

## СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

**РАЗЛИЧИЕ В УСТОЙЧИВОСТИ К ПАЗАРИТУ *GYRODACTYLUS SALARIS*  
АТЛАНТИЧЕСКОГО ЛОСОСЯ (*SALMO SALAR*) ДВУХ ПОПУЛЯЦИЙ  
БАССЕЙНОВ БЕЛОГО И БАЛТИЙСКОГО МОРЕЙ**

*О.В. Хаймина*<sup>1</sup>, *Б.С. Шульман*<sup>2</sup>, *В.А. Широков*<sup>3</sup>, *И.Л. Щуров*<sup>3</sup>,  
*А.А. Махров*<sup>4</sup>, *В.В. Игнатенко*<sup>5</sup>, *В.С. Артамонова*<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Российский государственный гидрометеорологический университет,  
г. Санкт-Петербург, Россия, e-mail: khaimina@rshu.ru

<sup>2</sup> Учреждение Российской Академии Наук Зоологический институт РАН,  
г. Санкт-Петербург, Россия, e-mail: shulman\_vermes@zin.ru

<sup>3</sup> Северный НИИ рыбного хозяйства Петрозаводского Государственного Университета,  
г. Петрозаводск, Россия, e-mail: shirokov@research.karelia.ru

<sup>4</sup> Учреждение Российской Академии Наук Институт проблем экологии и эволюции им.  
А.Н. Северцова, Москва, Россия, e-mail: makhrov12@mail.ru

<sup>5</sup> Выгский рыболовный завод, пос. Сосновец, Республика Карелия, Россия

Моногенетический сосальщик *Gyrodactylus salaris* Malmberg паразитирует, как правило, на молоди атлантического лосося (*Salmo salar* L.). Исходно он встречался только в бассейне Балтийского моря [12, 15] — широкому распространению паразита препятствовала его чувствительность к морской воде. Однако с 1970-х годов *G. salaris* стал распространяться в другие регионы вместе с молодьё лососевых рыб, завозимой в ходе рыбоводных работ из бассейна Балтики [18].

Около 1990 года он появился в бассейне Белого моря, в реке Кереть [2], а позже был обнаружен также в реке Писта [3]. В реке Кереть после инвазии паразита отмечено более чем 25-кратное падение численности атлантического лосося. Причины высокой чувствительности данной популяции к заражению паразитом точно не известны, однако было высказано предположение о том, что она объясняется генетическими различиями между семгой реки Кереть и балтийским лососем. Последний исторически обитает в районе распространения *G. salaris* и относительно устойчив к нему.

Задачей настоящей работы была экспериментальная проверка предположения о генетических различиях между популяциями атлантического лосося бассейнов Белого и Балтийского морей в отношении их устойчивости к заражению *G. salaris*.

### *Материал и методика*

В эксперименте использованы сеголетки – потомки производителей из реки Шуя (приток Онежского озера, бассейн Балтики) и реки Кереть (бассейн Белого моря). Далее эти две группы молоди называются для краткости "шуйская" и "керетская". Обе группы рыб до начала эксперимента выращивались в идентичных условиях на Кемском рыбноводном заводе.

22 сентября 2008 г. в русле Керети были установлены три садка, в один из них помещена "шуйская" (53 особи) и в два - "керетская" молодь (по 51 особи). Для заражения рыб *G. salaris* в каждый садок были добавлены дикие рыбы, отловленные на Морском пороге Керети – по одному двухлетку и по два сеголетка. Эти особи были помечены отрезанием жирового плавника, и в дальнейшем не учитывались при расчете зараженности.

В ходе эксперимента садки ежедневно осматривали, из них убирали погибших рыб. Всего за время эксперимента в группе "шуйских" рыб погибло 9 особей, в двух группах "керетских" рыб – 9 и 4 особи. 28 октября 2008 г. "шуйская" группа (44 экз.), а также одна из групп "керетской" молоди (42 экз.) были фиксированы в этиловом спирте. Молодь второй "керетской" группы (47 экз.) была фиксирована аналогичным образом 6 ноября того же года. У всех фиксированных рыб определялась длина (АВ). Плавники и жабры молоди просматривали под биноклем для оценки зараженности *G. salaris*.

### *Результаты*

Все экспериментальные рыбы оказались заражены *G. salaris*. Зараженность "шуйской" молоди (56-393, в среднем 195,2) оказалась намного ниже, чем зараженность в обеих выборках "керетских" рыб (41-593, в среднем 327,6 и 132-507, в среднем 297,5), это различие значимо ( $p < 0,05$ ).

Хотя "шуйская" молодь в среднем была крупнее "керетской" (83, 73 и 70 мм, соответственно), внутри этой группы наблюдалась прямая связь между длиной тела и общей зараженностью (коэффициент корреляции 0,71). Таким образом, наблюдаемое различие в зараженности между "шуйской" и "керетской" молодь не связано с размерами особей.

### *Обсуждение*

Полученные в нашем эксперименте данные показали, что атлантический лосось, по крайней мере, одной из популяций бассейна Белого моря заражается *G. salaris* в большей степени по сравнению с атлантическим лососем из популяции бассейна Балтики. Поскольку условия содержания рыб, происходящих из разных популяций, в

течение всего их онтогенеза были идентичны, выявленные различия имеют, скорее всего, генетическую основу.

Наши данные хорошо согласуются с результатами других экспериментов. Так, ранее показано, что атлантический лосось бассейна Балтики (за исключением популяции реки Indalselv) устойчив к заражению *G. salaris*, в отличие от популяций других регионов - Норвегии, Шотландии, Дании, юго-западной Швеции [5-11, 13, 15, 17, 19].

Анализ генетических данных, полученных в работах [4, 14, 16, 20] показывает, что наблюдается связь между устойчивостью популяции к паразиту и преобладанием в ней так называемых "балтийских" гаплотипов митохондриальной ДНК. Кроме того, ранее нами был отмечен рост частоты одного из этих гаплотипов в условиях заражения *G. salaris* у атлантического лосося Керети [1]. Не исключено поэтому, что особи из популяций бассейна Белого моря, где преобладают "балтийские" гаплотипы (это, в частности, популяции рек Варзуга, Умба, Онега), окажутся более устойчивы к *G. salaris*, чем рыбы из Керети.

#### *Заключение*

Полученные в работе экспериментальные данные показывают, что популяция атлантического лосося реки Кереть имеет пониженную устойчивость к заражению паразитом *G. salaris*. Это важный фактор, объясняющий резкое падение численности атлантического лосося в Керети после инвазии этого паразита.

#### *Благодарности*

Выполнение исследования было бы невозможно без содействия коллективов Выгского и Кемского рыбозаводов. Финансовая поддержка настоящей работы осуществлялась в рамках Государственного контракта № 02.515.12.500324.11.2008 и программы Президиума РАН «Биоразнообразие: инвентаризация, функции, сохранения» (проекты 2.3.1 и 23-П).

#### **Литература**

1. Артамонова В.С., Хаймина О.В., Махров А.А., Широков В.А., Шульман Б.С., Щуров И.Л. Эволюционные последствия вселения паразита (на примере атлантического лосося, *Salmo salar* L.). - ДАН, 2008, т. 423, № 2: 275-278.

2. Иешко Е.П., Шульман Б.С., Щуров И.Л., Барская Ю.Ю. Многолетние изменения эпизоотии молоди лосося (*Salmo salar* L.) в реке Кереть (бассейн Белого моря), вызванной вселением *Gyrodactylus salaris* Malmberg, 1957. - Паразитология, 2008, т. 42, вып. 6: 486-496.

3. Шульман Б.С., Щуров И.Л., Широков В.А., Гайда Р.В.. Паразитофауна молоди пресноводного лосося (*Salmo salar m. sebago* Girard) реки Писта (бассейн Белого моря). - Паразитология, 2007, т. 41, вып. 1: 72-77.

4. Asplund T., Veselov A., Primmer C.R., Bakhmet I., Potutkin A., Titov S., Zubchenko A., Studenov I., Kaluzchin S., Lumme J. Geographical structure and postglacial history of mtDNA haplotype variation in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) among rivers of the White and Barents Sea basins. - Annales Zoologici Fennici, 2004, v. 41: 465-475.

5. Bakke T.A., Jansen P.A., Hansen L.P. Differences in the host resistance of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., stocks to the monogenean *Gyrodactylus salaris* Malmberg, 1957. - Journal of Fish Biology, 1990, v. 37: 577-587.

6. Bakke T.A., Harris P.D., Hansen H., Cable J., Hansen L.P. Susceptibility of Baltic and East Atlantic salmon *Salmo salar* stocks to *Gyrodactylus salaris* (Monogenea). - Diseases of Aquatic Organisms, 2004, v. 58: 171-177.

7. Cable J., Harris P.D., Bakke T.A. Population growth of *Gyrodactylus salaris* (Monogenea) on Norwegian and Baltic Atlantic salmon (*Salmo salar*) strains. - Parasitology, 2000, v. 121: 621-629.

8. Dalgaard M.B., Larsen T.B., Jorndrup S., Buchmann K.. Differing resistance of Atlantic salmon strains and rainbow trout to *Gyrodactylus salaris* infection. - Journal of Aquatic Animal Health, 2004, v. 16: 109-115.

9. Dalgaard M.B., Nielsen C.V., Buchmann K. Comparative susceptibility of two races of *Salmo salar* (Baltic Lule river and Atlantic Conon river strains) to infection with *Gyrodactylus salaris*. - Diseases of Aquatic Organisms, 2003, v. 53: 173-176.

10. Jansen P.A., Bakke T.A., Hansen L.P. Resistance to *Gyrodactylus salaris* Malmberg, 1957 (Monogenea) in *Salmo salar*: a genetic component. - Bulletin of the Scandinavian society for parasitology, 1991, v. 1: 50.

11. Karlsson L., Kollberg S., Olstad K., Mo T.A. 2003. Kanslighet hos lax fran Enningdalsalven, Gullspangsalven, Rolfsan och Drammenselva for parasiten *Gyrodactylus salaris* i laboratorieforsok. - Rapport till Fiskeriverket och lansstyrelsen I Halland, 2003, 1, 16: 1-32.

12. Kudersky L.A., Ieshko E., Shulman B. 2003. Distribution range formation history of the monogenean *Gyrodactylus salaris* Malmberg, 1957 – a parasite of juvenile Atlantic salmon *Salmo salar* Linnaeus, 1758. - Atlantic salmon: biology, conservation and restoration. Petrozavodsk: Institute of Biology KRC RAS, 2003: 77-83.

13. Lindenstrom T., Sigh J., Dalgaard M.B., Buchmann K. Skin expression of IL-1b in East Atlantic salmon, *Salmo salar* L., highly susceptible to *Gyrodactylus salaris* infection is

enhanced compared to a low susceptibility Baltic stock. - *Journal of Fish Diseases*, 2006, v. 29: 123-128.

14. *Makhrov A.A., Verspoor E., Artamonova V.S., O'Sullivan M.* Atlantic salmon colonization of the Russian Arctic coast: pioneers from North America. - *Journal of Fish Biology*, 2005, v. 67, Suppl. A: 68-79.

15. *Malmberg G.* Gyrodactylidae and gyrodactylosis of Salmonidae. - *Bulletin Francais de la Peche et de la Pisciculture*, 1993, v. 328: 5-46.

16. *Nilsson J., Gross R., Asplund T., Dove O., Jansson H., Kelloniemi J., Kohlmann K., Loytynoja A., Nielsen E.E., Paaver T., Primmer C.R., Titov S., Vasemagi A., Veselov A., Ost T., Lumme J.* Matrilinear phylogeography of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in Europe and postglacial colonization of the Baltic Sea area. - *Molecular Ecology*, 2001, v.10: 89-102.

17. *Olstad K., Robertsen G., Bachmann L., Bakke T.A.* Variation in host preference within *Gyrodactylus salaris* (Monogenea): an experimental approach. - *Parasitology*, 2007, v. 134: 589-597.

18. *Peeler E., Thrush M., Paisley L., Rodgers C.* An assessment of the risk of spreading the fish parasite *Gyrodactylus salaris* to uninfected territories in the European Union with the movement of live Atlantic salmon (*Salmo salar*) from coastal waters. - *Aquaculture*, 2006, v. 258: 187-197.

19. *Rintamaki-Kinnunen P., Valtonen E.T.* Finnish salmon resistant to *Gyrodactylus salaris*: a long-term study at fish farms. - *International Journal of Parasitology*, 1996, v. 26: 723-732.

20. *Verspoor E., McCarthy E.M., Knox D., Bourke E.A., Cross T.F.* The phylogeography of European Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) based on RFLP analysis of the ND1/16sRNA region of the mtDNA. - *Biological Journal of the Linnean Society*, 1999, v. 68: 129-146.