

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ



Дальневосточный государственный технический
рыбохозяйственный университет

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ РЫБОЛОВСТВА

Материалы Национальной
научно-технической конференции

(Владивосток, 27–28 октября 2022 г.)

Электронное издание

Владивосток
Дальрыбвтуз
2022

Редакционная коллегия:

Председатель – Бойцов А.Н., канд. техн. наук, доцент, директор Института рыболовства и аквакультуры (ИР иА) ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз».

Зам. председателя – Матросова И.В., канд. биол. наук, доцент, зав. кафедрой «Водные биоресурсы и аквакультура», зам. директора ИРиА по научной работе.

Секретарь – Сергеева М.М., ст. преподаватель кафедры «Водные биоресурсы и аквакультура».

Баринов В.В., канд. техн. наук, доцент кафедры «Промышленное рыболовство».

Беспалова Т.В., канд. физ.-мат. наук, доцент, зав. кафедрой «Высшая математика».

Буторина Т.Е., доктор биол. наук, профессор кафедры «Экология и природопользование».

Казаченко В.Н., доктор биол. наук, профессор кафедры «Водные биоресурсы и аквакультура».

Колесникова Е.В., зав. методическим кабинетом кафедры «Прикладная математика и информатика».

Круглик И.А., канд. биол. наук, доцент, и.о. зав. кафедрой «Экология и природопользование».

Лисиенко С.В., канд. экон. наук, доцент, зав. кафедрой «Промышленное рыболовство».

Осипов Е.В., канд. техн. наук, доцент кафедры «Промышленное рыболовство».

Пилипчук Д.А., ст. преподаватель кафедры «Промышленное рыболовство».

Сергеева М.М., ст. преподаватель кафедры «Водные биоресурсы и аквакультура».

Смирнова Е.В., канд. биол. наук, доцент кафедры «Водные биоресурсы и аквакультура».

Ющик Е.В., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Прикладная математика и информатика».

Яценко Е.Н., ст. преподаватель, доцент кафедры «Прикладная математика и информатика».

Харитонов Л.А., директор Центра публикационной деятельности «Издательство Дальрыбвтуза»

Адрес оргкомитета конференции:

690087, г. Владивосток

ул. Луговая, 52б, каб. 112 «Б»

Дальневосточный государственный технический
рыбохозяйственный университет

Телефон: (423) 290-46-46; (423) 244-11-76

[http:// www.dalrybvtuz.ru](http://www.dalrybvtuz.ru)

E-mail: ingavladm@mail.ru

Н34 Научно-практические вопросы регулирования рыболовства: материалы Нац. науч.-техн. конф. [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. (38,1 Mb). – Владивосток : Дальрыбвтуз, 2022. – 240 с. – Систем. требования : PC не ниже класса Pentium I ; 128 Mb RAM ; Windows 98/XP/7/8/10 ; Adobe Reader V8.0 и выше. – Загл. с экрана.

ISBN 978-5-88871-762-2

Представлены результаты научно-исследовательских работ в области рационального использования водных биологических ресурсов, искусственного воспроизводства гидробионтов, а также освещены вопросы состояния и тенденции развития рыбохозяйственного образования.

УДК 639.2+338
ББК 65.35(2Р55)

ISBN 978-5-88871-762-2

© Дальневосточный государственный
технический рыбохозяйственный
университет, 2022

Олеся Юрьевна Бусарова

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, доцент кафедры «Экология и природопользование», канд. биол. наук, ORCID: 0000-0003-3246-9658, Россия, Владивосток, e-mail: olesyabusarova@mail.ru,

Разнообразие мальмы *Salvelinus malma* бассейна озера Азабачье, Камчатка

Аннотация. В бассейне озера Азабачье мальма *S. malma* сформировала симпатрический комплекс, представленный несколькими формами, которые различаются по питанию, зараженностью паразитами, составу стабильных изотопов азота и углерода в мышцах, биологическим характеристикам и срокам нереста.

Ключевые слова: гольцы рода *Salvelinus*, питание рыб, паразиты рыб, стабильные изотопы, трофические ниши, симпатрические формы, нижнее течение реки Камчатка, Восточная Камчатка

Olesya Yu. Busarova

Far Eastern State Technical Fisheries University, Associate professor of the Department of Ecology and Natural Resources Management, PhD in Biological Sciences, ORCID: 0000-0003-3246-9658, Russia, Vladivostok, e-mail: olesyabusarova@mail.ru

**Sympatric forms of Dolly Varden *Salvelinus malma*
from Lake Azabachye basin, Kamchatka**

Abstract. In Lake Azabachye Dolly Varden has formed sympatric complexes consisting of several forms. Dolly Varden sympatric forms that differ in their diet, parasites, composition of stable nitrogen and carbon isotopes in muscles, biological characteristics, and spawning time.

Keywords: charrs of genus *Salvelinus*, diet, parasites, stable isotopes, trophic niches, sympatric forms, lower reaches of the Kamchatka River, Eastern Kamchatka

Введение

Гольцы рода *Salvelinus* характеризуются высоким полиморфизмом и способностью к образованию внутривидовых экотипов и форм, различающихся по морфологическим, биологическим и экологическим характеристикам [1, 2, 3]. Гольцы распространены циркумполярно и на протяжении ареала представлены несколькими видами [4, 5], число которых является предметом дискуссии в рамках так называемой «гольцовой» проблемы [2].

Камчатка является одним из центров разнообразия рода *Salvelinus*, здесь обитает северная мальма, кунджа и реликтовые популяции гольца Таранца. Мальма распространена на полуострове повсеместно, образуя проходной, речной и ручьевого, озерно-речной и озерный экотипы [1, 6]. В озерах Кроноцкое, Азабачье, Курильское и Ангре мальма образовала симпатрические комплексы, включающие несколько форм, различающиеся по питанию, морфологии, занимаемым биотопам, местам и срокам нереста.

Разнообразие форм гольцов озера Азабачье, их систематика и таксономический статус являются предметом многолетней дискуссии [1, 7, 8, 9]. Понимание структуры комплекса гольцов бассейна озера Азабачье осложняется тем, что озеро посредством протоки соединяется с крупной рекой Камчаткой в ее нижнем течении. Из-за отсутствия географической преграды в озерно-речной системе могут встречаться не только гольцы, относящиеся к комплексу, но и рыбы, заходящие из реки Камчатки – проходная мальма и каменный гольц. В связи с этим целью нашей работы было изучение разнообразия мальмоидных гольцов бассейна озера Азабачье.

Материалы и методы

Для этого в июле 2017 и августе 2021 гг. нами были проведены экспедиционные исследования в бассейне озера Азабачье. Отлов гольцов проводили по всей акватории озера и в вытекающей озерной протоке с помощью жаберной сети 30 мм, а также в притоках озера с помощью гидробиологического сачка. Далее для каждой рыбы определяли длину тела по Смитту (см), массу тела (г) [10], определяли пол и стадию зрелости гонад [11]. Для дифференциации рыб и оценки их трофической специализации использовали комплексный подход, учитывающий данные о содержимом желудков рыб и их зараженности гельминтами. Питание рыб оценивали путем подсчета жертв в желудках, рассчитывали встречаемость – долю рыб с данным видом пищи в выборке (%) и численность – число жертв данной группы, приходящееся на одну рыбу в выборке, экз. На зараженность гельминтами рыб обследовали методом гельминтологического вскрытия, для каждого вида паразитов рассчитывали экстенсивность инвазии – долю рыб, зараженных паразитом в выборке, %, и индекс обилия – число особей паразита, приходящееся на одну рыбу в выборке, экз. Также отобрали образцы мышечной ткани рыб под спинным плавником для проведения анализа на содержание в мышцах стабильных изотопов азота и углерода. Подробно результаты проведенного исследования приведены в публикации [12].

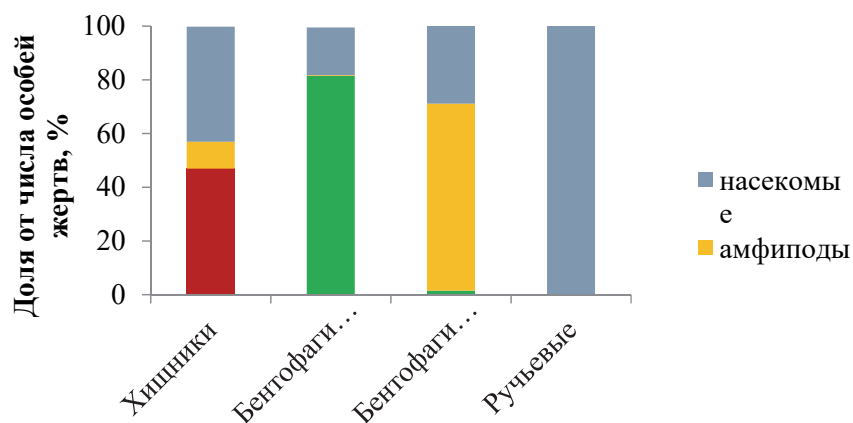
Характеристика района исследования

Озеро Азабачье является третьим по величине пресным водоемом полуострова и памятником природы. Оно располагается в нижнем течении реки Камчатки на ее правом берегу в 40 км от устья и соединяется с ней рекой Азабачьей. В озеро впадает 15 притоков, из которых самый крупный – река Бушуйка длиной около 40 км [13]. Площадь озера составляет 62,5 км², максимальная длина – 13 км, максимальная ширина – 7,7 км, максимальная глубина – 33,5 м, средняя глубина – 17,05 м (Крохин, 1972). Ихтиофауна озера включает нерку, кижуча, кунджу, микижу, трехиглую и девятииглую колюшку, малоротую корюшку и комплекс мальмоидных гольцов.

Результаты и обсуждение

В результате проведенного нами исследования было показано, что симпатрический комплекс мальмы озера Азабачье составляют следующие формы: озерно-речные хищники (синоним *Salvelinus albus* белый голец), озерно-речные бентофаги (две трофические группы) и ручьевые гольцы. Эти формы отличаются по питанию, зараженности паразитами, составу стабильных изотопов азота и углерода в мышцах.

Состав пищи симпатрических форм мальмы бассейна озера представлен на рисунке.



Состав пищи гольцов озера Азабачье в июле 2017 г.

Длительная специализация рыб на питании каким-либо объектом обуславливает различия в их паразитофауне [14] и составе стабильных изотопов азота и углерода в их мышцах [15].

Озерно-речные хищные гольцы повсеместно распространены в озере и протоке. Они хорошо дифференцируются от озерно-речных бентофагов, начиная с длины тела более 30 см. Такие особи имеют массивное тело и крупную голову, светло-серую окраску боков тела. В их желудках содержится, как правило, трехиглая колюшка. Паразитами-индикаторами являются *Eubothrium salvelini* и *Dibothriocephalus* spp., *Philonema oncorhynchi* и *Neoechinorhynchus salmonis*. Эти гельминты в качестве промежуточных хозяев используют планктонных ракообразных и способны к реинвазии хищных рыб при питании рыбной пищей [16, 17, 18, 19]. Внутренние органы таких рыб сращены между собой фиброзной тканью и трудно различимы. До достижения длины 25–30 см озерно-речные хищники питаются разнообразным бентосом, амфибиотическими насекомыми, но основной пул заражения паразитами уже установлен и внутренние органы сращены. Сращение внутренних органов происходит из-за перитонита, возникающего при проникновении гельминтов из кишечника в полость тела.

Озерно-речные бентофаги имеют меньшую численность в озерно-речной системе, они составляли 20 % в уловах из озера и реки, с учетом 80 % хищников. Озерно-речные бентофаги по типу питания дифференцируются на две трофические группы [20]. Рыбы группы А питаются моллюсками и личинками ручейников, имеют слабую зараженность паразитами, но по сравнению с другими формами мальмы они сильнее инвазированы трематодами рода *Diplostomum*, которые заражают рыб при контакте с моллюсками *Lymnaea* [21]. Рыбы группы G питаются амфиподами *Monoporeia affinis* и Mysida, они сильно заражены *Cystidicola farionis*, трематодами рода *Crepidostomum* и *Cyathocephalus truncatus*. Заражение рыб этими гельминтами происходит при питании амфиподами [22, 23, 24]. Тип питания у бентофагов не изменяется с увеличением их размеров.

Ручьевые гольцы населяют притоки и не выходят в акваторию озера. Ручьевые гольцы питаются личинками амфибиотических насекомых, заражены *Salmoneta ephemeridarum* и *Cucullanus truttae*. Рыбы заражаются *S. ephemeridarum* при питании личинками подёнок в проточных водоёмах [25]. *Cucullanus truttae* может развиваться как без участия промежуточных хозяев [26], так и с участием личинок миног [25].

Выделенные четыре формы мальмы достоверно различаются содержанием стабильных изотопов азота и углерода в мышцах, что связано не только со специализацией питания рыб, но и с особенностью занимаемых рыбами биотопов.

Таким образом, наши данные показывают, что симпатрический комплекс мальмы в бассейне озера Азабачье представлен четырьмя формами, занимающими разные экологические ниши, что позволяет *S. malma* максимально эффективно использовать ресурсы озерно-речной системы.

Благодарности

Автор благодарит С.В. Бусарова, канд. биол. наук М.Ю. Ковалева и канд. биол. наук В.А. Паренского за неоценимую помощь в проведении полевых работ и сборе ихтиологического материала.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Федерального агентства по рыболовству (государственное задание № 684/2017).

Библиографический список

1. Савваитова К.А. Арктические гольцы (структура популяционных систем, перспективы хозяйственного использования). М.: Агропромиздат, 1989. 223 с.
2. Jonsson, B. Polymorphism and speciation in Arctic charr / B. Jonsson, N. Jonsson // Journal of Fish Biology. 2001. Vol. 58, № 3. P. 605–638.
3. Klemetsen A. The charr problem revisited: exceptional phenotypic plasticity promotes ecological speciation in postglacial lakes // Freshwater Reviews. 2010. Vol. 3, № 1. P. 49–74.
4. Богуцкая, Н.Г. Каталог бесчелюстных и рыб пресных и солоноватых вод России с номенклатурными и таксономическими комментариями / Н.Г. Богуцкая, А.М. Насека. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. 389 с.

5. Nelson, J.S. Fishes of the world. 5th ed. / J. S. Nelson, T. C. Grande, M. V. Wilson, H. John. Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2016. 752 с.
6. Есин, Е.В. Гольцы рода *Salvelinus* азиатской части Северной Пацифики: происхождение, эволюция и современное разнообразие / Е.В. Есин, Г.М. Маркевич. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2017. 188 с.
7. Глубоковский М.К. *Salvelinus albus* sp. n. из бассейна реки Камчатки // Биол. моря. 1977. Вып. 4. С. 48–56.
8. Черешнев, И.А. Лососевидные рыбы северо-востока России / И.А. Черешнев, В.В. Волобуев, А.В. Шестаков, С.В. Фролов. Владивосток: Дальнаука, 2002. 496 с.
9. Атлас пресноводных рыб России: в 2 т. Т. 1 / под ред. Ю.С. Решетникова. М.: Наука, 2003. 379 с.
10. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром-сть, 1966. 376 с.
11. Мурза, И.Г. Определение степени зрелости гонад и прогнозирование возраста достижения половой зрелости у атлантического лосося и кумжи / И.Г. Мурза, О.Л. Христофоров. Л.: Изд-во ГосНИОРХ, 1991. 102 с.
12. Бусарова О.Ю. Трофическая специализация симпатрических форм мальмы *Salvelinus malma* (Salmonidae) озера Азабачье, Камчатка // Вопр. ихтиол. 2022. Т. 62, № 4. С. 621–633.
13. Крохин Е.В. Озеро Азабачье (физико-географический очерк). Владивосток: ТИНРО. 1972. Т. 82. С. 3–18.
14. Knudsen, R. Aggregation of helminths: the role of feeding behavior of fish hosts / R. Knudsen, M. A. Curtis, R. Kristoffersen // Journal of Parasitology. 2004. Vol. 90. P. 1–7.
15. Peterson, B.J. Stable isotopes in ecosystem studies / B.J. Peterson, B. Fry // Annual Review of Ecology Systematics. 1987. Vol. 18 (1). P. 293–320.
16. Platzer, E.G. The life history of a dracunculoid *Philonema oncorhynchi* in *Oncorhynchus nerka* / E.G. Platzer, J.R. Adams // Canadian Journal of Zoology. 1967. Vol. 45. P. 31–43.
17. Smith H.D. Observations on the cestode *Eubotrium salvelini* in juvenile sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) at Babine Lake, British Columbia // Journal Fish Research Board of Canada. 1973. Vol. 30. P. 947–964.
18. Knudsen, R. Infections of *Diphyllbothrium dendriticum*, *D. ditremum* (Cestoda), and *Cystidicola farionis* (Nematoda) in a north Norwegian population of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) during winter / R. Knudsen, A. Klemetsen // Canadian Journal of Zoology. 1994. № 72(11). P. 1922–1930.
19. Mikhailova E.I. Origination of a separate form of *Neoechinorhynchus salmonis* Ching, 1984 (Acanthocephales: Neoechinorhynchidae) in severe environment of the Asian Arctic // Parasitology Research. 2013. Vol. 112, № 5. P. 1973–1981.
20. Бусарова О.Ю. Третий случай трофической дифференциации бентосоядной мальмы (*Salvelinus malma*) в литорали озер Камчатки: озеро Азабачье // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2020. Ч. 2. С. 14–18.
21. Karvonen, A. Ecological divergence of closely related *Diplostomum* (Trematoda) parasites / A. Karvonen, P. Terho, O. Seppälä et al. // Parasitology. 2006. Vol. 133. Pt. 2. P. 229–235.
22. Vik R. Studies of the helminth fauna of Norway. II. Distribution and life cycle of *Cyathocephalus truncatus* (Pallas, 1781) (Cestoda) // Nytt Magazin for Zoologi. 1958. Vol. 6. P. 97–110.
23. Awachie J.B.E. On the bionomics of *Crepidostomum metoecus* (Braun, 1900) and *Crepidostomum farionis* (Müller, 1784) (Trematoda, Allocreadiidae) // Parasitology. 1968. Vol. 58(2). P. 307–325.
24. Black, G.A. Migration and development of swim-bladder nematodes, *Cystidicola* spp. (Habronematoidea), in their definitive hosts / G.A. Black, M.W. Lankester // Canadian Journal of Zoology. 1980. Vol. 58(11). P. 1997–2005.
25. Moravec F. Parasitic nematodes of freshwater fishes of Europe. Praga, 1994. 467 p.
26. Пугачев О.Н. Нематоды пресноводных рыб Северо-Востока Азии // Эколого-географические исследования нематод / Тр. Зоол. ин-та АН СССР. Л., 1984. Т. 126. С. 10–19.