5452
A. G. Gerasimov, Chief Specialist
Tyumen Branch of VNIRO («Gosrybcenter»),
33 Odesskaya St., Tyumen, 625000, Russia,
e-mail: g.aleksey72@gmail.com
A. A. Gerasimova, PhD (Biol.), Researcher
Institute of Problems of Northern Development, Siberian Branch of the RAS,
86 Malygina St., Tyumen, 625026, Russia,
e-mail: nstya_vid@mail.ru

INVASIVE TROPICAL CRUSTACEAN *STENOCYPRIS* SP. (OSTRACODA)
IN THE PERIPHYTON OF THE COOLING POND (WESTERN SIBERIA)

The developmental dynamics of the invasive Ostracoda *Stenocypris* sp. in the cooling pond of the Tyumen TPP-1 in different biotopes — in the zone of the heated waters discharge with maximal temperature and zone of moderate heating. The absence of the influ-

ence of the type of substrate on the development of ostracods was revealed. Study of the developmental dynamics of *Stenocypris* sp. in the periphyton in the summer-autumn period of 2016, showed that an increased temperature (up to 39,4°C) due to the discharge of heated waters of CHPP-1 creates favorable conditions for this invasive crustacean. It has been established that a high flow rate is not a limiting factor in the development of ostracods.

Key words: *Ostracoda, Stenocypris, cooling pond, zooperiphyton, Western Siberia.*